

Bu proje Avrupa Birliği ve Türkiye Cumhuriyeti tarafından finanse edilmektedir.

TÜRKİYE'DE İKLİM DEĞİŞİKLİĞİNE UYUM EYLEMİNİN GÜÇLENDİRİLMESİ PROJESİ

TR2017 ESOP MI A3 04

SAKARYA İLİ ETKİLENEBİLİRLİK ve RİSK ANALİZİ RAPORU

Bu proje Avrupa Birliği ve Türkiye Cumhuriyeti tarafından finanse edilmekte ve Birleşmiş Milletler Kalkınma Programı tarafından uygulanmaktadır. Projenin yararlanıcısı, Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı'dır. Avrupa Birliği ve Dış İlişkiler Genel Müdürlüğü bu Projenin Sözleşme Makamıdır.

Hazırlayan: *Ceren Ballı Gözen, Meryem Esra Demir, Doç. Dr. Doğan Dursun, Prof. Dr. Levent Aydın, Prof. Dr. Ela Babalık, Prof. Dr. Emine Didem Evci Kiraz, Prof. Dr. Barış Karapınar, Ayşe Özge Kepenek Bozkırlıoğlu, Adnan Deniz Özdemir, Dr. Nuran Talu, Prof. Dr. Doğanay Tolunay, Prof. Dr. Süleyman Toy*

27 Ocak 2022

Birleşmiş Milletler Kalkınma Programı
Türkiye

T.C. ÇEVRE, ŞEHİRCİLİK VE İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ BAKANLIĞI

Çevre ve İklim Eylemi Sektör Operasyonel Programı

iklime uyum

UNDP

Bu yayın Avrupa Birliği'nin maddi desteği ile hazırlanmıştır. İçerik tamamıyla Birleşmiş Milletler Kalkınma Programı Türkiye Ülke Ofisi sorumluluğu altındadır ve Avrupa Birliği ve Türkiye Cumhuriyeti'nin görüşlerini yansıtmak zorunda değildir.

İÇİNDEKİLER

İÇİNDEKİLER iii
ŞEKİL LİSTESİ ix
TABLO LİSTESİ xvi
EKLER xx
KISALTMALAR xxi
RİSK ANALİZİ TEMEL KAVRAMLARI xxv
YÖNETİCİ ÖZETİ 1
GİRİŞ 6
1. SAKARYA İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ ETKİLERİ 8
1.1. Mevcut Dönemde İklim 8
1.2. Gelecek Dönemde Beklenen Değişimler 9
2. SAKARYA İKLİM TEHLİKELERİ 13
2.1. Kuraklık 13
2.2. Şiddetli Yağış 14
2.3. Sıcak Hava Dalgası 16
2.4. Orman Yangını 18
2.5. Soğuk Hava Dalgası 20
2.6. Şiddetli Rüzgâr 22
3. SAKARYA İLİ MEVCUT DURUM ANALİZİ 25
3.1. Arazi Kullanımı ve Doğal Kaynaklar 25
3.1.1. Arazi Kullanımı 25
3.1.2. Su Varlığı/Tüketimi 26
3.2. Sosyo-Ekonomik Yapı 27
4. ETKİLENEBİLİRLİK ve RİSK ANALİZİ METODOLOJİSİ 32
4.1. Risk Analizi ve Adımları 33
4.1.1. Kuraklık 35
4.1.2. Şiddetli Yağış 37
4.1.3. Sıcak Hava Dalgası 39
4.2. Temel Bileşen Analizi (PCA) 41
KAYNAKÇA: BÖLÜM (1-4) 43
5. KENTSEL PLANLAMA VE ALTYAPI 46
5.1. Sakarya Kentinin Genel Özellikleri 50
5.1.1. Kentin Konumu, Coğrafi Özellikleri ve Formu 50

5.1.2. Kentin Yayılma Süreci ... 55
5.1.3. Arazi Kullanımı ... 61
5.1.4. Açık ve Yeşil Alan Dağılımı ... 62
5.1.5. Nüfus ... 63
5.1.6. Ulaşım Ağı ... 71
5.1.7. Isınma Sistemi ... 72
5.1.8. Tarihi Miras ... 73
5.2. İklim Değişikliğine Karşı Riski Artıran ve Azaltan Kentsel Özellikler ... 73
5.3. Sakarya İli Diğer İlçeler Değerlendirmesi ... 75
5.4. Kent Sektörü Etkilenebilirlik ve Risk Analizi ... 100
5.4.1. Şiddetli Yağış Riski ... 100
5.4.2. Sıcak Hava Dalgası Riski ... 107
5.4.3. Kuraklık Riski ... 108
5.5. Uyum Eylemleri ... 110
KAYNAKÇA: BÖLÜM 5 ... 118
6. SU KAYNAKLARI ... 121
6.1. İklim Değişikliği ve Su Kaynakları Sektörü ... 121
6.2. Su Kaynakları Yönetimi Sektörü Etkilenebilirlik ve Risk Analizi ... 130
6.2.1. Kuraklık Riski ... 130
6.2.2. Şiddetli Yağış Riski ... 135
6.3. Su Kaynakları ve İklim Değişikliğine Uyum ... 140
KAYNAKÇA: BÖLÜM 6 ... 142
7. TARIM VE GIDA GÜVENCESİ ... 144
7.1. Maruziyet Bileşeni ... 144
7.1.1. Kümes Hayvancılığı Maruziyeti ... 146
7.1.2. İklimle bağlantılı zararlara maruziyet ... 147
7.2. Etkilenebilirlik Bileşeni ... 148
7.2.1. Duyarlılık ... 148
7.2.2. Uyum Kapasitesi ... 160
7.3. Tarım ve Hayvancılık Sektörü Etkilenebilirlik ve Risk Analizi ... 167
7.3.1. Şiddetli Yağış Riski ... 167
7.4. Tarım ve Hayvancılık Sektörü Uyum Eylemleri ... 171
EK 7-1 ... 177
KAYNAKÇA: BÖLÜM 7 ... 178

8. EKOSİSTEM HİZMETLERİ VE BİYOÇEŞİTLİLİK 181
8.1. Biyolojik Çeşitlilik ve Ekosistem Hizmetleri 181
8.1.1. Flora ve Fauna 181
8.2. Habitatlar 184
8.3. Ekosistemler 185
8.3.1. Orman Ekosistemleri 187
8.3.2. Dağ Ekosistemleri 191
8.3.3. Akarsu Ekosistemleri 192
8.3.4. Göller ve Diğer Sulak Alanlar 194
8.3.5. Deniz, Kıyı ve Kumul Ekosistemleri 196
8.3.6. Korunan Alanlar 196
8.4. Ekosistemlerin Sağlamış Oldukları Ekosistem Hizmetleri 201
8.5. İklim Değişikliğinin Biyolojik Çeşitlilik ve Ekosistem Hizmetlerine Etkisi 205
8.6. Biyolojik Çeşitlilik ve Ekosistem Hizmetlerini Etkileyen Diğer Faktörler 212
8.7. Biyolojik Çeşitlilik ve Ekosistem Hizmetleri Sektörü Etkilenebilirlik ve Risk Analizi 216
8.7.1. Sıcak Hava Dalgası Riski 216
8.8. Sakarya İli için Ekosistem Hizmetleri ve Biyolojik Çeşitlilik İklim Değişikliği Uyum Eylem Önerileri 222
KAYNAKÇA: BÖLÜM 8 226
9. HALK SAĞLIĞI 231
9.1. Sağlık sektörünün Sakarya'daki durumu 232
9.1.1. Sağlık Sektörünün büyüklüğü ve etkileri (sosyal, ekonomik, çevresel, vs.) 232
9.1.2. Bireysel ve Toplumsal Sağlık düzeyi 232
9.1.3. Sakarya'da iklim değişikliğinin sağlık sektörüne mevcut ve beklenen etkileri 250
9.2. Sakarya'da sağlık sektörünün iklim değişikliği bağlamında gelişimi ile ilgili beklentiler, belirsizlikler, fırsatlar, tehditler 255
9.3. Sakarya'da sağlık sektörünün iklim değişikliği bağlamında başka sektörlerle ilişkileri ... 255
9.4. Halk Sağlığı Sektörü Etkilenebilirlik ve Risk Analizi 256
9.4.1. Şiddetli Yağış Riski 256
9.5. Sakarya'da sağlık sektöründe iklim değişikliği/iklim değişikliğine uyum ile ilgili halihazırda yapılan çalışmalar 261
9.6. İklim Değişikliğine Uyum 261
KAYNAKÇA: BÖLÜM 9 265
10. ENERJİ 272
10.1. Sakarya Ekonomisinde Enerji Sektörü 272

10.2. İklim Değişikliği ve Enerji Sektörü ... 279
10.1.1. Enerji Kaynakları ... 280
10.2.2. Enerji Altyapı ve Üretimi Tesisleri ... 280
10.2.3. Enerji Talebi ... 294
10.3. Enerji Sektörü Etkilenebilirlik ve Risk Analizi ... 297
10.2.1. Sıcak Hava Dalgası Riski ... 297
10.2.2. Kuraklık Riski ... 302
10.4. Sakarya İli Enerji Sektörü için Uyum Eylemleri ... 306
KAYNAKÇA: BÖLÜM 10 ... 314
11. TURİZM VE KÜLTÜREL MİRAS ... 317
11.1. Turizm Değer Zinciri ve İklim Değişikliği ... 317
11.2. Sakarya'da Turizm Sektörü ve İklim Değişikliğinden Etkilenme Durumu ... 320
11.3. Turizm Sektörüne Yönelik Etkilenebilirlik ve Risk Analizinin Kapsamı ... 320
11.3.1. Beşerî Sermaye ... 324
11.3.2. Turizm Değerleri (Çekicilikleri) ... 333
11.3.3. Hizmet Kalitesi ... 335
11.3.4. Tesisleşme ... 342
11.4. Turizm ve Kültürel Miras Sektörü Etkilenebilirlik ve Risk Analizi ... 350
11.4.1. Sıcak Hava Dalgası Riski ... 350
11.5. Sakarya İlinde Turizm Sektörü için Uyum Eylem Planının Kapsamı, Uyum Hedefleri ve Eylemler 355
KAYNAKÇA: BÖLÜM 11 ... 360
12. SANAYİ ... 363
12.1. Sakarya'da Sanayi Sektörüne Bakış ... 363
12.1.1. Sakarya'da Sanayi Sektörünün Büyüklüğü ... 364
12.1.2. Ölçek Dağılımı ... 365
12.1.3. Sektör Dağılımı ... 365
12.1.4. Dış Ticaret ... 367
12.1.5. Kamu Yatırım Harcamaları ... 369
12.2. Sakarya'da Sanayi Sektörünün Çevresel Etkileri ... 369
12.2.1. Hava Kirliliği ... 369
12.2.2. Su Kullanımı ve Kirliliği ... 370
12.2.3. Toprak Kirliliği ... 373
12.2.4. Atık ... 373

12.2.5. Büyük Endüstriyel Kazalar 374
12.3. İklim Değişikliği Bağlamında Sakarya'da Sanayi Sektörünün Değerlendirilmesi 375
12.3.1. Halihazırda Yapılmış Çalışmalar 375
12.3.2. İklim Değişikliği Bağlamında Belirsizlikler, Fırsatlar, Tehditler 377
12.4. Sanayi Sektörü Etkilenebilirlik ve Risk Analizi 382
12.4.1. Şiddetli Yağış Riski 382
12.5. Sanayi Sektöründe İklim Değişikliğine Uyum Eylem Önerileri 386
12.5.1. Su Yönetimi 386
12.5.2. Arazi Seçimi ve Kullanımı 386
12.5.3. Uyum Stratejisi ve Eylem Planının Kapsamı 387
12.5.4. Sosyal Boyut 387
12.5.5. İşletmeler ve Yatırımcılar için Rehberler ve Yardımcı Belgeler 388
12.5.6. Diğer Sektörler ve Paydaşlarla Karşılıklı Bağımlılıklar 388
12.5.7. Natech Risklerinin Değerlendirilmesi 389
12.6. İstişare Toplantılarının Sonuçları Işığında Eylem Önerileri 389
12.6.1. İklim Riskleri Karşısında Sanayi Sektörünün Etkilenebilirliği ve Gerekli Veriler 390
12.6.2. Sakarya İlinde Sanayi Sektörü için Uyum Eylem Planının Kapsamı, Uyum Hedefleri ve Eylemler 390
KAYNAKÇA: BÖLÜM 12 392
13. ULAŞIM VE İLETİŞİM 395
13.1. Sakarya İlinde Bölgesel Ulaşım, Kent içi Ulaşım, İletişim 395
13.1.1. Bölgesel Ulaşım 395
13.1.2. Kentsel (Kent içi) Ulaşım 398
13.1.3. İletişim Altyapısı ve Kullanımı 406
13.2. Ulaşım ve iletişim sektörünü etkileyen başlıca iklim tehlikeleri 407
13.3. Bölgesel Ulaşım Etkilenebilirlik ve Risk Analizi 408
13.3.1. Şiddetli Yağış Riski 412
13.3.2. Sıcak Hava Dalgası Riski 418
13.3.3. Şiddetli Rüzgâr Riski 419
13.4. Kentsel Ulaşım Sektöründe Etkilenebilirlik ve Risk 419
13.4.1. Şiddetli Yağış Riski 426
13.4.2. Sıcak Hava Dalgası Riski 427
13.4.3. Şiddetli Rüzgâr Riski 428
13.5. İletişim Sektöründe Etkilenebilirlik ve Risk 428

13.6. Ulaşım ve İletişim Sektöründe İklim Değişikliği Eylem Önerileri 431
13.6.1. Altyapıların daha dirençli hale getirilmesi: GRİ EYLEMLER 431
13.6.2. Altyapıların ve kullanıcıların etkilenebilirliğinin en aza indirilmesi: GRİ VE YEŞİL EYLEMLER 435
13.6.3. Dirençliliğin arttırılması ve etkilerin en aza indirilmesi için planlama ve yönetim çerçevesinin oluşturulması: YUMUŞAK EYLEMLER 436
KAYNAKÇA: BÖLÜM 13 440
14. SOSYAL KALKINMA 442
14.1. İklim Değişikliğinin Sosyal Kalkınma Boyutu 442
14.1.1. Toplumun Etkileneceği Başlıca İklim Tehlikeleri 442
14.1.2. İklim Değişikliğinden Etkilenecek Toplum Katmanları 443
14.2. İklim Değişikliğinin Sosyal Kalkınmaya Etkilerinin Değerlendirilmesi 443
14.2.1. Mevcut Bilgiler, Çalışmalar, Yerel Kurumsal Yapılanma 444
14.2.2. Sektörler, Sosyal Etkilenebilirlik 454
14.3. Sosyal Kalkınma Sektörü Etkilenebilirlik ve Risk Analizi 456
14.3.1. Sıcak Hava Dalgası Riski 456
14.4. Sosyal Etkilenebilirlik Eylem Alanları 461
14.4.1. Sektörlerde sosyal etkilenebilirlik analizi için bazı eylem alanları: 463
KAYNAKÇA: BÖLÜM 14 464
15. SONUÇ VE DEĞERLENDİRME 465
EK-01 GÖSTERGE AĞIRLIKLARI 469

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 1-1 Sakarya İli Mevcut Dönem Ortalama Sıcaklık Değerleri 8
Şekil 1-2 Sakarya İli Mevcut Dönem Toplam Yağış Değerleri 9
Şekil 1-3 Sakarya ili Gelecek Dönem RCP4.5 (a) ve RCP8.5 (b) Senaryolarına göre Ortalama Sıcaklık için Beklenen Değişim Değerleri (°C) 11
Şekil 1-4 Sakarya ili Gelecek Dönem RCP4.5 (a) ve RCP8.5 (b) Senaryolarına göre Yıllık Toplam Yağış için Beklenen Değişim Değerleri (%) 12
Şekil 2-1 Sakarya İli Mevcut Dönem SPEI3 Kuraklık Yoğunluğu Değerleri 13
Şekil 2-2 Referans Dönemine göre a) RCP4.5 Senaryosu ile b) RCP8.5 Senaryosu için Gelecek Dönem Kuraklık Yoğunluğu Değişimleri 14
Şekil 2-3 Sakarya İli Mevcut Dönem R95P Değerleri (mm) 15
Şekil 2-4 Referans Dönemine göre a) RCP4.5 Senaryosu ile b) RCP8.5 Senaryosu için Gelecek Dönem R95P Değişimleri 16
Şekil 2-5 Sakarya İli Mevcut Dönem HWF Değerleri (gün) 17
Şekil 2-6 Referans Dönemine göre a) RCP4.5 Senaryosu ile b) RCP8.5 Senaryosu için Gelecek Dönem HWF Değişimleri 18
Şekil 2-7 Sakarya İli Mevcut Dönem FWI Değerleri 19
Şekil 2-8 Referans Dönemine göre a) RCP4.5 Senaryosu ile b) RCP8.5 Senaryosu için Gelecek Dönem FWI Değişimleri 20
Şekil 2-9 Sakarya İli Mevcut Dönem CWF Değerleri (gün) 21
Şekil 2-10 Referans Dönemine göre a) RCP4.5 Senaryosu ile b) RCP8.5 Senaryosu için Gelecek Dönem CWF Değişimleri 22
Şekil 2-11 Sakarya İli Mevcut Dönem W98 Değerleri (m/s) 23
Şekil 2-12 Referans Dönemine göre a) RCP4.5 Senaryosu ile b) RCP8.5 Senaryosu için Gelecek Dönem W98 Değişimleri 24
Şekil 3-1 Sakarya ili haritası 25
Şekil 3-2 Sakarya içme ve kullanma suyu kaynaklara göre kullanımı, 2018, Kaynak: ÇŞB, 2019 27
Şekil 3-3 Sakarya Nüfus Piramidi, 2020 (Adrese Dayalı Nüfus Kayıt Sistemi Sonuçları 2019, 2021 28
Şekil 3-4 15 yaş üzeri nüfus eğitim oranı, 2008-2019 Türkiye Sakarya kıyaslaması 29
Şekil 3-5 Sakarya ili Gayri Safi Katma Değer içinde sektörlerin payı, % 29
Şekil 3-6 TR42 Kocaeli, Sakarya, Düzce, Bolu, Yalova Bölgesi İstihdamın Sektörel Dağılımı, % 30
Şekil 3-7 Sakarya ilçeleri Sosyo-Ekonomik Gelişmişlik Endeksi sonuçları, 2017 31
Şekil 4-1 İklim değişikliği etkileri ve Risk (IPCC, 2012) 32
Şekil 4-2 IPCC AR5 yaklaşımına göre risk bileşenleri (IPCC, 2014) 33
Şekil 4-3 Risk analizinde izlenen adımlar 34
Şekil 4-4 Mevcut Dönem Meteorolojik Kuraklık Yoğunluğu Sınıflandırması 36
Şekil 4-5 Gelecek Dönem a) RCP4.5 Senaryosu ve b) RCP8.5 Senaryosu Meteorolojik Kuraklık Yoğunluğu Sınıflandırması 37
Şekil 4-6 Mevcut Dönem Şiddetli Yağış Sınıflandırması 38
Şekil 4-7 Gelecek Dönem a) RCP4.5 Senaryosu ve b) RCP8.5 Senaryosu Şiddetli Yağış Sınıflandırması 39
Şekil 4-8 Mevcut Dönem Sıcak Hava Dalga Frekansı Sınıflandırması 40
Şekil 4-9 Gelecek Dönem a) RCP4.5 Senaryosu ve b) RCP8.5 Senaryosu Sıcak Hava Dalga Frekansı Sınıflandırması 41
Şekil 5-1 Şehirler ve Beklenen Etkiler 46

Şekil 5-2. İklim Değişikliğinden Etkilenebilirlikte Kentsel Bileşenler (Çalışma kapsamında üretilmiştir) 48
Şekil 5-3: Sakarya 2018 Yılı Sektörel GSYH (TUİK, 2018) 50
Şekil 5-4. Sakarya şehir merkezi, sanayi bölgeleri ve üniversite alanı (Küçük sanayi sitesi ve organize sanayi bölgesi) 54
Şekil 5-5. 2000 ve 2018 Yılları Sakarya kent merkezi sınırları 54
Şekil 5-6. Sakarya'da kentsel alanın gelişim süreci 57
Şekil 5-7. Adapazarı İlçesi 1/5000 Nazım İmar Planı 58
Şekil 5-8. Serdivan İlçesi 1/5000 Nazım İmar Planı 58
Şekil 5-9. Arifiye İlçesi 1/5000 Nazım İmar Planı 59
Şekil 5-10. Erenler İlçesi 1/5000 Nazım İmar Planı 59
Şekil 5-11. (a) Kentleşme düzeyi, (b) Kentsel nüfus yoğunlukları (Koyu renkler nüfus yoğunluğu yüksek alanları temsil etmektedir) (European Commission, 2021). 60
Şekil 5-12. Sakarya İli İlçe Merkezi Kent Makroformları (Proje kapsamında üretilmiştir, 2021) 62
Şekil 5-13. Sakarya da Kentsel Yerleşik Alan İçindeki Park Alanları (yeşil renkli alanlar) (TÜİK , 2021) 63
Şekil 5-14. Adapazarı, Serdivan, Erenler ve Arifiye İlçeleri Yeşil Alanları (TÜİK , 2021) 63
Şekil 5-15. 2015 Yılı Nüfus Yoğunluğu (European Commission, 2021) 64
Şekil 5-16. Merkez İlçelerde Mahallelere Göre Yaş Gruplarının Mekânsal Dağılımı (Endeksa, 2021) .. 66
Şekil 5-17. Adapazarı ve Serdivan İlçeleri Mahalle Sınırları 69
Şekil 5-18. Örnek seçilen kentsel dokuların konumları ve mahalle sınırları 69
Şekil 5-19. Korucuk Mahallesi örnek doku 70
Şekil 5-20. Kemalpaşa Mah. Örnek Doku 71
Şekil 5-21. Sakarya Kenti Makroformu 72
Şekil 5-22. Kent Merkezi Yol Ağı (OSM, 2021) 72
Şekil 5-23. Otobüsü Hatları (SBB, 2011) 72
Şekil 5-24. Nüfus Yoğunluğu (SBB, 2011) 72
Şekil 5-25. PM10 Kirlilik Haritası (Temiz Hava Hakkı Platformu, 2021) 73
Şekil 5-26. Adapazarı İlçesi Hassas Altyapılar (Gelişme Alanları-sarı renk, Hastane-mavi renk, Sanayi Alanları-mor renk, Yeşil Alanlar-yeşil renk) (SBB, 2021) 74
Şekil 5-27. Serdivan İlçesi Hassas Altyapılar (Gelişme Alanları-sarı renk, Hastane-mavi renk, Sanayi Alanları-mor renk, Yeşil Alanlar-yeşil renk) (SBB, 2021) 74
Şekil 5-28. Arifiye İlçesi Hassas Altyapılar (Gelişme Alanları-sarı renk, Hastane-mavi renk, Sanayi Alanları-mor renk, Yeşil Alanlar-yeşil renk) (SBB, 2021) 74
Şekil 5-29. Erenler İlçesi Hassas Altyapılar (Gelişme Alanları-sarı renk, Hastane-mavi renk, Sanayi Alanları-mor renk, Yeşil Alanlar-yeşil renk) (SBB, 2021) 74
Şekil 5-30. Sakarya Taşkın Risk Haritası (Demir & Sönmez, 2015) 75
Şekil 5-31. Etki Zinciri: Kent Sektörü ve Şiddetli Yağış İlişkisi 102
Şekil 5-32. Kent Sektörü Maruziyet Haritası 103
Şekil 5-33. Kent Sektörü Duyarlılık Haritası 103
Şekil 5-34. Kent Sektörü Uyum Kapasitesi Haritası 104
Şekil 5-35. Kent Sektörü Etkilenebilirlik Haritası 104
Şekil 5-36. Kent Sektörü Mevcut Dönem Şiddetli Yağış Risk Haritası 105
Şekil 5-37. RCP4.5 ve RCP8.5 Senaryolarına göre Kent Sektörü Gelecek Dönem Şiddetli Yağış Risk Haritaları 106
Şekil 6-1: Sakarya İli Sektörel Su Tüketimleri 125

Şekil 6-2: Sakarya İli Kocaali İlçesi Taşkını, 4 Temmuz 2021 126
Şekil 6-3: 1950-2019 Türkiye'de Meydana Gelen Sel/Su Baskını Olaylarının İl Bazında Sayıları (AFAD, 2020) 127
Şekil 6-4: Sakarya İli Geyve-Alifuatpaşa Yerleşimi Taşkın Risk Haritası (Q_{500}) (SYGM, 2021) 128
Şekil 6-5. Etki Zinciri: Su Kaynakları Yönetimi Sektörü ve Kuraklık İlişkisi 131
Şekil 6-6. Su Kaynakları Yönetimi Sektörü Maruziyet Haritası 132
Şekil 6-7. Su Kaynakları Yönetimi Sektörü Duyarlılık Haritası 132
Şekil 6-8. Su Kaynakları Yönetimi Sektörü Uyum Kapasitesi Haritası 133
Şekil 6-9. Su Kaynakları Sektörü Yönetimi Etkilenebilirlik Haritası 133
Şekil 6-10. Su Kaynakları Yönetimi Sektörü Mevcut Dönem Kuraklık Risk Haritası 134
Şekil 6-11. RCP4.5 ve RCP8.5 Senaryolarına göre Su Kaynakları Yönetimi Sektörü Gelecek Dönem Kuraklık Risk Haritaları 135
Şekil 6-12. Etki Zinciri: Su Kaynakları Yönetimi Sektörü ve Şiddetli Yağış İlişkisi 136
Şekil 6-13. Su Kaynakları Yönetimi Sektörü Maruziyet Haritası 137
Şekil 6-14. Su Kaynakları Yönetimi Sektörü Duyarlılık Haritası 137
Şekil 6-15. Su Kaynakları Yönetimi Sektörü Uyum Kapasitesi Haritası 137
Şekil 6-16. Su Kaynakları Yönetimi Sektörü Etkilenebilirlik Haritası 137
Şekil 6-17. Su Kaynakları Yönetimi Sektörü Mevcut Dönem Şiddetli Yağış Risk Haritası 138
Şekil 6-18. RCP4.5 ve RCP8.5 Senaryolarına göre Su Kaynakları Yönetimi Sektörü Gelecek Dönem Şiddetli Yağış Risk Haritaları 139
Şekil 7-1: İl tarımının il ekonomisine ve ülke tarım sektörüne katkısı, Sakarya, 2019 145
Şekil 7-2: Sakarya ili tarım alanları değişimi, TUİK 146
Şekil 7-3: Tavuk sayısı, 2021 147
Şekil 7-4: Sakarya'da tavuk sayısı eğilimi, (Tarımsal Ekonomi ve Politika Geliştirme Enstitüsü 2021) 147
Şekil 7-5: Ödenen tarımsal sigorta dosya sayısı, Sakarya, TARSİM 148
Şekil 7-6: Sıcaklık artışlarının tahıl üretiminde neden olacağı verim etkisi 149
Şekil 7-7:Çevresel ve iklime bağlı streslerin buğday (a) mısır (b) verimlerine ektisi 150
Şekil 7-8: Sıcaklık artışlarının tahıl üretiminde neden olacağı verim değişkenliği etkisi 151
Şekil 7-9: İllere göre mısır verim değişkenliği, 2004-2021 152
Şekil 7-10: Sakarya'nın ilçelerine göre mısırda verim değişkenliği 153
Şekil 7-11 Fındık, RCP8.5 senaryosu göre 2021-2050 verim değişimi projeksiyonu 154
Şekil 7-12: Sakarya ili 1994-2019 dönemi Mayıs ayı ortalama SPEI değerleri 155
Şekil 7-13: 2005-2019 dönemi ilçelere göre ortalama kuraklık değerleri 155
Şekil 7-14: Tarımsal üretim deseni yoğunluğu göstergesi (Herfindahl Indeks) – tahıl çeşitleri, meyve, sebze ve süs bitkileri kategorilerinde – Türkiye iller, 2019 157
Şekil 7-15: Tahıl çeşit deseni yoğunluğu göstergesi (Herfindahl Indeks) – Tahıl alanlarının toplam tarımsal alanının %50'si ve üzerini kapsadığı iller, 2019 158
Şekil 7-16: Tarımsal üretim deseni yoğunluğu göstergesi (Herfindahl Indeks) – tahıl çeşitleri, meyve, sebze ve süs bitkileri kategorilerinde – Sakarya ilçeler, 2019 159
Şekil 7-17: İşletme başına düşen toprak miktarı 161
Şekil 7-18: Mera Islah Çalışmaları 2011-2020 Toplamın, Mera, Doğal Çayırlıklar ve Seyrek Bitki Alanlarına oranı 161
Şekil 7-19: İşletme başına tarımsal GSYH 162
Şekil 7-20: Borulu sulama sistemi olan alanın ilin toplam sulama alanına oranı (%) 163

Şekil 7-21: İşletme başına düşen tarımsal sigorta sayısı, 2021 164
Şekil 7-22. Etki Zinciri: Tarım ve Hayvancılık Sektörü ve Şiddetli Yağış İlişkisi 167
Şekil 7-23. Tarım ve Hayvancılık Sektörü Maruziyet Haritası 168
Şekil 7-24. Tarım ve Hayvancılık Sektörü Duyarlılık Haritası 168
Şekil 7-25. Tarım ve Hayvancılık Sektörü Uyum Kapasitesi Haritası 169
Şekil 7-26. Tarım ve Hayvancılık Sektörü Etkilenebilirlik Haritası 169
Şekil 7-27. Tarım ve Hayvancılık Sektörü Mevcut Dönem Şiddetli Yağış Risk Haritası 169
Şekil 7-28. RCP4.5 ve RCP8.5 Senaryosuna göre Gelecek Dönem Tarım ve Hayvancılık Sektörü Şiddetli Yağış Risk Haritaları 171
Şekil 9-1: Sağlığın İklim Belirleyicileri 231
Şekil 9-2: İklim Değişikliğinin Sağlık Etkileri 231
Şekil 9-3: Türkiye Sakarya Seçilmiş Ölüm nedenleri 2019 234
Şekil 9-4: Bölgelere Göre Beş Yaş Altı Ölüm Hızı (1000 canlı doğumda), 2019 238
Şekil 9-5: Sakarya ili 15-49 Yaş Kadın Nüfusu- Toplam Nüfus 2007-2020 239
Şekil 9-6: Kadın Cinayetlerinin Yıllara Göre Dağılımı (Olaylar), Sakarya-Bölge-Türkiye Karşılaştırması, 2016-2020 (IPCC, 2014) 241
Şekil 9-7: Silahlı Şiddet Olaylarının Yıllara Göre Dağılımı, Sakarya-Bölge-Türkiye Karşılaştırması, 2015-2020 244
Şekil 9-8: Sakarya İli Yıllara Göre Toplam Yatak Sayısı 2014-2019 246
Şekil 9-9: Sakarya İli Bin Kişi Başına Düşen Hastane Yatak Sayısı 2014-2019 246
Şekil 9-10: Sakarya İli Bin Kişi Başına Düşen Toplam Hekim Sayısı 2014-2019 249
Şekil 9-11: Sakarya İli Sağlıkta İnsan Gücü, 2019 249
Şekil 9-12: Sakarya Merkez PM10 değerleri 01.01.2020-31.12.2020 251
Şekil 9-13: Sakarya Hendek OSB-PM2.5 Değerleri 01.01.2020 - 31.12.2020 252
Şekil 9-14. Etki Zinciri: Halk Sağlığı Sektörü ve Şiddetli Yağış İlişkisi 256
Şekil 9-15. Halk Sağlığı Sektörü Maruziyet Haritası 257
Şekil 9-16. Halk Sağlığı Sektörü Duyarlılık Haritası 257
Şekil 9-17. Halk Sağlığı Sektörü Uyum Kapasitesi Haritası 258
Şekil 9-18. Halk Sağlığı Sektörü Etkilenebilirlik Haritası 258
Şekil 9-19. Halk Sağlığı Sektörü Mevcut Dönem Şiddetli Yağış Risk Haritası 259
Şekil 9-20. RCP4.5 ve RCP8.5 Senaryolarına göre Halk Sağlığı Sektörü Gelecek Dönem Şiddetli Yağış Risk Haritaları 260
Şekil 10-1: İl bazında GSYH büyüme hızı, zincirlenmiş hacim endeksiyle, 2020 274
Şekil 10-2: İllerin Türkiye GSYH büyümesine en çok katkı veren iller (2020) 274
Şekil 10-3: Sakarya ili kişi başına elektrik tüketimi (kwh/kişi) 275
Şekil 10-4: Sakarya ili enerji sektöründe iklim değişikliği etkileri 279
Şekil 10-5: Türkiye petrol ve doğal gaz arama ve üretim haritası 280
Şekil 10-6: Sakarya ilinde lisanslı elektrik kurulu gücün (MW) ilçelere göre dağılımı 281
Şekil 10-7:Sakarya ili 100 metre seviyesinde Rüzgâr Güç Yoğunluğu (W/m2) 283
Şekil 10-8: Sakarya ili 100 metre seviyesinde rüzgâr kapasite faktörü ve RES 284
Şekil 10-9: Sakarya ili (sol) ve Türkiye'nin (sağ) aylık ortalama güneşlenme süresi (saat) 285
Şekil 10-10: Sakarya (sol) ve Türkiye'nin (sağ) radyasyon değerleri (W/m2-yıl) 286
Şekil 10-11: Sakarya ili m^2 başına düşen toplam güneş radyasyonu 286
Şekil 10-12: Sakarya'da hayvansal atıklardan biyogaz potansiyeli (Milyon M^3) 291
Şekil 10-13: Sakarya ili istasyonlu bayilerin ilçelere göre dağılımı 294

Şekil 10-14: Sakarya elektrik tüketimin sektörlere göre dağılımı 295
Şekil 10-15. Etki Zinciri: Enerji Sektörü ve Sıcak Hava Dalgası İlişkisi 297
Şekil 10-16. Enerji Sektörü Maruziyet Haritası 298
Şekil 10-17. Enerji Sektörü Duyarlılık Haritası 298
Şekil 10-18. Enerji Sektörü Uyum Kapasitesi Haritası 299
Şekil 10-19. Enerji Sektörü Etkilenebilirlik Haritası 299
Şekil 10-20. Enerji Sektörü Mevcut Dönem Sıcak Hava Dalgası Risk Haritası 299
Şekil 10-21. RCP4.5 ve RCP8.5 Senaryolarına Göre Enerji Sektörü Gelecek Dönem Sıcak Hava Dalgası Risk Haritaları 301
Şekil 10-22. Etki Zinciri: Enerji Sektörü ve Kuraklık İlişkisi 302
Şekil 10-23. Enerji Sektörü Maruziyet Haritası 303
Şekil 10-24. Enerji Sektörü Duyarlılık Haritası 303
Şekil 10-25. Enerji Sektörü Uyum Kapasitesi Haritası 304
Şekil 10-26. Enerji Sektörü Etkilenebilirlik Haritası 304
Şekil 10-27. Enerji Sektörü Mevcut Dönem Kuraklık Risk Haritası 304
Şekil 10-28. RCP4.5 ve RCP8.5 Senaryolarına Göre Enerji Sektörü Gelecek Dönem Kuraklık Risk Haritaları 305
Şekil 11-1 Risk Bileşenleri ve Müşteri Memnuniyeti Bileşenlerinin Kesişim 322
Şekil 11-2 Sakarya ilçe nüfuslarının seyri 330
Şekil 11-3 Sakarya ilçe nüfuslarının il nüfusu içerisindeki payı 331
Şekil 11-4. Etki Zinciri: Turizm ve Kültürel Miras Sektörü ve Sıcak Hava Dalgası İlişkisi 350
Şekil 11-5. Turizm ve Kültürel Miras Sektörü Maruziyet Haritası 351
Şekil 11-6. Turizm ve Kültürel Miras Sektörü Duyarlılık Haritası 351
Şekil 11-7. Turizm ve Kültürel Miras Sektörü Uyum Kapasitesi Haritası 352
Şekil 11-8. Turizm ve Kültürel Miras Sektörü Etkilenebilirlik Haritası 352
Şekil 11-9. Turizm ve Kültürel Miras Sektörü Mevcut Dönem Sıcak Hava Dalgası Risk Haritası 353
Şekil 11-10. RCP4.5 ve RCP8.5 Senaryolarına göre Turizm ve Kültürel Miras Sektörü Gelecek Dönem Sıcak Hava Dalgası Risk Haritaları 354
Şekil 12-1: Sakarya Sanayi Bölgeleri 364
Şekil 12-2: Sakarya Sanayi Ölçek Dağılımı 365
Şekil 12-3: Sakarya Ilinde Sanayi Işletmelerinin Sektörel Dağılımı 367
Şekil 12-4: 2019 Yılı Katı Atık Kompozisyonu 374
Şekil 12-5: Sektörlere göre Sabit Yatırım Tutarları (Milyon TL, 2010-2019) 377
Şekil 12-6: Tematik Öneri Alanları 380
Şekil 12-7. Etki Zinciri: Sanayi Sektörü ve Şiddetli Yağış İlişkisi 382
Şekil 12-8. Sanayi Sektörü Maruziyet Haritası 383
Şekil 12-9. Sanayi Sektörü Duyarlılık Haritası 383
Şekil 12-10. Sanayi Sektörü Uyum Kapasitesi Haritası 384
Şekil 12-11. Sanayi Sektörü Etkilenebilirlik Haritası 384
Şekil 12-12. Sanayi Sektörü Mevcut Dönem Şiddetli Yağış Risk Haritası 385
Şekil 12-13. RCP4.5 ve RCP8.5 Senaryolarına göre Sanayi Sektörü Gelecek Dönem Şiddetli Yağış Risk Haritaları 386
Şekil 13-1 Karayolları 1. Bölge Müdürlüğü Sınırları İçindeki Konumuyla Sakarya İli ve Karayolları Ağı 395
Şekil 13-2 Sakarya İli Karayolları Ağı 395

Şekil 13-3 Doğu Marmara Kalkınma Ajansınca hazırlanan Mekansal Gelişim Şeması 396
Şekil 13-4 Bölgede Yerleşimler Arası Etkileşimler 396
Şekil 13-5 TCDD Demiryolu Ağının Sakarya Bölgesindeki Kesimi (Ulaştırma ve Haberleşme Bakanlığı, 2019, 2019)..... 397
Şekil 13-6 Ankara-İstanbul YHT Hattı ve Sakarya İlinden Geçen Güzergahı 397
Şekil 13-7 Ankara-İstanbul YHT Hattı ve Sakarya İlinden Geçen Güzergahı 398
Şekil 13-8 İl İçindeki İlçeler ve Alt Bölgeler (Kaynak: Sakarya Büyükşehir Belediyesi, 2013, N.D.) 399
Şekil 13-9 Sakarya İlinde İlçeler ve Nüfus Yoğunlukları (Kaynak: Sakarya Büyükşehir Belediyesi, 2013, N.D.)..... 399
Şekil 13-10 Sakarya 1/25000 ölçekli Çevre Düzeni Planı 400
Şekil 13-11 Sakarya Merkez Bölgesinde Yol Ağı Sistemi (Döker ve Gül, 2019) 401
Şekil 13-12 Sakarya Ulaşım Ana Planına göre Yolculukların Türel Dağılımı..... 401
Şekil 13-13 Sakarya Ulaşım Ana Planına göre Motorlu Taşıtla Yapılan Yolculukların Türel Dağılımı .. 402
Şekil 13-14 Sakarya Ulaşım Ana Planına göre Belediye Otobüs Güzergahları (2011 yılı)..... 402
Şekil 13-15 Adaray Hattı Güzergahı..... 403
Şekil 13-16 SAKBİS Bisiklet Paylaşım Durakları (Sakbis, 2021) 404
Şekil 13-17 Adapazarı'ndan Yaya Mekanları (Kişisel Arşiv) 405
Şekil 13-18 Karayolları Genel Müdürlüğü 2019 yılı 1. Bölge Karayolu Trafik Hacim Haritası..... 409
Şekil 13-19 Karayolları Genel Müdürlüğü 2019 yılı Karayolu Trafik Hacim Haritası Sakarya İli 409
Şekil 13-20 TEM Otoyolu Hacim Haritası..... 410
Şekil 13-21 Karayolu Ağır Taşıt Haritası, 2019..... 411
Şekil 13-22 2019 yılı Toplam Trafik Hacim Haritası 411
Şekil 13-23. Etki Zinciri: Ulaşım Sektörü ve Şiddetli Yağış İlişkisi..... 413
Şekil 13-24. Ulaşım Sektörü Maruziyet Haritası 415
Şekil 13-25. Ulaşım Sektörü Duyarlılık Haritası 415
Şekil 13-26. Ulaşım Sektörü Uyum Kapasitesi Haritası..... 416
Şekil 13-27. Ulaşım Sektörü Etkilenebilirlik Haritası..... 416
Şekil 13-28. Ulaşım Sektörü Mevcut Dönem Şiddetli Yağış Risk Haritası 416
Şekil 13-29. RCP4.5 ve RCP8.5 Senaryosuna göre Ulaşım Sektörü Gelecek Dönem Şiddetli Yağış Risk Haritaları..... 417
Şekil 13-30 Ev-İş Yolculuklarının İl Genelinde Üretimi ve Çekimi 424
Şekil 13-31 Ev-İş Yolculuklarının Merkezde Zon Bazlı Üretimi ve Çekimi 424
Şekil 13-32 Sakarya Ulaşım Ana Planında Yer Alan Trafik Hız Etütleri..... 425
Şekil 13-33 Deniz Kıyısındaki Yollara Özgü Koruyucu Bariyer Örneği (Coastal Protection Structures, 2022)..... 432
Şekil 13-34 Deniz Kıyısındaki Yollara Özgü Koruyucu Bariyer Örneği (Coastal Protection Structures, 2022)..... 432
Şekil 13-35 Demiryolu İçin Koruyucu Siper Örneği..... 433
Şekil 13-36 Demiryolu İçin Koruyucu ve Rüzgâr Kesici Bariyer Örnekleri (Tek Taraflı Rüzgar Kesici Bariyer; Köprüde Rüzgar Kesici Bariyer; Tünel) 433
Şekil 13-37 Yaya ve Bisikletliler İçin Geçit Bekleme Noktalarında Gölgelik ve Korunak..... 434
Şekil 13-38 Yaya ve Bisikletliler İçin Ağaçlıklı Gölgelikli Yol 434
Şekil 13-39 Sel ve Taşkından Koruyucu Bariyer Örnekleri 435
Şekil 13-40 Gölge ve Geçirgen Yüzey Etkisini Arttıran Peyzaj Müdahaleleri 438

Şekil 13-41 Seul Örneği, Üstü kapatılan akarsu yatağının yeniden kente kazandırılması; bu süreçte taşıt yolu en kesitinin yeniden tasarlanması; yaya ve taşıt dengesinin yanı sıra kentte yeşil ve mavi altyapıların arttırılması 439
Şekil 14-1: Sakarya'da İlçelerin Nüfusu 445
Şekil 14-2: Sakarya'da İlçelerde Nüfus Artış Hızı 445
Şekil 14-3: Sakarya'da İlçelerin Nüfus Yoğunluğu 446
Şekil 14-4: Sakarya ili arazi örtüsü (EEA, 2018) 447
Şekil 14-5: Türkiye'de iller itibariyle işsiz nüfus (2018, TÜİK) 448
Şekil 14-6: Türkiye'de illere göre tek kişilik hane sayısı (TÜİK, 2018) 448
Şekil 14-7: Sakarya ilçeleri SEGE Skoru 449
Şekil 14-8: Türkiye'de iller itibariyle lisans ve üzeri eğitim alanların nüfusa oranları (TÜİK, 2018) 451
Şekil 14-9: Türkiye'de illerin net göç hızı (TÜİK, 2018) 451
Şekil 14-10: Türkiye'de iller itibariyle kayıt altında olan Suriyeli göçmen nüfus (TÜİK, 2018) 452
Şekil 14-11: Etki Zinciri: Sosyal Kalkınma Sektörü ve Sıcak Hava Dalgası İlişkisi 457
Şekil 14-12: Sosyal Kalkınma Sektörü Maruziyet Haritası 457
Şekil 14-13: Sosyal Kalkınma Sektörü Duyarlılık Haritası 457
Şekil 14-14: Sosyal Kalkınma Sektörü Uyum Kapasitesi Haritası 458
Şekil 14-15: Sosyal Kalkınma Sektörü Etkilenebilirlik Haritası 458
Şekil 14-16: Sosyal Kalkınma Sektörü Mevcut Dönem Sıcak Hava Dalgası Risk Haritası 459
Şekil 14-17: RCP4.5 ve RCP8.5 Senaryolarına göre Gelecek Dönem Sosyal Kalkınma Sektörü Risk Haritaları 460
Şekil 15-1. Şiddetli Yağış Tehlikesine göre Sektörel Risklerin Karşılaştırılması-Grup 1 466
Şekil 15-2. Şiddetli Yağış Tehlikesine göre Sektörel Risklerin Karşılaştırılması- Grup 2 467
Şekil 15-3. Şiddetli Yağış Tehlikesine göre Sakarya İlinde Mevcut Dönemde Toplam Risk 468

TABLO LİSTESİ

Tablo 3-1 Sakarya ili arazi yapısı, CORINE Verileri 26
Tablo 3-2 Sakarya ilinde bulunan göller 26
Tablo 3-3 Sakarya ilçe nüfus, nüfus artış ve yoğunluk 27
Tablo 3-4 Sakarya İli Genel Demografik Göstergeleri Türkiye Karşılaştırması 28
Tablo 3-5 Sakarya Bağımlılık Oranı Türkiye ve dünya ile karşılaştırma 28
Tablo 3-6 Sakarya İli Eğitim Düzeyi, 15+ (TÜİK, 2020) 29
Tablo 3-7 Çalışan sayısına göre zorunlu sigortalı sayıları, 2019 30
Tablo 3-8 Sakarya İlçeleri Sosyo Ekonomik Gelişmişlik Endeksi Sonuçları, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı, 2017 30
Tablo 4-1 Risk ve Bileşenlerinin Kantillere Göre Sınıflandırılmasında Kullanılan Eşik Değerler ve Sınıf Karşılıkları 35
Tablo 5-1: İklim Değişikliği Kaynaklı Beklenen İklim Olayları ve Kentler Üzerindeki Etkileri (Peker & Aydın, Değişen İklimde Kentler: Yerel Yönetimler için Azaltım ve Uyum Politikaları, 2019) 47
Tablo-5-2. Sakarya Kenti arazi kullanım değişimi (1985-2019, s.75) (Döker & Gül, 2019) 56
Tablo-5-3. Yerleşik alan sınırları içerisindeki dağılım 61
Tablo 5-4: Adapazarı, Serdivan, Erenler ve Arifiye İlçeleri Mahalle Nüfusları 67
Tablo 5-5. Yerleşik alan sınırları içerisindeki dağılım 76
Tablo 5-6. Adapazarı İlçesinin Kentsel Gelişim Süreci, Planlama Kararları ve Genel Özellikleri 76
Tablo-5-7. Akyazı İlçesinin Kentsel Gelişim Süreci, Planlama Kararları ve Genel Özellikleri 78
Tablo 5-8: Arifiye İlçesinin Kentsel Gelişim Süreci, Planlama Kararları ve Genel Özellikleri 79
Tablo-5-9. Erenler İlçesinin Kentsel Gelişim Süreci, Planlama Kararları ve Genel Özellikleri 81
Tablo-5-10. Ferizli İlçesinin Kentsel Gelişim Süreci, Planlama Kararları ve Genel Özellikleri 82
Tablo -5-11. Geyve İlçesinin Kentsel Gelişim Süreci, Planlama Kararları ve Genel Özellikleri 84
Tablo-5-12. Hendek İlçesinin Kentsel Gelişim Süreci, Planlama Kararları ve Genel Özellikleri 86
Tablo-5-13. Karapürçek İlçesinin Kentsel Gelişim Süreci, Planlama Kararları ve Genel Özellikleri 87
Tablo-5-14. Karasu İlçesinin Kentsel Gelişim Süreci, Planlama Kararları ve Genel Özellikleri 88
Tablo-5-15. Kaynarca İlçesinin Kentsel Gelişim Süreci, Planlama Kararları ve Genel Özellikleri 90
Tablo-5-16. Kocaali İlçesinin Kentsel Gelişim Süreci, Planlama Kararları ve Genel Özellikleri 91
Tablo-5-17. Pamukova İlçesinin Kentsel Gelişim Süreci, Planlama Kararları ve Genel Özellikleri 93
Tablo-5-18. Sapanca İlçesinin Kentsel Gelişim Süreci, Planlama Kararları ve Genel Özellikleri 94
Tablo-5-19. Serdivan İlçesinin Kentsel Gelişim Süreci, Planlama Kararları ve Genel Özellikleri 95
Tablo-5-20. Söğütlü İlçesinin Kentsel Gelişim Süreci, Planlama Kararları ve Genel Özellikleri 97
Tablo-5-21. Taraklı İlçesinin Kentsel Gelişim Süreci, Planlama Kararları ve Genel Özellikleri 98
Tablo 5-22. Etki Zinciri: Kent Sektörü ve Sıcak Hava Dalgası İlişkisi 107
Tablo 5-23. Etki Zinciri: Kent Sektörü ve Kuraklık İlişkisi 109
Tablo 5-24. Kentsel alanlarda yeşil altyapı çözümleri 112
Tablo 5-25. Sakarya ili kentsel yerleşik alanları için sektörel uyum eylem seçenekleri 112
Tablo 6-1: Sakarya İli ve Tüm İlçelerindeki Gelir Getirmeyen Su Oranları (SYGM, 2021) 123
Tablo 6-2: Sakarya İlinde DSİ Tarafından İnşa Edilen Sulamalar (DSİ, 2019 b). 123
Tablo 6-3: DSİ tarafından İşletilen ve Devredilen 1000 ha Üstü Alanlarda Sulama Yöntemi ve Randımanı (DSİ, 2019 b) 124
Tablo 6-4: Sakarya İlinde DSİ Tarafından 2019 Yılı İtibariyle İnşa Edilen Barajlar 125
Tablo 6-5: Sakarya İli Dahilinde Olası Taşkınlardan Etkilenecek Tahmini Kişi Sayıları (SYGM, 2021) .. 128
Tablo 6-6: Sakarya İli Dahilinde Olası Taşkınlardan Etkilenecek Ekonomik Ögeler (SYGM, 2021) 129

Tablo 6-7: Sakarya İlindeki İşletmede Olan Taşkın Tesisleri (DSİ, 2021) 129
Tablo 7-1: Tarımsal üretim desen yoğunluğu göstergesi (tahıl çeşitleri, meyve, sebze ve süs bitkileri kategorilerinde), 2019 156
Tablo 9-1: Türkiye Sakarya Tüberküloz İstatistikleri 237
Tablo 9-2: Sakarya'da Çocuk Ölümleri, Türkiye Karşılaştırması, Binde (2019) 238
Tablo 9-3: Kadın Cinayetlerinin Yıllara Göre Dağılımı (Olaylar), Sakarya-Bölge-Türkiye Karşılaştırması, 2016-2020 (IPCC, 2014) 240
Tablo 9-4: Sakarya'da Trafik kazaları, 2020 242
Tablo 9-5: 2018 Nüfus ve Sağlık Araştırması, Çocuk Malnutrisyonu 242
Tablo 9-6: Silahlı Şiddet Olaylarının Yıllara Göre Dağılımı, Sakarya-Bölge-Türkiye Karşılaştırması, 2015-2020 243
Tablo 9-7: Sakarya ilinde 2017 yılı Ocak-Ekim Dönemi Acil Servislere Başvuru 246
Tablo 9-8 :İklim Değişikliğinin Sakarya'da Sağlık Açısından Tehlikeleri (Tehlike) ve İklim Değişikliğinin Mevcut Etkileri (Etki) ve Beklenen Sağlık Tehditleri (Tehdit) 254
Tablo 10-1: Sakarya ekonomisinin Türkiye ekonomisine katkısı 273
Tablo 10-2: Sakarya ilinin sanayi ve imalat sektörünün büyüme oranları (%) 274
Tablo 10-3: Sakarya ilinin kişi başına elektrik tüketiminin illere göre dağılımı 276
Tablo 10-4: Sakarya ili elektrik üretimi ve CO2 emisyonu 277
Tablo 10-5: Sakarya İli Yatırım Teşviklerinde Enerji Sektörü (2001-31.07.2021) 278
Tablo 10-6: İlçelerdeki yakıt türlerine göre kurulu güç 281
Tablo 10-7: Sakarya ili rüzgâr hızı, yoğunluğu ve kapasite faktörü 282
Tablo 10-8: Enka Gebze Doğalgaz Santralinin elektrik üretimi 287
Tablo 10-9: Enka Adapazarı Doğalgaz Santrali'nin üretimi 288
Tablo 10-10: İlçelerde hayvan sayılarına potansiyel biyogaz ve enerji miktarı 290
Tablo 10-11: Sakarya trafo merkezlerinden elektrik tüketimi (GWh) 293
Tablo 10-12: Sakarya ili petrol ürünleri satışı(ton) 296
Tablo 10-13: Sakarya Enerji Kaynaklarının Etkilenebilirliği ve Uyum Eylemleri 306
Tablo 10-14: Sakarya Enerji Altyapı Tesisleri için Uyum Eylemleri 306
Tablo 10-15: Sakarya Enerji Talebi ile ilgili Uyum eylemleri 312
Tablo 11-1 Turizm değer zinciri analizi şeması 319
Tablo 11-2: İklim değişikliği risk analizinde kullanılabilecek veri setlerinin belirlenmesi 323
Tablo 11-3: Sakarya Ticaret ve Sanayi Odası turizmle ilgili komiteler ve üye sayıları 324
Tablo 11-4: Turizmle ilgili sektörlerdeki işletme sayılarının ilçelere göre dağılımı 325
Tablo 11-5. Sakarya Zorunlu Sigortalıların Faaliyet Grubuna Göre Dağılımı (SGK 2021) 327
Tablo 11-6. Sakarya ili sigortalı sayısı 327
Tablo 11-7. 2020 yılında Sakarya'da açık iş sayısı en yüksek olan meslekler 327
Tablo 11-8. Sakarya 2020 yılında İşe yerleştirme sayısı en yüksek olan meslekler 328
Tablo 11-9. Sakarya 2020 Yılı İşbaşı Eğitim Programları (Yararlanıcı Sayısına Göre İlk 10 Meslek) 328
Tablo 11-10. Sakarya İŞKUR İPA veri derlenen şirketlerin sektörel dağılımı 329
Tablo 11-11. Sakarya nüfusun eğitim düzeyine göre dağılımı 331
Tablo 11-12. Sakarya il nüfusunun yaş aralıklarına göre dağılımı 333
Tablo 11-13. Sakarya'da yürütülen turizm faaliyetleri ve çekicilikleri 334
Tablo 11-14. Sakarya İlindeki Kültür -Turizm Koruma ve Gelişim Bölgeleri ile Turizm Merkezleri 335
Tablo 11-15. Sakarya'da faaliyet gösteren yerel gazeteler 336
Tablo 11-16. İllere göre bazı çevre göstergeleri 337

Tablo 11-17. Sakarya ilinde 2019 yılı itibariyle kentsel atıksu arıtma tesislerinin durumu (SASKİ, 2019) 339
Tablo 11-18. Sakarya ilinde 2019 yılı için il/ilçe belediyelerince toplanan ve yerel yönetimlerce (Büyükşehir Belediyesi/Belediye/ Birliklerce) yönetilen belediye atığı miktarı ve toplama, taşıma ve bertaraf yöntemleri 339
Tablo 11-19. Sakarya bazı sağlık göstergeleri 340
Tablo 11-20. İlçelere göre banka şubeleri sayısı 341
Tablo 11-21. Türkiye'ye gelen yabancı ziyaretçilerin sınır kapılarının bağlı olduğu illere ve taşıt araçlarına göre dağılımı – 2019 342
Tablo 11-22. Tesise geliş, geceleme sayıları ve doluluk oranlarına göre iller sıralaması (2019, KTB 2021) 343
Tablo 11-23. Sakarya Turizm ve yatırım belgeli konaklama işletmelerinin tesis ve yatak sayısı, 2021 (KİKTM) 345
Tablo 11-11-24. Belgeli tesislerin ilçelere göre dağılımı 346
Tablo 11-25. Sakarya turist sayısı ve geceleme 346
Tablo 11-26. Mavi bayrak istatistikleri 346
Tablo 11-27. Çevre duyarlı turizm tesisi, güvenlik sertifikası 348
Tablo 11-28 Sakarya milliyetlerine göre ziyaretçi sayıları 349
Tablo 12-1: Sakarya'da Rakamlarla Sanayi Sektörü 363
Tablo 12-2: İktisadi Faaliyet Kollarına göre GSYH (TÜİK) 364
Tablo 12-3: Sakarya Sanayi Firmaları Sektör Dağılımı 366
Tablo 12-4: Sakarya Sanayi Sektörü İhracat Ülkeleri 367
Tablo 12-5: Sektör Bazında İhracat Verileri 368
Tablo 12-6: Sakarya Sanayi Sektörü İthalat Yapılan Ülkeler 368
Tablo 12-7: Sektör Bazında Sakarya İli İthalat Verileri 369
Tablo 12-8: Sakarya İlinde 2019 Yılında Kullanılan Yakıt Türleri ve Miktarları 369
Tablo 12-9: 2019 Yılı itibariyle Sürekli Emisyon Ölçüm Sistemleri 370
Tablo 12-10: Yeraltı ve Yerüstü Suların Kullanım Amacı 370
Tablo 12-11: OSB'ler ve Atıksu Arıtma Tesisleri 372
Tablo 12-12: Atıksu Arıtma Tesisi Olan Tesis Sayısı 372
Tablo 12-13: 2019 Yılı itibariyle Sıfır Atık Sistemini Uygulayan Kurum/Kuruluş Sayısı 374
Tablo 12-14: BEKRA Kapsamındaki Kuruluş Sayısı 375
Tablo 12-15: Geçici Faaliyet Belgesi ve Çevre İzni ve Lisans Belgesi alan Kuruluş Sayısı 375
Tablo 12-16: Çevre Denetimi Yönetmeliği gereğince denetimler, 2019 375
Tablo 13-1 Türkiye'de, Sakarya İlinde ve İlk Beş İlde İnternet Altyapı ve Abone Bilgileri (Bilgi Teknolojileri ve İletişim Kurumu, 2022) 406
Tablo 13-2 Etki Zinciri: Bölgesel Ulaşım ve Sıcak Hava Dalgası İlişkisi 418
Tablo 13-3 Etki Zinciri: Bölgesel Ulaşım ve Şiddetli Rüzgar İlişkisi 419
Tablo 13-4 Sakarya İlçelerinde Yolculuk Üretim ve Çekim Değerleri 420
Tablo 13-5 Etki Zinciri: Kentsel Ulaşım Sektörü ve Şiddetli Yağış İlişkisi 426
Tablo 13-6 Etki Zinciri: Kentsel Ulaşım ve Sıcak Hava Dalgası İlişkisi 427
Tablo 13-7 Etki Zinciri: Kentsel Ulaşım ve Şiddetli Rüzgâr İlişkisi 428
Tablo 13-8 Etki Zinciri: İletişim Sektörü ve Şiddetli Yağış İlişkisi 429
Tablo 13-9 Etki Zinciri: İletişim Sektörü ve Sıcak Hava Dalgası İlişkisi 430
Tablo 13-10 Etki Zinciri: İletişim Sektörü ve Şiddetli Rüzgar İlişkisi 430

Tablo 14-1: Karasu balıkçılarının yaş profili 450
Tablo 14-2: Karasu balıkçılarının eğitim durumu 450
Tablo 14-3: Karasu balıkçılarının eşlerinin eğitim durumu 450
Tablo 14-4: İlçelerin Engelli ve Engelli Yakını Aylığı Alma Durumu İlçeler 452
Tablo 14-5: İlçelerin Sosyal Yardım Alma Durumu 453
Tablo 14-6: İlçelerde Sosyal Hizmet Uzmanı İstihdamı 453
Tablo 14-7: Sakarya'da iklim değişikliğinin topluma etkileri ile ilgili yerel otoriteler 454

EKLER

Ek No	Ek Adı
EK-01	Gösterge Ağırlıkları

KISALTMALAR

Kısaltmalar	Açıklama
90P	90. Persantil
95P	95. Persantil
98P	98. Persantil
AB	Avrupa Birliği
AÇA	Avrupa Çevre Ajansı
AFAD	Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı
ATM	Bankamatik (Automated Teller Machine)
BC	Yanlılık Düzeltmesi (Bias Correction)
BTK	Bilgi Teknolojileri ve İletişim Kurumu
C	Santigrat (Celcius)
CDC	ABD Hastalık Kontrol ve Korunma Merkezi (Centers for Disease Control and Prevention)
ÇED	Çevresel Etki Değerlendirme
ÇEM	Çölleşme ve Erozyonla Mücadele Genel Müdürlüğü
CNRM-CM5.1	Fransa Ulusal Meteorolojik Araştırma Merkezi İklim Model 5. Nesil (Centre National de Recherches Meteorologiques Climate Model Verison 5)
COP24	24. Taraflar Konferansı
Corine	Çevresel Bilginin Koordinasyonu (Coordination of Information on the Environment)
CR	Kritik tehlikede (Critically Endangered)
ÇŞB	Çevre ve Şehircilik Bakanlığı
CWF	Soğuk Hava Dalga Frekansı (Cold Wave Frequency)
DALY	Sakatlığa Ayarlanmış Yaşam Yılı (Disability-Adjusted Life Year)
DD	Veri Yetersiz (Data Deficient)
DKM	Doğa Koruma Merkezi
DKMP	Doğa Koruma ve Milli Parklar Genel Müdürlüğü
DSİ	Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü
DSÖ	Dünya Sağlık Örgütü
EC	Avrupa Komisyonu (European Commissions)
ECMWF	Avrupa Orta Vadeli Hava Tahminleri (European Centre for Medium-Range Weather Forecasts)
EİGM	Enerji İşleri Genel Müdürlüğü
Eko – agro	Ekoturizm ve agroturizm (Ekolojik ve tarımsal turizm)
ELPS	Acil Yıldırımdan Korunma Sistemi
EN	Tehlikede (Endangered)
Envanis	Envanter-İstatistik (OGM Orman varlığı envanteri ve istatistikleri)
EPA	ABD Çevre Koruma Kurumu (US Environmental Protection Agency)
EPDK	Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu
ERA5-Land	Avrupa Orta Vadeli Hava Tahminleri Merkezi 5. Nesil Reanaliz Verisi – Yer Bileşeni (ECMWF Reanalysis 5th Generation – Land Component)
EUNIS	Avrupa Doğa Bilgi Sistemi (European Nature Information System)

EUROCONTROL	Avrupa Hava Seyrüsefer Emniyeti Teşkilatı
EX	Nesli Tükenmiş (Extinct)
FWI	Kanada Yangın Hava Durumu İndisi (Canadian Fire Weather Index)
GES	Güneş Enerji Santrali
GHSL	Küresel İnsan Yerleşmeleri Katmanı (Global Human Settlement Layer)
Görbis	Görüntü Bilgi Sistemi
GSKD	Gayri Safi Katma Değer
GSYH	Gayrı Safi Yurtiçi Hasıla
GW	Giga Watt
GWh	Giga Watt saat
HadGEM2-ES	Hadley Merkez Küresel Çevre Modeli 2. Nesil (Hadley Centre Global Environment Model Version 2)
HES	Hidroelektrik Santral
HWF	Sıcak Hava Dalga Frekansı (Heat Wave Frequency)
İEP	İşbaşı Eğitim Programı
IPCC	Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli (Intergovernmental Panel On Climate Change)
IPCC AR4	Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli 4. Değerlendirme Raporu
IPCC AR5	Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli 5. Değerlendirme Raporu
İŞKUR	Türkiye İş Kurumu Genel Müdürlüğü
İŞKUR İPA	Türkiye İş Kurumu Genel Müdürlüğü İşgücü Piyasası Araştırması Raporu
İSO	Uluslararası Standardizasyon Örgütü (International Standardization Organization)
IUCN	Uluslararası Doğayı Koruma Birliği (International Union for Conservation of Nature and Natural Resources)
kcal	Kilokalori
KDV	Katma Değer Vergisi
KETEM	Kanser Erken Teşhis Tarama ve Eğitim Merkezi
KKKA	Kırım Kongo Kanamalı Ateşi
km	Kilometre
KSS	Küçük Sanayi Sitesi
KTKGB	Kültür ve Turizm Koruma ve Gelişim Bölgeleri
LC	En az endişe verici (Least Concern)
LED	Işık Yayan Diyot
LPG	Sıvılaştırılmış Petrol Gazı
m/s	metre/saniye
MAPEG	Maden ve Petrol İşleri Genel Müdürlüğü
MEA	Binyıl Ekosistem Değerlendirme (Millennium Ecosystem Assessment)
MGM	Meteoroloji Genel Müdürlüğü
MICE	Toplantı, teşvik, konferans, sergi amaçlı etkinlikler
MJ	Mega Joule
mm	Milimetre
MP	Milli Park
MPI-ESM-MR	Max Plank Meteoroloji Enstitüsü Yer Sistem Modeli – Orta Ölçek (Max-Planck-Institute Earth System Model – Medium Resolution)

MTA	Maden Teknik Arama Genel Müdürlüğü
MW	Megavat
NACE	Avrupa Topluluğu'ndaki Ekonomik Faaliyetlerin İstatistiksel Sınıflandırması (Nomenclature des Activités Économiques dans la Communauté Européenne)
NT	Tehdit altına girebilir (Near Threatened)
ÖBA	Önemli Bitki Alanı
ÖÇK	Özel Çevre Koruma Bölgesi
ÖDA	Önemli Doğa Alanı
ODOÜ	Odun dışı orman ürünleri
OECD	Ekonomik Kalkınma ve İş birliği Teşkilatı
OGM	Orman Genel Müdürlüğü
ÖKA	Önemli Kuş Alanı
OSB	Organize Sanayi Bölgesi
OSM	Open Street Map-Açık Sokak Haritası
PCA	Temel Bileşen Analizi (Principal Component Analysis)
PM10	Partikül Madde Kirleticisi 10
POS	POS cihazı (Point of Sale)
PTD	Proje Tanıtım Dosyası
QALY	Kaliteye Ayarlanmış Yaşam Yılı (Quality Adjusted Life Year)
R95P	Aşırı Yağışlı Günler İndisi (Very Wet Days Index)
RCP	Temsili Konsantrasyon Rotası (Representative Concentration Pathway)
RegCM4	Bölgesel İklim Modeli 4. Nesil (Regional Climate Model Version 4)
REPA	Rüzgâr Enerjisi Potansiyel Alanı
RES	Rüzgâr Enerji Santrali
SAKBİS	Sakarya Bisiklet Paylaşım Sistemi
SASKİ	Sakarya Su ve Kanalizasyon İdaresi
SBB	Sakarya Büyükşehir Belediyesi
SEGE	Sosyo-Ekonomik Gelişmişlik Endeksi
SGK	Sosyal Güvenlik Kurumu
SKB	Sağlıklı Kentler Birliği
SPA	Su Terapisi ve Bakımı (Selus Per Aqua)
SPEI	Standartlaştırılmış Yağış Evapotranspirasyon İndisi (Standardized Precipitation Evapotranspiration Index)
STK	Sivil Toplum Kuruluşu
SYGM	Su Yönetimi Genel Müdürlüğü
TA	Tabiat Anıtı
TCDD	Türkiye Cumhuriyeti Devlet Demiryolları
TEİAŞ	Türkiye Elektrik İletim A.Ş.
TEM	Trans Avrupa Otoyolu (Trans European Motorway)
THM	Trihalometan
TKA	Tabiatı Koruma Alanı
TM	Turizm Merkezi
TOB	Tarım ve Orman Bakanlığı
TP	Tabiat Parkı

TPAO	Türkiye Petrolleri Anonim Ortaklığı
TÜBİTAK BİLGEM-YTE	Türkiye Bilimsel Araştırma Kurumu Bilişim Güvenliği İleri Teknolojiler Araştırma Merkezi Yazılım Teknolojileri Araştırma Enstitüsü
TÜBİVES	Türkiye Bitkileri Veri Sistemi
TÜİK	Türkiye İstatistik Kurumu
TÜPRAŞ	Türkiye Petrol Rafinerileri A.Ş.
TVK	Tabiat Varlıklarını Koruma Genel Müdürlüğü
UMKE	Ulusal Medikal Kurtarma Ekibi
UNSDGs	Birleşmiş Milletler Sürdürülebilir Kalkınma Amaçları; SKA (United Nations Sustainable Development Goals)
UNWTO	Birleşmiş Milletler Dünya Turizm Örgütü (United Nations World Tourism Organisation)
USBS	Ulusal Su Bilgi Sistemi
USD	Amerikan Doları
VU	Etkilenebilir (Vulnerable)
W98	Şiddetli Rüzgârlı Günler İndisi (Extreme Windy Days Index)
WEI	Su Kullanım Endeksi
WWF	Dünya Doğayı Koruma Vakfı
YAS	Yer altı suyu
YHGS	Yaban Hayatı Geliştirme Sahası
YHT	Yüksek Hızlı Tren

RİSK ANALİZİ TEMEL KAVRAMLARI

Risk ve Bileşenleri	Tanımlar
Risk	Değerli bir şeyin tehlikede olduğu ve kesin olmayan sonuçların potansiyelidir. İklim riski varlıkların, insanların, ekosistem veya kültür gibi değerlerin iklim etkilerine maruz kaldığı potansiyel sonuçları temsil etmektedir. Sistemler tekil iklim riskine veya birden fazla iklim riskine maruz kalabilirler (IPCC, 2014).
Tehlike	Can kaybı, yaralanma veya başka sağlık sorunlarına yol açabilecek, malların zarar görmesine veya yok olmasına yol açabilecek, yapılara, geçim kaynaklarına, servis teminine, ekosisteme ve doğal kaynaklara zarar verebilecek insan kaynaklı veya doğal fiziksel olay olarak tanımlanmaktadır. Ayrıca fiziksel olayın yanında trend veya fiziksel etkinin potansiyelini de temsil etmektedir. Tehlike oluşumları iki farklı şekilde örneklendirilebilir; şiddetli yağış gibi bir iklim olayı ya da şiddetli yağış sonucunda meydana gelebilecek taşkın gibi doğrudan bir fiziksel etki olarak düşünülebilir (IPCC, 2014).
Maruziyet	İklim değişikliğinden zarar görebilecek canlı türleri, ekosistem, toplumsal ve doğal kaynaklar, yapılar veya ekonomik, kültürel, sosyal varlıkların bütünü olarak tanımlanmaktadır. Maruziyet, açıkta, korunmasız, ya da riske açık olan elementler olarak da tanımlanabilir. Maruziyet derecesi ise sayılar, yoğunluk, oran vb. şekillerde ifade edilmektedir (IPCC, 2014).
Duyarlılık	Bir tehlikenin sonuçlarını doğrudan etkileyen faktörler tarafından belirlenirken bir sistemin fiziksel, sosyo-ekonomik ve kültürel özellikleri içerebilmektedir
Uyum kapasitesi	İnsanların, sistemlerin, kurum ve kuruluşların potansiyel hasara uyum sağlama, fırsatlardan yararlanma veya sonuçlara yanıt verme yeteneğini ifade etmektedir (IPCC, 2014).
Etkilenebilirlik	Olumsuz yönde etkilenmelere olan yatkınlık olarak tanımlanmaktadır. Etkilenebilirlik, duyarlılık, zarar görmeye olan yatkınlık, başa çıkma ve uyum kapasitesine bağlı bir fonksiyondur (IPCC, 2014). Duyarlılık ve uyum kapasitesi, etkilenebilirliğin iki temel unsurudur.

YÖNETİCİ ÖZETİ

Küresel ısınma ve ona bağlı olarak yaşanan iklim değişikliği karşısında, uyum ve mücadele süreçlerinin en önemli aktörlerinden birisi de şehirlerdir. Çoğu zaman hükümetlerden daha iddialı hedefler belirleyen şehirler, sürdürülebilir kalkınmanın da itici güçleri olarak görülmektedirler. Yakın zamana kadar büyük bir bölümü iklim mücadelesini sera gazı salımlarını azaltmak üzerine kurgulamış olan şehirlerde, giderek artan meteorolojik afetler, sera gazı emisyonlarını azaltmak ve sıfıra indirmek mümkün olsa dahi şehirlerin uzun bir süre iklim değişikliğinin olumsuz etkileri ile mücadele etmeleri gerekeceğini ortaya koymaktadır.

Bu noktada İklim değişikliğiyle ilgili azaltım politikalarına ek olarak uyum kapsamlı tamamlayıcı politikalar ve eylemler gerektiği çok açık bir şekilde gündemi oluşturmaktadır. Türkiye'de İklim Değişikliğine Uyum Eyleminin Güçlendirilmesi Projesi kapsamında çalışılan dört pilot ilden biri olan Sakarya'da gelecek dönemde iklim değişikliğinin beklenen etkileri, RCP4.5 ve RCP8.5 emisyon senaryolarına göre ortalama sıcaklıklarda yüzyılın sonuna doğru artan bir değişim göstermektedir. İyimser senaryo olarak tanımlanan RCP4.5 senaryosuna göre Sakarya ili üzerindeki ortalama sıcaklık değişiminin yüzyılın sonunda 1.5°C'ye çıkması beklenirken, kötümser senaryo olan RCP8.5'ta bu değişimin 3.5°C'yi bulacağı tahmin edilmektedir. Yağış miktarlarına bakıldığında, gelecek dönem için her iki senaryoda yıllık toplam değerlerde genellikle artış görüleceği tahmin edilmektedir. RCP4.5 senaryosuna göre Sakarya ili üzerinde 2060'lara kadar şehrin doğusunda toplam yağış miktarının azalacağı tahmin edilirken, ilerleyen gelecek periyotlarında şehrin tamamında toplam yağış miktarının artacağı öngörülmektedir. 2021-2040 periyodunda +/-%5 yağış değişimi öngörülen Sakarya ilinde yüzyılın sonunda özellikle Sapanca ilçesi üzerindeki yağış miktarının %15'lere varan bir artış gösterebileceği tahmin edilmektedir. RCP8.5 senaryosuna göre ise 2021 yılı itibariyle yağış miktarında %5 ila %10 arasında bir artış beklenirken 2080'lerden sonra yağış miktarındaki değişimin negatif yönlü olacağı öngörülmektedir. RCP8.5 senaryosuna göre Kaynarca, Kocaali ve Adapazarı ilçeleri üzerinde yüzyılın sonunda yağış miktarında %5'e varan azalma tahmin edilmektedir.

Yapılan projeksiyon ve analizler, iklim değişikliğinin Sakarya ili için yaratacağı tehlikeleri kuraklık, şiddetli yağışlar ve sıcak hava dalgalarında artış olarak göstermektedir. Bu tehlikeler karşısında Sakarya ilinin tüm ilçeleri, sahip oldukları sosyo-ekonomik ve çevresel koşullara bağlı olarak farklı maruziyet, duyarlılık, uyum kapasitesi, etkilenebilirlik ve risk düzeylerine sahiptir. Tehlikelerden daha fazla veya daha az zarar görme durumunu ortaya koyan bu değişkenler kent, su altyapısı, tarım, ekosistem, sağlık, enerji, turizm, sanayi, ulaşım ve sosyal kalkınma gibi 10 farklı sektörde ayrı ayrı ele alınarak sakarya ili ilçeleri için risk analizleri yapılabilmektedir. Sakarya ili ve ilçeleri bir bütün olarak iklim değişikliğinden etkilenmektedir, ancak bazı sektörlerin daha yüksek etkilenebilirlikleri veya daha düşük uyum kapasiteleri nedeniyle daha fazla etkilenmesi muhtemeldir.

Belirli bir sektörün iklim değişikliği karşısında risk durumu, maruz kalan bileşenleri, duyarlı olan altyapıları ve uyum sağlama yeteneğinin bir sonucudur. Hassas sektörlerin ve risk durumlarının Sakarya için belirlenmesi, uyum çabalarına öncelik vermek ve odaklanmak içinde önemlidir.

Kent sektörü bağlamında Sakarya ili yerleşik alanları, iklim değişikliğine bağlı şiddetli yağış tehlikesi için değerlendirildiğinde makroform büyüklükleri, kent yakın çevresinde hassas ekosistemlerin (orman, gölet, göl, nehir, akifer vb.) bulunması, nüfus yoğunluğu, arkeolojik ve kentsel sit alanları, sosyal yardım alanların oranı, kentin karakteri, kent formu, nüfus artışı, göçmen sayısı, üst ölçekli planlarda (çevre düzeni ve bölge planları) getirilen sektörel gelişme önerileri, su yüzeyleri, gelişme eğilimleri ve çevre yolu mevcudiyeti, sosyo-ekonomik gelişmişlik düzeyi, dernek sayıları, rekreasyon ve park alanları oranı, planlardaki yeşil alan oranı, planlardaki kentsel yayılma miktarı ve planlardaki nüfus artış oranları gibi

unsurların risk düzeyinde belirleyici olduğu anlaşılmaktadır. Tüm faktörlerin bir arada değerlendirildiği ve kentsel yerleşik alanlarda şiddetli yağış tehlikesine karşı riski gösteren analiz, Serdivan'ın çok yüksek, Karasu'nun ise orta düzeyde riskli ilçe olduğunu göstermiştir. Merkez ilçelerden Serdivan'ın öne çıkması uyum kapasitesinin orta, maruziyet ve etkilenebilirliklerinin çok yüksek olmasından kaynaklanmaktadır. İlçede gözlenen kentleşme pratikleri iklime uygun olmamakla birlikte tehlike düzeyinin burada fazla olması bu sonucu doğurmuştur. Karasu ilçesinde riski artıran kentsel özellikler, su hatlarının yapılaşma yoluyla daraltılması ve kapatılması, su izlerinin denizle buluşma noktalarında bent görevi gören yol ve yapıların bulunması, sanayi projeleri, amacı dışında kullanılan tarım ve orman arazileri ile hızlı kentleşmedir. İklim değişikliği karşısında şiddetli yağış tehlikesinden etkilenme riski görece daha düşük düzeyde bulunan ilçeler Adapazarı, Erenler ve Sapanca'dır. Dolayısıyla uyum eylemleri açısından iki ilçe öncelikli olmak üzere bu beş ilçenin önceliklendirilmesi gerekmektedir. Diğer taraftan, çalışma kapsamında üretilebilen bilgiler ve bu bilgilere dayalı yapılan analizler dışında taşkın riski olduğu bilinen Geyve ilçesi de uyum eylemleri kapsamında önceliklendirilmesi gereken ilçelere eklenmelidir.

İkincil olarak, su kaynakları sektörü Sakarya ili için kuraklık ve şiddetli yağış tehlikeleri bağlamında değerlendirilmiştir. Nüfus yoğunluğu, ilçelerdeki sulama alanları, su yüzeyleri ve ekosistem varlığı maruziyeti gösterirken, kişi başı su potansiyeli, gelir getirmeyen su oranı, yapay alanların oranı, nüfus artışı, bağımlı nüfus oranı, sosyal yardım alma oranı, kişi başı su tüketimi ve rekreasyon ile park alanları oranı gibi veriler duyarlılığı ortaya koymaktadır. Sosyo-ekonomik gelişmişlik sıralaması, yeşil alanların oranı ve dernek sayıları yüksek uyum kapasitesini işaret etmektedir. Buna göstergeler doğrultusunda elde edilen kuraklık riskine bakıldığında, risk Sapanca, Serdivan ve Karasu ilçelerinde en yüksek, Arifiye, Erenler ve Ferizli ilçelerinde de yüksek seviyede ortaya çıkmıştır. Şiddetli yağış tehlikesi için nüfus yoğunluğu, su yüzeyleri oranı, Q500 taşkından etkilenen kişi ve mülk sayıları, Q500 taşkından etkilenen öğe sayısı, ekilebilir alan ve yol uzunlukları ile taşkın sayıları maruziyeti gösterirken, yapay alanların oranı, nüfus artışı ve sosyal yardım alma oranı gibi veriler duyarlılığı ortaya koymaktadır. Sosyo-ekonomik gelişmişlik sıralaması, rekreasyon ve park alanları oranı, yeşil alanlar ve dernek sayıları yüksek uyum kapasitesini işaret etmektedir. Buna göre şiddetli yağış riski Karasu ve Serdivan'da en yüksek, Sapanca'da yüksek seviyede tespit edilmiştir. Her iki tehlike ile de öne çıkan Karasu, Serdivan ve Sapanca ilçeleri, uyum eylemleri kapsamında önceliklendirilmesi gereken ilçeler olarak değerlendirilmelidir. Tarım sektöründe ise Sakarya ili için iklim değişikliği tehlikesi olarak şiddetli yağışlar temel alınarak, tarım işletmeleri sayısı, toplam tarımsal alanların oranı, işletme başına düşen sel ve su baskını ihbar sayısı, yaşanan sel ve taşkın sayısı, mera alanları oranı, canlı hayvan ve et tavuğu sayısı, işletme başına ödenen dosya sayısı ile toplam süt üretimi maruziyeti belirleyen temel faktörler olarak değerlendirilmiştir. Tarım ve tahıl yoğunlaşma endeksi, fındık verim değişkenliği, tahıl verim değişkenliği, sebze, meyve ve tahıl üretim oranı ile toplam ödenen zarar sigortası tutarı duyarlılığı artıran ve azaltan faktörlerdir. İlçenin sosyo-ekonomik gelişmişlik seviyesi, işletme başına poliçe sayısı, çiftçi başına poliçe sayısı, bölgedeki memur sayıları ve işletme başına düşen arazi miktarı da ilçelerin uyum kapasitesiyle ilgili bilgi vermektedir. Tüm değişkenlerin bir arada değerlendirildiği risk analizinde Kocaali, Karasu ve Hendek çok yüksek, Söğütlü, Akyazı ve Geyve yüksek seviyede şiddetli yağış riskine sahip olduğu görülmüştür. Gelecek dönem için RCP4.5 ve RCP8.5 senaryolarına göre yapılan risk analizlerinde mevcut dönem ile benzer bir patern öngörülmekte olup, Kaynarca ve Ferizli ilçelerinde riskin artacağı beklenmektedir.

Ekosistemler açısından Sakarya ili değerlendirildiğinde, öne çıkan tehlikelerden sıcak hava dalgası bağlamında değerlendirme yapılmıştır. İlçelerdeki su kuşları, balıklar ve iki yaşamlılar, habitatlar, köylüler, sulak alanlar, ekosistem hizmetlerinden geçinenler, su kütleleri, akarsu ve orman

ekosistemleri maruziyet bileşeni olarak değerlendirilirken, nüfus büyüklüğü, tehlike kategorisindeki türler, endemik olma durumu, su kirliliği, aşırı avlanma, baraj ve bent varlığı, karışık tarım alanları, iğne yapraklı orman alanı, nüfus artışı, maden sahaları oranı, köy sayısı ve nüfus yoğunluğu duyarlılığı tanımlayan bileşenlerdir. Uyum kapasitesi açısından nüfus büyüklüğü, ekolojik koridorlar, korunan alanlar, kuraklık eylem planları varlığı, etkin STK varlığı, iş birliği ve koordinasyon durumu, yaban hayatı uzman varlığı, biyoçeşitlilik ve ekosistem hizmetleri konusunda farkındalık düzeyi ile kritik türler için izleme sistemi mevcudiyeti verileri kullanılmaktadır. Tüm bileşenler bir arada değerlendirilerek yapılan risk analizinde, ilin güneyinde kalan ilçelerin ön plana çıktığı görülmüştür. Bu bölgedeki ilçelerden Taraklı'daki iğne yapraklı orman alanı ile doğal bitki örtüsü ile karışık tarım alanı miktarının oransal olarak diğer ilçelerden fazla olması, buna karşılık uyum kapasitesinin düşük olması bu duruma yol açmaktadır. Geyve ve Serdivan ilçelerinde de günümüzdeki risk yüksekken Pamukova ve Arifiye ilçelerinde orta derecededir.

Sağlık sektörünün iklim değişikliği açısından risk analizi için şiddetli yağış tehlikesi kullanılmıştır. Sağlık sektörü açısından maruziyeti tespit edebilmek için nüfus yoğunluğu ve 5 yaş altı nüfus (0-4 yaş, %) verisi değerlendirmeye alınmıştır. İlçelerin duyarlılığını görebilmek açısından çocuk bağımlılık oranı, kent-kır ayrımı, nüfus artışı, çevre yolu mevcudiyeti verileri kullanılmıştır. Uyum kapasitesi açısından, sosyo-ekonomik gelişmişlik, su yüzeyi, planlardaki yeşil alan miktarı, sosyal hizmet uzmanı sayısı, birinci ve ikinci basamak sağlık hizmeti veren kurum-hekim sayısı ve ikinci basamak sağlık hizmeti yatak sayıları değerlendirilmiştir. Sağlık sektöründe Sakarya ilinin şiddetli yağış riskine bakıldığında, en riskli ilçeler Karapürçek (çok yüksek risk), Arifiye ve Hendek olduğu görülmüştür. Bu ilçeleri Akyazı ve Ferizli orta düzeyde riskle takip etmektedir. Gelecek dönem senaryolarında da risk benzer şekilde öngörülmektedir.

Sakarya ilinin enerji sektöründe iklim değişikliğine karşı risklerinin analiz edilmesi için öncelikle sıcak hava dalgası ve kuraklık tehlikeleri dikkate alınmış, maruziyet değerlendirmesinde kişi başına elektrik tüketimi, brüt tüketim ve sanayide yoğun elektrik talebi verileri kullanılmıştır. Duyarlılık açısından ise termik santral üretim verimliliği, rüzgâr santrali üretim değeri ve türbin sayısı, petrol istasyon sayıları, HES üretim kayıpları ve trafoda elektrik kaybı değerlendirilmiştir. Uyum kapasitesinde ise sosyal ve ekonomik gelişmişlik düzeyleri, HES türü, yenilenebilir enerji payı, finansmana erişim, şebekeye erişim, santralin devreye alınma süresi verileri kullanılmıştır. İlçelerin sıcak hava dalgası risk seviyelerine bakıldığında, Sapanca ilçesi çok yüksek risk seviyesi ile öne çıkmıştır. Adapazarı ise orta seviyede risk ile Sapanca'yı takip etmektedir. İkinci olarak kuraklık için risk değerlendirmesi yapılmış, Pamukova ilçesinin çok yüksek risk seviyesinde olduğu görülmüştür.

Turizm sektörü için Sakarya'da sıcak hava dalgası riski analiz edilmiştir. Maruziyet bakımından göstergeler olarak yerleşim yeri nüfusunun il içindeki payı, turizm sektöründe teşvik belgesi sayısı, sit alanları sayısı, belgeli turizm tesisi sayısı ve kültürel varlıkların sayısı ele alınmıştır. İlçelerin duyarlılıklarını değerlendirebilmek için 15-34 yaş arası nüfus, lise ve altı eğitim almış nüfus, sosyo-ekonomik gelişmişlik, bakanlık ve belediye belgeli tesislerde ortalama kalış süreleri, yabancıların geceleme sayıları, belediye belgeli tesise yabancı geliş sayıları, belediye belgeli tesiste yerli ve yabancı toplam geceleme sayısı verileri kullanılmıştır. Uyum kapasitesi açısından lise ve üstü eğitim, bakanlık belgeli tesis sayısı, kooperatif sayısı, dernek sayısı, gazete sayısı, banka şubeleri, yatırım teşvik belgeleri ve lise ile üstü eğitim alanların yüzdesi gibi bilgiler incelenmiştir. Yapılan analizler sonucunda, Sakarya ilinde sıcak hava dalgası riski en yüksek ilçenin Sapanca olduğu görülmüştür. Sapanca'yı yüksek risk seviyesi ile Serdivan takip etmektedir. Adapazarı, Geyve, Ferizli, Karasu ve Kocaali ise riski düşük olan ilçelerdir. Bu ilçelerde riski arttıran faktörler turizm değerlerinin varlığı ve bu varlıkların

etkilenebilirliklerini azaltmaya katkı sağlayabilecek beşerî ve sosyal sermayenin geliştirilmeye muhtaç olmasıdır. Gelecek dönem projeksiyonlarında da Sapanca ve Serdivan çok yüksek ve yüksek riskli ilçeler olarak öne çıkmaktadır.

Sanayi sektöründe Sakarya için öncelik olarak şiddetli yağış tehlikesine göre risk analiz edilmiştir. Analizlere esas olacak şekilde nüfus yoğunluğu, OSB işyeri sayısı, OSB istihdam sayısı ile endüstriyel ve ticari birimlerin yüzölçümü maruz kalan sistemleri göstermesi açısından değerlendirilmektedir. İlçelerin şiddetli yağışlar karşısında sanayi sektörü duyarlılıklarını görebilmek için Bölge planlarında OSB önerisi, KSS işyeri ve çalışan sayıları, nüfus artışı ve artış hızı, endüstriyel kaza riskleri alt ve üst seviye olarak değerlendirmeye alınmıştır. Uyum kapasitesi açısından da sanayi tesislerinde atıksu arıtma tesislerinin durumu, dernek sayıları ve sosyo-ekonomik gelişmişlik verileri kullanılmıştır. Risk analizinde tüm faktörler bir arada değerlendirilmiştir ve mevcut dönem için Hendek çok yüksek, diğer ilçelerin ise düşük ve çok düşük riske sahip olduğu görülmektedir. Gelecek dönem senaryolarına göre yine Hendek ilçesinin çok yüksek riske sahip olacağı öngörülmüştür. Arifiye, Akyazı, Geyve ve Söğütlü ilçeleri de 2100 yılına kadar tüm dönemlerde orta ve düşük riskli derecelerde değişmekle birlikte riski diğer ilçelere göre daha yüksek bölgeler olarak öne çıkmaktadır.

Ulaşım sektöründe iklim değişikliğine bağlı tehlike olarak Sakarya ili için şiddetli yağışlar değerlendirilmiştir. Risk analizi kapsamında ilçelerin nüfus yoğunluğu, ilçedeki kentsel makroform büyüklüğü, ilçelerdeki karayolu uzunluğunun ilçe yüzölçümüne oranı, ayrıca ilçe sınırları içinde önemli ulusal ulaştırma altyapıları olarak otoyol, yüksek hızlı tren demiryolu hattı ve liman varlığı verileri maruziyet yaratabilecek etkenler olarak kabul edilmiştir. Duyarlılık analizi için ilçelerin kırsal ya da kentsel karakterde olması, ilçedeki kentsel dokunun formu ve bu kapsamda özellikle kompakt ya da çeper kent mi olduğu yoksa saçaklanmış mı olduğu, ilçede nüfus artışı olup olmadığı ve bu artışın ne derece yüksek olduğu, ilçedeki yerleşimin mekânsal gelişme eğiliminin ne düzeyde olduğu, ilçede çevre yolu olup olmadığı, ayrıca ilçede planlanan büyük bir ulaşım altyapı yatırımı (demiryolu, havalimanı vb.) bulunup bulunmadığı verileri değerlendirilmiştir. Uyum kapasitesi değerlendirmesinde de, yerleşik alanlar içinde yer alan doğal alanların büyüklükleri, ayrıca nazım imar planlarında öngörülen yeşil alanların toplam içindeki yüzdesi uyum kapasitesini arttırabilecek, sel ve taşkın durumunda geçirgen yüzeyi arttırabilecek unsurlar olarak değerlendirmeye dahil edilmiştir. Planlarda öngörülen nüfus artış oranları ile planlarda ilçelerin kentsel mekânsal büyüklüğünün ne oranda genişletildiği ve kentsel yayılma düzeyinin ne derece olduğu ise uyum kapasitesini azaltabilecek, yaygın gelişmeyi, yapılaşmayı ve geçirgen olmayan yüzeyi artırabilecek unsurlar olarak değerlendirme kapsamına alınmıştır. Ulaşım sektörü için yapılan risk analizi sonuçlarına göre, şiddetli yağış riski Serdivan ilçesinde çok yüksek, Adapazarı'nda yüksek seviyede tespit edilmiştir. Erenler ve Sapanca ilçeleri ise orta riskli bölgeler olarak ortaya çıkmaktadır. Gelecek döneme ait her iki senaryoda da Adapazarı, Erenler, Pamukova, Sapanca ve Serdivan ilçeleri görece yüksek (bazı dönemler için orta derecede) riskli bölgeler olarak diğer ilçelerden farklılaşmakta ve öne çıkmaktadır. Haritalarda özellikle merkez ilçelerde (Arifiye hariç), bunları takiben güneybatı ilçelerde risk düzeylerinin görece yüksek olduğu görülmektedir.

İklim değişikliğinin sosyal kalkınma boyutuyla ilgili olarak Sakarya ili ve ilçeleri için sıcak hava dalgaları tehlikesi bağlamında risk analizi yapılmıştır. Maruziyet bileşenleri olarak, ilçe düzeyi nüfus yoğunluğu, tarım (mevsimlik işçilik dahil) ve su kaynaklarına bağlı geçinen nüfus ve yeşil alanlar gibi bilgiler kullanılmıştır. Duyarlılık düzeylerinin belirlenebilmesi içinde nüfus artışı, nüfus yoğunluğu, 65 yaş üstü nüfus, sosyal yardım alanlar ve SES (Sosyo-Ekonomik Statü) analizi sınıflandırması C+D Grubu verileri değerlendirilmiştir. Uyum kapasitesi açısından nüfus yoğunluğu ve artış hızı, SEGE skoru, nüfusun eğitim durumu, sosyal yardım altyapısı (sosyal hizmet uzmanı sayısı) ve sivil toplum kuruluşlarının

çokluğu gibi sosyal kalkınmayı olumlu yönde destekleyici veriler incelenmiştir. Sakarya'da tüm faktörlerin bir arada değerlendirildiği risk analizinde sosyal kalkınma açısından sıcak hava dalgası riski en yüksek ilçe Karasu olarak belirlenmiştir. Gelecek dönemde RCP4.5 senaryosuna göre 2100 itibariyle Karapürçek ilçesinde çok yüksek, Pamukova'da yüksek, Karasu, Hendek, Adapazarı, Akyazı, Serdivan, Arifiye, Erenler, Sapanca ve Taraklı ilçelerinde ise orta derecede risk öngörülmektedir. RCP 8.5 senaryosuna göre ise 2100 itibariyle Karapürçek ilçesinde yüksek, Karasu ve Pamukova'da yüksek derecede risk oluşacağı öngörülmektedir.

Sektörel değerlendirmeler sonucunda Sakarya'da, iklim tehlikeleri karşısında riskli ilçeler düşünülerek uyum eylemleri önerilmiştir. Eylemler, uyum kapasitesi oluşturan destekleyici mekanizmalardan (yumuşak eylemler), gri (örneğin altyapı geliştirme) veya yeşil (doğa tabanlı) eylemler olarak adlandırılan fiziksel uyum eylemlerine kadar değişebilmektedir. Gri eylemler, teknolojik ve mühendislik çözümlerini ifade ederken, yeşil eylemler, doğa tabanlı veya ekosistem tabanlı çözümleri, yumuşak eylemlerde, yönetsel, yasal ve politika yaklaşımlarını ifade etmektedir.

GİRİŞ

İklim değişikliğine bağlı olarak Sakarya'da kuraklık, şiddetli yağış ve sıcak hava dalgası tehlikeleri öne çıkmaktadır. Tehlikeler bazında Sakarya ili ilçeleri için risk analizleri, ilçenin karakteristiklerini sektörel (kent, su altyapısı, tarım, ekosistem, sağlık, enerji, turizm, sanayi, ulaşım ve sosyal kalkınma) bazda yansıtan veri setleri ile yapılabilmektedir. Bu kapsamda Sakarya için her bir sektörün kendine özgü maruziyet, duyarlılık ve uyum kapasitesi göstergeleri belirlenmiş, tehlike verileri eklenerek etkilenebilirlik ve risk analizleri yapılmıştır.

İklim değişikliği, şiddetli yağışlar, sıcak hava dalgaları, kuraklıklar, şiddetli rüzgarlar ve orman yangınları gibi tehlikeler ile farklı bölgeleri çeşitli şekillerde etkilemekte, çevre üzerinde baskı yaratmakta ve insan sağlığını etkilemektedir. Etkinin düzeyini ve riskini ise yerel koşullar belirlemektedir. Kentlerde var olan sosyo-ekonomik sistemler sektörel bazda farklı yapıları doğurmakta ve iklim değişikliğinden etkilenme düzeyini etkilemektedir. İklim değişikliği sonucunda ortaya çıkan ve şiddeti gün geçtikçe artan olumsuz etkiler karşısında, insanoğlu faaliyetlerini sürdürdüğü veya etkide bulunduğu tüm sektörel alanlarda farklı bileşenlerle birlikte baş etme ve mevcut kapasiteyi korumak için uyum eylemlerine ihtiyaç duymaktadır. Uyum eylemlerinin belirlenebilmesi, önceliklendirilmesi ve konumlandırılabilmesi için etkilenebilirlik ve risk analizleri ile mümkün olduğunca yerelde (ilçe seviyesinde) farklı sektörlerin ele alınması gerekmektedir.

Bu raporda, Türkiye'de İklim Değişikliğine Uyum Eyleminin Güçlendirilmesi Projesi Kapsamında belirlenen dört pilot ilden birisi olan Sakarya ili için ilçe düzeyinde on farklı sektörde (kent, su altyapısı, tarım, ekosistem, sağlık, enerji, turizm, sanayi, ulaşım ve sosyal kalkınma) etkilenebilirlik ve risk analizi yapılmıştır. Raporun ilk dört bölümünde Sakarya ili için genel bilgilendirmelere yer verilmiştir. Bu kısmın ilk parçasında Sakarya'nın mevcut iklim koşulları tanımlanmış ve gelecek dönemde beklenen değişimlere ilişkin bilgiler projeksiyon verileri ışığında paylaşılmıştır. Sakarya'da gelecek dönemde iklim değişikliğinin beklenen etkileri, RCP4.5 ve RCP8.5 emisyon senaryolarına göre 2100 yılına kadar olan dönem için çalışılmıştır. İkinci olarak Sakarya ili için etkilenebilirlik ve risk analizi kapsamında tehlike bileşeni, orman yangını, kuraklık, şiddetli yağış, sıcak hava dalgası, soğuk hava dalgası ve şiddetli rüzgâr analizleri yapılmıştır. Analizler 1990-2019 mevcut dönem (gözlem) ve RCP4.5 ve RCP8.5 emisyon senaryolarına göre 2021-2100 gelecek dönem (model) için yapılmıştır. Sonraki bölümde Sakarya'nın mevcut durumunu tanımlayacak doğal değerler, fiziksel yapı, arazi kullanımları, sosyal ve ekonomik yapıya ait özellikler ve iklim değişikliğiyle ilgili yaptıkları çalışmalar gibi bilgilere yer verilmiştir. Sektörel değerlendirme ve analizlere geçmeden önce bu bölümün son kısmında etkilenebilirlik ve risk analizi metodolojisi açıklanmıştır.

İklim değişikliği karşısında riskin, tehlike, maruziyet ve etkilenebilirlik bileşenlerinin bir fonksiyonu olduğu açıklanan bölümde maruziyet, iklim değişikliğinden zarar görebilecek canlı türleri, ekosistem, toplumsal ve doğal kaynaklar, yapılar veya ekonomik, kültürel, sosyal varlıkların bütünü olarak tanımlanmıştır. Duyarlılık ise tehlikenin sonuçlarını doğrudan etkileyen faktörler tarafından belirlenirken bir sistemin fiziksel, sosyo-ekonomik ve kültürel özelliklerini içermektedir. İnsanların, sistemlerin, kurum ve kuruluşların potansiyel hasara uyum sağlama, fırsatlardan yararlanma veya sonuçlara yanıt verme yeteneği de uyum kapasitesini ifade etmektedir. Etkilenebilirlik ise duyarlılık yani zarar görmeye olan yatkınlık ile başa çıkma ve uyum kapasitesine bağlı bir fonksiyondur.

Raporun sonraki bölümlerinde on farklı sektörde (sırasıyla kent, su altyapısı, tarım, ekosistem, sağlık, enerji, turizm, sanayi, ulaşım ve sosyal kalkınma) etkilenebilirlik ve risk analizleri için çok ölçütlü değerlendirme yöntemi çerçevesinde analizler yapılmıştır. Sakarya ili ve ilçeleri için her bir sektörde mevcut durumu açıklayıcı bilgilere yer verilmiş, ardından iklim değişikliği karşısında Sakarya için o

sektöre dair öne çıkan tehlikeler belirlenerek etki zincirleri oluşturulmuştur. Etki zincirlerinde maruziyet, duyarlılık ve uyum kapasitesi göstergeleri sıralanmıştır. Seçilen tehlikeler için elde edilebilen bilgiler bazında son haline getirilen gösterge bazlı veri seti normalize edilip ağırlıklandırıldıktan sonra risk analizi yapılmıştır. Her bir sektör özelinde maruziyet, duyarlılık, uyum kapasitesi, etkilenebilirlik ve risk haritaları üretilmiştir. Haritalarda gözlemlenen sonuçlar ışığında öne çıkan ilçeler yorumlanmış ve uyuma yönelik hususlar tespit edilmiştir. Sektör bölümlerinin son kısımlarında ise uyum eylemlerine yer verilmiştir.

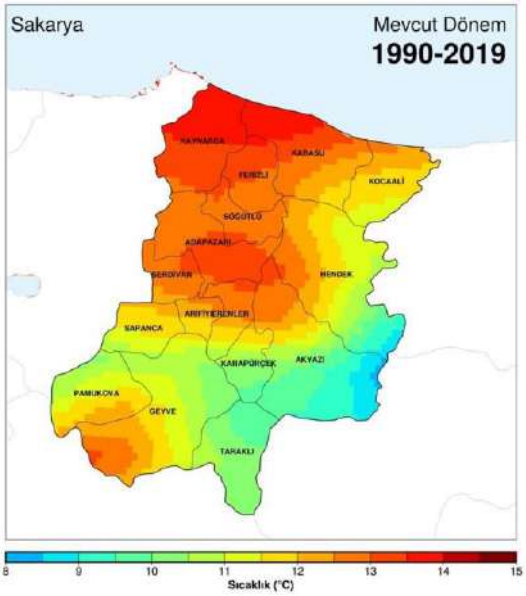
1. SAKARYA İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ ETKİLERİ

Çalışma kapsamında, 1990-2019 mevcut dönem iklimini temsil etmek amacıyla yapılan iklim analizleri için ECMWF (Avrupa Orta Vadeli Hava Tahminleri) tarafından üretilen yüksek çözünürlüklü ERA5-Land reanaliz veri seti kullanılmıştır. ERA5-Land, ERA5'in arazi bileşenleri yeniden analiz edilerek yaklaşık 9 km mekânsal çözünürlükte elde edilmiş olan küresel bir veri setidir (Muñoz-Sabater, ve diğerleri, 2021). Mevcut dönem çalışmalarında ERA5-Land veri setinin sıcaklık, yağış, rüzgâr, buharlaşma ve bağıl nem parametreleri kullanılmıştır.

1.1. Mevcut Dönemde İklim

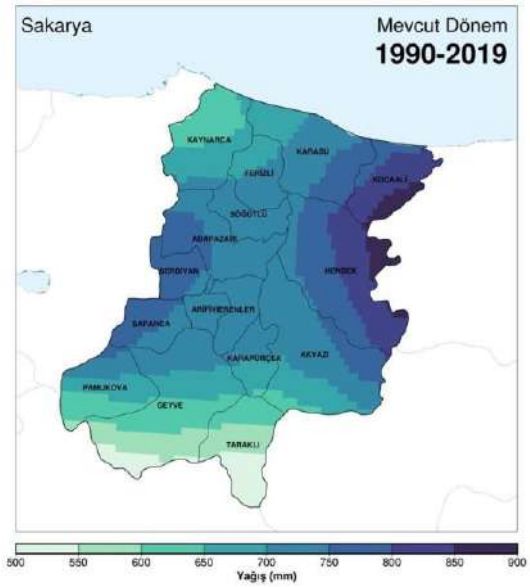
İç ve dağlık kesimlerde yazlar serin, kışlar daha sert geçen ve sahil kesimlerinde yaz ve kış mevsimlerinde Karadeniz iklim özelliği taşıyan Sakarya'nın uzun yıllar ortalama sıcaklığı 14,6°C olup, ortalama en yüksek sıcaklığı 20°C ve ortalama en düşük sıcaklığı ise 10,1°C'dir (Meteoroloji Genel Müdürlüğü, 2022).

ERA5-Land alansal reanaliz verisine göre ortalama sıcaklık değerleri incelendiğinde, ilin Karadeniz kıyılarında en yüksek değerleri aldığı ve karadan içeri gidildikçe sıcaklık değerlerinin düştüğü ancak Geyve'nin Katırlı Dağları bölgesinde yine yüksek sıcaklık değerlerinin görüldüğü belirlenmiştir. Özellikle Kaynarca ve Karasu ilçeleri üzerinde 14°C mertebesinde görülen ortalama sıcaklık değerlerinin Sakarya ili için en yüksek değerler olduğu belirlenmiştir. Bunun yanında Adapazarı Ovası sıralama olarak Kaynaca ve Karasu ilçelerini takip etmektedir. En düşük ortalama sıcaklık değeri ise Sakarya'nın doğusunda Akyazı ilçesinin Bolu il sınırı üzerinde 8°C civarında görülmektedir.



Şekil 1-1 Sakarya İli Mevcut Dönem Ortalama Sıcaklık Değerleri

ERA5-Land alansal reanaliz verisine göre, Sakarya ilinde yıllık ortalama toplam yağış miktarı ise yaklaşık 500-900 mm aralığında değişmektedir. Toplam yağış ortalaması ilin doğusuna doğru en yüksek değerlere ulaşırken, batısında da yine göreceli olarak yüksek değerler almaktadır. Özellikle doğuda Hendek ve Kocaali'nin Çamdağ üzerinde 900 mm'yi bulan toplam yağış miktarının yanı sıra batıda Serdivan ve Sapanca üzerinde de 800 mm civarında toplam yağış miktarı görülmektedir. İlin güneyinde yer alan Taraklı ve Geyve ilçelerinde ise Sakarya ilinin en düşük toplam yağış değeri 500-600 mm civarında belirlenmiştir.



Şekil 1-2 Sakarya İli Mevcut Dönem Toplam Yağış Değerleri

1.2. Gelecek Dönemde Beklenen Değişimler

Çalışma kapsamında gelecek dönem analizleri için 2016 yılında T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı, Su Yönetimi Genel Müdürlüğü tarafından tamamlanan "İklim Değişikliğinin Su Kaynaklarına Etkisi Projesi (İklimSu)" kapsamında üretilen bölgesel iklim projeksiyonları kullanılmıştır[1]. Üç farklı küresel iklim modeli kullanılan İklimSu projesinin sonuçlarına bu çalışma kapsamında performans analizleri yapılmıştır. Model çıktılarının mevsimsel salınımları ile Türkiye iklim örtüsünü benzeştirme özellikleri değerlendirilmiştir.

Üç farklı küresel modelin performansı değerlendirildiğinde, MPI-ESM-MR (Max-Planck-Institute Earth System Model) yer sistem modeli ile zorlanan 10 km çözünürlüklü RegCM4 modelinin referans dönemi için Türkiye üzerinde hâkim olan iklim sistemini en iyi temsil ettiği belirlenmiştir MPI-ESM-MR modeli, Almanya'nın Max Planck Enstitüsü tarafından geliştirilen, atmosfer, yüzey ve okyanus alt modüllerden oluşan bütünleşik bir yer sistem modelidir (MPI, 2017). Negatif yanlılığa rağmen sıcaklık değerlerini iyi temsil etmesi ve pozitif yanlılığa rağmen ise yağış dağılımını iyi temsil etmesi sebebiyle Türkiye için en başarılı model olarak değerlendirilmiştir. Kullanılan iklim projeksiyonları yanlılık düzeltmesi (bias correction-BC) aşamasından geçirilmiştir. Yanlılık düzeltmesi, iklim modellerinden elde edilen simülasyonların gözlem verileri kullanılarak doğrulama işlemi yapılması olarak ifade edilmektedir. Gözlem verilerinin referans alınarak model çıktılarının istatistik bir dönüşümden geçirilmesi olarak açıklanabilir. Proje kapsamında ekstrem iklim indis analizleri yapıldığı için bu amaca uygun olarak seçilen yanlılık düzeltmesi yöntemi olan Parametrik Olmayan Ampirik Kantiller Dönüşüm Yöntemi kullanılmıştır. Yanlılık düzeltmesi ortalama sıcaklık, maksimum sıcaklık, minimum sıcaklık, toplam yağış ve maksimum ve ortalama rüzgâr hızı verilerine göre Türkiye ölçeğinde yapılmıştır.

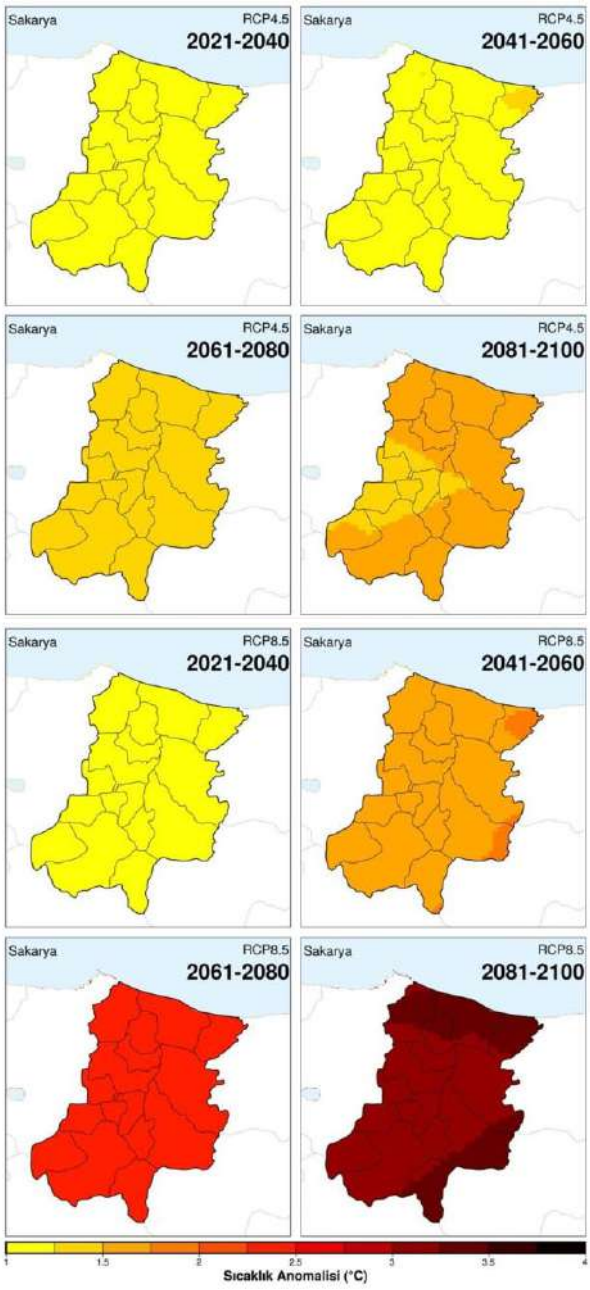
Sakarya'da gelecek dönemde iklim değişikliğinin beklenen etkileri, RCP4.5 ve RCP8.5 emisyon senaryolarına göre 2021-2100 gelecek dönemi için çalışılmıştır. Gelecek dönemde ortalama sıcaklık ve toplam yağış değişimleri 1971-2000 referans dönemine göre 20şer yıllık 4 ayrı dönem olarak analiz

[1] SYGM (2016). İklim Değişikliğinin Su Kaynaklarına Etkisi Projesi. Ankara.

edilmiştir. Gelecek dönem projeksiyon sonuçlarına göre, her iki senaryoya göre de gelecek yüzyılın sonuna doğru ortalama sıcaklık değerlerinin artma eğiliminde olduğu görülmektedir. İyimser senaryo olarak tanımlanan RCP4.5 senaryosuna göre Sakarya ili üzerindeki ortalama sıcaklık değişiminin yüzyılın sonunda 1,5°C'ye kadar çıkması öngörülürken, kötümser senaryo olan RCP8.5 senaryosunda bu değişimin 3,5°C'yi bulacağı tahmin edilmektedir. RCP8.5 senaryosuna göre Sakarya ilinde gelecek dönemde beklenen sıcaklık artışının RCP4.5 senaryosundan daha dramatik olacağı tahmin edilmektedir. Her iki senaryo için de sıcaklık artışındaki dağılımın bölgesel iklim modeli sonuçlarına göre ilçeler bazında çok fark göstermediği görülmektedir. Yalnızca 2081-2100 periyodunda sıcaklık değişiminin ilçeler bazında farklılık gösterdiği görülmektedir.

a)

b)

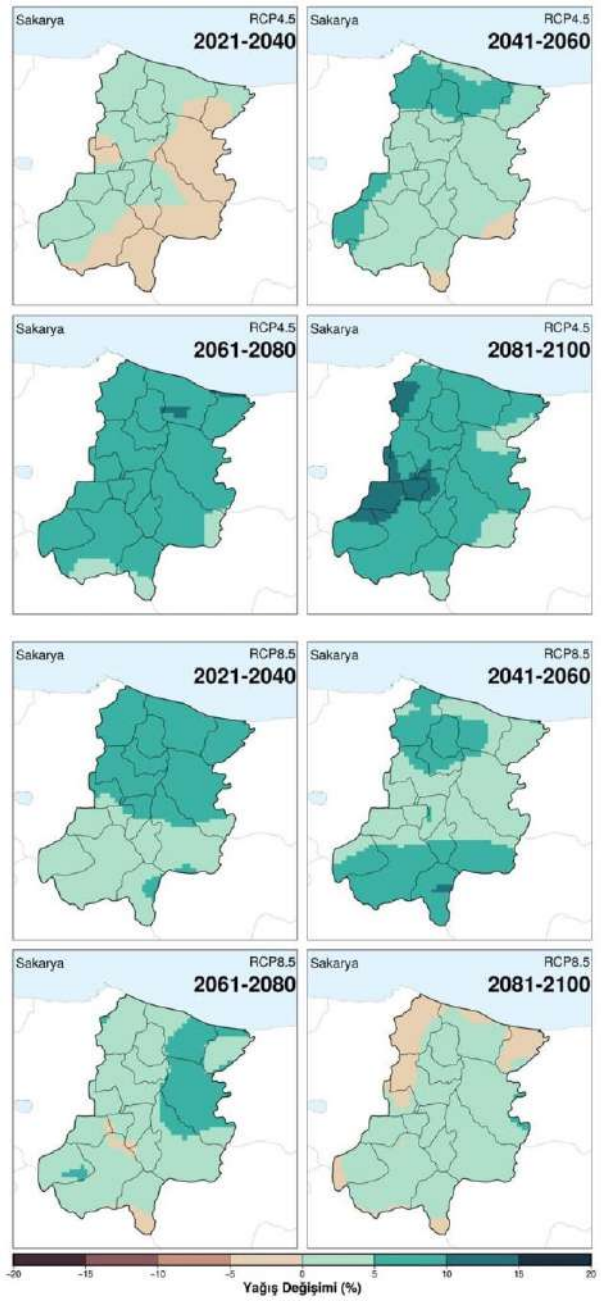


Şekil 1-3 Sakarya ili Gelecek Dönem RCP4.5 (a) ve RCP8.5 (b) Senaryolarına göre Ortalama Sıcaklık için Beklenen Değişim Değerleri (°C)

Gelecek dönem için her iki senaryoda yıllık toplam yağış miktarında genellikle artış görüleceği tahmin edilmektedir. RCP4.5 senaryosuna göre Sakarya ili üzerinde 2060'lara kadar şehrin doğusunda toplam yağış miktarının azalacağı tahmin edilirken, ilerleyen gelecek periyotlarında şehrin tamamında toplam yağış miktarının artacağı öngörülmektedir. 2021-2040 periyodunda +/-%5 yağış değişimi öngörülen Sakarya ilinde yüzyılın sonunda özellikle Sapanca ilçesi üzerindeki yağış miktarının %15'lere varan bir artış gösterebileceği tahmin edilmektedir. RCP8.5 senaryosuna göre ise 2021 yılı itibariyle yağış miktarında %5 ila %10 arasında bir artış beklenirken 2080'lerden sonra yağış miktarındaki değişimin negatif yönlü olacağı öngörülmektedir. RCP8.5 senaryosuna göre Kaynarca, Kocaali ve Adapazarı ilçeleri üzerinde yüzyılın sonunda yağış miktarında %5'e varan azalma tahmin edilmektedir.

a)

b)



Şekil 1-4 Sakarya ili Gelecek Dönem RCP4.5 (a) ve RCP8.5 (b) Senaryolarına göre Yıllık Toplam Yağış için Beklenen Değişim Değerleri (%)

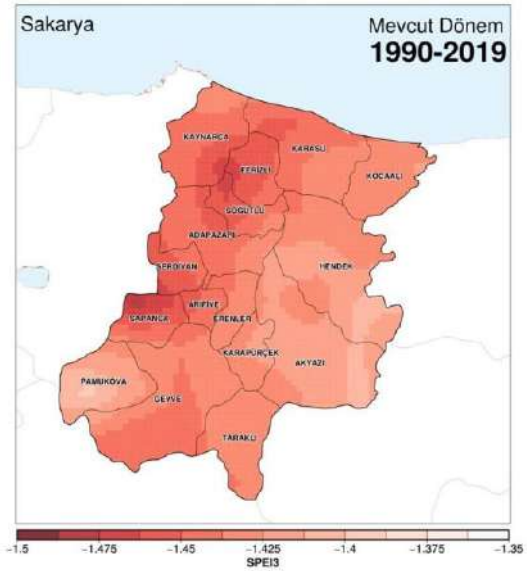
2. SAKARYA İKLİM TEHLİKELERİ

Etkilenebilirlik ve risk analizi kapsamında tehlike bileşeni kuraklık, şiddetli yağış, sıcak hava dalgası, orman yangını, soğuk hava dalgası ve şiddetli rüzgâr analizleri yapılarak çalışılmıştır. Analizler mevcut dönem 1990-2019 (gözlem), referans dönemi 1971-2000 (model) ve gelecek dönem için RCP4.5 ve RCP8.5 emisyon senaryolarına göre 2021-2100 (model) periyodunda, 20şer yıllık 4 ayrı dönem olarak yapılmıştır.

2.1. Kuraklık

Etkilenebilirlik ve risk analizinde kuraklık tehlikesi için meteorolojik kuraklığı temsilen 3 aylık Standartlaştırılmış Yağış ve Evapotranspirasyon İndisi (SPEI3) hesaplanmıştır. Çalışma kapsamında öncelikle meteorolojik kuraklık tehlikesi için kuraklık şiddetinin -1'in altında kaldığı aylar ve bu aylara karşılık gelen şiddet değerleri ile kuraklık yoğunluğu hesaplanmıştır. Daha sonra 1990-2019 mevcut dönemi ile 1971-2000 referans dönemi için kuraklık yoğunluğu ortalamaları alınmıştır. Son olarak, 2021-2040, 2041-2060, 2061-2080 ve 2081-2100 gelecek dönemlerin ortalamaları alınarak referans dönemine göre olan yüzdesel farkları incelenmiştir. Elde edilen sonuçlara göre, mevcut dönem meteorolojik kuraklık yoğunluğu ortalamasının alansal dağılımı Şekil 2-1, referans dönemine göre gelecek dönem yüzde (%) değişimleri ise RCP4.5 ve RCP8.5 senaryoları için Şekil 2-2 ile verilmiştir.

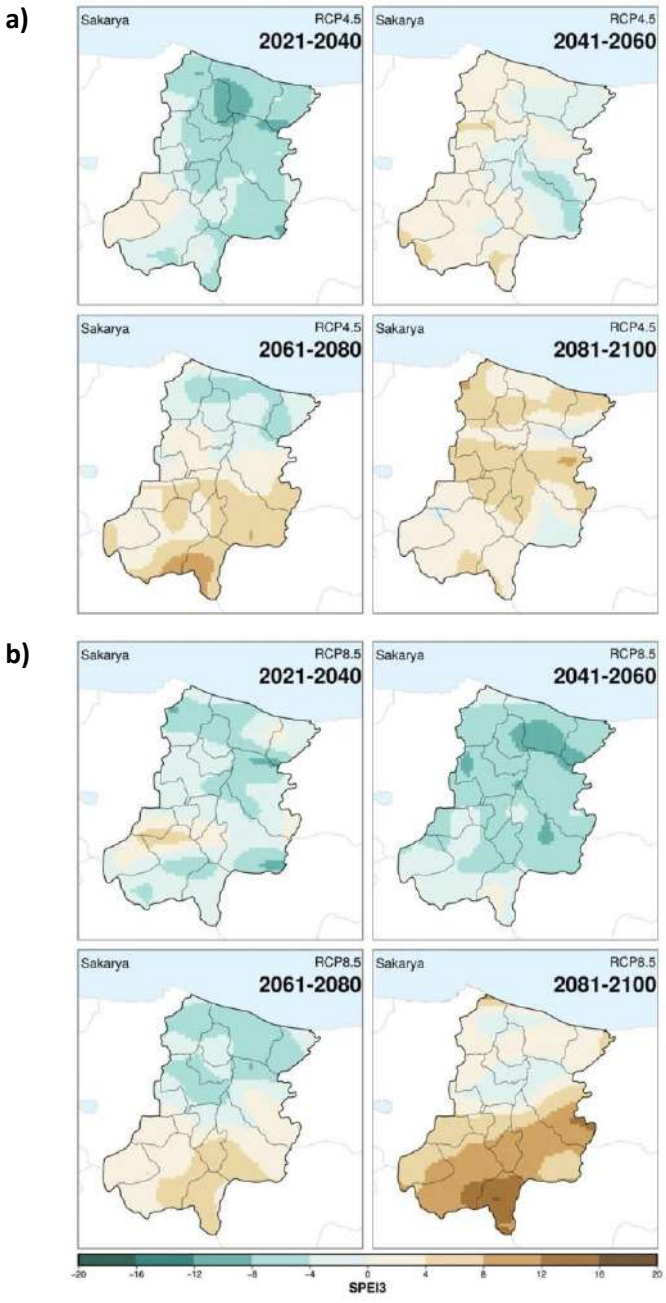
Mevcut dönem (1990-2019) için hesaplanan kuraklık yoğunluğu değerleri incelendiğinde, ilin batı yarısında yüksek olduğu görülmüştür. Mevcut dönemde Sapanca ve Ferizli ilçeleri üzerinde kuraklık yoğunluğunun yüksek olduğu, Pamukova ilçesi Samanlı Dağları üzerinde ise en düşük seviyede belirlenmiştir.



Şekil 2-1 Sakarya İli Mevcut Dönem SPEI3 Kuraklık Yoğunluğu Değerleri

Gelecek dönem için iyimser ve kötümser olarak ifade edilen RCP4.5 ve RCP8.5 senaryolarına göre meteorolojik kuraklık yoğunluğunun yüzyılın başında azalma eğiliminde olup yüzyılın sonuna doğru giderek artacağı öngörülmektedir. RCP4.5 senaryosuna göre 2021-2040 gelecek periyodunda Sakarya ili üzerindeki kuraklık yoğunluğunun yaklaşık %10 azalacağı ve ilerleyen dönemlerde giderek kuraklık yoğunluğunun artarak yaklaşık %12'lere varacağı tahmin edilmektedir. RCP8.5 senaryosuna göre ise yüzyılın ilk iki döneminde azalma, özellikle yüzyılın son periyodunda ise kuraklık yoğunluğunda artış beklenmektedir. RCP4.5 senaryosunda 2040'lar itibariyle beklenen kuraklık yoğunluğundaki artışın RCP8.5 senaryosuna göre 2060'lar itibariyle görüleceği tahmin edilmektedir. Bunlara ek olarak yüzyılın

sonunda kuraklık yoğunluğundaki artışın en yüksek RCP8.5 senaryosuna göre Sakarya'nın güneyinde yaşanacağı ve Taraklı ilçesi üzerinde maksimum değerlere ulaşacağı öngörülmektedir.



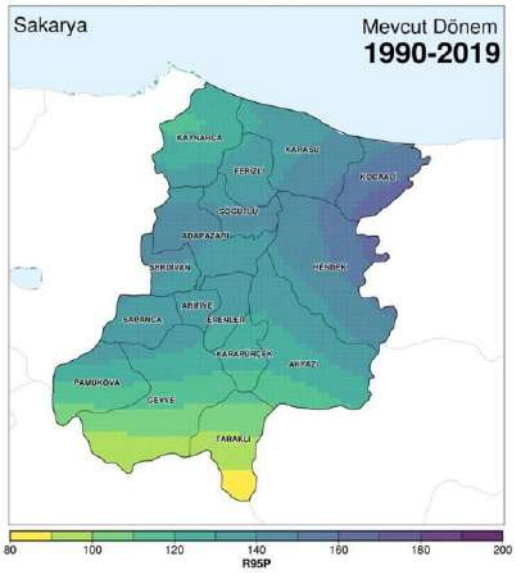
Şekil 2-2 Referans Dönemine göre a) RCP4.5 Senaryosu ile b) RCP8.5 Senaryosu için Gelecek Dönem Kuraklık Yoğunluğu Değişimleri

2.2. Şiddetli Yağış

Etkilenebilirlik ve risk analizinde şiddetli yağış tehlikesi için R95P indisi şiddetli yağışların toplam yağış miktarını ifade etmek üzere hesaplanmıştır. Çalışma kapsamında R95P indisi ile 95. persantil (95P) eşik değerini geçen günlerin yağış miktarlarının toplamı alınarak şiddetli yağışların toplam yağış miktarı belirlenmiştir. R95P indisi için mevcut dönem (1990-2019) ortalamasının alansal dağılımı Şekil 2-3,

referans dönemi R95P indis değerlerine göre gelecek dönem değişimleri ise RCP4.5 ve RCP8.5 senaryoları için Şekil 2-4 ile verilmiştir.

Şiddetli yağışlar için 1990-2019 mevcut dönemi içerisindeki R95P değerleri ele alındığında, en yüksek değerlerin Sakarya ilinin doğusunda Hendek ve Kocaali ilçelerinin Çamdağ sınırlarında 160 mm'den fazla olduğu görülmektedir. Güneye inildikçe şiddetli yağışların toplam yağış miktarı giderek azalmakta ve Taraklı ilçesi üzerinde 80 mm'ye kadar düşmektedir. Adapazarı Ovası üzerinde ise şiddetli yağışların toplam miktarı yaklaşık 130 mm civarındadır.

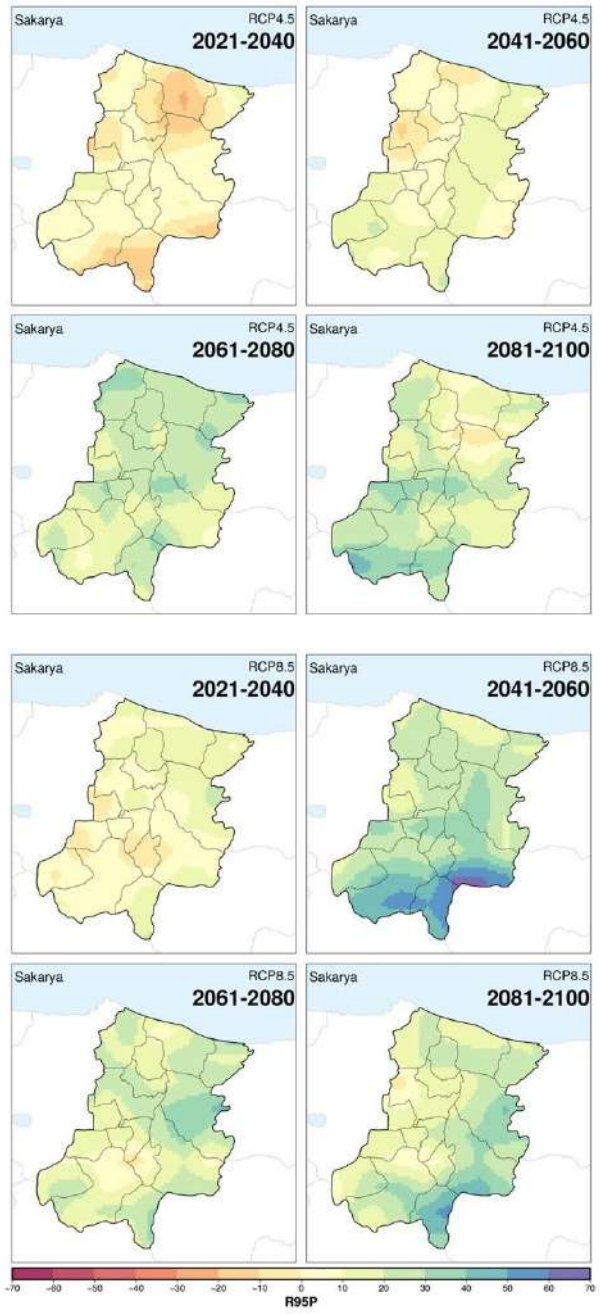


Şekil 2-3 Sakarya İli Mevcut Dönem R95P Değerleri (mm)

Gelecek dönem şiddetli yağışlı günlerdeki yağış miktarının referans dönemine göre değişimlerine bakıldığında Sakarya ili genelinde her iki senaryoya göre de gelecek yüzyılın sonunda artan yağış değerleri öngörülmektedir. Her iki emisyon senaryosuna göre 2021-2040 periyodunda azalma yönünde beklenen değişimin ilerleyen dönemlerde yön değiştirerek şiddetli yağışların toplam yağış miktarında artışın görüleceği tahmin edilmektedir. RCP4.5 senaryosuna göre bu değişimin 2060'lar itibariyle Sakarya ili genelinde artış yönünde olması öngörülürken, RCP8.5 senaryosuna göre 2040'lar itibariyle şiddetli yağışların toplam yağış miktarında %20'den fazla artış beklenmektedir. Şiddetli yağışların toplam yağış miktarındaki değişimin en yüksek olduğu RCP8.5 periyodu 2041-2060 periyodunda özellikle Akyazı Kapıorman Dağı üzerinde %70 artış tahmin edilmektedir. 2060'lar itibariyle ise RCP8.5 senaryosuna göre değişim miktarı %40 mertebesinde öngörülmektedir.

a)

b)

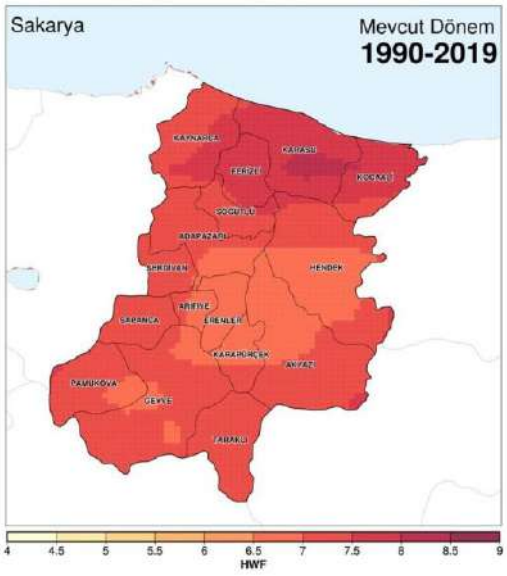


Şekil 2-4 Referans Dönemine göre a) RCP4.5 Senaryosu ile b) RCP8.5 Senaryosu için Gelecek Dönem R95P Değişimleri

2.3. Sıcak Hava Dalgası

Etkilenebilirlik ve risk analizinde sıcak hava dalgası tehlikesi için Sıcak Hava Dalga Frekansı İndisi (HWF) hesaplanmıştır. Çalışma kapsamında, referans dönemi için günlük maksimum sıcaklıklarının her grid noktası için hesaplanan 90. persantil (90P) eşik değeri analiz edilmiş olup, referans dönemine göre gelecek dönem değişimleri belirlenmiştir. Mevcut dönem için HWF ortalamasının alansal dağılımı Şekil 2-5, referans dönemine göre gelecek dönem değişimleri ise RCP4.5 ve RCP8.5 senaryoları için Şekil 2-6 ile verilmiştir.

Mevcut dönem 1990-2019 yılları arasında Sakarya ili genelinde yılda toplam en az 6 gün sıcak hava dalgası olayı görülmektedir. Sıcak hava dalgalarının frekansı Sakarya ilinde en düşük değerlerini Adapazarı Ovası'ndaki ilçeler (Hendek, Erenler, Karapürçek ve Arifiye) üzerinde almaktadır. Sıcak hava dalgalarının toplam gün sayısının en yüksek olduğu Karasu ilçesinde ise yılda toplam 9 gün sıcak hava dalgasının görüldüğü belirlenmiştir.

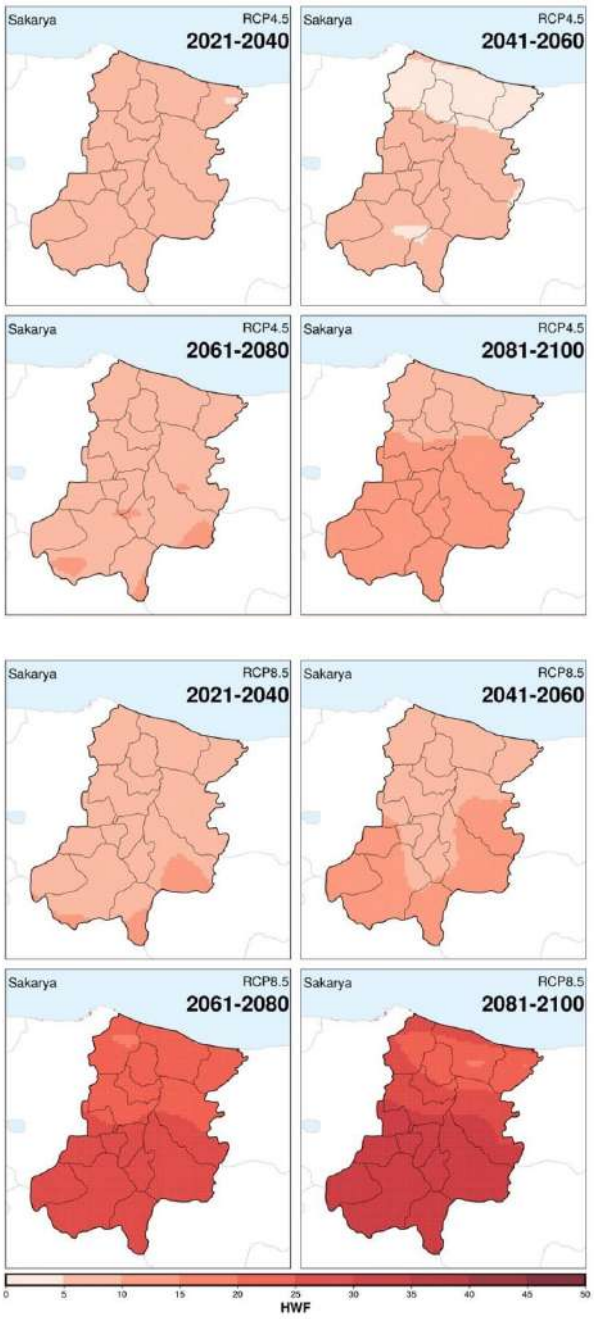


Şekil 2-5 Sakarya İli Mevcut Dönem HWF Değerleri (gün)

Gelecek dönemdeki değişimlere bakıldığında her iki emisyon senaryosu da sıcak hava dalga olaylarının sıcaklık artışlarına da paralel olarak en fazla 21. yüzyılın son 20-yıllık periyodunda yaşanacağına işaret etmektedir. Sıcak hava dalga frekansındaki değişimin en fazla RCP8.5 senaryosunda olacağı ve bu değişimin yüzyılın son periyodunda ilk periyoduna göre neredeyse 3 kat artacağı tahmin edilmektedir. RCP4.5 senaryosuna göre en az değişim 2041-2060 periyodunda kıyı ilçelerinde 5 günlük bir artış ile beklenirken, en fazla değişimin 2081-2100 periyodunda 15 gün civarında olacağı öngörülmektedir. RCP8.5 senaryosuna göre ise gelecek ilk dönemde en fazla 15 gün artacağı tahmin edilen sıcak hava dalgalarının 2081-2100 döneminde referans dönemine göre Sakarya'da 45 gün daha fazla görüleceği tahmin edilmektedir. Özellikle iç kesimlerdeki Pamukova, Geyve, Taraklı, Akyazı, Karapürçek, Erenler, Sapanca, Arifiye ilçeleri üzerinde sıcak hava dalgalarının görüldüğü gün sayısında her iki senaryo için de önemli derecede artış öngörülmektedir.

a)

b)



Şekil 2-6 Referans Dönemine göre a) RCP4.5 Senaryosu ile b) RCP8.5 Senaryosu için Gelecek Dönem HWF Değişimleri

2.4. Orman Yangını

Etkilenebilirlik ve risk analizinde orman yangını tehlikesi için yangına elverişli havayı temsil eden Kanada Yangın Hava İndisi (FWI) hesaplanmıştır. Mevcut dönem için FWI indisinin ortalama değerlerinin alansal dağılımı Şekil 2-7, referans dönemine göre gelecek dönem yüzde (%) değişimleri ise RCP4.5 ve RCP8.5 senaryoları için Şekil 2-8 ile verilmiştir. 1990-2019 yılları arası mevcut dönemde orman yangını tehlikesi için atmosferik koşulları belirten FWI indis değerlerinin Sakarya ilinde genellikle düşük riskli yangın sınıfında olduğu ancak iç kesimlerdeki Taraklı ve Geyve ilçelerinin güneyinde daha yüksek değerler alarak orta riskli sınıfa yükseldiği belirlenmiştir. Bunun yanında Kocaali ve Hendek

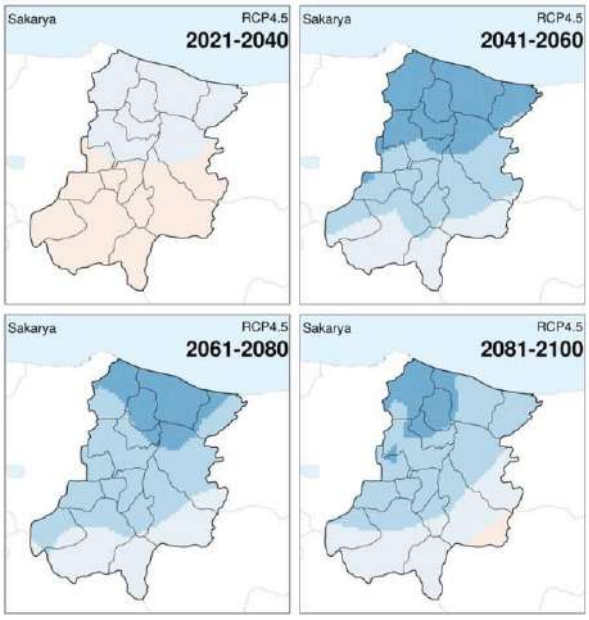
ilçelerinin Çamdağı bölgesi üzerinde atmosferik kaynaklı yangın riskinin çok düşük olduğu görülmektedir.



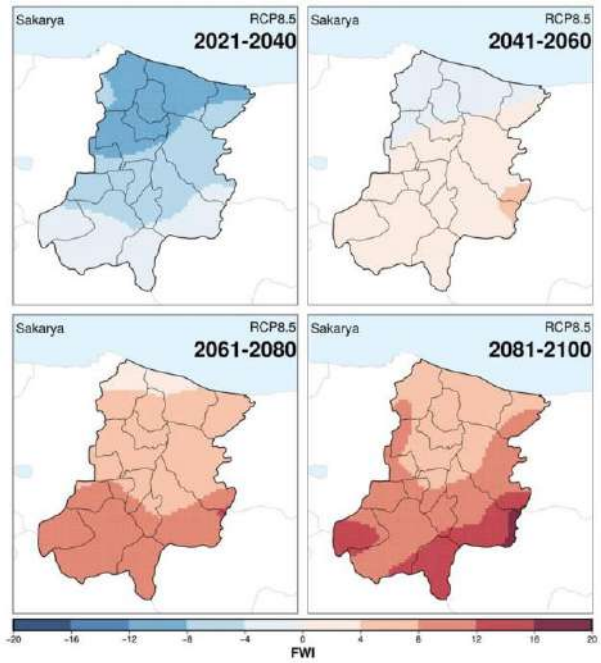
Şekil 2-7 Sakarya İli Mevcut Dönem FWI Değerleri

Sakarya ili için yangına elverişli havanın gelecek dönemdeki değişimlerine bakıldığında, her iki senaryoya göre farklı dağılımlı değişimler beklenmektedir. RCP4.5 senaryosuna göre 2021-2040 periyodunda +/-%5 civarında olan değişimin diğer gelecek periyotlarında yalnızca azalma yönünde olacağı tahmin edilmektedir. Orman yangınına elverişli hava koşulları için özellikle Adapazarı Ovası ve Oflak Dağı üzerinde kıyıya yakın ilçelerde %12 civarında azalma olacağı öngörülmektedir. Bunun yanında kötümser senaryo olan RCP8.5 senaryosuna göre ise 2021-2040 periyodunda azalacağı öngörülen orman yangınına elverişli hava koşullarının gelecek diğer periyotlarda giderek artacağı tahmin edilmektedir. Özellikle 2081-2100 periyodunda en yüksek değişimin beklendiği yerler Pamukova, Taraklı ve Akyazı ilçelerinin güneyi olarak tahmin edilirken değişimin %16'nın üzerinde olacağı öngörülmektedir.

a)



b)

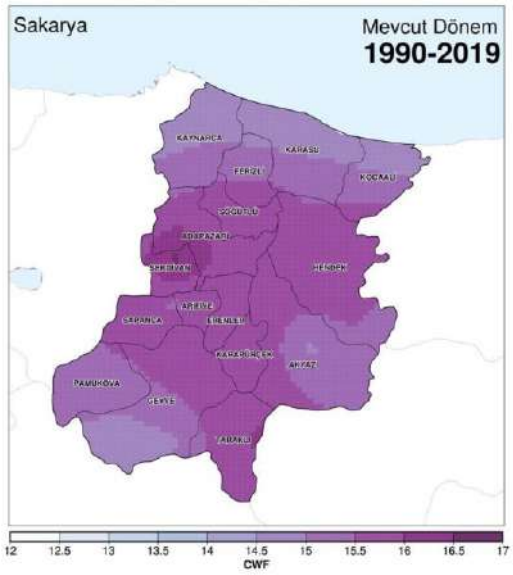


Şekil 2-8 Referans Dönemine göre a) RCP4.5 Senaryosu ile b) RCP8.5 Senaryosu için Gelecek Dönem FWI Değişimleri

2.5. Soğuk Hava Dalgası

Etkilenebilirlik ve risk analizinde soğuk hava dalgası tehlikesi için Soğuk Hava Dalga Frekansı İndisi (CWF) hesaplanmıştır. Çalışma kapsamında, referans dönemi ortalama sıcaklıklarından elde edilen eşik değerleri ile hem referans dönemi hem de gelecek dönem için hesaplanan CWF indisinin Sakarya üzerinde gelecek dönem değişimleri incelenmiştir. Mevcut dönem için CWF ortalamasının alansal dağılımı Şekil 2-9, referans dönemine göre gelecek dönem değişimleri ise RCP4.5 ve RCP8.5 senaryoları için Şekil 2-10 ile verilmiştir.

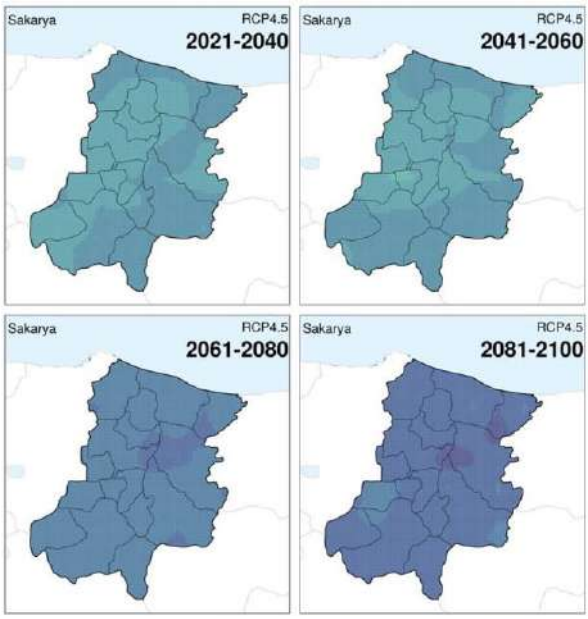
1990-2019 yılları mevcut dönemde soğuk hava dalga frekansının Sakarya ilinin genelinde ortalama olarak 15 gün seviyesinde olduğu belirlenmiştir. Sakarya ili için en düşük frekans değerinin Karadeniz kıyısı olan ilçelerde ve Geyve ilçesinin güneyinde 13 gün civarında olduğu gözlemlenmiştir. Soğuk hava dalga frekansının en yüksek değeri Serdivan ilçesinde 17 gün olarak belirlenmiştir.



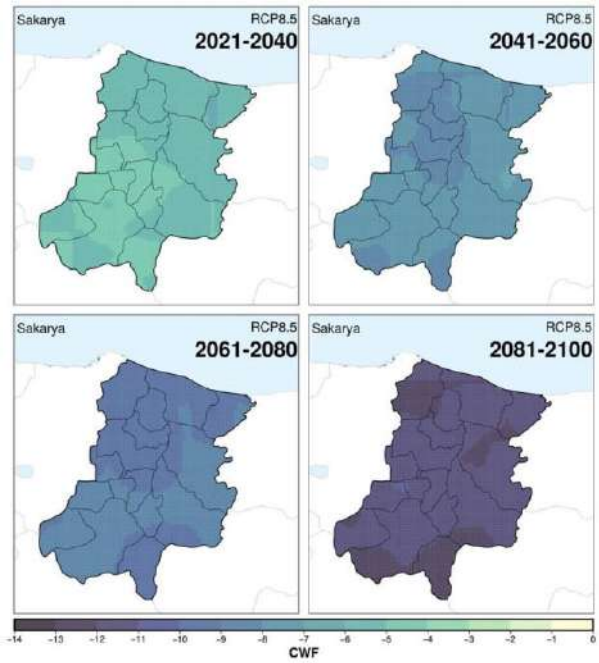
Şekil 2-9 Sakarya İli Mevcut Dönem CWF Değerleri (gün)

Sakarya ili için gelecek dönemin referans dönemine göre değişimleri incelendiğinde genel olarak her iki senaryoda benzer şekilde değişim görülmektedir. Soğuk hava dalga frekansında 2021-2040 periyodu için RCP4.5 senaryosuna göre Sakarya genelinde ortalama 7 günlük azalma beklenirken RCP8.5 senaryosunda bu değişimin 4 gün mertebesinde olacağı tahmin edilmektedir. Gelecek dönemin devamında ise her iki senaryo için de değişim değerlerinin giderek artacağı ve soğuk hava dalgalarının yıllık toplam gün sayısının giderek azalacağı beklenmektedir. 2081-2100 gelecek periyodunda ise RCP4.5 senaryosu, soğuk hava dalga frekansının yaklaşık 11 gün azalacağını tahmin ederken, RCP8.5 senaryosunda bu değişimin 13 günden fazla olacağı öngörülmektedir. Yüzyılın sonunda en yüksek değişim miktarının RCP8.5 senaryosuna göre Kaynarca, Taraklı ve Geyve ilçeleri üzerinde olacağı tahmin edilmektedir.

a)



b)



Şekil 2-10 Referans Dönemine göre a) RCP4.5 Senaryosu ile b) RCP8.5 Senaryosu için Gelecek Dönem CWF Değişimleri

2.6. Şiddetli Rüzgâr

Etkilenebilirlik ve risk analizinde şiddetli rüzgâr tehlikesi için şiddetli rüzgârlı günler indisi (W98) hesaplanmıştır. Çalışma kapsamında W98 indisi referans dönemindeki günlük maksimum rüzgârın %98'lik dilimindeki eşik değerini geçen günlerin sayısını göstermektedir. Mevcut dönem için şiddetli rüzgarların 98. Persantil eşik değer ortalamasının alansal dağılımı Şekil 2-11, referans dönemine göre gelecek dönem yüzde (%) değişimleri ise RCP4.5 ve RCP8.5 senaryoları için Şekil 2-12 ile verilmiştir.

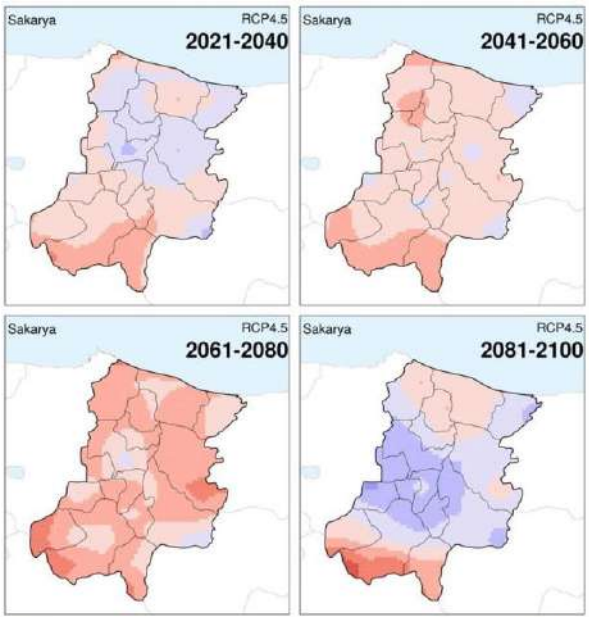
Mevcut dönem (1990-2019) için şiddetli rüzgârların belirlenmesinde kullanılan 98. persantil (98P) eşik değerleri Sakarya ilinin kuzeybatısında Kaynarca ilçesine doğru giderek artan eğilimdedir. Sakarya ilinde en yüksek eşik değeri 8 m/s rüzgâr hızı ile Kaynarca ve Ferizli ilçeleri üzerinde ve en düşük eşik değeri ise 3 m/s ile Akyazı ve Hendek ilçelerini kesen Dikmen Yaylası üzerinde belirlenmiştir.



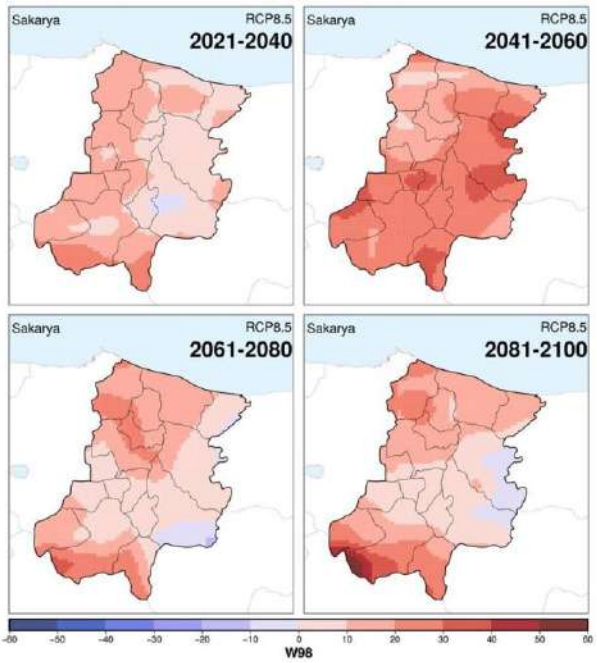
Şekil 2-11 Sakarya İli Mevcut Dönem W98 Değerleri (m/s)

Gelecek dönem için Sakarya ili genelinde W98'in gelecek projeksiyonlarında iki senaryo arasında farklılıklar öngörülmektedir. Şiddetli rüzgarların görüldüğü gün sayısının RCP4.5 senaryosuna göre 2021-2040 periyodunda güneydeki ilçelerde artan yönde kuzeydeki ilçelerde ise %10'a varan azalma yönünde değişeceği, devamında ise 2080'lere kadar Sakarya ilinde giderek artacağı yönünde öngörülmüştür. 2081-2100 periyodunda ise özellikle Adapazarı Ovası üzerinde %20 oranında azalma beklenirken Geyve ilçesi üzerinde %30'un üzerinde artış tahmin edilmektedir. RCP8.5 senaryosuna göre ise genellikle artma eğiliminde olacağı tahmin edilen W98 indisinin özellikle 2041-2060 gelecek periyodunda en yüksek değerleri alması beklenmektedir. Şiddetli rüzgârlı günlerin sayısının RCP8.5 senaryosuna göre yüzyılın sonunda %60 oranında artacağı tahmin edilen Havza ilçesinin güneyinin her iki senaryoya göre de en çok değişimin görüleceği bölge olduğu belirlenmiştir.

a)



b)



Şekil 2-12 Referans Dönemine göre a) RCP4.5 Senaryosu ile b) RCP8.5 Senaryosu için Gelecek Dönem W98 Değişimleri

3. SAKARYA İLİ MEVCUT DURUM ANALİZİ

Sakarya ili, 40°17' ve 41°13' kuzey enlemleri ile 29°57' ve 30°53' doğu boylamları arasında yer almaktadır. Sakarya ili Marmara Bölgesinin kuzeydoğusunda yer almakta olup Anadolu'yu Avrupa'ya bağlayan İstanbul-Ankara otoyolu geçiş güzergahındadır. Yüzölçümü 4.821 km^2'dir. Sakarya ilinin deniz seviyesinden yüksekliği, yerleşim birimlerinin konumlarına göre 5-450 m arasında değişmektedir. Sakarya il merkezinin denizden yüksekliği 31 m'dir (Şekil 3-1).



Şekil 3-1 Sakarya ili haritası

Sakarya ilinin ortalama yüksekliği 356 m'dir. İl topraklarının %34'ü dağlar, %44'ü platolar ve %22'si ovalar ile kaplıdır. Dağlar genellikle güneyde yoğunlaşmaktadır. Sakarya ilinin en yüksek yeri Köroğlu Dağları'nın batı bölümünü oluşturan Keremali (Elmacık) Dağı'ndaki Dikmen Tepe (1.725 m)'dir. Marmara Bölgesinin en büyük ovalarından biri olan Akova (Adapazarı Ovası), Aşağı Sakarya Vadisinde, Sapanca Gölü ile Adapazarı'nın doğusunda Keremali Dağı eteklerine kadar uzanır. Aşağı Sakarya Vadisindeki bir diğer verimli ova ise, yine Sakarya Nehrinin oluşturduğu alüvyonlardan meydana gelen Pamukova'dır (Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü, 2021).

Sakarya, 2020 itibariyle 1.042.649 kişilik nüfusa sahip olan Sakarya, Türkiye'nin en kalabalık yirmi ikinci ilidir (TÜİK, 2020). Doğu Marmara Bölgesi'nin Çatalca-Kocaeli Bölümü'nde yer alır. Kuzeyinde Karadeniz, batısında Kocaeli, Bursa, doğusunda Düzce ve güneyinde de Bolu ile Bilecik bulunmaktadır (TÜİK İstatistikler, 2020i)

3.1. Arazi Kullanımı ve Doğal Kaynaklar

3.1.1. Arazi Kullanımı

CORINE verilerine göre; Sakarya'nın %3,93'ünü yapay alanlar, %54,0'ünü tarım alanları, %40,53'ünü orman ve yarı doğal alanlar, %0,13'ünü sulak alanlar ve %1,42'sini su kütleleri oluşturmaktadır. Sakarya'da 2000-2018 yılları arasında orman-yarı doğal alanlar yaklaşık 68 bin ha azalırken, tarımsal

alanlar 59 bin ha civarı, yapay alanlar ise 6 bin ha artış göstermiştir. Artan nüfus, kentleşme ve tarım; orman-yarı doğal alanlar üzerinde baskı unsurudur (ÇŞİDB, erişim 2021).

Tablo 3-1 Sakarya ili arazi yapısı, CORINE Verileri

	2000		2006		2012		2018	
Arazi Sınıfı	**ha**	**%**	**Ha**	**%**	**ha**	**%**	**ha**	**%**
1) Yapay Alanlar	12.687,65	2,63	13.273,31	2,75	17.791,97	3,69	18.936,61	3,93
2) Tarımsal Alanlar	201.205,73	41,73	267.068,55	55,39	261.078,29	54,15	260.325,87	54,00
3) Orman ve Yarı Doğal Alanlar	263.213,40	54,60	195.204,82	40,49	195.775,76	40,61	195.383,68	40,53
4) Sulak Alanlar	163,59	0,03	610,85	0,13	623,58	0,13	623,58	0,13
5) Su Kütleleri	4.832,85	1,00	5.960,34	1,24	6.848,27	1,42	6.848,13	1,42
TOPLAM	**482.103,22**	**99,99**	**482.117,87**	**100,00**	**482.117,87**	**100,00**	**482.117,87**	**100**

3.1.2. Su Varlığı/Tüketimi

Ülkenin 3. uzun nehri, Sakarya, il sınırları içerisindedir. Porsuk ve Ankara çayını da bünyesine katarak Karasu ilçesinden Karadeniz'e dökülür. Sakarya ilinin akarsuların da balık çiftlikleri Alabalık üzerinde yoğunlaşmıştır. 19 alabalık çiftliği vardır. Sakarya il topraklarında irili ufaklı çok sayıda göl vardır.

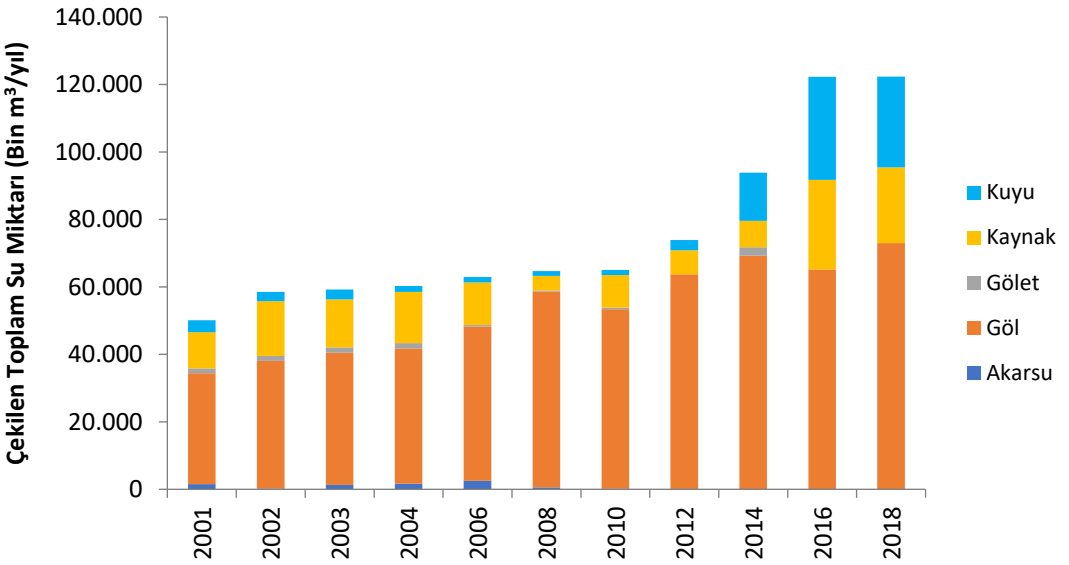
Tablo 3-2 Sakarya ilinde bulunan göller

Göl	Drenaj alanı (km^2)	Büyüklüğü (km^2)	Su kalitesi
Sapanca gölü	253	47	1. sınıf
Büyük Akgöl	47	3,6	4. sınıf
Küçük Akgöl	2	0,25	4. sınıf
Taşkısık gölü	12	0,75	4. sınıf
Poyrazlar gölü	6	0,6	4. sınıf
Acarlar gölü	7	5	Sulak alan

Sapanca Gölü: 42 km^2 lik Sapanca Gölünün 5/6'lık büyük kısmı bu il sınırları içindedir. İzmir körfezinin doğusunda yığılmalar sonucu Marmara Deniziyle bağlantısı kesilerek meydana gelen Sapanca Gölü, İzmit Körfezi ve İznik Gölünün devamıdır. Kuzey ve güneyden bu göle katılan dereler ve dipten kaynayan su ile tatlı sulu bir göldür.

Sakarya iline su temin eden ana kaynak Sapanca Gölü'dür. Sapanca'nın kıyıları, doğuda Sakarya ili, batı ucunda Kocaeli İlinde kalır. Havzası 252 km^2'dir. Yüzölçümü 47 km^2'dir. Doğu-batı uzunluğu 17 km'dir. Kuzey-güney genişliği 5 km olup yüzeyin denizden yüksekliği 31 m'dir. En derin yeri 61 m'dir. Gölü besleyen dereler, Karaçay, Kuruçay, Kurtköy, Mahmudiye, İstanbul, Karadere ve Kaymakçı Dereleridir.

Sapanca Gölü dışında muhtelif su kaynakları ve derin kuyular (sondaj) vasıtası ile su temini sağlanmaktadır. 2018 yılı itibariyle il genelinde temin edilen su miktarı 122.350.150 m^3 tür. Sapanca Gölü'nden temin edilen su miktarı 73.003.281 m^3'tür. Geriye kalan suyun 22.777.351 m^3 Muhtelif kaynaklardan, 26.569.518 m^3 sondajlardan temin edilmiştir. Temin edilen suyun kaynaklara oransal olarak dağılımı aşağıdaki grafikte görülmektedir (ÇŞB, İl Çevre Durum Raporu, 2019).



Şekil 3-2 Sakarya içme ve kullanma suyu kaynaklara göre kullanımı, 2018, Kaynak: ÇŞB, 2019

2018 yılında 332 m^3/kişi/gün olarak gerçekleşmiştir. Bu miktar Türkiye ortalaması olan 224 m^3/kişi/gün değerinin %48 üzerindedir.

3.2. Sosyo-Ekonomik Yapı

İlde km^2'ye 213 kişi düşmektedir. Yoğunluğun en fazla olduğu ilçeler Serdivan, Adapazarı ve Erenlerdir. 2019 yılında yıllık nüfus artış oranı %1,87 olmuştur. Son on yılın nüfus artış ortalaması %1,8'dir. Nüfusu en çok artan ilçe: Serdivan (%5,66) Nüfusu en çok azalan ilçe: Kocaali (-%10,04)'dir. 4 Şubat 2020 TÜİK verilerine göre Sakarya'da 16 İlçe ve belediye, bu belediyelerde toplam 667 mahalle bulunmaktadır.

Tablo 3-3 Sakarya ilçe nüfus, nüfus artış ve yoğunluk

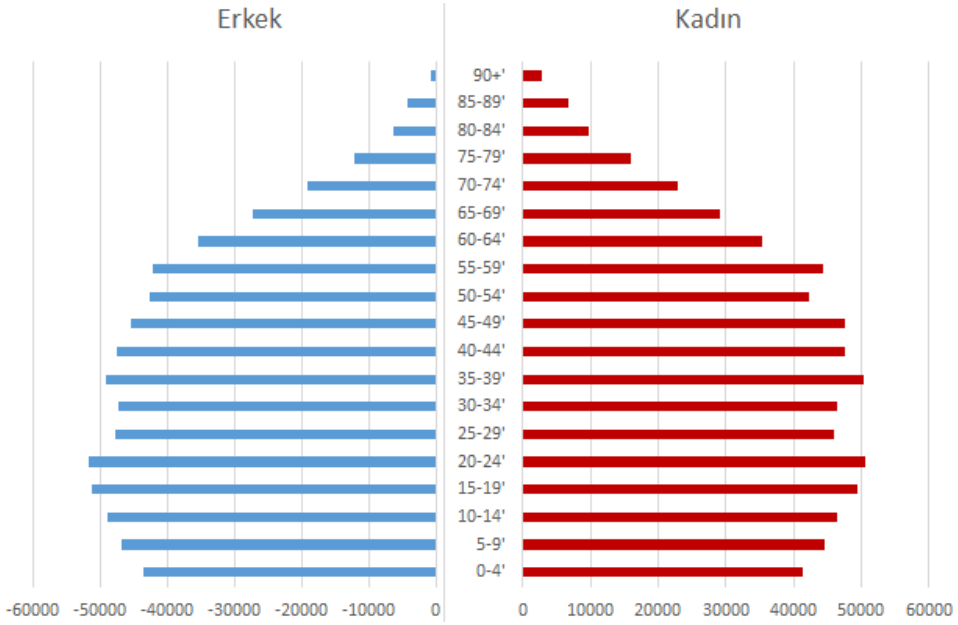
İlçe	Nüfus 2018	Nüfus 2019	Nüfus Artışı %	Mahalle Sayısı	Alanı km^2	Yoğunluk
Adapazarı	271.515	276.385	1,79	84	324	853
Akyazı	89.301	90.362	1,19	73	628	144
Arifiye	44.315	45.375	2,39	24	75	605
Erenler	87.197	89.128	2,21	33	136	655
Ferizli	26.692	27.347	2,45	24	173	158
Geyve	49.760	49.958	0,40	73	662	75
Hendek	84.099	85.570	1,75	91	646	132
Karapürçek	13.041	12.982	-0,45	14	142	91
Karasu	64.124	64.790	1,04	40	411	158
Kaynarca	24.255	24.138	-0,48	45	343	70
Kocaali	25.497	22.938	-10,04	35	254	90
Pamukova	29.386	29.740	1,20	33	289	103
Sapanca	41.055	42.416	3,32	29	173	245
Serdivan	139.595	147.500	5,66	25	130	1.135
Söğütlü	13.973	14.088	0,82	22	145	97
Taraklı	6.895	6.933	0,55	22	292	24

İlçe	Nüfus 2018	Nüfus 2019	Nüfus Artışı %	Mahalle Sayısı	Alanı km^2	Yoğunluk
SAKARYA	**1.010.700**	**1.029.650**	**1,87**	**667**	**4.823**	**213**

2018 yılı itibariyle Sakarya yaş bağımlılık oranı %45,3 ile Türkiye'nin (%47,4) altındadır. Bunun %31,2'si 0-14 yaş bağımlılığı iken (TR ortalama %34,2), %14'ü 65 yaş üstü vatandaşlar (TR ortalama %12,9) oluşturmaktadır.

Tablo 3-4 Sakarya İli Genel Demografik Göstergeleri Türkiye Karşılaştırması

Göstergeler (2019)	Sakarya	Türkiye
Toplam Nüfus	1.029.650 (2019)	83.154.997
Kırsal Nüfus Oranı (%)	3,3	11,5
Kentsel Nüfus Oranı (%)	96,7	88,5
0-14 Yaş Nüfus Oranı (%)	21,5	23,1
65 Yaş ve Üzeri Nüfus Oranı (%)	9,7	9,1



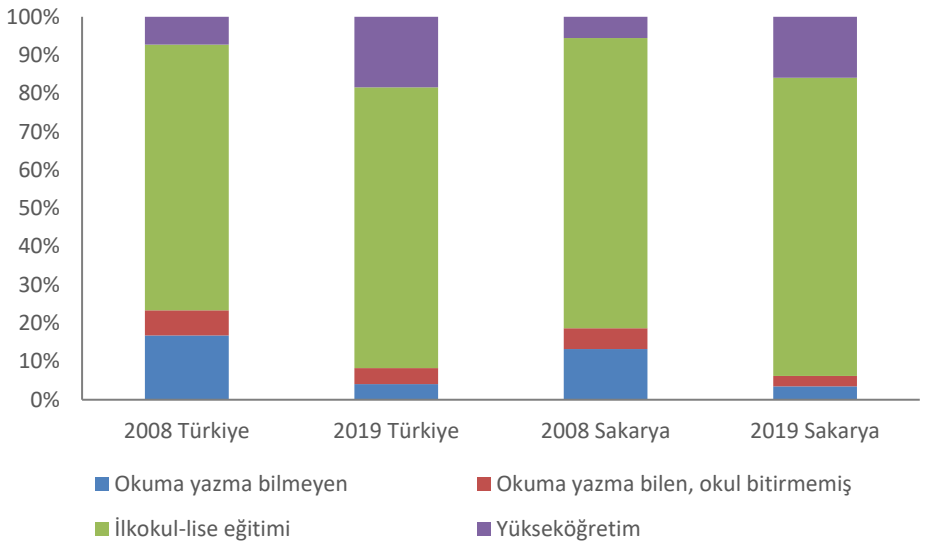
Şekil 3-3 Sakarya Nüfus Piramidi, 2020 (Adrese Dayalı Nüfus Kayıt Sistemi Sonuçları 2019, 2021

Sakarya'da çocuk bağımlılık oranı DSÖ Avrupa Bölgesi, OECD ve AB oranlarına göre yüksektir. Yaşlı bağımlılık oranı ise; AB, OECD, DSÖ Avrupa Bölgesi oranlarına göre düşüktür.

Tablo 3-5 Sakarya Bağımlılık Oranı Türkiye ve dünya ile karşılaştırma

Göstergeler	Dünya	Türkiye	Sakarya	DSÖ Avrupa Bölgesi	OECD	AB
Çocuk Bağımlılık Oranı (%)	39,2	34,1	31,2	27,8	27,5	24,0
Yaşlı Bağımlılık Oranı (%)	14,0	13,4	14,0	25,4	26,3	31,4
Toplam Bağımlılık Oranı (5)	53,2	47,5	35,2	53,2	53,8	55,4

2008 yılından bu yana Sakarya nüfusunun 15 yaş üzeri eğitim düzeyi Türkiye'deki gelişmelerle paralel olarak artış göstermiştir. 2019 yılında Türkiye yükseköğretim mezunlarının 15 yaş üstü nüfusa oranı %18 iken Sakarya'da bu oran %16'dır.

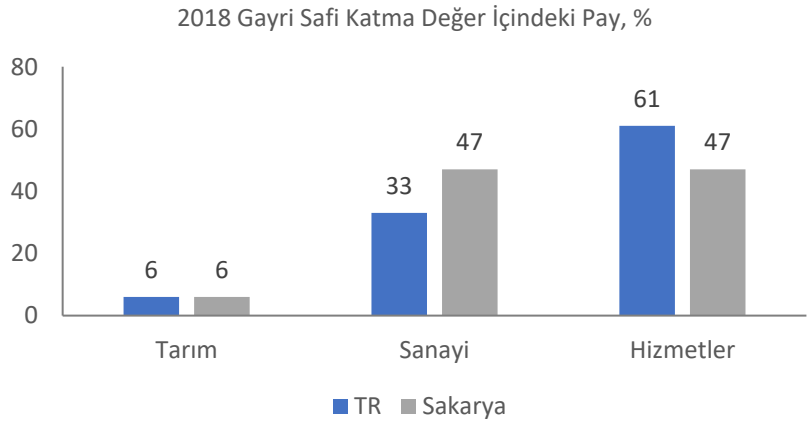


Şekil 3-4 15 yaş üzeri nüfus eğitim oranı, 2008-2019 Türkiye Sakarya kıyaslaması

Tablo 3-6 Sakarya İli Eğitim Düzeyi, 15+ (TÜİK, 2020)

Eğitim Düzeyi	Kişi Sayısı
Okuma Yazma Bilmeyen	48.960
İlköğretim, Ortaöğretim ve Lise Mezunu	615.606
Yüksekokul, Fakülte, Yüksek Lisans ve Doktora Mezunu	125.819

Sakarya ili gayri safi katma değer içinde sektörlerin payına bakıldığında kentin ekonomisinde sanayi ve hizmetler sektörünün %47 ile aşağı yukarı aynı seviyede olduğu görülmektedir. İhracat rakamlarına bakıldığında özellikle otomotiv sektörü ağırlıklı olmak üzere sanayi sektörünün %99'u oluşturduğu görülmektedir. Buna karşın tarımın payı Türkiye ortalaması ile benzer bir orana sahiptir.

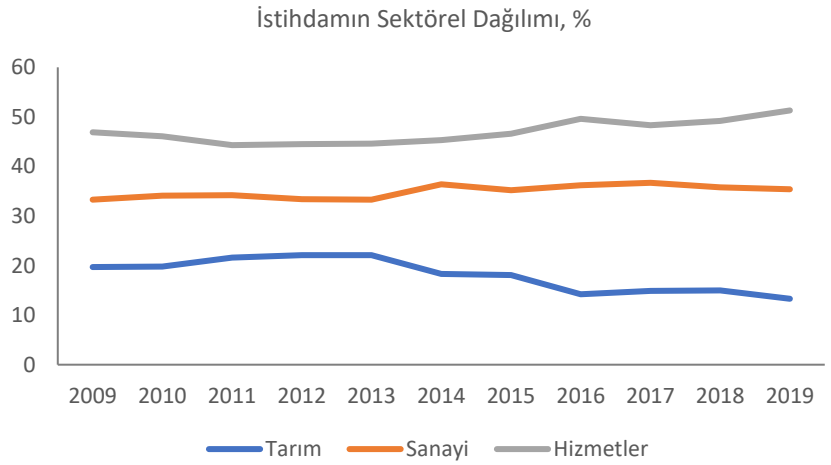


Şekil 3-5 Sakarya ili Gayri Safi Katma Değer içinde sektörlerin payı, %

Sakarya ilinin ihracat rakamlarına bakıldığında otomotiv endüstrisinin %91 ile en büyük ihracatçı olduğu görülmektedir (2019 değerleri) (TİM, 2020).

TR42 Kocaeli, Sakarya, Düzce, Bolu, Yalova Bölgesi İstihdamın sektörel dağılımına bakıldığında yine hizmetler sektörü ilk sırada (%51) yer alsa da sanayi sektörü %35 tarım %13 ile temsil edilmektedir.

İstihdama bakıldığında yine hizmetler sektörü ilk sırada (%51) yer almakta sanayi sektörü %35, tarım ise düşen bir eğilimle %13'ü oluşturmaktadır.



Şekil 3-6 TR42 Kocaeli, Sakarya, Düzce, Bolu, Yalova Bölgesi İstihdamın Sektörel Dağılımı, %

TÜİK iller bazında işgücü verilerine göre Sakarya'da istihdam oranı %49,7, işsizlik oranı %9,4 ve işgücüne katılma oranı ise %54,8'dir. Sakarya Çalışma ve İş Kurumu İl Müdürlüğünce 2019 yılında 36.625 kişilik açık iş işgücü talebi alınmış, bu talebe karşılık 27.997 kişi işe yerleştirilmiştir (Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı, 2019). Çalışanların %75'i küçük ve orta ölçekli işletmelerde çalışmaktadır.

Tablo 3-7 Çalışan sayısına göre zorunlu sigortalı sayıları, 2019

Çalışan sayısına göre	1-9	10-99	100-249	250+	Toplam
4/a Zorunlu sigortalı	52.094	60.160	21.168	46.142	**179.564**

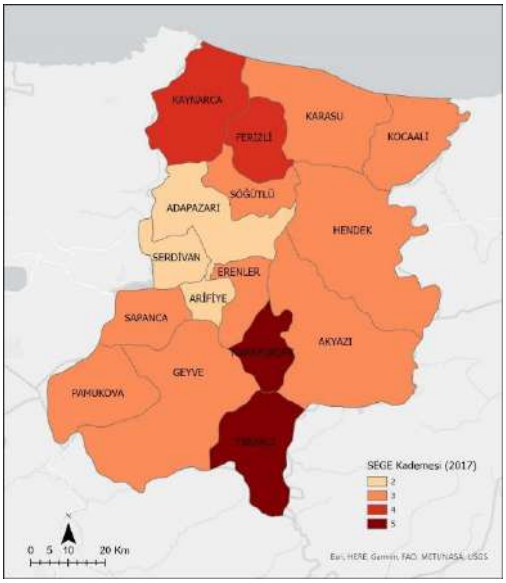
Kaynak: (SGK İstatistikleri, 2019)

İlçelerin durumuna bakıldığında merkez ilçelerin Türkiye sıralaması içinde üst sıralarda olduğu görülmektedir. Göç veren ilçeler arasında yer alan Söğütlü, Taraklı gibi ilçelerde ise skorun eksiye düştüğü görülmektedir. Bu ilçelerde yaşayan nüfusun farklı etkilere karşı daha etkilenebilir olabileceği göz önünde bulundurulmalıdır. 2010 yılından bu yanan nüfus artışının en çok görüldüğü ilçeler Erenler, Arifiye, Karasu ve Hendek ilçeleridir (%15 ve üzeri artış). Sosyo-ekonomik gelişmişlik endeksinde aşağı sıralarda yer alan ilçelerde yaşayan nüfusun farklı etkilere karşı daha etkilenebilir olabileceği göz önünde bulundurulmalıdır.

Tablo 3-8 Sakarya İlçeleri Sosyo Ekonomik Gelişmişlik Endeksi Sonuçları, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı, 2017

İlçe	Genel Sıralama	İl içindeki sıralama	Skor	Kademe
Adapazarı	74	1	1,493	2
Arifiye	140	2	0,972	2
Serdivan	216	3	0,586	2
Sapanca	231	4	0,493	3
Hendek	245	5	0,437	3
Erenler	283	6	0,295	3

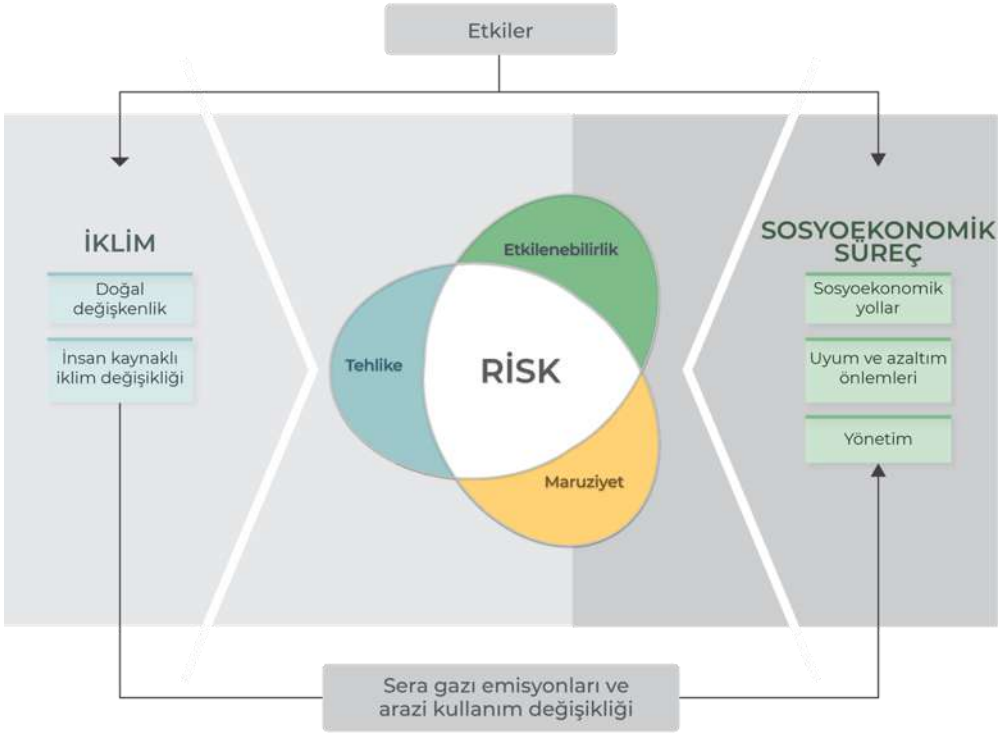
İlçe	Genel Sıralama	İl içindeki sıralama	Skor	Kademe
Karasu	306	7	0,209	3
Akyazı	325	8	0,147	3
Pamukova	335	9	0,119	3
Söğütlü	403	10	-0,054	3
Geyve	418	11	-0,087	3
Kocaali	455	12	-0,130	3
Kaynarca	478	13	-0,181	4
Ferizli	480	14	-0,196	4
Karapürçek	667	15	-0,497	5
Taraklı	689	16	-0,538	5



Şekil 3-7 Sakarya ilçeleri Sosyo-Ekonomik Gelişmişlik Endeksi sonuçları, 2017

4. ETKİLENEBİLİRLİK ve RİSK ANALİZİ METODOLOJİSİ

İklim değişikliğinin etkilerindeki nitelik ve ciddiyet iklimdeki değişikliklerin yanında aynı zamanda değişiklikten etkilenen kişinin veya sistemin etkilenebilirliğine de bağlıdır (IPCC, 2007). Etkilenebilirlik ve risk, insan kaynaklı veya doğal iklim değişkenliğinin yanı sıra sosyo-ekonomik kalkınma gibi çok çeşitli faktörlerden etkilenmektedir (Şekil 4-1; (IPCC, 2012)). Çeşitli etkilere bağlı olarak gerçekleşen değişikliklerin sonuçları, toplumsal işleyişte farklılıklara neden olabilir. Toplumsal işleyişteki farklılıkların şiddetine bağlı olarak ise çeşitli sektörler özelinde büyük hasarlar veya işlev kaybı meydana gelebilir.

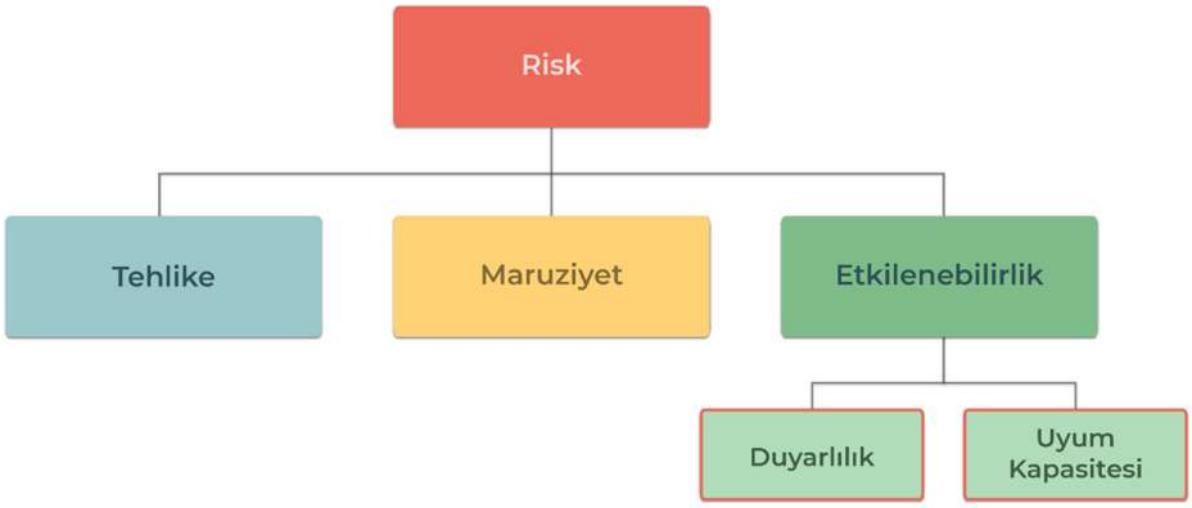


Şekil 4-1 İklim değişikliği etkileri ve Risk (IPCC, 2012)

Risk, tehlike, maruziyet ve etkilenebilirlik bileşenlerinin bir fonksiyonudur (Şekil 4-2). Etkilenebilirlik ise duyarlılık ve uyum kapasitesinin birleşmesiyle oluşur. **Risk,** değerli bir şeyin tehlikede olduğu ve kesin olmayan sonuçların potansiyelidir. İklim riski varlıkların, insanların, ekosistem veya kültür gibi değerlerin iklim etkilerine maruz kaldığı potansiyel sonuçları temsil etmektedir. Sistemler tekil iklim riskine veya birden fazla iklim riskine maruz kalabilirler (IPCC, 2014). **Tehlike** can kaybı, yaralanma veya başka sağlık sorunlarına yol açabilecek, malların zarar görmesine veya yok olmasına yol açabilecek, yapılara, geçim kaynaklarına, servis teminine, ekosisteme ve doğal kaynaklara zarar verebilecek insan kaynaklı veya doğal fiziksel olay olarak tanımlanmaktadır. Ayrıca fiziksel olayın yanında trend veya fiziksel etkinin potansiyelini de temsil etmektedir. Tehlike oluşumları iki farklı şekilde örneklendirilebilir; şiddetli yağış gibi bir **iklim olayı** ya da şiddetli yağış sonucunda meydana gelebilecek taşkın gibi doğrudan bir **fiziksel etki** olarak düşünülebilir (IPCC, 2014). **Maruziyet,** iklim değişikliğinden zarar görebilecek canlı türleri, ekosistem, toplumsal ve doğal kaynaklar, yapılar veya ekonomik, kültürel, sosyal varlıkların bütünü olarak tanımlanmaktadır. Maruziyet, açıkta, korunmasız, ya da riske açık olan elementler olarak da tanımlanabilir. Maruziyet derecesi ise sayılar, yoğunluk, oran vb. şekillerde ifade edilmektedir (IPCC, 2014).

Etkilenebilirlik, olumsuz yönde etkilenmelere olan yatkınlık olarak tanımlanmaktadır. Etkilenebilirlik, duyarlılık, zarar görmeye olan yatkınlık, başa çıkma ve uyum kapasitesine bağlı bir fonksiyondur (IPCC, 2014). Duyarlılık ve kapasite, etkilenebilirliğin iki temel unsurudur. **Duyarlılık,** bir tehlikenin sonuçlarını doğrudan etkileyen faktörler tarafından belirlenirken bir sistemin fiziksel, sosyo-ekonomik ve kültürel özellikleri içerebilmektedir. **Kapasite** ise toplumların mevcut ve gelecekteki iklim etkilerine hazırlık durumunu ve bu etkilere yanıt verme becerisini ifade etmektedir. **Başa çıkma kapasitesi**, insanların, sistemlerin, kurumların ve kuruluşların mevcut becerileri, değerleri, inançları, kaynakları ve fırsatları kullanarak kısa ve orta vadede olumsuz koşulları ele alma, yönetme ve üstesinden gelme yeteneğini ifade etmektedir. **Uyum kapasitesi** ise insanların, sistemlerin, kurum ve kuruluşların potansiyel hasara uyum sağlama, fırsatlardan yararlanma veya sonuçlara yanıt verme yeteneğini ifade etmektedir (IPCC, 2014).

Alınan önlemler ile risk tamamıyla ortadan kaldırılamadığı için duyarlılık ve maruziyetin azaltılması, uyum kapasitesinin artırılması veya riski paylaşmak gibi çeşitli yaklaşımlarla risk durumu daha iyi yönetilebilmektedir. Bu riski doğru yönetmek için sektörlere göre hazırlanan eylem planları oldukça önemlidir.



Şekil 4-2 IPCC AR5 yaklaşımına göre risk bileşenleri (IPCC, 2014)

4.1. Risk Analizi ve Adımları

Etkilenebilirlik ve risk analizleri kapsamında, uluslararası kabul görmüş literatürde en yaygın kullanılan yaklaşım ve yöntemler hakkında detaylı bilgiler daha önce Faaliyet 1.2.3 Raporu ile sunulmuştur. Bu rapor kapsamında, risk analizlerinde kullanılmak üzere belirlenen yöntem ve formüller paylaşılmıştır. Buna göre, IPCC'nin 5. Değerlendirme raporuna göre risk, tehlike, etkilenebilirlik ve maruziyetin bir fonksiyonu olarak tanımlanmaktadır (IPCC, 2014). Bu tanım aşağıdaki Denklem 1 ile ifade edilmektedir.

$$R = f(T, M, E) \quad [1]$$

Burada R riski, T tehlikeyi, E etkilenebilirliği ve M maruziyeti göstermektedir. Etkilenebilirliğin iki temel unsuru bulunmaktadır: duyarlılık (D) ve kapasite (K). "Potansiyel etkilenebilir grup" hem maruziyete açık hem de aynı zamanda iklim değişikliğine duyarlılığı olan gruplardır. Bu potansiyel etkilenebilir gruplar başa çıkma veya uyum kapasitesi olan ve olmayanlar olmak üzere ikiye ayrılırlar. Başa çıkma veya uyum kapasitesi olmayan gruplar ise iklim değişikliği etkileriyle başa çıkamayacakları için doğrudan etkilenebilir grup olmaktadırlar (Nguyen, 2015). Eğer bir bölgenin kapasitesi çok düşük ya da

yok ise, o bölgenin etkilenebilirliği çok daha yüksek olmaktadır. Bu durum bazı çalışmalarda "başetme kapasitesinin eksikliği (BKE)" olarak da adlandırılmakta ve $(1 - UK)$ şeklinde gösterilmektedir [(Das, ve diğerleri, 2020a), (Johnson, Depietri, & Breil, 2016)]. Bu nedenle etkilenebilirlik şu şekilde ifade edilebilmektedir:

$$E = D \times (1 - UK) \quad [2]$$

Böylece risk formülü son hali, tehlike, maruziyet, duyarlılık ve uyum kapasitesinin yokluğunun çarpımı ile elde edilir. Risk analizinin denklemi aşağıda Denklem 3 ile gösterilmektedir.

$$R = T \times M \times D\ (1 - UK) \quad [3]$$

İklim değişikliği kaynaklı risk hesabı için kullanılan metodoloji aşağıdaki şekilde özet olarak sunulmuştur. Buna göre çalışma kapsamında ilk olarak her sektör özelinde **ön hazırlık** yapılmıştır. Ön hazırlık aşaması risk çalışmaları için büyük önem taşımaktadır, çünkü bu adım ve ardından gelecek her adım, bu aşamada cevaplanan sorulara göre şekillenmiştir. Ön hazırlık aşamasında belirlenen ve hedeflenen sonuçlar ile analizin kapsamı belirlenmiştir.

1	Etki zincirinin oluşturulması
2	Göstergelerin belirlenmesi
3	Verilerin toplanması
4	Normalizasyon işlemi
5	Ağırlıklandırma
6	Risk hesabı
7	Normalizasyon işlemi
8	Sınıflandırma

Şekil 4-3 Risk analizinde izlenen adımlar

Ön hazırlık aşamasını takiben sektörlere göre **etki zinciri** oluşturulmuştur. Etki zinciri, risk hesabı yapılırken kullanılan sisteme etki yapan faktörlerin analitik bir şekilde belirlendiği aşamadır. Etki zinciri oluşturulduktan sonra iklim riskini ilgili bileşenlerde en iyi şekilde yansıtacak **göstergeler** belirlenmiştir. Etki zincirini oluşturan her bileşenin göstergeleri belirlendikten sonra kurum ve kaynaklardan veri talebinde bulunulmuş ve **veriler** toplanmıştır. Farklı kurum ve kaynaklardan elde edilen veriler farklı birimlere sahip oldukları veya birimsiz oldukları için önce **normalize** edilip ardından standartlaştırılmışlardır. Böylelikle birbirleriyle karşılaştırılabilir olmaları sağlanmıştır. Standartlaştırma işleminden sonra **ağırlıklandırma işlemi**ne geçilmiştir. Çalışma kapsamında risk bileşenleri için belirlenen göstergeler Temel Bileşen Analizi (PCA) ile ağırlıklandırılmıştır. Maruziyet (M), duyarlılık (D) ve uyum kapasitesi (UK) bileşenlerinin her biri için sektörel olarak seçilen göstergeler her bir bileşen özelinde PCA analizi ile ağırlıklandırıldıktan sonra kendi ağırlıkları ile çarpılarak risk bileşen değerleri elde edilmiştir (Denklem 4).

$$M, D, K = \sum_{i=1}^{n} X_i \times A_i \quad [4]$$

A_i, i'nci göstergenin ağırlık değerini, X_i ise i 'nci göstergenin kendi değerini temsil etmektedir. PCA analizi yardımıyla elde edilen maruziyet, duyarlılık ve kapasite bileşenlerinin ve sektör özelinde seçilmiş

olan tehlike değişkenlerinin normalize edilmiş değerleri risk formülüne girdi olarak verilmeden önce (Das, ve diğerleri, 2020a) ile benzer şekilde 1 ile 5 arasında **sınıflandırılmış**tır. Belirtilen sınıflandırmada kullanılan eşik değerler aşağıdaki tabloda gösterilmektedir.

Tablo 4-1 Risk ve Bileşenlerinin Kantillere Göre Sınıflandırılmasında Kullanılan Eşik Değerler ve Sınıf Karşılıkları

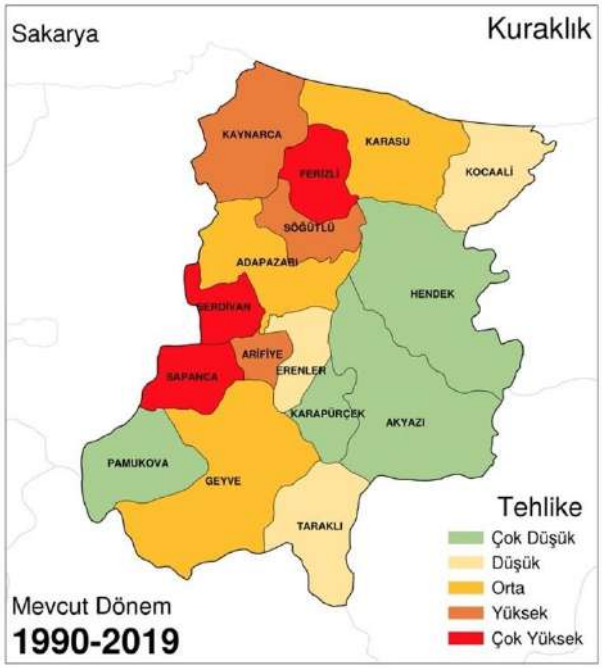
Alt Eşik (>)	Üst Eşik (<=)	Sınıf
0	0,2	Çok Düşük
0,2	0,4	Düşük
0,4	0,6	Orta
0,6	0,8	Yüksek
0,8	1	Çok Yüksek

Risk hesabı için elde edilmiş tüm bileşenler (tehlike, maruziyet, duyarlılık ve uyum kapasitesi) Denklem 3'te gösterildiği gibi birbirleriyle çarpılarak **risk hesabı** yapılmıştır. Risk analizi tamamlandıktan sonra sonuçlar tekrar **normalize** edilip **sınıflandırılmış**lardır. Risk bileşenlerinden biri olan tehlike bileşeni iklim tehlikeleri olarak belirlenmiştir. Bu çalışma kapsamındaki sektörel etkilenebilirlik ve risk analizlerinde, il ölçeğinde tüm sektörlerin en çok etkilendiği üç iklim tehlikesi olan kuraklık, şiddetli yağış ve sıcak hava dalgası analiz edilmiştir. Sektörel olarak seçilen bu tehlikeler mevcut dönem (1990-2000) ve gelecek dönem (2021-2100) periyotları için analiz edilmişlerdir. Gelecek dönem projeksiyonları için RCP4.5 ve RCP8.5 senaryoları ile elde edilen iklim tehlikeleri dört dönemde 2021-2040, 2041-2060, 2061-2080 ve 2081-2100 olarak analiz edilmiştir. Risk analizinde öncelikli kullanılmış olan iklim tehlikelerine ait detaylı bilgiler aşağıda sunulmuştur. Yapılan risk analizinde 1990-2019 mevcut dönem koşullarına göre belirlenen sektörel göstergeler ile sadece iklim tehlikelerinin projeksiyonları göz önüne alınarak 2021-2100 gelecek dönem risk analizleri yapılmıştır. Böylece iyimser ve kötümser olarak belirtilen RCP4.5 ve RCP8.5 senaryolarına göre sektörlerin gelecek dönemlerdeki riskleri belirlenmiştir.

4.1.1. Kuraklık

Etkilenebilirlik ve risk analizinde kuraklık tehlikesi için meteorolojik kuraklığı temsilen 3 aylık Standartlaştırılmış Yağış ve Evapotranspirasyon İndisi (SPEI3) hesaplanmıştır. SPEI indisi yağış değişimi ile birlikte sıcaklık değişimini de gözeten bir kuraklık indisidir. Çalışma kapsamında 1990-2019 mevcut dönem ve 2021-2100 gelecek dönem için orta seviyede kuraklık şiddetinin altında kalan aylar ve bu aylara karşılık gelen şiddet değerleri ile kuraklık yoğunluğu hesaplanmıştır. Elde edilen sonuçlara göre, mevcut dönemde kuraklık yoğunluğunun alansal dağılımı Şekil 4-4, gelecek dönem ise RCP4.5 ve RCP8.5 senaryoları için Şekil 4-5 ile gösterilmektedir.

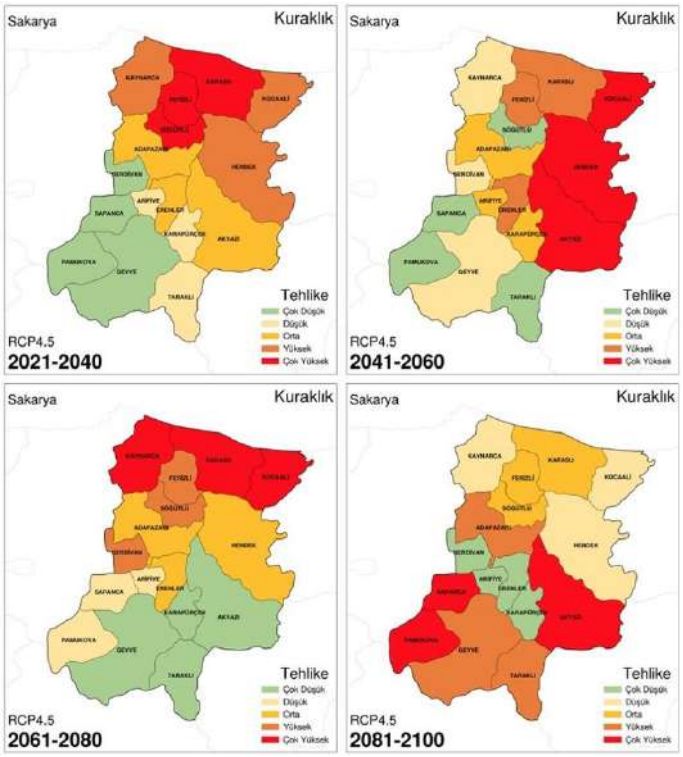
Mevcut dönem kuraklık yoğunluğu incelendiğinde, Sakarya ilinde Sapanca, Serdivan ve Ferizli ilçelerinde çok yüksek kuraklık tehlikesi olduğu görülmektedir. Kuraklık yoğunluğunun en yüksek olduğu bu ilçelerin aksine Pamukova, Karapürçek, Akyazı ve Hendek ilçelerinde diğer ilçelere göre en düşük tehlike seviyesi belirlenmiştir.



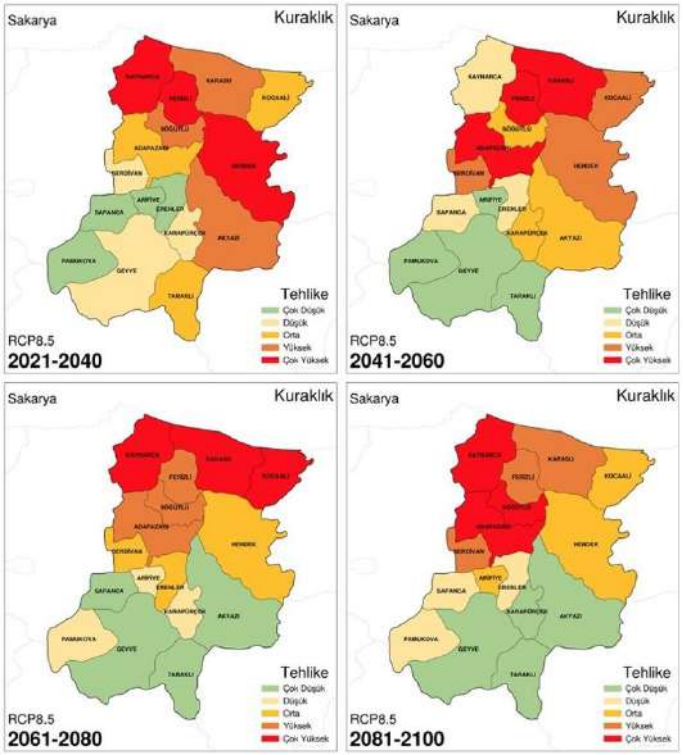
Şekil 4-4 Mevcut Dönem Meteorolojik Kuraklık Yoğunluğu Sınıflandırması

Gelecek dönemde meteorolojik kuraklık yoğunluğu RCP4.5 ve RCP8.5 senaryolarına göre yüzyıl sonuna doğru ilin kuzey ilçelerinde daha yüksek tahmin edilmektedir. Özellikle RCP8.5 senaryosuna göre Kaynarca ve Karasu ilçelerinde diğer ilçelere göre çok yüksek seviyede kuraklık tehlikesi tahmin edilmektedir. Bütün bunlara ek olarak yalnızca RCP4.5 senaryosunun son gelecek periyodunda kuraklık yoğunluğunun Sakarya'nın güneyindeki ilçelerde yüksek olabileceği öngörülmektedir.

a)



b)

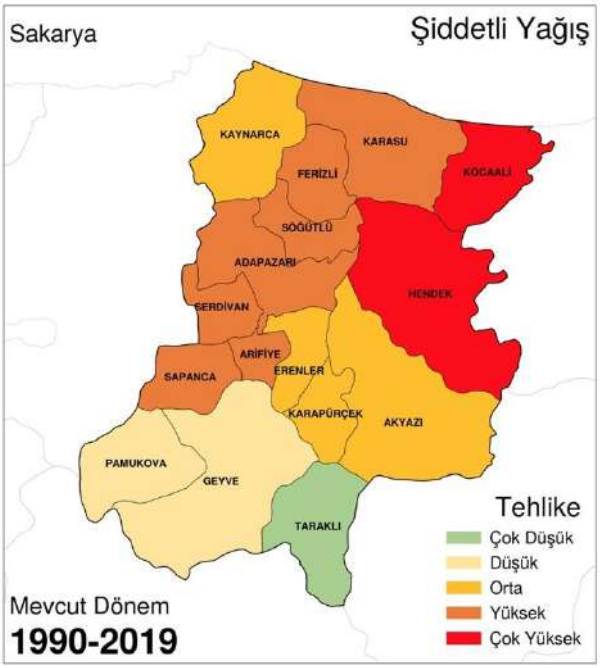


Şekil 4-5 Gelecek Dönem a) RCP4.5 Senaryosu ve b) RCP8.5 Senaryosu Meteorolojik Kuraklık Yoğunluğu Sınıflandırması

4.1.2. Şiddetli Yağış

Etkilenebilirlik ve risk analizinde şiddetli yağış tehlikesi için şiddetli yağışların toplam yağış miktarını ifade etmek üzere R95P indisi hesaplanmış olup, 95. persantil eşik değerini geçen günlerin yağış miktarlarının toplamı analiz edilmiştir. Çalışma kapsamında R95P indisinin alansal dağılımı 1990-2019 mevcut dönemi Şekil 4-6, RCP4.5 ve RCP8.5 senaryolarına göre 2021-2100 gelecek dönemi ise Şekil 4-7 ile gösterilmektedir.

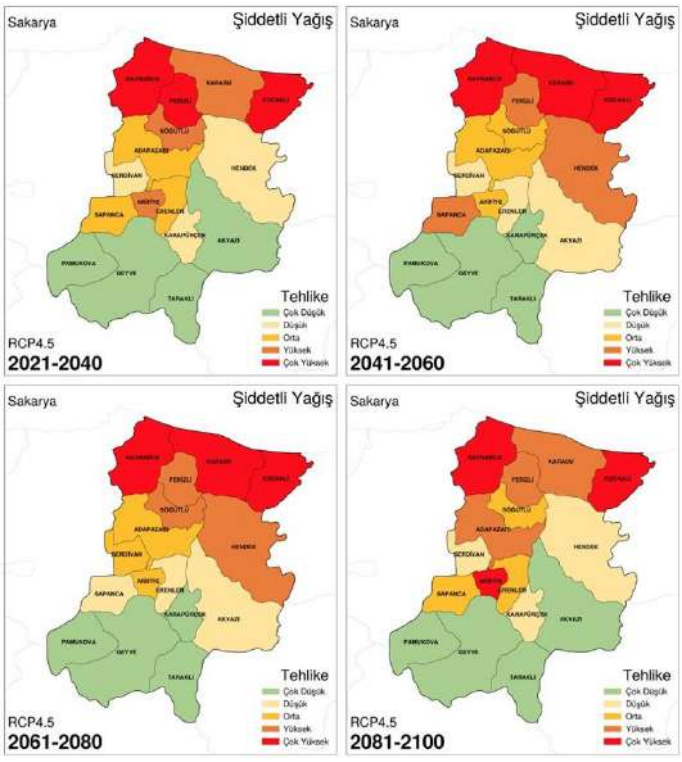
Mevcut dönem içerisindeki şiddetli yağış tehlikesi değerlendirildiğinde, ilin kuzey yarısında tehlikenin genel olarak yüksek seviyede olduğu, tehlikenin ilin kuzeydoğusunda yer alan Kocaeli ve Hendek ilçelerinde en yüksek, kuzey batısında ise yüksek seviyede olduğu belirlenmiştir. Güneye doğru tehlikenin seviyesi görece düşmektedir.



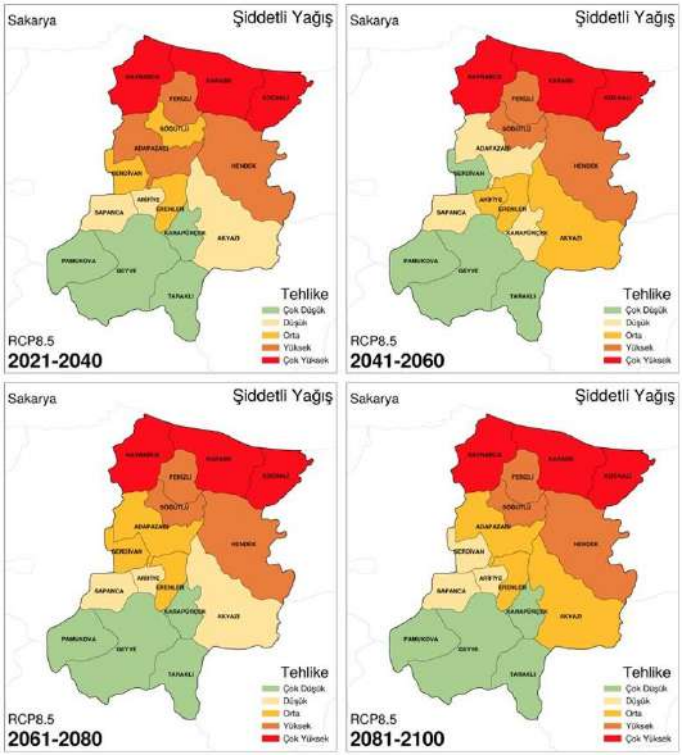
Şekil 4-6 Mevcut Dönem Şiddetli Yağış Sınıflandırması

Gelecek dönemde şiddetli yağış tehlikesinin Sakarya ilinin Karadeniz kıyısındaki ilçelerde diğer ilçelere göre çok daha yüksek seviyede olacağı öngörülmektedir. İlin kuzeyinden güneyine doğru tehlike seviyesinin düşeceği, güneybatısında görece en düşük değerleri alacağı tahmin edilmektedir.

a)



b)

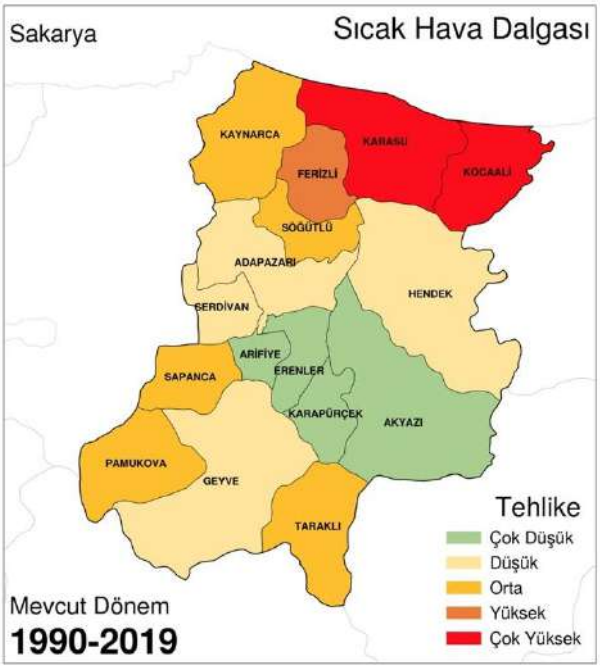


Şekil 4-7 Gelecek Dönem a) RCP4.5 Senaryosu ve b) RCP8.5 Senaryosu Şiddetli Yağış Sınıflandırması

4.1.3. Sıcak Hava Dalgası

Etkilenebilirlik ve risk analizinde sıcak hava dalgası tehlikesi için Sıcak Hava Dalga Frekansı İndisi (HWF) hesaplanmış olup, referans dönemi için elde edilen günlük maksimum sıcaklıkların 90. persantil eşik değerlerine göre gelecek dönem frekansı analiz edilmiştir. HWF ortalamasının alansal dağılımı 1990-2019 mevcut dönemi Şekil 4-8, RCP4.5 ve RCP8.5 senaryolarına göre 2021-2100 gelecek dönemi ise Şekil 4-9 ile verilmiştir.

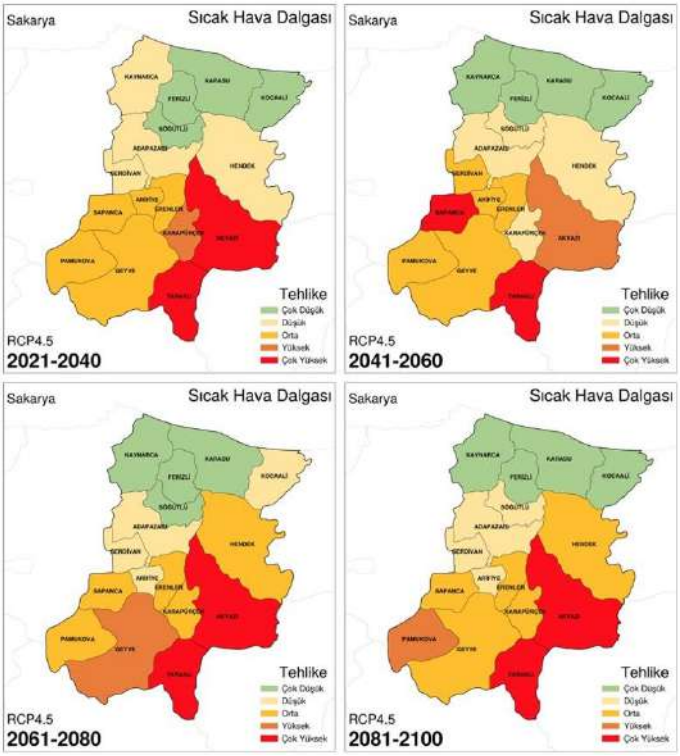
Mevcut dönemde Sakarya ilinin özellikle kuzey ve batı yakasında sıcak hava dalgası tehlikesi diğer ilçelere göre daha yüksek seviyede olduğu görülmektedir. Genel olarak ilin doğusuna doğru sıcak hava dalgası frekansının daha düşük olduğu belirlenmiştir.



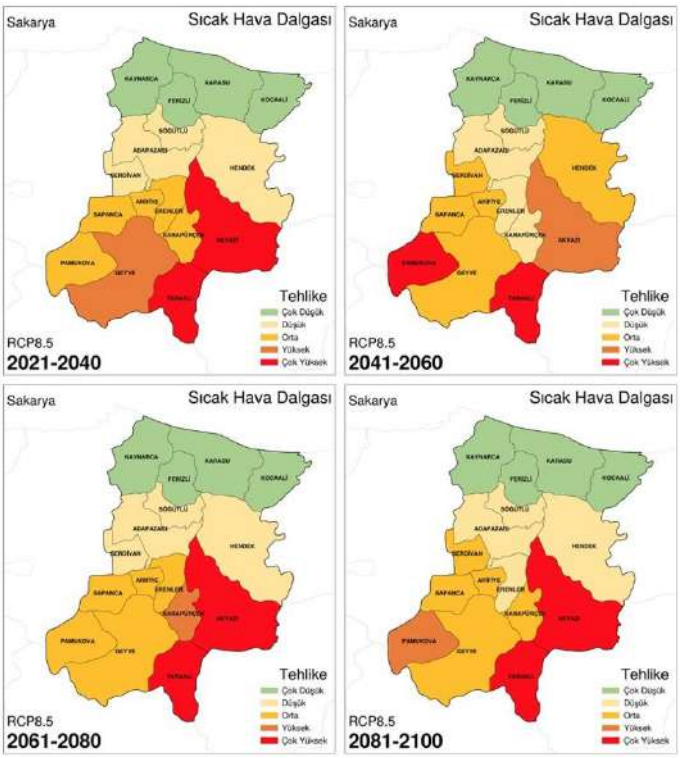
Şekil 4-8 Mevcut Dönem Sıcak Hava Dalga Frekansı Sınıflandırması

Gelecek dönem tehlike durumu değerlendirildiğinde, her iki senaryo için de sıcaklık artışlarına paralel olarak sıcak hava dalga olaylarının frekansında artış öngörülmektedir. Genel olarak gelecek dönemde Sakarya ilinin kuzeyinde sıcak hava dalgası tehlikesinin daha düşük, güney ve özellikle güneydoğusuna doğru ise görece daha yüksek seviyede olacağı tahmin edilmektedir.

a)



b)



Şekil 4-9 Gelecek Dönem a) RCP4.5 Senaryosu ve b) RCP8.5 Senaryosu Sıcak Hava Dalga Frekansı Sınıflandırması

4.2. Temel Bileşen Analizi (PCA)

Temel bileşen analizi (PCA), büyük veri setlerinde kullanılan ve yorumlanması zor bir yöntemdir. PCA yöntemi kullanılarak büyük veri setlerinin en az bilgi kaybı ile çok boyutluluğu azaltılırken yorumlanabilirliği artmaktadır. Yorumlanabilirliğin artması, en yüksek varyansı verecek yeni bileşenler oluşturarak sağlanmaktadır. Elde edilen yeni bileşenlere “temel bileşenler” adı verilmektedir. Temel bileşenler, eldeki veri setinin öz vektör ve öz değerleri hesaplanarak elde edilmektedir. PCA yöntemi, hesaplanan bu değerlerin her bir veri seti için yeniden hesaplanması gerektiğinden, her farklı çalışmada özgün bir veri analiz yöntemi olarak kullanılmaktadır (Jolliffe & Cadima, 2016).

İklim etkileri ve iklim değişikliğinin sektörel risklerini belirlemek için yapılan önemli birçok çalışmada risk bileşenlerine veya bileşen göstergelerine ağırlık tanımlamak için PCA yöntemi kullanılmaktadır. Örneğin, Hırvatistan’da yapılan çalışmada on adet meteorolojik parametre ile karasal kesim (Osijek) ve kıyı kesimde (Dubrovnik) bulunan istasyon verilerinden hesaplanan ekstrem iklim indisleri ve PCA yöntemi kullanılarak iklim değişikliği etkilerinin derecesini belirlenmiştir (Tadić, Bonacci, & Brleković, 2019). Das ve diğerleri tarafından yapılan bir başka çalışmada, etkilenebilirlik ve risk analizlerinde PCA yöntemi, büyük veri setinde boyut küçülterek en anlamlı sonucu çıkarmaya yaradığı için tercih edilmiştir (Das, ve diğerleri, 2020a).

İsviçre Kalkınma ve İş Birliği Ajansı (SDC) ile Hindistan Bilim ve Teknoloji Departmanının yaptığı ortak bir çalışma olan "İklim Etkilenebilirliği ve Risk Değerlendirmesi: Çerçeve, Metotlar ve Kılavuz" raporunda PCA metodunun ağırlıklandırma için kullanılması tavsiye edilmiş ve bu metodun nasıl uygulanabileceği hakkında bilgilendirme verilmiştir (Sharma, ve diğerleri, 2019).

Meksika için yapılan "İklim Değişikliğine Bağlı Olaylar İçin Yönetimsel Etkilenebilirlik" çalışmasında da PCA yönteminin özellikle iklime bağlı etkilenebilirlik için kullanılabileceği ve PCA metodunun karmaşık iç ilişkilere sahip sosyo-ekonomik, iklim, afet, tarımsal boyutları olan veriler için uygun bir yöntem olduğu belirtilmiştir. Bu tarz karmaşık veri setlerinin tek bileşene indirgenmesinin risk sınıflandırması için kolaylık sağladığı belirtilmiştir (Borga-Vega & de la Fuente, 2013).

Verimlilik üzerine yapılan bir çalışmada, PCA analizinin sanayi, üniversite, hastane, şehir vb. birimler tarafından gelen orijinal verinin öz vektör ve öz değerleri kullanılarak sıralanması ile boyutunun küçültülmesi ve ağırlıklandırma ile karar verme analizinde kullanıldığı belirtilmiştir (Qu, 2012).

Çalışma kapsamında kullanılan PCA yöntemi şu şekilde özetlenebilir; n-sayıdaki öğe için p-sayıda sayısal değişken içeren bir veri seti düşünüldüğünde, bu veri setinden $n \times p$ bir matris, X elde edilmektedir. Bu analizde X'in sütunları arası maksimum varyansı veren bir lineer kombinasyon aranmaktadır. Bu lineer kombinasyon Denklem 5 ile formülle elde edilmektedir:

$$\sum_{j=1}^{p} a_j X_j = X_a \qquad [5]$$

Bu denklemde a, sabit değerler vektörünü temsil etmektedir. Sonraki adımda ise yukarıda gösterilen lineer kombinasyonun varyansı hesaplanmaktadır (Denklem 6).

$$var(X_a) = a'Sa \qquad [6]$$

Denklem 6'da belirtilen S, kovaryans matrisidir. $a'Sa - \lambda(a'a - 1)$ eşitsizliği maksimize edildiği durumda a ve λ, S matrisinin öz vektör ve öz değerlerini vermektedirler. Elde edilen yeni bir temel bileşenin başarısı, tüm verinin toplan varyansının ne kadarını temsil ettiği ile ölçülmektedir. Bir temel bileşenin veri setini yorumlamak için kullanabilmesi için bileşenin %70 ve daha fazlasının varyansı temsil ediyor olması gerekmektedir (Jolliffe & Cadima, 2016).

KAYNAKÇA: BÖLÜM (1-4)

Borga-Vega, C., & de la Fuente, A. (2013). Municipal Vulnerability to Climate Change and Climate-Related Events in Mexico. Mexico: The World Bank.

ÇŞİDB. (2020). Türkiye 6. Çevre Durum Raporu, 2020 Ankara: Çevre Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı.TÜİK. (2020). Eğitim Verileri 2019. Ankara: Türkiye İstatistik Kurumu.

Das, S., Ghosh, A., Hazra, S., Ghosha, T., Safra de Campos, R., & Samanta, S. (2020a). Linking IPCC AR4 & AR5 frameworks for assessing vulnerability and risk to climate change in the Indian Bengal Delta. Progress in Disaster Science, 7, 100110. doi:10.1016/j.pdisas.2

IPCC. (2007). IPCC Fourth Assessment Report: Climate Change 2007. Geneva: Intergovernmental Panel on Climate Change.

IPCC. (2012). Managing the Risk of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation. Geneva: Intergovernmental Panel on Climate Change.

IPCC. (2014). Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge and New York: Cambridge University Press. http://www.ipcc.ch/report/ar5/wg2/ adresinden alındı

IPCC. (2014). IPCC Fifth Assessment Report: Climate Change 2014. Geneva: Intergovernmental Panel on Climate Change.

Johnson, K., Depietri, Y., & Breil, M. (2016). Multi-hazard risk assessment of two Hong Kong districts. International Journal of Disaster Risk Reduction, 19, 311–323.

Jolliffe, I., & Cadima, J. (2016). Principal component analysis: a review and recent developments. Phil. Trans. R. Soc. A, 374:20150202.

Meteoroloji Genel Müdürlüğü. (2022). T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı Meteoroloji Genel Müdürlüğü. Resmi İstatistikler: https://mgm.gov.tr/veridegerlendirme/il-ve-ilceler-istatistik.aspx?k=A adresinden alındı

MPI. (2017). Max-Plank-Institut für Meterologie: https://www.mpimet.mpg.de/en/science/models/mpi-esm/ adresinden alındı

Muñoz-Sabater, J., Dutra, E., Agustí-Panareda, A., Albergel, C., Arduini, G., Balsamo, G., . . . Rodrígu, J. (2021). ERA5-Land: a state-of-art global reanalysis dataset for land applications. 13(9).

Nguyen, C. (2015). Development and application of a social vulnerability index at the local scale. Melbourne: RMIT University. https://cutt.ly/CvA1qnP adresinden alındı

Qu, Q. (2012). Determination of Weights for the Ultimate Cross Efficiency: A Use of Principal Component Analysis Technique. JSW, 7(10), 2177-2181.

Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı. (2017). İllerin ve Bölgelerin Sosyo-Ekonomik Gelişmişlik Sıralaması Araştırması. Ankara.

Sharma, J., Murthy, I., Esteves, T., Negi, P., Sushma, S., Dasgupta, S., . . . Ravindranath, N. H. (2019). Climate Vulnerability and Risk Assessment: Framework, Methods and Guidelines. Department of Science and Technology Ministry of Science & Technology Government of India.

Strateji Bütçe Başkanlığı. (2020). Tarım ve Gıda Göstergeleri. Ankara.

Tadić, L., Bonacci, O., & Brleković, T. (2019). An example of principal component analysis application on climate change assessment. Theoretical and Applied Climatology. doi:https://doi.org/10.1007/s00704-019-02887-9

Tarım Orman Çalışanları Birliği Sendikası. (2019). Rakamlarla Tarım Sektörü. TOÇBİR.

Tarım ve Orman Bakanlığı. (2021). Bitkisel Üretim Verileri. Ankara.

TÜİK Haber Bülteni. (2021). İstatistiklerle Yaşlılar Sayı 37227 18 Mart. Ankara: TÜİK.

TÜİK, 2014-2019. (erişim 2021). İl Bazında Gayri Safi Yurtiçi Hasıla İstatisitklerl. TUİK.

TÜİK. (2019). Ekonomik faaliyet ve büyüklük grubuna göre temel göstergeler. Ankara: TÜİK.

TÜİK. (2020). Adrese Dayalı Nüfus Kayıt Sistemi Sonuçları 2019. Ankara: Türkiye İstatistik Kurumu.

TÜİK. (2020). İşgücü İstatistikleri. Ankara: TÜİK.

TÜİK. (2020b). İşteki duruma ve ekonomik faaliyete göre istihdam edilenler. Ankara: Türkiye İstatistik Kurumu.

TÜİK. (Ocak 2020). İşgücü istatistikleri. Ocak 2020 Ankara: Türkiye İstatistik Kurumu.

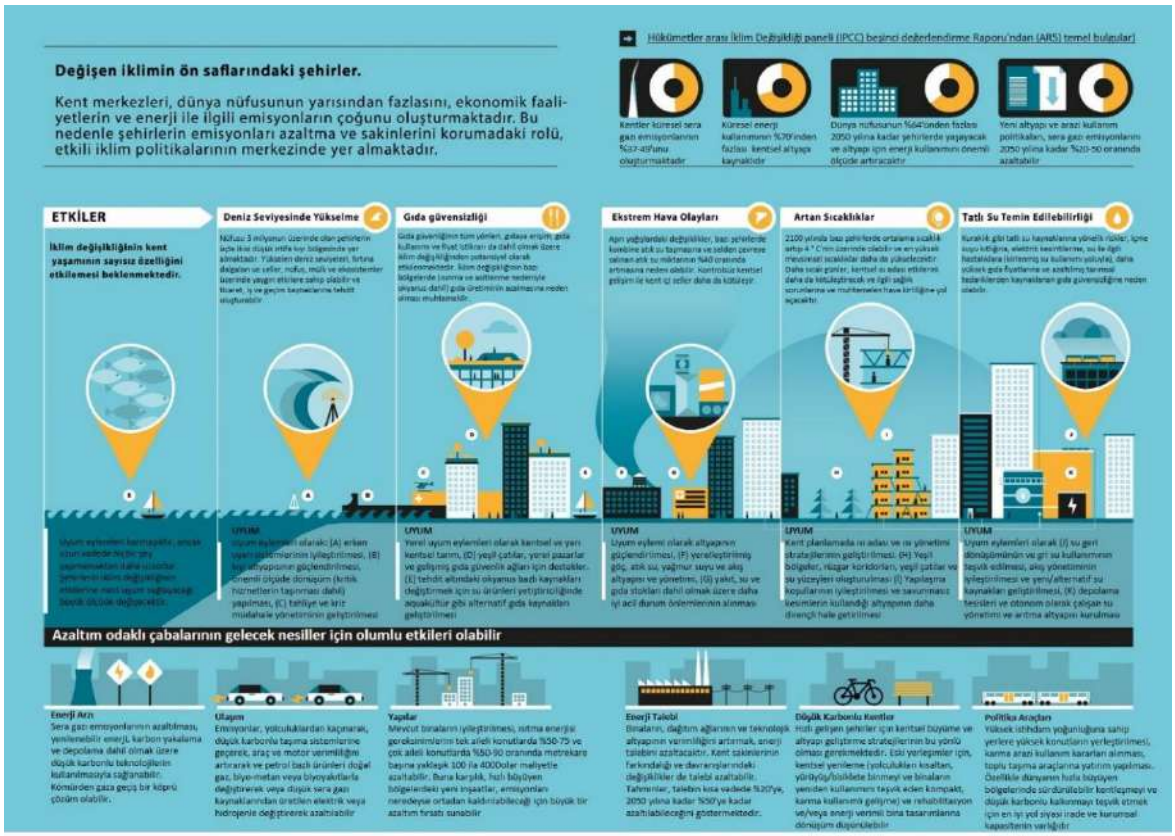


KENT

iklime uyum

5. KENTSEL PLANLAMA VE ALTYAPI

Sakarya ili ve ilçelerinin kentsel yerleşik alanlarının iklim değişikliği bağlamında değerlendirilmesi için öncelikle hangi iklim tehlikeleri bağlamında hangi kentsel sektörlerin etki altında olduğu konusunun netleştirilmesi gerekmektedir. IPCC beşinci değerlendirme raporunda kentler, iklim değişikliği kaynaklı artan sıcaklıklar, ekstrem hava olayları, yağış miktarındaki değişkenlik, deniz seviyesinde yükselme, gıda güvensizliği ve içme suyu temin edilebilirliği konularında yüksek risk altında yerler olarak ele alınmaktadır (Şekil 5-1) (Ölüm ve Ölüm Nedeni İstatistikleri 2019, 2020). Ayrıca IPCC 1,5°C raporunda küresel ortalama sıcaklık artışının yüksek sıcaklık stresine maruz kalacak şehir sayısının iki katına çıkaracağı ve 2050 yılında 350 milyon kişinin daha şiddetli sıcak hava dalgalarından etkileneceği öngörülmektedir (IPCC, 2018). Raporda vurgulanan bir diğer önemli konu, 2°C'lik bir ısınma meydana geldiğinde kıyıların %90'ından fazlasının 0,2 metreden daha büyük bir deniz seviyesi yükselmesi ile karşı karşıya kalacağıdır.



Şekil 5-1 Şehirler ve Beklenen Etkiler[2]

Kentler sahip oldukları sosyo-ekonomik ve çevresel koşullar nedeniyle iklim değişikliğinin etkilerini en fazla hisseden ve zarar gören yerler olmaktadır (Kaya, 2018). Etkilerin fazla hissedildiği bu süreçte, su, enerji, kanalizasyon, ulaşım, iletişim ve hizmet gibi kentsel altyapıların iklim değişikliğinden doğrudan etkilendiği görülmektedir. Etkinin düzeyinde belirleyici olan ise arazi kullanım değişimleri, artan geçirimsiz yüzeyler ve azalan yeşil alanlardır. Kentleşme pratiklerine bağlı olarak ortaya çıkan yapı üzerinde, sıcaklık stresi, şiddetli yağışlar, sel, toprak kayması, hava kirliliği, kuraklık, su kıtlığı, deniz seviyesinin yükselmesi, fırtınalar ve dolu gibi iklim tehlikeleri farklı etkiler yaratmaktadır. Dolayısıyla

[2] https://www.cisl.cam.ac.uk/business-action/low-carbon-transformation/ipcc-climate-science-business-briefings/cities

kentlerin karakteristikleri, iklim değişikliği etkilenebilirlik analizinde ve uyum konusunda önemli rol oynamaktadır (Krellenberg & Turhan, İklim değişikliğine yerel düzeyde nasıl yanıt verilmelidir? Türkiye Kentleri için Bir Kilavuz , 2017). Kentlerde yapılı ortamlar artıp, ekosistemler ve gıda üretim alanları gibi tampon görevi görebilecek arazi miktarları azaldığında, uyum ve başa çıkabilme yetenekleri azalmaktadır. Yapılan çalışmalar, iklim değişikliğinin kentlerimizde sıcaklık artışı, sıcak hava dalgaları, seller, su kıtlığı, kuraklık ve deniz seviyesinde yükselme gibi tehlikelere yol açacağını göstermektedir (Balaban, Climate change and cities: A review on the impacts and policy responses, 2012). Söz konusu tehlikelerin şiddeti, etkisi ve niteliği kentlere göre değişse de yarattığı sonuçlar hayati nitelikte olmaktadır.

İklim değişikliği kaynaklı olarak beklenen iklim olaylarının kentsel alanlarda yaratacağı tehlikeler çok çeşitlendirilebilmektedir (Tablo 5-1). Etkilerin şiddeti ve vereceği zarar da kentlerin karakteristikleri ile bağlantı olarak değişkenlik gösterecektir.

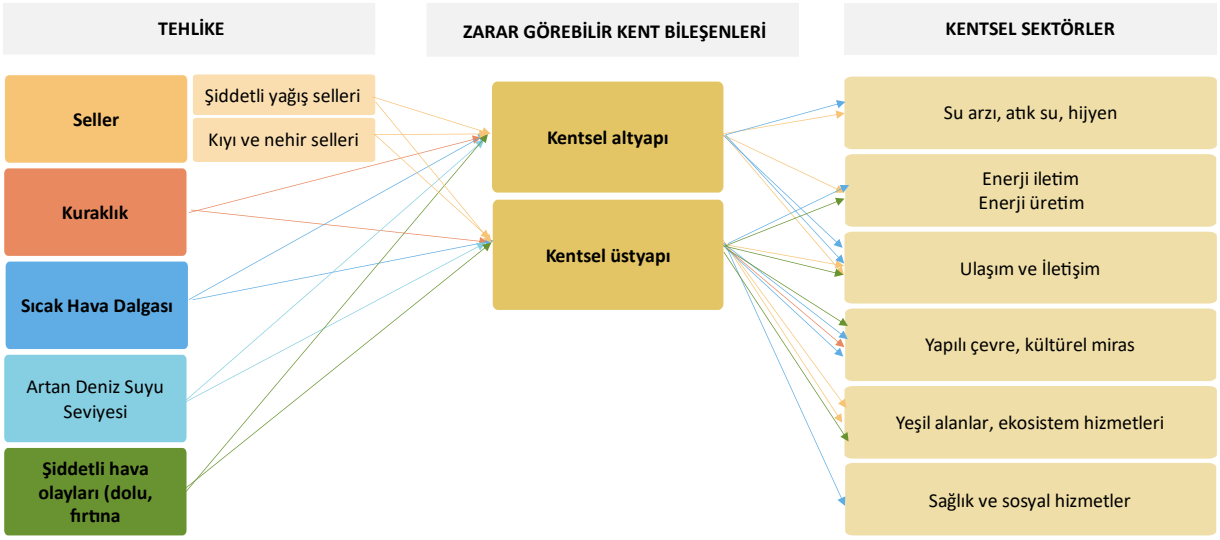
Tablo 5-1: İklim Değişikliği Kaynaklı Beklenen İklim Olayları ve Kentler Üzerindeki Etkileri (Peker & Aydın, Değişen İklimde Kentler: Yerel Yönetimler için Azaltım ve Uyum Politikaları, 2019)

İklim olayı	Gerçekleşme Olasılığı	Kentsel alanlarda beklenen etkiler
*Daha sıcak ve daha az sayıda soğuk gün ve gece *Daha sıcak ve daha çok sayıda sıcak gün ve gece	Çok yüksek olasılık	*Isınma amaçlı enerji talebinin azalması *Soğutma amaçlı enerji talebinin artması *Hava kalitesinde düşüş *Kar ve buzlanma nedeniyle ulaşım kesintilerinin azalması *Kış turizmi üzerinde etkiler
Sıcak hava dalgalarının daha sık görülmesi	Çok yüksek olasılık	*Klima erişimi olmayan insanların yaşam kalitelerinde düşüş *Yaşlılar, bebekler, çocuklar ve yoksullar üzerinde olumsuz etkiler
Aşırı yağışların daha sık görülmesi	Çok yüksek olasılık	*Yerleşimlerin, ticaretin, ulaşımın ve toplumun olumsuz etkilenmesi *Kentsel altyapı üzerinde yoğun baskı *Mal kaybında artış
Kuraklıktan etkilenen alan miktarında artış	Olası	*Haneler, sanayi ve hizmet sektörü için su kıtlığı *Hidroelektrik üretimi kapasitesinde düşüş *Kitlesel göç potansiyeli
Şiddetli fırtınaların daha sık görülmesi	Olası	*Güçlü rüzgarlar nedeniyle oluşacak hasarlar *Su temin altyapısında oluşacak hasarlar *Kitlesel göç potansiyeli *Sigorta şirketlerinin riskli bölgeleri sigortalamaları
Deniz seviyesinde yükselme	Olası	*Kıyı alanlarında su baskını *Deniz suyu nedeniyle tatlı su kaynaklarının tehlikeye girmesi *Kitlesel göç potansiyeli

Kentler üzerinde beklenen etkiler, kentlerin ekonomik, sosyal ve fiziksel karakteristikleriyle ilişkili olarak değişkenlik gösterebilmekte ve her kent için tabloda belirtilen bazı stratejik konuları da ön plana çıkarmaktadır. Bu konular kentlerimizin iklim değişikliğine uyum eylemleri içinde belirleyici olan konulardır. İklim değişikliğinin mevcut ve öngörülen etkileri, kentleri bir bütün olarak etkilemektedir, ancak bazı kentsel sektörlerin daha yüksek kırılganlıkları veya daha düşük uyum kapasiteleri nedeniyle daha fazla etkilenmesi muhtemeldir. Belirli bir sektörün iklim değişikliği etkilerine uyum sağlama ve bunlarla başa çıkma yeteneği, zenginlik, teknoloji, bilgi, beceri, altyapı, kurumlar, eşitlik, güçlendirme ve riski yayma yeteneğinin bir işlevidir. Hassas sektörleri belirlemekte, uyum çabalarına öncelik vermek

ve odaklanmak için önemlidir. İklim değişikliği bir kenti bütün olarak etkiler, ancak bazı kentsel sektörler bazı iklim tehlikelerine karşı diğerlerinden daha savunmasızdır. Ayrıca bazı iklim tehlikeleri birçok kentsel sektörü aynı anda etkileyebilmektedir. Örneğin, sıcak hava dalgaları, sağlığa yönelik en büyük iklim tehditlerinden biridir ancak artan su ve enerji tüketimi nedeniyle su ve güç kaynakları için de zorluklar yaratabilmektedir. Bu nedenle, kentlerde kontrol edilmesi gereken potansiyel olarak savunmasız sektörler ve faaliyetler şu şekildedir: Sanayi, Halk sağlığı ve Sosyal Refah, Yeşil ve Mavi Altyapı, Enerji, Ulaşım, Su, Biyoçeşitlilik ve Turizm. Tüm sektörler çalışma kapsamında ayrı ayrı ele alındığından bu çalışmada sadece kentsel yerleşik alanlar üzerinden bir değerlendirme yapılmıştır.

Kentlerin yerleşik alanlarının iklim değişikliğinden etkilenebilirliğinde, altyapı ve üstyapıya ait unsurlar ve bu unsurların farklı nitelikleri önem kazanmaktadır. Bu ikili yapının özellikleri kentlerin etkilenebilirliğinde belirleyicidir. Şekil 5-2'de görüldüğü gibi üstyapıya ilişkin olarak enerji üretim sahaları, kentsel yapılı çevre ve kent formu, yapı düzenleri, yeşil alanlar, sağlık altyapısı ve ulaşım sistemi, iklim değişikliğinden çeşitli düzeylerde etkilenmektedir. Altyapıda ise su altyapısı, enerji iletim altyapısı, ulaşım ve iletişim altyapıları öne çıkan başlıklardır.



Şekil 5-2. İklim Değişikliğinden Etkilenebilirlikte Kentsel Bileşenler (Çalışma kapsamında üretilmiştir)

Üstyapıyla ilgili olarak en geniş kapsamlı konu **kentin formuyla** ilgilidir. Kentin formu yerel iklim koşullarından (hâkim rüzgâr yönü, güneş ışınımı) faydalanma derecesini, kent içi ulaşım ağını ve altyapı ağlarını etkilemektedir. Kentin formunun yanı sıra, mahalle dokularını yansıtan **yapı düzenleride** enerji tüketim şeklini ortaya koymaktadır. Kentlerde son yıllarda gözlemlenen saçaklanan kent formları ve ayrık nizam çok katlı yapı blokları, taşıta bağlı yaşam biçimlerini desteklemekte ve etkilenebilirliği artırmaktadır. Yapılı çevrenin etkilenebilirlikle ilişkili bir başka önemli öğesi kentin o bölgelerinde bulunan **yapı ve yaşayan nüfus yoğunluğudur**. Çok yoğun olan kentsel alanların iklim tehlikelerinden etkilenme olasılığı artmaktadır. Yapılı çevreyle ilgili bir diğer faktör kullanılan yapı malzemeleridir. Yapı ölçeğinde, binanın yüzey yansıtıcılığını arttıracak malzeme seçimi, çatılar ve cephelerde kullanılan malzemeler, kentsel alanlarda ısı oluşumuna olumlu veya olumsuz yönde büyük bir katkı yapmaktadır. Dünyada öne çıkan nefes alan cephe, yeşil cephe ve yeşil çatı gibi yapı bazlı uygulamalar tüketilecek enerji miktarlarını azaltan, yeşil alan miktarını artıran ve etkilenebilirliği düşüren çözümlerdendir. Ancak her çözümün her yerde uygun olmayacağı ve yerel koşullara göre hareket edilmesi gerektiği bilinmelidir.

Kentsel altyapı ve üstyapıyı ilgilendiren **ulaşım sistemi** iklim değişikliğinden etkilenebilirliği yüksek olan bir diğer kentsel konu başlığıdır. Motorize taşıt odaklı olan ve uzun mesafe yolculukları teşvik eden kent

ulaşım ağları, bir yandan karbon emisyonunu artırırken diğer taraftan sel, kuraklık ve sıcak hava dalgası gibi iklim tehlikeleri karşısında zarar görmektedir. Yaygın ve otomobil ağırlıklı kentsel gelişme modeline bağlı olarak karayolu ağı için ayrılan alanlardaki artışlar ısı adası, kirli hava ve kent içi seller gibi negatif etkileri artırmaktadır. Arazi kullanım kararlarını ve kitlesel ulaşım formlarını birleştiren daha kompakt kent formları, bu negatif etkileri azaltmada önemli bir role sahip olacaktır.

Kentsel alanlardaki **mavi ve yeşil altyapıların** miktarı, kurgusu ve tasarımı, etkilenebilirliğin düzeyinde belirleyici bir diğer faktördür. Kentlerdeki yeşil alanlar, gölgeleme ve gelişmiş evapotranspirasyon yoluyla soğutma sağlamakta ve birçok şehirde yaşanan ısı adası etkisini azaltıcı etkiye sahip olmaktadır. İklim değişikliğinden kentsel yeşil alanların etkilenebilirlikleri de, su kıtlığı ve kuraklık yaşandığı durumlarda yüksek düzeyde olmaktadır. Yeşil alanların kısıtlı olması durumu, kentsel ısı adası etkisini artırmakta ve yaşam kalitesini tehdit etmektedir. Mavi altyapıyla ilgili olarak Türkiye kentlerinde izlenen uygulama, kent içi dere hatlarının kapatılması şeklindedir ve bu durum sıcak hava dalgası ve ısı adası etkisi gibi olumsuzlukların kentsel alanlarda yoğunlaşmasına neden olmaktadır. Diğer taraftan kentlerde iklim değişikliğinin su ile ilişkili etkileri, şiddetli kuraklık veya şiddetli yağışa maruz kalmanın sonucu olarak görülmektedir. Kentsel alanların sudan yoksun kalması veya fazla suya maruz kalması farklı uyum stratejilerini gerektirmektedir. Örneğin, metrekare başına düşen yağış miktarları artan bir iklim kuşağında, farklı kademelerde (çatı, teras, zemin vb.) yağmur suyu toplama, depolama, arıtma ve kullanma sistemleri ile su kaynağı yaratmak etkin bir uyum stratejisi olmaktadır (Brown & Mijic, 2021; Hu & Li, 2020).

Kısaca ifade edildiğinde iklim değişikliğinin kentsel alanlar üzerindeki başlıca etkileri -şiddetli hava olayları ve su baskınları, -sıcak hava dalgaları ve daha yüksek sıcaklıklar, -hava kirliliği ve düşük hava kalitesi, su kıtlığı ve kirliliği, ve deniz seviyelerinde ve fırtınalarda artıştır (Balaban, Climate change and cities: A review on the impacts and policy responses, 2012). Bu etkiler kentlerin formu, yoğunluk dağılımı, mavi ve yeşil atyapı olarak ifade ettiğimiz doğal yüzeyler miktarı gibi özelliklerine bağlı olarak farklı şehirlerde değişen düzeylerde gözlemlenebilmektedir.

Türkiyede iklim değişikliğine uyum eyleminin güçlendirilmesi projesi kapsamında çalışılan pilot illerden birisi olan Sakarya için, kentsel yerleşimler konusunda değerlendirme yapılırken, kent merkezi ile ilçe merkezlerini ayrı ayrı ele almak daha doğru sonuçlar vermektedir çünkü Sakarya kent merkezinin ölçek, yoğunluk, yapılaşma biçimi ve büyüme hızı gibi dinamikleri ilçelere göre oldukça farklılık arz etmektedir. Bu nedenle yapılan değerlendirmeler iki bölümde toplanmıştır. Birinci bölümde merkez ilçeler Adapazarı, Serdivan, Arifiye ve Erenler, ikinci bölümde ise diğer ilçelerin merkezi yerleşik alanları değerlendirilmiştir. Merkez ilçeler için kentsel yerleşik alanlarda gözlemlenen arazi kullanımları, bunların dağılımı ve doku analizleri ele alınmıştır. Diğer ilçeler için ise mevcut gelişme eğilimleri dışında, yerleşik alanları ilgilendiren planlama kararları değerlendirilmiştir. Bölge planı, çevre düzeni planı (Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, 2021), nazım imar planı (Sakarya Büyükşehir Belediyesi, 2021) ve uygulama imar planı (Sakarya Büyükşehir Belediyesi, 2021) verileri üzerinde, kalkınma senaryoları, kentsel gelişme alanları, yeşil alanlar, kentsel sosyal ve teknik altyapı alanları ile ulaşım sistemi gibi öneriler iklim değişikliği bağlamında ele alınmıştır. Yapılan değerlendirmelerde eski ve yeni uydu görüntüleri, İmar Planları, Görbis[3], Corine[4] ve Küresel İnsan Yerleşimleri Katmanı (GHSL)[5] bilgileri kullanılmıştır.

[3] https://gorbis.csb.gov.tr/gorbis/

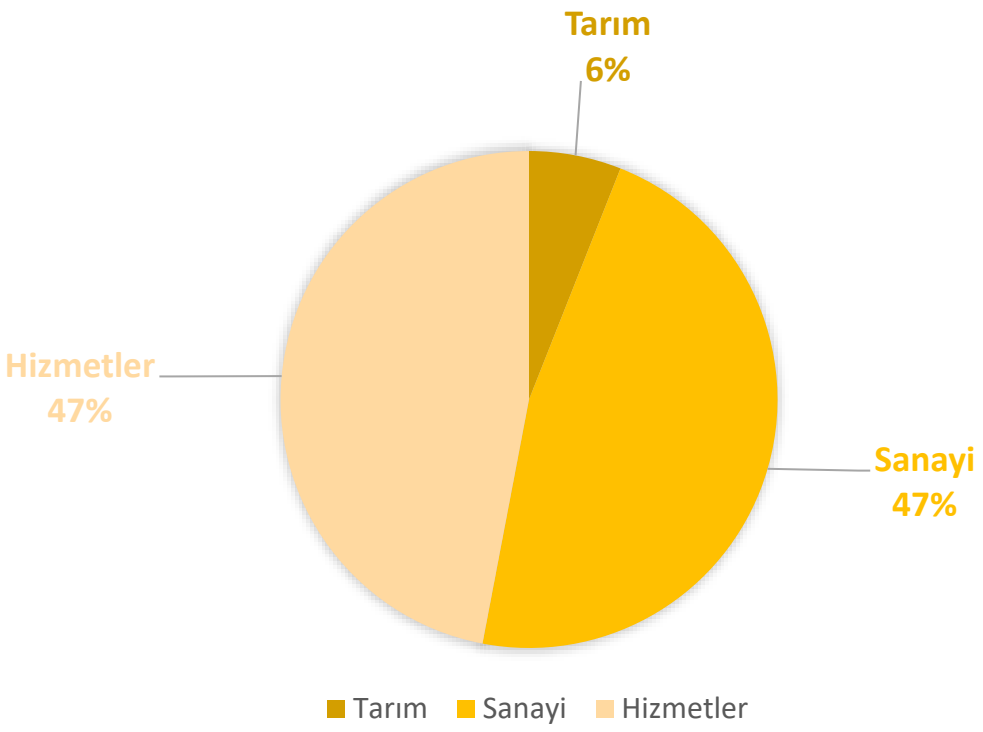
[4] https://corinecbs.tarimorman.gov.tr/corine

[5] https://ghsl.jrc.ec.europa.eu/visualisation.php

İklim değişikliğine karşı duyarlı ve olumsuzluklara karşı daha dirençli kentsel mekanlar üretmek için kent planlama sürecinde yer seçimi, yoğunluk ve arazi kullanım deseni ile ilgili kararlar önem taşımaktadır. Uyum hedefli kent planlama kararları üretebilmenin ön koşullarından birisi, mekânsal yapı nitelikleri açısından risk taşıyan iklim koşullarına uyumsuz bölgeleri belirlemektir. Bu şekilde gelecekteki uyum hedefli mekânsal gelişim kararları yönlendirilebilecek ve gerekli olan temel müdahale alanları ile biçimleri belirlenebilecektir. İklim değişikliğine karşı kentin mekânsal yapı özellikleri bağlamında riskli bölgelerini konuşabilmek için hangi iklim tehlikelerine maruz kaldığı veya kalabileceği önem kazanmaktadır. Sakarya ilinde paydaş katılımıyla gerçekleştirilen çalıştaylarda belirlenen ve yapılan hesaplamalarda ve projeksiyonlarda da aynı sonucu gördüğümüz, bugün gözlenen ve geleceğe dair beklenen tehlikeler **şiddetli yağışlar, sıcak hava dalgaları ve kuraklık** şeklinde olmuştur. Belirlenen tehlikeler, maddi ve manevi zararlar, altyapı sistemlerinde yük, kentsel alanlarda hava kalitesinde düşüş, kent içi yeşil alanlarda yoğun talep, su talebinde artış ve hava koridorlarına ihtiyaç doğuracaktır.

5.1. Sakarya Kentinin Genel Özellikleri

Sakarya kent merkezi, İstanbul-Ankara hattında, hizmetler sektörü, sanayi altyapısı ve doğal-kültürel miras değerleri ile Türkiye'nin önemli merkezlerindendir. Sakarya'nın bu sektörel yapısı (Şekil 5-3) ve bağlı ekonomik faaliyetlerinin iklim değişikliğinden etkilenme durumunun belirlenmesi gerekmektedir. Proje kapsamında bu sektörler ayrı ayrı ele alındığından kent sektörü için dikkat edilecek husus kentsel yerleşimlerle kurulan ilişki düzeyinde olacaktır. Örneğin, sanayi bölgelerinin yoğunluğu ve kent içerisinde tetiklediği ulaşım talepleri ile kentsel hizmet faaliyetlerinin iklim değişikliği karşısında göreceği tehditler değerlendirilmesi gereken konulardır.



Şekil 5-3: Sakarya 2018 Yılı Sektörel GSYH (TUİK, 2018)

5.1.1. Kentin Konumu, Coğrafi Özellikleri ve Formu

2020 itibariyle 1.042.649 kişilik nüfusa sahip olan Sakarya, Türkiye'nin en kalabalık yirmi ikinci ilidir (TÜİK, 2020). Batı Karadeniz Bölgesi'nde Sapanca gölü kıyısında konumlanmış olan kent merkezi,

İstanbul Ankara hattı üzerinde önemli bir sanayi merkezi olarak, kuzey, doğu ve batı doğrultulu olarak gelişme göstermektedir. Sakarya nehri ve Sapanca gölü gibi sınırlayıcı ve yönlendirici ögelere sahip bir kenttir. Genel anlamıyla düz bir coğrafyada konumlanmış olan kent merkezinin güneye doğru gittikçe topoğrafik olarak daha yüksek eğimlere çıktığı anlaşılmaktadır. Kent gelişimi birçok yönde aynı biçimde gerçekleşmiş, tarihsel süreçte önceleri daha çok batı ve doğu hattında gözlenen gelişim daha sonraki dönemlerde genellikle kuzey yönünde gözlenmiştir. Kentin gelişiminde belirleyici olan planlardaki tercihler olarak gözükmektedir. Hâkim rüzgâr yönü kuzey-kuzeybatıdır. "Sakarya kentinin bulunduğu bölgede kurulmasında çevresine göre bir merkez konumunda olması ve sahip olduğu pazar yeri fonksiyonu etkili olmuştur". Coğrafi konum ve verimli alüvyon araziler sayesinde hızlı bir gelişime sahne olmuş bir kenttir. Bu süreçte gelişmeyi zaman zaman sekteye uğratan durum aktif fay hatları üzerinde olması ve yaşanan büyük depremler ile hasarlardır. İklimin değişen koşulları Sakarya da yağış karakterlerinde değişiklik olarak gözlenmekte ve düz bir sahada gelişim gösteren kentte taşkınlarına neden olmaktadır. Taşkınlar başta altyapı sorunları olmak üzere çeşitli mekânsal sorunlara sebep olmaktadır (Döker & Gül, 2019).

Şehir, Adapazarı Ovası (Akova) adı verilen düz ve alüvyonlu bir ovanın ortasında, deniz seviyesinden 30m yükseklikte kurulmuştur. Şehrin büyük bir bölümü düz ve engebeli olmayan alüvyon sahalar üzerinde yayılış göstermektedir. Fiziksel mekân organizasyonu açısından yeraltı su seviyesi yüksek olan bu sahalar genç ve gevşek zemine sahiptir ve yapılaşmaya elverişli değildir. Yaşanan depremler ve ortaya çıkan sonuçları bu durumu ispatlar niteliktedir. Depremler hem kentin gelişmesini sekteye uğratmış hem de şehrin gelişim akslarında belirleyici olmuş afetlerdir. Kent açısından en önemli yüzey şekli beşerî faaliyetlerin yoğun olduğu Adapazarı Ovası'dır. Adapazarı Ovası çevresinde, Kuzeydoğuda Çamdağı (900 m), güneyde Samanlı Dağları (Keltepe, 1606 m), güneydoğuda Keremali dağ kitlesi (Almacık Dağı, 1543 m) ve Kuzeybatıda Kocaeli platosunun doğu kenarı bulunmaktadır. Yerleşmenin eğim gruplarındaki dağılımı incelendiğinde, 464,94 hektarının %1 (tam düzlük), 1090,53 hektarının %2 (düzlük), 2249,82 hektarının %5 (dalgalı düzlük), 841,59 hektarının %10 (az eğimli yamaç) eğim özelliği gösteren sahada geliştiği görülmektedir. %20 ve üzeri eğim özelliklerinde ise 1066,12 hektar yerleşim sahası bulunmaktadır. Kent 19-225 metre eğimleri arasında yerleşmiştir. Kentin kuzeybatısındaki eski bataklık olan Gökçeören bölgesi ovadaki en alçak yer, batıdaki Sakarya Üniversitesi kampüsünün bulunduğu Serdivan tepesi de en yüksek yerdir. Adapazarı, Erenler ve Arifiye ilçeleri daha düşük eğimli alanlarken, Serdivan daha yüksek eğime sahiptir (Döker & Gül, 2019).

İklim koşulları, kentin kuzeyinde Karadeniz iklimi, güneyinde ise Akdeniz iklimi şeklindedir. Karadeniz kıyısına yaklaştıkça deniz etkisi hissedilmekte ve nemli hava koşulları gözlenmekte, güneyde ise daha fazla sıcaklık ve karasallık hissedilmektedir. Kentte gözlenen iklim koşullarına bağlı olarak hem Akdeniz hem de Karadeniz iklimine benzerlik gösteren bitki örtüsü ve ağaç türleri hâkimdir (kayın, meşe, köknar, karaçam gibi). Şehirleşmenin hızlı olduğu sahalarda, bitki örtüsü geçmişten günümüze sürekli olarak tahrip edilmiştir. Bu tahrip Adapazarı ovası ve çevresinde daha yoğun yaşanırken, gür bitki örtüsünün hâkim olduğu alanlarda ve yüksek kesimlerde sınırlı olmuştur. Uydu görüntülerinden elde edilen bulgulara göre güncel kentsel alan yaklaşık 5900 hektardır (çalışma kapsamında hesaplanmıştır). Bu alanın büyük bir bölümü (4673 hektar) II. sınıf tarımsal araziler üzerinde yayılmıştır. Daha az yer tutan I. sınıf tarımsal araziler ise 797 hektardır. Bu veriler ışığında şehrin tamamına yakını tarımsal potansiyel bakımından zengin olan araziler üzerinde gelişmiştir (Döker & Gül, 2019).

Şehrin en önemli akarsuyu Sakarya Nehri'dir. Bunun yanı sıra şehrin içerisinden geçen ve Sapanca Gölü'nün giden Çark Deresi bulunmaktadır. Kentin batısında yer alan Sapanca Gölü, deniz seviyesinden 30 m yükseklikte, ortalama derinliği 36 m ve toplam yüzölçümü 42 km^2 olan tektonik oluşumlu bir göldür. Suları tatlı olan göl, Adapazarı ve çevresinde ana içme suyu kaynağı olarak kullanılmaktadır.

Sakarya kentinin bulunduğu bölge önemli medeniyetlere ev sahipliği yapsa da elverişsiz coğrafi özellikleri nedeniyle yerleşme tarihçesi bakımından çok eskilere dayanmamaktadır. Bizans döneminde

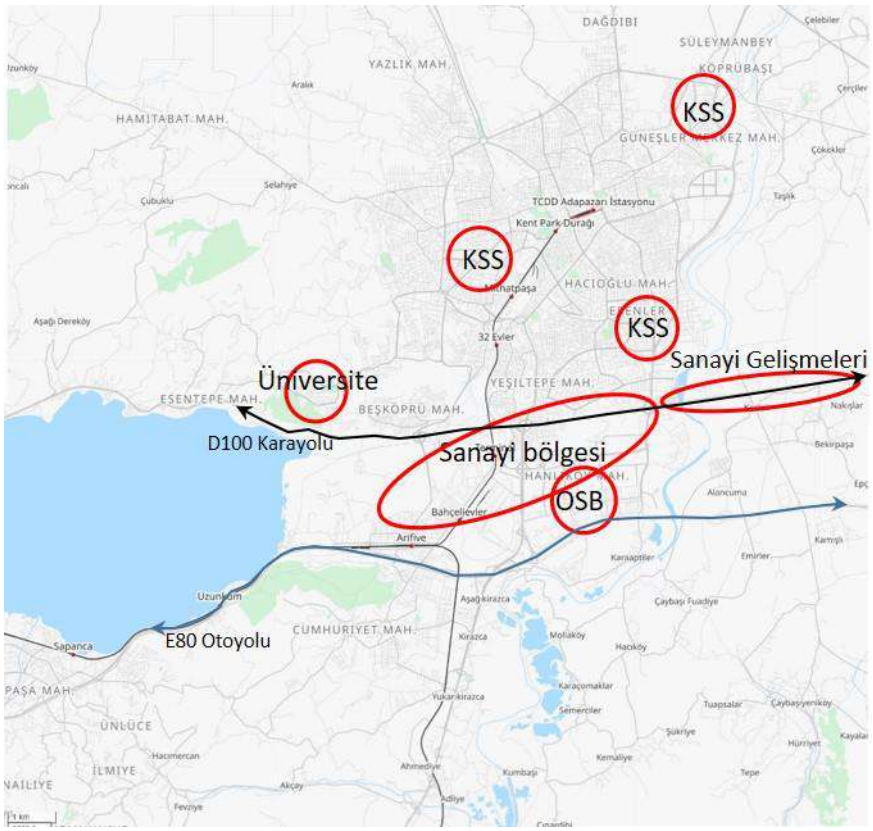
günümüz Sakarya kenti şehirsel bir karaktere sahip olmayan bir alandır. Mevcut şehir yerinde herhangi bir eski medeniyet bulunmamaktadır. Adapazarı Ovası'ndaki önemli yerleşmeler, Osmanlı döneminde ortaya çıkmıştır. 19.yy'da ticari bir merkez olan Adapazarı'na 1890 yılında demiryolunun gelmesiyle başlayan şehirleşme süreci, 1900'lü yılların başında bölgede faaliyete geçen ipek işleme, tuğla ve un fabrikaları gibi sanayi tesisleri ile hızlanmıştır. Adapazarı'nda 1910 yılında kurulan DETA, ordunun top arabası ve tekerlek ihtiyacını karşılamış ve önemli bir istihdam sağlamıştır. Fabrika ilerleyen yıllarda üretim türünü değiştirmiş ve günümüzde traktör fabrikası olarak özel sektör tarafından işletilmektedir. 1943 yılında açılan bir diğer önemli tesis Askeri Ağır Bakım fabrikasıdır. 1943 yılında meydana gelen Adapazarı Hendek depreminin şehirde yarattığı büyük tahribatın etkilerinin geçmesi ile birlikte şehirde sanayi yatırımları, 1945 yılında açılan kösele fabrikası, 1951 yılında vagon atölyesi ve 1952 yılında şeker fabrikası ile devam etmiştir. 1950'li yıllarda yaşanan bu gelişmelerle birlikte Sakarya sanayi şehri özelliği kazanmaya başlamıştır ve nüfusu sürekli bir artış trendine girmiştir. Sanayileşme süreci nüfus ve ticari faaliyetlerin artışını da hızlandırmıştır. Atatürk Bulvarı, Çark Caddesi, Ankara Caddesi, Milli Egemenlik Caddesi, Ambarlar Caddesi, Orhangazi Caddesi, Sakarya Caddesi ve Saraybosna Bulvarı şehrin o yıllardaki resmi ve ticari iş sahalarını oluşturan alanlardır. 1960 yılından sonra şehrin gelişiminde belirleyici faktörlerden birisi ulaşım olmuştur. D100 (E5) karayolunun ulaşıma açılması ve ana ulaşım aksının şehrin güneyine kayması sonucu yeni yerleşim sahaları ortaya çıkmıştır. Ulaşım imkânlarının artışı ile şehirde sanayi faaliyetleri çeşitlenmeye başlamış ve 1964 yılında yabancı sermaye ortaklığı ile kurulan Uniroyal lastik fabrikası bölgede önemli bir sanayi faaliyet alanını oluşturmuştur. Bu fabrika daha sonra Goodyear adını almıştır (Döker & Gül, 2019).

Sakarya da sanayi ve ticari faaliyetleri 1890 yılından 1969'a kadar demiryolu eksenli gelişme gösterirken, bu tarihten sonra karayolları hâkimiyetinde gelişmiştir. Şehir 1970'li yıllarda mekânsal gelişimini sürdürmüş, D100 karayolu kenarında sanayi siteleri (Dörtyol, Beşyol ve Modern) kurulmuştur. Bu yıllarda şehir güneye doğru gelişim göstermiş, Hızırtepe, Tepekum, Maltepe, Şirinevler, Çukurahmediye mahalleleri şehrin yeni yerleşim alanlarını oluşturmuştur. 1973 yılında kamu yatırımı olarak işletmeye açılan Ordu Donatım Ana Tamir Bakım fabrikası ile sanayi faaliyetlerinin bu aks üzerinde gelişmesi devam etmiştir. Tüm bu yatırımlar ile birlikte 1975 nüfus sayımında şehir nüfusu 100 bini aşmıştır (114.130). 1980 sonrasında ülkede yaşanan hızlı şehirleşme Sakaryayı da etkilemiştir. Sanayi ve ticaret faaliyetleriyle büyümeye devam eden şehirde nüfus 1985'te 152.291, 1990'da 171.225 olmuştur. Şehirde bir diğer önemli gelişme ise 1990 sonrasında D100 karayolunun hemen güneyinden geçen TEM otoyolu ile yaşanmıştır (Şekil 5-4). 1976 yılında kuruluş kararı alınan 1.Organize Sanayi Bölgesi, 1993 yılında D100 ve TEM arasındaki sahada faaliyete başlayarak Hanlı ve Karaaptiler köylerinin tarımsal özelliğini yitirmesine neden olmuştur. 1992 yılında öğretime başlayan Sakarya Üniversitesi, yeni bir şehirsel fonksiyon olarak batı yönünde yeni bir gelişim aksı ortaya çıkarmıştır. Şehrin batısında yer alan Serdivan ile Adapazarı bu yıllardan sonra tamamen birleşmiştir. 1999 yılına kadar şehrin batı ve güney yönündeki ilerlemesi devam etmiştir (Döker & Gül, 2019).

1999 yılında meydana gelen Marmara Depremi, Sakarya da ağır tahribat yaratmış ve merkezi alanın dörtte birine zarar vermiştir. Şehirleşme süreci bu dönemde kesintiye uğramış deprem sonrasında yenilenme adımlarının daha hızlı atılabilmesi için şehre büyükşehir statüsü kazandırılmıştır. Ortaya çıkan ağır tahribatın nedeni kentin ova tabanı ve alüvyon arazi üzerinde gelişim göstermesidir. Bu nedenle yeni yerleşim bölgesi olarak, şehrin kuzeybatısında yer alan, Camili, Karaman ve Korucuk köylerinin bulunduğu saha belirlenmiştir. Yenikent adı verilen bu bölgeye Valilik, Adliye gibi idari hizmet alanları taşınmıştır. Deprem konutlarının inşa edilmesi ile de bölge hızlı bir şehirleşme sürecine girmiştir. Şehrin mekânsal gelişiminin yeni yerleşim bölgesi üzerinde geliştirilmesi ve şehrin bu bölgeye taşınması çabaları, ticari alanların şehrin merkezinden ayrılmaması nedeni ile sonuç vermemiştir. Şehir ova tabanı üzerinde gelişimine devam etmiştir. Deprem sonrası şehrin ova tabanı üzerindeki mekânsal gelişiminin artmasına neden olan bir diğer etken ise imar planlarıdır. Yapılan değişiklik ile yapılaşmada 2-3 kat sınırı getirilmesi Sakarya da yatay büyümeyi yaratmıştır. Zaman içerisinde Sakarya

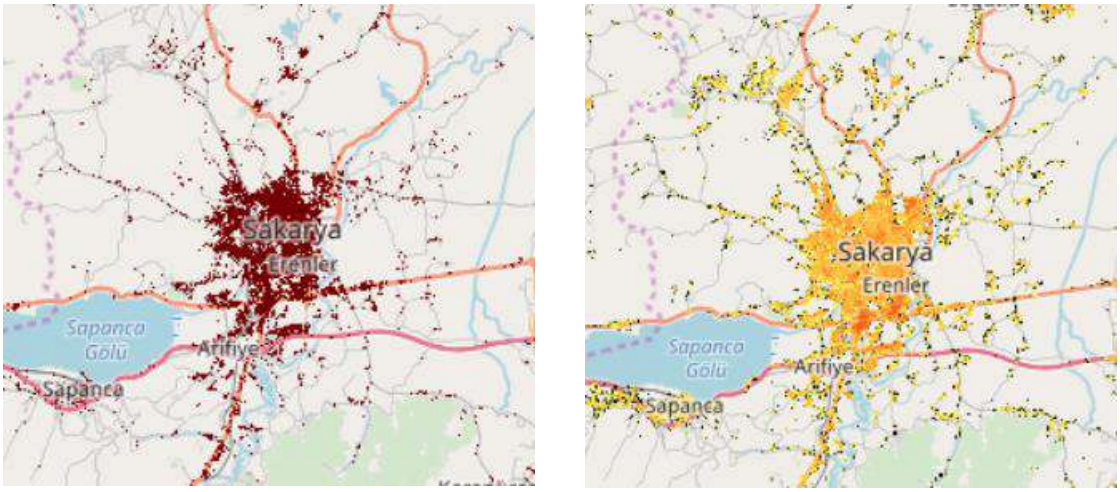
Üniversitesi'nin büyümesi ve öğrenci sayısındaki artışla beraber, kent batı yönünde büyümesini hızlandırmıştır. 2008 yılında 317.413 kişiyi aşan şehir nüfusu günümüzde ise 500 bini aşmıştır. Sakarya şehri günümüzde büyükşehir statüsünde olup idari olarak Adapazarı, Serdivan, Arifiye ve Erenler merkez ilçelerine sahiptir. İlde 7 adet organize sanayi bölgesi bulunmaktadır. Bunlardan Adapazarı'nda kurulan 1. Organize Sanayi Bölgesi şehrin güneyinde büyümeye devam etmektedir. Şehir içerisindeki küçük ve orta ölçekli işletmelerin de bölge sanayisinde önemli bir yeri bulunmaktadır. Bu küçük sanayi siteleri de diğer sanayi kuruluşları gibi, kentin giriş ve çıkış yollarına yakın alanları kendilerine kuruluş yeri olarak belirlemişlerdir. Dörtyol Modern Sanayi Sitesi, Çark Sanayi Sitesi, Atatürk Sanayi Sitesi, Beşköprü Yıldız Sanayi Sitesi, Tarım Aletleri Küçük Sanayi Sitesi bu küçük ve orta büyüklükteki sanayi işletmelerinin bulunduğu alanlardandır. Ticari alanlar şehrin merkezinde Atatürk Bulvarı, Çark Caddesi, Sakarya Caddesi, Yeni Cami Bulvarı, Ankara Caddesi, Ambarlar Caddesi ve İzmit Caddesi çevresinde yoğunlaşmaktadır (Döker & Gül, 2019).

Sakarya'nın gelişme sürecinde gözlenen tarımsal faaliyete dayalı başlangıç, sanayi şehrine dönüşüm ve ticaretin canlılığı, demiryolunun bölgeye gelmesiyle farklı boyutlara ulaşmıştır. Elde edilen gelir artışı, önemli bir sermaye ve bilgi birikimi sağlamıştır. Bu gelişim süreci kentin mekânsal büyüme sürecini hızlandırmış ve araziler arsaya dönüşerek yerini konut ve sanayiye bırakmıştır. Kenti çevreleyen tarım arazileri de bu süreçte mekânsal büyüme sürecinin tehdidi altında kalmıştır. Yapılan bölgesel planlarda, Sakarya'nın Doğu Marmara'da sanayi bölgesi olarak belirlenmesi ve en önemli projelerden biri olan Kuzey Marmara Otoyolu Projesi'nin şehrin kuzeydoğusundan geçmesi, şehirdeki mekânsal büyüme sürecinin gelecekte de devam edeceğini göstermektedir (Döker & Gül, 2019).



Şekil 5-4. Sakarya şehir merkezi, sanayi bölgeleri ve üniversite alanı (Küçük sanayi sitesi ve organize sanayi bölgesi)

2000 **2018**



Şekil 5-5. 2000 ve 2018 Yılları Sakarya kent merkezi sınırları[6]

Sakarya'da kentsel gelişme birçok yönde olmasına rağmen son yılarda kuzeye doğru bir artış gözlenmektedir. Bu gelişme kentin geri bölgesindeki tarım alanlarının bozulmasını, su kaynakları

[6] https://ghsl.jrc.ec.europa.eu/visualisation.php

üzerindeki baskının artışını doğurmaktadır. Bu nedenle tarım alanları, su hatları, vadiler ve hâkim rüzgar yönü dikkate alınarak kentsel ekolojik koridorlar düşünülmelidir. Mevcut yapılaşma ve imar planları incelendiğinde bu anlamda bir kurgu olmadığı görülmektedir. Bu durum sıcak hava dalgası ve şiddetli yağışlar gibi tehlikeler karşısında kentsel alanlarda hava kalitesinin düşmesine, kent içerisinde rüzgâr akımlarının yer bulamamasına, sellerin yaşanmasına ve kaplamalı yüzeylerin fazlalığı nedeniyle kentsel ısı adası etkisinin fazlalaşmasına yol açacaktır. Kentin makroformu tarihsel süreçte ana ulaşım hatları boyunca yayılan bir form göstermektedir. Mevcut durum itibari ile Sakarya, Adapazarı, Erenler, Arifiye ve Serdivan ilçelerinde saçaklanma eğiliminde olan bir kenttir. Özellikle yeni konut bölgelerinin yaygınlığı, araç yolu tasarımları ve toplu taşım hizmetleri düşünüldüğünde otomobil yoğun bir ulaşım kurgusu olduğu görülmektedir. Üniversite ve sanayi gibi işlevlerin yer seçimi ve kent merkezi ile yarattıkları gündelik ulaşım hareketi düşünüldüğünde, merkezi alanda ciddi bir yoğunluk ve kirlilik, imar taleplerinin artması, saçaklanma, altyapı ihtiyaçları ve hava kalitesinde düşüş gibi sonuçların yaşanması kaçınılmazdır. Şiddetli yağışlar, kuraklık ve sıcak hava dalgası gibi tehlikeler karşısında en önemli uyum araçları, sürekliliği olan **yeşil alanlar, yeşil koridorlar, ağaçlandırılmış caddeler, su yüzeyleri ile düşük nüfus ve bina yoğunluğu** olarak görülmelidir. Bu bilgiler ışığında Sakarya ili kentsel yerleşik alanlarını incelemek ve detaylı değerlendirmek risk düzeyini belirlemek açısından elzemdir.

5.1.2. Kentin Yayılma Süreci

Sakarya kenti, tarım ve ticarete bağlı olarak başlayan gelişim sürecini 1950 sonrası sanayi fonksiyonu ile sürdürmüş, Ankara-İstanbul hattı üzerinde artan ulaşım imkânlarıyla da mekânsal gelişimini sürdürmüştür. Yukarıda da ifade edildiği gibi depremler ve 1980 sonrasında üniversitenin kuruluşu, şehrin gelişim sürecinde belirleyici olmuş diğer iki önemli özelliktir. Şehirde yeni gelişim aksları bu perspektifte ortaya çıkmıştır. Kentin yaşadığı mekânsal değişim uydu verileri üzerinden incelendiğinde (Şekil 5-6), 1985 sonrası dönem için yağ lekesi formunda gelişme, genel anlamıyla kompakt form ancak ulaşım arterleri üzerinde de lineer bir gelişme ve saçaklanma süreci görülmektedir. İklim değişikliği karşısında kentlerin etkilenebilirlik ve risk düzeyleri açısından yerleşik alanlarda izlenen yayılma süreci oldukça belirleyicidir. Kompakt form genel anlamıyla daha uygunken saçaklanmış formlar yarattıkları ulaşım talepleri, altyapı ihtiyaçları ve yapay yüzeylerin fazlalığı nedeniyle daha etkilenebilir olmaktadır. Sakarya kenti bu süreçte gün geçtikçe daha riskli bir yapıya bürünmektedir. Kentin 1985 yılı yerleşim alanı 1979 hektar alan kaplamaktadır (Tablo-5-2). 1985 yılında bu alan içerisinde 150.000'i aşkın bir nüfus yaşamaktadır. Tarımsal araziler 5.378 hektarlık alanı ile önemli yer kaplamaktadır. Şehir ve çevresindeki ormanlık alanlar, şehrin batısında Serdivan tepelerinde, güneybatıda Sapanca Gölü kıyılarında ve şehrin içinde kalmış küçük ağaçlık sahalar olarak gözlenmektedir. 1995 yılında yerleşim alanları %36'lık bir artış ile 2.702 hektarlık alana ulaşmıştır. Bu büyümenin 655 hektarı tarım arazisinden, 11 hektarı ormanlık sahadan, 13 hektarı sulak alanlardan ve 44 hektarı ise çıplak arazilerden elde edilmiştir. Bu dönemde kentin gelişiminde güney aksda yaşanan gelişmeler dikkati çekmektedir. D100 karayolu ve bu yolun güneyinden geçen TEM Otoyolu söz konusu gelişmeleri tetiklemiştir. 1993 yılında faaliyete başlayan 1.Organize Sanayi Bölgesi de iki yol arasındaki konumu ile gelişim sürecini desteklemiştir. Bu yıllarda şehrin kuzey sınırını Tekeler, Tuzla, Ozanlar, Dağdibi ve Güneşler mahalleleri oluşturmaktadır. Şehrin doğusu Sakarya nehri, batısı ise Serdivan'ın doğusundaki tarım arazileri ile sınırlanmıştır. 1995 yılı arazi kullanım haritasına bakıldığında, Adapazarı'nın etkisi ile büyüyüp gelişen Serdivan'ın, şehir ile mekânsal olarak da bütünleştiği görülebilmektedir. 1992 yılında öğretime başlayan Sakarya Üniversitesi'nin kuruluş yeri bunun sebebidir. Şehrin güneyindeki Erenler yerleşmesinin gelişimi ve şehir ile birleşmesi ise sanayi ve ulaşımın etkisiyle gerçekleşmiştir. Erenler'de Atatürk Sanayi sitesi ve Modern Sanayi alanların gelişmesi de bu süreci hızlandırmıştır (Döker & Gül, 2019).

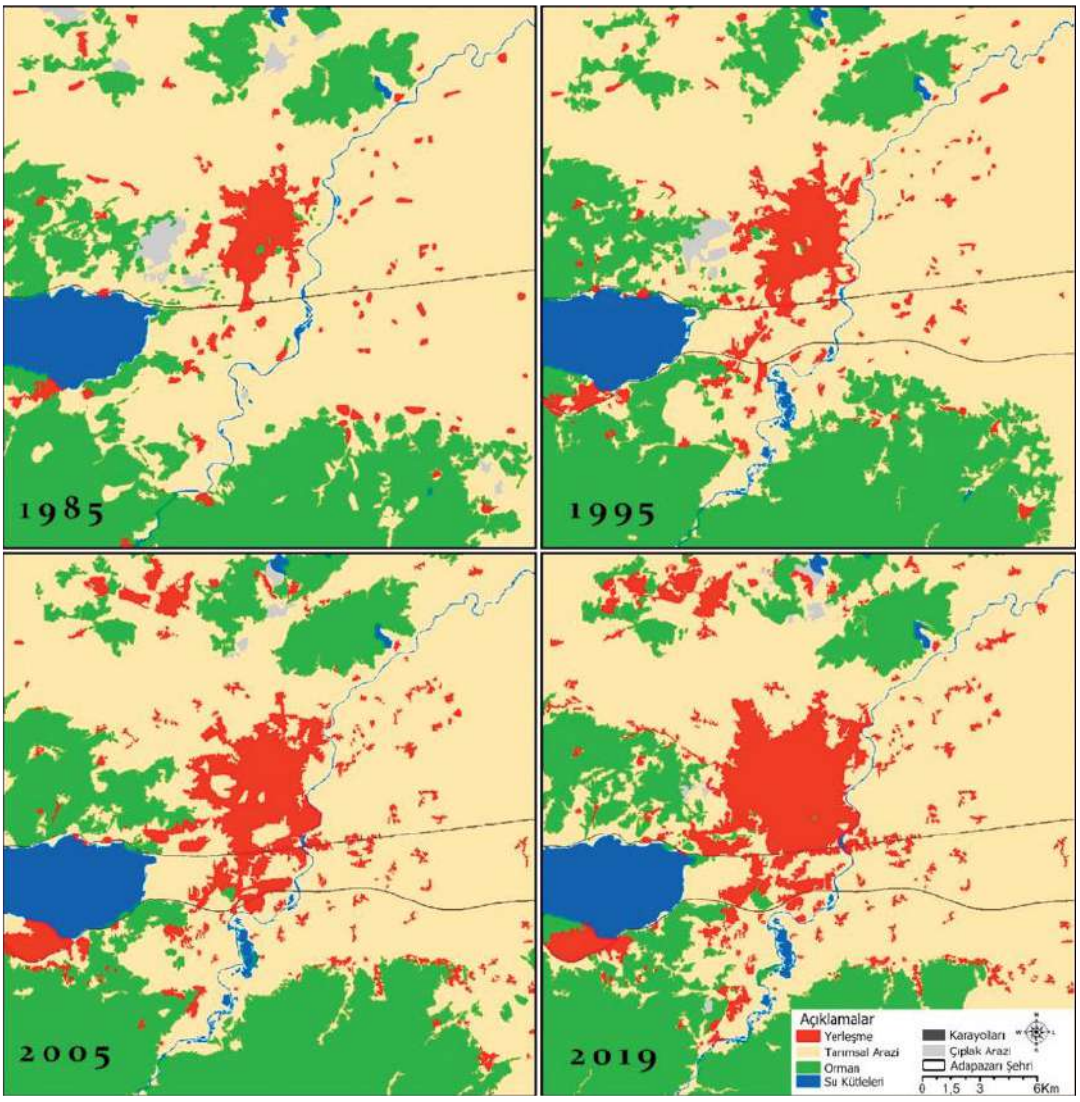
1995 döneminde tarım arazi oranı 4.723 hektar ile %61,3'e gerilemiştir. Tarımsal arazi bu 10 yıllık dönem içinde 723 hektar alan kaybetmiştir. Bir önceki döneme göre yerleşmenin ilerlemesi ve tarım arazilerinin yerleşim (sanayi, konut, ticari vb.) alanları tarafından işgali görülmektedir. Benzer bir işgal

süreci sınırlıda olsa orman arazilerinde görülmektedir. 1995 yılında ormanlık sahalar 194 hektarlık alan kaplamaktadır. Geçen sürede ormanlık arazide 11 hektarlık kayıp, ilk olarak şehrin batısındaki Serdivan gelişim aksında ikinci olarak da şehir merkezindeki ağaçlık sahalarda olmuştur. 2005 yılında yerleşim alanı 1.630 hektar daha artarak 4.332 hektara ulaşmıştır. Bu alanın 1.538 hektarı tarım arazisinden, 38 hektarı ormanlık sahadan 1 hektarı sulak alanlardan ve 53 hektarı ise çıplak arazilerden kazanılmıştır. 1999 depremi şehrin merkezinin daha sağlam bir zemine taşınması gerekçesi ile kuzeybatıda Camili, Karaman ve Korucuk köylerinin bulunduğu sahada yeni yerleşim aksı ortaya çıkmıştır. Valiliğin bu alana taşınmasıyla, Yenikent yerleşkesi planlı bir gelişme aksı olarak kuvvetlenmiştir. 1995-2005 yılları arasında tarım arazi oranı 3.185 hektar ile %41,3'e gerilemiştir. Kaybedilen tarım toprakları üzerinde konut, sanayi ve diğer yapılar yer almıştır. 2019 yılında, kentin arazi varlığında önemli değişim yine tarım ve yerleşme arasındadır. Bu dönemde yerleşme sahası %74,2'lik bir oran ile 5.713 hektara kadar yükselmiştir. 2005-2019 yılları arasında, tarımsal alandan 1381 hektar arazi kentsel alana katılmıştır. Yenikent bölgesi, Valiliğin ve Adliye binasının bu bölgeye taşınması, Karaman ve Korucuk hastanelerinin inşa edilmesiyle merkezle arasındaki bağların artmasını ve bölgenin hızla nüfuslanmasını sağlamıştır (Döker & Gül, 2019).

Tablo-5-2. Sakarya Kenti arazi kullanım **değişimi (1985-2019, s.75) (Döker & Gül, 2019)**

Arazi Kullanım Sınıfları	1985		1995		2005		2019	
	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%
Yerleşme	1979	25.7	2702	35.1	4332	56.2	5713	74.2
Tarımsal Arazi	5378	69.8	4723	61.3	3185	41.3	1782	23.1
Orman	205	2.7	194	2.5	156	2.0	177	2.3
Su Kütleleri	44	0.6	31	0.4	30	0.4	31	0.4
Çıplak Arazi	97	1.3	53	0.7	-	-	-	-
Toplam	7703	100	7703	100	7703	100	7703	100

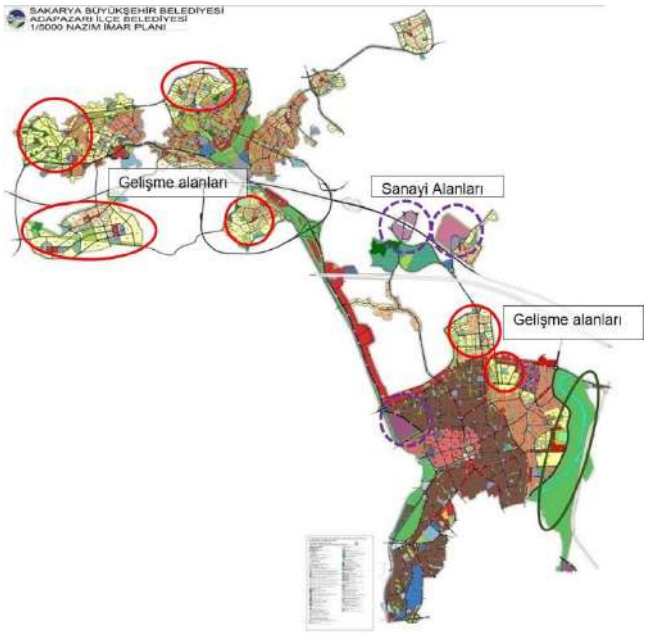
Sakarya şehir merkezinin mekânsal gelişim tarihi incelendiğinde bölgedeki tarım alanları yapılaşmış, orman alanlar ve sulak alanlar kullanıma açılmıştır. Doğal dengeye özen gösterilmeyen şehirde yıllar içinde nüfus ve bina yoğunluğu artış göstermiştir. Bu gelişme trendi iklim değişikliğine bağlı tehlikeler karşısında kentsel yerleşik alanları savunmasız bırakmaktadır. Kentte yaşanan seller de bu durumu ispatlar niteliktedir. Gelecekte şiddetli yağış ve sıcak hava dalgası gibi tehlikelerin daha fazla yaşanacağı hesaba katıldığında tarım ve orman arazilerinin korunması, su izlerinin açık tutulması ve taşkın sahalarının belirlenmesi gerektiği ortaya çıkmaktadır. E5 ve Tem otoyolları arası bölgenin sanayiye bağlı gelişme deseni, iklim değişikliği karşısında duyarlılığı artıran özellikler olarak değerlendirilmelidir. Verimli tarım arazilerinin ve hassas ekosistemlerin amacı dışında yoğun kullanımı iklim değişikliğine şiddetli yağış gibi tehlikeler karşısında riskleri artırmaktadır. Kentin gelişiminde merkezden yollar boyunca uzaklaşan ve merkezdeki kompakt yapıyı lineere çeviren bir süreç izlenebilmektedir (Şekil 5-6). İlk dönemlerde güney daha sonraki dönemlerde de kuzey hattına doğru yayılım olmuştur. Şehir hem gelişme sürecinde hem de vardığı sınırlar itibari ile her yönde verimli tarım arazilerini tehdit eden niteliktedir. Üniversite alanı, sanayi alanı, deprem hasarları ve otoyol hattı saçaklanan bir kent yapısı doğurmuş, çevresel ve iklimsel açıdan sakıncalı bir kent karakteri ortaya çıkmıştır.



Şekil 5-6. Sakarya'da kentsel alanın gelişim süreci

Kaynak: (Döker & Gül, Adapazarı'nda şehirsel büyüme süreci ve arazi kullanım değişiminin izlenmesi 1985-2019, 2019)

Sakarya kenti merkez ilçelerinin mekânsal gelişim tarihi dışında, bugünkü imar planları üzerinden değerlendirmeleri yapılarak iklim değişikliğine bağlı maruziyet, duyarlılık ve uyum kapasiteleri hakkında yorumlar yapılabilmektedir. Kentin çekirdeği olan merkezi iş alanını içeren Adapazarı ilçesi, ovadaki gelişme alanları, otoyollar, kuzeybatı (İstanbul) yönünde saçaklanan yapısı ve tarım ile orman arazileri üzerindeki gelişme alanlarıyla öne çıkmaktadır (Şekil 5-7). İklim değişikliğine bağlı şiddetli yağış ve sıcak hava dalgası gibi tehlikeler, Adapazarı'nda kent içi sel ve sağlık sorunları gibi problemlerin yaşanmasına neden olacaktır.



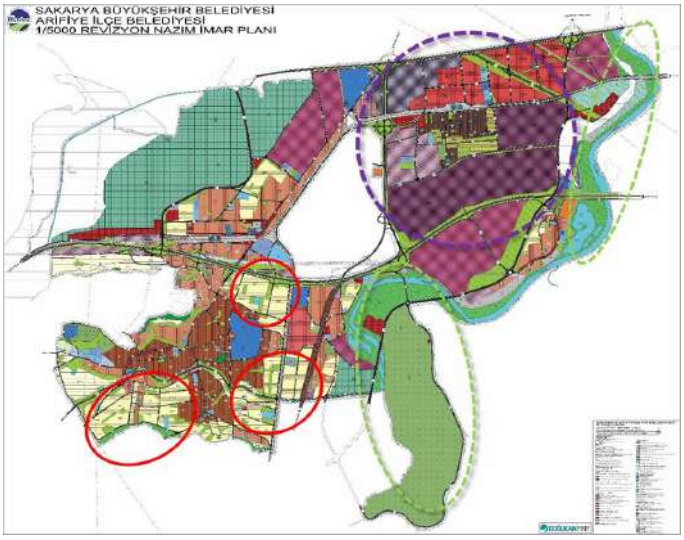
Şekil 5-7. Adapazarı İlçesi 1/5000 Nazım İmar Planı



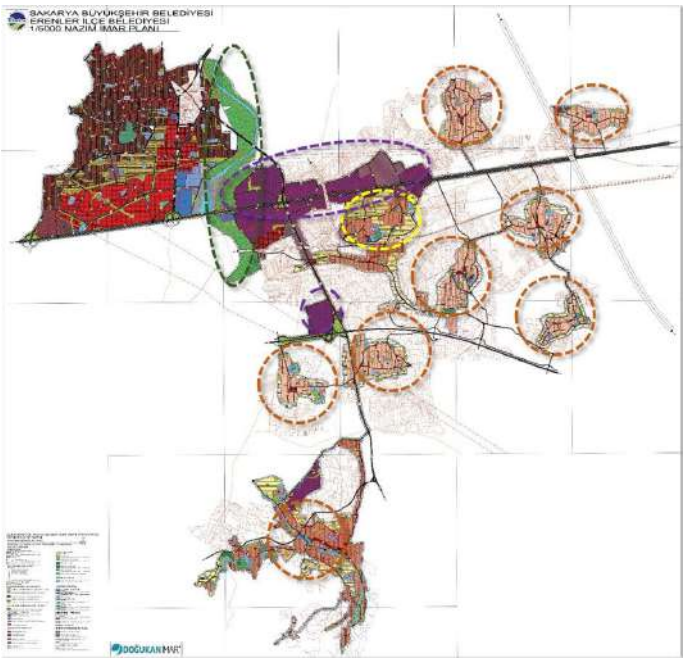
Şekil 5-8. Serdivan İlçesi 1/5000 Nazım İmar Planı

Bir diğer merkez ilçe olan Serdivan ilçesi değerlendirildiğinde (Şekil 5-8) engebeli arazi, tarım arazileri üzerinde yeni konut gelişmeleri, parçalı yeşil alanlar ve yol boyu gelişen ticari işlevler, iklim değişikliğine bağlı riskler karşısında maruziyet ve duyarlılığı artıran özelliklerdir. Planlarda ve kentte gözlemlenen bu gelişmelerin iklimin değişen koşulları bağlamında hesaba katılmamış olması, uyum kapasitesinin düşük olduğunu göstermektedir.

Arifiye ilçesi incelendiğinde ise güney yamaçlara doğru gelişmeler, ciddi miktarda sanayi alanı, Sapanca gölü, Sakarya Nehri, E5 ve Otoyol arasında tamamıyla sanayi bölgesi, Sapanca gölü kıyısına kadar yerleşme planları, parçalı ekolojik hatlar ve sınırlı yeşil süreklilik göze çarpmaktadır (Şekil 5-9).

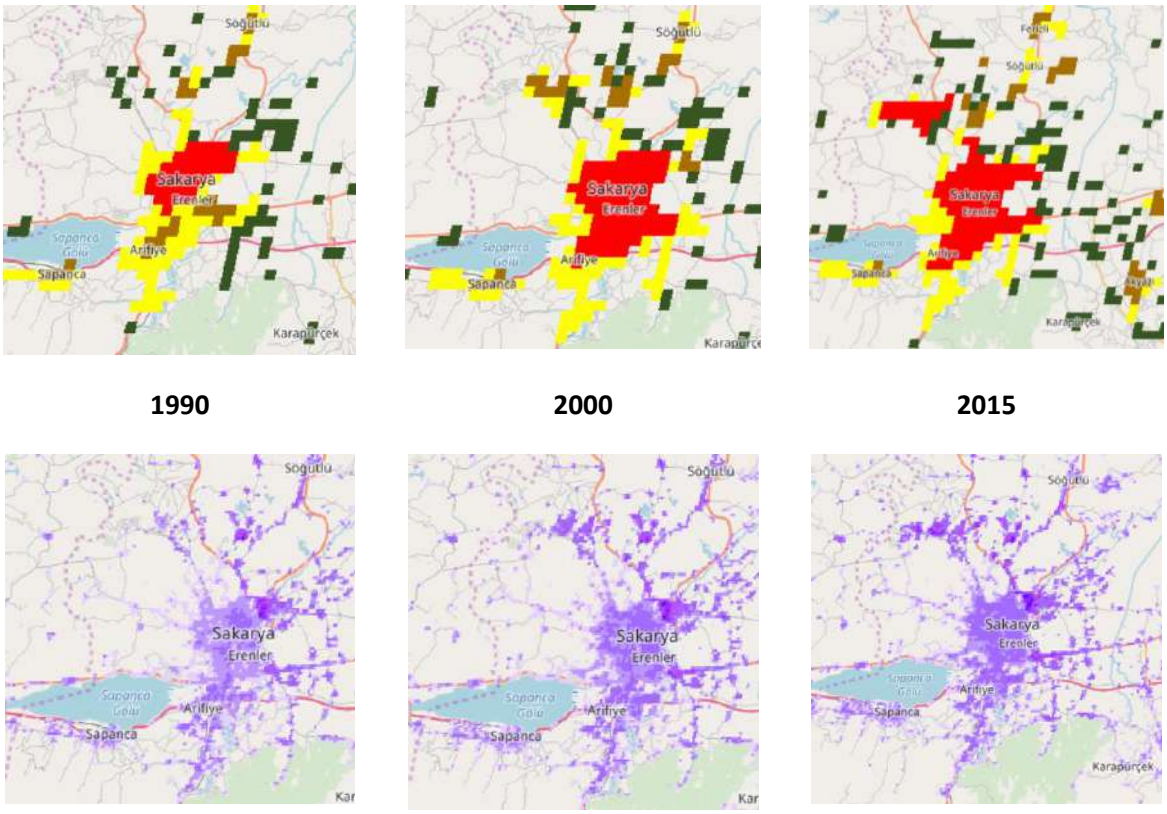


Şekil 5-9. Arifiye İlçesi 1/5000 Nazım İmar Planı



Şekil 5-10. Erenler İlçesi 1/5000 Nazım İmar Planı

İklim değişikliği konusu bağlamında bugünkü imar planı üzerinden Erenler ilçesi incelendiğinde, maruziyet, duyarlılık ve uyum kapasitesini etkileyen faktörler olarak uydu yerleşimlerin çokluğu, tarım arazilerinin kentleşmeye açılması, anayol hattı boyunca uzanan sanayi gelişmeleri ve Sakarya nehri boyunca ayrılmış yeşil alanlar gözükmektedir (Şekil 5-10)



Şekil 5-11. (a) Kentleşme düzeyi, (b) Kentsel nüfus yoğunlukları (Koyu renkler nüfus yoğunluğu yüksek alanları temsil etmektedir) (European Commission, 2021).

Sakarya kentinin gelişim sürecinde kent formu, nüfus yoğunluğu ve kentleşme düzeyi açısından önemli yapısal değişiklikler olmuştur (Şekil 5-11). Önceleri güney, sonra doğu ve en son kuzey yönde bu gelişmeler gözlenmiş, ortaya yaygın bir kent formu çıkmıştır. Bu verilerden de anlaşıldığı üzere kentsel yayılma süreci Sakarya da ciddi oranlarda yaşanmıştır. Son 25 yıl içerisinde, Sakarya'da kentsel yayılmaya bağlı olarak verimli tarım topraklarının yapılaştığı belirlenmiştir. İklim değişikliği karşısında Sakarya kenti gelişim süreci değerlendirildiğinde ciddi bir sorun ortaya çıkmaktadır. Kentsel yayılma saçaklanarak devam etmektedir ve karbon tutucu özelliği olan tarım arazileri ve ağaçlık alanlar tüketilmektedir. Isı adası ve kent içi sellerin etkilerini artırıcı şekilde kaplamalı yüzey (geçirimsiz yüzey) miktarı artırılmıştır. Yaygın kent formuna bağlı olarak ulaşım süreleri ve özel araç kullanım talepleri artmaktadır. Ayrıca yeni bölgelerde yapılaşma, altyapı inşaatları ve bu alanlar üzerinde sürdürülen faaliyetlere bağlı karbon salınımları da artmıştır. Sakarya da kentsel yayılma süreciyle ilgili gözlemlenen önemli husus, çok yönlü olarak tarım ve orman arazileri üzerinde gelişmelerin olmasıdır. Ulaşım hatları bu gelişmelerde belirleyicidir. Bu etmenlerin yanında kentte otomobil odaklı ulaşım sisteminin benimsenmesi de yayılma sürecini hızlandırmıştır. Otomobil bağımlı ulaşım modeli kentin saçaklanmasında önemli etkilere sahiptir. Son yıllarda tüm kentlerimizde gözlemlenen ve Sakarya'da da tespit edilebilen otomobille ulaşımı kolaylaştırma yönündeki çözümler (çevre yolu, katlı kavşaklar ve geniş yollar) ortaya iklim duyarsız kentsel mekânları çıkarmaktadır. Bu duyarsızlık kentsel mekânlarda termal konfor değerlerinin düşüklüğü ve iklim değişikliğine bağlı gelişen şiddetli yağışlar, sıcak hava dalgası ve kuraklık tehlikeleri karşısında can ve mal kayıpları olarak gözlenebilmektedir. Planlarda Sakarya kenti merkezi alanı için büyüme modeli ve ulaşım sistemi, iklim üzerinde olumsuz etki yaratacak formda ve iklim değişikliğine bağlı tehlikelere karşı uyum gösterme kabiliyetini düşürecek niteliktedir.

Burada önemli bir eksiklik ve yetersizlik olarak, tarım toprakları, su hatları ve ağaçlık alanların kentsel baskıya direnebilmesine yönelik ekonomi politikaları ve planlama araçlarının olmadığı ve üretilemediği vurgulanmalıdır. Uyum eylemleri olarak planların yenilenmesi ve planlara temel olan mevzuatlarda ve kanunlarda daha katı önlemler alınması (Toprak Koruma ve Arazi Kullanımı Kanunu ile Mera Kanununda Değişiklik Yapılması Hakkında Kanunda tanımlanan istisnalardan vazgeçilmelidir) gerekmektedir. Ayrıca mekânsal anlamda yeşil kuşak, tampon bölge ve kentsel yayılma sınırı gibi çözümler düşünülmelidir. Kentin yayılma sürecinde sınırlandırma gereken ve korunması hedeflenen tarım, kırsal üretim yapan yerleşmeler, su kaynakları, taşkın bölgeleri ve orman gibi alanlarda, yayılmayı sınırlayıcı bir bölge oluşturmak için rekreasyon ve spor olanaklarının sağlanması ve kırsal yerleşmelerin karakterinin korunması gerekmektedir. Sakarya için uyum eylemi kategorisinde değerlendirilebilecek planlama araçları, kentsel yayılmayı önleyici kompakt ve yoğun yerleşme modeli, büyümenin etaplandırılması, öncelikli yapılaşma gerekmeyen alanlarda yüksek vergi uygulaması, yeşil kuşak uygulaması ve kentlerin çeperinde yapılaşmanın kısıtlanması olarak sıralanabilir.

Sakarya'da gözlemlenen saçaklanma imar planları desteğiyle gerçekleşmiştir. Kentin gelişimi güneye ve kuzeye yönlendirilmiş ve ciddi miktarda alan imara açılarak yol hatları boyunca çeperlere doğru genişleme yaratılmıştır. Bu durum iklim değişikliğine karşı uyum eylemi olarak planların iklim duyarlı olacak şekilde revize edilmesinin şart olduğunu göstermektedir.

5.1.3. Arazi Kullanımı

Kentsel yerleşik alanların iklim değişikliğinden etkilenebilirliği ve risk durumlarının tespitinde yerleşik dokunun özellikleri büyük önem taşımaktadır. Bu nedenle Sakarya şehir merkezindeki 4 ilçe ile diğer 12 ilçenin yerleşik alan sınırları belirlenerek kent makroformları ortaya konmuştur (Şekil 5-12). İklim ve kent ilişkisinde karşılıklı etki düzeylerinin belirlenmesinde, yerleşik alan sınırları içerisindeki türel dağılım önem taşımaktadır. Bu işlemi yapabilmek için Tarım ve Orman Bakanlığının Corine projesi kapsamındaki arazi örtüsü haritaları üzerinden coğrafi bilgi sistemleri aracılığıyla işlem yapılmıştır. Makroform sınırları içerisindeki yapay yüzeyler ile yeşil alan miktarları ölçülmüş, 4 merkez ilçede ciddi bir geçirimsiz yüzey (asfalt ve beton kaplı) miktarı olduğu ve yeşil alanların sınırlı olduğu görülmüştür (Tablo-5-3). Erenler ciddi yoğunluğa sahip ilçeyken Arifiye görece olarak daha az yoğunluğa sahip durumdadır. Olası bir şiddetli yağış veya sıcak hava dalgası durumunda Serdivan ve Erenler de risk düzeyinin fazla olduğunu söylenebilmektedir. Bu durum iklim değişikliği karşısında tehlikelere maruz kalan alanları ve riski artırmaktadır.

Tablo-5-3. Yerleşik alan sınırları içerisindeki dağılım

İlçe Adı	Makroform içerisinde yapay yüzey miktarı %	Makroform içerisinde yeşil alan oranı %
Adapazarı	85	9
Serdivan	80	6
Arifiye	69	10
Erenler	96	6



Şekil 5-12. Sakarya İli İlçe Merkezi Kent Makroformları (Proje kapsamında üretilmiştir, 2021)

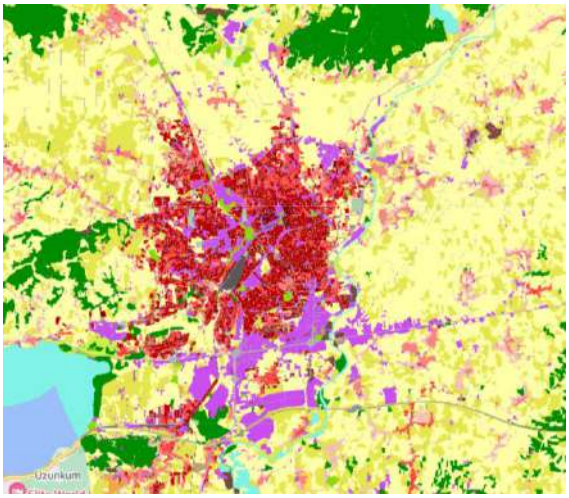
5.1.4. Açık ve Yeşil Alan Dağılımı

Kentsel yerleşik alanlarda iklim duyarlılığını sağlamak, iklim değişikliğine karşı riski düşürmek ve uyum kapasitesini artırmak için doğal alanlarla kurulan ilişki belirleyici olmaktadır. Kentsel alanlar içerisinde yer alan açık ve yeşil alan miktarlarının azlığı veya fazlalığı etkilenebilirliği ve risk düzeyini doğrudan belirleyen faktörlerdir. Bu nedenle Sakarya kenti merkezi ilçeleri için yeşil alan dağılımına dair bir inceleme yapılmıştır. Yapılan incelemede Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığının görüntü bilgi sistemindeki Copernicus Kent Atlası 2018[7] görüntüleri kullanılmıştır. Merkez ilçelerin tamamında yeşil alanların yetersiz olduğu gözlenirken, yerleşik alanlar içindeki doğal niteliğini sürdüren orman ve tarım alanları kentsel yoğunluk etkisini düşüren faktörler olarak gözükmektedir (Şekil 5-13, Şekil 5-14) Adapazarı ve Erenler ilçelerinin yeni gelişme alanlarında her ne kadar imar planlarında yeşil alanlar ayrılsa da mevcut durumu itibari ile boş alan niteliğindedir. Aktif yeşil alan olarak düzenlemeleri

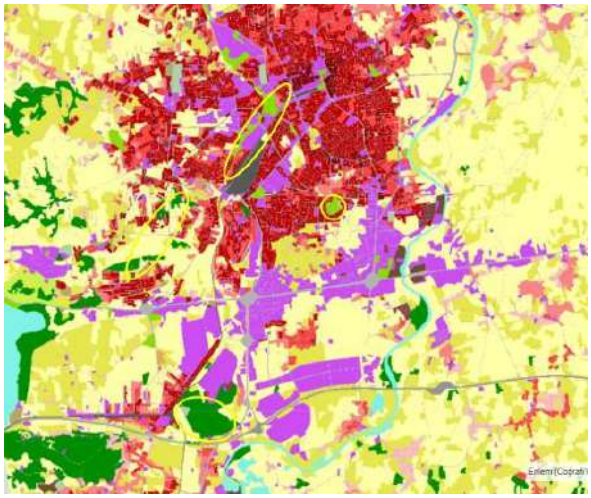
[7] https://gorbis.csb.gov.tr/gorbis/

yapılmamıştır. Sonraki dönemlerde bu alanların konuta dönüştürülmesi ihtimali bulunmaktadır. Ülkemiz pratiklerinde karşılaşılabilen bu durum karşısında yeşil alan eksikliklerinin giderilmesi Sakarya için acil bir eylemdir. İlçelerin merkezi alanında kamu binalarının bahçeleri ile mezarlık alanları dışında yeşil alan göze çarpmamaktadır. İklim değişikliğine bağlı şiddetli yağış ve sıcak hava dalgası gibi tehlikeler karşısında kent içi yeşil alanları artırmak ve ekolojik havalandırma koridorları yaratabilmek için kent içi boşlukların değerlendirilmesi, dönüşüm projelerinde yeşil alanların artırılması ve kent çeperinde büyük yeşil alanlar ayrılması gibi eylemler düşünülmelidir. Serdivan ve Arifiye ilçelerinin yerleşik alanları doğa ile daha dengeli bir gelişme karakteri sergilemektedir ve iklimin değişen koşulları açısından zararları azaltabilir, ancak bu gelişmelerin tarım ve orman arazileri üzerinde olması iklimi değiştiren koşullara katkı yaparak başka tehditleri doğurmaktadır.

Olası şiddetli yağış ve sıcak hava dalgası tehlikeleri karşısında Adapazarı ve Erenler ilçelerinin yoğun yapılaşma ve yetersiz yeşil alanlar nedeniyle daha riskli olduğu görülmektedir. Serdivan ilçesi de gelişme trendi, eğimli coğrafyası ve kaplamalı yüzeylerinin fazlalığı nedenleriyle riskli bir bölgedir.



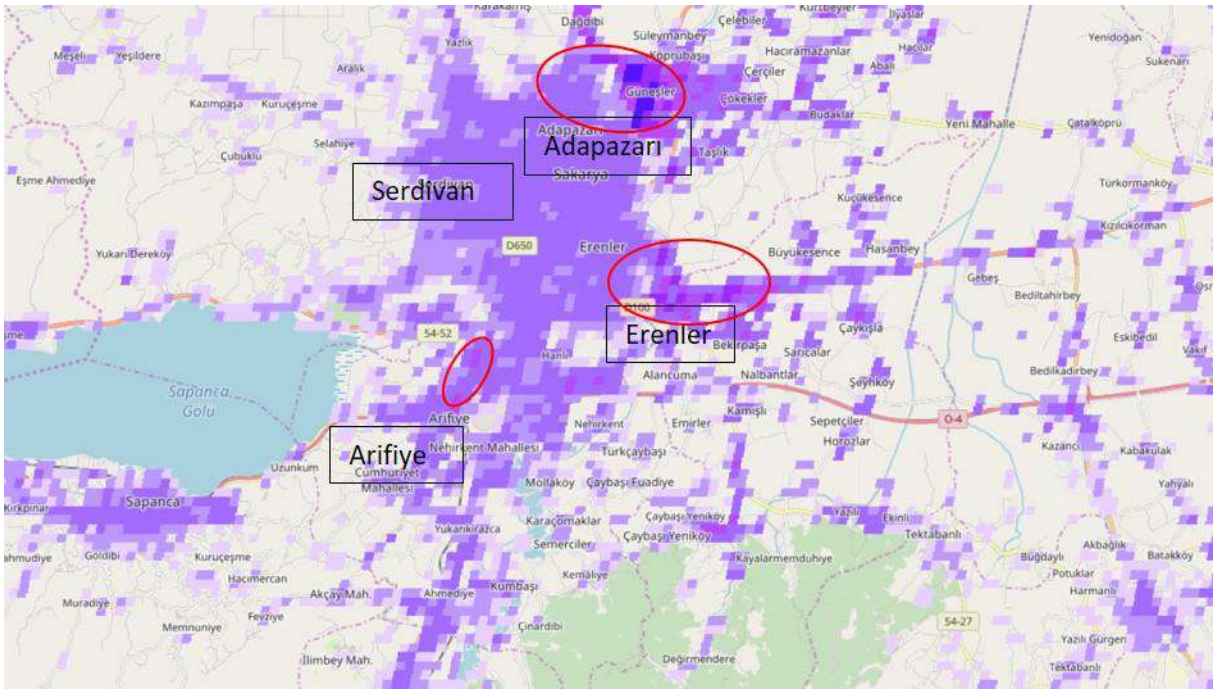
Şekil 5-13. Sakarya da Kentsel Yerleşik Alan İçindeki Park Alanları (yeşil renkli alanlar) (TÜİK , 2021)



Şekil 5-14. Adapazarı, Serdivan, Erenler ve Arifiye İlçeleri Yeşil Alanları (TÜİK , 2021)

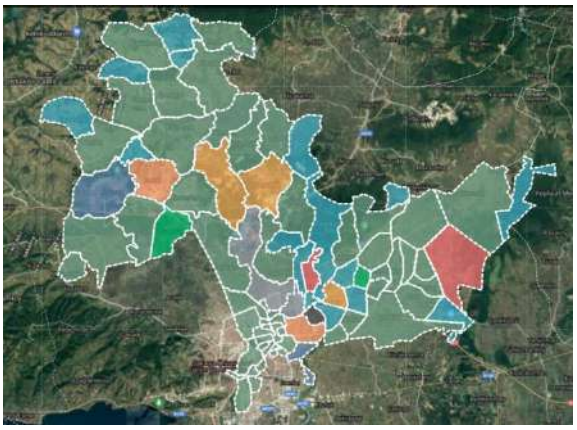
5.1.5. Nüfus

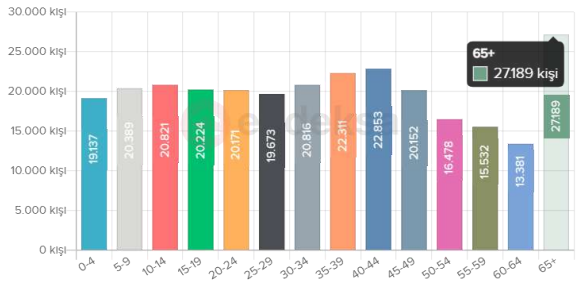
Kentsel yerleşik alanlar içerisinde hektar başına düşen insan sayısını ifade edilen nüfus yoğunluğu verisi, iklim tehlikeleri karşısında hem maruz kalan insan sayısını göstermesi açısından hem de riskli mahalleleri işaret etmesi açısından önem taşımaktadır. Sakaryada en yüksek yoğunluklar Adapazarı ilçesinde görülmektedir, Arifiye ve Erenler'de yaşanan kentleşme sonucunda yoğun bölgelerin burada da ortaya çıkmaya başladığı anlaşılmaktadır (Şekil 5-15). Adapazarı ilçesinde yoğunluk dağılımına bakıldığında Güneşler, Tekeler, Şeker ve Yağcılar mahallelerinin yüksek yoğunluklu olduğu görülmektedir. Erenler ilçesinde Erenler, Yeni ve Yeşiltepe mahallelerinde aynı durum söz konusudur. Bu mahallelerin yeşil alan eksiklikleri ile nüfus yoğunluğu verisi birlikte değerlendirildiğinde iklim değişikliğine bağlı risklerin daha da yüksek olduğu anlaşılabilmektedir. Bu bölgelerde ağaçlandırma master planları ve erken uyarı sistemlerinin düşünülmesi uyum kapasitesini yükseltecektir.



Şekil 5-15. 2015 Yılı Nüfus Yoğunluğu (European Commission, 2021)

Diğer taraftan iklime bağlı tehlikelerden en fazla etkilenen çocuk ve yaşlıların mekânsal dağılımı, riskin ve öncelikli müdahale alanlarının tespitinde önem arz etmektedir. 0-14 yaş grubu ile 65 yaş üstü grupların mekânsal dağılımlarının analizi kentlerde riskli bölgeler ve acil eylem alanlarının belirlenmesinde büyük önem taşımaktadır. Bu nedenle veri sisteminin tüm kentlerde kurulması önem taşımaktadır. Sakarya'nın merkez ilçelerinde, mahallelere göre en fazla nüfusa sahip yaş grupları görülebilmektedir (Şekil 5-16). Adapazarı ilçesinde 65 yaş üstü nüfusun fazla olduğu mahalleler olarak Maltepe, Hızırtepe, Şirinevler, Mithatpaşa, Güllük, Pabucçular, Yenidoğan, Semerciler, Akıncılar, Ozanlar, Şeker, Karaosman ve Yenicami öne çıkmaktadır. Yeşil alan eksiklikleri, kaplamalı yüzey fazlalılığı ve yüksek yapı yoğunluğu olan bu mahalleler 65 yaş üstü nüfus için olası bir şiddetli yağış ve sıcak hava dalgası tehlikesi karşısında çok riskli bölgeler haline gelecektir. Uyum eylemi olarak yeşil çatı, ağaçlandırma master planı ve yayalaştırma projeleri düşünülmelidir. Serdivan ilçesinde yaşlı nüfus daha çok Otuziki evler, Aşağıdereköy, Selahiye, Aralık ve Kuruçeşme mahallelerinde yoğunlaşmaktadır. Bu mahallelerde riske karşı uyum eylemi olarak erken uyarı sistemleri düşünülmelidir. Erenler ilçesine bakıldığında yaşlı nüfusun çeper bölgelerdeki kırsal alanda yoğunlaştığı görülmektedir. Bu bölgeler şiddetli yağış ve sıcak hava dalgası tehlikeleri karşısında riskli gözükmektedir. Küpçüler mahallesi çocuk nüfusun fazlalığıyla dikkati çekmektedir. Sakarya nehri kenarı yerleşim olan bu mahallelerde şiddetli yağışlar önemli bir risk oluşturmaktadır. Erken uyarı sistemleri, dere ve su hatlarının ekolojik koridor olarak planlanması ve set gibi diğer taşkın önlemleri düşünülmelidir. Arifiye ilçesinde 65 yaş üstü nüfus fazlalığı Karaaptiler, Mollaköy, Hacıköy, Kirazca, Aşağıkirazca ve Cumhuriyet mahallelerinde görülmektedir. Bu mahalleler şiddetli yağışlar ve sıcak hava dalgası karşısında riskli mahalleler olarak öne çıkmaktadır.





Adapazarı ilçesi yaş gruplarına göre merkezde öne çıkan mahalleler

0-4: Karaköy, Güneşler ve Bağlar Mahalleleri

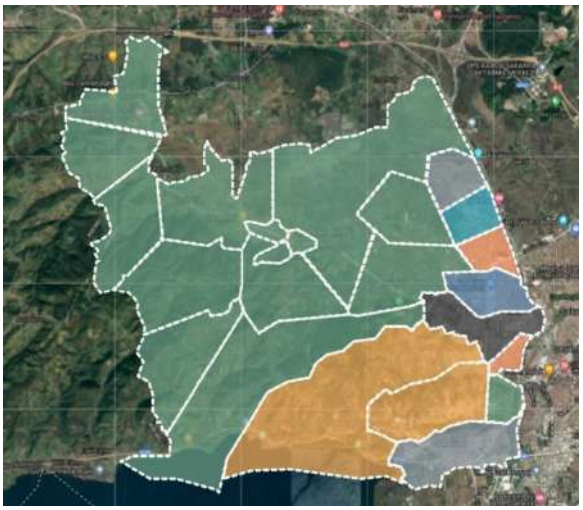
25-29: Güneşler merkez

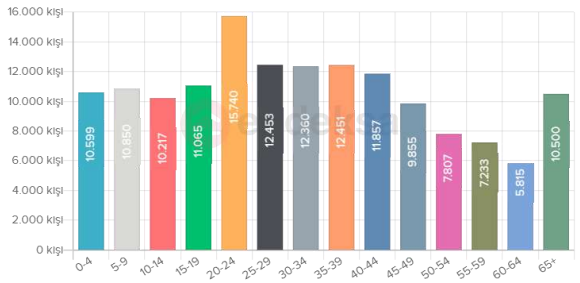
30-34: Tuzla, Tekeler

35-39: Yağcılar ve Camili Mahalleleri

40-44: Tepekum

65+: Maltepe, Hızırtepe, Şirinevler, Mithatpaşa, Güllük, Pabucçular, Yenidoğan, Semerciler, Akıncılar, Ozanlar, Şeker, Karaosman ve Yenicami mahalleler





Serdivan ilçesi yaş gruplarına göre öne çıkan mahalleler

0-4: Vatan

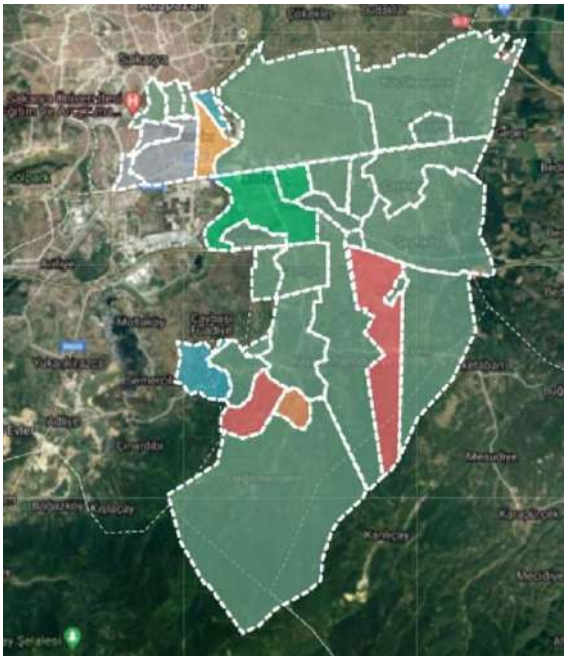
25-29: İstiklal

30-34: Yazlık

35-39: Bahçelievler, Köprübaşı

40-44: Arabacıalanı

65+: Otuziki evler, Aşağıdereköy, Selahiye, Aralık, Kuruçeşme





Erenler ilçesi yaş gruplarına göre öne çıkan mahalleler

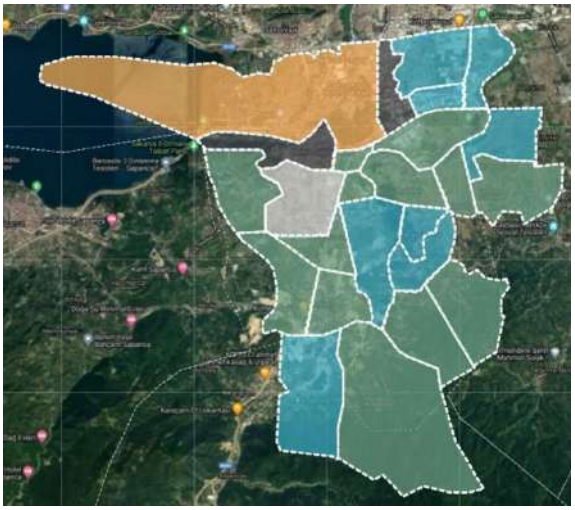
0-4: Küpçüler

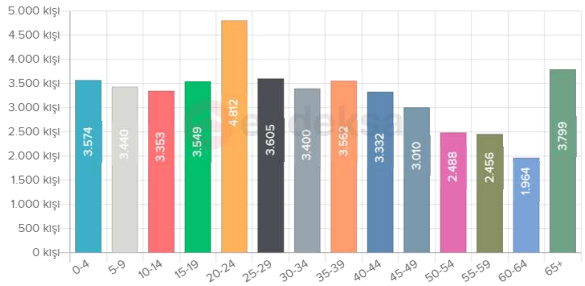
15-19: Kozluk, Pirahmetler

20-24: Yeni

30-34: Yeşiltepe, Erenler, Bağlar

65+: Dilmen, Hacıoğlu, Tabakhane, Büyükesence, Nakışlar, Bekirpaşa, Küçükesence, Hasanbey, Çaykışla





Arifiye ilçesi yaş gruplarına göre öne çıkan mahalleler

0- Hanlı, sakarya OSB, Hanlı sakarya

5-9: Neviye

20-24: Arifbey

25-29: Hanlıköy, Fatih

65+: Karaaptiler, Mollaköy, Hacıköy, Kirazca, Aşağıkirazca, Cumhuriyet

Şekil 5-16. Merkez İlçelerde Mahallelere Göre Yaş Gruplarının Mekânsal Dağılımı (Endeksa, 2021)

Sakarya merkez ilçelerinin nüfus dağılımları, yeşil alan eksikliği ve hassas yaş gruplarının yoğunlaştığı mahalleleri değerlendirildiğinde, Adapazarı ilçesinin merkezi alanının sıcak hava dalgası ve şiddetli yağış riskiyle, Erenler, Arifiye ve Serdivan ilçelerinin Sakarya nehri ve Sapanca gölü kenarı bölgelerinde ise şiddetli yağışlar karşısında etkilenebilirlik ve riskin fazla olduğu anlaşılmaktadır. Adapazarı'nın genellikle eski dokuya sahip alanlarında riskler fazlayken, Serdivan ve Arifiye de yeni konut alanları olmasına rağmen ekolojik izlerin dikkate alınmaması ve artan yeni gelişme alanları nedeniyle riskler artmaktadır. İl genelinde hâkim olan deprem riski nedeniyle yapı yoğunluğunun düşük tutulması iklim

değişikliği ve kentsel alanlar ilişkisi düşünüldüğünde olumludur. Mahalle bazlı nüfus yoğunluğu, yaş grubu dağılımları ve park yetersizliği verilerine dayalı olarak yapılan analizlerde öne çıkan Adapazarı ve Serdivan ilçelerinin kentleşme biçimi, doku ve arazi kullanım kararları gibi kentsel çevreye ilişkin daha detaylı incelemeleri, iklim değişikliğine bağlı etkilenebilirlik ve risk düzeylerini görmek açısından yapılmalıdır. Tüm kentsel yüzeylerin bu anlamda analizi mümkün olmadığından en fazla nüfusa sahip mahallelerden (Tablo 5-4) örnek seçilen alanlar (Korucuk ve Kemalpaşa mahalleleri) üzerinden değerlendirme yapılmıştır (Şekil 5-17, Şekil 5-18)

Tablo 5-4: Adapazarı, Serdivan, Erenler ve Arifiye İlçeleri Mahalle Nüfusları

Adapazarı		Serdivan		Erenler		Arifiye	
Mahalle Adı	Mahalle Nüfusu	Mahalle Adı	Mahalle Nüfusu	Mahalle Adı	Mahalle Nüfusu	Mahalle Adı	Mahalle Nüfusu
Korucuk Mah.	20.850	Kemalpaşa Mah.	25.147	Erenler Mah.	13.217	Arifbey Mah.	12.949
Yağcılar Mah.	19.503	Arabacıalanı Mah.	23.323	Dilmen Mah.	12.567	Neviye Mah.	7.744
15 Temmuz Camili Mah.	17.425	İstiklal Mah.	22.546	Bağlar Mah.	11.027	Fatih Mah.	5.742
Şeker Mah.	17.399	Bahçelievler Mah.	14.205	Hacıoğlu Mah.	8.131	Cumhuriyet Mah.	3.391
Yenigün Mah.	14.803	Köprübaşı Mah.	11.926	Küpçüler Mah.	6.929	Yukarıkirazca Mah.	2.375
Maltepe Mah.	14.785	Beşköprü Mah.	10.939	Tabakhane Mah.	5.92	Hanlı Merkez Mah.	1.936
Karaman Mah.	12.796	Orta Mah.	8.859	Yeni Mah.	5.163	Hanlıköy Mah.	1.737
Tekeler Mah.	12.075	Otuziki Evler Mah.	8.058	Yeşiltepe Mah.	4.636	Aşağı Kirazca Mah.	1.073
Hızırtepe Mah.	10.254	Vatan Mah.	6.725	Çaybaşıyeniköy Mah.	2.565	Adliye Mah.	1.065
Tepekum Mah.	9.357	Esentepe Mah.	3.822	Ekinli Mah.	1.786	Karaaptiler Mah.	1.044
Mithatpaşa Mah.	9.158	Aralık Mah.	1.581	Çaykışla Mah.	1.357	Hanlı Sakarya Mah.	1.038
Cumhuriyet Mah.	7.143	Kuruçeşme Mah.	1.42	Değirmendere Mah.	1.318	Kemaliye Mah.	1.014
Ozanlar Mah.	6.811	Selahiye Mah.	1.176	Yazılı Mah.	1.309	Kirazca Mah.	592
Sakarya Mah.	6.04	Aşağıdereköy Mah.	1.173	Kayalarmemduhiye Mah.	1.018	Hacıköy Mah.	583
Semerciler Mah.	5.85	Kazımpaşa Mah.	1.074	Büyükesence Mah.	996	Ahmediye Mah.	576
Güneşler Merkez Mah.	5.833	Meşeli Mah.	866	Kayalarreşitbey Mah.	962	Çaybaşı Fuadiye Mah.	523
Tuzla Mah.	5.108	Çubuklu Mah.	787	Bekirpaşa Mah.	957	Mollaköy Mah.	436
Yahyalar Mah.	4.987	Uzunköy Mah.	743	Kamışlı Mah.	928	Çınardibi Mah.	302
Orta Mah.	4.305	Hamitabat Mah.	690	Küçükesence Mah.	848	Kışlaçay Mah.	284
Karaosman Mah.	4.247	Beşevler Mah.	669	Hürriyet Mah.	827	Türkçaybaşı Mah.	241
Tığcılar Mah.	3.666	Reşadiye Mah.	529	Pirahmetler Mah.	721	Semerciler Mah.	213
Kurtuluş Mah.	3.478	Yukarıdereköy Mah.	500	Hasanbey Mah.	715	Boğazköy Mah.	188
Güneşler Yeni Mah.	3.36	Dağyoncalı Mah.	438	Kozluk Mah.	695	Karaçomaklar Mah.	188
Papuççular Mah.	3.311	Kızılcıklı Mah.	304	Tuapsalar Mah.	608	Kumbaşı Mah.	140
Yenidoğan Mah.	3.234			Nakışlar Mah.	601		
Akıncılar Mah.	2.83			Sarıcalar Mah.	591		
Şirinevler Mah.	2.714			Tepe Mah.	538		
Evrenköy Mah.	2.675			Emirler Mah.	501		
İstiklal Mah.	2.454			Şeyhköy Mah.	493		
Çukurahmediye Mah.	2.448			Epçeller Mah.	478		
Karaköy Mah.	2.358			Horozlar Mah.	313		
Rüstemler Mah.	2.017			Alancuma Mah.	302		
Güllük Mah.	1.997			Şükriye Mah.	111		
Taşkısığı Mah.	1.846						
Yenicami Mah.	1.765						
Çamyolu Mah.	1.685						
Dağdibi Mah.	1.664						
Budaklar Mah.	1.382						

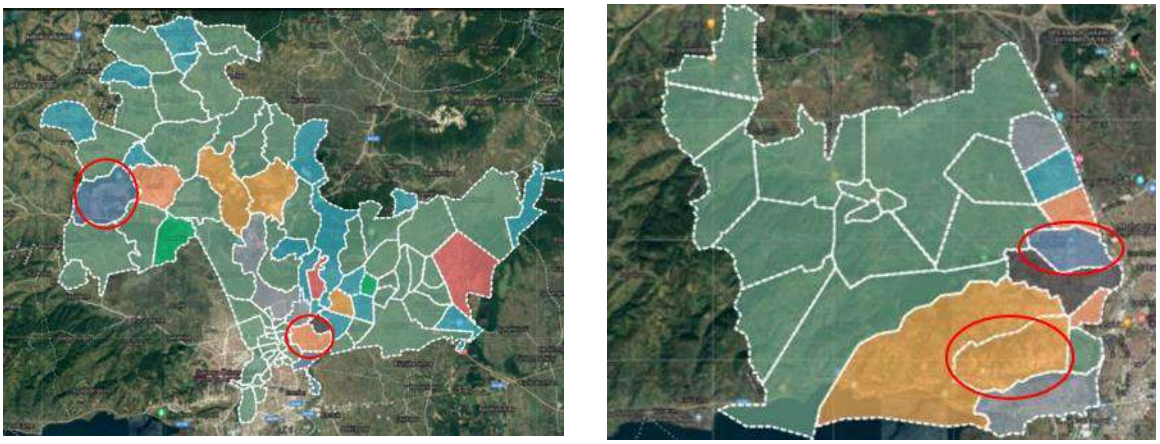
Adapazarı		Serdivan		Erenler		Arifiye	
Mahalle Adı	Mahalle Nüfusu	Mahalle Adı	Mahalle Nüfusu	Mahalle Adı	Mahalle Nüfusu	Mahalle Adı	Mahalle Nüfusu
Karakamış Mah.	1.297						
Çökekler Mah.	1.258						
Köprübaşı Mah.	1.229						
Taşlık Mah.	1.227						
Bağlar Mah.	1.147						
Göktepe Mah.	1.005						
Alandüzü Mah.	867						
Kayrancık Mah.	866						
Süleymanbey Mah.	795						
Abalı Mah.	744						
Karadere Mah.	683						
Bayraktar Mah.	637						
İkizce Müslim Mah.	522						
Hacılar Mah.	497						
Acıelmalık Mah.	495						
Yeşilyurt Mah.	471						
Solaklar Mah.	470						
Kavaklıorman Mah.	455						
Bileciler Mah.	429						
Çaltıcak Mah.	427						
İkizce Osmaniye Mah.	426						
Aşırlar Mah.	426						
Turnadere Mah.	422						
Karapınar Mah.	402						
Büyükhataplı Mah.	376						
Mahmudiye Mah.	374						
Kurtbeyler Mah.	365						
Salmanlı Mah.	360						
İlyaslar Mah.	356						
Örentepe Mah.	353						
Hacıramazanlar Mah.	329						
Kasımlar Mah.	320						
Poyrazlar Mah.	314						
Doğancılar Mah.	270						
Kömürlük Mah.	266						
Elmalı Mah.	257						
Harmantepe Mah.	248						
Çerçiler Mah.	205						
Çağlayan Mah.	188						
Karadavutlu Mah.	176						
Nasuhlar Mah.	155						
Demirbey Mah.	151						
Küçükhataplı Mah.	145						
Işıklar Mah.	134						
Çelebiler Mah.	126						
Kışla Mah.	107						

Kaynak: TÜİK, 2019

Korucuk mahallesi Adapazarı ilçe sınırları içerisinde nüfusun en fazla olduğu mahalledir. Bu nedenle Korucuk mahallesinden o bölgenin kentsel karakterini yansıtan örnek seçilmiş ve analiz edilmiştir (Şekil 5-17). Yapılan analiz sonucunda Sakarya için öne çıkan tehlikelerden sıcak hava dalgası ve şiddetli yağışlar karşısında bu bölgenin riskini artıran ve azaltan unsurlar belirlenmiştir (Şekil 5-18). Yeşil alanların azlığı, doğal alanların fazlalığı, yapılı çevrede ağaçlandırma eksikliği, özel araç bağımlı ulaşım modeli, kent merkezine olan mesafe ve erişim güçlüğü, sıcak hava dalgası ve şiddetli yağış gibi bir durumla karşılaşıldığında bu alanda riskin az olabileceğini göstermektedir.

Adapazarı İlçesi En Kalabalık Mahalleleri

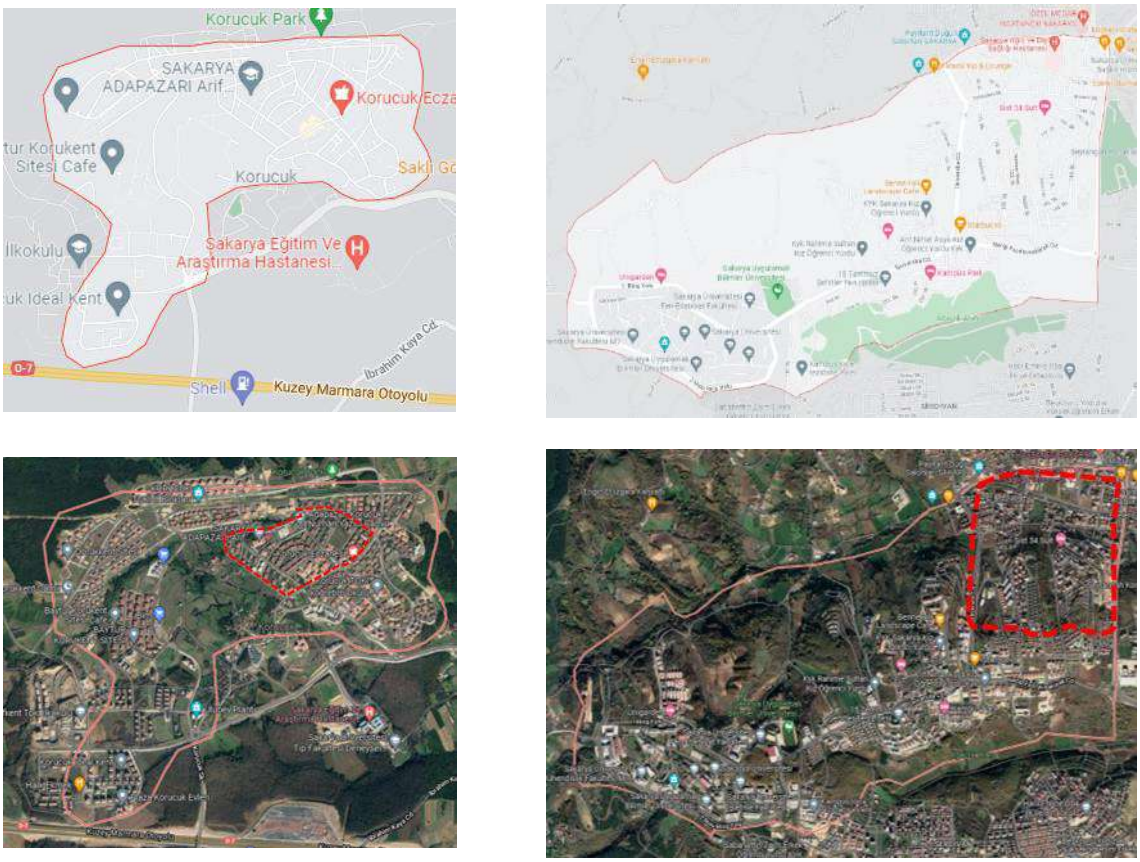
Serdivan İlçesi En Kalabalık Mahalleleri



Şekil 5-17. Adapazarı ve Serdivan İlçeleri Mahalle Sınırları

Korucuk Mah.

Kemalpaşa Mah.



Şekil 5-18. Örnek seçilen kentsel dokuların konumları ve mahalle sınırları





Alan büyüklüğü: 236.086m^2
Yeşil alan: 13.331 m^2
Diğer alanlar: 222.755 m^2 (Konut, yol, kaldırım, bina bahçeleri)
Çok işlevli bölge
Yeşil süreklilik bulunmamakta
Yaya yolu kurgusu gözlenememekte
Plan genelinde kaplamalı yüzeyler sınırlı, doğal alanlar konut bahçesi şeklinde fazla
Kat yüksekliği: 4
Yapı Nizamları: Ayrık ve Blok
Ağaçlandırma: Sınırlı
Özel araç bağımlı bölge, toplu taşıma erişilebilirliği düşük
Şehir merkezine 15.5km uzaklıkta

Şekil 5-19. Korucuk Mahallesi örnek doku

Serdivan ilçesinden ikinci örnek Kemalpaşa mahallesinden seçilmiştir (Şekil 5-20). Dokuya dair incelemede yeşil alanların olduğu ve bir süreklilik arz ettiği, toplu taşım hizmetlerinin görece daha iyi olduğu, ağaçlandırmaların alan genelinde ve apartman bahçelerinde önemli miktarda gözlendiği, yaya ve bisiklet yolu kurgusunun olmadığı tespit edilmiştir. Tüm bu özellikler olası iklim tehlikeleri karşısında fiziksel anlamda hazırlıklı olunduğu ancak ulaşım modeli açısından sakıncalı olunduğunu göstermektedir. Yeşil alan, yoğunluk ve yaş grubu dağılımlarında iyi durumda olan mahallede, iklimin değişen koşullarına bağlı olarak yapılabilecek ek uyum eylemleri, geçirgen yüzeyler, yaya bölgeleri, mahalle bazlı ısıtma ve soğutma sistemlerinin uygulanması şeklinde olabilecektir.





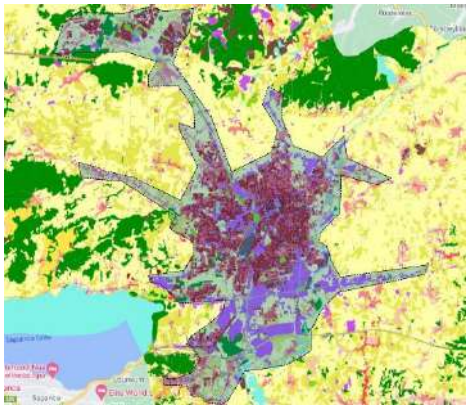
Alan büyüklüğü: 888.151m^2
Yeşil alan: 316.141 m^2
Diğer alanlar: 572.010 m^2 (Konut, yol, kaldırım, bina bahçeleri)
Çok işlevli bölge
Yeşil süreklilik bulunmakta
Yaya yolu kurgusu gözlenmiyor
Kaplamalı yüzeyler sınırlı
Kat yükseklikleri: 2-3-4
Yapı Nizamları: Ayrık ve Blok
Ağaçlandırma: Yoğun
Toplu taşım erişilebilirliği iyi
Şehir merkezine 6.5 km uzaklıkta

Şekil 5-20. Kemalpaşa Mah. Örnek Doku

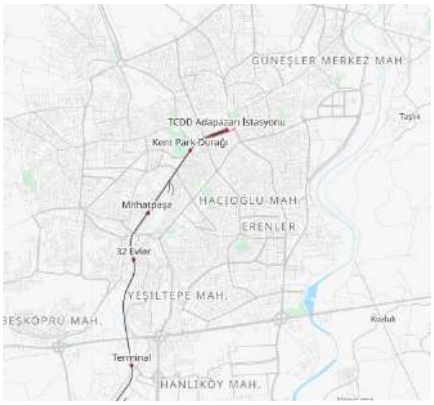
5.1.6. Ulaşım Ağı

Ulaşım sistemi kentsel yerleşimlerin iklimle kurduğu ilişkide en belirleyici özelliklerden bir tanesidir. Özel araç bağımlı yaygın kent modelleri, ülkemiz kentlerinde hâkim olan şehircilik modeli olmaktadır. Bu durum karbon yoğun bir kentsel yaşam biçimini doğurmaktadır. İklim değişikliğine uyum eylemleri kapsamında ulaşımda türel dağılımı değiştirmek önem arz ederken yaygınlaştırılması gereken eylemler, yaya ulaşımı ve bisiklet kullanımının fazlalaştırılması, elektrikli toplu taşıma sistemlerinin yaygınlaştırılması, araç yollarında uygun bölümlerde ağaçlandırma yapılması, mevcut araç filosunun klima sistemlerinin iyileştirilmesi ve kent içi bazı bölgelerde araç girişleriyle ilgili sınırlandırmaların getirilmesidir. Sakarya ili kent merkezi tarihsel süreçte kompakt formunu genel anlamıyla korumuş olsa da son yirmi yıllık süreçte yol hatları boyunca uzanarak lineer form kazanmış, saçaklanma ve uydu yerleşim eğilimleri de gözlenmeye başlamıştır (Şekil 5-21). Banliyö treni, taksi dolmuşlar, minibüs ve otobüs hatları (Şekil 5-22) ile desteklenen ulaşım ağına sahip kentte, minibüsler hâkim toplu taşıma sistemidir. Birçok toplu taşıma sisteminin bir arada olduğu kentte, trafiğin karmaşık hale geldiği, sürekli hareket halinde olan ve aynı bölgede hizmet veren araçlardan ötürü trafik yükünün arttığı belirtilmektedir (Aslan & Karslı, 2019). Aynı güzergâhta 4 farklı toplu taşıma aracının benzer hizmeti vermesi, hizmet tekerrürüne sebep olmakta, bu durum da sürdürülebilir bir ulaşım sisteminin tesisini zorlaştırmaktadır. Kentin batı aksında yer alan ve ulaşım talebi yaratan üniversite, güney ve doğusunda yer alan sanayi ve kuzeydeki yeni konut alanları ciddi bir ulaşım talebi ve hareketliliği yaratmakta,

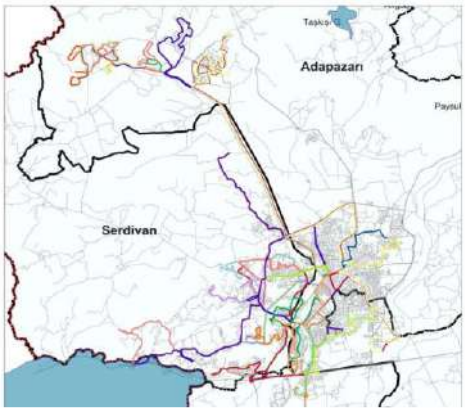
kentsel alanların iklimle kurduğu ilişkide emisyon ve kaplamalı yüzey fazlalığı ile ulaşım sektörü açısından sorunlar yaratmaktadır. Bisiklet yolları açısından Sakarya kenti son dönemde ciddi bir hareketlilik yaşamaktadır. Bisiklet dostu şehir unvanı olan kentte rotalar oluşturulmakta ve altyapı kurulmaktadır. Sapanca gölü kıyısına ilaveten şehrin genel anlamıyla hafif eğimli yapısı bisiklet ulaşımını kolaylaştırmaktadır. Kentin nüfus açısından yoğun olan bölgelerinde ulaşım türlerinin yoğunlaştığı (Şekil 5-23, Şekil 5-24), gelişme yönlerinde ulaşım kararlarının belirleyici olduğu, merkez ilçelerin tamamında ulaşım konusunda yüzey ve ulaşım talebini artıran iklim değişikliğine karşı etkilenebilirlik ve risk düzeyini artırıcı bir yapı gözlenmektedir. Bu durum karşısında ulaşım altyapısında su geçiş hatlarında seli önleyici düzenlemeler, toplu taşıma araçlarında iyileştirme ve yenilemeler, Sakarya şehri merkezi alanı için uyum eylemleri olarak düşünülebilir.



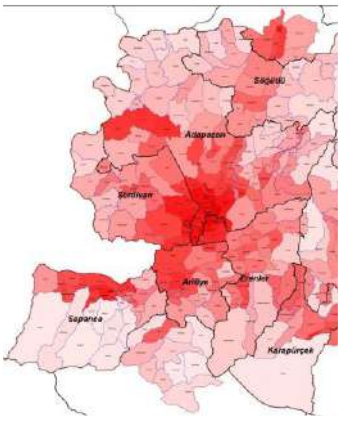
Şekil 5-21. Sakarya Kenti Makroformu



Şekil 5-22. Kent Merkezi Yol Ağı (OSM, 2021[8])



Şekil 5-23. Otobüsü Hatları (SBB, 2011)



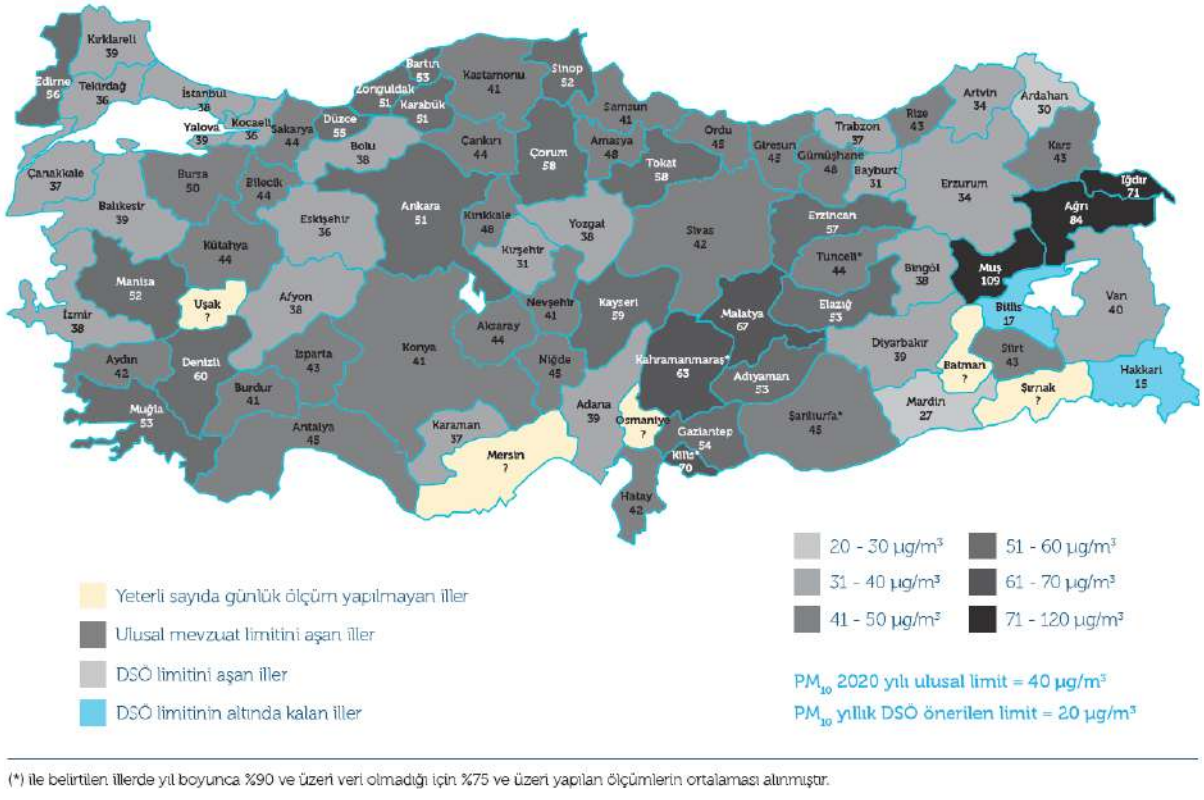
Şekil 5-24. Nüfus Yoğunluğu (SBB, 2011)

5.1.7. Isınma Sistemi

Sakarya kenti yerleşik alanlarında kullanılan ısıtma sistemleri ve sanayi alanlarının atıkları, iklim üzerinde olumsuz etki yaratan önemli faktörlerdir. Sakarya kenti merkez ilçelerinde oluşan sanayi ve ısınma kaynaklı kirlilik, kenti olumsuz anlamda öne çıkarmaktadır. Türkiye PM10 kirlilik haritasında da görüldüğü gibi Sakarya temiz havaya sahip grupta yer almamaktadır (Şekil 5-25). Kentsel alanda detaylı çalışmalar yapılıp kirlilik yoğunlaşma bölgelerine göre ağaçlandırma ve ekolojik koridor gibi uyum

[8] https://www.openstreetmap.org/#map=12/41.2960/36.3306&layers=TG

seçenekleri düşünülmelidir. Bu tür uyum eylemleri için öncelikli mahallelerin belirlenmesi birincil eylem olmalıdır.



Şekil 5-25. PM10 Kirlilik Haritası (Temiz Hava Hakkı Platformu, 2021)

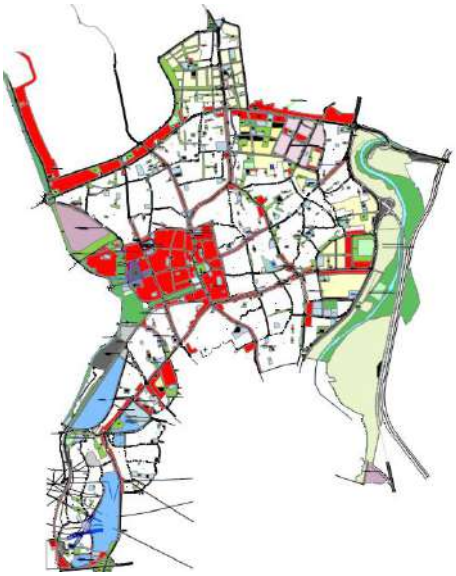
5.1.8. Tarihi Miras

Sakarya kenti Adapazarı, Akyazı, Pamukova, Serdivan, Taraklı, Söğütlü, Geyve, Hendek, Kaynarca ve Ferizli İlçeleri sınırlarında 1-2-3. derece Arkeolojik ve Kentsel Sit Alanlarına sahiptir. Bu tür alanların iklim değişikliği karşısında zarar görmemesi gerekmektedir. İklim koşullarında beklenen değişimler tarihi yapıların malzemeleri için ek yük getirecek ve zarar görmelerine neden olabilecektir. Bu nedenle kültürel mirasa ait eserlerin tespiti, korunması ve iklim değişikliği bağlamında ele alınması önem taşımaktadır. Bu bağlamda Sakarya Kent Merkezi, Serdivan İlçe sınırlarında yer alan Beşköprü Mahallesi, Taraklı İlçe Merkezi, Pamukova Paşalar Mahallesi, Geyve Alifuatpaşa Mahallesi, Söğütlü Harmantepe Mahallesi öne çıkmaktadır. Bu mahallelerde tarihi eserlere yönelik taşkın riski, malzeme değerlendirmesi, gölgelendirme ve enerji yükü gibi konularda özel çalışmaların yürütülmesi gerekmektedir.

5.2. İklim Değişikliğine Karşı Riski Artıran ve Azaltan Kentsel Özellikler

Kentsel alanlarda iklim değişikliği karşısında etkilenebilirlik ve riski artıran faktörler belirlenirken kentsel yerleşik alan içerisindeki yeşil alanların, koruma bölgelerinin, taşkın sahalarının, dönüşüm alanlarının, sağlık altyapılarının ve gecekondu önleme bölgelerinin dağılımına bakılması gerekmektedir. Ortaya konan dağılım, kentin sıcak hava dalgası ve şiddetli yağışlar gibi tehlikeler karşısında maruz kalan ve etkilenebilirliği fazla olan alanlarını göstermekte uyum kapasitesi hakkında da bilgi vermektedir. Serdivan'ın merkezden uzak mahallelerinde heyelan riski, sit alanlarının bulunduğu Beşköprü mahallesi, düşük yapı kalitesine sahip Erenler İlçesi, Yenimahalle ve Küpçüler mahalleleri ve yeşil alan yoksunu tüm mahalleler, kentin yayılma hızı ve Ankara yolu üzerindeki sanayi alanları düşünüldüğünde iklim değişikliği bağlamında özellikle şiddetli yağışlar karşısında riskli bir kent yapısı ortaya çıkmaktadır

(Şekil 5-26, Şekil 5-27, Şekil 5-28, Şekil 5-29). Sakarya kenti yerleşik alanı üzerinde yapılacak detaylı çalışmalar ışığında tanımlı yerlerde kentsel dönüşüm, iyileştirme ve sağlıklaştırma gibi eylemler uygulanmalıdır. Ayrıca binalarda fiziksel iyileştirmeler dışında bu bölgelerde bulunan kent içi boşluklar yeşil alan veya sağlık hizmetleri gibi kamusal aktivitelerle değerlendirilmeli, donatı eksiklikleri giderilmeli, ağaçlandırma çalışmaları yapılmalı, yüzey kaplama malzemelerinde iklim koşullarına uygun tercihlerde bulunulmalıdır.



Şekil 5-26. Adapazarı İlçesi Hassas Altyapılar (Gelişme Alanları-sarı renk, Hastane-mavi renk, Sanayi Alanları-mor renk, Yeşil Alanlar-yeşil renk) (SBB, 2021)



Şekil 5-27. Serdivan İlçesi Hassas Altyapılar (Gelişme Alanları-sarı renk, Hastane-mavi renk, Sanayi Alanları-mor renk, Yeşil Alanlar-yeşil renk) (SBB, 2021)



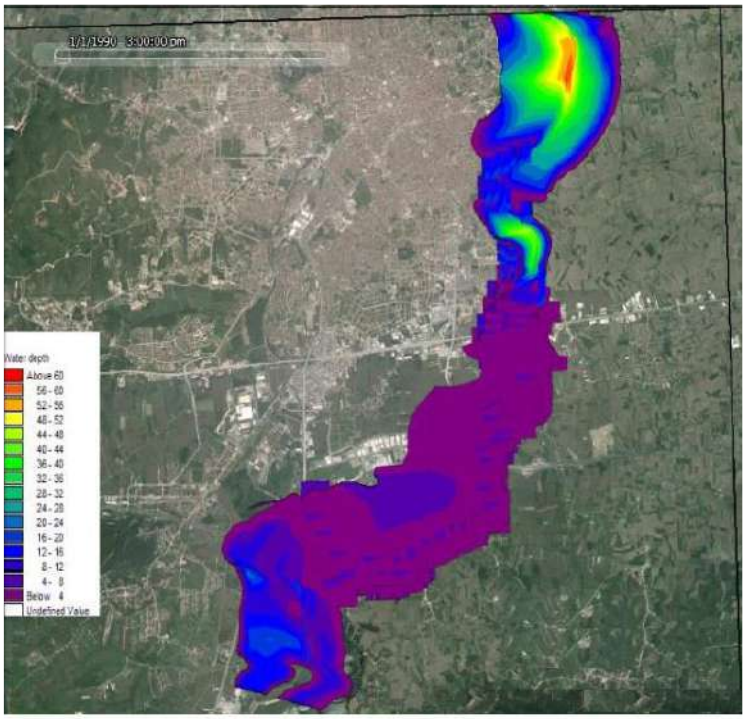
Şekil 5-28. Arifiye İlçesi Hassas Altyapılar (Gelişme Alanları-sarı renk, Hastane-mavi renk, Sanayi Alanları-mor renk, Yeşil Alanlar-yeşil renk) (SBB, 2021)



Şekil 5-29. Erenler İlçesi Hassas Altyapılar (Gelişme Alanları-sarı renk, Hastane-mavi renk, Sanayi Alanları-mor renk, Yeşil Alanlar-yeşil renk) (SBB, 2021)

Eğimli alanlarda su izlerinin geçtiği mahallelerde şiddetli yağış riski karşısında riskli bölgeler oluşabilmektedir. Bu bölgelerde erken uyarı sistemleri, vadi tasarımları, bentler ve yeşil kuşaklar gibi

eylemler düşünülmelidir. Erenler ilçesi, Sakarya nehri ve sanayi alanlarıyla su havzaları, yeşil alan eksiklikleri, yaygın gelişme formu ile taşkın riskli kıyı hatlarıyla öne çıkan bir ilçedir. Şiddetli yağış tehlikesi karşısında riskli bölgeler olmaktadır (Şekil 5-30). Bu bölgeler için erken uyarı sistemleri, vadi tasarımları, ağaçlandırma çalışmaları, bentler ve yeşil kuşaklar gibi eylemler düşünülmelidir.



Şekil 5-30. Sakarya Taşkın Risk Haritası (Demir & Sönmez, 2015)

5.3. Sakarya İli Diğer İlçeler Değerlendirmesi

Sakarya ilinin merkez ilçeleri dışındaki 12 ilçenin değerlendirilmesi iklim değişikliğine karşı uyum eylemlerini doğru tespit etmek açısından önem taşımaktadır. İlçelerin farklı karakterleri, etkilenebilirlik ve risk düzeylerini değiştirirken uyum eylemlerinin doğru tarif edilebilmesi için bu farklılıkların gözlenebilmesi gerekmektedir. Bu anlamda devam eden bölümde ilçe merkezlerinin büyüme şekli, formları, sanayi ve turizm gibi yönlendirici işlevlerin yer seçimleri, gelişim alanları, ulaşım kararları, toğografik özellikleri, hassas ekosistem varlıkları ve yapay ve doğal yüzey miktarları değerlendirilmiştir. Her bir ilçe için üretilen tablolarda kentsel yerleşik alanların son on yıllık değişimi uydu görüntülerinden takip edilmiştir. Kentsel alanların iklim değişikliği karşısında duyarlılık ve uyum kapasitelerinde belirleyici olması açısından çevre düzeni, nazım imar ve uygulama imar planları incelenmiştir. Planlarda her bir ilçe için gelişme alanları, sanayi bölgesi ve ulaşım kararları, yeşil alanlara dair tercihler, yerleşik alanlar içi ve çevresi hassas ekosistemler değerlendirilmiştir. İklim değişikliğine bağlı şiddetli yağışlar, sıcak hava dalgası ve kuraklık karşısında ilçelerin maruziyet, duyarlılık ve uyum kapasiteleri bakımından farklılıkları ortaya konmuştur.

İlçe merkezlerinin yerleşik alan sınırlarında yapay yüzey dağılımları (Tablo 5-5) incelendiğinde, 1 ilçede yapay yüzeylerin az olması dolayısıyla iklim değişikliği karşısında etkilenebilirlikleri daha düşük olacaktır. Ayrıca yeşil ve doğal alan miktarları açısından tüm ilçelerin oldukça problemli olduğu anlaşılmıştır.

Tablo 5-5. Yerleşik alan sınırları içerisindeki dağılım

İlçe Adı	Makroform içerisinde yapay yüzey miktarı %
Adapazarı	85
Akyazı	77
Arifiye	69
Erenler	96
Ferizli	60
Geyve	85
Hendek	78
Karapürçek	86
Karasu	71
Kaynarca	71
Kocaali	21
Pamukova	94
Sapanca	64
Serdivan	80
Söğütlü	72
Taraklı	84

Tablo 5-6. Adapazarı İlçesinin Kentsel Gelişim Süreci, Planlama Kararları ve Genel Özellikleri

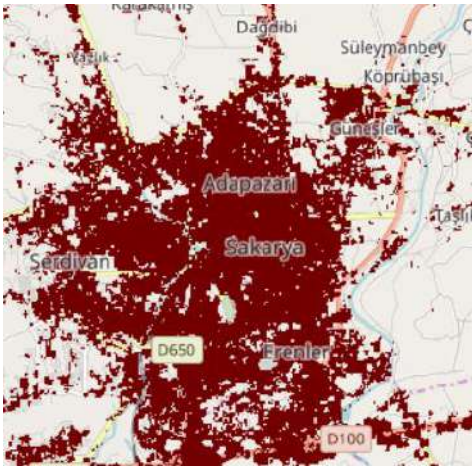
Uydu Görüntüsü, 2005



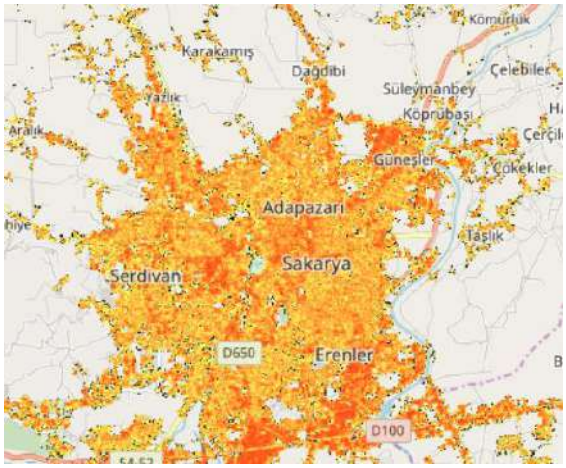
Uydu Görüntüsü ve Gelişme Alanları, 2021



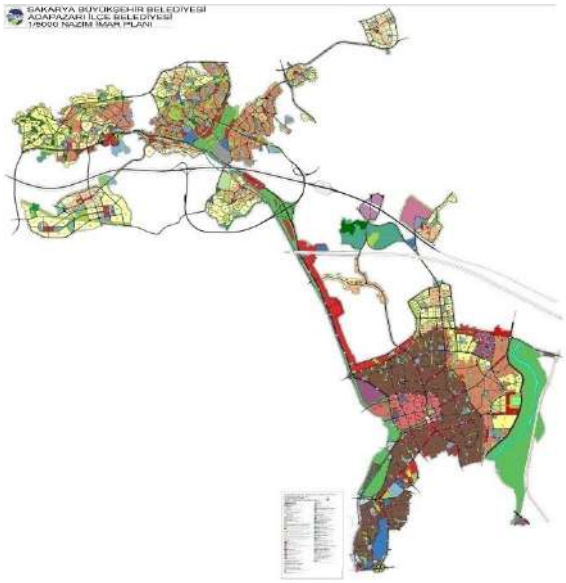
Yapılaşmış Alanlar, 2000[9]



Yapılaşmış Alanlar, 2018



Nazım İmar Planı (SBB, 2011)



Uygulama İmar Planı (SBB, 2018)



[9] https://ghsl.jrc.ec.europa.eu/visualisation.php

Yapısal Özellikleri

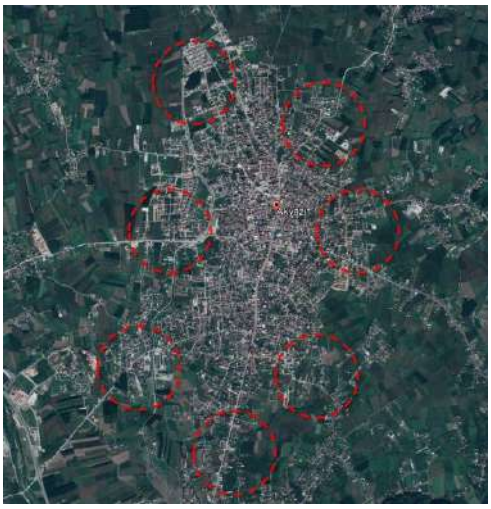
Kentsel karakter (2265hektar yerleşik alan)
Nüfusu artıyor
30metre kotunda yumuşak eğimli bir yerleşim
Sakarya nehri kenarı yerleşimi
Global alt bölge olarak düşünülüyor (küresel ağlara bağlantının en fazla görüldüğü ilçeler)
Beş yönde gelişme eğilimi gözleniyor
Planlarda lineer ve uydu gelişim önerisi var
Gelişme alanlarında yeşil alanlar sistemli ve sürekli
Doğu ve batı yönlerinde gelişim önerilmiş
Uydu yerleşmeler nedeniyle yerleşimler arası doğal yeşil alanlar fazla
Kentsel gelişme için mevcut yerleşim alanının iki katı bir alan ayrılmış
Tarım ve orman alanları üzerinde gelişme öngörüsü

Tablo-5-7. Akyazı İlçesinin Kentsel Gelişim Süreci, Planlama Kararları ve Genel Özellikleri

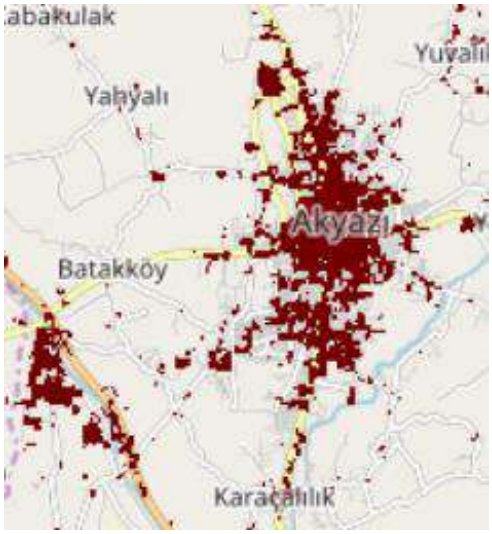
Uydu Görüntüsü (2003)



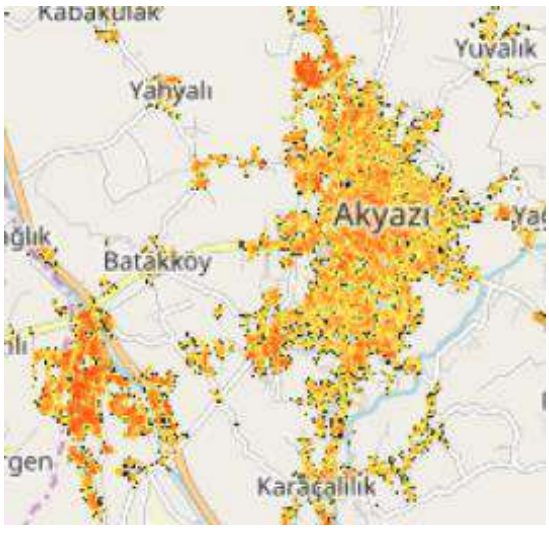
Uydu Görüntüsü (2021) Yeni gelişen alanlar



Yapılaşmış Alanlar, 2000



Yapılaşmış Alanlar, 2018

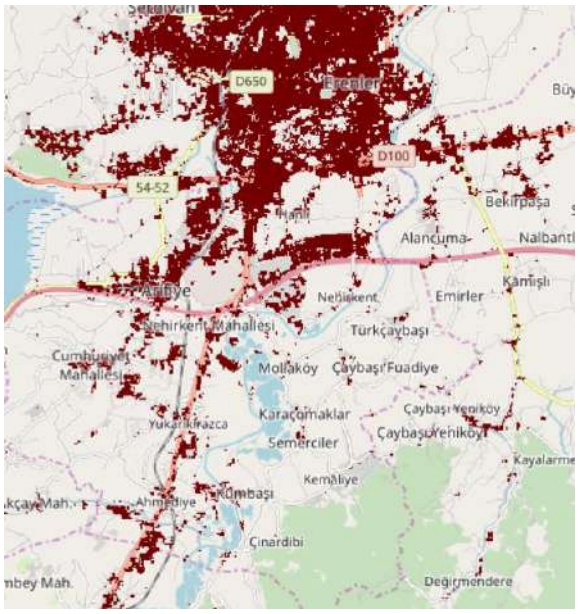


Nazım İmar Planı (SBB, 2011)	Yapısal Özellikleri
	Kırsal karakter (1082hektar yerleşik alan) Nüfusu artıyor 50metre kotunda düz bir yerleşim Dinamik alt bölge olarak düşünülüyor (sanayi gelişimi potansiyeli ve kentleşme beklentisi olan ilçeler) Yedi farklı yönlerde gelişme eğilimi gözleniyor Planlarda kompakt gelişim önerisi var ancak mevcut büyüklüğün iki katına kadar bir yayılma öngörülmüş Yayılmayı teşvik edici plan kararları Yeşil alanlar düşünülmüş ancak sürekliliği olan bir sistem dahilinde değil Ciddi sanayi alanlarına sahip Tarım alanları üzerinde gelişme öngörüsü Mudurnu çayı kenarı yerleşmesi

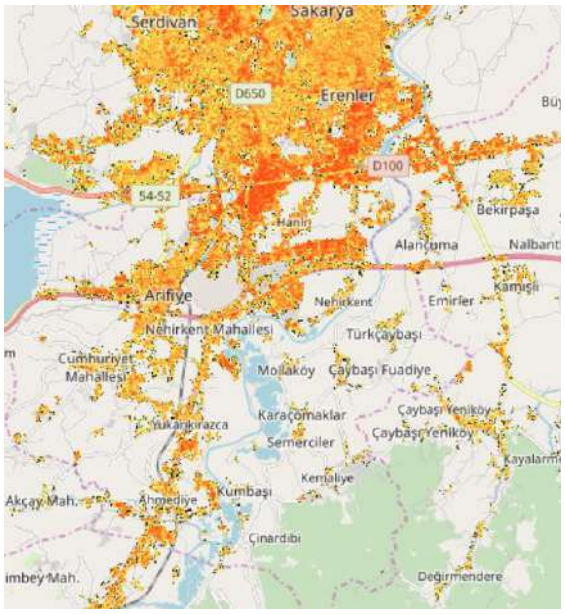
Tablo 5-8: Arifiye İlçesinin Kentsel Gelişim Süreci, Planlama Kararları ve Genel Özellikleri

Uydu Görüntüsü (2011)	Uydu Görüntüsü (2021) Yeni gelişen alanlar
	

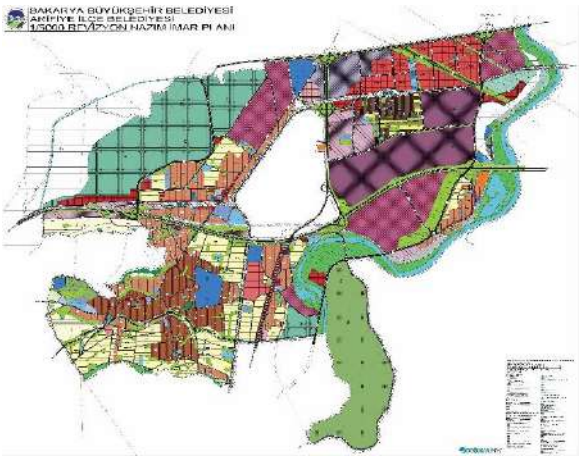
Yapılaşmış Alanlar, 2000



Yapılaşmış Alanlar, 2018



Nazım İmar Planı (SBB, 2011)



Yapısal Özellikleri

Kentsel karakter (Yaklaşık 1451hektar kentsel yerleşik alan)
Nüfusu artmakta
Global alt bölge olarak düşünülüyor (küresel ağlara bağlantının en fazla görüldüğü ilçeler)
30 ile 100 metre kot aralığında engebeli bir yerleşim
Orman ve tarım ekosistemi ile çevrelenmiş
Tarım arazileri üzerinde gelişme eğilimi gözleniyor
Planlarda güney ve batı yönlerinde gelişim önerisi var. Mevcut büyüklüğün iki katına kadar bir yayılma öngörülmüş. Yayılmayı teşvik edici plan kararları yer alıyor.
Saçaklanmış bir kent formu
Ulaşım kararlarıyla destekli gelişme eğilimleri
Saçaklanmış yapısı nedeniyle doğal yeşil alanlar fazla
Yeni gelişme alanlarında yeşil alanlar sürekliliği düşünülmüş
Sapanca gölü ve Sakarya nehri ile çevrelenmiş bir yerleşim
Kentin kuzeydoğusunda yoğun sanayi bölgeleri var
Tarım alanları üzerinde gelişme öngörüsü

Tablo-5-9. Erenler İlçesinin Kentsel Gelişim Süreci, Planlama Kararları ve Genel Özellikleri

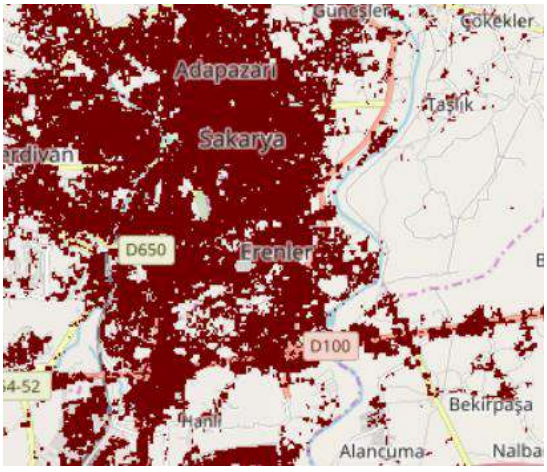
Uydu Görüntüsü (2009)



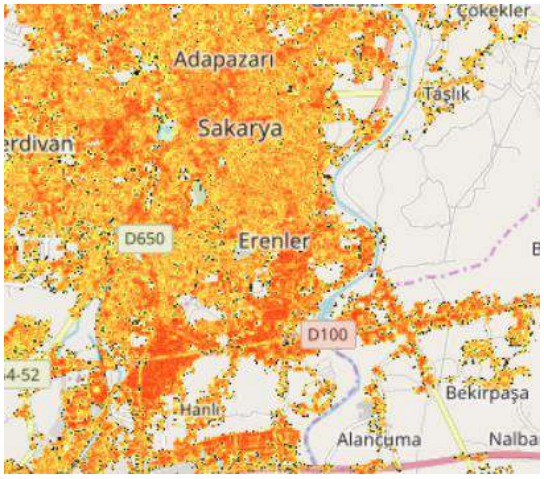
Uydu Görüntüsü (2021) Yeni gelişen alanlar



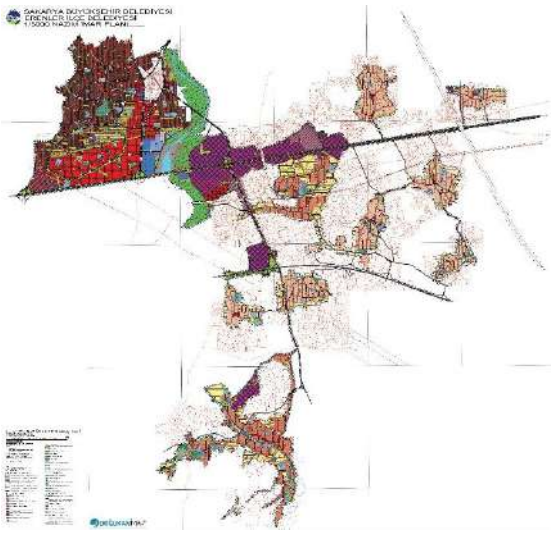
Yapılaşmış Alanlar, 2000



Yapılaşmış Alanlar, 2018



Nazım İmar Planı (SBB, 2011)



Yapısal Özellikleri

Kentsel karakter (Yaklaşık 827hektar kentsel yerleşik alan)
Nüfusu artıyor
30metre kotunda geneli itibariyle düz bir yerleşim
Kompakt kent formundan saçaklanmış forma dönüşüm
Her kentsel parçada gelişme eğilimi var
Global alt bölge olarak düşünülüyor (küresel ağlara bağlantının en fazla görüldüğü ilçeler)
Mevcut büyüklüğün yüzde onu kadar bir yayılma öngörülmüş
Tarım arazileri üzerinde gelişme önerisi gözleniyor
Saçaklanmış karakteri nedeniyle doğal yeşil alanlar fazla
Anayol boyu önemli miktarda sanayi alanları düşünülmüş

Tablo-5-10. Ferizli İlçesinin Kentsel Gelişim Süreci, Planlama Kararları ve Genel Özellikleri

Uydu Görüntüsü (2011)



Uydu Görüntüsü (2021) Yeni gelişen alanlar



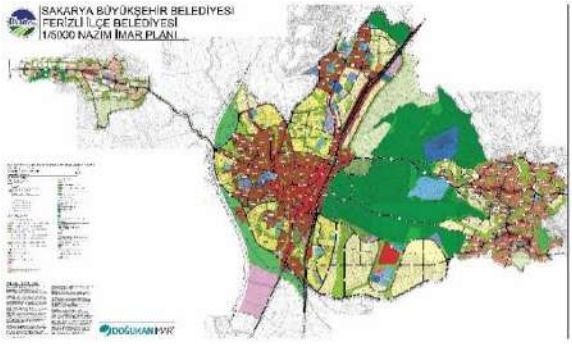
Yapılaşmış Alanlar, 2000



Yapılaşmış Alanlar, 2018



Nazım İmar Planı (SBB, 2011)



Yapısal Özellikleri

Kırsal karakter (Yaklaşık 516hektar kentsel yerleşik alan)
Nüfusu artmakta
40 metre kotunda engebeli bir yerleşim
Global alt bölge olarak düşünülüyor (küresel ağlara bağlantının en fazla görüldüğü ilçeler)
Tarım arazileri üzerinde gelişme eğilimi gözleniyor. Planlarda kuzey, güney ve batı yönlerinde gelişim önerisi var. Mevcut büyüklüğün iki katına kadar bir yayılma öngörülmüş. Yayılmayı teşvik edici plan kararları yer alıyor. Kentin güneyinde sanayi gelişimi önerilmiştir. Mevcut yerleşim alanı kırsal karakterli olduğundan doğal yeşil alanlar fazladır. Yeni gelişme alanlarında yeşil alan sürekliliği düşünülmüştür.

Tablo -5-11. Geyve İlçesinin Kentsel Gelişim Süreci, Planlama Kararları ve Genel Özellikleri

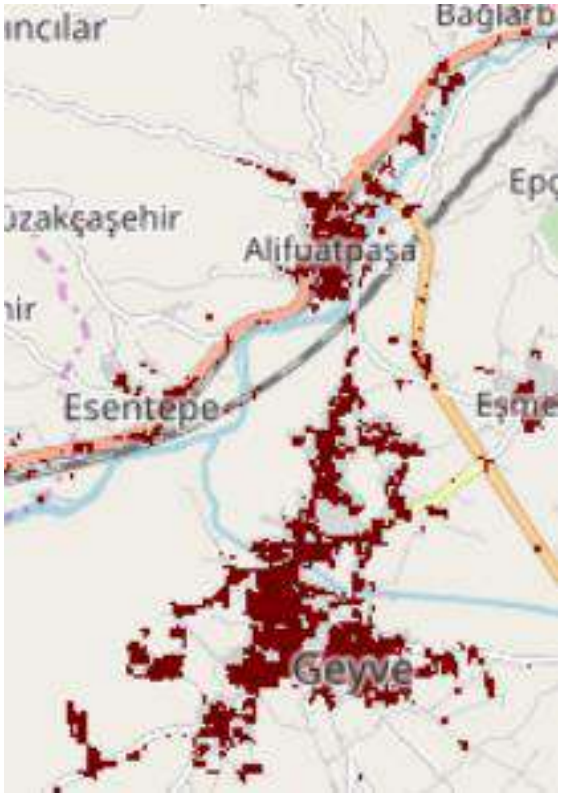
Uydu Görüntüsü (2005)



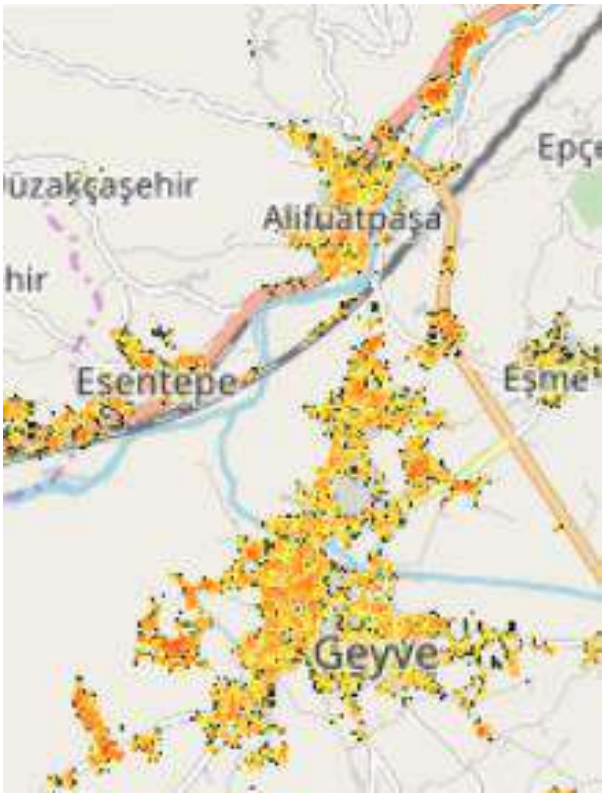
Uydu Görüntüsü (2021) Yeni gelişen alanlar



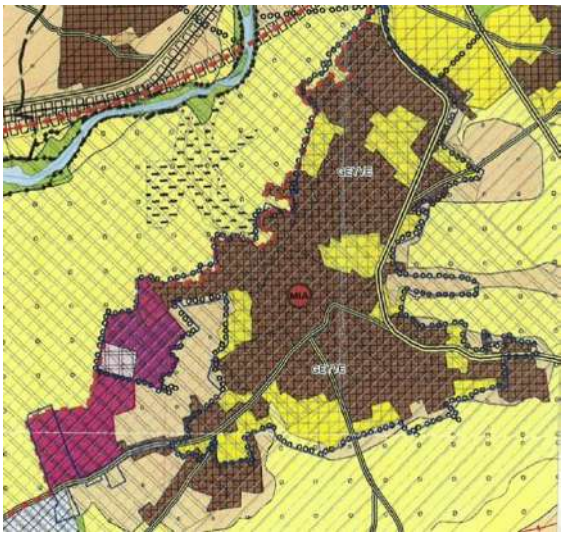
Yapılaşmış Alanlar, 2000



Yapılaşmış Alanlar, 2018



1/25000 Çevre Düzeni Planı (SBB, 2017)



1/5000 Nazım İmar Planı (SBB, 2011)



1/1000 Uygulama İmar Planı (SBB, 2018)



Yapısal Özellikleri

Kentsel karakter (Yaklaşık 466 hektar kentsel yerleşik alan)
Nüfusu artmaktadır
Beş farklı bölgede kentsel gelişme yaşanmakta
80 metre kotunda hafif eğimli bir yerleşim
Çevre alt bölge olarak düşünülen ilçelerdendir (kırsal üretimin baskın olduğu, sosyo-ekonomik gelişmişlik sıralamasında en az gelişmişlik seviyesine sahip, kentsel hizmetler açısından dinamik ve global alt bölge ilçelerine bağımlı, bölge çeperine yerleşmiş ilçeler)
Kuzeybatı-kuzeydoğu hattı boyunca uzanan Sakarya nehri bulunmaktadır.
Yol hatlarına bağımlı lineer gelişim gözlenmekte
Tarım arazileri üzerinde gelişme eğilimi gözleniyor
Planlarda güney ve kuzey yönlerinde gelişim önerisi var
Mevcut büyüklük kadar bir yayılma öngörülmüş
Yayılmayı teşvik edici plan kararları yer alıyor.
Güneybatı hattında sanayi gelişmesi öngörülmüş.
Mevcut yerleşim alanı düşük yoğunluklu olduğundan doğal yeşil alanlar fazla
Yeni gelişme alanlarında yeşil alanların sürekliliği düşünülmüş

Tablo-5-12. Hendek İlçesinin Kentsel Gelişim Süreci, Planlama Kararları ve Genel Özellikleri

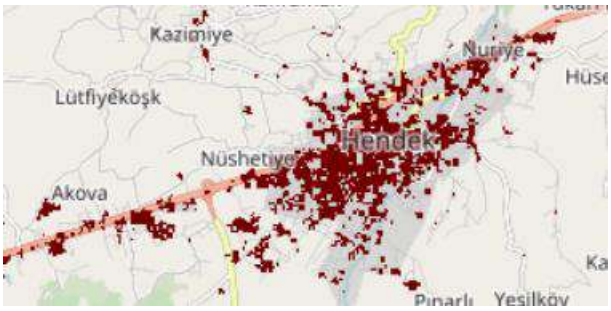
Uydu Görüntüsü (2013)



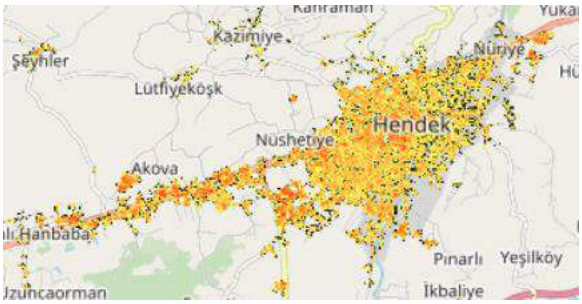
Uydu Görüntüsü (2021) Yeni gelişen alanlar



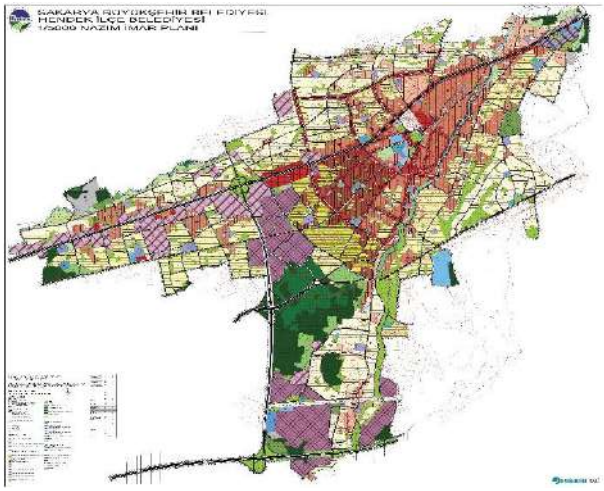
Yapılaşmış Alanlar, 2000



Yapılaşmış Alanlar, 2018



Nazım İmar Planı (SBB, 2011)



Yapısal Özellikleri

Kırsal karakter (Yaklaşık 840 hektar kentsel yerleşik alan)
Nüfusu artmakta
Dinamik alt bölge olarak düşünülüyor (sanayi gelişimi potansiyeli ve kentleşme beklentisi olan ilçeler)
130 ile 230metre kotları arası eğimli bir yerleşim
Uludere boyu yerleşimi
Tarım arazileri üzerinde yerleşmiş ve çok yönlü bir yayılma eğilimi gözleniyor
Planlarda yağ lekesi şeklinde her yönde gelişim önerisi var
Mevcut büyüklüğün iki katı kadar bir yayılma öngörülmüş
Yayılmayı teşvik edici plan kararları yer alıyor
Kentin batısında ve güneyinde ciddi bir sanayi alanı önerilmiştir
Kompakt formdan yol hatları boyunca uzanan lineer gelişime dönüşüm
Mevcut yerleşim alanı düşük yoğunluklu olduğundan doğal yeşil alanlar fazla
Yeni gelişme alanlarında yeşil alanların sürekliliği gözetilmiş

Tablo-5-13. Karapürçek İlçesinin Kentsel Gelişim Süreci, Planlama Kararları ve Genel Özellikleri

Uydu Görüntüsü (2011)



Uydu Görüntüsü (2021) Yeni gelişen alanlar



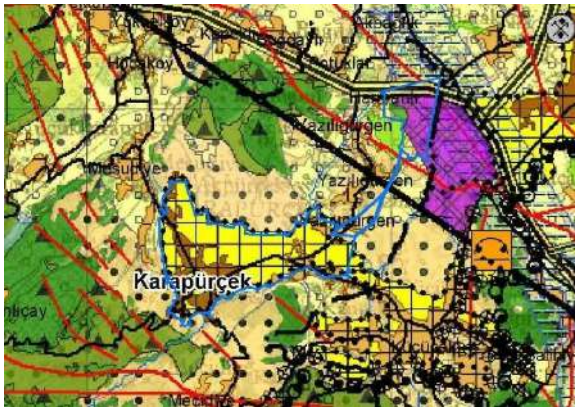
Yapılaşmış Alanlar, 2000



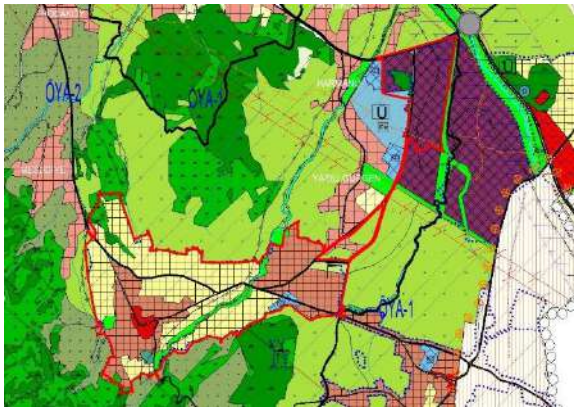
Yapılaşmış Alanlar, 2018



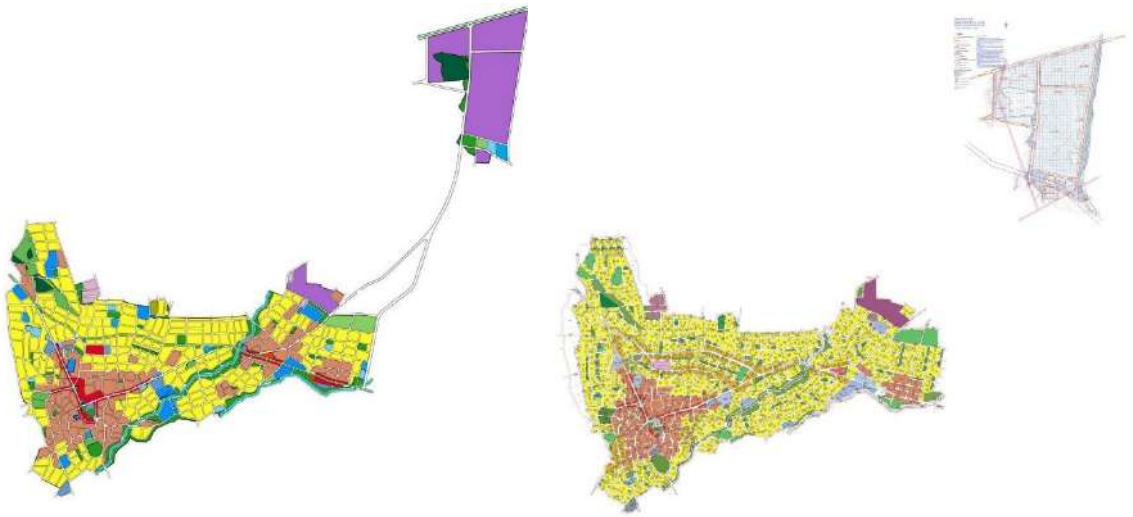
1/100.000 Çevre Düzeni Planı (SBB, 2017)



1/25000 Çevre Düzeni Planı (SBB, 2017)



Nazım İmar Planı (SBB, 2011) **Uygulama İmar Planı (SBB, 2018)**



Yapısal Özellikleri

Kırsal karakter (Yaklaşık 64 hektar kentsel yerleşik alan)
Nüfusu artmakta
Dinamik alt bölge olarak düşünülüyor (sanayi gelişimi potansiyeli ve kentleşme beklentisi olan ilçeler)
150metre kotunda hafif eğimli bir yerleşim
Güneybatı-kuzeydoğu hattında uzanan dere hattı bulunmakta
Tarım arazileri üzerinde gelişme eğilimi gözleniyor
Planlarda kuzey, güney ve doğu yönlerinde gelişim önerisi var
Mevcut büyüklüğün beş katı kadar bir yayılma öngörülmüş
Yayılmayı teşvik edici plan kararları yer alıyor
Kentin kuzeydoğusunda sanayi gelişimi önerilmiştir
Mevcut yerleşim alanı kırsal karakterli olduğundan doğal yeşil alanlar fazla
Yeni gelişme alanlarında yeşil alanların sürekliliği düşünülmüş
Lineer gelişme eğilimi

Tablo-5-14. Karasu İlçesinin Kentsel Gelişim Süreci, Planlama Kararları ve Genel Özellikleri

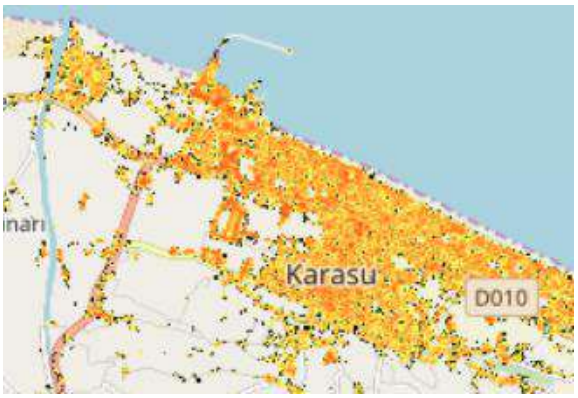
Uydu Görüntüsü (2011) **Uydu Görüntüsü (2021) Yeni gelişen alanlar**



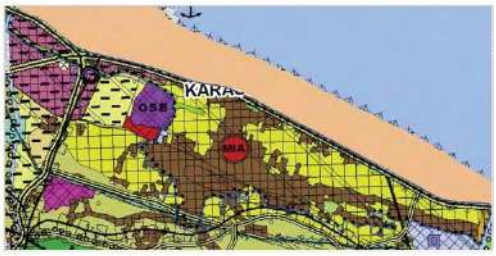
Yapılaşmış Alanlar, 2000



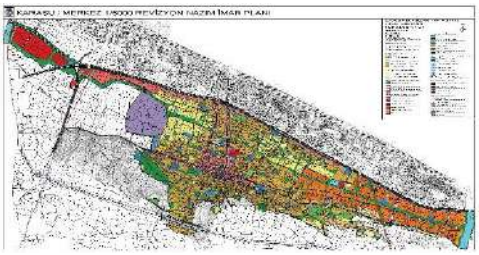
Yapılaşmış Alanlar, 2018



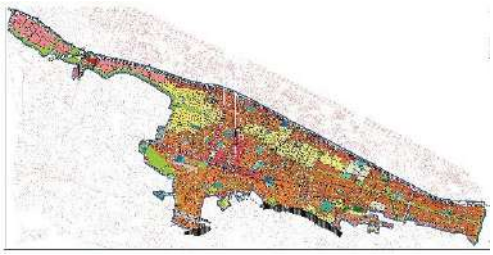
1/25000 Çevre Düzeni Planı (ÇŞB, 2017)



Nazım İmar Planı (SBB, 2011)



Uygulama İmar Planı (SBB, 2018)



Yapısal Özellikleri

Kentsel karakter (Yaklaşık 876 hektar kentsel yerleşik alan)
Nüfusu artıyor
5 metre kotunda düz bir yerleşim
Lineer kent formuna sahip gelişme.
Çevre alt bölge olarak düşünülen ilçelerdendir (kırsal üretimin baskın olduğu, sosyo-ekonomik gelişmişlik sıralamasında en az gelişmişlik seviyesine sahip, kentsel hizmetler açısından dinamik ve global alt bölge ilçelerine bağımlı, bölge çeperine yerleşmiş ilçeler)
Kıyı kenti yerleşim modeli
Tarım ve orman arazileri üzerinde gelişme eğilimi gözleniyor
Planlarda doğu ve batı yönlerinde yönlerinde ciddi bir gelişim önerisi var
Mevcut büyüklüğün yüzde yirmisi kadar bir yayılma öngörülmüş
Batısında ciddi bir sanayi gelişimi önerilmiştir
Mevcut yerleşim alanı içerisinde doğal yeşil alanlar fazla
Yeni gelişme alanlarında yeşil alanların sürekliliği düşünülmüştür

Tablo-5-15. Kaynarca İlçesinin Kentsel Gelişim Süreci, Planlama Kararları ve Genel Özellikleri

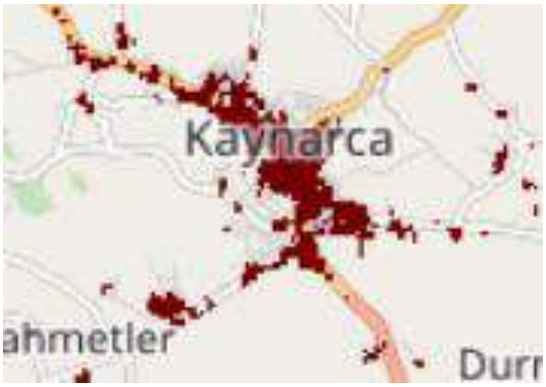
Uydu Görüntüsü (2009)



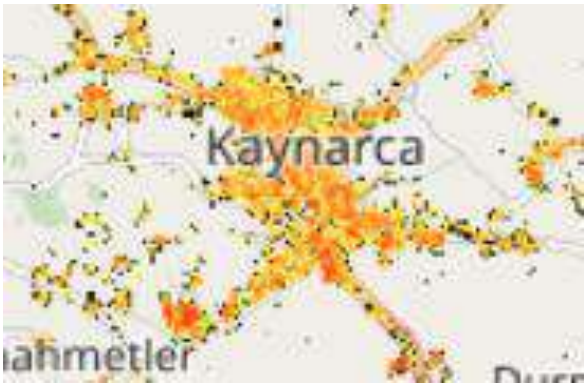
Uydu Görüntüsü (2021) Yeni gelişen alanlar



Yapılaşmış Alanlar, 2000



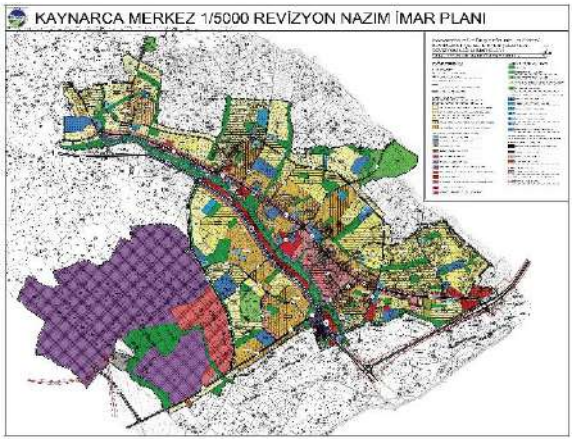
Yapılaşmış Alanlar, 2018



1/25000 Çevre Düzeni Planı (ÇŞB, 2017)

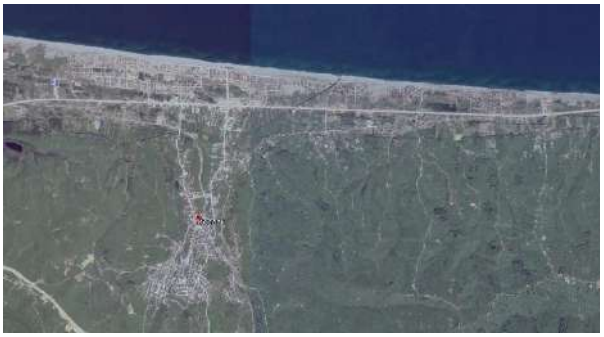


Nazım İmar Planı (SBB, 2011)

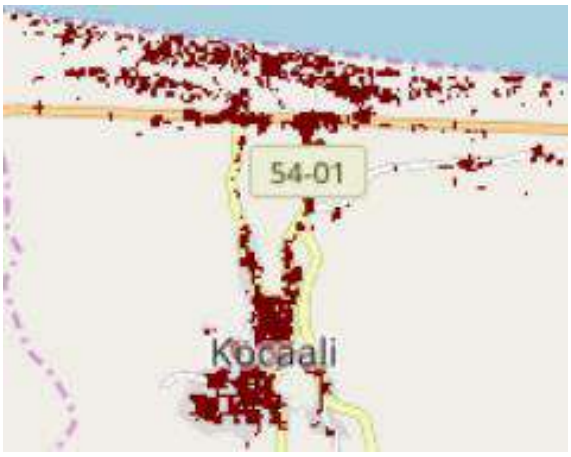


1/1000 Uygulama İmar Planı (SBB, 2018)	Yapısal Özellikler
	Kentsel karakter (Yaklaşık 382 hektar kentsel yerleşik alan) Nüfusu artmakta 50metre kotunda düz bir yerleşim Çevre alt bölge olarak düşünülen ilçelerdendir (kırsal üretimin baskın olduğu, sosyo-ekonomik gelişmişlik sıralamasında en az gelişmişlik seviyesine sahip, kentsel hizmetler açısından dinamik ve global alt bölge ilçelerine bağımlı, bölge çeperine yerleşmiş ilçeler) Çevre yolu önerisi var Her yöne gelişme eğilimi gözleniyor Planlarda doğu ve batı yönünde gelişim önerisi var Mevcut büyüklüğün iki katına kadar bir yayılma öngörülmüş Yayılmayı teşvik edici plan kararları yer alıyor Kentin güneybatısında sanayi (OSB) gelişimi önerilmiştir Mevcut yerleşim alanı düşük yoğunluklu olduğundan doğal yeşil alanlar fazla Yeni gelişme alanlarında yeşil alanların sürekliliği düşünülmüş Lineer formda gelişme önerilmiştir

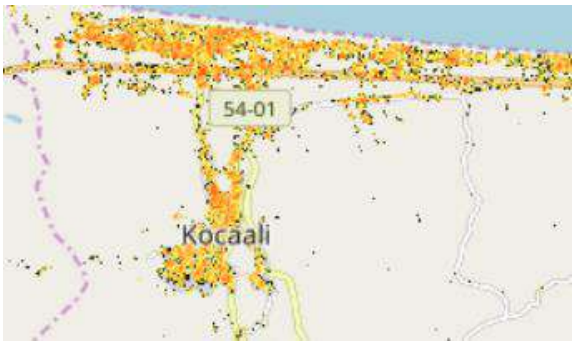
Tablo-5-16. Kocaali İlçesinin Kentsel Gelişim Süreci, Planlama Kararları ve Genel Özellikleri

Uydu Görüntüsü (2013)	Uydu Görüntüsü (2021) Yeni gelişen alanlar
	

Yapılaşmış Alanlar, 2000



Yapılaşmış Alanlar, 2018



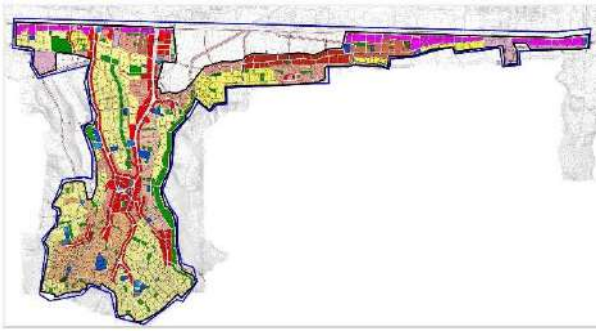
1/25000 Çevre Düzeni Planı (ÇŞB, 2017)



Nazım İmar Planı (SBB, 2011)



Uygulama İmar Planı (SBB, 2018)



Yapısal Özellikler

Kırsal karakter (Yaklaşık 682 hektar kentsel yerleşik alan)
Nüfusu artmakta
5 ile 60 metre kotu arasında hafif eğimli genellikle düz bir yerleşim
Mevcut gelişme eğilimi kıyıya paralel tarım arazileri üzerinde
Planlı gelişme alanları tarım arazileri üzerinde
Planlarda kuzey ve güneydoğu yönlerinde gelişim önerisi var
Mevcut büyüklük kadar bir yayılma öngörülmüş
Yayılmayı teşvik edici plan kararları yer alıyor
Çevre alt bölge olarak düşünülen ilçelerdendir (kırsal üretimin baskın olduğu, sosyo-ekonomik gelişmişlik sıralamasında en az gelişmişlik seviyesine sahip, kentsel hizmetler açısından dinamik ve global alt bölge ilçelerine bağımlı, bölge çeperine yerleşmiş ilçeler)
Mevcut yerleşim alanı düşük yoğunluklu ve kırsal karakterli olduğundan doğal yeşil alanlar fazladır.
Gelişme alanlarında yeşil sürekliliği gözetilmiştir
Deniz kıyısı yerleşme modeli halini almaktadır

Tablo-5-17. Pamukova İlçesinin Kentsel Gelişim Süreci, Planlama Kararları ve Genel Özellikleri

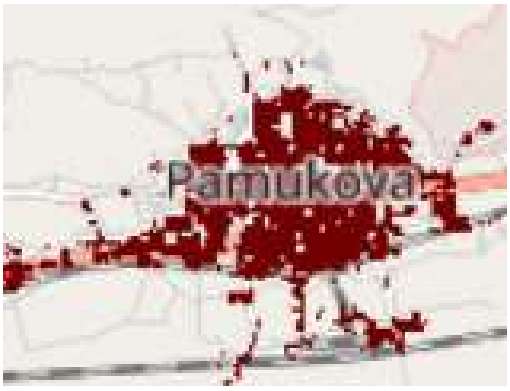
Uydu Görüntüsü (2013)



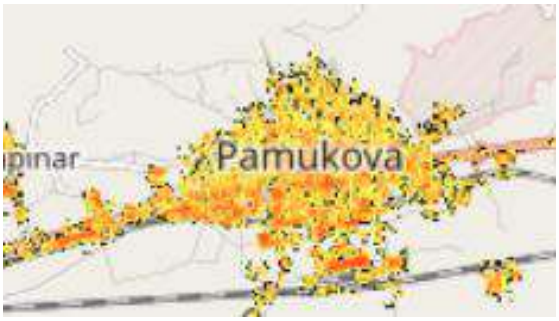
Uydu Görüntüsü (2021) Yeni gelişen alanlar



Yapılaşmış Alanlar, 2000

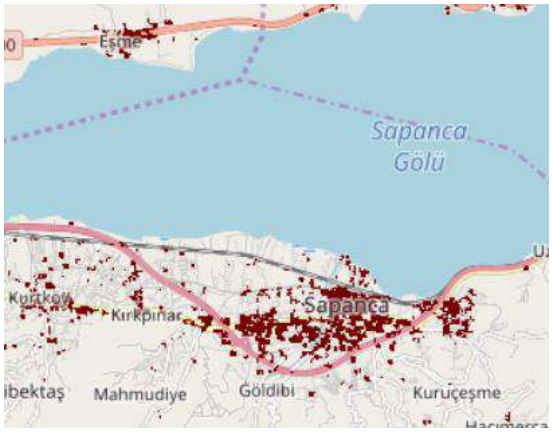
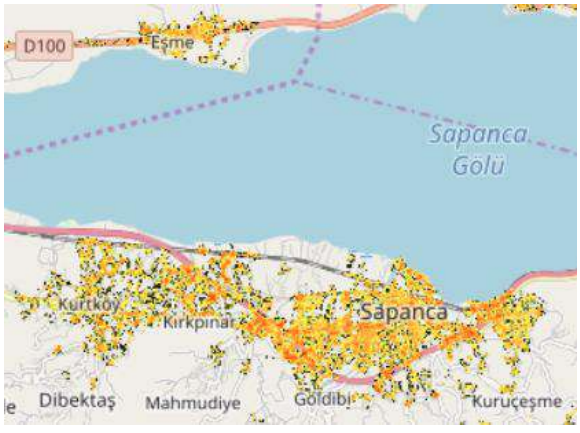


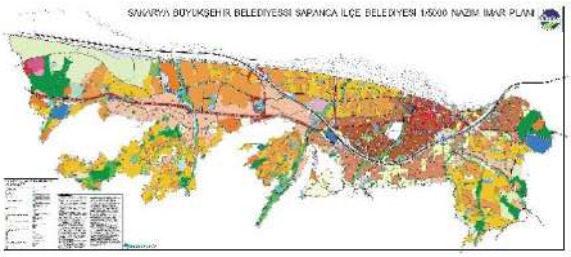
Yapılaşmış Alanlar, 2018



Nazım İmar Planı (SBB, 2011)	Yapısal Özellikler
	Kentsel karakter (Yaklaşık 607 hektar kentsel yerleşik alan) Nüfusu artıyor 70metre ile 140metre kotları arası eğimli bir yerleşim Çevre alt bölge olarak düşünülen ilçelerdendir (kırsal üretimin baskın olduğu, sosyo-ekonomik gelişmişlik sıralamasında en az gelişmişlik seviyesine sahip, kentsel hizmetler açısından dinamik ve global alt bölge ilçelerine bağımlı, bölge çeperine yerleşmiş ilçeler) Tarım arazileri üzerinde yeni gelişme eğilimi gözleniyor Planlarda sınırlı gelişim önerisi var Mevcut büyüklüğün yüzde beşi kadar bir yayılma öngörülmüş Güney yönünde yayılmayı teşvik edici ana yollar mevcut Kompakt kent modeli ve yol boyu lineer gelişmeler gözlenmektedir Mevcut yerleşim içinde yeşil alanlar sınırlı Yeni gelişme alanlarında yeşil alanların sürekliliği düşünülmüş

Tablo-5-18. Sapanca İlçesinin Kentsel Gelişim Süreci, Planlama Kararları ve Genel Özellikleri

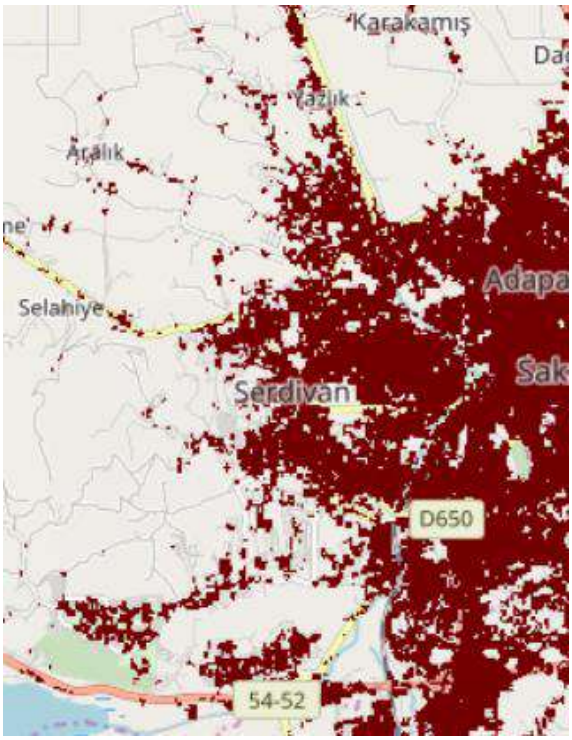
Uydu Görüntüsü (2009)	Uydu Görüntüsü (2021) Yeni gelişen alanlar
	
Yapılaşmış Alanlar, 2000	**Yapılaşmış Alanlar, 2018**
	

Nazım İmar Planı (SBB, 2011)	Yapısal Özellikler
	Kentsel karakter (Yaklaşık 771 hektar kentsel yerleşik alan) Nüfusu artmakta Çevre alt bölge olarak düşünülen ilçelerdendir (kırsal üretimin baskın olduğu, sosyo-ekonomik gelişmişlik sıralamasında en az gelişmişlik seviyesine sahip, kentsel hizmetler açısından dinamik ve global alt bölge ilçelerine bağımlı, bölge çeperine yerleşmiş ilçeler) 30 ile 100metre kotları arası hafif eğimli bir yerleşim Sapanca gölü kıyı yerleşimi Çok ciddi bir kentsel gelişme eğilimi gözleniyor Planlarda batı ve güney yönlü gelişme önerileri var Tarım ve orman arazileri üzerinde gelişme önerileri gözleniyor Mevcut büyüklüğün yüzde beşi kadar bir yayılma öngörülmüş Kentin batısına doğru yol boyu ticaret kullanımı mevcut Mevcut yerleşim saçaklanmış bir formda olduğundan doğal yeşil alanlar fazladır Planda yeni gelişme alanlarında yeşil alanlar süreliliği gözetilmiş

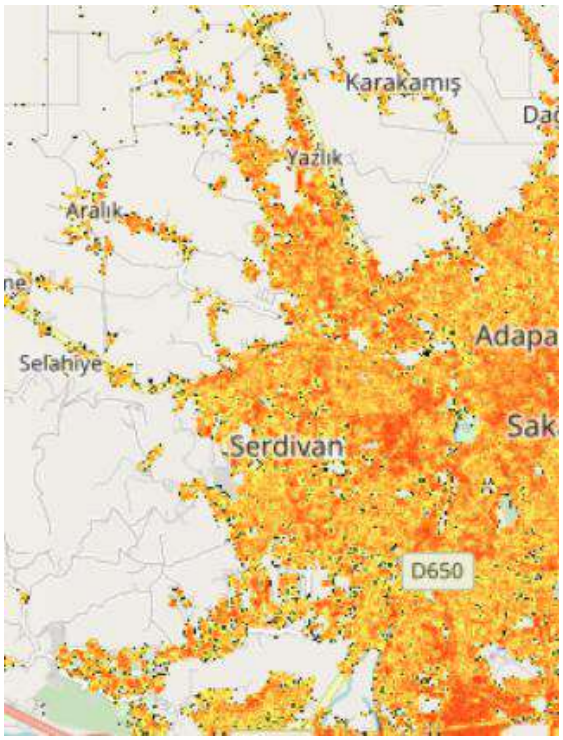
Tablo-5-19. Serdivan İlçesinin Kentsel Gelişim Süreci, Planlama Kararları ve Genel Özellikleri

Uydu Görüntüsü (2005)	Uydu Görüntüsü (2021) Yeni gelişen alanlar
	

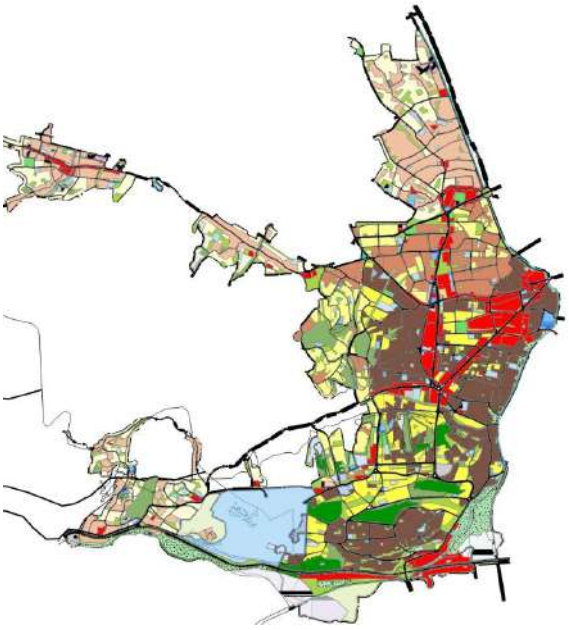
Yapılaşmış Alanlar, 2000



Yapılaşmış Alanlar, 2018



Nazım İmar Planı (SBB, 2011)



Yapısal Özellikler

Kentsel karakter (Yaklaşık 1334 hektar kentsel yerleşik alan)
Nüfus artmakta
Global alt bölge olarak düşünülüyor (küresel ağlara bağlantının en fazla görüldüğü ilçeler)
30metre ile 200metre kotları arası eğimli bir yerleşim
Tarım alanları üzerinde ulaşım hatlarıyla bağlantılı gelişme eğilimi
Lineer gelişim modeli ile saçaklanmış bir form gözlenmekte
Tarım arazileri üzerinde gelişme eğilimi gözleniyor
Planda batı yönlerinde gelişim önerisi var
Mevcut yerleşim büyüklüğünün yarısı kadar bir yayılma öngörülmüş
Yayılmayı teşvik edici plan kararları yer alıyor
Kentin batısında üniversite alanı bulunmakta
Mevcut yerleşim saçaklanmış formda olduğundan doğal yeşil alanlar fazladır
Yeni gelişme alanlarında yeşil alanların sürekliliği düşünülmüş
Sapanca gölü paralelinde batı yönlü gelişmeler mevcut

Tablo-5-20. Söğütlü İlçesinin Kentsel Gelişim Süreci, Planlama Kararları ve Genel Özellikleri

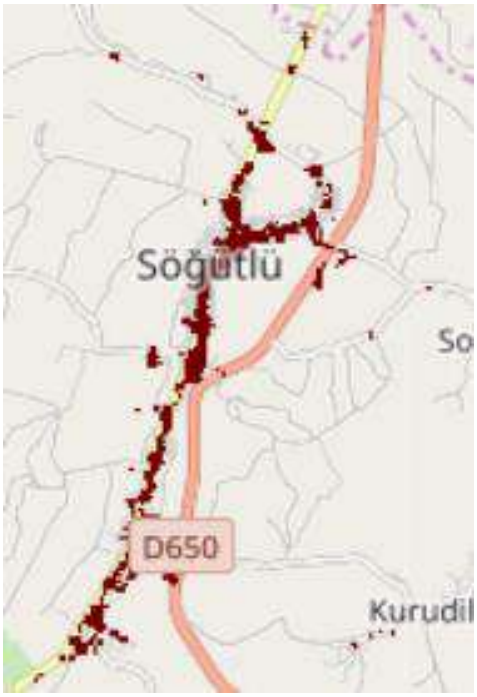
Uydu Görüntüsü (2011)



Uydu Görüntüsü (2021) Yeni gelişen alanlar



Yapılaşmış Alanlar, 2000



Yapılaşmış Alanlar, 2018



Nazım İmar Planı (SBB, 2011)



Yapısal Özellikler

Kırsal karakter (Yaklaşık 80 hektar kentsel yerleşik alan)
Nüfusu artmakta
20 metre kotunda düz bir yerleşim
Atatürk ve Hürriyet caddeleri boyunca uzanan yerleşim
Global alt bölge olarak düşünülüyor (küresel ağlara bağlantının en fazla görüldüğü ilçeler)
Tarım alanları üzerinde gelişme
Lineer kent formu
Çevre yolu mevcut
Yol hatları boyunca ulaşım talebini daha fazla artıran ticari kullanımlar
Planda güneybatıda kentsel gelişme önerisi var
Mevcut büyüklüğün yüzde yirmisi kadar bir yayılma öngörülmüş
Mevcut yerleşim çevresi kırsal karakterli olduğundan doğal yeşil alanlar fazla
Yeşil alanların sürekliliği planda düşünülmüş

Tablo-5-21. Taraklı İlçesinin Kentsel Gelişim Süreci, Planlama Kararları ve Genel Özellikleri

Uydu Görüntüsü (2013)



Uydu Görüntüsü (2021) Yeni gelişen alanlar



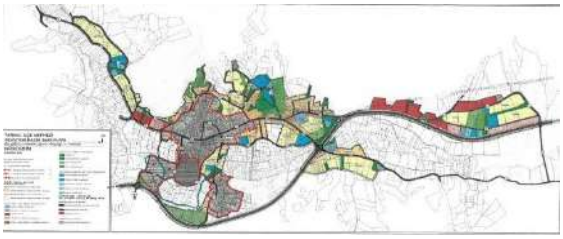
Yapılaşmış Alanlar, 2000



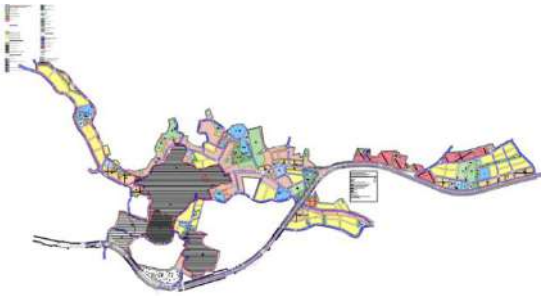
Yapılaşmış Alanlar, 2018



Nazım İmar Planı (SBB, 2011)



1/1000 Uygulama İmar Planı (SBB, 2018)



Yapısal Özellikler

Kırsal karakter (Yaklaşık 369 hektar kentsel yerleşik alan)
Nüfus genel anlamıyla sabit
440 metre kotunda engebeli bir yerleşim
Yol boyu Lineer kent modeli
Sınırlı kentsel gelişme
Planlarda çok yönlü gelişim önerisi var
Çevre yolu mevcut
Çevre alt bölge olarak düşünülen ilçelerdendir (kırsal üretimin baskın olduğu, sosyo-ekonomik gelişmişlik sıralamasında en az gelişmişlik seviyesine sahip, kentsel hizmetler açısından dinamik ve global alt bölge ilçelerine bağımlı, bölge çeperine yerleşmiş ilçeler)
Mevcut büyüklüğün iki katına kadar bir yayılma öngörülmüş
Yayılmayı teşvik edici plan kararları yer alıyor
Mevcut yerleşim alanında yeşil alanlar sınırlı ancak kırsal karakter nedeniyle doğal yeşil alanlar fazla

İlçe değerlendirmelerinde Sakarya Büyükşehir Belediyesinin imar planları, Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı'nın paylaştığı çevre düzeni planı (Sakarya Büyükşehir Belediyesi, 2017), Orta Karadeniz Kalkınma Ajansının İlçe Raporları[10] (Orta Karadeniz Kalkınma Ajansı, 2018) açıklama raporlarından faydalanılmıştır. Onun dışında Corine projesi, Google Earth ve Avrupa Komisyonu'nun küresel insan yerleşimleri katmanı gibi veri tabanları değerlendirmeye alınmış ve çeşitli hesaplamalar (yerleşik alan büyüklüğü, yerleşim kotu, gelişme alanları gibi) yapılmıştır. Tüm ilçeler birlikte değerlendirildiğinde kırsal ve kentsel karaktere sahip olan yerleşimler, yayılma eğilimleri, su ve orman yüzeylerine sahip olanlar, kompakt ve saçaklanmış kent formlular ile plan kararlarının yayılmayı teşvik ettiği ilçeler gözlemlenebilmiştir.

[10] https://www.oka.org.tr/yayinlar-ve-dokumanlar/ilce-raporlari

5.4. Kent Sektörü Etkilenebilirlik ve Risk Analizi

Sakarya ilinde iklim değişikliğine karşı uyum eylemlerinin planlanması ve uygulanması için ilçe düzeyinde etkilenebilirlik ve risk analizlerinin yapılması gerekmektedir. Bu kapsamda Sakarya ili için öne çıkan şiddetli yağışlar, sıcak hava dalgaları ve kuraklık tehlikeleri değerlendirilmiştir. Kentsel yerleşik alanlar için öncelikli olarak şiddetli yağış tehlikesine göre risk analizleri yapılmıştır. İlçelerin maruziyet, duyarlılık ve uyum kapasitesi ile etkilenebilirliği incelenmiş, toplam riskine bakılmıştır. Maruziyet, daha çok iklim değişikliğine maruz kalan kentsel sistemlerin ölçülebilmesi ile ilgili bir veri grubunu temsil ederken, duyarlılık maruz kalan sistemler içerisinde hassasiyetleri ve etkilenebilirlikleri tanımlamak için kullanılan veri grubudur. Uyum kapasitesi ise kentsel yerleşik alanlarda iklim tehlikeleri karşısında görülen zararı azaltıcı veya ortaya çıkabilecek fırsatları değerlendirici bir altyapının varlığıyla ilgilidir. Kent sektörü için risk analizlerinde kullanılan göstergeler, göstergelerin ait olduğu kurum bilgisi ve her bir göstergenin risk analizindeki ağırlıkları EK-01 bölümünde sunulmuştur. Elde edilen göstergeler ile her bir risk bileşeni için ilçe düzeyinde haritalar üretilmiş ve aşağıdaki bölümde sonuçları yorumlanmıştır.

5.4.1. Şiddetli Yağış Riski

Sakarya ilinde kentsel yerleşik alanlar için öncelikle şiddetli yağış tehlikesine göre etki zinciri hazırlanmış olup Şekil 5-31 ile paylaşılmıştır. Etki zincirleri belirlenirken sektörün riskini analize etmek için gerekli göstergeler seçilmiş, çalışma kapsamında elde edilebilen verilerle analizler gerçekleştirilmiştir. Çalışma kapsamında sınırlı sürede toplanabilen verilerle yapılan analiz sonuçları etki zincirlerinden sonraki bölümde açıklanmaktadır.

Şiddetli yağış tehlikesi için Sakarya ilinin ilçe merkezleri dahil olmak üzere kentsel yerleşik alanlarında, nüfus yoğunluğu, yapay alanların oranı, kentsel makroform büyüklüğü, kent yakınında hassas ekosistem varlığı (orman, gölet, göl, nehir, akifer vb.) ile arkeolojik ve kentsel sit alanları iklim değişikliğine maruziyet düzeyini gösteren veri grubunu oluşturmaktadır. İlçeler bazında veri üretimi ülkemizde oldukça zayıftır, bu nedenle iklim değişikliğine karşı oluşturulacak tüm projelerde öncelikli aşama veritabanı oluşturulması konusudur. Tüm kurumların ilçe bazında veri üretmesi ve paylaşması önceliklendirilmesi gereken eylemdir. Kentsel alanlar için veri seti oluşturulması dışında detaylı mikro analizler yapılmalıdır. Yerleşik alan içerisinde farklı özellikteki parçaların tanımlanması, iklim ile uyumsuz özelliklerinin belirlenmesi ve bu uyumsuzlukları giderici eylemlerin tanımlanması gerekmektedir. Bu çalışma kapsamında maruziyet açısından belirlenen veri grupları için geçmiş ve bugüne ait uydu görüntüleri, Tarım ve Orman Bakanlığı'nın CORINE veritabanı, Avrupa Komisyonunun küresel insan yerleşimleri katmanı veritabanı, çeşitli raporlar, Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı'nın GÖRBİS sistemi verileri, Bölge Planı Çevre Düzeni Planı, Nazım ve Uygulama İmar Planları ile plan açıklama raporları incelenmiş, değerlendirmeye alınmış ve çeşitli hesaplamalar (yerleşik alan büyüklüğü, yerleşim kotu, gelişme alanları gibi) yapılmıştır.

Duyarlılık göstergeleri olarak ilçeler bazında sosyal yardım alanların oranı, kentin karakteri, kent formu, nüfus artışı, göçmen sayısı, üst ölçekli planlarda (çevre düzeni ve bölge planları) getirilen sektörel gelişme önerileri, su yüzeyleri, gelişme eğilimleri ve çevre yolu mevcudiyeti değerlendirilmiştir. Uyum kapasitesiyle ilgili olarak sosyo-ekonomik gelişmişlik düzeyi, dernek sayıları, rekreasyon ve park alanları oranı, planlardaki yeşil alan oranı, planlardaki kentsel yayılma miktarı ve planlardaki nüfus artış oranları verileri üzerinden bir değerlendirme yapılmıştır.

Tüm ilçeler birlikte değerlendirildiğinde kırsal ve kentsel karaktere sahip olan yerleşimler, yayılma eğilimleri, su ve orman yüzeylerine sahip olanlar, kompakt ve saçaklanmış kent formlular ile plan kararlarının yayılmayı teşvik ettiği ilçeler gözlemlenebilmiştir. 9 ilçe kentsel karakter gösterirken, 7 ilçe kırsal niteliktedir. Kırsal ilçelerin sadece birinde nüfus azalmakta, geri kalanında artış gözlenmektedir. Kentsel bir karakteri olan ilçelerin büyük çoğunluğunda global alt bölge vizyonu ile gelişme

öngörülmektedir. Kentsel form anlamında çoğunlukla saçaklanma eğilimi gözlenen bu ilçelere karşın, kırsal karakterli olan ilçelerde lineer form gözlenmektedir.

TEHLİKE		MARUZİYET	ETKİLENEBİLİRLİK		RİSK
İklim Sinyali	İklim Etkisi		Duyarlılık	Uyum Kapasitesi	
Yağış miktarı ve sıklığında artış	Sel ve taşkın	**Kentsel altyapı**	Kent karakteri	Sosyo-Ekonomik Gelişmişlik Endeksi skoru	Ulaşım ve iletim altyapısının zarar görmesi
	Şiddetli yağışlı gün sayısında artış	Su ve kanalizasyon altyapısı*	Mevcut çevre yolu varlığı	Faal dernek sayıları	Ticari işletmelerin maddi zarar görmesi
		Ulaşım altyapısı*	Nüfus artış hızı	Rekreasyon ve parkların oranı	Yerleşim alanlarının zarar görmesi
		İletişim altyapısı*	Bölge planları varlığı	Planlarda nüfus artış oranı	İnsan sağlığının zarar görmesi
		Enerji altyapısı*	Düşük gelirli ve sosyal yardım alanların oranı	Planlarda yeşil alanlar oranı	
		Kentsel üstyapı	Göçmen nüfus oranı	Fırtınaya ve doluya dayanıklı mekânsal elemanların inşa edilmesi*	
		Nüfus yoğunluğu	Su yüzeyleri oranı	Geçirimli yüzeylerin artırılmasına yönelik yeşil süreklilik önerisi*	
		Arkeolojik ve kentsel sit alanları	Kentsel gelişme hızı ve formu	Korunan yeşil alanlar*	
		Kent içi veya yakını ekosistemler	Kentte baskın ekonomik sektör*	Afet yönetim planlarının olması*	
		Kent makroform büyüklüğü	Yoksul mahalleler*	Kontrollü kentsel yayılma hedefinde planların olması	
		Yerleşik alan sınırlarındaki yapay alanlar	Kentsel yayılma biçimi*	Acil müdahale ekiplerinin olması*	
		Kent yakınında hassas ekosistemleri olan ilçeler*	Sektörel gelişme planları*	Yerleşik alanlar içi doğal alanlar oranı*	
			Zarar gören yol hattı, ulaşım bağlantısı (liman, gar)*	Yeşil sistem sürekliliği*	
			Riskli alanlardaki bina sayıları*	Yeşil alanlar oranı*	
			Kentleşme oranı*	Sigortacılık sistemi*	
			Atık su, yağmur suyu altyapıları*	Sıcaklık duyarlı kent planlarının varlığı*	
			Üç ve dört katı alana kentsel yayılmayı teşvik eden plan kararlarına sahip ilçeler*	Kentsel büyüme projeksiyonları*	
			Sağlık tesisleri kapasiteleri ve erişilebilirlikleri*	Çevre yolu projeleri*	
			Dış mekanda çalışanlar*	Erken uyarı sistemleri*	
			Bağımlı nüfus	Erişilebilirlik*	
			Altyapının yaşı ve kapasitesi*	Sosyal hizmet uzman sayıları*	
				Tabiat parkı, doğal sit alanı varlığı*	

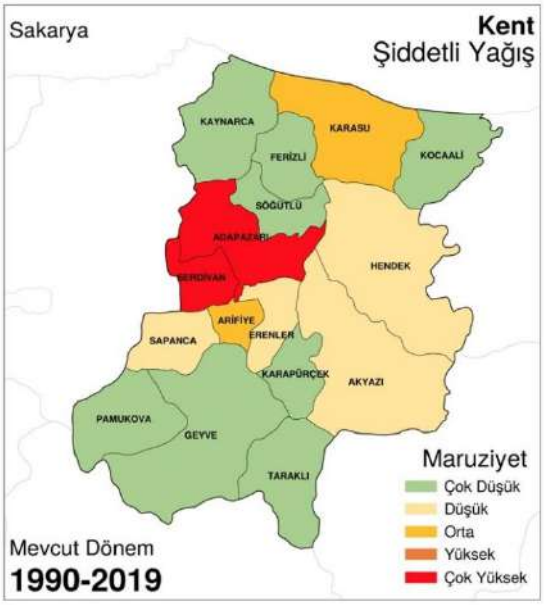
Şekil 5-31. Etki Zinciri: Kent Sektörü ve Şiddetli Yağış İlişkisi

** sembolü ile risk analizlerinde kullanılmayan göstergeler belirtilmiştir.*

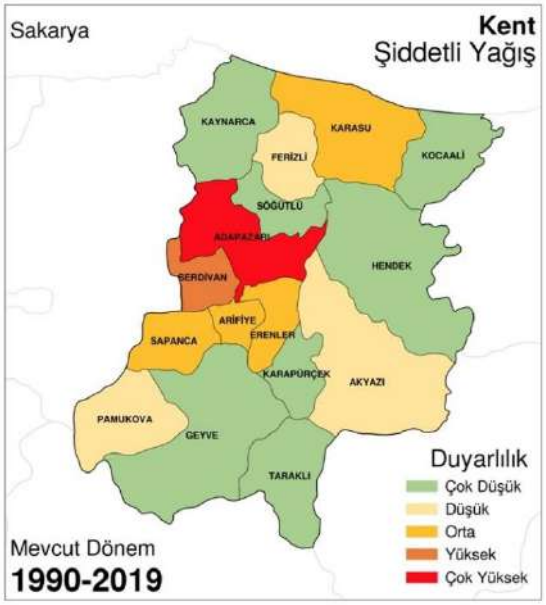
Ortalama olarak 700 hektardan küçük olan yerleşimler kırsal nitelikteyken, büyük olanlar kentsel yapıya sahiptir. Akyazı, Hendek, Kocaali ve Ferizli gibi alanı hektar olarak fazla ama kırsal karakteri olan ilçelerde gözlenmektedir. Tarımsal üretimin fazla olduğu ilçelerde bu durum gözlenebilmektedir. Topografik olarak düz kotlarda yerleşmiş ve su kenarı yerleşimi olan Karasu, Kocaali, Geyve ve Sakarya nehri boyu merkez yerleşim alanlarında şiddetli yağışlar karşısında sel riski çok yüksektir. Merkez ilçelerden Adapazarı, Erenler ve Serdivanda da sel riski yüksektir. Plan kararları incelendiğinde dinamik alt bölge olarak düşünülen Karapürçek, Hendek ve Akyazı gibi ilçelerde yayılmanın üç ve beş katı kadar fazla olduğu, çevre alt bölge olarak kurgulanan Sapanca ve Karasu gibi ilçelerde gelişmenin sınırlı tutulduğu, global alt bölgelerde ise yayılmanın en az mevcut makroform kadar verildiği anlaşılmaktadır. Plan kararları yoluyla kurgulanan kentsel yayılma modellerinin iklim değişikliği bağlamında en önemli tehdit olduğu ve yeniden ele alınması gerektiği tespit edilmiştir.

Verilerin genel değerlendirmesinden sonra ilk olarak maruziyet göstergeleri açısından Sakarya değerlendirilmiş, Adapazarı ve Serdivan'ın çok yüksek, Arifiye ve Karasu'nun ise orta düzeyde şiddetli yağış tehlikesine maruz kalan ilçeler olduğu görülmüştür (Şekil 5-32) Geyve ve Kocaali ilçeleri de şiddetli yağışlara maruz kalan ilçelerdendir, ancak kent merkezleri temelinde veri üretildiği için bu ilçeler daha düşük seviyede gözükmüştür. Kentsel alanların özelliklerine göre düşük maruziyet düzeyinde ise Ferizli, Söğütlü, Kaynarca, Taraklı ve Pamukova ilçeleri öne çıkmaktadır. Merkez ilçelerden Serdivan'ın engebeli yapısı, yayılma eğilimi ve su izleri gibi nedenlerden dolayı riskli olduğu, mahalle bazında farklılaşmaların gözlemlenebildiği görülmektedir. Adapazarı ilçesinde ise riskli bölgeler, yoğun yapılaşmalar, hava kirliliği, tarihi mirasın yoğunlaşması ve özel araca dayalı ulaşım modeli gibi problemler öne çıkmaktadır.

Duyarlılık açısından incelendiğinde ise Sakarya'nın merkez ilçelerinden Adapazarı çok yüksek, Serdivan yüksek, Arifiye ve Erenler ise orta seviyede duyarlılığa sahiptir. Bu ilçelerin kentsel yerleşik alanları itibariyle çok yüksek duyarlılığa sahip olduğu görülmektedir (Şekil 5-33). Bu haritada öne çıkan ilçelerde gözlemlenen özellikler, kentsel karakter, global alt bölge olarak gelişme, çevre yolu, saçaklanmış bir kentsel form ve her yönde yayılma eğilimidir.



Şekil 5-32. Kent Sektörü Maruziyet Haritası

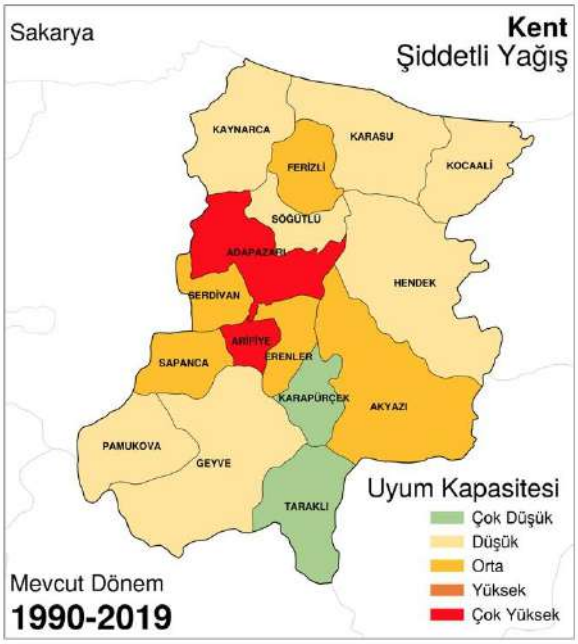


Şekil 5-33. Kent Sektörü Duyarlılık Haritası

Uyum kapasitelerine bakıldığında (Şekil 5-34) ise Adapazarı ve Arifiye'nin çok yüksek değerler ile dikkati çektiği görülmüştür. Serdivan, Sapanca, Erenler, Akyazı ve Ferizli ilçelerinin orta, geri kalan ilçelerinde düşük ve çok düşük uyum kapasitesine sahip oldukları anlaşılmıştır. Analiz verileri ve haritalar

incelendiğinde sosyo-ekonomik gelişmişliği ve dernek sayıları fazla, planlarda kentsel büyümenin görece düşük tutulduğu ve yeşil alanların fazla kurgulandığı ilçelerde uyum kapasitesinin yüksek çıktığı, uyum kapasitesi düşük ilçelerde ise tam tersi özellikler olduğu gözlenmiştir.

Etkilenebirlik değerlendirmesi (Şekil 5-35) yapıldığında ise Serdivan ve Karasu'nun çok yüksek değerle öne çıktığı görülmüştür. Sapanca ve Erenler ise yüksek etkilenebilirliğe sahiptir. Burada Serdivan ve Karasu gözlemlenen neden, duyarlılıkları ile uyum kapasiteleri arasındaki farktır. Serdivan ve Karasu ilçelerinde mevcut kentsel gelişme pratiklerinin doğal yapıyla kurduğu ilişkiler, kent formu, engebeli coğrafya (Serdivan), deniz kıyısı yerleşim (Karasu), çevre yolu, tetiklediği gelişmeler ve tahribatlar, yayılma eğilimi ve üst ölçek planlarda getirilen öneriler iklim değişikliği karşısında duyarlılığı artıran şekildedir. Yüksek etkilenebilirliği olan diğer ilçelerde de gözlemlenen durum görece olarak duyarlılıklarının yüksek, uyum kapasitelerinin düşük olmasıdır.

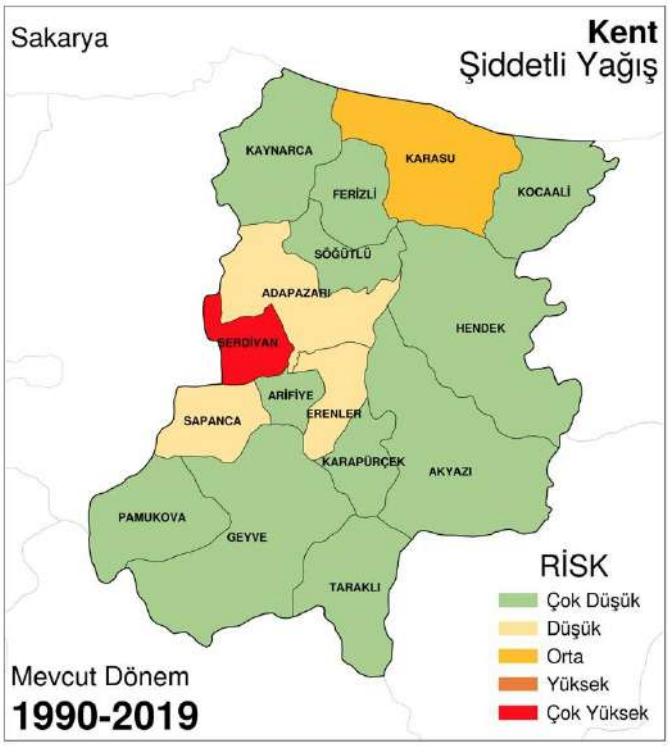


Şekil 5-34. Kent Sektörü Uyum Kapasitesi Haritası



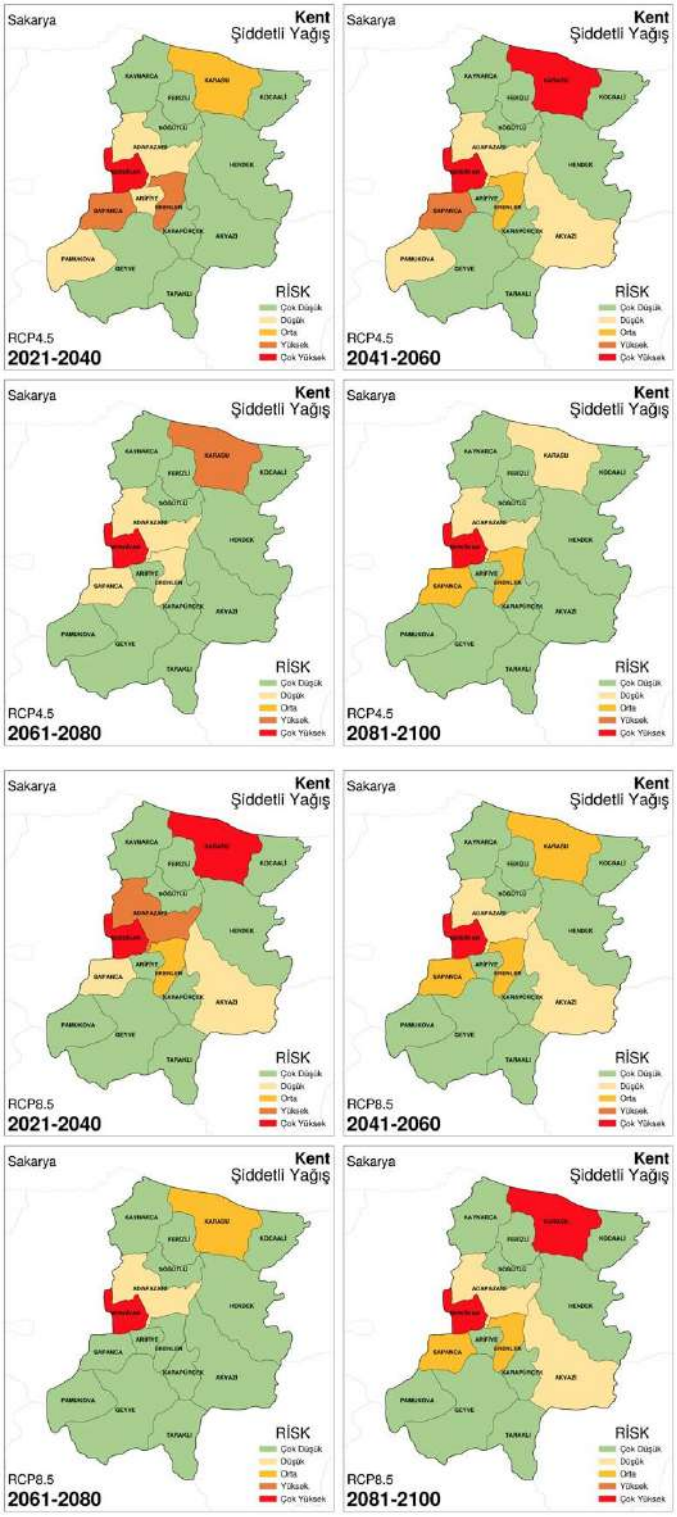
Şekil 5-35. Kent Sektörü Etkilenebilirlik Haritası

Tüm faktörlerin bir arada değerlendirildiği ve kentsel yerleşik alanlarda şiddetli yağış tehlikesine karşı riski gösteren analizde ise Serdivan'ın çok yüksek, Karasu'nun ise orta düzeyde riskli ilçe olduğu anlaşılmıştır (Şekil 5-36). Merkez ilçelerden Serdivan'ın öne çıkması uyum kapasitesinin orta, maruziyet ve etkilenebilirliklerinin çok yüksek olmasından kaynaklanmaktadır. İlçede gözlenen kentleşme pratikleri iklime uygun olmamakla birlikte tehlike düzeyinin burada fazla olması bu sonucu doğurmuştur. İklime uygun kentsel planlama anlayışıyla ilçeye ait planların revizyonu ve uygulanması önemli bir uyum eylemi olacaktır. Karasu ilçesinde riski artıran kentsel özellikler, su hatlarının yapılaşma yoluyla daraltılması ve kapatılması, su izlerinin denizle buluşma noktalarında bent görevi gören yol ve yapıların bulunması, sanayi projeleri, amacı dışında kullanılan tarım ve orman arazileri ile hızlı kentleşmedir. İklim değişikliği karşısında şiddetli yağış tehlikesinden etkilenme riski görece daha düşük olan ilçeler Adapazarı, Erenler ve Sapanca'dır. Dolayısıyla uyum eylemleri açısından iki ilçe öncelikli olmak üzere bu beş ilçenin önceliklendirilmesi gerekmektedir. Diğer taraftan, çalışma kapsamında üretilebilen bilgiler ve bu bilgilere dayalı yapılan analizler dışında taşkın riski olduğu bilinen Geyve ilçesinden de bahsedilmesi gerekmektedir. İlçenin özellikle Alifuatpaşa mahallesi yüksek taşkın riskine sahiptir. Bu nedenle Geyve ilçesi de uyum eylemleri kapsamında önceliklendirilmesi gereken ilçelere eklenmelidir.



Şekil 5-36. Kent Sektörü Mevcut Dönem Şiddetli Yağış Risk Haritası

Kentsel alanların mevcut dinamikleri ile iklim değişikliği karşısında etkilenebilirlik ve risk düzeyleri incelendikten sonra gelecek dönem iklim projeksiyonları üzerinden yorumlanması için RCP4.5 ve RCP8.5 senaryolarına göre bir değerlendirme yapılmıştır. Burada kentsel alanlara ait verilerin gelecek dönem projeksiyonlarının yapılması mümkün olmadığından, mevcut dönem kentsel yapı özellikleri sabit kalıp iklim koşulları değiştiğinde karşılaşılabilecek durumlar ortaya konmuştur. Şiddetli yağış tehlikesi karşısında Sakarya için gelecek dönem risk dağılımı incelendiğinde (Şekil 5-37), iyimser (RCP4.5) ve kötümser senaryoya (RCP8.5) göre önümüzdeki 80 yıllık süreçte Serdivan, Erenler, Sapanca ve Karasu ilçelerinde şiddetli yağış ve ona bağlı risklerin artacağı, güney ve güneydoğu ilçelerde ise daha düşük risk olacağı değerlendirilebilmektedir. Serdivan ve Karasu ilçeleri ise en yüksek risk grubunda yer alan ilçeler olup uyum eylemlerinin önceliklendirilmesi gerekmektedir. Mavi ve yeşil altyapıların geliştirilmesi ve bu yönelik plan revizyonları ilk eylemler olmalıdır. Karbon yoğun kentleşme modelinden vazgeçilmesi, doğal yapı ile dengeli bir gelişim sergilenmesi, kontrollü büyümenin sağlanması, su hatlarının açık tutulması, mevcut kentsel alanlarda yeşillendirme (Yeşil çatı, kentsel dönüşüm vb.) ve ağaçlandırma master planlarının hazırlanmasıda ilk etapta düşünülebilecek somut eylemlerdir. Sonrasında kentsel alanların detaylı analizleri (doku, eğim, kalite, morfoloji, mikroiklim, yeşil alan, sosyal yapı ve kirlilik analizleri) ışığında, yerel koşullara göre değişkenlik gösterebilecek makro (kentsel ölçekte mavi ve yeşil altyapı), mezo (mahalle bazlı eylemler) ve mikro (yapı ve malzeme ölçeği) ölçekli uyum eylemleri düşünülmelidir.



Şekil 5-37. RCP4.5 ve RCP8.5 Senaryolarına göre Kent Sektörü Gelecek Dönem Şiddetli Yağış Risk Haritaları

5.4.2. Sıcak Hava Dalgası Riski

Sakarya ili ve ilçelerinin kentsel yerleşik alanları özelinde iklim değişikliği karşısında yaşayacağı ikinci önemli tehlike sıcak hava dalgasıdır. Sıcak hava dalgasına yönelik olarak kentsel alanlarda maruziyeti belirleyen, duyarlılığı ifade eden ve uyum kapasitesini tanımlayan göstergelere dayalı olarak etki zinciri oluşturulmuştur (**Tablo 5-22**). Zincirde belirtilen bilgilerin bir kısmına ülkemizde ilçe bazında ulaşılamamaktadır ancak bu bilgilerin üretilmesi ve sürekliliğinin sağlanması daha doğru sonuçlar alabilmek açısından önem taşımaktadır. Sıcak hava dalgası için kentsel altyapı ve üstyapıya dair özellikler, yoğunluk, kaplamalı yüzey miktarları, makroform büyüklüğü, kent yakınında hassas ekosistemler, arkeolojik ve kentsel sit alanları ve yeşil alan eksikliği maruziyet bileşenleri olarak tanımlanmıştır. Duyarlılık bileşenleri olarak da atık su, yağmur suyu altyapıları, gecekondu alanları, kent formu, su yüzeyleri, sağlık tesisleri kapasiteleri, dış mekânda çalışanlar, düşük gelirli grup oranı, hassas yaş gruplarında insan sayısı, göçmen nüfus, yayılmayı teşvik edici plan kararları, su ve elektrik tüketimleri, nüfus artışı, sektörel gelişme önerileri ve çevre yolu mevcudiyeti belirlenmiştir. Uyum kapasitesi için yeşil süreklilik, planlarda yeşil alan oranı, doğal alanlar oranı, yönetim planı varlığı, iklim duyarlı kent planları varlığı, erken uyarı sistemleri, kontrollü kentsel büyüme, dernek sayıları, çevre yolu önerileri, sosyo-ekonomik gelişmişlik, kentsel yayılma miktarı ve sosyal hizmet uzmanı sayısına dair bilgiler etki zincirine eklenmiştir.

Tablo 5-22. Etki Zinciri: Kent Sektörü ve Sıcak Hava Dalgası İlişkisi

TEHLİKE		MARUZİYET	ETKİLENEBİLİRLİK		RİSK
İklim Sinyali	**İklim Etkisi**		**Duyarlılık**	**Uyum Kapasitesi**	
Ortalama sıcaklık artışı	Sıcak hava dalgası	**Kentsel altyapı**	Atık su, yağmur suyu altyapıları	SHD yönetim planı	Yüksek kentsel ısı adası etkisi
Aşırı sıcak gün sayısında artış	Ardışık sıcak gün sayısında artış	Su altyapısı	Gecekondu/kaçak yapı alanları	Yerleşik alanlar için doğal alanlar oranı	İş gücü verimliliği
		Enerji altyapısı	Kentin formu	Yeşil sistem sürekliliği	Hastalık ve salgın
		Kentsel üstyapı	Su yüzeyleri varlığı, göl ve nehir kıyısı yerleşimleri	Planlarda yeşil alanlar oranı	İnşaat faaliyetlerinde aksamalar
		Kentsel Gelişmelerin ve Yoğunluğun fazla olduğu Serdivan, Adapazarı, Erenler ve Arifiye ilçeleri	Sağlık tesisleri kapasiteleri ve erişilebilirlikleri	Sıcaklık duyarlı kent planlarının varlığı	
		Yeşil alanların az olduğu Geyve, Karasu ve Taraklı ilçeleri	Dış mekânda çalışanlar	Erken uyarı sistemleri	
		İlçelerde yapay alan miktarı	Düşük gelirli grup oranı, sosyal yardım alanlar	Faal dernek sayısı	

		Nüfus yoğunluğu	Hassas yaş gruplarında insan sayısı, bağımlı nüfus	Çevre yolu projeleri	
		Kent çevresi ekosistemler	Göçmen nüfusu	Kentsel büyüme projeksiyonları	
		Kent makroform büyüklüğü	Üç ve dört katı alana kentsel yayılmayı teşvik eden plan kararlarına sahip Karapürçeki Hendek ve Geyve ilçeleri	Sosyal hizmet uzman sayısı	
		Arkeolojik ve Kentsel Sit alanları	Sosyal yardım alanların oranı	Sosyo-Ekonomik Gelişmişlik Endeksi skoru	
			Kişi başı su tüketimi	Erişilebilirlik	
			Kişi başı elektrik tüketimi	Tabiat parkı, doğal sit alanı varlığı	
			Kentsel alanda kaplamalı yüzey miktarı	Nüfus projeksiyonu/artış miktarı	
			Kentsel yayılma biçimi		
			Nüfus artışı		
			Çevre yolu varlığı		
			Sektörel gelişme planları		

5.4.3. Kuraklık Riski

Son olarak Sakarya ilinde kentsel yerleşik alanlar için kuraklık tehlikesine göre bir etki zinciri oluşturulmuştur (**Tablo 5-23**). Kuraklık kentsel alanda çoğunlukla su kıtlığı ve hava kalitesinde düşüş olarak etkiler yaratmaktadır. Bu nedenle kent içerisinde su tutulumu ve hava kalitesinin artırımı ile ilgili eylemler düşünülmelidir. Genel anlamıyla mavi ve yeşil altyapının kentsel yerleşik alan içerisinde artırılması bu etki karşısındaki uyum eylemidir. Bu nedenle mevcut kentsel yapının mavi ve yeşil altyapı yönünden analizi risk durumunu tanımlamaya yardımcı olacaktır. Bu çerçeve içerisinde yeşil alan eksiklikleri, kentsel alanda bina ve nüfus yoğunluğu, makroform büyüklüğü, yapay alanlar, kentsel yayılma miktarı ve hassas ekosistemler maruziyet göstergeleri olarak etki zincirine dahil edilmiştir.

Duyarlılık açısından değerlendirme yapılabilmesi için ilçe bazında kayıp kaçak oranı, içme suyu kapasitesi, su yüzeyleri, kişi başı elektrik kullanımı, sağlık tesisleri kapasiteleri, gelişme alanları miktarı ve yayılım hızı, sanayi alanları miktarı, kentin formu, çevre yolu varlığı, nüfus artış hızı, bağımlı nüfus, sosyal yardım alanlar, göçmen sayısı ve sektörel gelişme planları bilgileri değerlendirmeye alınmıştır.

Uyum kapasitesi göstergeleri olarak ilgili eğitim ve yatırım projeleri, ekolojik koridorlar, gri su altyapısı, kentsel büyüme önerisi, çevre yolu projeleri, yeşil alanlar oranı, erişilebilirlik, kuraklık yönetim planı varlığı, dernek sayıları, iklim duyarlı planlar ve sosyo-ekonomik gelişmişlik düzeyi tanımlanmıştır.

Tablo 5-23. Etki Zinciri: Kent Sektörü ve Kuraklık İlişkisi

TEHLİKE		MARUZİYET	ETKİLENEBİLİRLİK		RİSK
İklim Sinyali	**İklim Etkisi**		**Duyarlılık**	**Uyum Kapasitesi**	
Toplam yağış miktarında azalma	Kuraklık	**Kentsel altyapı**	Kayıp kaçak oranı, içme suyu kapasitesi/nüfus	Kuraklık yönetim planı, tahmin sistemi	İşgücü verimliliği
Ortalama sıcaklık artışı	Ardışık kurak gün sayısında artış	Su altyapısı	Su yüzeyleri	Su kullanımı ile ilgili eğitilen kentli sayısı	Hastalık ve salgın
	Yağış miktarı ve yağışlı gün sayısında azalma	Yeşil alan eksikliği gözlemlenen Geyve, Karasu ve Taraklı ilçeleri	Kişi başına elektrik kullanımı	Su kaynakları yatırım projeleri	Su güvenliği
		Kentsel üstyapı	Sağlık tesisleri kapasiteleri ve erişilebilirlikleri	Kuraklığa karşı önlem, sulama takvimi	Yaşam kalitesi/konforu
		Kentsel Gelişmelerin ve Yoğunluğun fazla olduğu merkez ilçeler Serdivan, Erenler ve Adapazarı	Gelişme alanları miktarı ve yayılım hızı	Yerleşik alanlar içerisinde Ekolojik koridor planları	
		Yapay alanların fazla olduğu Adapazarı, Erenler, Serdivan ve Karasu ilçeleri	Sanayi alanları miktarı	Atık su, gri su, yağmur suyu altyapıları	
		Makroform büyüklüğü fazla olan Adapazarı, Arifiye, Akyazı ve Serdivan ilçeleri	Kentin formu	İklim duyarlı olarak yenilenmiş planlar	

		Yakınında hassas ekosistemler bulunan Karasu ve Sapanca ilçeleri	Çevre yolu	Üç, dört katı ve daha fazla alana kentsel yayılmayı teşvik eden plan kararları	
			Nüfus artış hızı	Yerleşik alanlar içi doğal alanlar oranı	
			Bağımlı nüfus	Yeşil sistem sürekliliği	
			Sosyal yardım alanların oranı	Planlarda yeşil alanlar oranı	
			Göçmen sayısı	Faal dernek sayısı	
			Sektörel gelişme planları	Çevre yolu projeleri	
				Kentsel büyüme projeksiyonları	
				Erişilebilirlik	
				Sosyal hizmet uzman sayısı	
				Sosyo-Ekonomik Gelişmişlik Endeksi skoru	
				Nüfus projeksiyonu/artış miktarı	

5.5. Uyum Eylemleri

Sakarya ili genelinde kentsel yerleşik alanlar ve yerleşme eğilimleri açısından değerlendirme yapıldığında, merkez yerleşim, Gevye ilçesi, Ali Fuat Paşa yerleşimi, Akova, Pamukova, sanayi bölgeleri, ulaşım projeleri olan alanlar ve Acarlar longozu gibi alanlar hassas bölgeler olarak öne çıkmaktadır. Bu alanlar üzerinde gözlemlenen bazı yanlış uygulamalar iklim tehlikelerinin artmasına neden olmakta ve etkilenebilirliği artırmaktadır. Kuraklık, şiddetli yağış ve seller ile sıcak hava dalgaları, Sakarya ili kentsel yerleşmeleri için ilk üç sıradaki iklim tehlikeleri olarak kabul edilmektedir. Gelecekte de bu tehlikelerin geçerli olacağı ifade edilmektedir. Kentsel alanda sıcak hava dalgaları ve şiddetli yağışa bağlı seller, eğimli alanlarda toprak kayıpları, erozyonlar ve heyelanlar, önemli tehditler olarak sıralanmaktadır.

İklim değişikliğine bağlı bu olumsuzlukların kent üzerinde bugün yaşanan ve gelecekte yaşanması beklenen etkileri önemlidir. Sıcak hava dalgaları Sakarya kent merkezi için ciddi bir problemdir. Tarım alanlarının amacı dışında kullanımı ve işgal edilmesi, nüfusun hızlı artışı, Akova üzerinde kurulmuş bir

kent olması, çöküntü ovası niteliği ve rüzgâr hızı düşüklüğü ile kentsel alanların hızlı büyümesi gibi nedenlerden dolayı Sakarya'nın etkilenebilirliğinin giderek artacağı öngörülmektedir. Ayrıca, yeşil alanların azaltılması, taç yapraklı ağaçların azlığı ve budanma şekilleri, kentte geçirimsiz alanların çokluğu, hızlı kentsel gelişme süreci, sanayinin Sakarya'ya aktarılması ve çok hızlı gelişimi, sanayi için yanlış yer seçimleri, sanayi yatırımları ile Acarlar Longozunun tehdit altına alınması, ulaşım ağlarının genişletilmesi, bağlantı yollarının tarım alanlarını bölecek şekilde kurgulanması, ormansızlaşma, Sapanca gölü havzasında yerleşim alanları, su kaynakları üzerindeki yerleşme baskıları ve taşkın sahalarındaki yerleşmeler kentin etkilenebilirliğini ve risklerini oldukça artırmaktadır. Belirtilen riskler karşısında Sakarya ili kentsel alanlarında yaşam kalitesi düşecek ve bir taraftan iklim tehlikelerine bağlı maddi kayıplar yaşanırken diğer yandan sağlık sorunları baş gösterecektir.

Sakarya da gözlemlenen bu olumsuzluklar karşısında etkilenebilirlik ve risk düzeyini tespit edebilmek için *kentsel mavi ve yeşil altyapı*, *kurumsal kapasite* ve *ulaşım* başlığı altında ele alınabilecek verilere ihtiyaç vardır. Kentteki su yüzeyleri ve yeşil alan miktarları, iklim değişikliği konusunda deneyimli personel sayıları ve geliştirilen projeler ile farklı ulaşım türlerinin kullanım oranı gibi veriler Sakarya için risk ve etkilenebilirlik düzeyi belirleme de kullanılabilecektir.

Sıcak hava dalgası, kuraklık ve şiddetli yağışlar gibi tehlikeler karşısında kentsel alanlar için Sakarya ilinde somut anlamda üzerinde durulması gereken uyum önlemleri ve eylemleri bulunmaktadır. Yerel anlamda uyum seçenekleri önceliklendirilmelidir. Sakarya için uyum eylemleri üç başlıkta özetlenebilmektedir.

1. Tarım alanları ve su havzaları üzerindeki kentleşme baskısının azaltılması gerekmektedir. Kentlerde hem gıda güvenliği hem de su güvenliği için bu eylemler tercih edilmelidir. Bu kapsamda yumuşak ve gri uyum eylemleri olarak:

- Koruma yasaları daha katı hale getirilmelidir
- Denetleme mekanizmaları aktifleştirilmelidir
- Tarımsal sit ilan edilmelidir
- Organize tarım bölgeleri ilan edilmelidir
- Kentsel gelişim tarım arazilerinden ve sulak alanlardan uzak bölgelere kaydırılmalıdır
- İkinci olarak şiddetli yağışlar ve sıcak hava dalgalarına karşı kentsel yeşil alanların artırılması gerekmektedir. Yeşil uyum eylemi olarak:
- Geçirimli yüzeyler artırılmalıdır
- Sünger şehir modeline geçilmelidir
- Taç genişliği yüksek ağaçlandırma yapılmalıdır
- Karayollarında ağaçlandırma yapılmalıdır
- Karbon yutak alanları oluşturulmalıdır
- Enerji santrallerinin yer seçimleri doğru yapılmalıdır
- Üçüncü eylem olarak sanayi alanlarının yer seçimleri ve etkilerine dayalı dönüşüm sağlanmalıdır. Yumuşak ve gri uyum eylemleri olarak:
- Kentsel gelişmeyi tetikleme özelliği dikkate alınarak sanayi yer seçimi yapılmalıdır
- Sanayi tesisleri, su kullanım alışkanlıklarını ve aşırı sıcak altında çalışılabilme koşullarını iyileştiren dönüşüm sürecine girmelidir

Belirtilen uyum eylemleri için başarıyı sağlayacak faktörler eşgüdüm ve iş birliği içinde çalışılması olurken, zorlayıcı faktörler bilgi düzeyi, mevzuat ve finansman olarak öne çıkmaktadır. Ayrıca devlet kurumları ve ilgili kanunlar, risk yaratan kentsel gelişmeler için sert önlemler almaya elverişli hale getirilmelidir. Tüm veriler sürekli ve standart üretilecek şekilde planlama yapılmalı, veri tabanı oluşturulmalıdır. Projeksiyon hesaplarında daha esnek ve daha şiddetli artışları hesaba katan modeller kullanılmalıdır. Yağış tekerrür analizleri uzmanlarca yeniden değerlendirilmelidir. Belediye bütçeleri artırılmalı ve harcama denetimleri sağlanmalıdır.

Yeşil altyapı çözümleri Sakarya gibi sıcak hava dalgası, şiddetli yağış ve kuraklık problemlerinin yaşanma olasılığı yüksek kentlerde öne çıkan uyum eylemleridir. Sakarya'nın merkez ilçeleri olan Adapazarı, Serdivan, Arifiye ve Erenler için yeşil altyapı çözümleri başlığındaki uyum eylemleri, koridorlar, su varlıkları, yeşil alanlar, yapılar ve planlama konu başlıklarında düşünülmelidir (Tablo 5-24).

Tablo 5-24. Kentsel alanlarda yeşil altyapı çözümleri

Koridor ve Bağlantılar	Su Varlıkları	Yeşil Alanlar	Yapılar, Atıl ve Onarılacak Alanlar	Planlama ve Yönetişim
Yansıtıcı/geçirgen/gözenekli yüzey kaplamaları **Kentsel doğa rezervi** **Yeşil istinat duvarı** **Yeşil bisiklet yolu** **Karbon Yutak işlevi gören Ağaçlık koridor** **Yeşil yollar ve gezi rotaları** **Yeşil gürültü bariyerleri**	Sürdürülebilir Kentsel Drenaj Çözümleri Yağmur bahçesi Yağmur suyu hendeği Yapay Sulak Alan	Gıda/Meyve ormanı Gölge ve Serinlik veren Geniş Yapraklı Ağaçlar Toplum Bahçeleri Yeşil Arkatlar ve örtüler Tematik yeşil alan ve bahçeler	Yağmur suyu saklama üniteleri Yeşil /Düşey Duvarlar, Cepheler Yeşil Çatı Bio-filtreler, kirletici filtreleri Yeşil çit strüktürleri Kentsel Yeşil Strüktürler	Yeşil/Eko Yönetim Paneli Yeşil Altyapı İş Edindirme/ Yaratma Yeşil Altyapı Modelleme Program ve Uygulamalar

Diğer taraftan, kentsel alanlar birçok sektörün kesişim kümesinde yer alması nedeniyle çoklu sektörel uyum eylemlerinin sıralanabileceği alanlardır. Sakarya ilinin 16 ilçe merkezi yerleşkeleri düşünüldüğünde, iklim değişikliği karşısında uyum eylemleri, mevcut yapılı çevre ve gelişme eğilimleri ile sektörel varlıklar arasındaki sorunlu ilişkiye dayanmalıdır (Tablo 5-25).

Tablo 5-25. Sakarya ili kentsel yerleşik alanları için sektörel uyum eylem seçenekleri

Sektör	Uyum Eylemleri
Tarım	▪ Mevcut tarımsal alanlara göre arazi kullanımının değiştirilmesi; verimli tarım arazilerinin korunması; ▪ Ferizli genelindeki tarım/hayvancılıkla uğraşan vatandaşlara belirli periyotlarda tarımsal ilaçlama kullanımı konusunda bilgilendirme toplantılarının yapılması; ▪ Yeni tarım tekniklerinin teşvik edilmesi ve kullanılması; ▪ Mısır ve yonca üretimi konusunda su kaynaklarına yönelik önlem alınması; ▪ Kuraklık riskleri karşısında mısır üretimi için alternatif su kaynakları yaratılması;

Sektör	Uyum Eylemleri
	▪ Sakarya'da tarım sektörü için hem İstanbul hem de diğer çevre illerinin gıda güveliğini sağlayabileceği düşünülerek önceliklendirme yapılması;
Sanayi	▪ Suyu biriktiren ve atıksu oluşturmayan proseslerin geliştirilmesi ve uygulanması, bu sayede suya daha az bağımlı olan endüstrilerinin oluşturulması; ▪ Özellikle ticaret ve sanayi üretim süreçlerinde su tasarrufu yöntemlerinin geliştirilmesi; ▪ Sanayi atıklarının imhası, depolanması ve yeniden dönüştürülerek geri kazanılması hususlarında iklim etkilerini dikkate alan projeler geliştirilmesi; ▪ Sakarya'da planlanan 7 tane yeni organize sanayi bölgesinin (OSB) iklim değişikliği konusu ve iklim etkileri dikkate alınarak planlanması;
Turizm	▪ İklim değişikliğinin Sakarya ve ilçe merkezlerindeki doğal ve kültürel miras üzerindeki potansiyel etkilerinin tahmin edilmesi;
Enerji	▪ Okullara ve diğer kamu binalarına enerji sağlamak için güneş panellerinin kullanılması; ▪ Yenilenebilir enerji ve akıllı şebekeler kullanımı (modernizasyonu yoğun belediye binaları ve inşaatlar); ▪ Evlerde yalıtımın yapılmasında, ısıtma ve soğutma sistemlerinin enerji verimliliğinin arttırılmasında teknik yardım ve eğitim sağlanması; ▪ Isınma sistemlerinin gözden geçirilmesi, yenilenebilir enerji sistemlerinin kullanımının sağlanması;
Kent	▪ Kentsel alanlarda binaların gölgelendirilmesinin sağlanması ve böylece ısı adası etkisinin azaltılması; ▪ Kentlerdeki drenaj sistemlerinin yeniden yapılandırılması; ▪ Binalarda ve kaldırımlarda albedo etkisinin azaltılması; ▪ Kent içi ve çevresi bitki türlerinin iklim değişikliğine olan hassasiyetin değerlendirilmesi; ▪ Çatıların ve cephelerin yeşillendirilmesi ile binaların iklimlendirilmesi; ▪ Yapı sektöründe yeni materyallerin ve yalıtım yöntemlerinin kullanılması ile yeni olanakların oluşması; ▪ Yüksek sıcaklığa karşı bina verimliliği artırmak için teşvikler verilmesi; ▪ Düzenleyici imar haritalarının geliştirilmesi; ▪ Açık su tüketimini ve kentsel ısı Adası etkisini azaltma için özel yeşil binalar; yeni konut ve ticari inşaatlar için peyzaj kısıtlamaları yapılması; ▪ Ekstrem sıcaklıkları azaltmak için mikroiklimlerin yeniden yapılandırılması; ▪ Gölgeleme sağlamak için ağaçlandırma yapılması; her hanede birey sayısı kadar fidan dikiminin sağlanması; fidan kimliği uygulamasının getirilmesi; takibinin sağlanması; ▪ Park ve bahçelerde yeni türlere olan ihtiyacın değerlendirilmesi; ▪ Mevcut yeşil alanların ve elverişli tarım alanların korunması; ▪ Düzensiz yerleşmeleri engelleyebilecek politikalar oluşturulması; ▪ Yeşil binaların desteklenmesi;

Sektör	Uyum Eylemleri
	▪ Ferizli de sanayileşmenin artması nedeniyle tarım arazilerine ve sulak alanlara, atık ve atık suların sızdırılması riskinin önlenmesi; ▪ Ferizli ilçesinde insanların ekonomik olarak çoğunlukla tarım/hayvancılıkla hayatlarını sürdürmelerinden dolayı imar planlarının tarım ve hayvancılığa elverişli arazilerin dışındaki alanlara yoğunlaştırılması; ▪ Ferizli genelindeki sanayileşme nedeniyle oluşabilecek hava kirliliği için gerekli önlemlerin alınması, kontrollerin yapılması; ▪ Karasu ilçesinde sel ve taşkın riskine karşı Doğu-Batı yönlü mevcut su kanalının yeniden düzenlenmesi ve derinlik kazandırılarak şehir içi yağmur sularını taşıyabilecek kapasiteye ulaştırılması; ▪ Karasu ilçesinde kıyı erozyonuna karşı önlemler alınması; ▪ Karasu da sahilin doğu kesiminde bulunan ve zarar görmüş olan dalgakıranın yenilenmesi; ▪ Sakarya Nehri'nin denize döküldüğü noktalarda doğubatı yönlü hiçbir dalgakıran olmadığından erozyonla birlikte kıyı şeridi bozulmasına karşı dalgakıran yapılması; ▪ Sakarya Nehri'nin denize döküldüğü noktalarda kıyıdan içe doğru nehir kıyısı boyunca uzanan kaçak yapıların dönüşüm yoluyla kaldırılması; ▪ Yapı stoğunun gözden geçirilmesi, mümkün olan yerlerde kentsel dönüşüm yapılması; ▪ Ağaçlandırmanın ve yeşil alanların artırılması; ▪ Kaynarca'da tarım alanları üzerinde planlanan karma OSB'nin yer seçiminin yeniden değerlendirilmesi; ▪ Tamamen dolu olmayan OSB alanlarının dolması beklenmeden yeni sanayi alanlarının açılmaması; ▪ OSB içerisinde arazisi olup yatırımlarını tamamlamayan hak sahiplerine çeşitli yaptırımlar getirilmesi; ▪ Amacı dışında arazi kullanımlarının engellenmesi, tarım arazilerinin korunması, ormansızlaşmaya neden olunmaması; ▪ Kaynarca, Söğütlü, Geyve ekseninde planlanan OSB alanları için etkilenebilirlik ve risk analizlerinin yapılmaması; ▪ Korucuk bölgesi TOKİ konutları çevresinde görüldüğü gibi yoğun kentleşme olan ve zemin katları su basan alanlarda altyapı planlaması yapılması; ▪ Altyapı hatlarında geleceğe dönük projeksiyonlara dayalı yenileme yapılması; ▪ Sedat Kirtetepe'de, demiryolu etrafında, Serdivan'ın bazı mahallelerinde altyapı yenileme çalışmalarının değişen iklim koşulları hesaba katılarak yapılması; ▪ Serdivan'da kanalizasyon altyapısı olmayan yeni kurulan mahallelerde altyapı çalışmaları yapılması; ▪ Kentteki yeşil alan oranlarının artırılması; ▪ Cumhuriyet Mahallesi ve Tığcılar mahallesi gibi yoğun olan alanlarda altyapı iyileştirmeleri yapılması; ▪ Deprem nedeniyle çökme yaşamış, zemin kotunun altında olan yapıların bulunduğu alanlarda dönüşüm projeleri düşünülmesi;

Sektör	Uyum Eylemleri
	▪ Asfalt ve beton yüzey kaplamalarının sınırlandırılması; ▪ Kaldırım ve asfalt kaplamalarının geçirimli malzemeyle değiştirilmesi; ▪ Kentsel dönüşüm projelerinde gri su kullanımı ve altyapıları gibi uygulamaların düşünülmesi; ▪ Erenler'de kaçak yapıların bulunduğu 18 hektarlık alanda düşünülen kentsel dönüşüm projesinin iklim duyarlı kent vizyonuna uygun planlanması; ▪ İklim değişikliğine bağlı tehlikelere karşı kent içi riskli bölgelerin tespit edilmesi; ▪ Doğal su akış hatları dikkate alınarak yağmur suyu ve kanalizasyon altyapılarının planlanması ve ayrıştırılması; ▪ Yağmur suyu, kar suyu toplama sistemleriyle gri su alt yapı sistemi entegre edilmesi ▪ Kentin gelişme alanlarının tarım arazileri dışında planlanması; akıllı büyüme stratejisinin benimsenmesi ▪ Söğütlü ilçesinde altyapı çalışmalarının tamamlanması ▪ Yol boyu lineer gelişme eğilimlerinin sınırlandırılması; ▪ Kaynarca'da yaşanan taşkın olaylarına karşı sürdürülen ıslah çalışmalarının geliştirilerek devam ettirilmesi; ▪ Geyve'de taşkın olaylarına karşı eylemler geliştirilmesi; Alifuatpaşa da var olan HES nedeniyle risk analizi yapılması ve patlama riskine karşı uyum eylemleri geliştirilmesi; ▪ Kocaali'de Melen barajı tarafında sel riskine karşı önlemler alınması; ▪ Çark deresinde yaşanan kabarmalar için taşkın hesaplamaları yapılması; ▪ Kentte ağaçlandırma çalışmaları yürütülmesi; ağaç sayısının artırılması; var olan ağaçların korunması; yeşil sokaklar projesi ve uygulamaları geliştirilmesi ▪ Yeşil bina uygulamalarının teşvik edilmesi; ▪ Mahallelerde yürünebilir mesafede temel hizmetlerin (eğitim, sağlık, yeşil alan, ticaret, kültür gibi) sunulması; ▪ Yeşil alanlarda daha az su tüketen bitki türlerinin kullanımının yaygınlaştırılması; kentsel alanlarda ağaç türü seçiminde daha az yaprak döken ve görüntü ile gürültü engelleyici türlerin tercih edilmesi ▪ Kentsel yeşil alanlarda çok su tüketen çim yüzey uygulamalarının sınırlandırılması; ▪ Yeni gelişme alanlarında %50 oranında yeşil alan bırakacak şekilde planlama yapılması ▪ Kaldırım genişliklerinin, yaya dolaşımına ve ağaçlandırmaya imkân tanıyacak şekilde planlanması; ▪ Üzeri kapatılmış dere hatlarının yeniden kazandırılması konusunda proje geliştirilmesi ▪ Çark deresi gibi betonlaştırılan dere hattı ıslah uygulamalarının yeniden değerlendirilmesi; ▪ Karadeniz kıyısı ilçe merkezlerinde denize dik uzanan su hatlarının ekolojik koridor olarak planlanması; ▪ Hava kirliliği problemine karşı trafik düzenlemeleri yapılması; ▪ Yeni yol projelerinin hava kirliliği etkileri dikkate alınarak geliştirilmesi;

Sektör	Uyum Eylemleri
	▪ Kentte kuzeye doğru açılan ve hava akımı sunan coğrafi yapının, kentsel gelişmelerle engellenmemesi, bu hatlarda hava koridorları planlanması ▪ Sakarya nehri taşkın alanlarına yaklaşan kentsel gelişmelerin sınırlandırılması;
Ulaşım	▪ Kara, hava ve demiryolu taşımacılığı altyapılarının sağlamlaştırılması ve haritalandırılması; ▪ Sürdürebilir kent içi ulaşım altyapısının oluşturulması; ▪ Raylı sistemlerin önceliklendirilmesi; ▪ Taşkın riski yüksek olan bölgelerde su geçirimli asfalt uygulanarak yağmur suyunun depolanmasına ▪ Yaya yollarında hem görsellik katması açısından hem de yürürken güneşten koruma sağlaması açısından uzun boylu taç genişliği fazla ağaç türleri tercih edilmesi; ▪ Şehir içinde aynı yöne yolcu taşıyan farklı tür ve sistemdeki araçların birleştirilmesi; ▪ İklim değişikliği ile ilgili son veriler dikkate alınarak, ulaşım master planının yenilenmesi; ▪ Bisiklet yollarının standartlara uygun şekilde planlanması; ▪ Bisiklet yolu satıhlarını bozmayacak şekilde gölge sağlayıcı ağaçlandırma çalışması yapılması; ▪ Bisiklet kullanımının yaygınlaştırılması için yapılan etkinliklerin artırılması ve geliştirilmesi
Sağlık	▪ Mevcut binaların iç hava kalitesinin sağlık açısından değerlendirilmesi; ▪ Etkili erken uyarı sistemlerinin geliştirilmesi ve bu sayede sağlık tehlikesinin sonuçlarının azaltılması;
Ekosistem	▪ Ağaçlandırmanın arttırılması; ▪ Küçük nehirler ve göller üzerinde taşkın/kıyıdaş ormanların korunması; ▪ Doğal kaynakların ve çevrenin korunması, yönetimi; ▪ Pasif (düzenleme ile ormansızlaşmayı durdurma) ve aktif ağaçlandırma (toplu dikim);
Su Kaynakları	▪ Yağmur suyunun depolanması için yağmur bahçelerinin oluşturulması; depolanan yağmur suyunun hem tarımda hem sanayide kullanılması ▪ Kaldırımlar, park alanları ve parklar gibi alanlarda zeminin geçirgen yapılması ve böylece suyun süzülerek depolanması; ▪ Drenaj sisteminin iyileştirilmesi; ▪ Yağmur suyu ile atık su altyapılarının ayrıştırılması; ▪ İlçe merkezlerinde yağmur suyu altyapılarının oluşturulması; ▪ Suyu biriktiren ve atıksu oluşturmayan prosesler ile su tasarrufu yöntemlerine ilişkin çok aktörlü iş birliğine dayalı proje geliştirilmesi; ▪ Su kaynaklarının verimli kullanılması, israfın önlenmesi ve sulama sistemlerinin gözden geçirilmesi; ▪ İçme suyu kaynağı olarak kullanılan Sapanca için kuraklık riskine karşı risk değerlendirmesi yapılması;

Sektör	Uyum Eylemleri
	▪ Peysaj sulamalarında atık suyun en iyi şekilde arıtılıp kullanılması ▪ İçme suyu temin ve dağıtım sistemlerinde su kayıplarının azaltılması çalışmalarının Sakarya ilinin tüm ilçelerinde uygulanması
Sosyal	▪ Toplumun iklim değişikliğine karşı bilinçlendirilmesi için kampanyaların düzenlenmesi; ▪ İklim değişikliği ve uyum ile ilgili gezici sergilerin kurulması; ▪ Sakarya kenti coğrafi konumu itibariyle iç ve dış göç anlamında en çok göç alan illerden biri olduğundan nüfusun belli bir sayıda tutulması veya kontrollü bir göç politikası uygulanması; ▪ Roman vatandaşların yaşadığı ve altyapı eksikliği olan mahallelerde bilinçlendirme ve dönüşüm projeleri geliştirilmesi; ▪ Adapazarı merkezde Tığcılar mahallesi, Yenicami tarafı gibi deprem riski yüksek mahallelerde yabancı göçmenlerin yaşadığı mahalleler oluşmuştur, iklim değişikliği açısından altyapı yoksunu olan bu göçmen mahallelerinin etkilenebilirlik düzeylerinin hesaplanması ve uyum projeleri geliştirilmesi; ▪ Sakarya kenti için aidiyet duygusunu artıran destekleyen projeler geliştirilmesi; ▪ Gençleri iklim değişikliği konusunda bilgilendirici yaratıcı eğitim projeleri geliştirilmesi; ▪ Çiftçilere iklim değişikliğine uyum ve eylem planları konularında bilinçlendirme çalışmaları yapılması; ▪ STK'lar ve meslek odaları ile birlikte farkındalık artırma projeleri, bilinçlendirme çalışmaları gerçekleştirilmesi;

KAYNAKÇA: BÖLÜM 5

Aslan, H., & Karslı, B. (2019). Sürdürülebilir Bir Toplu Taşıma Sistemi İçin Sakarya Büyükşehir Belediyesine Ait Belediye Otobüslerinin Performans Analizi. 7th International Symposium on Innovative Technologies in Engineering and Science, (s. 1331-1348). Şanlıurfa.

Balaban, O. (2012). Climate Change and Cities: A Review on the Impacts and Policy Responses. Metu JFA, 21-44.

Brown, K., & Mijic, A. (2021, 10 6). Integrating green and blue spaces into our cities: Making it happen. Imperial College of London: https://www.imperial.ac.uk/media/imperial-college/grantham-institute/public/publications/briefing-papers/Integrating-green-and-blue-spaces-into-our-cities---Making-it-happen-.pdf adresinden alındı

Çevre ve Şehircilik Bakanlığı. (2021, Ekim 1). Copernicus Kent Atlası. Görbis: https://gorbis.csb.gov.tr/gorbis/ adresinden alındı

Çevre ve Şehircilik Bakanlığı. (2021, Ekim 1). Mekansal Planlama Genel Müdürlüğü. 1/100.000 Çevre Düzeni Planları: https://mpgm.csb.gov.tr/1-100.000-olcekli-i-82132 adresinden alındı

Demir, F., & Sönmez, O. (2015). Aşağı Sakarya Nehri Adapazarı Kesimi Taşkın Risk Tayini. ISITES2015 Valencia. Sakarya Havzası Taşkın Yönetim Planının Hazırlanması Projesi: https://www.avrupagazete.co.uk/ekonomi/sakarya-havzasi-taskin-yonetim-plani-calismalarinda-sona-gelindi-h282533.html adresinden alındı

Döker, M. F., & Gül, A. (2019). Adapazarı'nda şehirsel büyüme süreci ve arazi kullanım değişiminin izlenmesi 1985-2019. Türk Coğrafya Dergisi, 67-78.

Endeksa. (2021, Ocal 3). Sakarya, Adapazarı, Yaşa Göre Nüfus Dağılımı. Endeksa: https://www.endeksa.com/tr/analiz/sakarya/adapazari/demografi adresinden alındı

European Commission. (2021, Ekim 1). GHSL - Global Human Settlement Layer. Retrieved from Global visualisation: https://ghsl.jrc.ec.europa.eu/visualisation.php

Hu, L., & Li, Q. (2020). Greenspace, Bluespace, And Their İnteractive İnfluence On Urban Thermal Environments . Environmental Research Letter.

IPCC. (2014). Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Core Writing Team, R.K. Pachauri and L.A. Meyer (eds.)]. . Geneva, Switzerland: IPCC.

IPCC. (2018). Global Warming of 1.5°C. An IPCC Special Report on the impacts of global warming of 1.5°C . Geneva, Switzerland: IPCC.

Kaya, Y. (2018). İklim Değişikliğine Karşı Kentsel Kırılganlık: İstanbul İçin Bir Değerlendirme. International Journal of Social Inquiry, 11(2), 219-257.

Krellenberg, K., & Turhan, E. (2017). İklim değişikliğine yerel düzeyde nasıl yanıt verilmelidir? Türkiye Kentleri için Bir Kilavuz . Leipzig: Helmholtz Center for Environmental Research.

Peker, E., & Aydın, C. İ. (2019). Değişen İklimde Kentler: Yerel Yönetimler için Azaltım ve Uyum Politikaları. İstanbul: İPM–Mercator politika notu.

Sakarya Büyükşehir Belediyesi. (2017). 1/100.000 Çevre Düzeni Planı.

Sakarya Büyükşehir Belediyesi. (2017). 1/25000 Çevre Düzeni Planı.

Sakarya Büyükşehir Belediyesi. (2021). Nazım İmar Planı. 1/5000 Nazım İmar Planı. Sakarya.

Sakarya Büyükşehir Belediyesi. (2021). Uygulama İmar Planı. 1/1000 Uygulama İmar Planı. Sakarya.

Temiz Hava Hakkı Platformu. (2021). *Kara Rapor 2021 Hava Kirliliği ve Sağlık Etkileri*. https://www.temizhavahakki.org/wp-content/uploads/2021/09/KaraRapor2021.pdf adresinden alındı.



SU KAYNAKLARI YÖNETİMİ

iklime uyum

6. SU KAYNAKLARI

6.1. İklim Değişikliği ve Su Kaynakları Sektörü

Sakarya ilinin kıyıları daha düz bir yapıdadır. Kıyıda hemen yükselen platolar ve Kuzey Anadolu Dağları denize paralel olarak uzanırken Sakarya Irmağı'nın denize açıldığı Karasu kıyı kesimi denize paralel bir yapı sergilemektedir. Sakarya Nehri, geniş bir havzanın sularını Karadeniz'e boşaltırken taşıdığı materyalleri biriktirerek Sakarya Deltası'nı oluşturmuştur. Delta ekosistemi subasar (longoz) ormanlar, tatlı su gölleri, deniz kıyısı ve kıyı kumulları ekosistemleri barındırır. Bu kumul kuşağı, Türkiye'de kesintisiz uzanan en uzun kumul sistemidir. Sahile yakın alanlarda halkın harım adını verdiği küçük göller, bataklık alanlar bulunur. Akgöl, Acarlar Longozu, Küçükboğaz Gölü ve Anagöl deltadaki önemli göllerdir.

Sakarya ve Kocaeli illeri için tatlı su gölü olan Sapanca Gölü çok önemli bir su kaynağıdır. Sapanca Gölü'nün beslendiği alan olarak özellikle Sapanca Gölü'nün güneyinde yer alan Samanlı Dağları'dır. Bu dağlardan özellikle hem yüzeysel hem de güçlü yer altı akışları Sapanca Gölü'ne ulaşmaktadır Sapanca Gölü drenaj alanı güneyde dağlar, kuzeyde alçak tepelerle sınırlanmış olup, yağış alanı göl alanı dahil 251 km^2'dir. Göl çıkış akımları 1954 yılında işletmeye açılan Çarksuyu Regülatörü ile düzenlenmiştir. Sapanca Gölü'nün DSİ tarafından belirlenmiş su bütçesi yıllık minimum (emniyetli) 128 milyon m^3/yıl, maksimum 136 milyon m^3/yıl'dır (Bayrak, 2008).

Sakarya'da en önemli ve büyük akarsu Sakarya Nehri'dir. Kuzey-Güney doğrultusunda akan nehir il merkezinin doğusundan geçerek sağdan Mudurnu Çayı'nı alır, daha kuzeyde Sapanca Gölü'nün ayağını oluşturan Çarksuyu'nu soldan alarak Karasu yakınlarında Karadeniz'e dökülür.

Kaynak ve madensuları açısından Sakarya ili oldukça zengin bir yapıya sahiptir. Bunların en önemlileri Akyazı, Hendek, Sapanca ve Geyve ilçelerinde bulunmaktadır. Kuzuluk, Aytaç, Pınar, Hayat, Şerefiye, Kristal, Kardelen, Reşadiye, Mahmudiye, Revan, Damla, Sırma, Memnuniye ve Çamdağı Kaynak Suları bunların başlıcalarıdır (Dellal, Dellal, & Ünüvar, 2018). İlin büyük bölümü Sakarya Havzası içinde yer almakta olup havzanın Karadeniz'e dökülen kısmı Aşağı Sakarya Bölgesi'ne girmektedir.

Sakarya ili Karadeniz iklimi ile Marmara Havzası'na kadar uzanan Akdeniz iklimi özelliklerini taşıyan bir Marmara (geçiş) iklimi şartlarının etkisi altındadır. Yağışlı, bol rutubetli bir havaya ve ılıman bir iklime sahiptir. Kışlar bol yağışlı ve ılık, yazlar sıcak geçer. Yıllık ortalama toplam yağış miktarı bölgeden bölgeye 500-1100 mm arasında değişmektedir. Ortalama yağışlar ilin güneyinde yer alan Pamukova, Geyve ve Taraklı'da 500-700 mm arasında, Adapazarı, Kaynarca, Arifiye ve Akyazı'da 700-900 mm arasında, Sapanca ve Hendek'de 900-1000 mm arasında, Karadeniz'e komşu olan Karasu ve Kocaali'de 1000-1100 mm arasında değişmektedir. Sakarya ilinin yıllık toplam yağış miktarı ortalaması (1991-2020) 878,6 mm olup Türkiye ortalamasının üstündedir.

İlde mevcut dönemdeki yağış değişimlerine bakıldığında, 1979-2005 periyodunda mevcut dönem ortalamasının yaklaşık 20-30 mm üzerinde bir artış görülürken, 2005 yılından itibaren ortalama yağışlarda yaklaşık 40 mm bir azalma olduğu gözlenmiştir.). İklim değişikliği projeksiyonlarına göre yağışlardaki değişim su kaynakları üzerinde de etkilere neden olabilecektir. Buna göre, toplam yağışlarda referans dönemine göre, RCP4.5 senaryosunda -%2 ila + %13 arasında değişimler beklenirken; RCP8.5 senaryosunda ise -%5 ila %11 arasında değişimler öngörülmektedir.

Su Yönetimi Genel Müdürlüğü (SYGM) tarafından, 2016 yılında tamamlanan İklim Değişikliğinin Su Kaynaklarına Etkisi Projesi'nde iklim değişikliğinin yüzey ve yeraltı sularına etkisi analiz edilmiştir. Proje kapsamında Sakarya ilinin büyük bölümünün dahil olduğu Sakarya Havzası'nda RCP4.5 ve RCP8.5 senaryolarına göre HadGEM2-ES, MPI-ESM-MR ve CNRM-CM5.1 iklim modelleri kullanılarak brüt ve net su potansiyellerine ilişkin projeksiyonlar yapılmıştır. Yapılan çalışmada; projeksiyon dönemi boyunca sıcaklık değerlerinde artış ve yağış miktarında düşüş tahminlerinin sonucu olarak, Sakarya

Havzası'nda su potansiyelinin referans dönemine kıyasla önemli bir düşüş sergileyeceği öngörülmüştür. Projeksiyon dönemi boyunca en yüksek su açığı 2051-2060 döneminde beklenmekte olup, bu dönemde havzanın toplam su ihtiyacının yaklaşık %37'sinin karşılanabileceği öngörülmüştür (SYGM, 2016).

Sakarya ilinde atmosferik şartlar, coğrafi özellikler ve iklimsel koşullara bağlı olarak kurak dönemler gözlenmektedir. Kuraklık diğer doğal afetler arasında canlı yaşamı ve ekonomisi için en büyük etkiye sahip, farklı meteorolojik ve çevresel şartlar altında gelişen en önemli afettir. Kuraklık; yağışların, kaydedilen normal düzeylerin önemli ölçüde altına düşmesi sonucu arazi, su kaynakları, üretim sistemlerini olumsuz olarak etkileyen ve ciddi hidrolojik dengesizliklere yol açan tabii bir olaydır. Sakarya ili için 1952-2020 periyodunda Standartlaştırılmış Yağış İndisi (SPI) kullanılarak MGM tarafından yapılan analizlerde, su yılına (12 Ay: Ekim-Eylül) göre 1952, 1957 ve 2007 yılları "çok şiddetli kurak", 1973 ve 1985 yılları "olağanüstü" kurak olarak belirlenmiştir (MGM, 2021).

Sakarya'nın ekonomisi tarım, hayvancılık (özellikle kümes hayvancılığı) ve sanayiye dayanmaktadır. Çok çeşitli tarım ürünleri yetişmektedir. Başlıca tarım ürünleri; buğday, arpa, mısır, fasulye, şekerpancarı, ayçiçeği, patates, soğan ve tütündür. Sebze üretimi bol ve çeşitlidir. Sakarya İli İstanbul'un sebze ihtiyacının çoğunu karşılayan şehirdir. Sakarya uygun konumu itibariyle son yıllarda kurulan sanayi kuruluşları ile önemli gelişmeler kaydetmiştir.

İlin yerüstü su potansiyeli; 2.344,0 hm^3/yıl, yer altı suyu potansiyeli 248,0 hm^3/yıl olmak üzere toplam 2.592,0 hm^3/yıl'dır.

Kentlerde temiz suya erişim ve altyapı hizmetleri yaşam kalitesi ve halk sağlığı açısından önem arz etmektedir. TÜİK verilerine göre 2018 yılı itibariyle Sakarya ilindeki 16 belediyenin tamamına içme ve kullanma suyu şebekesi ile hizmet verilmektedir. Sakarya ilinde belediyeler tarafından çekilen içme ve kullanma suyu miktarı 122,3 milyon m^3belediyeler tarafından dağıtılan (tahakkuk) su miktarı ise 52,7milyon m^3'tür. Çekilen su ile dağıtılan su arasında %57 oranında bir fark bulunmaktadır. Sakarya ilinde çekilen toplam 122,3 milyon m^3 içme ve kullanma suyunun; 22,7 milyon m^3'ü kaynaklardan (%18,6), 73,0 milyon m^3'ü gölden (%59,7) ve 26,5 milyon m^3'ü kuyulardan (%21,7) çekilmiştir (SASKİ, 2022). Görüleceği üzere Sakarya ilinde içme-kullanma amacıyla çekilen suyun %59,7'si Sapanca Gölü'nden, geri kalan %40,3'ü de yer altı suyundan sağlanmaktadır. Çekilen toplam suyun 85,1 milyon m^3'ü içme ve kullanma suyu arıtma tesislerinde arıtılmıştır.

İçme ve kullanma suyu şebekesi ile belediye nüfusunun tamamına hizmet verilmektedir. İçme ve kullanma suyu arıtma tesisleri ile hizmet verilen belediye nüfusunun toplam belediye nüfusuna oranı ise %69,6 olmuştur (TÜİK, 2018 a). Bu oranın yüksekliğinin nedeni içme ve kullanma suyunda yüzeysel su kaynaklarının fazlaca kullanılmasıdır. Sakarya ilinin nüfusu 2018 yılı itibariyle 1.010.700 kişidir. İçme suyu şebekesi ile dağıtım yapılan abone sayısı ise 469.367 kişidir. İlde 2018 yılı itibariyle kişi başı günlük ortalama su çekimi miktarı 332 litre/kişi/gün'dür, Türkiye ortalamasından oldukça yüksektir (224 litre/kişi/gün). Sakarya ilinde gelir getirmeyen su oranının fazla olması nedeniyle bu değerin yüksek olduğu düşünülmektedir (TÜİK, 2018 a).

İçme-kullanma suyu iletim hatlarında görülen su kayıpları fiziki ve idari su kayıpları olmak üzere iki gruba ayrılmaktadır; bu iki kaybın toplamı ise toplam su kaybı olarak ifade edilmektedir. Ülkemizde genellikle fiziki su kayıpları, idari su kayıplarından daha fazladır. Genel olarak, toplam su kayıplarının yaklaşık %60'lık kısmı fiziki su kayıpları ve yaklaşık %40'lık kısmı da idari su kayıplardan oluşmaktadır (Muhammetoğlu & Muhammetoğlu, 2017). Sakarya ilinde 2018 yılındaki verilere göre toplam su kayıplarının %86'lık kısmı fiziki su kayıpları, %14'lük kısmı idari su kayıplarından oluşmaktadır.

Sakarya ilinde belediyeler tarafından çekilen su ile dağıtılan su arasında fark bulunmaktadır. 2018 yılı itibariyle Sakarya ilinde gelir getirmeyen su oranı yaklaşık olarak %56,31'dir. Sakarya ilinin ilçelerindeki oranları Tablo 6-1 ile verilmektedir. En yüksek gelir getirmeyen su oranı %71,53 ile Söğütlü ve en düşük gelir getirmeyen su oranı %37,10 ile Kaynarca ilçesinde görülmektedir (SYGM, 2021).

Tablo 6-1: Sakarya İli ve Tüm İlçelerindeki Gelir Getirmeyen Su Oranları (SYGM, 2021)

Belediye	Sisteme Giren Su (m^3/yıl)	Gelir Getirmeyen Su (m^3/yıl)	Gelir Getirmeyen Su (%)
Sakarya	122.350.150	68.896.781	56,31
Akyazı	6.858.139	4.587.823	66,90
Hendek	10.139.138	7.072.928	69,76
Sapanca	4.508.777	2.613.709	57,97
Karasu	7.277.663	4.702.441	64,61
Kocaali	1.394.428	882.760	63,31
Karapürçek	1.073.272	642.048	59,82
Geyve	4.227.523	2.662.038	62.97
Taraklı	591.190	230.957	39,07
Pamukova	1.711.798	685.681	40,06
Kaynarca	525.600	195.016	37,10
Ferizli	1.152.831	472.097	40,95
Söğütlü	803.424	574.729	71,53

TÜİK verilerine göre 2018 yılı itibariyle Sakarya ilinde 16 belediyeye kanalizasyon şebekesi ile hizmet verilmiştir. Kanalizasyon şebekesinden deşarj edilen 48,9 milyon m^3 atık suyun tamamı atık su arıtma tesislerinde arıtılmıştır. Deşarj edilen kişi başı atık su miktarı da ortalama 174,0 litre/kişi/gün olarak verilmiştir. Kanalizasyon şebekesi ile deşarj edilen 48,9 milyon m^3 atık suyun %90,5'i akarsuya ve %9,5'i de diğer alıcı ortamlara deşarj edilmiştir (TÜİK, 2018 b). Kanalizasyon şebekesi ile hizmet verilen belediye nüfusunun toplam belediye nüfusuna oranı ve atık su arıtma tesisleri ile hizmet verilen belediye nüfusunun toplam belediye nüfusuna oranı benzer biçimde %76,0 olarak belirlenmiştir (TÜİK, 2018 b).

DSİ tarafından yapılan etütlere göre Sakarya ilinde teknik ve ekonomik olarak sulanabilir arazi yaklaşık olarak 22.000 ha civarındadır. 2018 yılı itibariyle bu arazinin DSİ tarafından işletmeye açılan kısmı 8.076 ha'dır. Sakarya ilinde YAS sulama kooperatifi bulunmamaktadır (DSİ, 2019 a). Sakarya'da yapılan diğer sulamalara bakıldığında; İl Özel İdareleri tarafından Büyükşehir Belediyesi'ne devredilen sulamalar 7.313 ha, halk sulamaları ise 4.600 ha olup toplamda 11.913 ha'dır (Dellal, Dellal, & Ünüvar, 2018). Sakarya ilinde DSİ tarafından işletmeye açılan sulamalar ve diğer sulamaların toplamı 19.989 ha'dır. DSİ tarafından inşa edilen bazı sulamalara ait bilgiler aşağıda verilmektedir (Tablo 6-2) (DSİ, 2019 b).

Tablo 6-2: Sakarya İlinde DSİ Tarafından İnşa Edilen Sulamalar (DSİ, 2019 b).

Sulama Adı	İşletmeye Alındığı Yıl	Sulama Alanı (ha)	Su Kaynağı	Baraj/Gölet Adı
Pamukova Sulaması	1986	7.900	Sakarya Nehri	Pamukova Reg.
Aşırlar Sulaması	2013	152		Aşırlar Göleti

Sakarya ilinde DSİ tarafından 1.000 ha'ın üstünde devredilen sulama olan Pamukova Sulaması'nın alanı 7.900 ha'dır. 2018 yılında bu alanın 3.834 ha'lık kısmında (%48,5) 1. ve 2. ürün dahil sulama yapılmıştır. Sulama yapılan bu alanın %51,7'sinde yüzeysel ve %23,2'sinde yağmurlama ve %25,1'inde damla sulama yöntemi kullanılmıştır. Bu sulamaların ortalama sulama randımanı %33,0 olmuştur (DSİ, 2019 b)..

Tablo 6-3: DSİ tarafından İşletilen ve Devredilen 1000 ha Üstü Alanlarda Sulama Yöntemi ve Randımanı (DSİ, 2019 b)

	Sulama Adı	Sulama Alanı (ha)	Toplam Sulanan Alan (ha)	Yüzeysel Yönt. Sulama	%	Yağmurlama Sulama	%	Damla Sulama (ha)	%	Sulama Randımanı (%)
1	Pamukova	7.900	3834	1.982	51,7	888	23,2	964	25,1	33

2018 yılı itibariyle DSİ tarafından Türkiye genelinde işletmeye açılan sulama alanı 3.334.521 ha, sulama sahasında kullanılan sulama suyu miktarı ise 18.693 milyon m^3'tür. Diğer kurumlarca işetmeye açılan sulama sahalarında kullanılan tahmini sulama suyu miktarı ise 14.796 milyon m^3'tür (DSİ, 2021). Türkiye'de sulanan alanlar yaklaşık 6,5 milyon ha civarındadır. Buna göre DSİ sulamaları dışındaki sulama alanları yaklaşık 3,2 milyon ha civarındadır. İlde sulamaya verilen su miktarları net olarak elde edilemediğinden yukarıdaki veriler oranlanarak Sakarya ili için sulamaya verilen toplam su miktarı tahmini olarak hesaplanmıştır. Buna göre Sakarya ilinde sulamaya verilen toplam su miktarı yaklaşık 120,5 milyon m^3'tür.

Sakarya ilinde özellikle kümes hayvancılığı başta olmak üzere hayvancılık faaliyetleri de yapılmaktadır. Sakarya ili kümes hayvanı besiciliğinde 2018 yılı itibariyle 3. büyük ildir. 2018 yılında Sakarya ilinde 170.349 adet büyükbaş, 65.241 adet küçükbaş ve 29.917.080 adet kümes hayvanı olmak üzere toplam hayvan varlığı 30.152.670 adettir (TÜİK, 2018 c). Hayvan su ihtiyacına bakıldığında; İLBANK'ın içme suyu tesisleri teknik şartnamesinde verilen büyükbaş hayvan su tüketimi 50 litre/gün, küçükbaş hayvan su tüketimi 15 litre/gün ve kümes hayvanları için su tüketimi 0,25 litre/gün (İLBANK, İçmesuyu Tesisleri Etüt, Fizibilite ve Projelerinin Hazırlanmasına Ait Teknik Şartname, 2013) esas alınarak yapılan hesaplamada hayvancılık için yıllık su ihtiyacı 6,2 milyon m^3 olarak hesaplanmıştır.

Çeşitli doğal güzelliklere sahip olan Sakarya, deniz turizmi ve alternatif turizm faaliyetlerinin gerçekleştirildiği bir ildir. 2018 yılı itibariyle Sakarya ilinde turizm belgeli tesislerde 303.381 adet, belediye belgeli tesislerde 278.300 adet olmak üzere toplam 581.681 adet geceleme yapılmıştır (KTB, Konaklama İstatistikleri, 2018, 2021). Turizm amaçlı su ihtiyacına bakıldığında; İLBANK'ın içme suyu tesisleri teknik şartnamesinde verilen otel (yatak başı) su ihtiyacı 250 litre/gün (İLBANK, İçmesuyu Tesisleri Etüt, Fizibilite ve Projelerinin Hazırlanmasına Ait Teknik Şartname, 2013) esas alınarak yapılan hesaplamada turizm su ihtiyacı yıllık olarak 0,15 milyon m^3 olarak hesaplanmıştır.

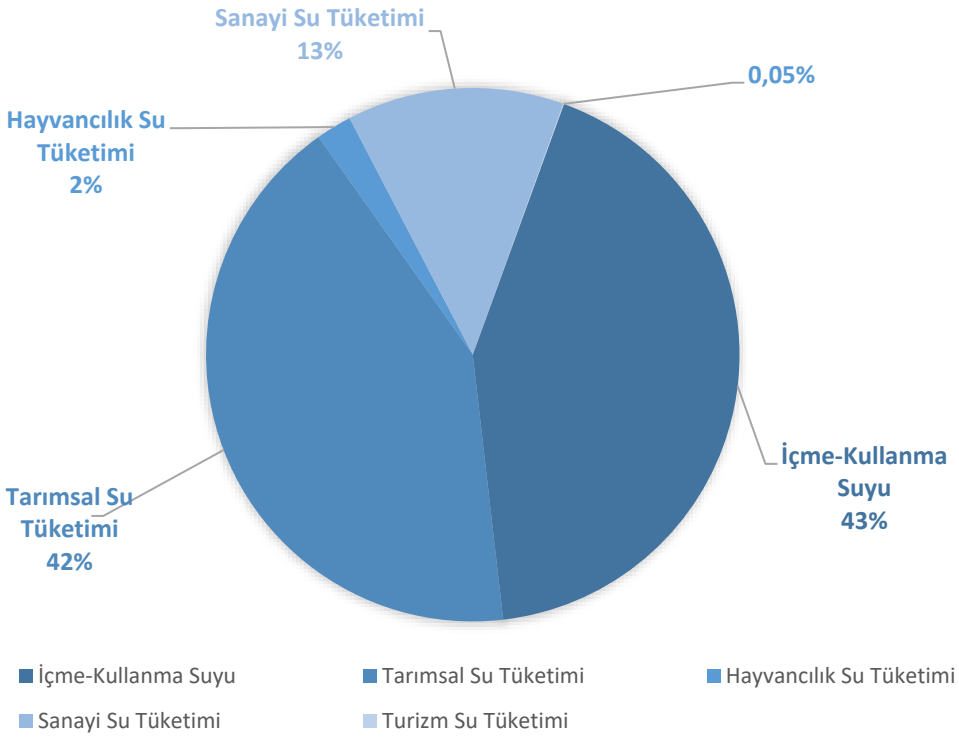
Sakarya ili en önemli ekonomik merkez olan Marmara Bölgesi'nin doğusunda ve Avrupa'yı Anadolu'ya bağlayan iki karayolu ve bir demiryolu bağlantı güzergahı üzerinde yer aldığından sanayisi hızla gelişmektedir. 2017 yılı Sakarya İli Çevre Durum Raporu'nda sanayiye verilen su miktarı 37,72 milyon m^3 olarak belirtilmiştir. 2018 yılı verisine ulaşılamadığından hesaplamalarda bu değer esas alınmıştır (2020).

Sakarya ilinin mevcut dönemdeki su stresi, Avrupa Çevre Ajansı (AÇA) tarafından yaygın olarak kullanılan ve ülkelerin su stresini analiz eden Su Kullanım İndeksi (Water Exploitation Index-WEI) hesaplanmıştır. WEI uzun vadeli tatlı su kaynaklarının bir yüzdesi olarak, tatlı sulardan çekilen ortalama yıllık toplam su miktarının ülke seviyesinde uzun dönem ortalama tatlı su kaynakları miktarına bölünmesi ile elde edilmektedir. Dolayısıyla WEI, ülkedeki mevcut su kullanım seviyesinin mevcut su kaynakları üzerinde ne derece baskı oluşturduğunu gösterir. AÇA, su stresi değerlendirmek için aşağıdaki eşik değerlerini uygulamak sureti ile ülkelerin su stresi durumlarını kategorileştirmektedir:

- %10'un altındaki değerler stres göstermez,
- %10-20 düşük stres,

- %20-40 stres,
- %40'ın üzerinde değerler ağır stres altındaki alanları gösterir.

Sakarya ili için 2018 yılı itibariyle sektörel su kullanımları dikkate alınarak Su Kullanım İndeksi (WEI) hesaplanmıştır. Sakarya ilinin çekilen içme ve kullanma suyu miktarı 122,2 milyon m^3 (turizm amaçlı tüketim hariç), sulamaya verilen toplam su miktarı 120,5 milyon m^3, hayvancılık için yıllık su kullanımı 6,2 milyon m^3, turizm su kullanımı yıllık olarak 0,15 milyon m^3, madencilik dahil sanayi su tüketimi yaklaşık olarak 37,72 milyon m^3 olmak üzere yıllık sektörel su tüketimi toplamı yaklaşık olarak 286,77 milyon m^3'tür (Şekil 6-1). Bu miktar Sakarya ilinin 2.592,0 milyon m^3 olan su potansiyeline oranlandığında WEI=0,11 değeri bulunmaktadır. Bu indekse göre Sakarya ilinin düşük stres altında olduğu görülmektedir.



Şekil 6-1: Sakarya İli Sektörel Su Tüketimleri

DSİ tarafından büyük su işleri programı kapsamında 2019 yılı itibariyle Sakarya'da inşa edilen barajlar Tablo 6-4'te verilmektedir (DSİ, 2021).

Tablo 6-4: Sakarya İlinde DSİ Tarafından 2019 Yılı İtibariyle İnşa Edilen Barajlar

Baraj ve HES Adı	Bitiş Yılı	S (Sulama) I (İçme suyu) E (Enerji)	Brüt Sulama Alanı	Kurulu Güç (MW)	Ortalama Enerji (GWh/Yıl)	İçme suyu (hm3/yıl)
Pamukova Kemaliye (Deveboynu)	2016	S	240,0			
Pamukova Çilekli	2017	S	317,0			
TOPLAM			557,0	0,0	0,0	0,0

İlde iklim değişikliği nedeniyle artan sıcaklıklara ve azalan yağışlara bağlı öncelikli tehdidin kuraklık afetlerindeki artış olacağı yönündedir. Bununla birlikte yağışın cinsi, yeri, zamanı ve şiddetindeki değişikliklerin de Sakarya ilinde taşkın riski oluşturacağı öngörülmektedir. Su kaynaklarıyla ilgili risklerin başında şiddetli yağışlara bağlı taşkın ve sel afetleri önem taşımaktadır. Sel/su baskını; suların

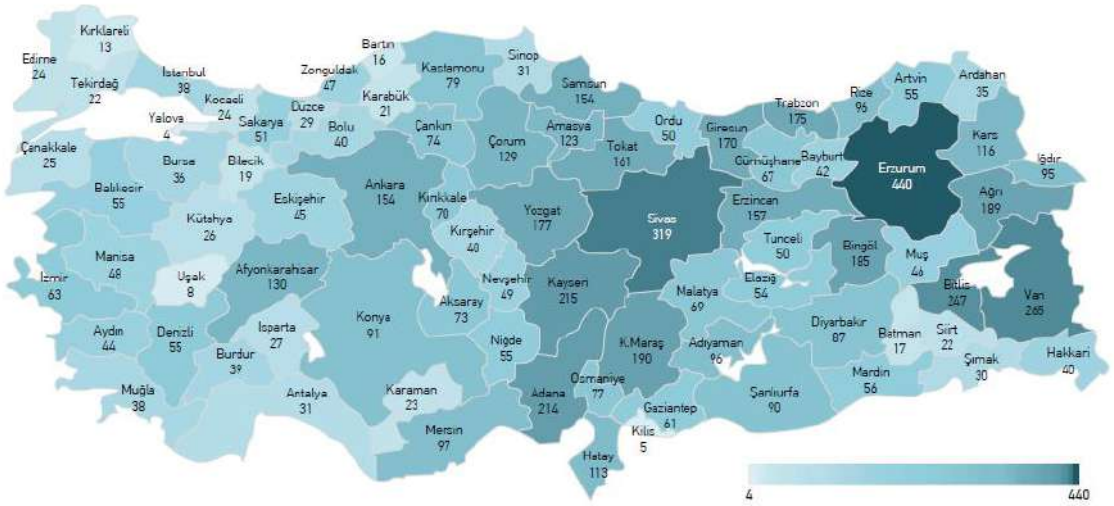
bulunduğu yerde yükselerek veya başka bir yerden gelerek, genellikle kuru olan yüzeyleri kaplaması olayıdır. Seller, oluşum hızlarına göre yavaş gelişen, hızlı gelişen ve ani seller olarak sınıflandırılır. Genellikle bir hafta veya daha uzun bir süre içinde gelişen sellere yavaş sel, bir-iki gün içinde oluşan sellere hızlı sel, saatlik süre içinde oluşan sellere ani sel denir. Oluşum yeri bakımından da seller, kıyı seli, şehir seli, kuru dere seli, baraj/gölet seli ve akarsu (dere ve nehir) seli olarak adlandırılır. Dağlık alanlarda yağış ve tepelerdeki karın erimesi sonucu dere yatakları taşıyamayacağı miktarda su ile dolar ve ani seller oluşur. Özellikle dağ eteklerindeki yerleşim yerleri için heyelan tehlikesi de yaratan bu seller oldukça tehlikeli olmaktadır.

Sakarya ili ve civarında çeşitli taşkın afetleri meydana gelmektedir. Örneğin, 4 Temmuz 2021'de görülen kuvvetli sağanak yağış Sakarya'nın Kocaali ilçesinde sel felaketine yol açmıştır. Demiraçma ve Alandere mahallerinde sel nedeniyle evlerinin bahçelerini ve zemin katlarını su basmıştır. Selde mahsur kalan 66 vatandaş ve çok sayıda büyükbaş hayvan ekiplerce kurtarılmıştır (Şekil 6-2) (Haberler, 2021).



Şekil 6-2: Sakarya İli Kocaali İlçesi Taşkını, 4 Temmuz 2021

Sakarya ilinde 2019 yılında 6, 1950-2019 yılları arasında toplam 51 sel/su baskını olayı meydana gelmiştir. Türkiye'de meydana gelen taşkınların il bazında dağılımları Şekil 6-3 ile verilmektedir (AFAD, Afet Yönetimi Kapsamında 2019 Yılına Bakış ve Doğa Kaynaklı Olay İstatistikleri, 2020).

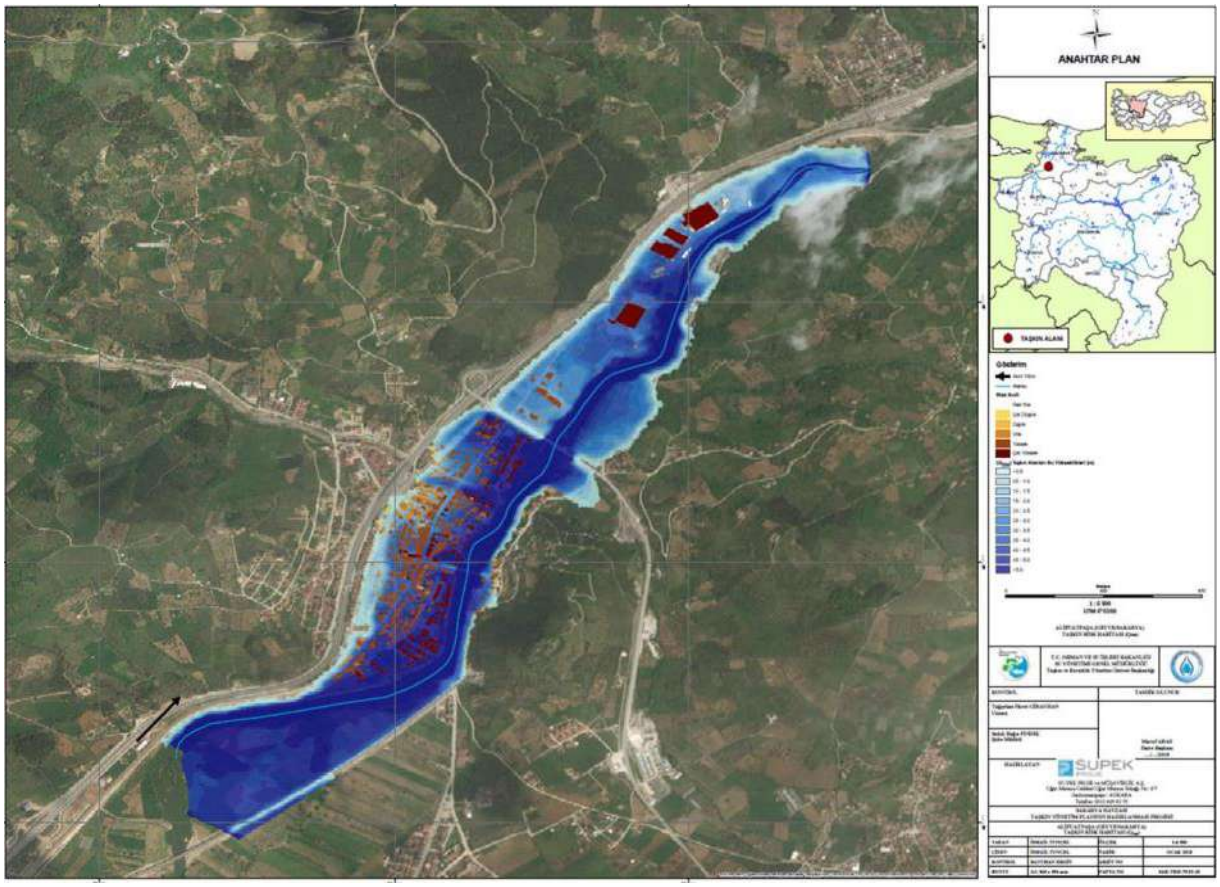


Şekil 6-3: 1950-2019 Türkiye'de Meydana Gelen Sel/Su Baskını Olaylarının İl Bazında Sayıları (AFAD, 2020)

SYGM tarafından Sakarya ilinin oldukça büyük bölümünün dahil olduğu Sakarya Havzası için 2018 yılında taşkın yönetim planı hazırlanmıştır. Hazırlanan planın temel amacı, havzadaki taşkın risklerinin belirlenmesi, değerlendirmesi ile taşkınların insan sağlığı, çevre, kültürel miraslar ve ekonomik faaliyetler üzerinde oluşturduğu olumsuz etkilerin azaltılmasıdır. Sakarya İlinin Sakarya Havzası sınırları içerisinde bulunan ve taşkın riski barındıran ilçeleri ve yerleşimleri Akyazı ilçe merkezi, Akyazı-Dokurcun, Geyve-Alifuatpaşa, Geyve-Kızılkaya ve Karasu-Yeni yerleşim yerleridir (SYGM, 2021).

Yapılan çalışmalarda 50, 100 ve 500 yıllık taşkın tekerrür debileri (Q_{50}, Q_{100}, Q_{500}) belirlenerek havza içindeki akarsu ve yerleşimler için taşkın tehlike ve risk haritaları çıkarılmıştır. Çalışma kapsamında üç yineleme periyodunda taşkın olan yerler için "Taşkın Derinlik Haritaları" kullanılarak;

- Taşkından etkilenen nüfus haritaları,
- Taşkın ekonomik zarar haritaları,
- Taşkın risk haritaları (Şekil 6-4) oluşturulmuştur.



Şekil 6-4: Sakarya İli Geyve-Alifuatpaşa Yerleşimi Taşkın Risk Haritası (Q_{500}) (SYGM, 2021)

Taşkın riskinin değerlendirilmesi ve bu değerlendirmeler üzerinden taşkın risk haritalarının hazırlanması sırasında nüfusun değerlendirilmesi önemli bir yer tutmaktadır. Yapılan çalışmada 500 yıllık taşkın tekerrür debisine (Q_{500}) göre Sakarya ilinde taşkından en olumsuz etkilenen yerleşim yeri Geyve İlçesi Alifuatpaşa Mahallesi'dir. Burada oluşacak taşkın alanında yaşayan 3.132 kişinin taşkından etkileneceği öngörülmektedir. Diğer yerleşimlere ilişkin sayılar Tablo 6-5 ile verilmektedir (SYGM, 2021).

Tablo 6-5: Sakarya İli Dahilinde Olası Taşkınlardan Etkilenecek Tahmini Kişi Sayıları (SYGM, 2021)

Taşkından Etkilenen Kişi Sayısı			
Yerleşim Yeri Adı	**Q50 Taşkın Alanı**	**Q100 Taşkın Alanı**	**Q500 Taşkın Alanı**
Akyazı İlçesi	261	320	562
Alifuatpaşa Yerleşimi	2.933	3.041	3.132
Dokurcun Yerleşimi	102	117	140
Kızılkaya Yerleşimi	49	74	105
Yeni Yerleşimi	61	283	291

500 yıllık taşkın tekerrür debisine (Q_{500}) göre Sakarya İli Geyve İlçesi Alifuatpaşa Mahallesi'nde oluşacak taşkın alanında; 731 adet şahsi mülkün, 57,2 ha ekilebilir alanın, 110 adet ekonomik faaliyet gerçekleştirilen tesisin ve 10,2 km yolun kalacağı öngörülmektedir. Diğer yerleşimlere ilişkin sayılar Tablo 6-6 ile verilmektedir (SYGM, 2021).

Tablo 6-6: Sakarya İli Dahilinde Olası Taşkınlardan Etkilenecek Ekonomik Ögeler (SYGM, 2021)

Taşkın Alanında Bulunan Ekonomik Ögeler				
Ekonomik Sonuçlar	**Yerleşim Yeri Adı**	**Q50 Taşkın Alanı**	**Q100 Taşkın Alanı**	**Q500 Taşkın Alanı**
Şahsi Mülkler (adet)	Akyazı İlçesi	109	138	243
	Alifuatpaşa Yerleşimi	670	705	731
	Dokurcun Yerleşimi	32	39	46
	Kızılkaya Yerleşimi	16	22	34
	Yeni Yerleşimi	297	308	340
Ekilebilir Alan (ha)	Akyazı İlçesi	65,08	93,74	149,92
	Alifuatpaşa Yerleşimi	54,73	55,59	57,157
	Dokurcun Yerleşimi	17,79	18,39	20,21
	Kızılkaya Yerleşimi	1,1	1,1	1,2
	Yeni Yerleşimi	523,86	559,69	647,28
Ekonomik Öge (adet)	Akyazı İlçesi	1	1	1
	Alifuatpaşa Yerleşimi	105	107	110
	Dokurcun Yerleşimi	0	0	0
	Kızılkaya Yerleşimi	1	1	1
	Yeni Yerleşimi	0	0	4
Etkilenebilir Yollar (km)	Akyazı İlçesi	0,4	2,93	5,4
	Alifuatpaşa Yerleşimi	9,09	9,41	10,21
	Dokurcun Yerleşimi	0,11	0,13	0,16
	Kızılkaya Yerleşimi	0,58	0,88	1,39
	Yeni Yerleşimi	4,06	4,99	7,53

Sakarya ilinde meydana gelebilecek taşkınlardan korunması amacıyla taşkın koruma çalışmaları yapılmaktadır. İşletmede olan taşkın koruma tesisleri yıllara göre Tablo 6-7'deverilmektedir. 2019 yılı itibariyle ilde 123 adet taşkın koruma tesisi mevcut olup 17.613 ha arazi taşkından korunmaktadır (DSİ, 2021).

Tablo 6-7: Sakarya İlindeki İşletmede Olan Taşkın Tesisleri (DSİ, 2021)

Yıl	**Taşkın Koruma Tesisi**	
	Sayı (adet)	**Korunan Alan (ha)**
2013	103	16.123
2014	104	16.123
2015	105	16.123
2016	106	23.219
2017	119	17.613
2018	126	17.613
2019	123	17.613

6.2. Su Kaynakları Yönetimi Sektörü Etkilenebilirlik ve Risk Analizi

Topografya, rakım ve yağış dağılımı itibariyle ilin iklim özelliklerine bakıldığında öncelikle kuraklık tehlikesinin Sakarya ili için önemli bir risk olduğu görülmektedir. Sakarya ile Kocaeli illerinin içme suyu kaynağı olarak kullanılan Sapanca Gölü'ne olan yoğun yerleşim baskısı, endüstriyel su kullanımı, gölün iki tarafından geçen otoyollar, havzadaki tarımsal faaliyetler, su kirliliği gibi baskıların yanında Göl'ün kuraklık nedeniyle risk altında olduğu görülmektedir.

İlde içme ve kullanma, tarım, hayvancılık ve sanayi amaçlı su tüketimleri için yüzey ve yer altı suyu kaynakları kullanılmaktadır. Bu su kullanımları Sapanca Gölü'nden, mevcut depolamalı tesislerden, kaynak sularından ve kuyulardan sağlanmaktadır. Sapanca Gölü'nden yapılan su kullanımları göl su bütçesi üzerinde baskı oluşturmaktadır. Sakarya ilinde tüketilen içme ve kullanma suyunun ilin toplam su kullanımına oranı %42,6'dır, bu oran yüksek olup kişi başı su tüketimine de yansımaktadır. Türkiye ortalaması 224 litre/kişi/gün iken bu rakam Sakarya ilinde 332 litre/kişi/gün'dür. Sakarya ilinde kentsel su kullanımı kapsamında gelir getirmeyen su oranı da yüksek olup yaklaşık olarak %56,3 oranındadır. Bu miktar kentsel içme ve kullanma suyu teminini olumsuz olarak etkilemektedir.

İlde içme ve kullanma amacıyla çekilen suyun %59,7'si Sapanca Gölü'nden, geri kalan %40,3'ü de sondajlar ile yer altı suyundan sağlanmakta olup içme ve kullanma amacıyla çekilen sular göl ve yeraltı suları üzerinde baskı oluşturmaktadır. Tarımsal su kullanımı genellikle yüzeysel kaynaklardan olup 2018 yılı itibariyle ilde kullanılan suyun yaklaşık %42,0'si tarımsal sulamada kullanılmaktadır. Büyük bölümü Sakarya il sınırları içinde yer alan Sapanca Gölü'nden İzmit'te kurulu olan TÜPRAŞ'a su transferi yapılmakta olup ilde kullanılan suyun yaklaşık %13,2'si sanayide tüketilmektedir.

Sakarya ilinde kanalizasyon şebekesi ile hizmet verilen belediye nüfusunun oranı %76,0'dır. Kalan %24,0 atık sularını fosseptiklere veya alıcı ortama deşarj etmektedir. Kanalizasyon şebekesinden deşarj edilen atık suyun tamamı atık su arıtma tesislerinde arıtılmıştır. Alıcı ortama deşarj edilen sular ile birlikte tarımsal kaynaklı yayılı kirleticiler de su kalitesi üzerinde baskı oluşturmaktadır.

Sakarya Deltası önemli bir habitata sahip olup bu alan kuraklık koşullarından olumsuz olarak etkilenebilecektir. İlin Su Kulanım İndeksi WEI=0,11'dir. Bu indekse göre Sakarya ilinin mevcut durumda düşük stres altında olduğu, iklim değişikliğinin su kaynakları üzerindeki olumsuz etkisi nedeniyle, gerekli uyum tedbirleri alınmadığında bunun artabileceği öngörülmektedir.

6.2.1. Kuraklık Riski

Sakarya ilinin su kaynakları sektöründe iklim değişikliğine karşı risklerinin analiz edilmesi için öncelikle kuraklık tehlikesine göre etki zincirleri hazırlanmış olup, aşağıda Şekil 6-5 ile paylaşılmıştır. Etki zinciri belirlenirken, sektörün riskini analiz etmek için gerekli göstergeler seçilmiş olup, çalışma kapsamında ancak elde edilebilen verilerle analizler gerçekleştirilmiştir. Risk analizlerinde kullanılan göstergeler, göstergelerin ait olduğu kurum bilgisi ve her bir göstergenin risk analizindeki ağırlıkları EK-01 bölümünde sunulmuştur. Çalışma sırasında sınırlı sürede toplanabilen verilerle yapılan analiz sonuçları etki zincirlerinden sonraki bölümde açıklanmaktadır (Şekil 6-5).

TEHLİKE		MARUZİYET	ETKİLENEBİLİRLİK		RİSK
İklim Sinyali	İklim Etkisi		Duyarlılık	Uyum Kapasitesi	
Toplam yağış miktarında azalma	Kuraklık	Nüfus yoğunluğu	Kişi başı su potansiyeli	Sosyo-Ekonomik Gelişmişlik Endeksi skoru	Su kaynaklarında azalma
Ortalama sıcaklık artışı	Ardışık kurak gün sayısında artış	Sulama alanları oranı	Gelir getirmeyen su oranı	Planlardaki yeşil süreklilik alanları yüzdesi	Hanehalkı su ihtiyacını karşılayamama
	Yağış miktarı ve yağışlı gün sayısında azalma	Su yüzeyleri oranı	Kişi başına su tüketimi	Faal dernek sayısı	Tarımsal ürünlerin veriminde düşüş
		Kentsel yerleşimlerin yakınında ekosistem varlığı	Yapay alanlar oranı	Doğal alanlar oranı	
			Nüfus artış hızı		
			Sosyal yardım alanların oranı		
			Rekreasyon alanları ve parkların oranı		
			Bağımlı nüfus oranı*		

Şekil 6-5. Etki Zinciri: Su Kaynakları Yönetimi Sektörü ve Kuraklık İlişkisi

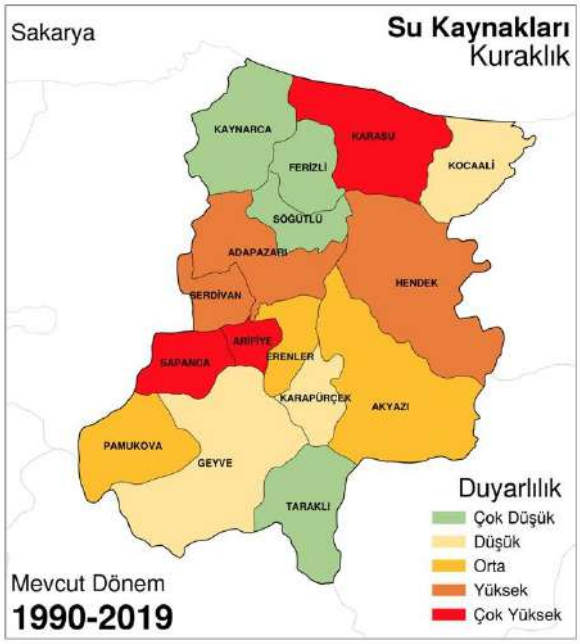
** sembolü ile risk analizlerinde kullanılmayan göstergeler belirtilmiştir.*

Sakarya ilinde su kaynakları sektörü için maruziyet, nüfus yoğunluğu, su yüzeyleri oranı ve sulama alanı oranı itibariyle Serdivan'da, Sapanca Gölü'ne kıyısı olan Sapanca ve yine göle kıyısı olup nüfus yoğunluğu da fazla olan Arifiye'de maruziyet çok yüksektir. Bununla birlikte nüfus yoğunluğu fazla olan Adapazarı, sulama alanları fazla olan Pamukova ve ekosistem varlığı ile Karasu'da maruziyet yüksektir (Şekil 6-6).

İlin sektördeki duyarlılığına bakıldığında, kişi başına su tüketimi ve rekreasyon alanları ile park alanları fazla olan Sapanca'da, kişi başı su tüketimi ve yapay alanları fazla olan Arifiye'de, kişi başına su tüketimi, gelir getirmeyen su oranı ve sosyal yardım alanların oranı fazla olan Karasu'da çok yüksek duyarlılık seviyesi tespit edilmiştir. Bununla birlikte, Adapazarı, Serdivan ve Hendek'te yüksek seviyede duyarlılık görülmektedir (Şekil 6-7).



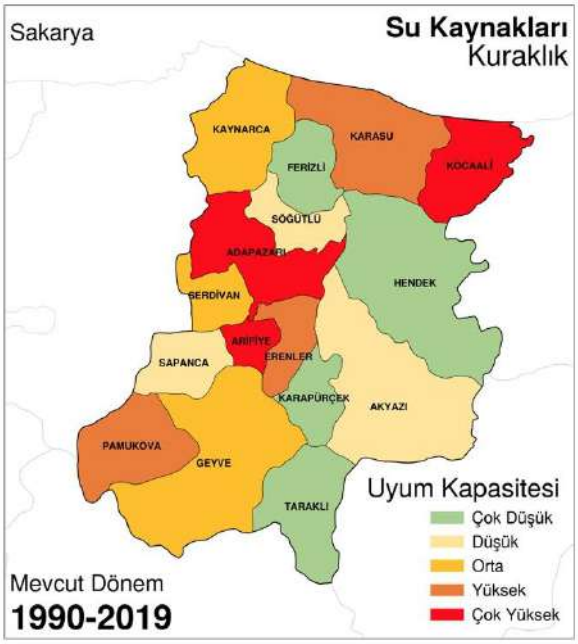
Şekil 6-6. Su Kaynakları Yönetimi Sektörü Maruziyet Haritası



Şekil 6-7. Su Kaynakları Yönetimi Sektörü Duyarlılık Haritası

Sakarya'nın ilçelerine göre analiz edilen uyum kapasitesine bakıldığında; merkez ilçelerden sosyo-ekonomik gelişmişlik skoru en yüksek olan Adapazarı ve Arifiye'de ve doğal alanların varlığı ile Kocaali'de uyum kapasitesi çok yüksek seviyededir. Bununla birlikte doğal alanların varlığı ile Pamukova, Karasu ve Erenler'de uyum kapasitesi yüksek seviyededir (Şekil 6-8).

Duyarlılık ve uyum kapasitesi bileşenleri dikkate alınarak elde edilen etkilenebilirlik haritası incelendiğinde, çok yüksek duyarlılığa ve düşük uyum kapasitesine sahip Sapanca'da çok yüksek etkilenebilirlik görülmektedir. Bununla birlikte çok yüksek duyarlılığa ve yüksek uyum kapasitesine sahip Karasu, yüksek duyarlılığa ve çok düşük uyum kapasitesine sahip Hendek ile yüksek duyarlılık ve orta düzeyde uyum kapasitesine sahip Serdivan'da ise yüksek etkilenebilirlik görülmektedir (Şekil 6-9).

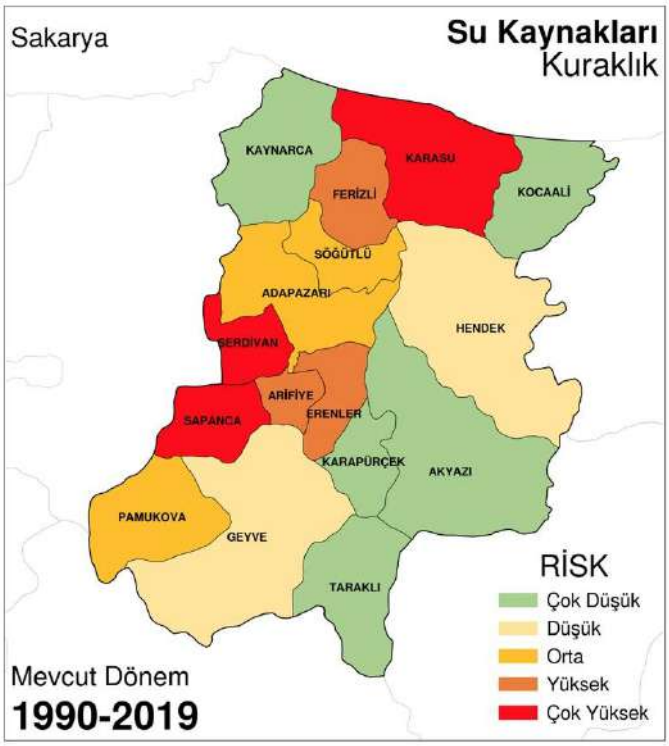


Şekil 6-8. Su Kaynakları Yönetimi Sektörü Uyum Kapasitesi Haritası



Şekil 6-9. Su Kaynakları Sektörü Yönetimi Etkilenebilirlik Haritası

Mevcut dönemde Sakarya'nın ilçelerindeki tehlike, maruziyet ve etkilenebilirliğin etkileşiminden kaynaklanan kuraklık riskine bakıldığında; çok yüksek seviyede tehlike, maruziyet ve etkilenebilirliğe sahip olan Sapanca, çok yüksek tehlike ve maruziyet ile yüksek etkilenebilirliğe sahip Serdivan ve orta düzeyde tehlike, yüksek maruziyet ve etkilenebilirliğe sahip Karasu'da risk en yüksek seviyede tespit edilmiştir. Bununla birlikte, çok yüksek tehlike, orta düzeyde maruziyet ve çok düşük etkilenebilirliğe sahip Ferizli, yüksek tehlike, çok yüksek maruziyet ve çok düşük etkilenebilirliğe sahip Arifiye ile düşük tehlike ve orta düzeyde maruziyet ve etkilenebilirliğe sahip Erenler'de yüksek risk görülmektedir (Şekil 6-10).

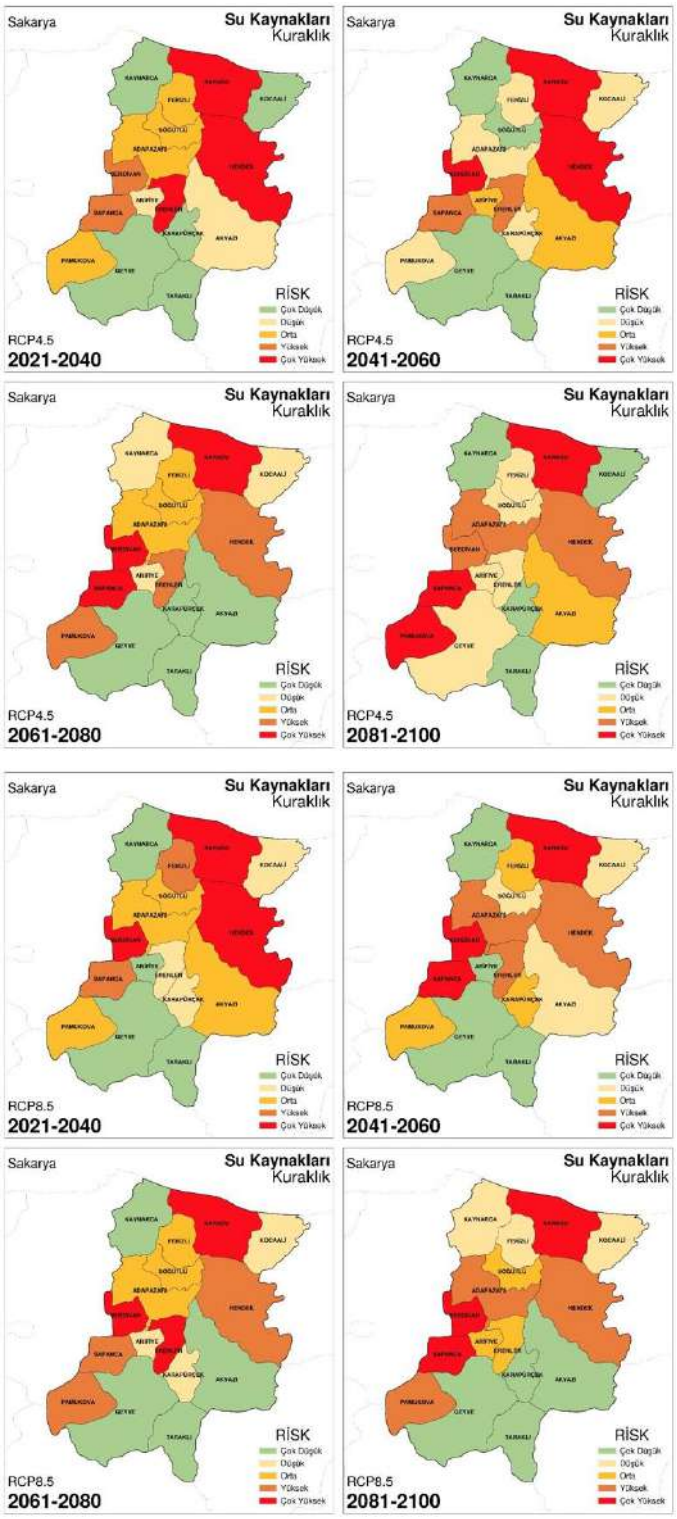


Şekil 6-10. Su Kaynakları Yönetimi Sektörü Mevcut Dönem Kuraklık Risk Haritası

Sakarya ilinde mevcut dönem koşullarına göre sadece iklim tehlikelerinin projeksiyonları göz önüne alınarak sektörel risk analizleri yapılmıştır. Buna göre, gelecek 4 dönemde RCP4.5 ve RCP8.5 senaryolarına göre öngörülen kuraklık dahil edilerek hesaplanan risk haritaları aşağıda sunulmuştur.

Sera gazı salınımlarının belirli bir noktada stabilize edildiği senaryo olan RCP4.5'e göre kuraklık riskine bakıldığında; tüm dönemlerde Karasu ilçesinde çok yüksek risk öngörülmektedir. İlaveten; 2021-2040 döneminde Hendek ve Erenler ilçelerinde çok yüksek risk, Serdivan ve Sapanca ilçelerinde yüksek risk 2041-2060 döneminde Hendek ve Serdivan ilçelerinde çok yüksek risk, Sapanca ve Erenler ilçelerinde yüksek risk, 2061-2080 döneminde Serdivan ve Sapanca ilçelerinde çok yüksek risk, Pamukova, Erenler ve Hendek ilçelerinde yüksek risk, 2081-2100 döneminde ise Sapanca ve Pamukova ilçelerinde çok yüksek risk, Serdivan, Adapazarı ve Hendek ilçelerinde yüksek risk öngörülmektedir.

En kötü senaryo olan RCP8.5'e göre kuraklık riskine bakıldığında; tüm dönemlerde Karasu ve Serdivan ilçelerinde çok yüksek risk öngörülmektedir. İlaveten; 2021-2040 döneminde Hendek ilçesinde çok yüksek risk, Sapanca ve Ferizli ilçelerinde yüksek risk 2041-2060 döneminde Sapanca ilçesinde çok yüksek risk, Adapazarı, Erenler ve Hendek ilçelerinde yüksek risk, 2061-2080 döneminde Erenler ilçesinde çok yüksek risk, Sapanca, Pamukova ve Hendek ilçelerinde yüksek risk, 2081-2100 döneminde ise Sapanca ilçesinde çok yüksek risk, Adapazarı, Pamukova ve Hendek ilçelerinde yüksek risk öngörülmektedir. (Şekil 6-11).



Şekil 6-11. RCP4.5 ve RCP8.5 Senaryolarına göre Su Kaynakları Yönetimi Sektörü Gelecek Dönem Kuraklık Risk Haritaları

6.2.2. Şiddetli Yağış Riski

Su kaynakları sektöründe ayrıca şiddetli yağış tehlikesi için de risk analizi yapılmış olup, etki zincirleri hazırlanmıştır. Çalışma sırasında sınırlı sürede toplanabilen verilerle yapılan analiz sonuçları etki

zincirlerinden sonra verilmiştir (Şekil 6-12). Risk analizlerinde kullanılan göstergeler, göstergelerin ait olduğu kurum bilgisi ve her bir göstergenin risk analizindeki ağırlıkları EK-01 bölümünde sunulmuştur.

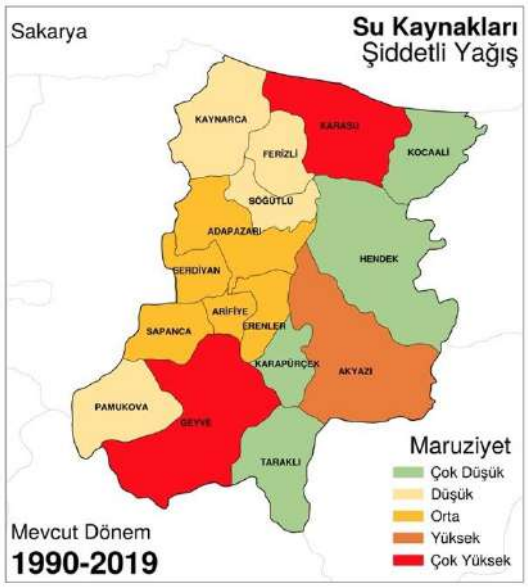
TEHLİKE		MARUZİYET	ETKİLENEBİLİRLİK		RİSK
İklim Sinyali	İklim Etkisi		Duyarlılık	Uyum Kapasitesi	
Yağış miktarı ve sıklığında artış	Şiddetli yağışlı gün sayısında artış	Nüfus yoğunluğu	Yapay alanlar oranı	Sosyo-Ekonomik Gelişmişlik Endeksi skoru	Can ve mal kayıpları
	Sel ve taşkın	Su yüzeyleri oranı	Nüfus artış hızı	Faal dernek sayısı	Ekonomik kayıplar
		İlde Q_{500} tekerrürlü debide taşkından etkilenen kişi sayısı	Bağımlı nüfus oranı	Rekreasyon alanları ve parkların oranı	
		İlde Q_{500} tekerrürlü debide taşkından etkilenen mülk sayısı	Sosyal yardım alanların oranı	Planlardaki yeşil süreklilik alanları oranı	
		İlde Q_{500} tekerrürlü debide taşkından etkilenen ekonomik öge sayısı		Doğal alanlar oranı*	
		İlde Q_{500} tekerrürlü debide taşkından etkilenen ekilebilir alan			
		İlde Q_{500} tekerrürlü debide taşkından etkilenen yol uzunluğu			
		Yaşanan sel ve taşkın sayısı			

Şekil 6-12. Etki Zinciri: Su Kaynakları Yönetimi Sektörü ve Şiddetli Yağış İlişkisi

** sembolü ile risk analizlerinde kullanılmayan göstergeler belirtilmiştir.*

Sakarya'nın şiddetli yağış maruziyetine bakıldığında; taşkın sayısı, taşkından etkilenen kişi ve mülk, ekonomik öge, ekilebilir alan, yol uzunluğu itibariyle Karasu ve Geyve ilçesinde çok yüksek, Akyazı ilçesinde ise yüksek seviyede maruziyet görülmektedir (Şekil 6-13).

İlin yapay alanlar, nüfus artış oranı, bağımlı nüfus ve sosyal yardım alanlar oranı göstergelerine göre analiz edilen duyarlılık durumu incelendiğinde, nüfus artış oranı ile bağımlı nüfusu (65 yaş ve üzeri) fazla olan Pamukova ile sosyal yardım alanların oranı ve bağımlı nüfusu fazla olan Karasu ilçesinde çok yüksek seviyede duyarlılık görülmektedir. Bununla birlikte nüfus artışı ve yapay alanların oranı fazla olan Serdivan ilçesinde yüksek duyarlılık görülmektedir (Şekil 6-14).

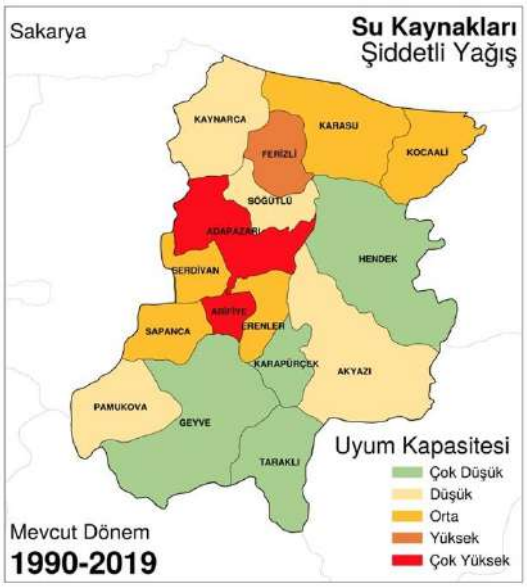


Şekil 6-13. Su Kaynakları Yönetimi Sektörü Maruziyet Haritası



Şekil 6-14. Su Kaynakları Yönetimi Sektörü Duyarlılık Haritası

Sakarya'nın uyum kapasitesine bakıldığında; merkez ilçelerden sosyo-ekonomik gelişmişlik skoru ile yeşil alanları fazla olan Adapazarı ve Arifiye ilçelerinde uyum kapasitesinin çok yüksek olduğu görülmektedir (Şekil 6-15). Bununla birlikte, rekreasyon ve park alanları fazla olan Ferizli'de uyum kapasitesi yüksek seviyededir. Duyarlılık ve uyum kapasitesi dikkate alınarak analiz edilen etkilenebilirlik durumuna bakıldığında; çok yüksek duyarlılık ve düşük uyum kapasitesine sahip Pamukova ilçesi ile çok yüksek duyarlılık ve orta düzeyde uyum kapasitesine sahip Karasu ilçesinde çok yüksek etkilenebilirlik seviyesi görülmektedir. Yüksek duyarlılığa ve orta düzeyde etkilenebilirliğe sahip Serdivan ile orta düzeyde duyarlılığa ve çok düşük düzeyde uyum kapasitesine sahip Karapürçek ve Taraklı ilçelerinde ise yüksek etkilenebilirlik seviyesi görülmektedir (Şekil 6-16).

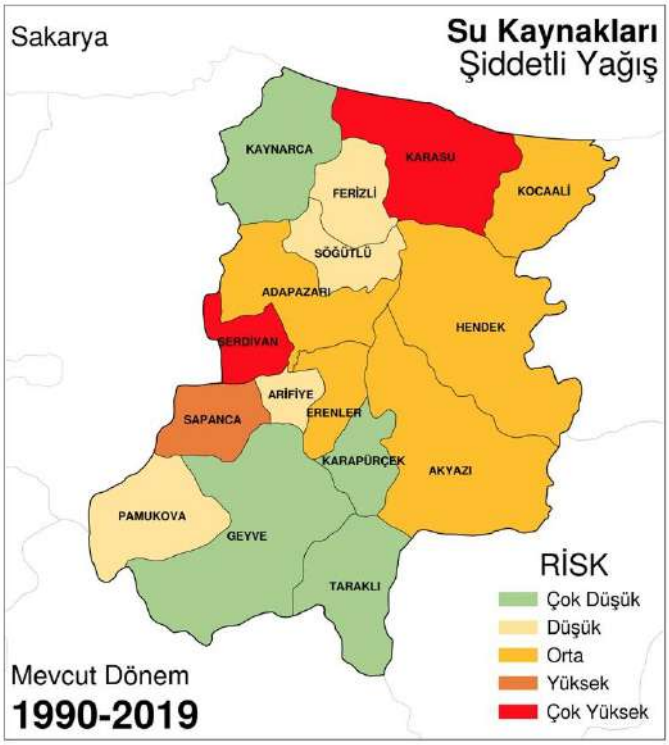


Şekil 6-15. Su Kaynakları Yönetimi Sektörü Uyum Kapasitesi Haritası



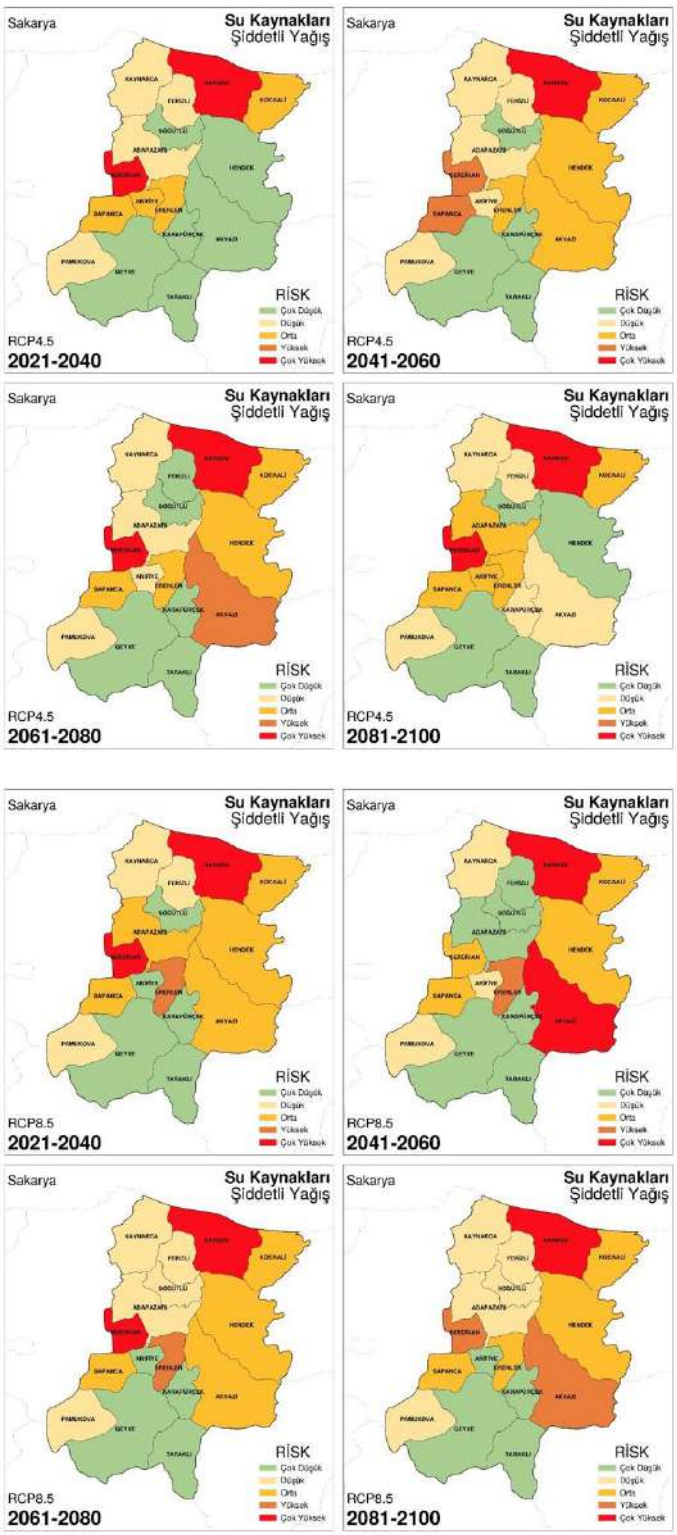
Şekil 6-16. Su Kaynakları Yönetimi Sektörü Etkilenebilirlik Haritası

Mevcut dönemde su kaynakları sektörü için Sakarya'nın ilçelerindeki tehlike, maruziyet ve etkilenebilirliğin etkileşiminden kaynaklanan şiddetli yağış riskine bakıldığında; çok yüksek seviyede tehlike, orta seviyede maruziyet ve yüksek seviyede etkilenebilirliğe sahip Serdivan ile yüksek seviyede tehlike, çok yüksek seviyede maruziyet ve etkilenebilirliğe sahip Karasu ilçelerinde çok yüksek risk görülmektedir. Bununla birlikte orta seviyede tehlike ve maruziyet ile düşük etkilenebilirliğe sahip Sapanca ilçesinde ise yüksek risk görülmektedir (Şekil 6-17).



Şekil 6-17. Su Kaynakları Yönetimi Sektörü Mevcut Dönem Şiddetli Yağış Risk Haritası

Sakarya ilinde mevcut dönem koşullarına göre şiddetli yağış tehlikesi projeksiyonları göz önüne alınarak RCP4.5 ve RCP8.5 senaryolarına göre öngörülen risk haritaları aşağıda sunulmuştur. Buna göre, mevcut dönemde en yüksek riske sahip Karasu'nun her iki senaryoya göre gelecek dönemlerde de en yüksek riske sahip olacağı beklenmektedir. Sera gazı salınımlarının belirli bir noktada stabilize edildiği senaryo olan RCP4.5'e göre 2041-2060 dönemi hariç diğer tüm dönemlerde Karasu'ya ilaveten Serdivan ilçesinde çok yüksek risk öngörülmektedir. Kötümser senaryo olan RCP8.5'e göre kuraklık riskine bakıldığında; 2021-2040 ve 2061-2080 dönemlerinde Karsu'ya ilaveten Serdivan ilçesinde, 2041-2060 döneminde ise yine Karasu'ya ilaveten Akyazı ilçesinde çok yüksek risk öngörülmektedir (Şekil 6-18).



Şekil 6-18. RCP4.5 ve RCP8.5 Senaryolarına göre Su Kaynakları Yönetimi Sektörü Gelecek Dönem Şiddetli Yağış Risk Haritaları

6.3. Su Kaynakları ve İklim Değişikliğine Uyum

Görüldüğü üzere Sakarya ilinde kuraklık ve su kıtlığı tehlikesi öncelik arz etmektedir. Bu kapsamda suyun yoğun olarak kullanıldığı içme ve kullanma suyu, sanayi suyu ve tarım sektöründe uyum tedbirlerinin alınması gerekmektedir.

Sakarya ili ve ilçelerinde kayıp-kaçak oranları oldukça yüksektir. İçme ve kullanma suyunda öncelikle kayıp ve kaçakların azaltılması gerekmektedir. Kentsel su kullanımında verimliliğin artırılması ve su tasarrufuna yönelik uyum tedbirlerinin geliştirilmesi gerekmektedir.

Sakarya ve Kocaeli ilerinin gelecekteki içme ve kullanma suyu ihtiyacının yapılacak Ballıkaya Barajı'ından ve yine Sapanca Gölü'nden faydalanılarak karşılanması öngörülmektedir. Bu kapsamda Sapanca Gölü'nün miktar ve kalite olarak daha etkin korunabilmesi ve sağlıklı bir şekilde gelecek nesillere ulaştırılabilmesi amacıyla Tarım ve Orman Bakanlığı tarafından sürdürülen özel hüküm belirleme çalışmasının tamamlanması önem arz etmektedir.

İklim değişikliğine uyum kapsamında tarım sektörüne ilişkin sulama yönetimi ve suyun verimli kullanılmasına yönelik tedbirlerin geliştirilmesi de gerekmektedir.

Sakarya ilinde 2018 yılında DSİ tarafından 1.000 ha'ın üstünde işletilen ve devredilen sulama alanlarında %48,3 oranında su tasarrufu sağlayan basınçlı sulama yöntemleri (damla ve yağmurlama sulama) uygulanmaktadır. Uygun koşulları sağlayan diğer sulama alanlarında da basınçlı sulama yöntemlerinin uygulanması önem taşımaktadır. Bununla birlikte sulanan alanlardaki ortama sulama randımanı (%33,0) düşük olup bu oranın arttırılması hedeflenmelidir.

Sapanca Gölü'nden TÜPRAŞ'a verilen sular göl üzerinde baskı oluşturmakta olup tesiste kullanılmış suların yeniden kullanımı ve proses sularının verimli kullanılması yönünde uyum tedbirlerinin alınması gerekmektedir.

Sakarya Deltası önemli bir habitata sahip olup bu alanın su ihtiyacının miktar ve kalite olarak karşılanması ekosistemin devamlılığı açısından zorunluluk arz etmektedir.

Sakarya ilinde 7 Haziran 2021 ve 31 Mayıs 2022 tarihinde çeşitli paydaşların katılımıyla yapılan toplantılarda önerilen uyum eylemleri ve gelen kurum görüşleri aşağıda özetle verilmektedir:

- Su talebinin yönetilmesine yönelik çözümlerin geliştirilmesi,
- Su kaynakları yönetiminin güçlendirilmesi, tek elden yönetimin sağlanması, Havza Yönetim Heyetleri kararlarının uygulanması,
- Su Kanunu'nun çıkarılması,
- Damla ve yağmurlama sulama gibi modern tekniklerin kullanılması, bunların desteklenmesi,
- Daha az su isteyen bitkilere geçilmesi,
- Ekosistem su talebinin öncelikle göz önünde tutulması,
- Havzalar arası transferi yerine suyun verimli kullanımının sağlanması,
- Yeşil çatılar, gri su kullanımı, su tasarrufu sağlayan musluk vb. uygulamaların geliştirilmesi,
- Yüzeysel depolamaların artırılması, yas kullanımının azaltılması,
- Çiftçilerin ve uzmanların bilinçlendirilmesi,
- Yağmur suyu hasadı yapılması, sanayi ve turizm tesislerinin teşvik edilmesi,
- Kentsel yeşil alanların, geçirimli yüzeylerin artırılması,
- Kullanılmış suların geri kullanımı,
- Sanayi kullanımı için temiz su yerine deniz, arıtılmış su vb. kullanılması, sanayinin bu konuda teşvik edilmesi,

- Su kalitesinin korunması, tarımsal ilaç kullanımında özenli olunması,
- Sakarya Nehri kıyılarındaki özellikle bungalovların, kaçak ve düzensiz yapılaşmanın engellenmesi,
- Su kaynaklarının sektörel kullanımının planlanması,
- Hazırlanan tüm planlar arasında entegrasyonun sağlanması,
- Taşkınla mücadele için merkezi bütçeden ayrıca para ayrılmalı,
- Sakarya Nehri üzerindeki HES'lerin kümülatif etkisinin değerlendirilmesi,
- Su kalite ve miktarına yönelik izleme çalışmalarının güçlendirilmesi, su kirliliği ile mücadelede yerel yönetimlerin teşvik edilmesi,
- Doğal su kaynaklarının verimli kullanılması, atık suların alıcı ortama deşarjında mevzuata uyulması,
- Sakarya Nehri üzerindeki kum ocaklarının olumsuz etkilerinin azaltılması,
- Sapanca Gölü su bütçesinin çıkarılması, Gölün koruma altına alınması, sadece içme suyu amacıyla kullanılması.
- Su ve Atıksu yönetimine ilişkin altyapının tamamlanması,
- Sanayide YAS kullanımının önlenmesi, temiz su kullanımının azaltılması,
- Yerel yönetimlerin finansal olarak desteklenmesi ve yaptırım güçlerinin artırılması,
- Kurumların ve üniversitelerin verilere ulaşımının kolaylaştırılması,
- STK çalışmalarının teşvik edilmesi,
- TRT'de su ve susuzluk konusunda kamu spotlarının yayınlanması.

KAYNAKÇA: BÖLÜM 6

AFAD. (2020). Afet Yönetimi Kapsamında 2019 Yılına Bakış ve Doğa Kaynaklı Olay İstatistikleri, T.C. İçişleri Bakanlığı, 2020.

Bayrak, A. (2008). Sapanca Gölü'nün Hidrojeolojik, Hidrolojik ve Hidrolik Özelliklerinin Belirlenmesi ve Su Bütçesinin Tespiti, Yüksek Lisans Tezi. Sakarya Üniversitesi: https://acikerisim.sakarya.edu.tr/bitstream/handle/20.500.12619/81203/T03382.pdf?sequence=1 adresinden alındı.

Dellal, İ., Dellal, G., & Ünüvar, F. İ. (2018). Sakarya İli Tarım Sektörü Raporu. Ankara: Türkiye Ziraat Odaları Birliği.

DSİ. (2019a). 2018 Yılı DSİ'ce İşletilen ve Devredilen Sulama Tesisleri Değerlendirme Raporu, DSİ İşletme ve Bakım Dairesi Başkanlığı, 2019.

DSİ. (2019b). 2018 Yılı DSİ'ce İşletilen ve Devredilen Sulama Tesisleri Değerlendirme Raporu, DSİ İşletme ve Bakım Dairesi Başkanlığı, 2019.

SASKİ. (2022). Sakarya Su ve Kanalizasyon İdaresi, 2022.

SYGM. (2016). İklim Değişikliğinin Su Kaynaklarına Etkisi Projesi. Ankara.

SYGM. (2021). Belediye Su Kayıp Verileri, Su Yönetimi Genel Müdürlüğü, 2021.

SYGM. (2021a). Sakarya Havzası Taşkın Yönetim Planı, Su Yönetimi Genel Müdürlüğü, 2018.

TÜİK. (2021). Ulusal Hesaplar-2018, Türkiye İstatistik Kurumu.

T.C. Sayıştay Başkanlığı. (2022). Taşkın Risk Yönetimi Sayıştay Raporu, 2022.



TARIM VE GIDA GÜVENCESİ

iklime uyum

7. TARIM VE GIDA GÜVENCESİ

Bu bölüm, temel olarak pilot il düzeyinde iklim değişikliğinin tarım, hayvancılık ve balıkçılık sektöründe yarattığı maruziyetin analizi, iklim değişikliği etkileriyle ortaya çıkan duyarlılıkların belirlenmesi, mevcut uyum kapasitesinin analizi ve geliştirilmesi yönünde öneriler sunmayı hedeflemektedir. Sakarya özelinde iklim değişikliği etkilenebilirliğinin azaltılması ve geniş tanımıyla tarım ve hayvancılık sektörünün iklim değişikliğine uyum kapasitesinin geliştirilmesi amacıyla kullanılabilecek destek mekanizmaları ve yeni politika araçlarının geliştirilmesine yönelik politika önerileri sunmaktadır.

Tarım ve hayvancılık iklim değişikliğinin etkilerinin en fazla gözlemlendiği sosyo-ekonomik alanların başında gelmektedir. Bu sektördeki insan etkinliklerinin toprak, su ve orman gibi ekosistemlerle doğrudan ilişkisi, iklim değişikliğinin bu doğal sistemler üzerinde yarattığı etkileri doğuran insani (beşeri) sistemlere yansıtmaktadır. Bu nedenle hem sıcaklık, yağış, nem ve rüzgâr gibi iklim parametrelerindeki ortalama değişimler, hem de kuraklık, sel ve fırtınalar gibi aşırı iklim olaylarının sıklığı ve yoğunluğundaki artış, tarım ve hayvancılığı doğrudan etkilemektedir.

İklim değişikliğinin olumsuz etkileri, maruziyet ve duyarlılığı (hassasiyeti) yüksek olan bu sektörde halihazırda gözlemlenmektedir. Bu etkiler ve risklerin sektörel üretim, tüketim, uluslararası ticaret, istihdam, yoksulluk, gıda güveliği ve toplumsal eşitlik gibi temel alanlarda önemli yansımaları olacak şekilde artacağı beklenmektedir. Bu nedenle, tarım ve hayvancılık iklim değişikliğinin potansiyel olumsuz etkilerine karşı direncin artırılması ve uyum sağlanması alanlarında en öncellikli sektörlerden biridir.

Tarım ve hayvancılık sektöründe tehlike bileşeni, iklim sinyali ve doğrudan fiziksel etkiyle ilgili faktörleri içerir. Üretim ve tedarik zincirlerine, toprak, su, orman ve biyolojik çeşitlilik gibi ekosistem ve doğal varlıklara zarar verebilecek kısa ve uzun vadeli iklim kaynaklı etkiler ile tehlikelerin potansiyel oluşumudur. Bu tehlike bileşenleri ulaşım, sulama, kapalı hayvancılık üretim tesisleri, seralar, depolama ve enerji gibi tarımla bağlantılı alt ve üst yapılar üzerinde oluşabilecek etkileri de belirler. Aynı zamanda gıda zinciri, tarımsal girdi ve çıktıların diğer sektörlerle bağlantıları üzerinden, ekonominin geneli ve kentsel alanlarda oluşabilecek ikincil tehlikeleri de kapsar.

Bu tehlikeler, yavaş gelişen eğilimlerle, yağışların azalması, ortalama sıcaklıkların artması, nem, rüzgâr eğilimlerindeki değişiklikler ve bunların tarımla bağlantılı ekosistemlerle etkileşimleri olarak kendini göstermektedir. Aynı şekilde, iklim değişikliği kaynaklı kuraklık ve sıcak hava dalgaları, şiddetli yağış, taşkın, dolu, fırtına ve hortum gibi aşırı iklim olaylarının yarattığı kısa dönem tehlikeler olarak tarım ve hayvancılık sektörünü doğrudan etkilemektedir.

7.1. Maruziyet Bileşeni

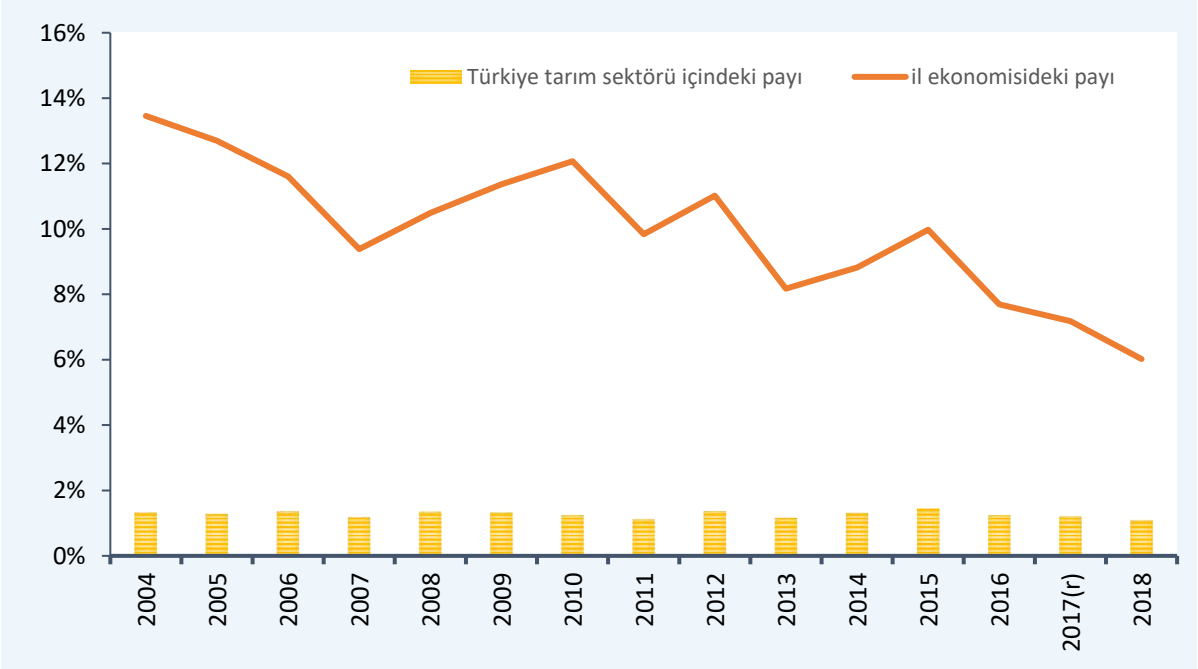
Tarım ve hayvancılık sektöründe maruziyet bileşeni bu sektörle bağlantılı insanların, geçim kaynaklarının, toprak, su gibi ekosistemlerin ve bunların sağladıkları hizmetlerin, sulama, ulaşım ve enerji altyapılarının, sosyal ve kültürel varlıkların iklim değişikliğinden olumsuz etkilenebilecek yerler ve ortamlardaki varlığıdır. Riske bağlı maruziyet derecesi sayılar, yoğunluk, oran, vb. şekillerde ifade edilir. Örneğin kuraklıktan etkilenen bölgedeki tarım arazi miktarı, üretici sayısı, ya da şiddetli yağış alan bölgelerde yer alan tarımsal altyapı yoğunluğu gibi değişkenler maruziyeti belirler (IPCC; 2014).

Bu çerçevede, Sakarya ili Türkiye'nin önemli büyülükte tarımsal alanlarını barındırdığı, tarım ekonomisinin hacmi il için önemli bir paya sahip olduğu ve tarımsal etkinliklerin hane geliri, istihdam,

katma değer ve ticaret alanlarındaki yeri önemli olduğu için iklim değişikliği maruziyeti yüksek olan illerden biridir.

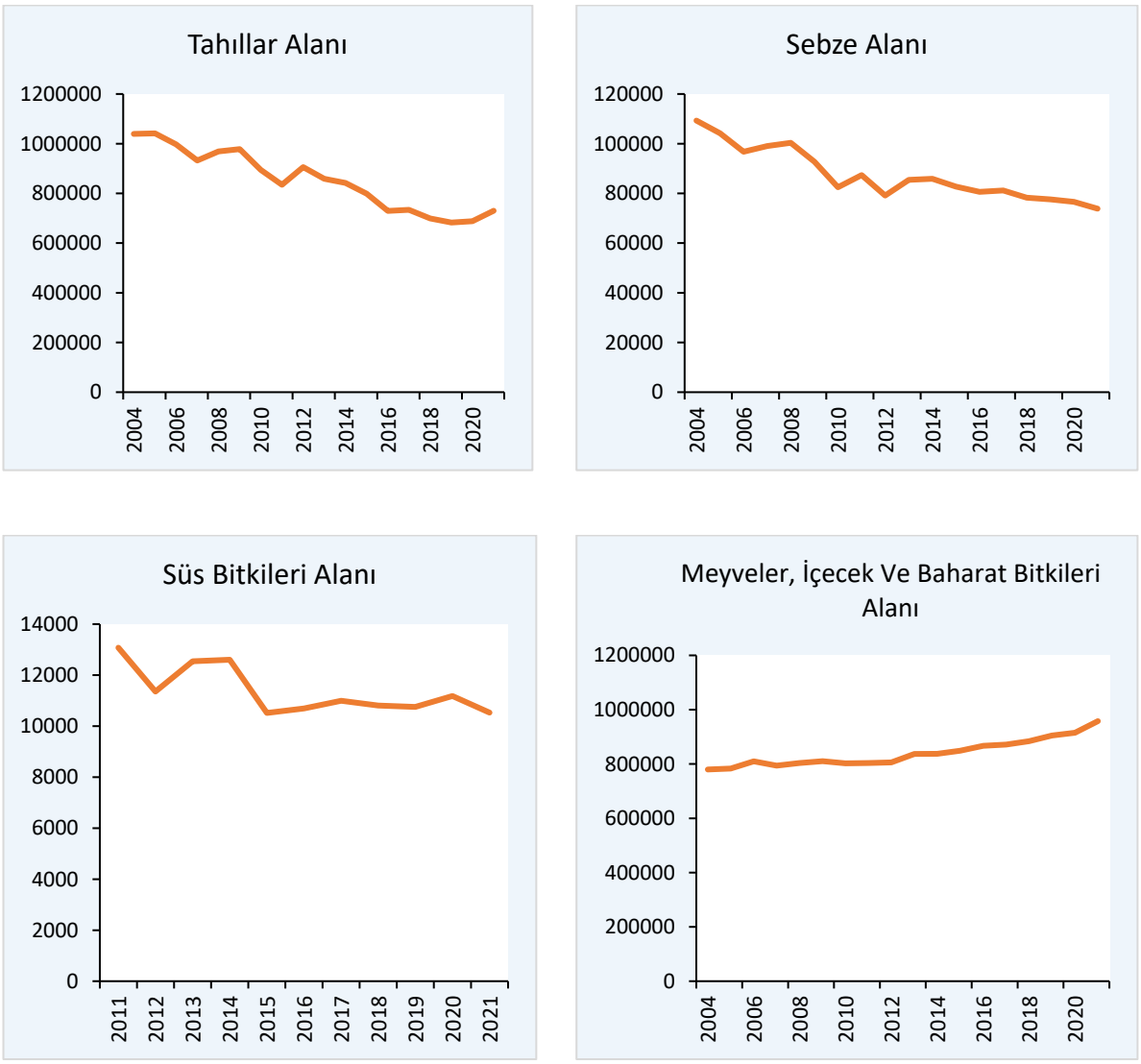
Tarım sektörü Sakarya ilinde toplam ekonomik üretimin yaklaşık %6'sını sağlamaktadır. 2000'li yılların başlarından beri tarım sektörünün il genel ekonomisindeki ağırlığı azalmaktadır. Sakarya tarımının, ülke tarım sektörü içindeki payı %1 civarındadır (Şekil 7-1). İl sınırlarında tarımsal işletme sayısı 50 bin civarındadır. Bu işletmelerle birlikte Sakarya tarım ve hayvancılık sektörü, özellikle kümes hayvancılığı sektörü iklim değişikliğinin günümüzde gözlemlenen ve gelecekte gözlemlenecek etkilerine maruziyeti yüksektir.

İlçe seviyesinde, çiftçi ve tarımsal işletme sayısının ilçe nüfusuna göre yüksek olması, tarımsal etkinliklerin öneminin ilçe için yüksek olduğunun göstergesi olduğu için, ilçe özelinde iklim değişikliğine maruziyeti artıran bir faktördür. Karasu, Geyve, Hendek ve Kocaali ilçeleri tarımsal alanların geniş olması nedeniyle iklim etkilerine **maruziyeti** yüksek ilçelerdir. Kocaali, Taraklı ve Kaynarca ilçelerinde çiftçi nüfusunun toplam nüfusa oranı yüksek olduğu için, iklim değişikliği özellikle işgücü ve çalışma koşulları kanallarıyla maruziyet yaratmaktadır.



Şekil 7-1: İl tarımının il ekonomisine ve ülke tarım sektörüne katkısı, Sakarya, 2019

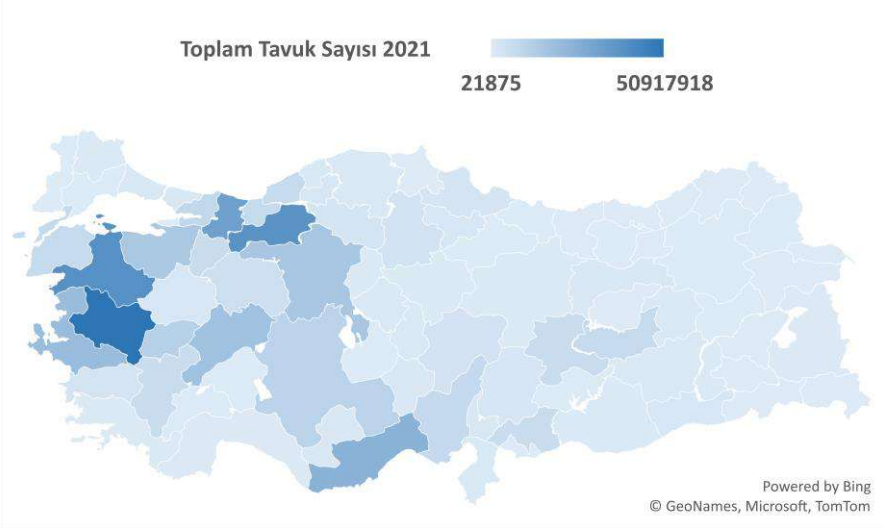
Sakarya'nın tarımsal üretim alanında en büyük yeri kaplayan kategori toplam tarımsal alanın %54'ünü kaplayan meyve ürünleridir. Bunu %41 ile tahıl alanları takip etmektedir. İldeki tahıl alanları son yıllarda daralmakta olup meyve alanları genişlemektedir. Bu durum iklim değişikliği ile ilgili maruziyetleri tek yıllık bitki maruziyetinden çok yıllık ağaç maruziyeti yönünde değiştirmektedir. Tahıl ve meyve ürünlerinin sıcaklık, güneşlenme ve su gereksinimleri farklı olduğu için tarımsal alan kullanımındaki değişiklikler ilin iklim maruziyetini değiştirmektedir. Sakarya aynı zamanda süs bitkisi üretiminde son 15 senede önemli artış göstermiştir. Türkiye'nin toplam süs bitkileri alanlarının %21'i il sınırlarında bulunmaktadır. Hem kapalı hem açık alan süs bitkiciliği işletmeleri de iklim değişikliği etkilerine maruz kalmaktadır. Sakarya'nın içinde bulunduğu coğrafya, ortalama sıcaklık artışına, yağış rejimlerinin değişmesi ve aşırı iklim olaylarına maruz kalmaktadır. Meyve ve tahıl bitkilerinde iklim değişikliği önemli verim kayıplarına neden olmaktadır.



Şekil 7-2: Sakarya ili tarım alanları değişimi, TUİK

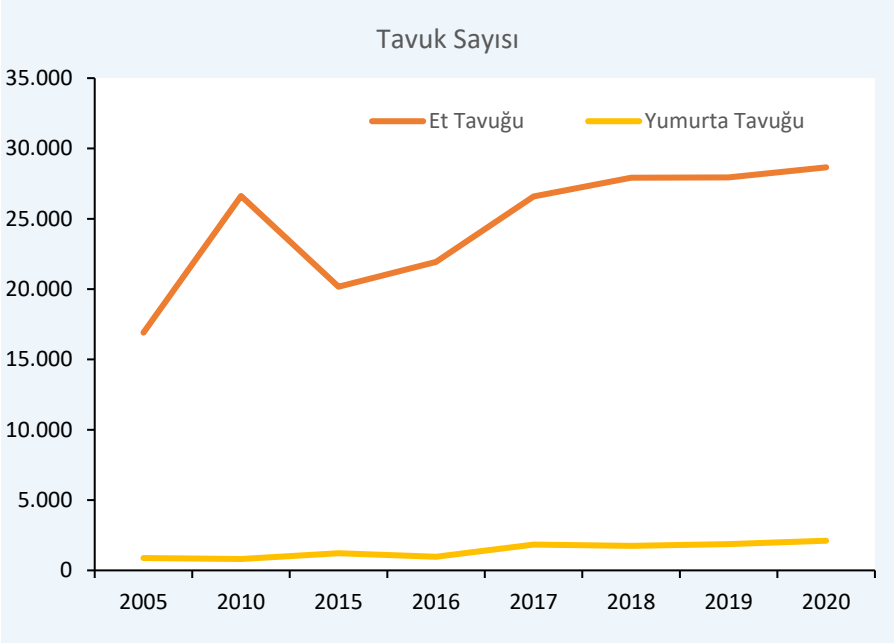
7.1.1. Kümes Hayvancılığı Maruziyeti

Sakarya Türkiye'nin önde gelen kümes hayvancılığı illerinden biridir (Şekil 7-3). Broiler yetiştiriciliğinde entegre firmaların bulunduğu ilde "sözleşmeli üretim modeli" yaygın olarak uygulanmaktadır. Türkiye'deki et tavuğu varlığının %11'i 5'i ilde bulunmaktadır. 2018 yılı itibariyle yaklaşık 1200 kümeste toplam 30 milyona yakın et tavuğu, 2 milyona yakın da yumurta tavuğu bulunmaktadır (Tarımsal Ekonomi ve Politika Geliştirme Enstitüsü, 2021) (Şekil 7-4). İlin giderek artan hayvan sayısı, kümes hayvancılığı işletmelerinin il ekonomisindeki payı, ve yarattıkları istihdam açısından iklim değişikliği etkilerine maruziyeti yüksektir. Bu maruziyet hem hayvan verimlilikleri, değişen altyapı ve üstyapı gereksinimleri, hayvan hastalıkları gibi kanallardan iklim maruziyetini artırmaktadır.



Şekil 7-3: Tavuk sayısı, 2021

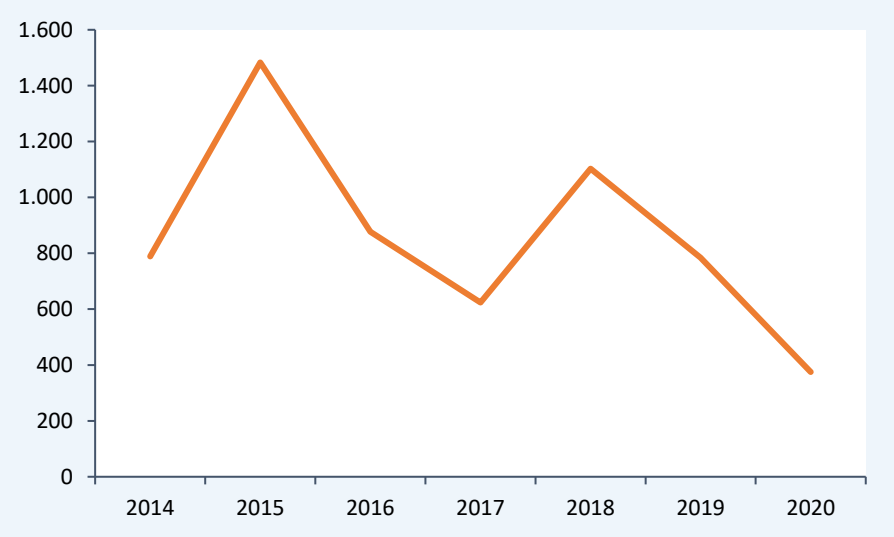
Kaynak. TÜİK, 2022



Şekil 7-4: Sakarya'da tavuk sayısı eğilimi, (Tarımsal Ekonomi ve Politika Geliştirme Enstitüsü 2021)

7.1.2. İklimle bağlantılı zararlara maruziyet

Son dönemde kullanımı genişleyen tarımsal sigorta uygulamaları, iklimle bağlantılı zararlara maruziyetle ilgili göstergelerden biridir. Yıllık ihbar sayıları ve ödeme miktarları özellikle iklim değişikliği nedeniyle yoğunluğu ve sıklığı artan dolu, fırtına, kuraklık ve taşkınlar gibi aşırı iklim olaylarına maruziyetin göstergelerinden biri olarak değerlendirilmektedir. Tarımsal işletme sigortalarının geçmiş yıllarda yaygınlığı düşük olduğu için bu zamansal karşılaştırmaların dikkatle değerlendirilmesi gerekmektedir. Sakarya'da yıllık ödenen ihbar sayısı ortalaması (2017-2021) yaklaşık 750 olup bu sayı her geçen sene dalgalanmaktadır (Şekil 7-5).



Şekil 7-5: Ödenen tarımsal sigorta dosya sayısı, Sakarya, TARSİM

7.2. Etkilenebilirlik Bileşeni

İklim değişikliğinden etkilenebilirlik, duyarlılık ve uyum kapasitesinin etkileşimine bağlıdır (IPCC, 2014). İklim değişikliğine duyarlılığın (ya da iklim hassasiyetinin) artması etkilenebilirliği artırırken, uyum kapasitesi ise etkilenebilirliği azaltır.

7.2.1. Duyarlılık

Tarım ve hayvancılık sektöründe duyarlılık, sektörün iklim değişikliğinden olumsuz (bazen de olumlu) etkilenme derecesidir. Hem doğal sistemlerin fiziksel ve biyolojik yapılarının, hem de sosyo-ekonomik sistemlerin etkilenme dereceleri değişik faktörlerin etkileşimiyle ortaya çıkar.

Ekolojik ve fiziksel duyarlılıklar:

- Tarımsal bitkilerin verim duyarlılığı
- Bitkilerin üretim alanları duyarlılığı
- Ürün deseni duyarlılığı
- Hayvan türlerinin iklim duyarlılığı (ideal yaşam alanı ve verimli üretim)
- Tarımsal altyapının (yol, sulama, lojistik, üretim tesisi, enerji, vb.), aşırı yağış ve taşkınlar gibi aşırı iklim olaylarına duyarlılığı

Sosyo-ekonomik sistemlerin duyarlılıklar:

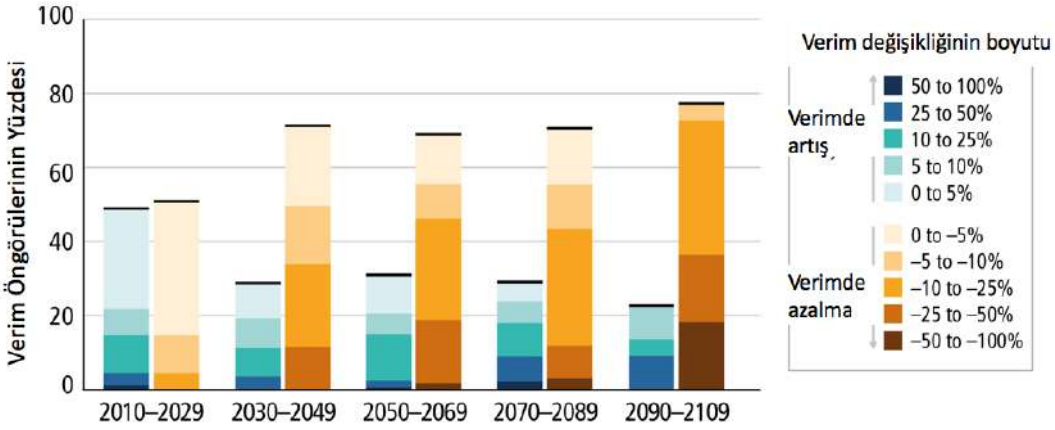
- Hanelerin tarımsal gelir duyarlılığı
- Yerel ve bölgesel ekonomik gelişme ve büyüme duyarlılığı (tarımın ağırlığına göre)
- Ülke seviyesinde makroekonomik duyarlıklar (gıda fiyatları, istihdam, ticaret, yatırımlar, vb.)
- Tarımla bağlantılı diğer sektörlerin duyarlılığı (zincirin alt ve üst halkaları)
- Toplumsal eşitlik ve adalet duyarlığı (iklim değişikliğinin farklı sosyal grupları farklı etkilemesi üzerinden)
- Gıda güvenliği ve yoksulluk duyarlılığı

IPCC'nin 2022'de yayınlanan raporunda, tüm tarımsal çıktıların tüm tarımsal girdilere oranı olarak tanımlanan tarımsal Toplam Faktör Verimliliğinde (TFV) iklim değişikliği etkilerinin altını çizmiştir. 1961

ile 2015 yılları arasında iklim eğilimlerinin küresel TFV büyümesini, diğer faktörler aynı kalmak koşulunda, kümülatif olarak %21 oranında azalttığını ortaya koymaktadır (IPCC) (2022); Ortiz-Bobea, A. et al., 2021). Model çalışmaları sıcaklık artışlarının etkilerinin tek yıllık ve çok yıllık bitkilerde, büyükbaş ve küçükbaş hayvansal üretimde bölgesel farklılıklara rağmen, giderek arttığını göstermektedir.

Tahıllarda verim duyarlılığı

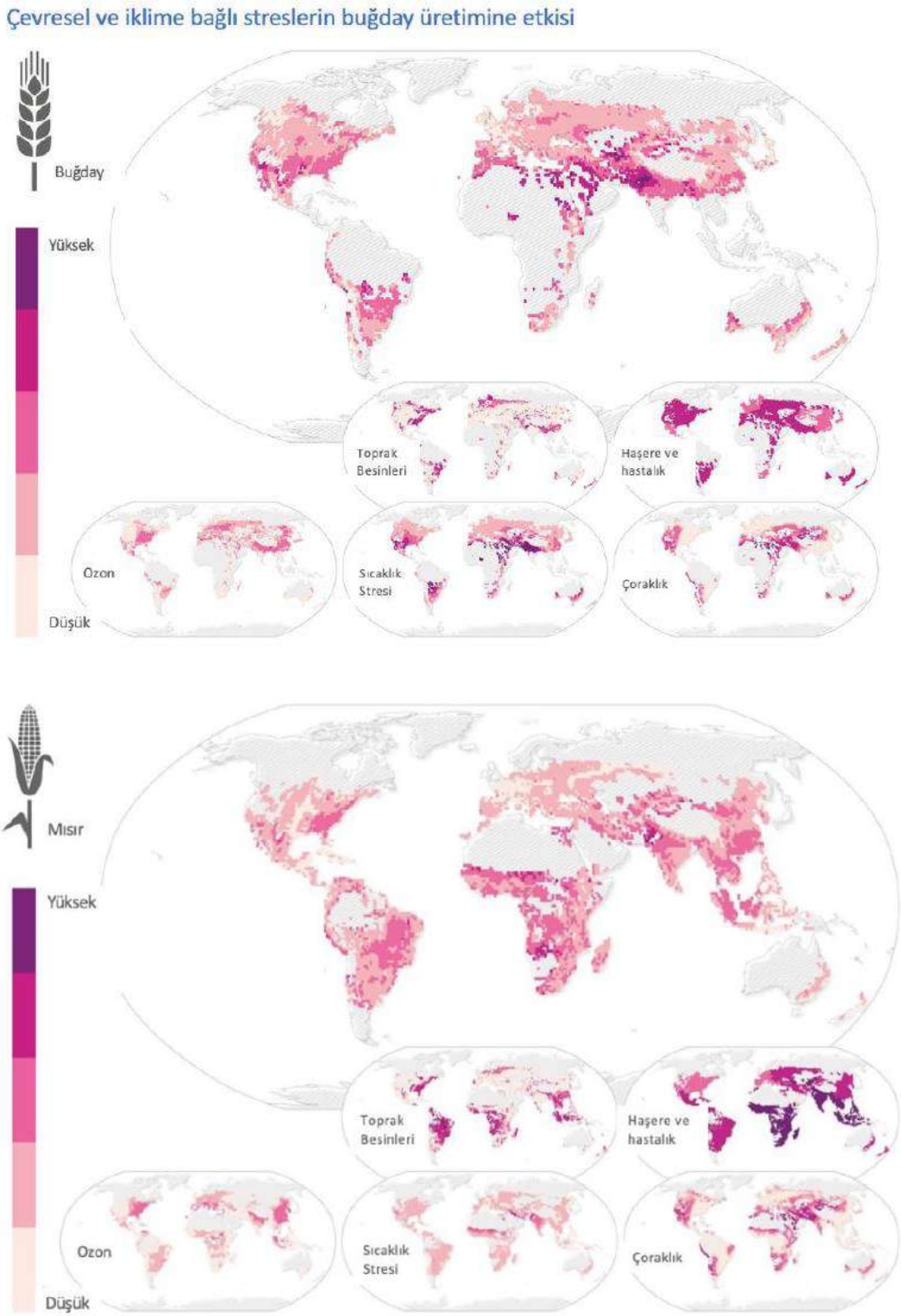
Yapılan bilimsel çalışmalar iklim değişikliğinin tarım ürünlerinin fenofazlarında şimdiden kaymalara sebebiyet vererek verim kayıplarına neden olduğunu gözlemlemektedir. Sakarya için önemli olan tahıl çeşitleri üzerine yapılan çalışmalar, küresel ortalama sıcaklıktaki her 1°C'lik artışın, küresel ortalama arazi verimlerini buğdayda %6, mısırda %7,4, pirinçte %3,2 ve soya fasulyesinde %3,1 azalttığını göstermektedir. Dünya genelinde yayınlanan literatürde kullanılan bin civarında model sonucunu değerlendiren IPCC, 3°C'lik sıcaklık artışları için (2050 yılı civarında) %25-50 seviyesinde verim kayıplar öngörmektedir (Şekil 7-6) ((IPCC 2014) (Iizumi and Sakai 2020; B. Liu et al. 2016; Y. Liu et al. 2010) .



Şekil 7-6: Sıcaklık artışlarının tahıl üretiminde neden olacağı verim etkisi

Kaynak: Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli (IPCC), 2014

IPCC'nin 2022'de yayınlanan son raporunda, zararlılar ve hastalıklar, sıcaklık stresi ve kuraklıktan kaynaklanan streslerin, buğday ve mısır üretiminde önemli seviyelerdedir. Sakarya için en önemli tarla ürünü toplam tahıl alanlarının %44'ünü kaplayan mısırdır. Küresel mısır üretimini inceleyen raporda, ilgili stres seviyelerinin Türkiye için buğdaya göre daha düşük olduğu görülmektedir (Şekil 7-7). Bu durum, bu rapor çerçevesinde yaptığımız ekonometrik çalışmanın sonuçlarıyla örtüşmektedir.



Şekil 7-7:Çevresel ve iklime bağlı streslerin buğday (a) mısır (b) verimlerine ektisi

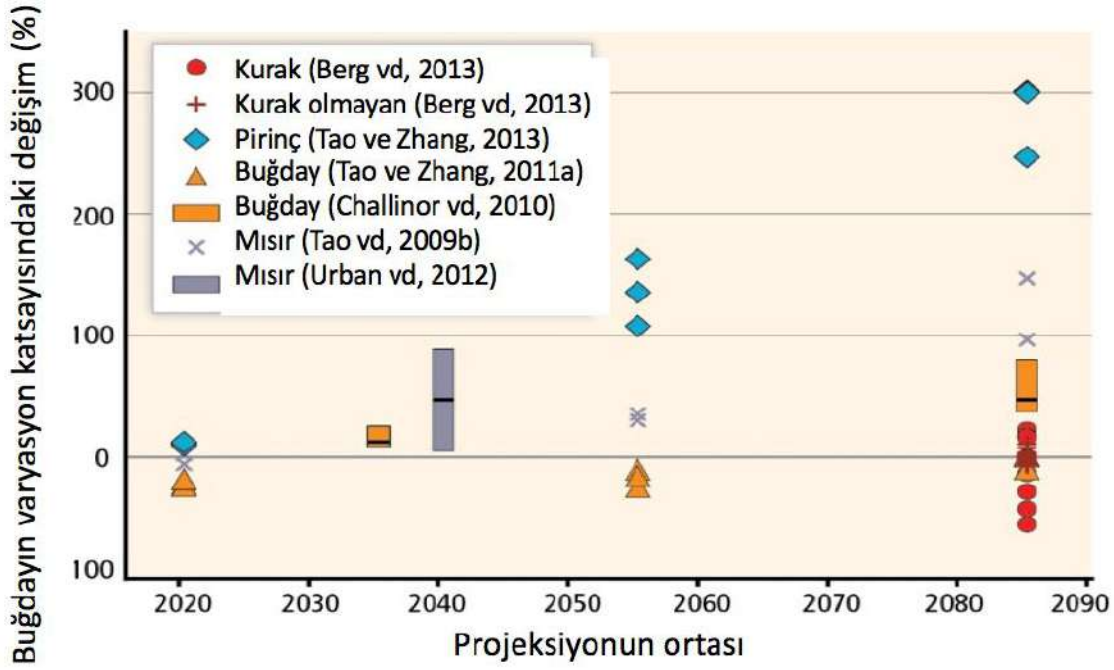
Kaynak: Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli (IPCC), 2022

Not: Her stresin verim üzerindeki etkisi, 1-5 arasında bir ölçekte bir Verim Kısıtlama Skoru (YCS) olarak sunulmuştur. Ozon, zararlılar ve hastalıklar, sıcaklık stresi ve kuraklıktan kaynaklanan en yüksek stres seviyeleri değerlendirilmiştir.

1994-2019 yılları arasında ilçe bazlı verim verisi üzerine aralarından Sakarya'nın da olduğu 7 ili (Sakarya, Bursa, Balıkesir, Bilecik, Bolu, Çanakkale ve Tekirdağ) kapsayan analizler, mısır ile iklim değişikliği arasında bilimsel bir etki bulamamaktadır. Sıcaklık artışlarının mısır verimine etkisi ön analiz regresyon sonuçları EK 7-1'de görülebilir. Bunun temel nedeni mısır üretiminin sulak ya da sulamaya açık tarımsal arazilerde olması olabilir. Artan sıcaklıklar aşırı iklim olaylarının etkisiyle bu etkinin yakın dönemde belirginleşeceği beklenebilir.

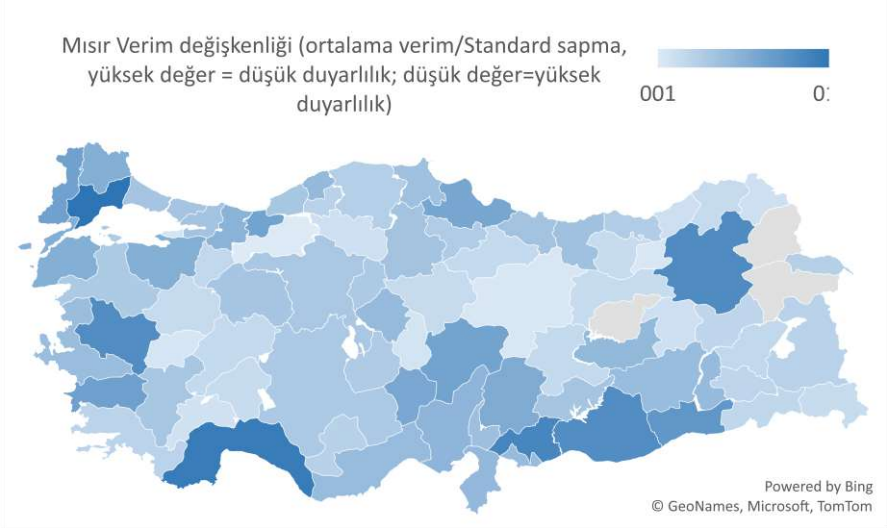
Mısırda verim değişkenliği

İklim değişikliğinin tarımsal üretimde yarattığı en önemli etkilerden biri verim değişkenliğine olan etkisidir. İklim değişikliği etkilerinin yıllık ve uzun dönem değişkenliği artırması öngörülmektedir (Şekil 7-8). Bu da özellikle yerel alanda ekonomik belirsizliklerin ve risklerin artması anlamına gelmektedir. Mısır üretiminde Sakarya'nın olduğu Batı Karadeniz bölgelerinde verim değişikliğinin yüksek olduğu görülmektedir (Şekil 7-9). İklim değişikliği ile verim değişkenliği hassasiyetinin daha artması beklenmekte olup bunun üretim, fiyat, çiftçi geliri ve uluslararası ticaret gibi alanlarda dalgalanmaları artırması beklenmektedir.



Şekil 7-8: Sıcaklık artışlarının tahıl üretiminde neden olacağı verim değişkenliği etkisi

Kaynak: Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli (IPCC), 2014

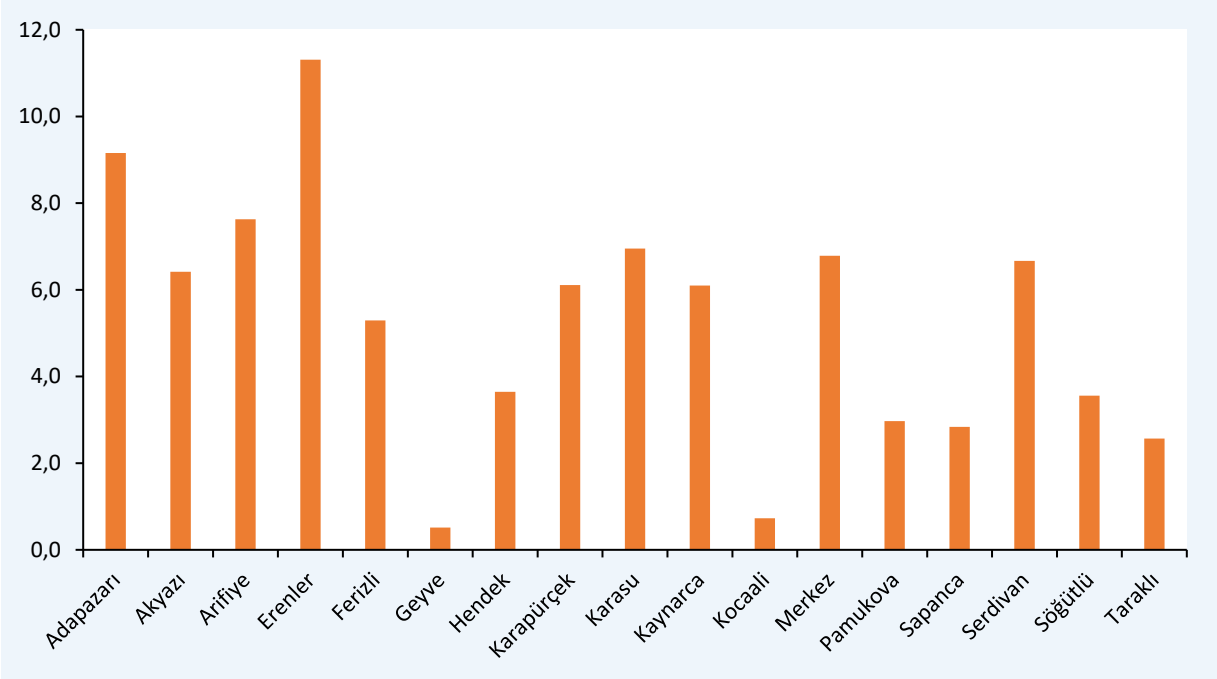


Şekil 7-9: İllere göre mısır verim değişkenliği, 2004-2021

Kaynak. TUiK, 2022

İlçe bazlı yapılan çalışmada 1994-2019 yılları arasından yıllık standart sapmanın tahıl verimine oranı üzerinden geliştirilen değişkenlik göstergesi bu alanda ilçe seviyesindeki riskleri yansıtmaktadır. Standart sapmanın ortalama verime kıyasla yüksek olması- yani bu göstergeninim değerinin düşük olması - her sene yüksek seviyede verim değişkenliği anlamına gelmektedir. Sakarya ili için ilçe bazlı değişkenlik seviyelerindeki farklılaşma dikkat çekicidir. Geyve, Hendek, Kocaali, Pamukova ve Sapanca ilçeleri mısırda yüksek seviyede verim değişkenliğine maruz görünmektedir (Şekil 7-10).

İklim kaynaklı verim dalgalanması bu ilçeler için önemli bir risk kaynağıdır. İklim değişikliğinin orta ve uzun vadede verim değişkenliğini daha da artıracak olması bu kırılganlığın azaltılması için önlemler alınmasını gerektirmektedir. Değişkenliğin yüksek olduğu ilçelerde bu değişkenliğe neden olan diğer temel etkenlerin netleştirilip kullanılan tohum tiplerin değiştirilmesi, bu yönde ürün deseni optimizasyonu verim dalgalanması ve değişkenliği risklerini azaltmak için etkili olabilir.



Şekil 7-10: Sakarya'nın ilçelerine göre mısırda verim değişkenliği

Not: Veriler TÜİK'ten alınarak verim değişkenliği hesaplanmıştır. Verim değişkenliği 1994-2019 yılları arasından yıllık standart sapmanın tahıl verimine oranı olarak hesaplanmıştır. Standart sapmanın ortalama verime kıyasla yüksek olması-yani bu göstergeninim değerinin düşük olması- yüksek seviyede verim değişkenliği anlamında gelmektedir.

Fındık üretiminde gözlemlenen verim kayıpları

İklim değişikliği Sakarya için önemli bir ihraç ürünü olan fındığı da doğrudan etkilemektedir. İl fındıkta Türkiye'nin toplam üretim alanın %10'unu il sınırlarında bulundurmaktadır. Sakarya'daki toplam toplu meyvelik alanların %80 civarında bir kısmını kapsayan ve ekonomik artı değer üretimi anlamında önemli ürünlerden olan fındık üzerine yapılan analizler, iklim parametrelerindeki değişikliklerin fındık verimleri önemli şekilde değiştirdiğini göstermektedir.

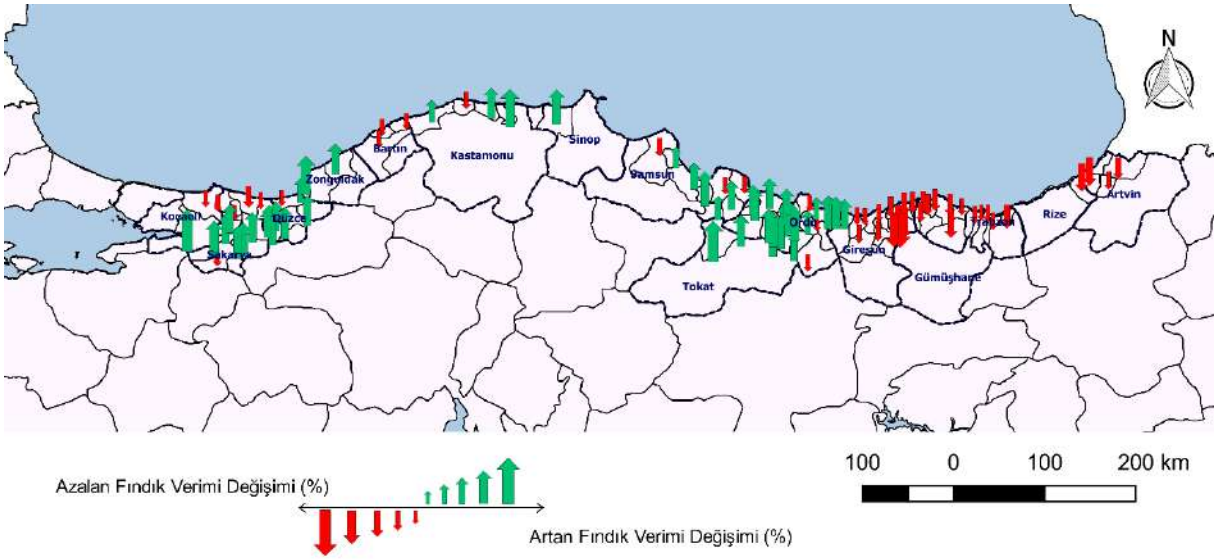
Fındık hem su hem de sıcaklık değişkenlerine duyarlı bir meyvedir. Özellikle belirli gelişim dönemlerinde yeterli su olmadığında ya da sıcaklıklar belirli aralıkların üzerinde ya da altında olduğunda fındık verimi ve niteliği olumsuz etkilenmektedir (Bignami, C. and Natali 1996; Mingeau and Rousseau 1994). Meyve iç dolumunum gerçekleştiği yaz aylarında maksimum sıcaklıklardaki artış ve yetersiz yağışlar su stresine neden olmakta ve fındık kümelerinin yanması gözlemlenmektedir. Sonuç olarak verim kayıpları oluşmaktadır (An et al. 2020).

Aynı zamanda sıcaklıklar belirli aralıkların üzerinde ya da altında olduğunda -özellikle kış sıcaklıklarının -8 derecenin altına düştüğü ve yaz sıcaklıklarının 36 derecenin üzerine çıktığı koşullarda- meyvelerin zarar gördüğü ve verim kayıpları yaşandığı gözlemlenmektedir (Ustaoglu and Karaca 2014) (An vd. (2020). Ortalama sıcaklıklardaki artış, diğer ürünlerde de olduğu gibi fındıkta fenolojik dönemlerinde kaymalara neden olabileceği gibi, daha erken çiçeklenerek daha erken olgunlaşmasına ve buna bağlı olarak da kalite ve verimde kayıplara neden olabilmektedir.

Yağışların daha düzensiz hale gelmesi, aşırı yağışların artması yıl boyunca düzenli yağış isteyen fındık için risk oluşturmaktadır. Aynı şekilde bölgede yaz mevsiminde daha fazla olması beklenen ortalama

sıcaklık artışlarını verimleri olumsuz yönden etkilediği öngörülmektedir. Sıcaklık, yağış ve nem gibi parametrelerdeki değişiklik nedeniyle yeni zararlıların üremesine ve yayılması da fındık üretimi için risk oluşturmaktadır.

İklim değişikliğinin fındık verimliliğine etkileri üzerine yapılan çalışmalar, coğrafi konuma bağlı olarak önemli farklılıklar göstermektedir. Türkiye genelinde verim hassasiyetinin %10 civarında olabileceği görülmektedir (Şekil 7-11). Sakarya'nın olduğu bölge, Doğu Karadeniz'deki fındık üretim bölgelerine göre daha az etkilenecek olsa da yakın ve orta vadede iklim değişikliğinin etkisiyle fındık veriminde düşüşler ve dalgalanmalar tahmin edilmektedir (An et al. 2020).

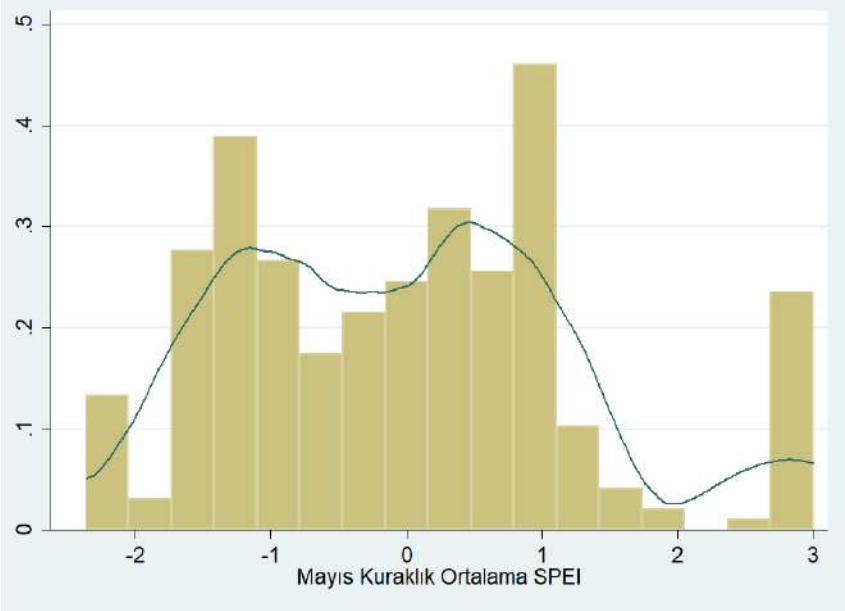


Şekil 7-11 Fındık, RCP8.5 senaryosu göre 2021-2050 verim değişimi projeksiyonu

Kaynak: (An et al. 2020). Fındık yetişen yerler (Karadeniz ve Doğu Marmara bölgeleri) için RCP8.5 senaryosu dikkate alınarak öngörülen 1991-2012 referans dönemine göre 2021-2050 dönemindeki fındık verim değişimi. Haritada sadece fındığın en fazla yetiştiği ve veri istatistiğinin en güvenilir olduğu yerler dikkate alınmıştır.

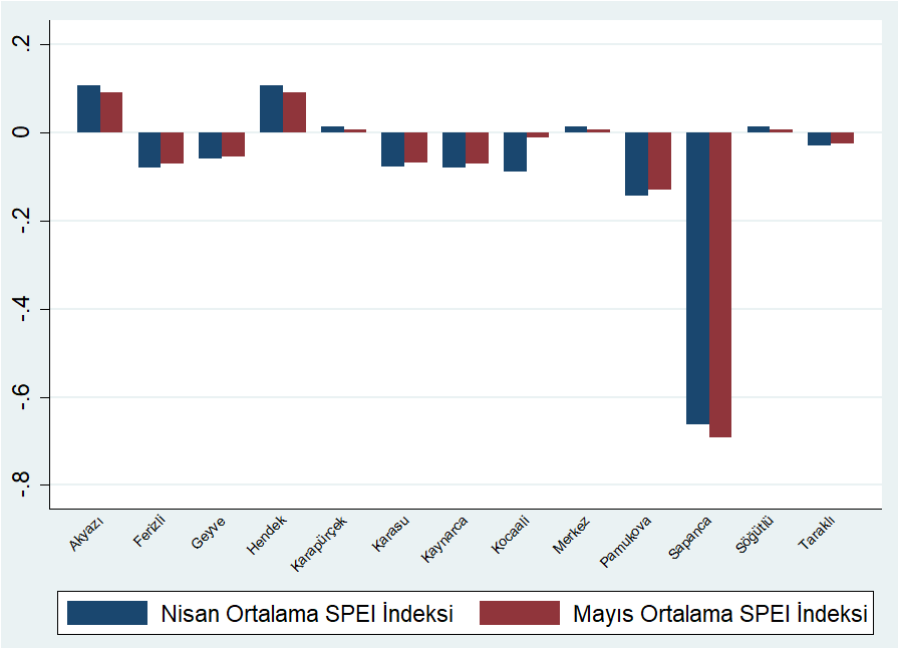
Tarım sektöründe kuraklığın etkileri

Kuraklık ve sıcak hava dalgası gibi aşırı iklim olaylarının artması tüm tarımsal ürünleri doğrudan etkileyebilir. İl için önemli olan fındık ve mısır gibi ürünleri kuraklık etkilerine maruz kalmaktadır. Çalışma kapsamında, Standartlaştırılmış Yağış Evapotranspirasyon İndisi (SPEI) kullanılarak Sakarya ili için 1994-2019 dönemi için durum değerlendirmesi yapılmıştır. Buna göre, Sakarya'da 1994-2019 dönemi Mayıs ayı ortalamasında orta seviyede kuraklık değerlerinin (-1,0 ve-1,5 arası) yoğun olduğu görülmektedir (Şekil 7-12). İl genelinde 2005 yılı sonrası arttığı gözlemlenen kuraklık değerleri ilçe bazında incelendiğinde Sapanca ilçesinde Nisan ve Mayıs kuraklıklarının il ortalamalarının üzerinde olduğu görülmektedir.



Şekil 7-12: Sakarya ili 1994-2019 dönemi Mayıs ayı ortalama SPEI değerleri

Not: SPEI indisi 5 kategoride toplanabilir: 1- Kuraklık olmayan (bu sınıfta SPEI değeri -0,5'ten büyük), 2- Hafif Kuraklık (SPEI değeri -0,5 ile -1 arasında), 3- Orta Kuraklık (SPEI -1,5 ile -1 arasında), 4- Şiddetli Kuraklık (SPEI değeri -2 ile -1,5 arasında) ve 5- Aşırı Kuraklık (SPEI değeri -2'den az)



Şekil 7-13: 2005-2019 dönemi ilçelere göre ortalama kuraklık değerleri

Ürün deseni riskleri

Tarımsal ürün desenin kompozisyonu ve ürünler arasındaki dağılımı iklim risklerine maruziyet açısından önemlidir. Belli ürün gruplarında yoğunlaşma iklim risklerinin dağılımı ve yönetimi açısından sorunludur. Bu çalışma çerçevesinde hem Türkiye genelinde iller hem de il özelinde ilçeler seviyesinde tarımsal üretim ve ürün yoğunlaşma göstergesi geliştirilip karşılaştırma yapılmıştır. Öncelikle tarımsal

alanların kullanımı seviyesinde, tahıl çeşitler, meyve, sebze ve süs bitkileri arasındaki dağılıma bakılmıştır. Sonrasında tahıl çeşitleri arasında yoğunlaşma incelenmiştir.

Ölçü olarak "Herfindahl index (H.I.)" kullanılmıştır. Bu ölçü, dönüm oranında ürün çeşitliliğini ölçmek için kullanılır. "H.I" değeri 0 ile 1 arasında değişir. Ürün deseninde tam yoğunlaşma (ya da uzmanlaşma) olduğunda 1 değerini alır ve ürün deseninin tam çeşitlilik gösterdiği durumlarda 0 değerine yaklaşır. Tüm ürünler için ekim/dikim alanının toplam alana oranı alınır ve tüm ürünler için bu oranların karelerinin toplamı H.I. değerinin verir.[11]

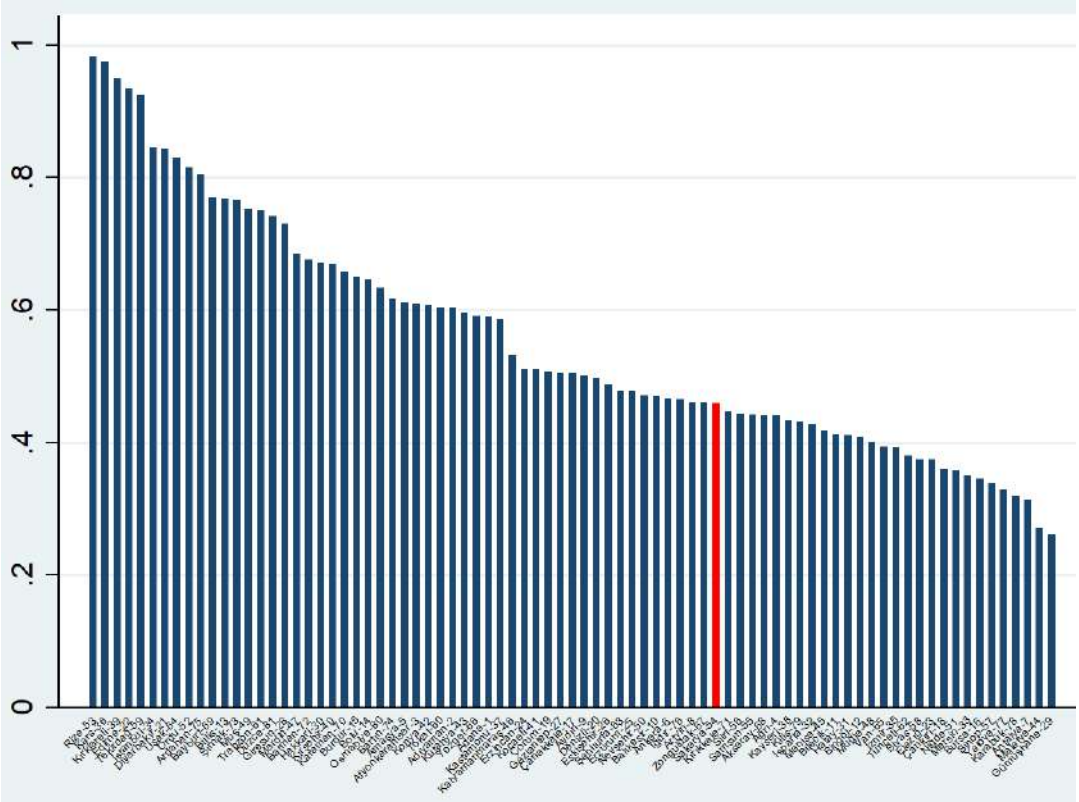
Tarımsal üretim deseni - tahıl çeşitler, meyve, sebze ve süs bitkileri

Bu çalışmada öncelikle tarımsal alanların kullanımı seviyesinde, tahıl çeşitler, meyve, sebze ve süs bitkileri arasındaki dağılıma bakılmıştır. Türkiye H.I. ortalama değeri 2019 için 0,56 olarak hesaplanmıştır. Bu değerin 0,8 üzerinde olup da üretim deseninin yoğunlaştığı iller ve üretim desenin bu ürün grupları arasında daha eşit dağıldığı illerin tablosu Tablo 7-1'de görülmektedir. Sakarya H.I. değeri 0,46 olarak Türkiye ortalaması altında bir yoğunlaşmanın gözlemlediği şehirlerden biridir (Şekil 7-14). Bu, iklim değişikliği risklerinin tarım sektöründeki dağılımı açısından olumlu bir durumdur.

Tablo 7-1: Tarımsal üretim desen yoğunluğu göstergesi (tahıl çeşitleri, meyve, sebze ve süs bitkileri kategorilerinde), 2019

Herfindahl indeks (H.I.)	
Tarımsal üretim desen yoğunluğu yüksek iller >= 0,80	Tarımsal üretim desen yoğunluğu düşük iller <0,35
Ardahan **Diyarbakır** **Edirne** **İstanbul** **Kars** **Kırklareli** **Ordu** **Rize** **Tekirdağ** **Uşak**	Antalya Bursa Gümüşhane Karabük Malatya Mersin Sinop Yalova

[11] https://www.renupublishers.com/images/article/148296857503.pdf.

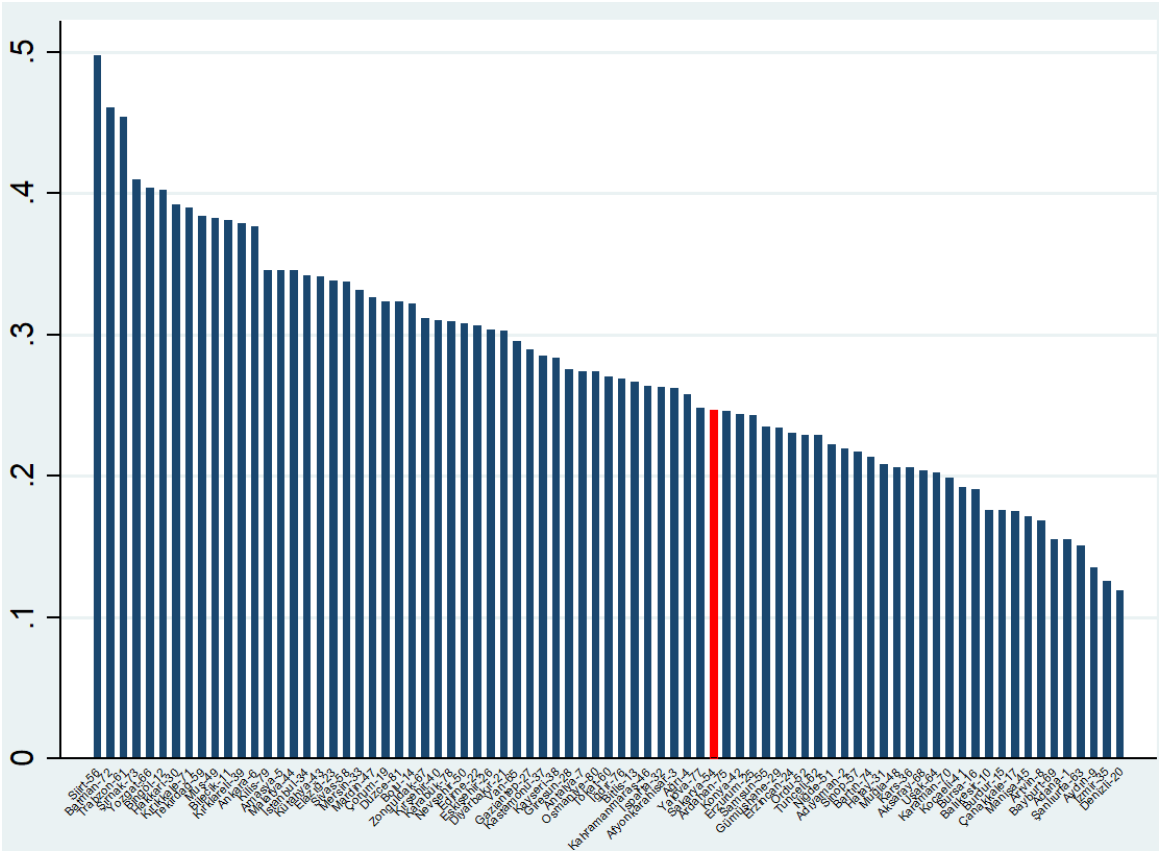


Şekil 7-14: Tarımsal üretim deseni yoğunluğu göstergesi (Herfindahl Indeks) – tahıl çeşitleri, meyve, sebze ve süs bitkileri kategorilerinde – Türkiye iller, 2019

Not:. Kırmızı ile belirlenen öğe Sakarya ilini göstermektedir.

Tahıl çeşitleri deseni

Aynı şekilde, Sakarya ilinde tahıl çeşitlerinin tarımsal üretim deseni içindeki yoğunluğu nedeniyle, tahıl çeşitlerinin kendi aralarındaki yoğunlaşması da önemli bir risk unsurudur. Tahıl çeşitlerinin toplam üretim alanının %50 ve üzerini kapsadığı iller içinde, Sakarya tahıl yoğunluğu göstergesinde orta sıralardadır (Şekil 7-15). Tahıl çeşitleri arasında, Türkiye il H.I. ortalama değeri 0,29'ken Sakarya'nın tahıl HI değeri 0,25'tir. Bu da görece olarak tahıl üretim deseninde çeşitlilik olduğunu göstermektedir.

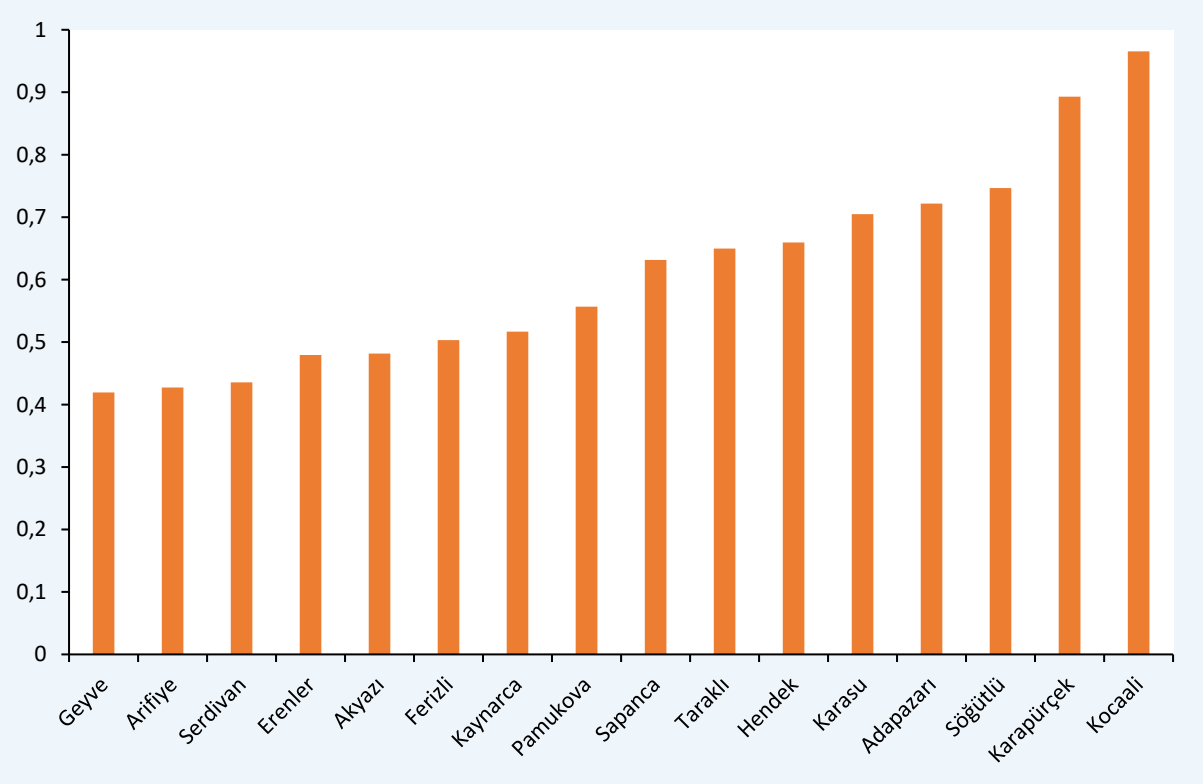


Şekil 7-15: Tahıl çeşit deseni yoğunluğu göstergesi (Herfindahl Indeks) – Tahıl alanlarının toplam tarımsal alanının %50'si ve üzerini kapsadığı iller, 2019

İlçe seviyesinde tarımsal üretim ve tahıl üretim deseni

İlçe seviyesinde Kocaali, Karapürçek, Söğütlü ve Adapazarı yoğunlaşma endeksinin yüksek olduğu yani ürün deseni çeşitliliğinin görece düşük olduğu ilçelerdir (Şekil 7-16). Bu anlamda iklim değişikliğine karşı duyarlılıkları görece yüksek olan ilçelerdir. Sakarya ilçeleri için önemli olan başka bir değişken de tahıl üretiminde yoğunlama profilidir. Tahıl üretimin bir ya da birkaç üründe (özellikle mısırda) yoğunlaşması duyarlılığı artıran bir faktör iken, ürün çeşitliliğin artması duyarlılığı düşüren bir faktördür. Özellikle mısır Sakarya genelinde ve bazı ilçelerde tarımsal üretim deseninin en önemli ürünüdür. Bu çerçevede, Hendek, Akyazı, Arifiye ve Erenler ilçeleri tahıl üretim deseninde sınırlı ürünlerde yoğunlaşmanın yüksek olduğu ilçelerdir. Benzer şekilde tahıl üretiminde verim değişkenliğinin (ortalama verim/standart sapma) yüksek olması iklim değişikliği etkilerine duyarlılığın yüksek olmasının göstergesidir. Erenler, Adapazarı, Arifiye ve Karasu tahıl üretiminde verim değişkenliği görece yüksek olduğu için iklim etkilerine daha duyarlı ilçelerdir.

Sebze ve meyve üretim miktarının toplam tarım alanına oranı da duyarlılığı etkileyen önemli bir faktördür. Pamukova ve Erenler sebze üretim miktarının tarımsal üretim alanına göre yoğun olması, Sapanca ve yine Pamukova meyve üretim miktarının tarımsal alana göre yüksek olması nedeniyle iklim değişikliğinin sebze ve meyve ürünlerine etkisi üzerinden duyarlılığın yüksek olduğu ilçelerdir.



Şekil 7-16: Tarımsal üretim deseni yoğunluğu göstergesi (Herfindahl Indeks) – tahıl çeşitleri, meyve, sebze ve süs bitkileri kategorilerinde – Sakarya ilçeler, 2019

Kümes hayvancılığı

Sakarya ekonomisinin iklim değişikliğinin kümes hayvancılığı üzerine etkileri hassastır. İklim değişikliği sektörü iki etki kanalı üzerinden etkileyecektir:

I. Verim kayıpları
II. Artan maliyetler

İklim değişikliği nedeniyle artan sıcaklık ve sıcaklık stresi, kanatlı ölüm kayıpları, yumurta üretiminin kalite ve nicelik kaybı, kanatlıların beslenme alımındaki yavaşlama nedeniyle yavaşlayan büyüme oranları ile ilişkilendirilmiştir (Liverpool-Tasie, L.S.O., Sanou and Tambo 2019; Pragya Bhadauria, J.M. Kataria, S. Majumdar, S.K. Bhanja 2014). Artan sıcaklık stresi nedeniyle kümes kapasitelerinde azaltım da gerekmektedir. Yaşanan verim kayıpları ekonomik kayıplara neden olacaktır.

İkinci etki kanalı olarak artan maliyetler il ekonomisi için önemli seviyelere çıkabilir. Sıcaklık stresini azaltmaya yönelik kapasite geliştirme, havalandırma ve soğutma maliyetleri artacaktır. Seller ve fırtınalar gibi artan aşırı iklim olaylarının bina, enerji ve yol altyapıda yaratacağı zararlar da maliyetleri artıracaktır. Benzer şekilde, ikincil etki olarak sektörün en temel girdisi olan yem fiyatlarında iklim değişikliği nedeniyle gözlemlenen (ve beklenen) artış ve dalgalanmalar sektörde kısa, orta ve uzun vadede maliyetlerin artmasına ve finansal öngörülebilirliğin azalmasına neden olacaktır.

İklim değişkenleri ile bölgede yetiştirilen kanatlı türlerin verim ve artan maliyet esnekliği bilimsel yöntemlerle tahmin edilmesi gerekmektedir. Bu esneklik değerlere bağlı olarak beklenilen maliyet artışları ve verim kayıplarının hayvancılık sektörü üzerinde işgücü, ticaret ve gelir kaybı gibi değişkenler üzerinden bölge ekonomisine etkisi hesaplanabilir.

7.2.2. Uyum Kapasitesi

İklim değişikliği tehlikesi altındaki maruziyet ve duyarlılık il ve ilçe seviyesinde uyum kapasitesi analizi uyum stratejilerini belirlemek amacıyla çok önemli bir adımdır. Tarım ve hayvancılık sektöründe sosyo-ekonomik yapılardaki çeşitlilik ve kurumsal gelişim farklılaşmaları il ve ilçe seviyesinde önemli kapasite farklılaşmaları ortaya çıkarmaktadır. Tarım ve hayvancılık sektöründe kapasite, fiziksel, ekolojik ve insani sistemlerin gözlemlenen ve gelecekteki iklim etkilerine hazırlanma ve bunlara yanıt verme becerisidir. Etkilerle başa çıkma ve onlara uyum kapasitesi olarak iki unsuru vardır.

Tarım ve hayvancılık sektörde ***başa çıkma kapasitesi***, örneğin yaşanan bir kuraklık olayında çiftçilerin ve tarımla bağlantılı kurumların, bireysel ve kurumsal kaynaklarını kullanarak, kuraklığın yarattığı olumsuz koşulları yönetme ve üstesinden gelme kapasitesi olarak tanımlanabilir. Bireysel olarak çiftçinin kuraklık öncesinde alacağı önlemlere yönelik kapasitesi (tohum ve bitki deseni değiştirme olanaklarının varlığı, toprağın su tutma kapasitesini artırıcı önlemler alabilmesi), devlet kurumların sağlayacağı ön-uyarı sistemleri, etkilenen çiticiler için mali yardım kapasitesi, gıda erişimini devam ettirici önlemleri alma kapasitesi, uzun vadede su verimliğini artırıcı yatırım kapasitesi gibi başlıklar başa çıkma kapasitesinin örneklerindendir.

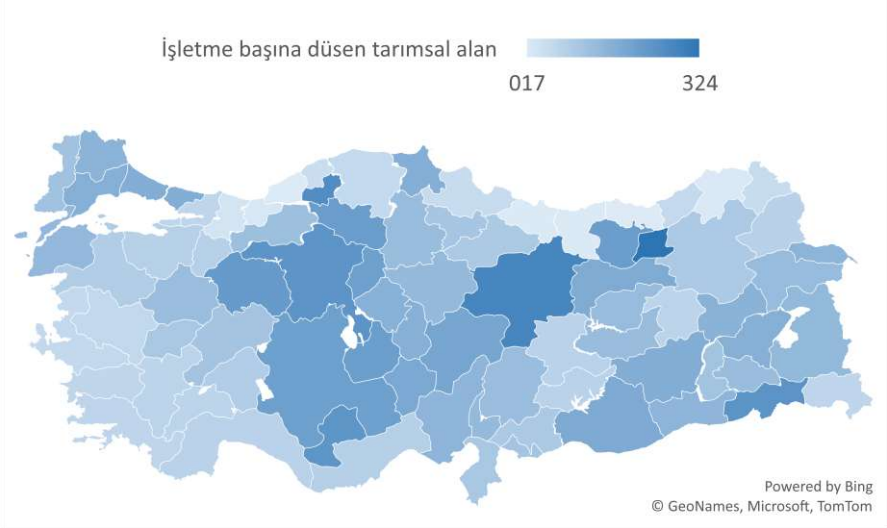
Gelir, eğitim, bilgi birikimi, mali kaynaklar, iletişim ve bilişim teknolojilerine erişimi gibi geniş bir dizi faktör, kurumsal ve bireysel seviyede uyum kapasitesini belirler. Türkiye'de ve dünyada yapılan akademik çalışmalar, çiftçilerin uyum kapasitesini belirleyen en temel faktörlerin, gelir, eğitim, yaş ve iklim etkilerine maruz kalma olduğunu göstermektedir (Karapinar and Özertan 2019).

IPCC (2001) uyum kapasitesinin sekiz belirleyici sınıf üzerinden tanımlamaktadır. Bu kategorilerin Sakarya ili için tarım ve hayvancılık sektöründe yansımaları aşağıda incelenmiştir.

Doğal varlıklar

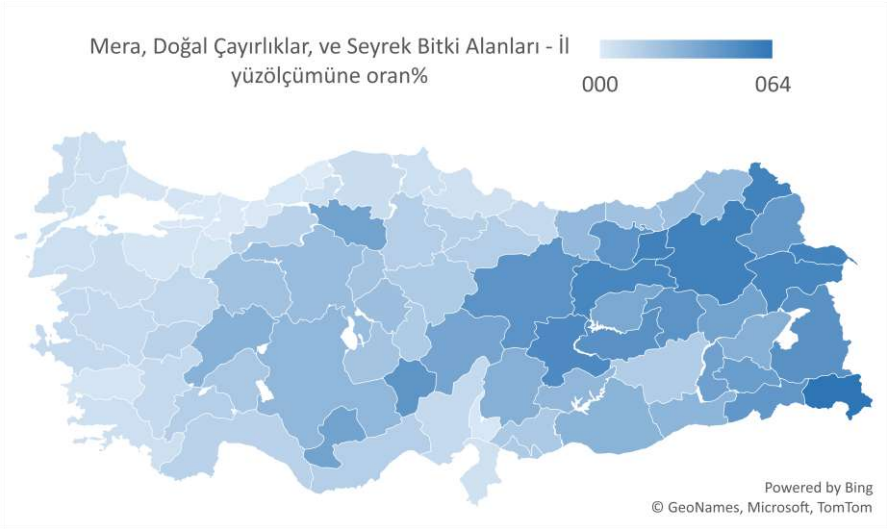
Tarım ekonomisinin doğrudan bağlı ya da etkileşim içinde olduğu su, toprak, biyolojik çeşitlilik gibi doğal varlıklar, uyum kapasitesini belirleyen temel faktörlerdendir. Bu faktörlerin bazıları aynı zamanda yukarda analiz edilen maruziyet durumunu da etkiler. Örneğin tarımsal işletme başına düşen toprak miktarı işletme seviyesinde önemli bir uyum kapasitesi göstergesidir. Bu miktarın yüksek olduğu yerlerde kapasitenin görece olarak yüksek olduğu söylenebilir. Türkiye´de Batı Karadeniz, işletme başına düşen toprak miktarı görece daha yüksektir (Şekil 7-17). Sakarya'da işletme başına düşen toprak miktarı yaklaşık 36 dekar seviyesindedir.

Ancak bu ve benzer diğer göstergeler tek başına yeterli bilgi vermekte sınırlıdır. İşletmenin sahip olduğu toprağın hangi ekolojik koşullarda olduğu, organik yapısı, sulama durumu ve ekonomik değeri gibi başka faktörlerle birlikte uyum kapasitesinde etkili olur. Örneğin, bu çerçevede, toprak toplulaştırma çalışmaları, işletme uyum kapasitesini artıran bir değişken olarak değerlendirilebilir (Şekil 7-18). Sakarya'da yapılan toprak toplulaştırma çalışmaları, toplam tarımsal alanın %1'in altındadır. Bu Türkiye ortalamasının altındadır ve toplam alanın sadece çok küçük bir payını oluşturmaktadır. Sakarya'da uyum kapasitesinin artırılması çalışmalarında, toprak toplulaştırma ve tarımsal arazi ıslah çalışmalarına yatırım yapılabilir.



Şekil 7-17: İşletme başına düşen toprak miktarı
Kaynak: TÜİK verilerine dayanarak hesaplanmıştır.

İl genelindeki ekosistem doğal varlıkların göstergelerinden biri olan mera ıslah çalışmaları özellikle ekosistem hizmetlerinin iklim etkilerine uyum kapasitesini artıran önemli bir yatırım alanıdır. Sakarya'da mera ıslah çalışmalarının kapsadığı alanın (2011-2020 toplamı), genel toplamda mera, doğal çayırlıklar ve seyrek bitki alanlarına oranı %1'i civarındadır. Tarım ve hayvancılık bazlı uyum kapasitesinin artırılması çalışmalarında, mera ıslah çalışmalarına yatırım yapılmalıdır.



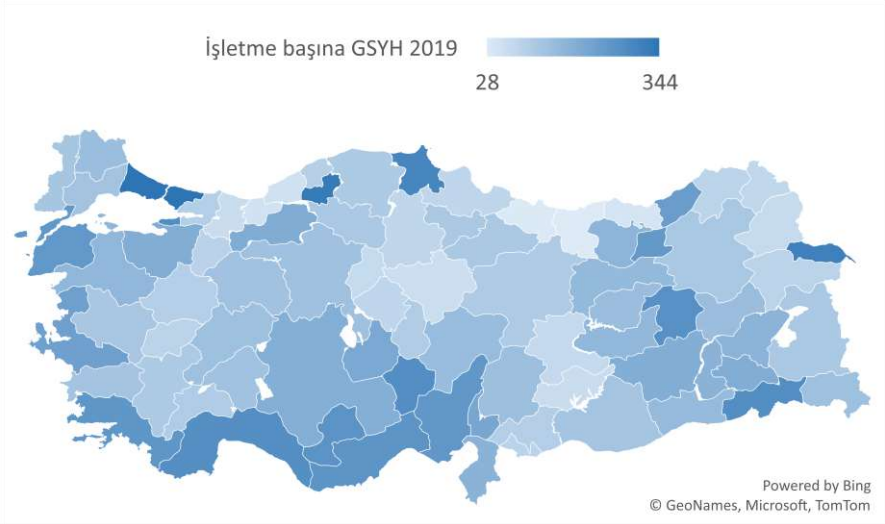
Şekil 7-18: Mera Islah Çalışmaları 2011-2020 Toplamın, Mera, Doğal Çayırlıklar ve Seyrek Bitki Alanlarına oranı

İnsan sermayesi

Tarımsal üreticilerin gelir, yaş, eğitim, cinsiyet profilleri, tarım sektörüyle bağlantılı paydaş kurumlardaki çalışanların bilgi ve eğitim seviyeleri, karar alma noktasında olan kurumların beşerî sermayesi gibi temel değişkenler, uyum kapasitesinde belirleyici olan çok önemli değişkenlerdir. Bu projenin diğer sektörel bölümlerinde uyum kapasitesini yansıtmak için de bu değişkenler analiz edilmiştir. Ancak eldeki veriler, Sakarya il ya da ilçeleri seviyesinde tarım sektöründe çalışan hanelerin

yaş, eğitim, cinsiyet profilleri konusunda detaylı bilgi vermemektedir. Tarım sektörüne özel uyum kapasitesinin analiz edilebilmesi için ilgili bilgilerin tarımsal işletme, kırsal alan, köy alt seviyelerde sistematik olarak toplanması ve kamu kullanımına açık hale getirilmesi gerekmektedir.

Tarımsal işletme başına gayri safi yurtiçi tarımsal hasıla, işletmelerin uyum konusundaki ekonomik gücünün bir göstergesi olarak değerlendirilebilir. İl seviyesinde bu kapasitenin özellikle meyve ve artı değeri yüksek ihraç ürünlerinin daha yoğun üretildiği Akdeniz ve Ege illerinde görece daha yüksek olduğu görülmektedir (Şekil 7-19). Sakarya değeri Türkiye ortalaması civarındadır.



Şekil 7-19: İşletme başına tarımsal GSYH

Sosyal sermaye stoğu

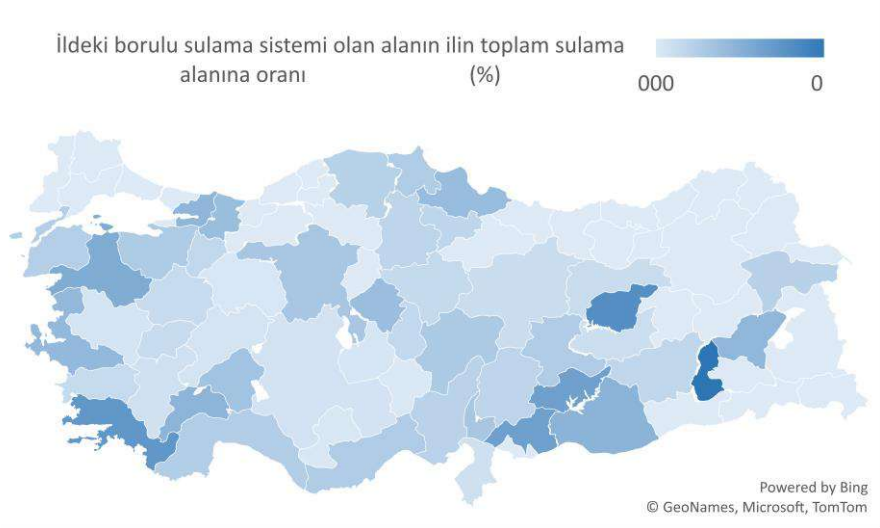
Tarım ve hayvancılıkla uğraşan toplumların sosyolojik yapısı, sosyal ve ekonomik koruma ağlarının varlığı, hukuksal altyapı, toplumsal ve bireysel hakların korunumu ve etkinliği, toplumsal katılım ve eşitlik yapısı, tarımsal ve kırsal alanda destek sağlayan sivil toplum örgütlerinin yaygınlığı, uyum kapasitesi açısından çok önemli değişkenlerdir. Eldeki veriler, Sakarya ili ve ilçeleri seviyesinde bu profiller konusunda detaylı bilgi vermemektedir. Örneğin, tarımda toprak varlıklarına erişim ve sosyo-ekonomik sermayenin temel taşlarından olan toprak dağılımı ile ilgili veri il seviyesinde toplanmamaktadır. Hangi tip hanelerin ne büyüklükte tarımsal işletmeler olarak çalıştıkları ve bunların il içindeki dağılımı ile ilgili veri yoktur. Uyum kapasitesinin analiz edilebilmesi için ilgili bilgilerin Sakarya'da il, ilçe, köy alt seviyelerde sistematik olarak toplanması ve uyum kapasitesi geliştirme amacıyla belirlenecek önceliklendirme kararlarını yönlendirmesi gerekmektedir.

Fiziksel sermaye stoğu

Tarım ve hayvancılıkla bağlantılı sulama, ulaşım, lojistik, enerji gibi temel altyapı ve üstyapı stoğu ve bunun bölgesel ve yerel dağılımı uyum kapasitesi açısından çok önemli değişkenlerdir. Tarımsal üretimde iklim değişikliği etkileri altında azalan yağışlar ve artan kuraklıklar su sorununu çok kritik hale getirmektedir. Bu nedenle tarımsal sulama altyapısının yaygınlığı, verimi ve niteliği uyum için en önemli altyapı gereksinimidir. Tarımsal üretimde bitkisel su gereksinimlerinin optimal zamanlarda sağlanabiliyor olması iklim değişikliğinin en önemli etkilerinden birine maruziyeti azaltır. Dolayısıyla, sulanan tarımsal alanların toplam tarımsal alana oranının görece yüksek olduğu ilçelerin maruziyeti daha düşüktür. Eldeki veriler ışığında, Sakarya'da sürekli sulanan alanların, toplam alanların %11'ini

oluşturduğu görülmektedir. Bu değere dayanarak, su altyapı uyum kapasitesinin görece düşük olduğu söylenebilir.

Ancak su varlıklarının sürdürülebilir olması ve dolayısıyla uyum kapasitesinin uzun vadeli olması açısından, sulamanın varlığından daha önemli olan altyapı kriteri sulama verimliliğidir. İldeki borulu sulama sistemi olan alanın ilin toplam sulama alanına oranı, uyum kapasitesinin niteliği ile ilgili bilgi verebilir (Şekil 7-20). Sakarya'da borulu sulama sistemlerinin kapsamı %37'dir. Bu kapsamda, Sakarya sulama verimliliklerinin diğer bölgeler görece kısmen yüksek olduğu illerdendir. Uyum kapasitesi anlamında yapılması gereken en önemli yatırımlar, sulama veriminin ve sürdürülebilirliğinin artırılması yönünde olmalıdır. Bu alanda tüm ilde büyük çaplı bir kapasite gelişimine gereksinim olduğu gibi, sulama veriminin ve borulu sulama sistem oranlarının düşük olduğu ilçeler önceliklendirilmelidir.



Şekil 7-20: Borulu sulama sistemi olan alanın ilin toplam sulama alanına oranı (%)

Teknolojik seçenekler ve teknolojiye erişim

Tarımda ve hayvancılıkta yeni teknolojilere erişim, bu teknolojilerin kullanım yaygınlığı ve dağılımı gibi faktörler iklim değişikliğine uyum kapasitesi belirlemede önemlidir. Bu teknolojiler biyolojik, kimyasal, altyapı geliştirici, bilgi teknoloji odaklı olabilir (Tümen and Özertan 2020). Örneğin uyum kapasitesi yüksek (su gereksinimi düşük, kuraklık direnci yüksek vb.) tohum tiplerinin geliştirilmesi ve dağıtımı uyum kapasitesini artırma yönünde çok önemlidir. Yapılan bilimsel çalışmalar Asya'da orta-düşük enlemlerde, çiftçilerin kuraklık, sel ve/veya ısıdan kaynaklanan hasar risklerini azaltmak için erken olgunlaşan çeşitleri tercih ettiğini ortaya koymaktadır (IPCC, 2022; Shaffril ve diğerleri, 2018)

Benzer şekilde uydu merkezli ve sensörlü erken uyarı, izleme teknolojileri, bilgi sistemleri ile entegre tarımsal uygulama teknolojileri gibi dünya genelinde hızla yaygınlaşan teknolojilerin kullanımı uyum kapasitesi için artan önem göstermektedir. Eldeki veriler, Sakarya'da il ya da ilçe seviyesinde teknoloji profilleri konusunda detaylı bilgi vermemektedir. Uyum kapasitesinin analiz edilebilmesi için farklı teknoloji kategorileri ilgili bilgilerin il, ilçe, köy, çiftçi profili alt seviyelerde sistematik olarak toplanması ve kamu kullanımına açık hale getirilmesi gerekmektedir.

Kurum ve karar alma otoritelerinin yapısı ve politika araçları

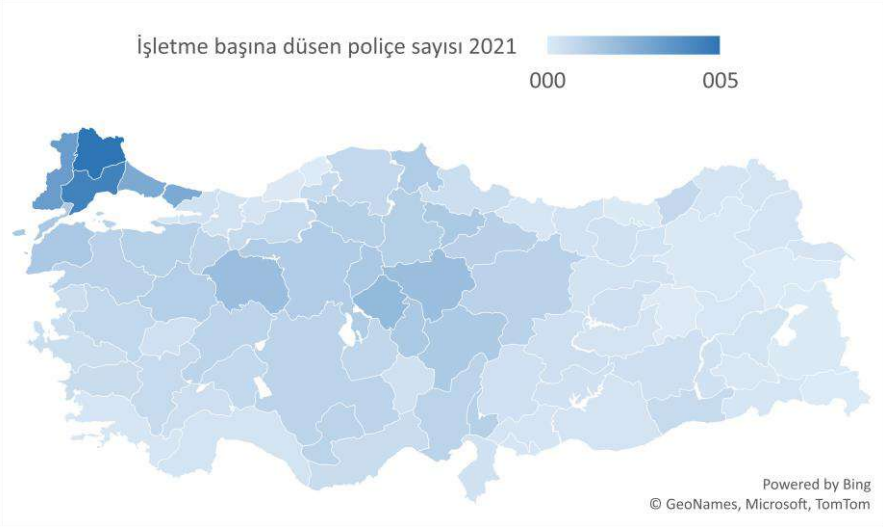
Tarım ve hayvancılık üzerine geliştirilmiş merkezi ve yerel kurumların yaygınlığı ve etkinliği, iklim değişikliği ilgili karar alma ve uygulama yetkinlikleri, diğer bileşenlerin karar alma süreçlerine katılımı

ve etkisi uyum kapasitesini belirlemede önemli faktörlerdir. Türkiye ulusal uyum çalışmaları çerçevesinde kurulan kurumlar arası işbirliği platform ve ağları bu çerçevede katkı sağlamaktadır (Tarım ve Orman Bakanlığı Tarım Reformu Genel Müdürlügü, 2021). Tarım ve Orman Bakanlığı 2023 stratejisinde iklim değişikliğinin tarım üzerine olası etkilerini ölçmek ve tedbir almaya yönelik öneriler geliştirmeyi strateji öncelikleri olarak belirlemiştir ((Tarım ve Orman Bakanlığı, 2022). Son dönemde yapılan uzman çalıştaylarında tarım sektöründe iklim değişikliğine uyum ve azaltım için öneriler geliştirilmektedir (Tarım ve Orman Bakanlığı Tarım Reformu Genel Müdürlügü, 2022). Bu rapor çerçevesinde hem Sakarya'da hem ulusal seviyede paydaşlar bir araya getirilmiş uyum kapasitesi ile ilgili öncelik ve görüşler alınmıştır.

Sistemin risk yayan süreçlere erişimi

Sektör içindeki risk zincirlerinin farklı halkalarına müdahale kapasitesi, üretim, işleme, ticaret, tüketim ağlarının yapısı, birbiriyle bağlantılı sistematik riskleri ölçüp azaltabilme kapasitesi giderek önem kazanmaktadır. Bu alandaki risk zincirleri üzerine sistematik kapasiteyi değerlendirebilmek için yeterli veri yoktur.

Ancak iklim risklerine yönelik uyum araçlarından en önemli olanlarından biri olan sigorta için işletme seviyesinde tarımsal sigorta kapsamında detaylı veri bulunmaktadır. İşletme başına düşen tarımsal sigorta poliçesi yararlı bir göstergedir. İl seviyesindeki veri incelendiğinde, Sakarya'da işletme başına düşen sigorta sayısı 0,4 ile görece düşük olup risklerin yönetimi açısından işletme seviyesinde kapasite geliştirme gereksinimi yüksektir. Bu alanda tüm ilde büyük bir kapasite gelişimine gereksinim olduğu gibi, sigortalanma oranlarının düşük olduğu ilçeler önceliklendirilmelidir.



Şekil 7-21: İşletme başına düşen tarımsal sigorta sayısı, 2021

Kaynak: Tarsim

Bilgi yönetimi ve bilgiye erişim

Karar vericilere sağlanan bilgilerin güvenilirliği, tarım sektöründeki devlet ve özel kuruluşların bilgi üretme yetkinliği, üniversitelerde tarım ve hayvancılık sektöründe iklim etkileri ve uyumla ilgili yapılan araştırma çalışmalarının genişliği ve derinliği, var olan bilimsel araştırma ve verilerin karar alma süreçlerine dahil edilebilme yetkinliği gibi bilgi yönetimi ile süreç ve faktörler bir ülkenin uyum

kapasitesi için önemlidir. Türkiye'nin bu konudaki kapasitesi üzerine sistematik bir değerlendirme yapabilmek için ilgili paydaşları ve uzmanları içine alan detaylı bir çalışma yapmak gerekmektedir.

Paydaşların iklim risk ve maruziyet algısı

Tarım ve hayvancıkla ilgili paydaşların iklim değişikliği bilgisi, risk ve maruziyet algısı, karar vericilerin risk ve maruziyet algısı, zincirin diğer halkalarındaki bileşenlerin (tüketiciler, vb.) iklim değişikliği ile ilgili bilgi sevileri, risk ve maruziyet algıları uyum kapasitesinin davranışsal yönünü belirlemesi açısından önemlidir.

Türkiye tarım sektöründen yapılan anket çalışmaları, çiftçilerin iklim değişikliği konusundaki bilgilerinin, risk ve maruziyet algılarının yüksek olduğunu göstermektedir. Karapınar ve Özertan'ın İç Anadolu, Trakya ve Çukurova Bölgeleri'nden 9 ilçe ve 122 köyde toplam 700 çiftiyle yaptığı çalışmaya göre, çiftçiler iklim değişikliğini sorunun bildikleri ve yakından takip ettikleri görülmektedir (Karapinar, Özertan 2019). Bu çalışmada iklim değişikliği ne olduğunu bilenlerin oranı %96 olmuştur, çiftçilerin %91'i İklim değişikliği hakkında gazete ve televizyonda çıkan haberleri takip ettiklerini bildirmiştir.

Aynı çalışma çiftçilerin özellikle kuraklık basta olmak üzere iklim değişikliğiyle birlikte artan zararlar gözlemledikleri ortaya çıkmaktadır. İklim olaylarındaki değişimlere dair gözlemleri sorulan çiftçilerin %74'ü kuraklığın sıklaştığını, %45'i yağış miktarında değişiklik olduğunu, %28'i yağmur zamanında değişiklik olduğunu ve %25'i sıcaklıkların arttığını belirtmiştir.

Görüşülen çiftçilerin %97'si yaşadıkları iklim olaylarından dolayı hasat ve verimde düşüklük yaşadıklarını belirtmişlerdir (burada iklim dışı gübre, zirai ilaç gibi girdi kullanımına yönelik faktörlerin etkisi arındırıldıktan sonra net etkiyi tespit etmek gerekmekle birlikte, çiftçilerin de kendi tecrübeleri çerçevesinde bu ayrımı yapabildikleri varsayılmıştır). Çiftçilerin %87'sinin iklim değişikliği etkilerine uyum yönünde kendi çabalarıyla önemli adımlar attığı ortaya çıkmıştır.

Sonuçlara göre, tohum ve gübre bileşimi ve türünde değişiklik yapan çiftçilerin oranı %71 iken, ekim ve hasar zamanı değişimi gibi zamanlamaya yönelik uygulamaların oranı %64, doğrudan ekim, damla sulama gibi toprak ve su koruma tekniklerine yönelik uygulamalar %47 ve ürün çeşitlendirmesi ve gelir çeşitlendirmesi gibi risk yönetimine dayalı önlemler ise %43 olarak şekillenmiştir.

Çiftçiler, bölgelerinde yaşadıkları sıcaklık ve yağış kaynaklı iklim değişimlerine yönelik değişiklik yapamadıklarında, bunun sırasıyla maddi imkansızlıktan, teknik destek yetersizliğinden, değişikliğe gerek görmemeden, değişiklik yapmaktan çekinmekten ve bilgi karışıklığı yaşadıklarından kaynaklandığını belirtmişlerdir. Çiftçilere son 12 ay içerisinde iklim değişikliğine yönelik olarak kimlerle görüştükleri sorulduğunda İlçe Ziraat Müdürlüğü ile görüşenlerin oranı %25 (görüşmedim diyen %75), ziraat mühendisi ile görüştüm diyen %35 (görüşmedim diyen %65), tohum şirketi ya da zirai ilaç şirketi ile görüştüm diyen %41 (görüşmedim diyen %59), üniversiteden akademisyenler ile görüştüm diyen %4'tür (görüşmedim diyen %96).

Hava durumuna ve ani hava değişimlerine dair nereden bilgi aldıkları sorulduğunda, cevap veren çiftçilerin %62'si televizyon ve basından, %29'u internetten, %5'i İlçe Tarım Müdürlüğü'nden ve %2'si de arkadaşlarından ve çevredeki diğer çiftçilerden bilgi aldıklarını belirtmişlerdir. Çiftçilere bölgelerindeki diğer çiftçilerin iklim değişikliği konusunda bilgili olup olmadıkları sorulduğunda, olumlu cevap verenlerin oranı %77 olarak çıkmıştır.

Bu sonuçlar ışığında ekonometrik yöntemlerle yapılan analiz, çiftçilerin uyum yönünde yaptıkları çalışmaların verim kayıplarını uyum yapmayan çiftçilere göre önemli derecede azalttığını göstermiştir.

Alternatif uyum yöntemlerinden özellikle tohum çeşidi değişikliği yönünde yapılan uyum yaklaşımının buğday verimlerini uyum yapmama durumuna göre %30'lara varan oranlarda artırdığını göstermektedir. Yapılan çalışma verim kazançlarının halihazırda uyum yapamayan çiftçilerde daha da yüksek olabileceğini göstermektedir (Karapinar ve Özertan, 2019).

Anket sonuçlarına göre, "yaşanan doğa olayları sonrasında herhangi bir yardım ya da maddi destek aldınız mı?" sorusuna çiftçiler %89 oranında "Hayır" yanıtını vermiştir. Ankette, "Yaşadığınız olumsuz iklim etkilerini azaltmaya yönelik herhangi bir eğitim aldınız ya da bilgilendirme toplantısına katıldınız mı?" sorusuna evet diyenlerin oranı ise %8 olarak gerçekleşmiştir.

Ülke genelinden yapılan çalışmalar, geniş toplumsal grupların da iklim değişikliği bilgi ve algısının geliştiğini göstermektedir. Oxford Üniversitesiyle birlikte UNDP 2020 yılında, aralarında Türkiye'nin de bulunduğu 50 ülkeyi kapsayan ve 1,2 milyon katılımcıyla iklim değişikliği konusunda bir kamuoyu araştırması yapmıştır. Ankete katılanların %64'ü iklim değişikliğinin acil bir durum olduğunu belirtmiştir. Aralarında Türkiye'nin bulunduğu Doğu Avrupa ve Orta Asya'daki yedi ülkede 18 yaş altı grupta bu oran %73'ye çıkmaktadır.

Ankete katılan insanlar, hükümetlerinin hangi politikaları yürürlüğe koymasını istedikleri de sorulmuştur. Aralarında Türkiye'nin bulunduğu 29 orta gelirli ülkede en çok tercih edilen iklim politikaların, ormanların ve toprağın korunması ve iklim dostu tarım olduğu ortaya çıkmıştır.

Sakarya'daki tarım ve hayvancıkla ilgili paydaşların, özellikle karar vericilerin ve zincirin diğer halkalarındaki bileşenlerin iklim değişikliği ile ilgili bilgi sevileri, risk ve maruziyet algıları, tutum ve kararlarını analiz edecek şekilde araştırılması, uyum kapasitesinin davranışsal yönünü belirlemesi açısından gereklidir.

7.3. Tarım ve Hayvancılık Sektörü Etkilenebilirlik ve Risk Analizi

Bu çalışmada kullanılan kavramsal yaklaşım, iklim değişikliğine bağlı risk ve bileşenlerinin sistematik bir etki zinciri çerçevesinde ilişkilendirilmesi ile şekillenmektedir. Bu etki zinciri, sektöre özel risk bileşenleri (tehlike, etkilenebilirlik, maruziyet) ve altta yatan faktörlerinin belirlenmesi üzerine kurulmuş olup, etki zinciri tarım alt sektörlerine (hayvancılık, arıcılık vb.) özel olarak ayrıştırılmıştır.

Risk analizleri için elde edilebilen veriler ışığında değişkenler analize dahil edilerek, Sakarya ili için şiddetli yağış tehlikesine karşı maruziyet, duyarlılık, etkilenebilirlik ve uyum kapasitesi analizi yapılmış, sonuçlar haritalar ile sunulmuştur. Risk bileşenleri için kullanılan göstergeler "Temel Bileşen Analizi" yöntemi ile ağırlıklandırılmıştır. Temel Bileşen Analizi yapısı gereği, değişkenler arasında yüksek korelasyonlu olanları bir araya getirerek, veri setin genelindeki belirleyici varyasyonu oluşturan temel bileşenleri ortaya koyan betimleyici bir yöntemdir. Bu nedenle bilgilendirme potansiyeli, analize sokulan değişkenlerin niteliği ve niceliğiyle sınırlıdır. Aşağıdaki harita ve yorumlar bu sınırlar ışığında değerlendirilmelidir. Politika önerilerinin daha sağlıklı yapılabilmesi için, ilçe seviyesindeki veri seti, yukarda altı çizilen birçok veri eksikliği giderilerek, analizlerin derinleştirilmesi tavsiye edilmektedir.

7.3.1. Şiddetli Yağış Riski

Tarım ve hayvancılık sektörünün şiddetli yağış riski Şekil 7-22 ile verilen etki zinciri ile analiz edilmiştir. Risk analizlerinde kullanılan göstergeler, göstergelerin ait olduğu kurum bilgisi ve her bir göstergenin risk analizindeki ağırlıkları EK-01 bölümünde sunulmuştur.

TEHLİKE		MARUZİYET	ETKİLENEBİLİRLİK		RİSK
İklim Sinyali	İklim Etkisi		Duyarlılık	Uyum Kapasitesi	
Yağış miktarı ve sıklığında artış	Sel ve taşkın	Tarımsal işletme sayısı	Tarım yoğunlaşma endeksi	İşletme başına poliçe sayısı	Aşırı yağış ve taşkın sonucu verimde düşüş
	Şiddetli yağışlı gün sayısında artış	Toplam tarımsal alan oranı	Tahıl yoğunlaşma endeksi	Sosyo-Ekonomik Gelişmişlik Endeksi skoru	İklim tehlikeleri kaynaklı zararların artışı
		İşletme başına toplam sel ve su baskını ihbar sayısı	Tahıl verim değişkenliği	Gıda, tarım, hayvancılık faal dernek ve kooperatif sayısı	Toprak kaybı
		Yaşanan sel ve taşkın sayısı	Sebzecilik ve meyvecilik üretim miktarı oranı	İşletme başına düşen arazi miktarı	Kirlilik
		Mera alanları oranı	Fındık verim değişkenliği*	Çiftçi başına poliçe sayısı*	
		Canlı hayvan sayısı	İşletme başına ödenen zarar sigortası*		
		Et tavuğu sayısı			
		İşletme başına ödenen dosya sayısı			
		Toplam süt üretimi			

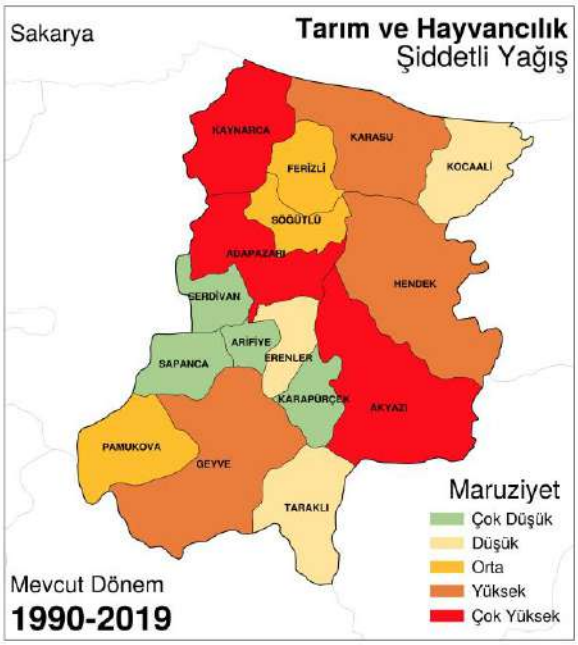
Şekil 7-22. Etki Zinciri: Tarım ve Hayvancılık Sektörü ve Şiddetli Yağış İlişkisi

** sembolü ile risk analizlerinde kullanılmayan göstergeler belirtilmiştir.*

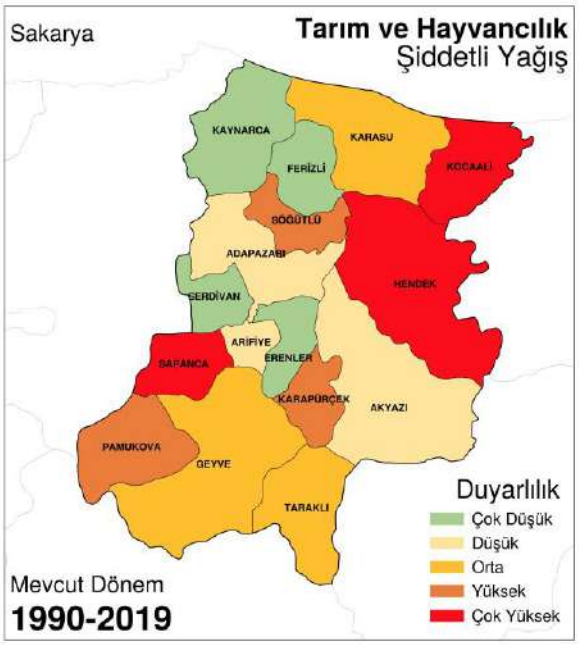
1990-2019 mevcut dönemi için yapılan risk analizi kapsamında, ilçe seviyesinde tarım ve hayvancılık sektöründe maruziyeti belirleyen en temel faktörler tarım alanlarının genişliği, tarımsal işletme sayısı, mera alanları, canlı hayvan sayısı ve süt üretiminin fazla olmasıdır. Bu nedenle Sakarya ilinde, Kaynarca,

Adapazarı ve Akyazı ilçelerinde görece çok yüksek; Karasu, Hendek ve Geyve ilçelerinde ise şiddetli yağışa maruziyet yüksek seviyede görülmüştür (Şekil 7-23).

Birçok faktörü değerlendiren temel bileşenler analizi sonucuna göre, Sakarya içinde şiddetli yağış etkilerine tarım ve hayvancılık sektöründe duyarlılığı en yüksek olan ilçelerin Kocaali, Hendek ve Sapanca olduğu gözlemlenmektedir. Söğütlü, Karapürçek ve Pamukova ilçeleri de görece yüksek seviyede duyarlılık göstermektedir (Şekil 7-24).



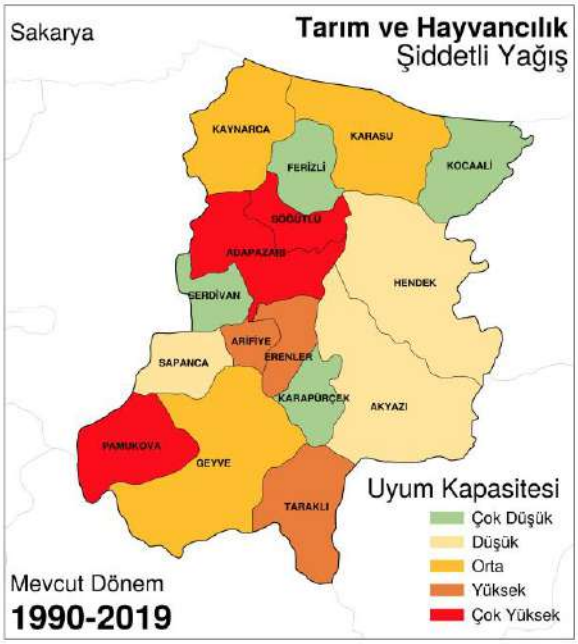
Şekil 7-23. Tarım ve Hayvancılık Sektörü Maruziyet Haritası



Şekil 7-24. Tarım ve Hayvancılık Sektörü Duyarlılık Haritası

İklim değişikliğine karşı ilçe seviyesinde analiz edilen uyum kapasitesi, uyum stratejilerini belirlemek amacıyla çok önemli bir adımdır. Bu çerçevede Adapazarı, Pamukova ve Söğütlü diğer ilçelere göre yüksek seviyede uyum kapasitesine sahip ilçeler olarak ortaya çıkmaktadır. Arifiye, Erenler ve Taraklı ilçelerinin uyum sağlama kapasiteleri yüksek; Kaynarca, Karasu ve Geyve ilçelerinin ise orta seviyededir. Kocaali, Ferizli, Serdivan ve Karapürçek ilçeleri uyum kapasitesi görece düşük olan ilçelerdir (Şekil 7-25).

Duyarlılık ve uyum kapasitesi bileşenlerinin bir arada değerlendirildiği etkilenebilirlik analizi sonuçlarına bakıldığında, Sakarya ili için en etkilenebilir ilçelerin Kocaali ve Sapanca ile etkilenebilirliği yüksek seviyede olan Hendek ve Karapürçek ilçeleri olduğu görülmektedir.

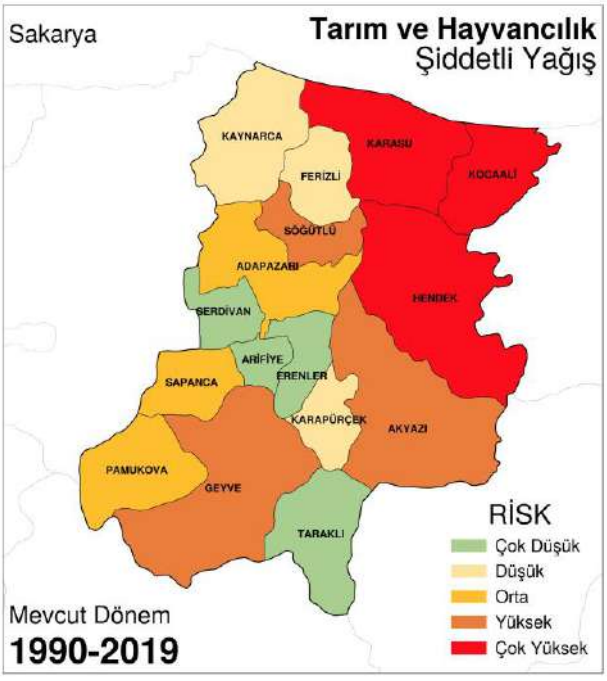


Şekil 7-25. Tarım ve Hayvancılık Sektörü Uyum Kapasitesi Haritası



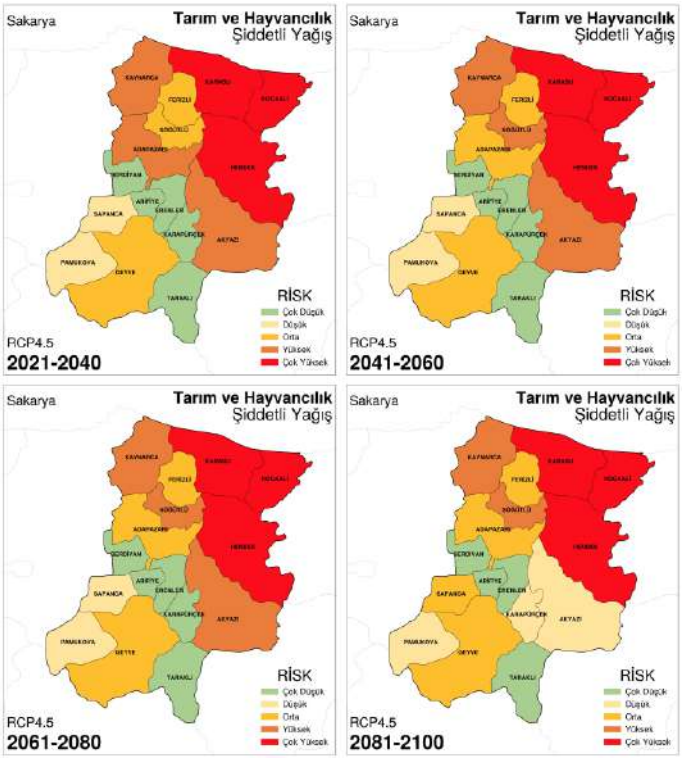
Şekil 7-26. Tarım ve Hayvancılık Sektörü Etkilenebilirlik Haritası

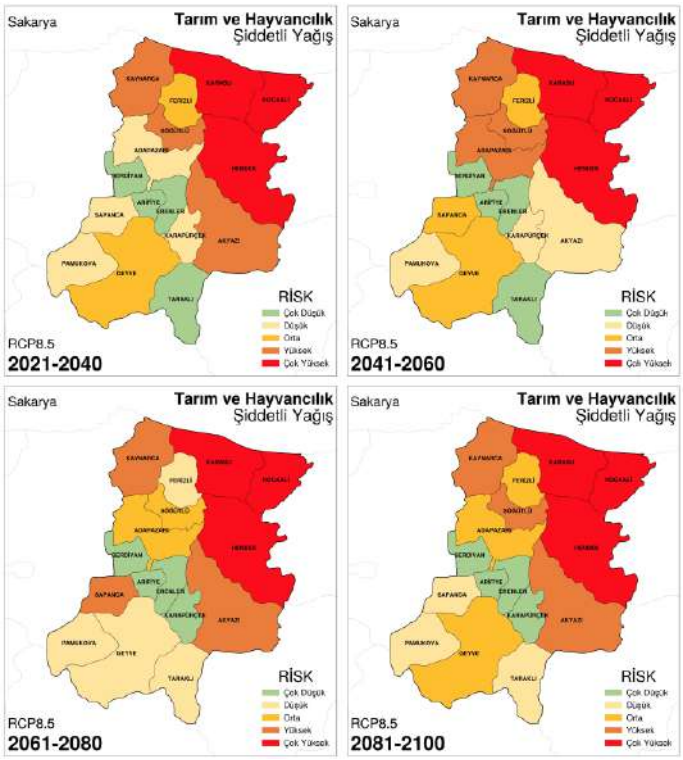
Genel olarak tarım ve hayvancılık sektörünün mevcut dönem için şiddetli yağışlarla bağlantılı riskleri incelendiğinde, en yüksek riskin Kocaali, Karasu ve Hendek ilçelerinde gözlemlendiği ortaya çıkmaktadır. Akyazı, Geyve ve Söğütlü ilçelerinin risk düzeyi de görece yüksektir (Şekil 7-27). Bu nedenle tarım ve hayvancılık sektörü için geliştirilecek uyum eylem planlarında bu ilçelerin öncelikli olarak değerlendirilmesi gerekir.



Şekil 7-27. Tarım ve Hayvancılık Sektörü Mevcut Dönem Şiddetli Yağış Risk Haritası

Sakarya ilinde mevcut dönem koşullarına göre sadece iklim tehlikelerinin projeksiyonları göz önüne alınarak gelecek dönem sektörel risk analizleri yapılmıştır. Buna göre, gelecek dört dönemde RCP4.5 ve RCP8.5 senaryolarına göre öngörülen şiddetli yağış tehlikesi ile hesaplanan risk haritaları sunulmaktadır (Şekil 7-28). Proje kapsamında yapılan iklim projeksiyonları ilin gelecekte beklenen iklim tehlikelerine yoğun bir şekilde maruz kalacağını göstermektedir. Analiz dönemindeki maruziyet, duyarlılık ve uyum kapasitesi profillerinde bir değişiklik olmayacağı varsayımına bağlı olarak, beklenen tehlike değişikliklerinin iklim risklerini ilçe seviyesinde farklılaştıracağı ortaya konmuştur. Bu çerçevede gelecek dönemde şiddetli yağış riskinin mevcut dönemde de olduğu gibi Kocaali, Karasu ve Hendek ilçelerinde en yüksek seviyelerde olacağı öngörülmektedir. Akyazı, Kaynarca, Söğütlü ve Sapanca ilçelerinde de gelecek dönem riskleri görece yüksek olması beklenmektedir.





Şekil 7-28. RCP4.5 ve RCP8.5 Senaryosuna göre Gelecek Dönem Tarım ve Hayvancılık Sektörü Şiddetli Yağış Risk Haritaları

7.4. Tarım ve Hayvancılık Sektörü Uyum Eylemleri

Bu çalışmanın daha önce yapılan çalışmalara göre temel farkı hem iklim analizlerinin hem de sosyo ekonomik analizlerin il seviyesine indirilmesidir. Bu adım iklim değişikline uyum kapasitesi geliştirme noktasında yerelde etkili olacak ve farklılaştırılmış uyum stratejilerini belirlemek amacıyla önemlidir. Ancak detaylı ve etkili bir eylem planı geliştirebilmek için gerekli bazı veriler- insani sosyal sermaye, teknoloji profili, risk ve bilgi yönetimi vb.- il, ilçe, köy, tarımsal işletme seviyesinde bulunmamaktadır. Uyum kapasitesinin geliştirilebilmesine yönelik stratejik eylem planı yapılabilmesi için çok daha geniş ve derin kapsamlı veri setlerine ve bunların analizine gereksinim vardır. Eldeki veriler ışığında Sakarya özelinde acil ulaşılması gereken öncelikli 5 uyum hedefi aşağıda sıralanmıştır.

Sakarya için öncelikli 5 uyum hedefi:

1- **Yeşil sulama:** Sakarya ilinde özellikle şehirleşme ve sanayileşme eğilimlerinin su varlıkları üzerinde yarattığı baskı ve rekabet nedeniyle, il genelinde tarımsal alanlarda su kullanım verimliliğinin artırılması stratejik olarak çok önemlidir. Su varlıklarının sürdürülebilir olması ve dolayısıyla uyum kapasitesinin uzun vadeli olması açısından, sulama verimliliği kilit niteliktedir. Tüm ildeki sulama randımanının %55'in üzerine çıkaracak yatırımlar önceliklendirilmelidir. Benzer şekilde, işlemesiz tarım, yağmur hasadı gibi geleneksel/doğal uygulamalar da yaygınlaştırılmalıdır.

2- **Tarımsal ürün çeşitlendirme:** Bu çalışmada öncelikle tarımsal alanların kullanımı seviyesinde, tahıl çeşitleri, meyve, sebze ve süs bitkileri arasındaki dağılıma bakılmıştır. Sakarya'da özellikle meyve yoğunlaşma indeksin yüksek olduğu gözlemlenmektedir. Bu ilçelerde tarım içi üretim çeşitlendirilmesinin önceliklendirilmeli bu yönde yatırımlar ve desteklemeler sağlanmalıdır.

Özellikle fındık üretiminden il ekosistemlerine uygun ve artı değeri yüksek alternatif ürünlere geçiş önceliklendirilmelidir. Bu alanda daha önce yapılan ve başarı oranı düşük uygulamalardan dersler çıkarılmalıdır.

3- **Kümes hayvancığında uyum:** İl için çok önemli olan kümes hayvancılığında artan maliyetler il ekonomisi için önemli seviyelere çıkabilir. Sıcaklık stresini azaltmaya yönelik kapasite geliştirme, havalandırma ve soğutma yatırımları desteklenmelidir. Bina, enerji ve yol altyapılarında güçlendirme desteği sağlanmalıdır. İklim hassasiyeti görece daha az olan kümes hayvan türleri ve uyum kapasitesi yüksek olan türlerin korunması, desteklenmesi ve yaygınlaştırılması gerekmektedir. İklim değişikliği nedeniyle ortaya çıkabilecek yeni hayvan hastalıkları üzerine araştırma yapılması ve hastalık risklerine karşı önlem alınması gerekmektedir.

4- **Biyolojik/doğa rezerv alanları:** Sağladığı ekosistem hizmetlerinin kritik olması nedeniyle belirlenen tarım alanları biyolojik rezerv alanları olarak özel korumaya alınmalıdır. Özellikle biyoçeşitlilik ve ekosistem hizmetleri açısından kritik olan meralar için koruma ve geri kazanım yatırımlar yapılmalıdır. Bölgede etkili olan toprak bozunum eğilimlerine karşı önlemler artırılmalıdır. Bu koruma alanlarında çalışan üreticiler (çiftçiler, arıcılar) bu alanları korumaları için gelir kaynağı sağlanmalıdır.

5- **Taşkınlar ve diğer aşırı iklim olaylarına karşı direnç:** Sakarya artan sayıda iklim ektstremlerine maruz kalmaktadır. Özellikle sağanak yağış, taşkın ve kuraklıklara karşı uyum kapasitesi yatırımları önceliklendirilmelidir.

Yukardaki bölümlerde ele alından uyum kapasitesi kategorilerine göre geliştirilen diğer öneriler aşağıda sıralanmıştır:

İnsani ve sosyal sermayenin tarımsal alanda ölçülmesi ve geliştirilmesi:

- İl seviyesindeki temel sosyo-ekonomik faktörlerden uyum kapasitesini en belirleyici değişkenlerden biri, ilin SEGE2017-skoru ile ölçeklendirilen insani kalkınma durumudur. Uyum kapasitesinin geliştirilmesi için il seviyesinde eğitim, sağlık, ekonomik kalkınma göstergelerinde geride olan illere kalkınma yatırımları önceliklendirilmelidir. Görece geride olan ilçeler belirlenip uyum kapasitesi geliştirme yönünde eğitim ve sağlık ve katma değeri yüksek iş olanaklarına yönelik yatırımları ile önceliklendirilmelidir.
- Tarımsal üreticilerin yaş, eğitim, cinsiyet profilleri, tarım sektörüyle bağlantılı paydaş kurumlardaki çalışanların bilgi ve eğitim seviyeleri uyum kapasitesinde belirleyici olan çok önemli faktörlerdir. Tarım sektörüne özel uyum kapasitesinin geliştirilmesi için ilgili bilgilerin tarımsal işletme, kırsal alan, köy vb. alt seviyelerde sistematik olarak toplanması ve bu alanda geride kalan alanlara eğitim, sağlık ve cinsiyet eşitliği yönünde hizmet ve yatırımlar önceliklendirilmelidir.
- Tarım ve hayvancılıkla uğraşan toplumların sosyolojik yapısı, sosyal ve ekonomik koruma ağları, toplumsal ve bireysel hakların korunumu ve etkinliği, toplumsal katılım ve eşitlik yapısı, tarımsal ve kırsal alanda destek sağlayan sivil toplum örgütlerinin yaygınlığı, uyum kapasitesi açısından çok önemli değişkenlerdir. Uyum kapasitesinin geliştirilebilmesi ve geride kalan idari alanların kaynak ve hizmet dağılımında önceliklendirilebilmesi ilgili bilgilerin il, ilçe, köy vb. alt seviyelerde sistematik olarak toplanması ve uyum eylem planlarının buna göre yönlendirilmesi gerekmektedir.

- Tarımsal ekonomik değer göstergesi olan işletme başına düşen arazi miktarı önemli bir uyum kapasitesi göstergesidir. Adalet ve sosyal fayda ve kadın merkezli arazi toplulaştırılma çalışmaları uyum kapasitesini artıracak bir yatırım alanıdır. Uyum kapasitesinin ve işletme başına arazinin düşük olduğu ilçeler önceliklendirilmelidir.
- Mevsimlik tarım işçilerinin (özellikle kadınların ve çocukların) uyum kapasitesinin geliştirilmesi gerekmektedir. İklim değişikliği nedeniyle iş ve gelir kayıpları telefi edilmeli, giderek artan barınma, sağlık, temizlik, eğitim gereksinimleri işçilerin coğrafi ve mevsimlik takvimlerine uygun ve esnek bir biçimde sağlanmalıdır.
- Sakarya il ve ilçelerinde tarım ve hayvancılıkla bağlantılı etkinlik gösteren sivil toplum dernekleri iklim değişikliği kapasite geliştirme yönünde desteklenmelidir.

Fiziksel sermaye stoğunun geliştirilmesi:

- Tarımsal üretimde iklim değişikliği etkileri altında azalan yağışlar ve artan kuraklıklar su sorununu çok kritik hale getirmektedir. Bu nedenle tarımsal sulama altyapısının yaygınlığı, verimi ve niteliği uyum için en önemli altyapı gereksinimidir.
- Su varlıklarının sürdürülebilir olması ve dolayısıyla uyum kapasitesinin uzun vadeli olması açısından, sulama verimliliği kilit niteliktedir. Sulama randımanı %55'in üzerinde olan sulama alanların, borulu sistemlerin, ilçe seviyesinde toplam sulama alanına oranı göre düşük olduğu ilçelerde sulama verimliği artıracak yatırımlar önceliklendirilmelidir.
- Ulaşım ve lojistik alanlarında maruziyeti azaltan ve verimliliği artıracak iklim değişikliği uyuma yönelik fiziksel yatırımlar artırılmalıdır (modern depolama, soğuk/serin hava zinciri sistemleri, verimli ulaşım altyapısı) (bkz ulaşım sektörü bölümü).
- Meraların korunması için koruma ve geri kazanım yatırımlar yapılmalıdır.

Teknolojik seçenekler ve teknolojiye erişim

- Tarımda ve hayvancılıkta yeni biyolojik, kimyasal, altyapı ve bilgi teknolojilere erişim, bu teknolojilerin kullanım yaygınlığı ve dağılımı gibi faktörler iklim değişikliğine uyum kapasitesi geliştirilmesi için çok önemlidir.
- İklim değişikliğinin orta ve uzun vadede il için çok önemli olan tahıl çeşitlerinde (özellikle mısır) ve çok yıllık bitkisel ürünlerde (özellikle fındık) verim değişkenliği artıracak olması bu kırılganlığın azaltılması için önlemler alınması gerektirmektedir. Değişkenliğin yüksek olduğu ilçelerde bu değişkenliğe neden olan diğer temel etkenlerin netleştirilip kullanılan ürün tiplerin değiştirilmesi, bu yönde ürün deseni optimizasyonu ve hem Sakarya bölgesi geneli hem ilçelerde iklim değişkenliği düşük olabilecek diğer ürünlerin önceliklendirilmesi ve desteklenmesi gerekmektedir.
- Uydu merkezli ve sensörlü erken uyarı, izleme teknolojileri, bilgi sistemleri ile entegre tarımsal uygulama teknolojileri gibi dünya genelinde hızla yaygınlaşan teknolojilerin kullanımına yatırımlar yapılmalı ve bu teknolojilerin uyum kapasitesi düşük tarımsal işletmelerin erişimi önceliklendirilecek şekilde yaygınlaştırılmalıdır
- Şiddetli yağış sıklığının ve yoğunluğunun artması nedeniyle verim şokları artması beklenmektedir. İl özelinde erken uyarı sistemleri yaygınlaştırmalıdır. İlde etkisi giderek artan kuraklık, dolu ve taşkınlarla mücadele ve uyum sistemlerinin ve altyapısının geliştirilmesi ve uygulanması gerekmektedir.
- Yeni teknolojilerin yaygınlaştırılması kadar doğa dostu ve iklim uyum kapasitesini artırıcı geleneksel ve doğal yöntemlerin de desteklenmesi gerekmektedir. İl genelindeki organik ve iyi

tarım uygulan çiftçi sayısının toplam çiftçi sayısına oranını artıracak ve iyi ve organik tarım ve hayvancılık yaygınlaştıracak yatırımlar artırılmalıdır. Benzer şekilde, işlemesiz tarım uygulamaları, yağmur hasadı, permakültür, canlı rüzgâr perdeleri uygulamaları yaygınlaştırılmalıdır.

- Eldeki veriler, il ya da ilçe seviyesinde tarımsal işletmelerin teknoloji kullanımı profilleri konusunda detaylı bilgi vermemektedir. Uyum kapasitesinin geliştirilebilmesi için farklı teknoloji kategorileri ilgili bilgilerin Sakarya il, ilçe, köy, çiftçi profili alt seviyelerde sistematik olarak toplanması ve teknolojik yatırım önceliklendirilmesinin buna göre yapılması gerekmektedir.

Kurum ve karar alma otoritelerinin yapısı ve destekleme araçları

- Tarım ve hayvancılık sektörüne yönelik hizmet veren il ve ilçe seviyesindeki yerel kurumların yaygınlığı ve etkinliği, iklim değişikliği ilgili karar alma ve uygulama yetkinlikleri, uyum kapasitesini geliştirme yönünde artırılmalıdır.
- Tarımsal işletmelere sağlanan desteklerin niteliği ve niceliği iklim değişikliğine maruziyeti azaltacak, uyum kapasitesini artıracak şekilde önceliklendirilmelidir ve çeşitlendirilmelidir:
  - **Tarımsal gelir çeşitlendirme destekleri:** Bu çalışmada öncelikle tarımsal alanların kullanımı seviyesinde, tahıl çeşitler, meyve, sebze ve süs bitkileri arasındaki dağılıma bakılmıştır. Sakarya'da tarımsal alan kullanımı düzeyinde ilçe seviyesinde gözlemlenen yoğunlaşma önemli niteliktedir. İlde özellikle yoğunlaşma indeksin yüksek olduğu ilçelerde tarımsal üretimin çeşitlendirmesi önceliklendirilmesi için yatırımlar ve desteklemeler sağlanmalıdır.
  - **Ürün deseni çeşitlendirme destekleri:** Yukarda yapılan analizler çerçevesinde tarımsal gelirin bir ürün grubunda yoğunlaştığı ilçelerde ürün çeşitlendirecek destek inisiyatifleri sağlanmalıdır
  - **İklim duyarlılığını azaltan ürün destekleri:** Yukarda belirtilen ve yapılması gereken yeni bilimsel çalışmalar ışığında, iklim hassasiyeti yüksek ürünlerden düşük ürünlere geçişi yönlendirecek yerel desteklemeler tasarlanmalıdır. Böylelikle genel ürün deseninin iklim hassasiyeti azaltılmalıdır.
  - **Tarım dışı gelir çeşitlendirme destekleri:** Tarımsal işletmelerin tarım-dışı gelir kaynakları elde etmeleri iklime bağlı risklerini azaltan önemli bir uyum yöntemidir. Bu alanda veri toplanıp (hanelerin tarım-dışı gelir profilleri) kırsal alanda alternatif gelir olanakları geliştirecek yatırımlar yapılmalıdır (turizm, sağlık, enerji vb).
  - **Uyum teknolojileri destekler:** Akıllı sulama, akıllı ürün takibi, erken uyarı gibi alanlarda teknolojik yatırımlara ayrılan kaynaklar önemli miktarda artırılmalıdır.
  - **Uyum merkezli Ar-Ge destekleri:** Uyum kapasitesi yüksek tohum geliştirme başta olmak üzere uyum kapasitesini artıracak Ar-Ge çalışmalarına ayrılan kaynaklar önemli miktarda artırılmalıdır
  - **Yeşil altyapı destekleri:** Başta akıllı sulama sistemleri olmak üzere, lojistik, ulaşım, verimli depolama altyapı yatırımlarına ayrılan kaynaklar önemli miktarda artırılmalıdır
  - **Doğa dostu tarımsal uygulama destekleri: i**klim uyum kapasitesini artırıcı geleneksel ve doğal yöntemlerin de desteklenmesi gerekmektedir. Bu çerçevede, organik, iyi tarım, işlemesiz tarım uygulamaları, koruyucu ve onarıcı tarımsal uygulamalar, yağmur hasadı,

permakültür, canlı rüzgâr perdeleri uygulamalarına sağlanan destekler önemli miktarda artırılmalıdır. Bu alanlarda net politika hedefleri konulup performans değerlendirmesi yapılmalıdır

- **Biyolojik/doğa rezerv alanları:** Tarımsal potansiyelinin düşük olması ya da sağladığı ekosistem hizmetlerinin kritik olması nedeniyle belirlenen tarım alanları biyolojik rezerv alanları olarak değerlendirilmelidir (Tarım ve Orman Bakanlığı Tarım Reformu Genel Müdürlügü 2022). Bu alanlar üzerinde çalışan üreticilere, bu alanları korumaları için gelir desteği sağlanmalıdır.
- **Biyolojik çeşitlilik destekleri:** Yerel, bölgesel ve ulusal seviyede biyolojik çeşitliliğin devamlılığı açısından önemli endemik ürünlerin yetiştirildiği küçük aile işletmeleri desteklenmelidir
- **Kadın merkezli uyum desteklemeleri:** Yaşanan iklim olayları çerçevesinde özellikle üretim tarafında kadın çiftçileri ve kadın tarım işçilerini olumsuz etkilenmesi söz konusudur. Kadın çiftçilere, kadın tarım işçilere, kadın odaklı üretim kooperatiflerine özel destek araçları geliştirilmelidir. Desteklerde kırılganlığı yüksek ve uyum kapasitesi düşük olan kadın çiftçiler ve işçiler önceliklendirilmeli ve artı desteklerle uyum kapasiteleri artırılmalıdır.
- **Uygulama ve yaptırımlar: i**klim değişikliğine uyum yöntemlerine uygun olarak tarımsal faaliyet gösteren işletmelerin desteklenmesi esas olmalıdır. Ancak bu tedbir ve önlemlere bağlı kalmaksızın faaliyet gösteren, tarımsal sürdürülebilirliği tehdit edecek şekilde doğal varlıklara zarar veren işletmelerin yükümlülükleri arttırılmalı ve gereken durumlarda cezai yaptırım maddeleri oluşturularak uygulanmalıdır

- Tarım ve hayvancılık müdürlüklerindeki personel sayıları artırılmalı, personelin iklim değişikliği uyum alanındaki yetkinlikleri güçlendirilmelidir. Bu alanda geride kalan illere yetkin personel desteği sağlanmalıdır.

Sistemin risk yayan süreçlere erişimi

- Sektör içindeki risk zincirlerinin farklı halkalarına müdahale kapasitesi, üretim, işleme, ticaret, tüketim ağlarının yapısı, birbiriyle bağlantılı sistematik riskleri ölçüp azaltabilme kapasitesi geliştirilmelidir
- İklim risklerine yönelik uyum araçlarından en önemli olanlarından biri tarımsal sigortadır. İşletme başına sigorta poliçe sayısı tüm ilde 100% hedeflenecek şekilde artırılmalı, bu oranın görece düşük olduğu ilçeler önceliklendirilmelidir.
- TARSİM vasıtasıyla teknoloji yatırımıyla birlikte detaylı modellemelerin yapılması, çiftçilerin kırılganlık ve risk seviyelerine göre prim desteklerinin artırılması, zarar tazminatlarının güçlendirilmesi ve gelir garantilerinin artırılması sağlanmalıdır. İklim sigortasının sadece iklimsel etkileri değil aynı zamanda sosyo-ekonomik etkileşimleri de risk faktörü olarak yerel seviyede izlenmeli ve sigorta kapsamlarını yerelde çeşitlendirilmelidir. Bu alanda yapılacak geliştirmeler artması beklenen iklim riskleri ışığında giderek artacak bir bütçe yükü getireceği için finansman planlamaları bu yükleri karşılayacak zaman çizelgesinde ve esnekliğinde dinamik olarak yapılmalıdır
- Yukarda altı çizildiği gibi tarımsal alanların kullanımı düzeyinde ürün spesifik yoğunlaşma gözlemlenen (tahıl, meyve) ilçelerde tarım içi üretim çeşitlendirilmesi önceliklendirilmeli bu alandaki risklerin azaltılması için yatırımlar sağlanmalıdır.

Bilgi yönetimi ve bilgiye erişim

- Karar vericilere sağlanan bilgilerin güvenilirliği, tarım sektöründeki devlet ve özel kuruluşların bilgi üretme yetkinliği artırılmalıdır
- Üniversitelerde tarım ve hayvancılık sektöründe iklim etkileri ve uyumla ilgili yapılan araştırma çalışmalarının genişliği ve derinliği artırılmalı, var olan bilimsel araştırma ve verilerin karar alma süreçlerine dahil edilebilme yetkinliği geliştirilmelidir.
- İklim değişkenleri ile Sakarya'daki temel tarımsal ve hayvansal ürünler üzerine iklim hassasiyeti çalışmaları yapılması gerekmektedir.
- İklim hassasiyeti görece daha az olan bitki türlerinin ve hayvan ırklarının geliştirilmesi; uyum kapasitesi yüksek olan yerel ırkların korunması, desteklenmesi ve yaygınlaştırılması gerekmektedir. İklim değişikliği nedeniyle ortaya çıkabilecek yeni hayvan hastalıkları üzerine araştırma yapılması ve hastalık risklerine karşı önlem alınması gerekmektedir.
- Sakarya genelinde çiftçiler, iklim değişikliği gözlemlenen ve beklenilen etkiler seviyesinde çok geniş çaplı kısa ve uzun soluklara eğitim programları ile desteklenmelidir. Kendi kendilerine yapabilecekleri otonom uyum çalışmaları ve bunların faydaları üzerine yerelde ve ürün bazlı eğitimler sağlanmalıdır.
- Kamusal destekli planlı uyum çalışmaları konusunda bilgi ve uygulamalar üzerine eğitimler sağlanmalıdır. Hem Tarım ve Orman Bakanlığı yerel ekipleri hem özel sektörün yereldeki temsilcileri hem de önder çiftçiler bu eğitimin yaygınlaştırılması için eğitimcilerin eğitimleri desteklenmelidir.
- Uyum alanındaki bilgi ve yetkinliklerin bütünselliği için Millî Eğitim Bakanlığı (MEB) yoluyla kırsal alanlardaki okullarda çocuk ve gençlere iklim değişikliği ve tarım alanında geniş kapsamlı eğitimler sağlanmalıdır. MEB 2022 itibariyle, 6. 7. ve 8.sınıf düzeyindeki öğrenciler için Çevre Eğitimi ve İklim Değişikliği Öğretim Programı hazırlayarak 2022-2023 eğitim öğretim yılında kullanıma sunmayı planlamaktadır. Bu öğretim programı ile iklim değişikliği ve iklim değişikliğinin etkilerine kapsamlı bir şekilde yer verilmektedir. Kırsalda yaşayan çocukların ilgili dersi gezi, gözlem yolu ile tarım alanlarında almaları yönlendirilmelidir.
- İl genelindeki tüm üreticiler, gündelik operasyonlardan uzun vadeli planlarına kadar yarar sağlayabilecekleri bilgileri, doğru ve güvenilir bir şekilde alabilecekleri güncel ve dinamik bir iletişim ağı ile desteklenmelidir.

EK 7-1

Tablo: Sakarya, Bursa, Balıkesir, Bilecik, Bolu, Çanakkale ve Tekirdağ'da sıcaklık artışlarının mısır verimine etkisi (ön-analiz regresyon sonuçları), 1994-2019

```
HDFE Linear regression                            Number of obs   =      2,068
Absorbing 2 HDFE groups                           F(   3,      6) =       1.27
Statistics robust to heteroskedasticity           Prob > F        =     0.3664
                                                  R-squared       =     0.7007
                                                  Adj R-squared   =     0.6826
                                                  Within R-sq.    =     0.0038
Number of clusters (province) =          7        Root MSE        =     0.5096

                                (Std. Err. adjusted for 7 clusters in province)
```

ln_corn_yield	Coef.	Robust Std. Err.	t	P>|t|	[95% Conf.	Interval]
temperature	-.0177208	.0717823	-0.25	0.813	-.1933658	.1579241
precipitation	-.0041096	.0044555	-0.92	0.392	-.0150118	.0067926
wind	-.087414	.051029	-1.71	0.138	-.2122774	.0374494
_cons	10.35181	.9648617	10.73	0.000	7.990882	12.71274

Kaynak: Yazar hesaplamaları

KAYNAKÇA: BÖLÜM 7

An, Nazan, Mustafa Tufan Turp, Murat Türkeş, and Mehmet Levent Kurnaz. 2020. "Mid-Term Impact of Climate Change on Hazelnut Yield." *Agriculture (Switzerland)* 10(5).

Bignami, C., and S. Natali. 1996. "Influence of Irrigation on the Growth and Production of Young Hazelnuts." *IV. International Symposium on Hazelnut*: 247–62.

Iizumi, Toshichika, and Toru Sakai. 2020. "The Global Dataset of Historical Yields for Major Crops 1981–2016." *Nature* 7(97). www.nature.com/scientificdata.

Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). 2022. "Chapter 5: Food, Fibre, and Other Ecosystem Products." Working Gr.

IPCC. 2014. "Summary for Policymakers." In *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, ed. and L.L. White (eds.) Field, C.B., V.R. Barros, D.J. Dokken, K.J. Mach, M.D. Mastrandrea, T.E. Bilir, M. Chatterjee, K.L. Ebi, Y.O. Estrada, R.C. Genova, B. Girma, E.S. Kissel, A.N. Levy, S. MacCracken, P.R. Mastrandrea. Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA: Cambridge University Press, 1–32.

Karapinar, Baris, and Gökhan Özertan. 2019. "Yield Implications of Date and Cultivar Adaptation to Wheat Phenological Shifts: A Survey of Farmers in Turkey." *Climatic Change*. https://doi.org/10.1007/s10584-019-02532-4.

Liu, Bing et al. 2016. "Similar Estimates of Temperature Impacts on Global Wheat Yield by Three Independent Methods." *Nature Climate Change* 6(12): 1130–36.

Liu, Yuan, Enli Wang, Xiaoguang Yang, and Jing Wang. 2010. "Contributions of Climatic and Crop Varietal Changes to Crop Production in the North China Plain , since 1980s." *Global Change Biology* 16: 2287–99.

Liverpool-Tasie, L.S.O., Sanou, A., and J.A. Tambo. 2019. "Climate Change Adaptation among Poultry Farmers: Evidence from Nigeria." *Climatic Change* 157: 527–544.

Mingeau, M., and P. Rousseau. 1994. "Water Use of Hazelnut Trees as Measured with Lysimeters." In *Acta Horticulturae, International Society for Horticultural Science*, eds. G. Me and L. Radicati. , 315–22.

Pragya Bhadauria, J.M. Kataria, S. Majumdar, S.K. Bhanja, Divya and G. Kolluri. 2014. "Impact of Hot Climate on Poultry Production System-A Review." *JOURNAL OF POULTRY SCIENCE AND TECHNOLOGY*.

Tarım ve Orman Bakanlığı. 2022. "TARIM ve ORMAN BAKANLIĞI 2019-2023 STRATEJİK PLAN."

Tarım ve Orman Bakanlığı Tarım Reformu Genel Müdürlügü. 2021. "İklim Değişikliği ve Tarım Değerlendirme Raporu."

———. 2022. "İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ VE TARIM ÇALIŞTAYLARI SONUÇ BİLDİRGESİ."

Tarımsal Ekonomi ve Politika Geliştirme Enstitüsü. 2021. *Kümes Hayvancılığı Durum Tahmin Raporu*.

Tümen, Semih, and Gökhan Özertan. 2020. TÜSİAD-T/2 *KATMA DEĞERİN ARTIRILMASI, İNOVASYON VE DİJİTAL TARIM*. Istanbul, Turkey. https://tusiad.org/tr/yayinlar/raporlar/item/10544-tarim-ve-gida-2020-surdurulebilir-buyume-baglaminda-tarim-ve-gida-sektorunun-analizi.

University of Oxford. 2021. "Peoples' Climate Vote." *United Nations Development Programme* 1: 1–68. file:///C:/Users/HP/Downloads/Oxford com_compressed (1.pdf.

Ustaoglu, B., and M. Karaca. 2014. "The Effects of Climate Change on Spatiotemporal Changes of Hazelnut (Corylus Avellana) Cultivation Areas in the Black Sea Region, Turkey." *Applied Ecology and Environmental Research* 12(2): 309-324.



EKOSİSTEMLER BİYOÇEŞİTLİLİK

iklime uyum

8. EKOSİSTEM HİZMETLERİ VE BİYOÇEŞİTLİLİK

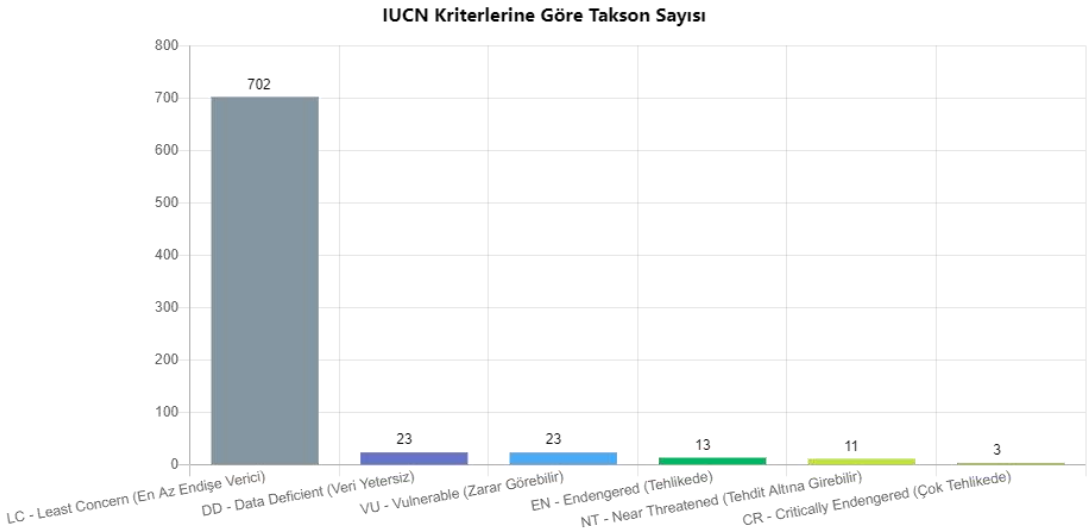
8.1. Biyolojik Çeşitlilik ve Ekosistem Hizmetleri

8.1.1. Flora ve Fauna

Marmara Bölgesinde yer alan Sakarya, Karadeniz ve Akdeniz iklim arasında geçiş kuşağı olarak adlandırılabilecek Marmara iklimine sahiptir. Sakarya Nehri'nin oluşturduğu vadiden deniz etkisi iç kesimlere kadar ulaşabilmektedir. İlde bulunan deniz, kumul, göl, akarsu, orman ve otlaklar gibi çeşitli ekosistemler çok sayıda canlı türüne habitatlar sunmaktadır. Ancak diğer illerle karşılaştırıldığında tür çeşitliliği ve endemizm oranının düşük olduğu görülmektedir. Nitekim Doğa Koruma ve Milli Parklar Genel Müdürlüğü tarafından gerçekleştirilen Ulusal Biyolojik Çeşitlilik Envanter ve İzleme Projesi kapsamında karasal ekosistemlerde ve iç sulardaki damarlı bitkiler, kuşlar, memeliler, sürüngenler, ikiyaşamlılar ve iç su balıkları belirlenmiştir (Tablo 8-1). Buna göre ilde 1.958 takson olduğu bunlardan 102 kadarının endemik olduğu ortaya konmuştur (DKMP, 2021). Buna göre ildeki endemizm oranı %5 kadardır. Ancak bu izleme projesinde deniz canlıları ile omurgasızlar, mantarlar ve likenlerin olmadığını belirtmek gereklidir. Nitekim Sakarya ili Çevre Durum Raporu'nda (2020) ilde tohumsuz bitkiler takson sayısının 507, omurgasız hayvanlar tür sayısının ise 439 olduğu açıklanmaktadır. İl Ulusal Biyolojik Çeşitlilik Envanter ve İzleme Projesinde ildeki taksonların IUCN kriterlerine dağılımı Şekil 8-1'de verilmiştir. Buna göre taksonların 23'ü zarar görebilir (VU), 13'ü tehlikede (EN), 11'i tehdit altına girebilir (NT) ve 3'ü çok tehlikede (CR) sınıflarına girmektedir (Şekil 8-1).

Tablo 8-1: Nuh'un Gemisi Ulusal Biyolojik Çeşitlilik Veritabanına göre Sakarya İlinde Belirlenen Takson Sayıları (DKMP, 2021)

Canlı Grupları	Takson Sayısı	Endemik Takson Sayısı	IUCN Kriterlerine Göre Korunacak Takson Sayısı	CITES Kapsamındaki Takson Sayısı	BERN Sözleşmesi Kapsamındaki Takson Sayısı
Damarlı Bitkiler	1.613	92	19	7	7
Kuşlar	218	1	10	28	206
İçsu balıkları	44	8	7	1	1
Memeliler	44		2	7	39
Sürüngenler	28	1	1	3	24
Çift yaşamlılar	11			1	10
Toplam	**1.958**	**102**	**39**	**47**	**287**



Şekil 8-1: Sakarya İlindeki Taksonlarının IUCN Kategorilerine Dağılımı (DKMP, 2021)

İldeki endemik taksonların büyük çoğunluğu bitkilerdir. Ancak Nuh'un Gemisi Ulusal Biyolojik Çeşitlilik Veritabanı'ndan ildeki endemik taksonların adlarına ulaşılamamaktadır. Bu nedenle endemik türler literatür araştırması ile belirlenmeye çalışılmıştır. Bu taramada ulaşılan bir çalışma Geyve'de yürütülmüş olup yörede 1.150 bitki taksonu olduğu ve bunların 72'sinin endemik olduğu rapor edilmektedir (Koyuncu vd., 2012). İlin en önemli doğal varlıklarından olan ve aynı zamanda ulusal öneme sahip sulak alan statüsündeki Acarlar Longozu'nda 560 bitki taksonu olduğu ve bunlardan *Silene sangaria, Knautia degenii, Centaurea kilaea, Lamium purpureum* var. *aznavourii, Quercus macranthera* subsp. *syspirensis, Galanthus plicatus* subsp. *byzantinus, Verbascum degenii, Scrophularia cryptophila* olmak üzere 8'inin endemik olduğu belirlenmiştir (Karaduman, 2019). Ancak Aksoy vd. (2013) *Silene sangaria* türünün, *Silene thymifolia* türünün sinonimi olduğunun anlaşıldığını ve bu türün Yunanistan, Bulgaristan, Romanya ve Kıbrıs'ta da yayılış gösterdiği için endemiklikten düştüğünü vurgulamaktadır. Yapılan literatür incelemesiyle ildeki diğer bazı bölgelerde de endemik taksonlar olduğu belirlenmiştir. Örneğin İkramiye Vadisi'nde 434 bitki taksonu olduğu bunlardan 11'inin endemik olduğu ortaya konmuştur (Turna & Sağıroğlu, 2020). Bunlar *Abies nordmanniana* subsp. *equi-trojani, Thlaspi jaubertii, Lathyrus undulatus, Campanula lyrata* subsp. *lyrata, Campanula ajugifolia, Campanula grandis, Verbascum bithynicum, Phlomis russeliana Galanthus plicatus* subsp. *byzantinus* taksonlarıdır. Bu türlerden *Abies nordmanniana s*ubsp. *equi-trojani* son zamanlarda sistematik botanikçiler tarafından yeniden tanımlandırılmıştır. Ülkemizde uzun yıllardır Kafkas göknarı ya da Karadeniz göknarının (*Abies nordmanniana*) 3 alt türü olduğu ve bunlardan ikisinin Uludağ göknarı (*Abies nordmanniana* subsp. *bornmulleriana*) ve Kazdağı göknarının (*Abies nordmanniana* subsp. *equi-trojani*) endemik olduğu biliniyordu. Ancak son çalışmalardan sonra bu iki alt türün aslında aynı olduğu ve *Abies nordmanniana* subsp. *equi-trojani* adı altında birleştirilmesi gerektiği ortaya konmuştur (Akkemik, 2020).

Türkiye Bitkileri Veri Servisi üzerinden yapılan sorgulamada ise sıralanan türlere ek olarak *Minuartia hybrida* subsp. *vaillantiana* var. m*acmeillii, Astragalus campylosema* subsp. *atropurpureus, Eryngium bithynicum, Jurinea pontica, Taraxacum waltheri, Campanula latiloba* subsp. l*atiloba, Orobanche hadroantha, Stachys cretica* subsp. *Anatolica, Salvia cadmica, Asperula lilaciflora* subsp. *phrygia, Galium fissurense* ve *Iris purpureobractea* endemik türlerinin ilde yayılış gösterdiği öğrenilmiştir (TÜBİVES, 2021). Sakarya'da geofitlerin (soğanlı, yumrulu, rizomlu bitkiler) 220 taksonu olduğu, bunlardan 18'inin endemik olduğu da raporlanmaktadır (Sağıroğlu, 2020). Bu türler haricinde ilde Ulusal Biyolojik Çeşitlilik Envanter ve İzleme Projesi kapsamında çalışılmayan gruplardan yosun türlerinin de belirlendiği araştırmalara rastlanmıştır. Bunlardan Acarlar Longozu'nda yürütülen bir

çalışmada 93 karayosunu taksonu olduğu, bunlardan *Atrichum crispum*, *Pseudephemerum nitidum* ve *Dicranella staphylina* türlerinin ülkemiz karayosunları florası için önemli olduğu açıklanmaktadır (Ursavaş & Keçeli, 2021). Karayosunlarının çalışıldığı diğer bazı araştırmalarda Akyazı, Arifiye, Geyve, Karapürçek ilçelerinde 193 (Uyar vd., 2020) ve Karasu ilçesinde de 36 karayosunu olduğu tespit edilmiştir (Gürsu & Çetin, 2017). Ek olarak il genelinde 159 liken türü olduğuna dair araştırmalar da bulunmaktadır (Çiçek & Özdemir Türk, 1998). Yine Ulusal Biyolojik Çeşitlilik Envanter ve İzleme Projesi'nde listelenmeyen ciğerotları da Acarlar Longoz Ormanı'nda araştırılmış ve 18 tür olduğu ortaya konmuştur (Sarıoğlu & Keçeli, 2018).

Nuh'un Gemisi Ulusal Biyolojik Çeşitlilik Veritabanı'ndan ilde 61 memeli takson olduğu bilgisine ulaşılsa da bu türlerin kayıtlarına ulaşılamamaktadır. Acarlar Longozu Sulak Alan Yönetim Planı (2014-2018)'den ildeki bazı memeli türleri hakkında bilgi edinmek mümkündür (DKMP, 2013). Bu plana göre Acarlar Longozu'nda 29 memeli türü yaşamaktadır. Bu memelilerin 10'u kemirgenler takımındandır. Anadolu sincabı (*Sciurus anomalus*) BERN Sözleşmesi'nin Ek-2, hasancık (*Dryomys nitedula*), fındık faresi (*Muscardinus avellanarius*) ve yediuyur (*Glis glis*) Ek-3 kapsamındadır. Yırtıcılar takımından 6 tür Longoz Orman'ında bulunmakta olup yaban kedisi (*Felis silvestris*) BERN Sözleşmesi Ek-2, gelincik (*Mustela nivalis*), kakım (*Mustela erminae*) porsuk (*Meles meles*) Ek-3 listelerine girmektedir. Alanda 6 da yarasa türü olduğu rapor edilmiştir. Bunların tamamı Bern Sözleşmesi'nce korunması gereken türlerdir. Farekulaklı su yarasası (Myotis daubentoni) uzun ayaklı yarasa (*Myotis capaccinii*), saçaklı yarasa (*Myotis nattereri*), akşamcı yarasa (*Nyctalus noctula*) ve Kuhli'nin cüce yarasası (*Pipistrellus kuhlii*) Sözleşmenin Ek-2, cüce yarasa (*Pipistrellus pipistrellus*) Ek-3 listesindedir. Uzun ayaklı yarasa (*Myotis capaccinii*) aynı zamanda IUCN kategorilerine göre zarar görebilir (VU) bir türdür. Kirpiler takımından yaygın kirpi (*Erinaceus europaeus*) (BERN Ek-3), böcekcil sivriburunlar takımından sivri burunlu cüce fare (*Sorex volnuchini*) (BERN Ek-3), sivri burunlu bataklık faresi (*Neomys anomalus*) (BERN Ek-3), Sivri burunlu bahçe faresi (*Crocidura suaveolens*) (BERN Ek-2), köstebek (*Talpa europaea*), Avrupa tavşanı (*Lepus europaeus*) (BERN Ek-3) ile domuz (*Sus scrofa*) diğer memelilerdir. Acarlar Longoz Ormanı'nda sürüngenler ve ikiyaşamlılar da incelenmiştir. IUCN kategorilerine göre 13 sürüngen türünden tosbağa (*Testudo graeca*) zarar görebilir (VU), ve benekli kaplumbağa (*Emys orbicularis*) ile Sarı Yılan (*Elaphe quatuorlineata*) tehdit altına girebilir (NT) türlerdir. Kör kertenkele (*Blanus strauchi*) haricindeki diğer türler ise BERN Sözleşmesi'nin Ek-2 ya da Ek-3 listesine girmektedir. 6 iki yaşamlı türün 2'si semender, 4'ü kurbağadır ve bunların tamamı BERN Sözleşmesi'nce korunması gereken türlerdir (DKMP, 2013). Acarlar Longozu'nda kaydı olmasa da Sakarya ilinde endemik bir yılan türümüz olan Baran engereği (*Vipera (Pelias) barani*) de bulunmaktadır (Ilgaz, 2019).

Yine Acarlar Longozu'nda ek olarak 169 kuş türü tespit edilmiş olup 162'si Bern Sözleşmesi Ek-2 ya da Ek 3 listelerindedir. Ayrıca önemli bir kısmı da AB Kuş Direktifi kapsamındadır. Gökkuzgun (*Coracias garrulus*) ve Anadolu (küçük) sıvacıkuşu (*Sitta krueperi*) IUCN tehdit altına girebilir (NT) kategorisindedir (DKMP, 2013). Bu türlerden Anadolu sıvacıkuşu Ulusal Biyolojik Çeşitlilik Envanter ve İzleme Projesi'nde ildeki endemik kuş türü olarak gösterilmiştir. Ancak bu türün Yunanistan, Gürcistan ve Rusya'da küçük popülasyonları bulunduğu için endemik değildir. Ama türün popülasyonlarının çok büyük bir kısmı ülkemizde yaşamaktadır. Sakarya ilindeki çeşitli sulak alanlarda yapılan 2003 yılı kış ortası kuş sayımlarına göre 29 türden 55.884 kuş olduğu, su kuşları içerisinde Sakarmeke (*Fulica atra*) 32.374 bireyle populasyonu en geniş türdür. Kızıl gerdanlı dalgıç (*Gavia stellata*), kızıl boyunlu batağan (*Podiceps grisegena*) ve dikkuyruk (*Oxyura leucocephala*) sadece birer bireye rastlanmıştır (Arslangündoğdu, 2009). İldeki göllerden Poyrazlar Gölü'ndeki kuş türlerini belirlemeye yönelik diğer bir çalışmada 154 tür tespit edilmiştir (Uzun vd., 2009). Bu türlerden *Aythya nyroca* IUCN tehdit altına girebilir (NT), *Aquila heliaca* ise zarar görebilir (VU) kategorisindedir. Yüzölçümünün nispeten küçük olmasına rağmen tür sayısının fazla olmasının önemli olduğu*, Nycticorax nycticorax ve Egretta garzetta* gibi birçok balıkçılın gölde üremesinin kayda değer olduğu belirtilmektedir (Uzun vd., 2009).

İlde 44 iç su balığı bulunmaktadır (DKMP, 2021). Bunlardan bazıları Poyrazlar Gölü'nde belirlenen *Blicca bjoerkna, Rutilus rutilus, Scardinius erythrophthalmus, Tinca tinca, Esox lucius, Proterorhinus marmoratus, Perca fluviatilis* (Güneyli, 2019), Karasu'da belirlenen *Alburnoides bipunctatus, Barbus tauricus escherichi, Leuciscus cephalus, Rhodeus amarus, Cobitis vardarensis vardarensis* ve *Nemacheilus angorae* (İlhan & Balık, 2008) türleridir. Güneyli (2019) Poyrazlar Gölü'nde aynı zamanda istilacı yabancı türler olan *Carassius carassius* ve *Gambusia holbrooki* türlerinin de varlığını tespit etmiştir. Yayın (*Silurus glanis*), turna (*Esox lucius*), Çapak balığı (*Abramis brama*) ve tatlı su levreği (*Perca fluviatilis*) gibi türler iç sularda avlanmaktadır.

Karadeniz'e kıyısı olan Sakarya ilinde deniz balıkçılığı da önemlidir. Bat vd. (2011) ülkemizin Karadeniz kıyılarında 401 fitoplankton, 50 meroplankton, 5 denizanası, 120'si Polychaeta (Deniz halkalı solucanları) ve 115'i yumuşakçalardan olmak üzere toplam 421 zoobenthos tür, 151 balık türü ve 3 deniz memeli türü olduğunu yazmaktadırlar. Bu deniz memelileri mutur (*Phocoena phocoena*), tırtak (*Delphinus delphis*) ve afalina (*Tursiops truncatus*) türleridir. Yılmaz vd. (2017) Froese & Pauly (2015)'e atfen Karadeniz'e geçiş yapan türlerin artışına bağlı olarak Karadeniz'de bulunan toplam tür sayısının 165 olduğunu belirtmektedirler. Aynı çalışmada Karadeniz'de nesli tükenmiş (EX) 1, (*Acipenser nudiventris*), çok tehlikede (CR) 7 (*Acipenser gueldenstaedtii, Acipenser ruthenus, Acipenser stellatus, Acipenser sturio, Huso huso, Anguilla anguilla, Squatina squatina*), zarar görebilir (VU) 4 (*Acipenser percius, Alopias vulpinus, Gymnura altavela, Squalus acanthias*) ve tehdit altına girebilir (NT) 3 (*Raja clavata, Thunnus alalunga, Thunnus thynnus*) tür olduğu, *Syngnathus variegatus, Ponticola platyrostris, Engraulis encrasicolus, Ponticola kessleri* ve *Salmo labrax* türlerinin Karadeniz endemiği olduğu da vurgulanmaktadır. Sakarya özelinde yapılmış bir çalışmaya rastlanmamıştır. Ancak Kocaeli, Sakarya ve Düzce kıyılarındaki denizde Cyanophyta'lardan 30, Rhodophyta'lardan 126, Heterokontophyta'lardan 50, Chlorophyta'lardan 46 ve Magnoliophyta 3 tür olduğu bilgisine ulaşılmıştır (Aysel vd., 2006). Karadeniz'de yaygın olan deniz çayırı türlerinin (*Zostera marina* ve *Zostera noltii*) Sakarya ili kıyılarında olup olmadığına dair bir araştırmaya rastlanmamıştır. Ancak bulunması olasılığı oldukça yüksektir.

Eken vd. (2006) Sakarya Deltası'nda nesli küresel ölçekte tehlike altında olan çeşitli mersin balıklarının (*Acipenser gueldenstaedtii*, *Acipenser nudiventris*, *Acipenser ruthenus*, *Acipenser stellatus*, *Acipenser sturio* ve *Huso huso*) yaşadığını rapor etmişlerdir.

8.2. Habitatlar

Sakarya'da kıyılar, kumullar, göller ve çevresindeki sazlıklar, Sakarya Nehri'nin taşıdığı alüvyonlardan oluşan ovalar ve su kenarı (riperian) zonlar, tepelik ve dağlık alanlarda çok sayıda habitat bulunmaktadır. Bu habitatların EUNIS habitat sınıflandırmasına dağılımı Ulusal Biyolojik Çeşitlilik Envanter ve İzleme Projesi'nde incelenmiştir. Sadece 2. düzeye kadar yapılan sınıflandırmada 19 habitat sınıfı olduğu görülmektedir (Tablo 8-2).

Tablo 8-2: Nuh'un Gemisi Ulusal Biyolojik Çeşitlilik Veritabanına göre Sakarya'daki İkinci Düzey EUNIS Habitat Sınıflarındaki Habitatlar ve Sayıları (DKMP, 2021)

KOD	EUNIS habitat sınıfları	Sayı
A3	Denizaltı kayalıkları ve diğer sert taşlı yüzeyler	2
C1	Yüzey durgun iç sular	12
C2	Akarsular	5
C3	Yüzey iç suların kıyı bölgeleri	22
D5	Yüzey suyu olmayan sazlıklar, kamış yatakları	1
E2	Nemli çayırlar	66
FB	Çalı koruluğu	115

KOD	EUNIS habitat sınıfları	Sayı
G1	Geniş yapraklı yapraklarını döken ormanlar	197
G2	Geniş yapraklı her dem yeşil ormanlar	1
G3	İbreli ormanlar	94
G4	İbreli ve geniş yapraklı karışık ormanlar	138
G5	Ağaç sıraları, küçük insan yapımı ormanlar, yeni tıraşlanmış veya erken evresinde bulunan ormanlar ve küçük korular	126
I1	Ekilebilir arazi ve bostanlar	346
I2	İşlenmiş park ve bahçe alanları	175
J1	Şehir, kasaba ve köy binaları	46
J2	Düşük yoğunlukta binalar	84
J3	Maden çıkarma alanları	15
J4	Yol ağları ve diğer yapılmış sert yüzey alanları	2
X11	Büyük parklar	2

İlde ekilebilir arazi ve bostanlardan 346 habitat olduğu, bunu 197 habitat ile geniş yapraklı yaprak döken ormanların izlediği, 3. sırada ise işlenmiş park ve bahçe alanlarının geldiği Ulusal Biyolojik Çeşitlilik Envanter ve İzleme Projesi'nde yer almaktadır. Ancak Tablo 8-2'de verilen habitatlar içinde sahilde bulunan kumul habitatları gösterilmemiştir. Dolaysıyla ildeki habitatların daha fazla olduğu ortadadır.

8.3. Ekosistemler

CORINE arazi örtüsü sınıflandırmasına göre ilin yüzölçümü 482.118 ha'dır. 3. Seviye CORINE sınıflandırmasına göre ilde en geniş alan kaplayan arazi örtüsü %22 ile geniş yapraklı ormanlardır. Bunu %14'ile sulanmayan meyve alanları, %10'ar kadar olan sürekli sulanan alanlar, sulanmayan karışık tarım alanları ve karışık ormanlar izlemektedir (Tablo 8-3). İlde 2006-2018 yılları arasında sürekli sulanan alanlar, sulanmayan ekilebilir alanlar doğal bitki örtüsü ile karışık tarım alanları azalırken, sulanan ve sulanmayan karışık tarım alanları, sürekliliği olmayan kırsal yerleşim alanları, iğne yapraklı ormanlar artmıştır.

Tablo 8-3: CORINE Arazi Örtüsü Sınıflandırmasına Göre Sakarya İlindeki Arazi Örtüsü Sınıflarının Zamansal Değişimi (TOB, 2021)

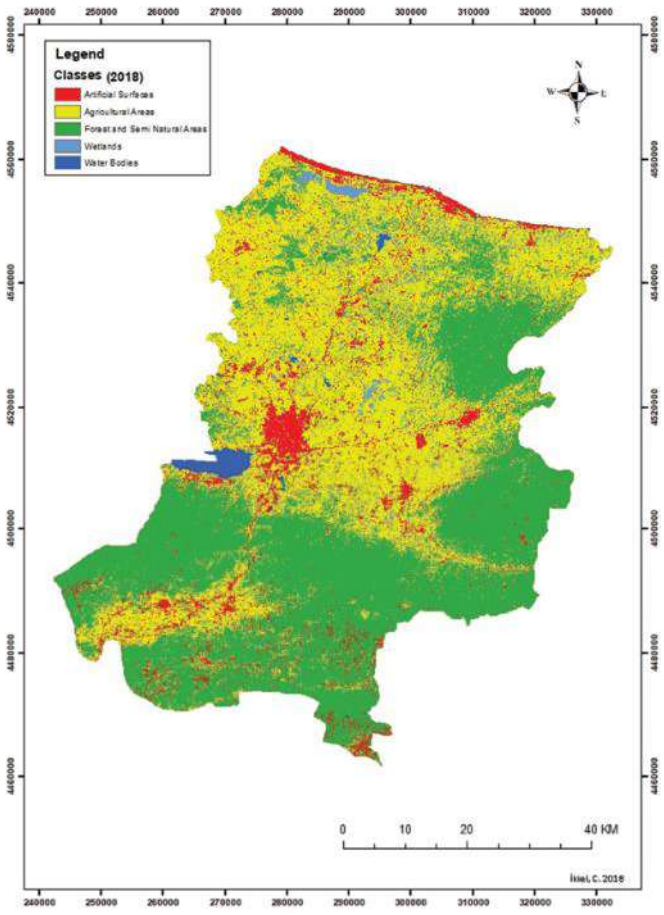
Arazi Örtüsü/Kullanımı	Ekosistem	1990	2000	2006	2012	2018	018-1990 Fark	018-2006 Fark
Sürekli Şehir Yapısı	Yerleşim			573	1.493	1.482	1.482	909
Sürekliliği Olmayan Kırsal Yerleşim Alanları	Yerleşim	1.634	1.827	2.667	2.726	3.144	1.511	477
Sürekliliği Olmayan Yerleşim Alanları	Yerleşim	5.845	7.577	6.026	8.528	8.661	2.816	2.635
Endüstriyel ve Ticari Birimler	Yerleşim	317	1.664	2.405	3.211	3.422	3.105	1.018
Karayolları, Demiryolları ve İlgili Alanlar	Yerleşim	48	126	166	192	192	144	25
Limanlar	Yerleşim					21	21	21
Maden Çıkarım Sahaları	Yerleşim	268	889	542	528	625	357	84
Boşaltım Sahaları	Yerleşim				31	31	31	31
İnşaat Sahaları	Yerleşim	25	398	838	702	976	951	137
Yeşil Şehir Alanları	Yerleşim	141	141	31	112	112	-28	82
Spor ve Eğlence Alanları	Yerleşim	93	271	25	270	270	177	245
Sulanmayan Ekilebilir Alanlar	Tarım	58.118	108.896	42.353	34.131	33.906	-24.212	-8.447
Sürekli Sulanan Alanlar	Tarım	70.304	19.262	69.518	52.914	52.750	-17.555	-16.769
Üzüm Bağları	Tarım	1.131	1.131	296	330	330	-801	34

Arazi Örtüsü/Kullanımı	Ekosistem	1990	2000	2006	2012	2018	018-1990 Fark	018-2006 Fark
Sulanmayan Meyve Alanları	Tarım	4.114	4.249	68.143	68.418	68.398	64.285	256
Sulanan Meyve Alanları	Tarım	933	903	1.644	3.550	3.550	2.617	1.906
Zeytinlikler	Tarım			43	43	43	43	0
Mera Alanları	Otlak	1.843	1.337	1.819	2.096	2.150	307	331
Sulanmayan Karışık Tarım Alanları	Tarım	44.631	46.172	43.547	49.654	49.102	4.471	5.555
Sulanan Karışık Tarım Alanları	Tarım	1.513	311	6.718	20.278	20.523	19.010	13.805
Doğal Bitki Örtüsü ile Karışık Tarım Alanları	Tarım	33.604	19.256	32.987	29.664	29.574	-4.030	-3.413
Geniş Yapraklı Ormanlar	Orman	90.077	95.103	108.568	108.822	108.048	17.971	-520
İğne Yapraklı Ormanlar	Orman	12.550	13.052	17.729	19.732	19.234	6.684	1.505
Karışık Ormanlar	Orman	113.694	126.449	49.194	49.428	49.340	-64.353	146
Doğal Çayırlıklar	Otlak	739	1.166	3.234	2.808	2.808	2.070	-426
Bitki Değişim Alanları	Orman	31.752	22.782	14.030	12.927	13.911	-17.841	-119
Sahiller, Kumsallar, Kumluklar	Diğer	2.442	4.391	2.449	1.927	1.910	-532	-539
Seyrek Bitki Alanları	Otlak				132	132	132	132
Yanmış Alanlar	Orman	186					-186	0
Bataklıklar	Sulak Alanlar	207	164	611	624	624	416	13
Su Yolları	İç Sular	1.534	4.298	1.338	2.164	2.164	630	826
Su Kütleleri		4.189	67	4.364	4.434	4.434	245	70
Denizler	Deniz	224	224	259	251	250	26	-8
Toplam		482.155	482.103	482.118	482.118	482.118	-38	0

Arazi örtüsü/kullanım ana sınıflarına göre bir değerlendirme yapıldığında ise il yüzölçümünün %54'ü tarım, %40'ı orman ve %4'ü yerleşim alanıdır (Tablo 8-4), (Şekil 8-2). 2006-2018 yılları arasında tarım alanları 7 bin ha kadar azalırken yerleşim alanları 5.663 ha ve orman alanları 1.015 ha ve iç sular 896 ha artmıştır. Kumullarda da 539 ha kadar bir azalma bulunmaktadır.

Tablo 8-4: CORINE Arazi Örtüsü Sınıflandırmasına Göre Sakarya İlindeki Arazi Örtüsü Sınıflarının Zamansal Değişimi (TOB, 2021)

Arazi Örtüsü/Kullanımı	1990	2000	2006	2012	2018	2018-1990 fark	2018-2006 fark
Tarım	214.348	200.179	265.250	258.982	258.176	43.827	-7.074
Otlak	2.582	2.504	5.053	5.036	5.090	2.508	37
Orman	248.259	257.385	189.521	190.909	190.534	-57.725	1.012
Yerleşim (yapay bölgeler)	8.371	12.891	13.273	17.792	18.937	10.566	5.663
Diğer (kumul ve kayalıklar)	2.442	4.391	2.449	1.927	1.910	-532	-539
Sulak Alan	207	164	611	624	624	416	13
İç sular	5.723	4.365	5.702	6.598	6.598	875	896
Deniz	224	224	259	251	250	26	-8
Toplam	482.155	482.103	482.118	482.118	482.118	-38	0



Şekil 8-2: CORINE Arazi Örtüsü Sınıflandırmasına göre 2018 yılında Sakarya'daki Başlıca Arazi Örtüsü (İkiel, 2018)

8.3.1. Orman Ekosistemleri

İl, Karadeniz ve Akdeniz iklimleri arasında bir geçiş tipine sahip olduğu için çok farklı orman toplumları bulunmaktadır. Hatta yer yer maki bitki örtüsüne de rastlanmaktadır. İlin 2012 yılı orman envanterine göre 202.707 ha olan orman alanı, 2015 yılında 208.226 ha'a yükselmiştir (Tablo 8-5). Sonraki yıllarda ise OGM verilerine göre orman alanı değişmemiş gibi görünmektedir. CORINE arazi örtüsü sınıflandırmasına göre ise il orman varlığı 2018 yılında 190.534 ha'dır. İki veri kaynağı arasındaki farkın birkaç nedeni bulunmaktadır. Öncelikle CORINE'nde uydu görüntüleri kullanılmaktadır. OGM verileri ise yersel ölçmelere dayanmaktadır. CORINE aynı yıldaki arazi örtüsü sınıflarını verirken OGM verileri 10 ya da 20 yılda bir tekrarlanan ölçümlerin sonuçları içermektedir ve bu nedenle aynı yıla ait değil, belli bir dönemdeki orman varlığıdır. Diğer yandan CORINE sınıflandırmasında kapalılığı (ağaç tepelerinin toprak yüzeyini örtme oranı) %10'dan fazla olan ağaçlı alanlar orman olarak sayılmaktadır. Buna karşılık ülkemizde kapalılığı %10'dan aşağı olan ağaçlı alanlar da Orman Kanunu'na göre orman olarak kabul edilmektedir. Ancak her iki veri kaynağına göre de son yıllarda orman alanlarında bir artış söz konusudur.

Tablo 8-5: Sakarya İlindeki Ormanların Alan, Ağaç Serveti Ve Artımlarının Yıllara Göre Değişimi (OGM, 2021a)

	2012	2015	2018	2019	2020
Orman Alanı (ha)					
Verimli koru	179.516	188.426	188.426	188.426	188.426
Boşluklu kapalı koru	23.191	19.800	19.800	19.800	19.800
Toplam Orman Alanı	202.707	208.226	208.226	208.226	208.226
Ağaç Serveti (m^3)					
Verimli koru	23.649.000	26.759.863	26.759.863	26.759.863	26.759.863
Boşluklu kapalı koru	1.079.000	0	0	0	0
Toplam Ağaç Serveti	24.728.000	26.759.863	26.759.863	26.759.863	26.759.863
Artım (m^3/yıl)					
Koru	727.000	809.241	809.241	809.241	809.241
Baltalık	50.000	0	0	0	0
Toplam Artım	777.000	809.241	809.241	809.241	809.241

Sakarya ilin genelinde nemli iklimlerin ağaç türü olan doğu kayını (*Fagus orientalis)* hakimdir. Ayrıca çeşitli meşe türleri de *(Quercus petraea, Quercus frainetto, Quercus cerris, Quercus coccifera*) yaygındır (Tablo 8-6) (Şekil 8-3). Bu meşe türleri nispeten daha kuru iklim şartlarında yaşamaktadır. Uzun yıllar baltalık olarak işletilen meşe ormanları 2000'li yıllardan itibaren koru ormanına dönüştürülmüştür. Yine nemli iklim bitkilerinden olan ve Karadeniz Bölgesi'nde sıkça görülen gürgen (*Carpinus betulus* ve *Carpinus orientalis*), Akçaağaç (*Acer* sp.) dışbudak (*Fraxinus* sp.), Anadolu kestanesi (*Castanea sativa*), çınar (*Platanus orientalis*), gümüşü ıhlamur (*Tilia argentea*) geniş yapraklı ormanlar içinde çoğunlukla karışık halde bulunurlar. İbreli ormanlardan ise en geniş yayılışa sahip tür kızılçam (*Pinus brutia*)'dır. Aslında Ege ve Akdeniz Bölgeleri'nde yoğun olarak bulunan bu tür, geçiş iklimi nedeniyle daha sıcak ve ılıman koşulların olduğu alçak yükseltilerde ve Sakarya Nehri'nin oluşturduğu vadi boyunca deniz etkisinin ulaştığı iç kesimlerde, Geyve ve Pamukova çevresinde bulunmaktadır (Şekil 8-4). İklimi nispeten daha kurak olan bu bölgeler Akdeniz iklimine daha yakındır.

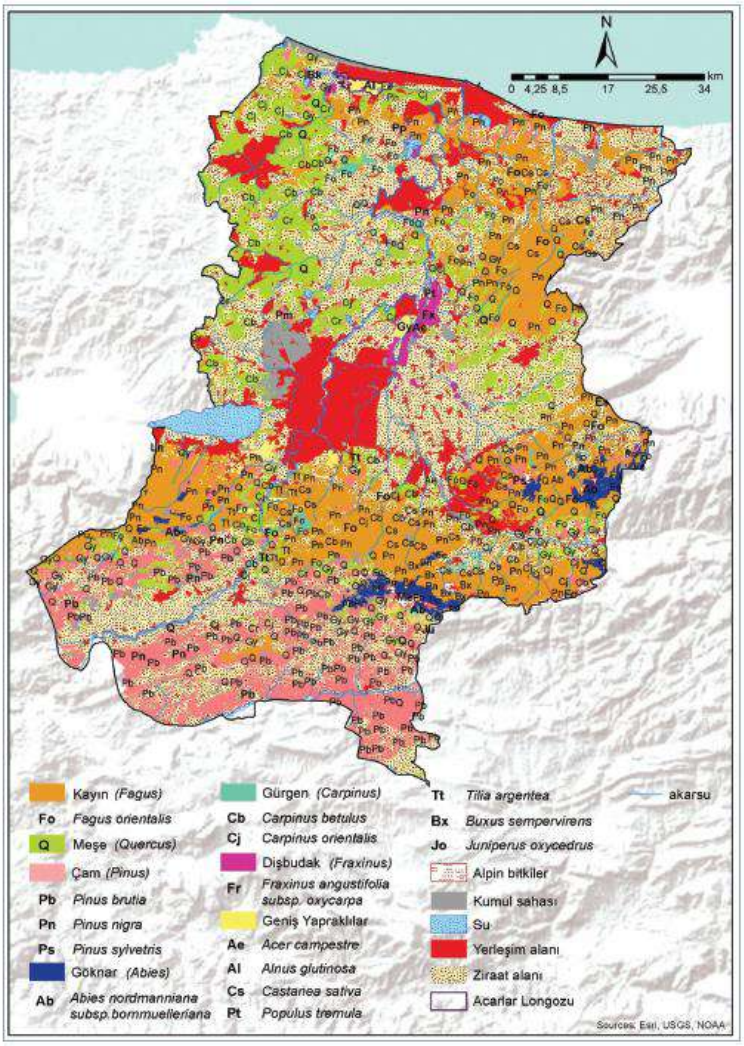
Tablo 8-6: Sakarya İlindeki Ormanların 2015 Yılı Envanterine Göre Ağaç Türlerine Dağılımı (OGM, 2016)

Ağaç türleri	Ağaç türü (Latince)	Koru Ormanları (ha)		
		Normal	Boşluklu kapalı	Toplam
Kızılçam	*Pinus brutia*	25.992	9.677	35.669
Karaçam	*Pinus nigra*	16.212	3.496	19.708
Sarıçam	*Pinus sylvestris*	725	49	774
Kazdağı göknarı	*Abies nordmanniana* subsp. *equi-trojani*	4.248	196	4.444
Sedir	*Cedrus libani*	1	0	1
Fıstıkçamı	*Pinus pinea*	46	2	48
Sahilçamı	*Pinus pinaster*	1.531	0	1.531
Radiata çamı	*Pinus radiata*	1	0	1
Kayın	*Fagus orientalis*	96.628	3.921	100.549
Meşe	*Quercus sp.*	5.635	297	5.932
Gürgen	*Carpinus sp.*	9.424	712	10.136
Kavak	*Populus sp.*	76	0	76
Kestane	*Castanea sativa*	223	24	247
Dışbudak	*Fraxinus sp.*	4.349	207	4.556
Ihlamur	*Tilia sp.*	600	13	613
Akçaağaç	*Acer sp.,*	7	0	7
Çınar	*Platanus orientalis*	2	0	2

Ağaç türleri	Ağaç türü (Latince)	Koru Ormanları (ha)		
		Normal	Boşluklu kapalı	Toplam
Fındık	*Corylus sp.*	8.947	2	8.949
Ceviz	*Juglans sp.*	115	9	124
Sapsız meşe	*Quercus petraea*	7.227	534	7.761
Macar meşesi	*Quercus frainetto*	208	6	214
Saçlımeşe	*Quercus cerris*	6.073	655	6.728
Kermes meşesi	*Quercus coccifera*	0	0	0
Yalancı akasya	*Robinia pseudo-acacia*	156	0	156
Toplam		188.426	19.800	208.226



Şekil 8-3: Söğütlü İlçesinde Baltalıktan Koruya Dönüştürülmüş Saçlı Meşe (Quercus Cerris) Ormanı (Foto: D. Tolunay)



Şekil 8-4: Sakarya İli Bitki Örtüsü Haritası (Koç, 2018)

Daha yüksek ve iklimin karasallaştığı yükseklerde karaçam ormanları yer alır. Soğuk ama karasal olmayan yağışlı dağlık alanlarda ise endemik bir tür olan Kazdağı göknarı (*Abies nordmanniana s*ubsp. *equi-trojani*) ve sarıçam ormanları küçük alanlar halinde olsa da ilin bitki örtüsünün zenginliğini gösterir. Bunlar haricindeki bazı türler ormanlara ağaçlandırma ile gelmiştir. Bunlardan Toros sediri (*Cedrus libani*) fıstık çamı (*Pinus pinea*) ülkemizin doğal türleridir ve ağaçlandırmalarda yoğun olarak kullanılmaktadır (Tablo 8-6). Ancak sahil çamı (*Pinus pinaster*), radiata çamı (*Pinus radiata*) ve yalancı akasya (*Robinia pseudo-acacia*) yabancı türlerdir. Bunlardan yalancı akasya aynı zamanda istilacı yabancı tür olarak kabul edilmektedir. İlde fındık (*Corylus* sp.) türünün de ormanları oluşturan türler içinde verilmesi ilginçtir. Fındık yabani olarak Karadeniz Bölgesi'ndeki ormanlarımızda bulunmaktadır. Ancak çoğunlukla çalı formlu olarak ve ormanların alt tabakasında yer almaktadır. Köylüler zaman zaman üst tabakadaki ağaçları keserek, hatta bazen fındık dikerek fındık ağacı sayısını artırmakta ve sonrasında bunlardan fındık toplamaktadır. Sakarya'da 9 bin ha kadar bir fındık ormanının bulunması bu yüzden ilginçtir ve köylüler tarafından oluşturulmuş olması kuvvetle muhtemeldir.

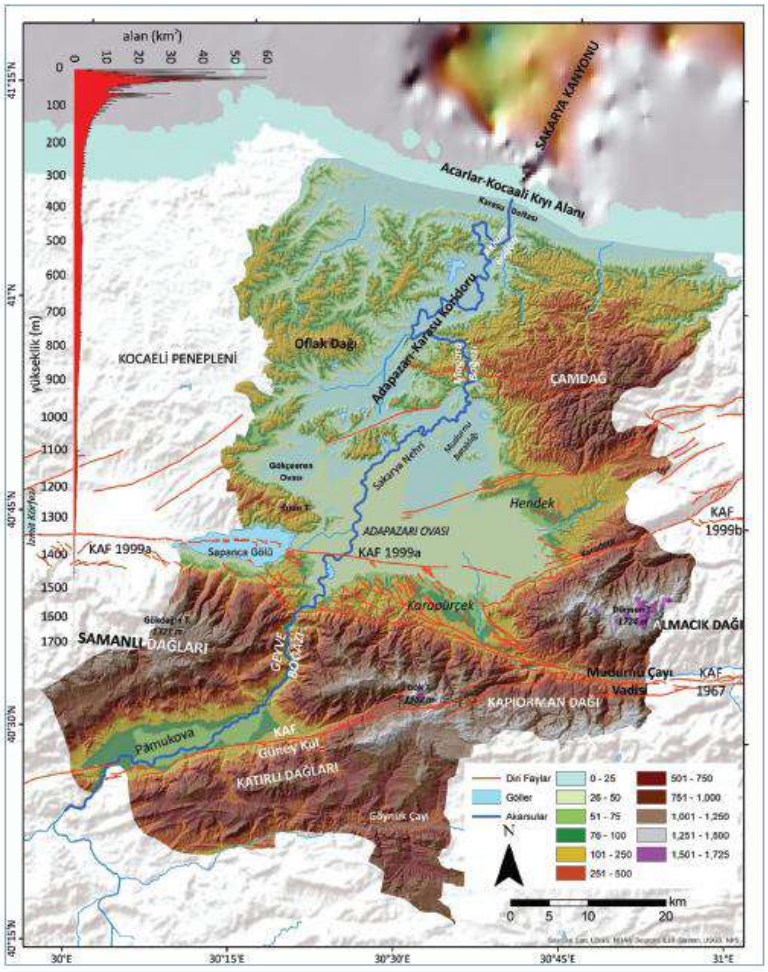
Pamukova çevresinde 500-600 m yükseltilere kadar ormanaltı bitki örtüsünde maki elemanlarına rastlanmaktadır. Bunlar yer yer kızılçam ormanlarının yok edildiği yerlerde asıl bitki örtüsüne döner. Maki bitki örtüsünde rastlanan başlıca türler *Phillyrea latifolia, Pistacia terebinthus, Juniperus oxycedrus, Styrax officinalis, Myrtus communis, Cistus creticus, Arbutus unedo, Arbutus andrachne*'dir.

Herdem yeşil sert yapraklı ormanlarla kışın yaprak döken yapraklı ormanlar arasındaki geçiş bölgelerinde ormanların tahrip edilmesiyle, herdem yeşil bitkiler kışın yaprak döken ormanların içine girerek yayılış alanlarını genişletebilirler. Akdeniz kuşağındaki dağlık alanlarda çoğunluğu herdem yeşil çalı türlerinden oluşan, ancak içinde gerçek gösterge maki bitki türlerinin bulunmadığı bitki örtüsüne pseudomaki adı verilmektedir (Özalp, 2000). Sakarya'da da Sapanca Gölü'nün güneyinde tahrip edilmiş kayın ve meşe ormanlarının yerinde bu pseudomaki bitki örtüsünü görülmektedir. Buralardaki başlıca psudomaki bitki türleri *Erica arborea, Phillyrea latifolia, Cercis siliquastrum, Arbutus unedo, Arbutus andrachne, Quercus coccifera, Fraxinus ornus* subsp. *ornus, Juniperus oxycedrus, Cornus mas* ve *Crataegus monogyna*'dır (Koç, 2018).

İlde ülkemizde sayısı oldukça azalmış olan subasar (longoz) ormanlarının bir örneği bulunmaktadır. Subasar ormanlar ya da longoz ormanları akarsuların denize döküldükleri noktalarda, bu akarsuların zamanla biriktirdikleri alüvyonlar üzerinde gelişen ormanlardır. Hatta bu nedenle alüvyal ormanlar olarak da adlandırılmaktadırlar. Akarsuların ağızlarında zaman zaman göller de oluşabilmekte ve subasar ormanlar bu göllerin çevresinde de bulunabilmektedir. Subasar ormanlar kış ve bahar aylarıyla birlikte akarsuların taşımış olduğu su miktarının artmasına bağlı olarak su seviyesinin yükselmesiyle su altında kalmaktadır. Göl kenarlarındaki subasar ormanlarında da göllerin su seviyesi yükselerek ormanları su basmaktadır. Bu durum aylarca sürebilmektedir. Bu gibi yerlerde taban suyunun da yüksek olması, derelerin dağlardan denize doğru akarken taşıdığı, denize yakın düz alanlarda biriken toprağın oldukça verimli olması ve bu verimli toprağın her yıl düzenli olarak taşınıp biriktirilmesi sonucunda, bilinen orman alanlarından farklı ve zengin bir bitki örtüsü bulunmaktadır. Ayrıca longoz ormanlarında birçok memeli, kuş, balık, sürüngen, böcek vb. hayvan türleri de diğer orman alanlarına oranla daha fazla bulunmaktadır. Bu zengin bitki ve hayvan çeşitliliği yanında longoz ormanları su taşkınlarının ve sellerin etkilerini frenleyerek insanları bu felaketlerden korumaktadır (Tolunay, 2000). Ülkemizde en geniş alana sahip subasar ormanlar İğneada (Kırklareli)'dır. Ayrıca Hendek-Süleymaniye, Adapazarı-Dokuma-Döşeme ve Meşeligöl, İzmit-Büyükderbent, Sinop-Bektaşağa-Aksaz, Samsun-Hacıosman, Samsun Yörükler (Galeriç) diğer bazı longoz ormanlarıdır (Pamay, 1967 ve Efe & Alptekin, 1989'a atfen Tolunay, 2000). Sakarya'daki Acarlar Longozu İğneada'dan sonra en büyük 2. longozdur. Kumulların, göl ve sazlıkların, orman alanlarının iç içe olduğu longozda ormanlarda dişbudak (*Fraxinus ornus*), kızılağaç (*Alnus* sp.), kızılcık (*Cornus* sp.), gürgen (*Carpinus betulus-Carpinus orientalis*), fındık (*Corylus* sp.), akçaağaç (*Acer platanoides- Acer campestre*), üvez (*Sorbus torminalis*) ve kayın (*Fagus orientalis*) gibi türler bulunmaktadır.

8.3.2. Dağ Ekosistemleri

Sakarya ilinin güneyinde Köroğlu Dağları'nın batı ucu bulunmaktadır. Bu dağlar Sakarya Nehri tarafından ikiye bölünmüştür ve Geyve Boğazı olarak adlandırılan bu vadinin iki yanında Adapazarı Ovası ve Pamukova yer almaktadır. Dağlar'ın Geyve Boğazı'nın batısında kalan kısmı Samanlı Dağları olarak adlandırılmaktadır. Sapanca Gölü'nün güneyinde kalan bu dağların en yüksek noktası dağlarının en yüksek noktası Gökdağın Tepe (1.325 m)'dir. Sakarya ili sınırları dışında kalan ancak önemli bir kış turizmi merkezi olan Kartepe (1.602 m) de bu silsile üzerindedir. Samanlı Dağları'nın devamı olan ve Geyve Boğazı'nın doğusunda kalan dağlar Almacık ve Kapıorman Dağları olarak adlandırılır. İlin doğusunda Bolu ve Düzce illerinin sınırında kalan Almacık (Elmacık) Dağları üzerindeki 1.724 m yükseltiye sahip Dikmen Tepe ilin en yüksek noktasıdır. Bu dağ grubunun diğer önemli bir dağı Keremali Dağı'dır (1.543 m). Mudurnu Çayı'nın güneyinde kalan dağlık silsile Kapıorman Dağı olarak anılmaktadır ve bu grubun en yüksek noktası ise 1.582 m ile Göktepe'dir. Adapazarı Ovası'nın kuzeydoğusunda yer alan Çamdağ kütlesi de 1.000'ye ulaşan yükseltisi ile ilin diğer önemli bir dağlık alanıdır. Sakarya Nehri'nin batısında, Kocaeli ile sınır oluşturan bölümde ise tepelik araziler yaygındır. Bu bölümün en önemli yükseltisi 353 m yükseltiye sahip Oflak Dağı'dır (Erturaç, 2018) (Şekil 8-5).



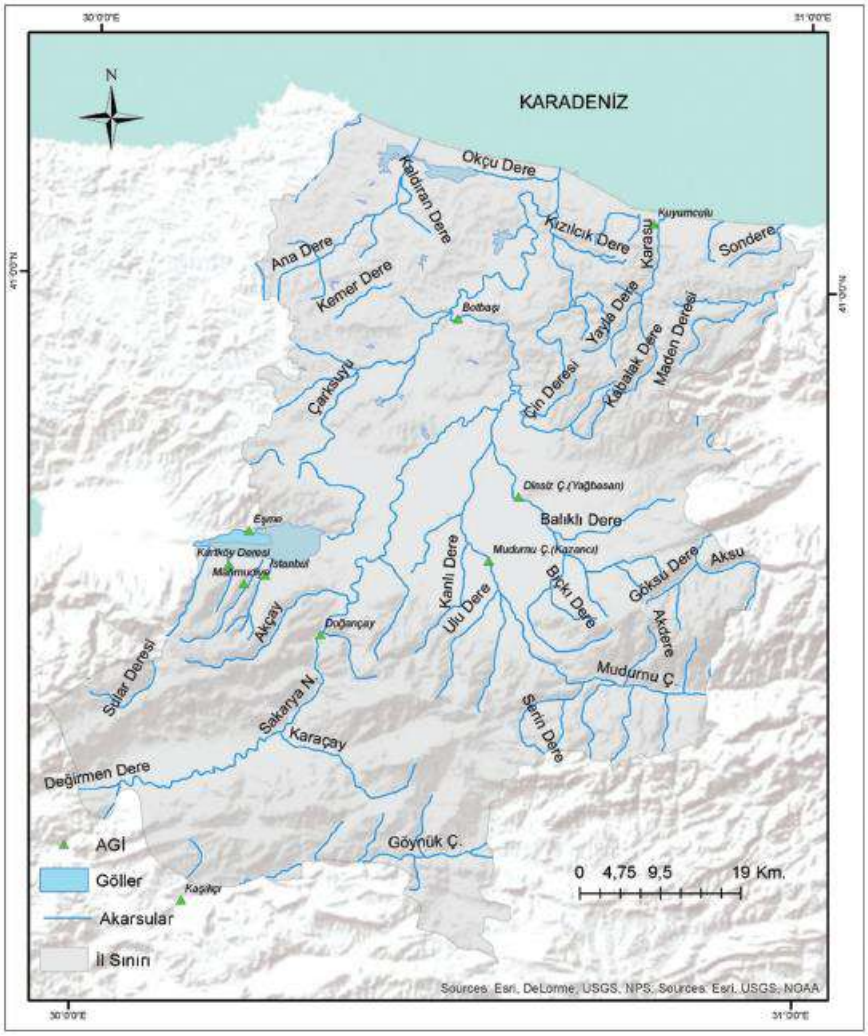
Şekil 8-5: Sakarya İlinde Yükseklik Basamakları ve İldeki Önemli Dağlar (Erturaç, 2018)

İlde dağlık alanlar çoğunlukla ormanlarla kaplıdır. Düz ya da az eğimli alanlardaki ormanlar zamanla tarım arazisine ya da fındıklıklara dönüşmüştür. Denize yakın (Karası çevresinde) tepelik arazilerin nemli kuzey yamaçlarında kayın, daha kuru güney yamaçlarında ise meşe ormanları bulunmaktadır. Kayınla birlikte nem isteği daha fazla olan gürgen, kestane, ıhlamur gibi türlere de rastlanır. Karadeniz'in nem etkisinde kalan dağlı alanlarda 1.200 m'lere kadar kayın ormanları yayılış gösterir. Almacık (Elmacık) dağlarında 1.300'den sonra Kazdağı göknarına rastlanır. Dikmen Tepe'de 1600 m'den sonra subalbin ve alpin kuşak başlar (Koç, 2018). Göktepe'de ise zirveler kayalıktır. İldeki dağlık alanlar aynı zamanda yaylacılık için de önemlidir. İldeki başlıca yaylalar Keremali, Dikmen, Çiğdem, Acelle, Davlumbaz, Turnalı, Haydarlar, Akar, Çiçekli, Yörükyeri, Yanık, Kirpiyan, Karagöl, Hamzapınar, Belengerme, Soğucak, Kırca ve Katırözü Yaylaları'dır (Bilgiç, 2007).

8.3.3. Akarsu Ekosistemleri

Sakarya ilinin en önemli akarsuyu, ile de adını veren Sakarya Nehridir. Ülkemiz sınırları içindeki en uzun üçüncü nehirdir. 810 km uzunluğundaki nehrin 155 km'si Sakarya ili içindedir (Atalay Dutucu, 2018). İle Pamukova'dan giriş yapan nehir Geyve Boğazı'ndan geçerek Adapazarı (Akova) Ovası'na ulaşır. İlin ortasından geçen Sakarya Nehri Karasu ilçesine bağlı Yeni Mahalle'den Karadeniz'e dökülür. Denize döküldüğü bölgede Kızılırmak ve Yeşilırmak Deltaları'na benzer bir delta oluşturmaz (Şekil 8-6). İkiel & Ustaoğlu (2011) bu durumu nehrin taşıdığı alüvyal maddelerin çeşitli ovalarda biriktirilmesi ve denize taşıdığı sedimentin az olmasına bağlamaktadır. Ayrıca karayel rüzgarları ve Karadeniz'in akıntılarının tipik bir delta oluşumuna izin vermediğini eklemektedirler. Aydın & Uysal (2013) da ek olarak Sakarya

Nehri üzerindeki barajlar nedeniyle taşınan sediment miktarının azaldığını ve nehir yataklarındaki kum ocakları nedeniyle de sediment taşımının engellendiğini ifade etmektedirler. Köklü & Özer (2018) de dere yataklarındaki kum ocakçılığı nedeniyle yatakların oyulduğu, erozyonun arttığı ve bu nedenle Aşağı Sakarya'da nehrin bulanık olduğunu açıklamaktadırlar.



Şekil 8-6: Sakarya İli Akarsu Ağı (Atalay Dutucu, 2018)

İl içinde Akçay, Karaçay, Mudurnu Çayı ve kolları (Dinsiz Dere, Balıklı Dere, Bıçkı Dere, Serin Dere, Ulu Dere, Kanlı Dere), Balıklı Dere, Çin Deresi, Çarksuyu, Darıçayır Deresi ve Kızılcık Dere Sakarya Nehri'ne karışırlar. Kabalakdere, Kaldıran Dere ve Sondere ise il sınırları içinde doğup doğrudan Karadeniz'e dökülen derelerdir. Maden Deresi de Yayladere ile birleşerek Karasu ilçesinin doğusundan Karasu (Karacasu) adıyla Karadeniz'e dökülmektedir (Atalay Dutucu, 2018). Sapanca Gölü'nün fazla sularını Sakarya Nehri'ne aktaran Çark Suyu da ildeki diğer bir deredir. Ülkemizin önemli nehirlerinden olan ve İstanbul'a su sağlayan Melen Nehri'nin bir kısmı da Sakarya il sınırları içinde akmaktadır. İlde ayrıca İstanbul Dere, Mahmudiye Dere, Karaçay Dere, Kurtköy Dere, Karadere, Kaymakçı ve Kuruçay Sapanca Gölü'nü beslemektedir (Eken vd., 2006).

Gerek ildeki çeşitli sanayi ve tarımsal faaliyetler, gerekse Sakarya Havzası'ndaki diğer noktasal ve yaygın kirleticiler nedeniyle Sakarya Nehri'nin il içindeki su kalitesi oldukça düşüktür. Köklü & Özer (2018) nehrin genel su kalitesinin IV. sınıf olduğunu belirtmektedir. Hatta Sakarya Nehri'nden İstanbul'a su

aktarmak için Manavpınarı Köyü yakınlarında su terfi merkezi yapılmıştır. Ancak su kalitesi nedeniyle nehirden su alınamamaktadır.

İldeki akarsular çok sayıda tatlı su balığına habitat oluşturmaktadır. Bu balıklar aynı zamanda avlanmakta olup bu açıdan yöre için önem arz etmektedir. Eken vd. (2006) Sakarya Deltası'nın bazı mersin balıkları için önemli olduğunu açıklamışlardır. Akarsuların kenarlarındaki su kenarı (riperian) zonlar çoğu yerde tahrip edilmişse de canlılar için halen sığınak görevi görmektedir.

Sakarya'daki akarsular üzerinde elektrik üretimi amaçlı inşa edilmiş HES'ler bulunmaktadır. Bunlar Sakarya Nehri üzerindeki Doğançay I, Adasu, Pamukova ile Kocaayak Deresi üzerindeki Haaraklı ve Bıçkı Deresi üzerindeki Akyazı HES'leridir. Ayrıca tarımsal sulama ve hayvancılık için yapılmış çok sayıda gölet de bulunmaktadır. Bunlardan bazıları Kaynarca Turnalı, Pamukova Çilekli ve Ferizli Nalköy'dür. Ayrıca 7.900 ha kadar bir tarım alanı Sakarya Nehri2nden çekilen sularla sulanmaktadır (Sakarya İli Çevre Durum Raporu, 2020).

8.3.4. Göller ve Diğer Sulak Alanlar

İldeki en önemli doğal göl Sapanca'dır (Şekil 8-7). Kocaeli ve Sakarya illerinde kalan ve doğal sit olarak koruma altındaki Sakarya'nın en önemli içme suyu kaynağıdır. Eken vd. (2006) tarafından gölde sakarmeke (*Fulica atra*) ve elmabaş patkaya (*Aythya ferina*) türlerinin en yüksek popülasyonu olan türler olduğu, küçük karabatak (*Phalacrocorax pygmeus*) ve Macar ördeği (*Netta rufina*) türleri gibi nadir su kuşlarının gölde kışladığı belirtilmektedir. Ayrıca gölde endemik bir kurbağa alt türü olan *Bombina bombina arifiyensis'in* yaşadığını, tehdit altındaki sarı lekeli zıpzıp (*Thymelicus acteon*) kelebeğinin de göl çevresinde yaşadığını eklemektedirler. Sazan (*Cyprinus carpio*), yayın (*Silurus glanis*), kızılkanat (*Scardinius erythrophthalmus*) ve kadife (*Tinca tinca*) türler gölde avlanan başlıca balıklardır. Köklü & Özer (2018) tarafından gölün genel su kalitesinin II. sınıf olduğu ifade edilse de sedimentlerde bakır ve nikel konsantrasyonlarının yüksek olduğu, bu durumun yakınlardaki otoyollardan ve atık su deşarjından kaynaklandığı açıklanmaktadır. Göl'ün zaman zaman su seviyesi düşmektedir. Bu durum göldeki buharlaşmanın artışı (Sandalcı, 2019) yanında gölden aşırı su çekimi de su seviyeleri üzerinde etkilidir.

İldeki diğer önemli göl Acarlar Gölü'dür. Göl aynı zamanda ulusal öneme sahip sulak alan olarak korunmaktadır. Göl2ün seviyesi yağışlı mevsimlerde 5-6 m'ye kadar yükselmekte, yaz mevsiminde ise 1 m'ye kadar düşmektedir. Göl çevresinde sulak alanlar, sazlıklar ve longoz ormanları gibi birçok ekosistem çok sayıda flora ve fauna elemanına habitatlar sağlamaktadır. Ancak göl üzerinde tarımsal faaliyetlerden kaynaklanan kirlilik, yoğun rekreasyonel kullanım, göl sularının sulama kanalları ile alınması, kaçak avcılık, denetimlerin yetersizliği gibi sorunlar olduğu Acarlar Longozu Sulak Alan Yönetim Planı (2014-2018)'nda yer almaktadır (DKMP, 2013).





Şekil 8-7: Sapanca Gölü (Foto: D. Tolunay)

İlde Sapanca ve Acarlar Gölleri'nden sonra en geniş su yüzeyinde sahip göl Büyük Akgöl'dür. Herhangi bir dere ile beslenmeyen ve Karadeniz'e 9 km kadar uzaklıkta olan gölün çevresi tarım alanlarından oluşmaktadır. Göl kenarlarına sazlıklar bulunmakta olup, bunlar kuşlara yuva imkanı sağlamaktadır ve bu nedenle mahalli öneme sahip sulak alandır. Geçmişte Gölkent Belediyesi tarafından içme suyu amaçlı kullanıldığı, ancak havzasındaki tarım alanları ve endüstriyel tesisler nedeniyle kirlilik baskısı altında olduğu rapor edilmektedir (Köklü & Özer, 2018). Yazarlar, 4 kanalla evsel atık sular ve tarımsal artıkların göle verildiğini, sulama kanallarıyla gölden su alınmasının göl seviyesini düşürdüğünü, bu nedenlerle gölde ötrofikasyon olduğunu yaz aylarında zaman zaman alg patlamaları yaşandığını da eklemektedirler.

Taşkısığı ya da Gökçeren Gölü Adapazarı ilçesindedir. Rekreasyonel amaçlı da kullanılan göl evsel atık sular, madencilik faaliyetleri, doğal gaz çevrim santrali gibi nedenlerle yoğun baskı altındadır (Köklü & Özer, 2018).

Sığ bir tatlısu gölü olan Küçük Akgöl de sazlıklar ve çevresindeki ormanların kuşlara habitatlar oluşturması nedeniyle mahalli sulak alan olarak ayrılmıştır. Göl oldukça sığ olduğu için (0,5-1,3 m) ötrofik göl sınıfında girmektedir (Köklü & Özer, 2018).

Sakarya Nehri'nin yatak değiştirmesi sonucu oluşan Poyrazlar Gölü de Adapazarı ilçesi sınırları içindedir. Yağmur sularıyla ve yeraltı sularıyla beslenen gölün küçük havzasının önemli bir bölümü ormanlarla kaplıdır. Doğusu ve güneyinde tarım alanları yer almaktadır. Göl kenarlarında sazlıklar bulunmaktadır.

Denizden 1.187 m yüksekte bulunan Keremali ya da Çamlıca Gölü Akyazı ilçesi sınırlarında kalmaktadır. Dağlık arazideki çukurlukta yağış suları ve yeraltı sularıyla beslenen küçük bir göldür. Havzası tamamen ormanlarla kaplıdır. Ancak az sayıda da olsa konutlar bulunmaktadır. İlin üçüncü mahalli öneme sahip sulak alanıdır. Göl kenarındaki sazlıklar kuşlar için önemli habitatlardır.

8.3.5. Deniz, Kıyı ve Kumul Ekosistemleri

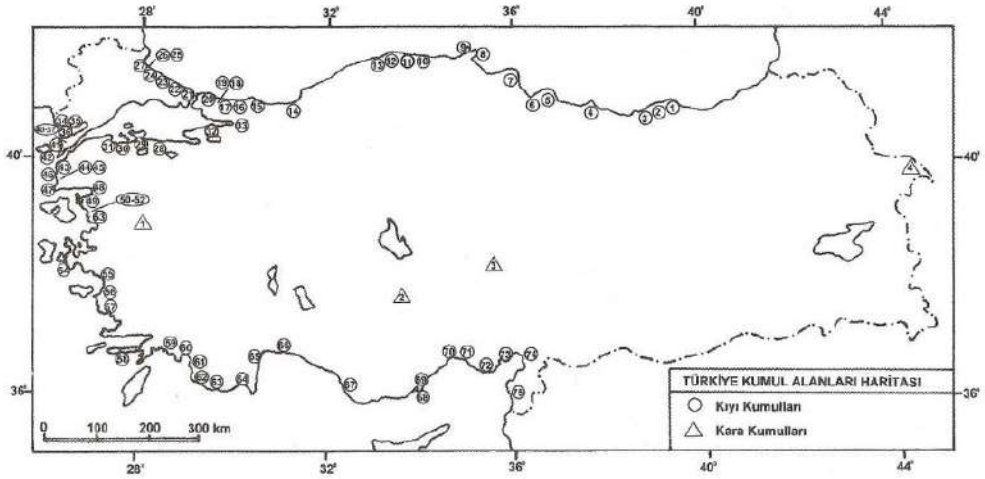
Sakarya ilinin kıyı uzunluğu yaklaşık olarak 60 km kadardır (Sakarya İli Çevre Durum Raporu, 2020). Ülkemizin 8.333 km uzunluğundaki kıyı şeridini %0,7'si Sakarya'dadır. Karadeniz kıyı şeridinin doğusunda kalan ve Düzce'yle sınır Melen Çayı'nın Karadeniz'e döküldüğü nokta ile, batıdaki Kocaeli sınırı arasındaki neredeyse tüm kıyı şeridi kumullardan oluşmaktadır. Bu kıyı şeridi üzerinde Karasu ve Yalı yerleşimleri bulunmaktadır. Erinç (2001)'e atfen Ertek (2011) ülkemizdeki 75 deniz kumulundan birisi olarak Karasu-Kefken arasındaki kumulları göstermektedir (Şekil 8-8). Bu kumullar Karadeniz'den esen şiddetli kuzey rüzgarları ve dalga hareketleri nedeniyle bir zamanlar lagün olan Acarlar Gölü'nün denizle bağlantısının kesilmesine neden olmuştur. Sonrasında Acarlar Gölü'nü Sakarya Nehri'ne bağlayan yeni bir dere oluşmuştur. Acarlar Gölü ile Karadeniz arasındaki bölümde yer yer yükseltisi 25 m'yi bulan kum tepeleri bulunmaktadır. Bu kumul tepelerinin üzerinde çeşitli çalı türleri gelerek kumulun sabitlenmesine katkı sağladıysa da gerek Acarlar Longozu'yla Karadeniz arasında gerekse diğer kumullarda halen aktif olan ve rüzgarla taşınan kumullar bulunmaktadır. Başoğlu Köyü yakınlarındaki bir kumulun sahil çamı (*Pinus pinaster*) ile ağaçlandırıldığı bilgisine ulaşılmıştır (Karaduman, 2019). Aksoy vd. (2013) Melenağazı yöresinde yaptıkları bir çalışmada yörede 32 kumul bitki taksonu olduğunu belirlemişlerdir. Teşhis edilen taksonlardan *Pancratium maritimum* ve *Jurinea kilaea* türleri nadir; *Centaurea kilaea* türü ise endemiktir. Karaduman (2019) tarafından da Acarlar Longozu'ndaki bitki türleri incelenmiş ve benzer türler tespit edilmiştir. Ancak Karaduman (2019) eski sabit kumullar üzerinde karaçalı (*Paliurus spina-christi)* türünün de olduğunu belirtmektedir. Ülkemizdeki diğer kıyı kumulların çoğunda da benzer şekilde hareketli ya da daha eski zamanlarda oluşmuş sabit kumullar bulunmaktadır. Ancak Sakarya'daki kumullar da bu incelemenin eksik olduğu anlaşılmaktadır. Ayrıca ildeki habitatlara değinilirken üzerinde durulduğu üzere Ulusal Biyolojik Çeşitlilik Envanter ve İzleme Projesi'nde belirlenen habitatların içinde kumul habitatlarına yer verilmemesi önemli bir eksikliktir. Farklı özelliklerde olan kumul habitatlarının bir kısmı BERN Sözleşmesi'nce de korunmak zorundadır.

Sakarya Nehri'nin denize döküldüğü noktanın doğusunda ve batısında kıyı erozyonu da olmaktadır. Örneğin 2008 yılında tamamlanan Karasu Limanı öncesinde nehir ağzının doğusunda 2003-2009 yılları arasında 60-70 m, 2009-2010 yıllarında ise 20-30 m kadar kıyı gerilemesi olduğu tespit edilmiştir (İkiel & Ustaoğlu, 2011). Başka bir çalışmada ise 1987-2013 yılları arasında nehir ağzının batısındaki bölümde 247 m kıyı erozyonu olduğu ortaya konmuştur (Aydın & Uysal, 2013). Yazarlar Karasu kıyılarından çıkarılan kum midyelerinin de deniz tabanına zarar verdiğini, buralardaki dalga kıran görevi gören kum tepelerinin bozulduğunu, deniz tabanının çukurlaştığını ve kum midyeciliğinin kıyı erozyonu nedenlerinden olduğunu eklemektedirler. Karasu yerleşiminin önündeki kıyı şeridinde erozyonu önlemek için yapılan dalgakıranların kıyı erozyonunu durdurmakta etkili olduğuna da dikkat çekmektedirler (Aydın & Uysal, 2013).

8.3.6. Korunan Alanlar

Sakarya'da bulunan farklı koruma statüsündeki alanların toplamı 65 bin ha kadardır (Tablo 8-7). Ancak bu korunan alanlarda çakışmalar olduğunu, aynı alanın birkaç farklı kategoriye girdiğini de belirtmek gerekmektedir. Aynı zamanda Göynük Kapıormanı Yaban Hayatı Geliştirme Sahası'nın bir bölümü de Bolu ilinde kalmaktadır. İlde milli park, tabiatı koruma alanı, Ramsar alanı ve özel çevre koruma bölgesi bulunmamaktadır. İldeki en önemli korunan alan 17.528 ha bir alana sahip olan Acarlar Longozu'dur ve 2019 yılında ulusal öneme sahip sulak alan olarak ilan edilmiştir. İldeki doğal sitler ve tabiat varlıklarının yönetiminden Tabiat Varlıklarını Koruma Genel Müdürlüğü sorumlu iken, tabiatı koruma

alanları, tabiat parkları, yaban hayatı geliştirme sahaları, Ramsar alanları, ulusal ve mahalli öneme sahip sulak alanların yönetiminden ise Doğa Koruma ve Milli Parklar Genel Müdürlüğü sorumludur. Muhafaza ormanları, gen koruma ormanları, tohum meşcereleri ve bahçeleri ile kent ormanları ise Orman Genel Müdürlüğü tarafından yönetilmektedir.



TÜRKİYE KIYI KUMULLARI:

1- Yalıköy
2- Tirebolu
3- Espiye
4- Ordu
5- Samsun-Merkez-Çarşamba ve Terme (Asarağaç-Sakarlı)
6- Samsun-Bafra ve Merkez (Yürükler-Yeşilköy)
7- Samsun-Alaçam ve Bafra (Alaçam-Balık Gölü)
8- Sinop-Karasu Çayı ağzı
9- Sinop-Erfelek(Sarıkum)
10- Çatalzeytin
11- Zarbana
12- Sakallı
13- Cide
14- Kocaeli ve Sakarya-Kaynarca ve Karasu (Karaağaç-Melen)
15- Kocaeli-Kandıra (Cebeci)
16- İstanbul-Şile (Ağva-Kurfallıaltı)
17- İstanbul-Şile (Kumbaba-Ağlayankaya)
18- İstanbul-Şile (Sofular-Sahilköy)
19- İstanbul-Şile (Karakiraz)
20- İstanbul (Riva-Anadolu Feneri)
21- İstanbul (Kilyos)
22- İstanbul-Çatalca (Ormanlı-Terkos)
23- İstanbul-Çatalca (Yalıköy)
24- İstanbul-Çatalca (Kastro)
25- Kırklareli-Vize (Kıyıköy)
26- Kırklareli-Demirköy (Servi Burnu)
27- Kırklareli-Demirköy (İğneada)
28- Bursa-Karacabey (Kocasu Deltası) ve Mudanya (Bayramtepe-Esence)
29- Balıkesir-Erdek (Belkıs Tombolosu)
30- Balıkesir (Gönen Deltası)
31- Balıkesir (Karabiga Deltası)
32- Kocaeli-Karamürsel (Hersek Deltası)
33- Kocaeli Merkez (İzmit'in güneyi)
34- Edirne-Enez (Meriç Nehri ağzı)
35- Edirne-Enez (Abdürrahim ve Mecidiye)
36- Çanakkale-Gelibolu (Bolayır)
37- Çanakkale-Gelibolu (Yıldız Koyu)
38- Çanakkale-Eceabat (Bayır Köy)
39- Çanakkale-Eceabat (Anafarta Limanı)
40- Çanakkale-Eceabat (Büyük Anafarta)
41- Çanakkale-Eceabat (Kilitbahir güneybatısı)
42- Çanakkale-Gökçeada (Aydıncık Burnu)
43- Çanakkale-Merkez (Kumburnu)
44- Çanakkale-Ezine (Yenikköy)
45- Çanakkale-Ezine (Dalyanköy-Poyraz Limanı)
46- Çanakkale-Bozcaada (Bozcaada batısı)
47- Çanakkale-Ayvacık (Tuzla)
48- Balıkesir-Edremit (Çoruk)
49- Balıkesir-Burhaniye (Armutova)
50- Balıkesir-Ayvalık (Yumra Burnu)
51- Balıkesir-Ayvalık (Sarmısaklı)
52- Balıkesir-Ayvalık (Altınova)
53- İzmir ve Balıkesir-Dikili ve Ayvalık (Altınova-Salihler)
54- Çeşme-Ilıca
55- İzmir-Selçuk (Pamucak)
56- Aydın-Kuşadası (Soğucak-Davutlar)
57- Aydın-Söke (Didim)
58- Muğla-Datça (Datça Körfezi)
59- Muğla-Köyceğiz (Dalyan kıyıları)
60- Muğla-Köyceğiz (Kayacık)
61- Muğla-Fethiye (Kargı)
62- Antalya ve Muğla-Kaş ve Fethiye (Gavurağalı-Gelemiş)
63- Antalya-Kaş (Kale-Beymelek)
64- Antalya-Kumluca ve Finike (Finike-Yeniceköy)
65- Antalya-Merkez (Konyaaltı)
66- Antalya-Manavgat-Alanya
67- Antalya-Gazipaşa
68- Mersin-Silifke (Taşucu-Paradeniz Dalyanı)
69- Mersin-Silifke (Göksu ağzı-Susanoğlu)
70- Mersin-Merkez ve Tarsus (Kazanlı)
71- Mersin-Tarsus (Dipsiz Göl)
72- Adana (Karataş)
73- Adana (Yumurtalık)
74- Hatay-Dörtyol (Turunçlu-Dörtyol)
75- Hatay-Samandağ (Kaburluk-Meydan)

TÜRKİYE KARA KUMULLARI

1- Manisa-Akhisar (Akselendi Ovası)
2- Konya (Karapınar)
3- Kayseri-Sultansazlığı-Develibatısı (Çöl Gölü)
4- Iğdır (Tuzluca)

Şekil 8-8: Türkiye'deki Kıyı ve Kara Kumulları (Erinç 2001'e atfen Ertek 2011)

Tablo 8-7: Türkiye ve Sakarya'daki 2021 yılı itibarıyla korunan alanların karşılaştırılması

Korunan Alan Sınıfı	Türkiye		Sakarya		Oran Sayı (%)	Oran Alan (%)
	Sayı	Toplam Alan (ha)	Sayı	Toplam Alan (ha)		
Tabiatı Koruma Alanı	31	46.455	0	0	0,00	0,00
Milli Park	46	908.543	0	0	0,00	0,00
Tabiat Anıtı	114	9.104	2	4,36	1,75	0,05
Tabiat Parkı	260	109.638	3	376,36	1,15	0,34
Yaban Hayatı Geliştirme Sahası	85	1.165.896	2	24.648,00[a]	2,35	2,11
Ramsar Alanı	14	184.487	0	0	0,00	0,00
Ulusal Öneme Haiz Sulak Alan	59	869.697	1	17.528,00	1,69	2,02
Mahalli Öneme Haiz Sulak Alan	22	29.266	3	3.332,00	13,64	11,39
Biyosfer Rezervi	1	25.258	0	0	0,00	0,00
Özel Çevre Koruma Bölgesi	19	2.582.970	0	0	0,00	0,00
Doğal Sit	2.554	1.768.948		5.817,00	0,00	0,33
Tabiat Varlığı (Anıt Ağaç)	8.431		71		0,82	0,00
Tabiat Varlığı (Mağara)	148		19		0,00	0,00
Muhafaza Ormanları	55	247.705	2	12.454,50	3,64	5,03
Gen Koruma Ormanları	340	43.279	2	259,2	0,59	0,60
Tohum Meşcereleri	312	40.697	10	859,7	3,21	2,11
Tohum Bahçeleri	212	1.540	6	36,2	2,83	2,35
Şehir (Kent) Ormanı	137	10.266	1	39,5	0,73	0,38
Toplam	**12.840**	**8.043.749**	**122**	**65.354,8**	**0,79**	**0,81**

[a] Göynük Kapıormanı YHGS'nın bir bölümü Bolu ilinde kalmaktadır

Kaynak: (https://www.tarimorman.gov.tr/DKMP/Menu/18/Korunan-Alan-Istatistikleri, http://www.says.gov.tr/istatistik ve Sakarya İli Çevre Durum Raporu (2020)'den derlenmiştir)

Sakarya'da doğal sit alanlarının toplamı 5.817 ha kadar kadardır (Tablo 8-8) ve İldeki anıt ağaçlarla birlikte Tabiat Varlıklarını Koruma Genel Müdürlüğü'nün sorumluluğundadır.

Tablo 8-8: Sakarya İlindeki Doğal Sitler (http://www.says.gov.tr/istatistik)

İl	1.Derece (ha)	2. Derece (ha)	3. Derece (ha)	Durumu Belirsiz (ha)	Kesin (ha)	Nitelikli (ha)	Sürdürülebilir (ha)	Toplam (ha)
Sakarya	4.562	46	157	4		1.047		5.817

İlde Doğa Koruma ve Milli Parklar Genel Müdürlüğü tarafından yönetilen korunan alanlardan tabiat parkı sayısı 3'tür. Toplam alanı 376 ha kadar olan bu tabiat parkları İl Ormanı Tabiat Parkı, Kuzuluk Tabiat Parkı ve Poyrazlar Gölü Tabiat Parkı'dır (Tablo 8-9). İldeki en geniş alana sahip olan ve geyiğin hedef tür olduğu Göynük Kapıormanı Yaban Hayatı Geliştirme Sahası 21.896 ha'dır. Ancak daha önce de açıklandığı üzere bir bölümü Bolu'dadır. Buna ek olarak Kaynarca Acarlar Gölü'nde de 2.752 ha büyüklükte bir Yaban Hayatı Geliştirme Sahası ayrılmıştır (Tablo 8-10). İlde ulusal öneme sahip sulak alan olan Acarlar Longozu'na ek (Tablo 8-11), toplam alanı 3.332 ha olan 3 göl mahalli öneme sahip sulak alan olarak korunmaktadır. Bunlar Büyük Akgöl, Küçük Akgöl ve Keremali Gölü'dür (Tablo 8-12). Ayrıca Doğançay Şelalesi ve Karagöl Yaylası Sarıçam ağacı ildeki 2 tabiat anıtıdır (Tablo 8-13).

Tablo 8-9: Sakarya İlindeki Tabiatı Parkları

İl	Tabiatı Parkı Adı	Alan (ha)	Kaynak Değeri	
			Tabii Değerler	Rekreasyon Değeri
Sakarya	İl Ormanı TP	102,91	Orman	Günübirlik kullanım, doğa yürüyüşü, fotosafari
Sakarya	Kuzuluk TP	42,45	Orman	Günübirlik kullanım
Sakarya	Poyrazlar Gölü TP	231,00	Orman, göl	Günübirlik kullanım, doğa yürüyüşü, fotosafari, çadırlı kamp
Toplam	**3**	**376,36**		

Kaynak: https://www.tarimorman.gov.tr/DKMP/Menu/18/Korunan-Alan-Istatistikleri

Tablo 8-10: Sakarya İlindeki Yaban Hayatı Geliştirme Sahaları

İl	Yaban Hayatı Geliştirme Sahası Adı	Alan (ha)	Hedef Türler
Sakarya	Kaynarca-Acarlar Gölü YHGS	2.752	Su Kuşları
Bolu+Sakarya	Göynük Kapıormanı YHG	21.896	Geyik
Toplam	**2**	**24.648**	

Kaynak: https://www.tarimorman.gov.tr/DKMP/Menu/18/Korunan-Alan-Istatistikleri

Tablo 8-11: Sakarya İlindeki Ulusal Öneme Sahip Sulak Alanlar

İl	Ulusal Öneme Sahip Sulak Alan adı	Alan (ha)
Sakarya	Acarlar Longozu	17.528

Kaynak: https://www.tarimorman.gov.tr/DKMP/Menu/18/Korunan-Alan-Istatistikleri

Tablo 8-12: Sakarya İlindeki Mahalli Öneme Sahip Sulak Alanlar

İl	Mahalli Öneme Sahip Sulak Alan adı	Alan (ha)
Sakarya	Büyük Akgöl	2.957
Sakarya	Küçük Akgöl	187
Sakarya	Keremali Gölü	188
Toplam	**3**	**3.332**

Kaynak: https://www.tarimorman.gov.tr/DKMP/Menu/18/Korunan-Alan-Istatistikleri

Tablo 8-13: Sakarya İlindeki Tabiat Anıtları

İl	Tabiatı Anıtı Adı	Alan (m^2)	Kaynak Değeri
Sakarya	Doğançay Şelalesi TA	42.300	Şelalenin 5 basamaktan oluşması ile birlikte harika orman manzaranın var olması
Sakarya	Karagöl Yaylası Sarıçamı TA	1 300	Sıra dışı bir gelişim gösteren 200 yaşındaki sarıçam ağacının boyunun 17 metre, çapı 1,5 metre, çevresi 4,5 metre olması
Toplam	**2**	**43.600**	

Kaynak: https://www.tarimorman.gov.tr/DKMP/Menu/18/Korunan-Alan-Istatistikleri

Orman Genel Müdürlüğü sorumluluğu altında 12.422 ha alana sahip 2 muhafaza ormanı (Tablo 8-14), 259 ha büyüklüğünde 2 gen koruma ormanı (Tablo 8-15), 859,70 ha kadar toplam alana sahip 10 tohum meşceresi (Tablo 8-16) ve toplam alanı 36,20 ha kadar olan 2 tohum bahçesi bulunmaktadır (Tablo 8-17). İlin tek şehir (kent) ormanı 39,5 ha bir alana sahiptir ve Adapazarı ilçesindedir (Tablo 8-18).

Tablo 8-14: Sakarya İlindeki Muhafaza Ormanları

İl	Alan Adı	Orman Alanı (ha)	Ormansız Alan (ha)	Toplam Alan (ha)
Sakarya	Uludere	2.239,20	8,80	2.248,00

İl	Alan Adı	Orman Alanı (ha)	Ormansız Alan (ha)	Toplam Alan (ha)
Sakarya	Sapanca Gölü	10.206,50		10.206,50
Toplam	**2**	**12.445,70**	**8,80**	**12.454,50**

Kaynak: https://www.tarimorman.gov.tr/DKMP/Menu/18/Korunan-Alan-Istatistikleri

Tablo 8-15: Sakarya İlindeki Gen Koruma Ormanları

İl	Orman Ağacı Türü	Orman İşletme Md.lüğü/Şefliği	Alan (ha)
Sakarya	Kızılçam (*Pinus brutia*)	Geyve-Kayaboğazı	133,10
Sakarya	Sapsız Meşe (*Quercus petraea*)	Akyazı-Dokurcun	126,10
Toplam	**2**		**259,20**

Kaynak: https://www.tarimorman.gov.tr/DKMP/Menu/18/Korunan-Alan-Istatistikleri

Tablo 8-16: Sakarya İlindeki Tohum Meşcereleri

İl	Orman Ağacı Türü	Orman İşletme Md.lüğü/Şefliği	Alan (ha)
Sakarya	Sarıçam (*Pinus Sylvestris*)	Akyazı-Dokurcun	56,00
Sakarya	Kazdağı göknarı (*Abies nordmanniana* subsp. *equi-trojani*)	Hendek-Aksu	60,00
Sakarya	Kazdağı göknarı (*Abies nordmanniana* subsp. *equi-trojani*)	Akyazı-Dokurcun	56,10
Sakarya	Kazdağı göknarı (*Abies nordmanniana* subsp. *equi-trojani*)	Akyazı-Dokurcun	147,00
Sakarya	Doğu Kayını (*Fagus orientalis*)	Hendek-Hendek	169,70
Sakarya	Doğu Kayını (*Fagus orientalis*)	Akyazı-Bozkaya	107,50
Sakarya	Kayın Gövdeli Akçaağaç (*Acer trautvetteri*)	Hendek-Aksu	59,40
Sakarya	Sivri Meyveli Dişbudak (*Fraxinus angustifolia*)	Hendek-Süleymaniye	39,90
Sakarya	Radiata Çamı (*Pinus radiata*)	Adapazarı-Kaynarca	1,00
Sakarya	Kızılçam (*Pinus brutia*)	Geyve-Kayaboğazı	163,10
Toplam	**10**		**859,70**

Kaynak: https://www.tarimorman.gov.tr/DKMP/Menu/18/Korunan-Alan-Istatistikleri

Tablo 8-17: Sakarya İlindeki Tohum Bahçeleri

İl	Orman Ağacı Türü	Orman İşletme Md.lüğü/Şefliği	Alan (ha)
Sakarya	Sarıçam (*Pinus sylvestris*)	Akyazı-Dokurcun	5,50
Sakarya	Karaçam (*Pinus nigra*)	Adapazarı-Söğütlü	8,90
Sakarya	Sarıçam (*Pinus sylvestris*)	Adapazarı-Söğütlü	6,70
Sakarya	Karaçam (*Pinus nigra*)	Karasu-Karasu	5,20
Sakarya	Karaçam (*Pinus nigra*)	Hendek-Karadere	7,60
Sakarya	Karaçam (*Pinus nigra*)	Hendek-Karadere	2,30
Toplam	**6**		**36,20**

Kaynak: https://www.tarimorman.gov.tr/DKMP/Menu/18/Korunan-Alan-Istatistikleri

Tablo 8-18: Sakarya İlindeki Şehir (Kent) Ormanları

İl	İlçe	Şehir Ormanı Adı	Alan (ha)
Sakarya	Adapazarı	Sakarya Şehir Ormanı	39,5

Kaynak: https://www.tarimorman.gov.tr/DKMP/Menu/18/Korunan-Alan-Istatistikleri

Sıralanan bu korunan alanlara ek olarak çeşitli sivil toplum kuruluşları tarafından da ülkemizde önemli kuş alanları (ÖKA), önemli bitki alanları (ÖBA) ve önemli doğa alanları (ÖDA) tanımlanmıştır. Hem bu önemli alanlar hem de korunan alanlar çoğu zaman örtüşmektedir. Örneğin Sakarya ili özelinde

Sapanca Gölü hem önemli Kuş Alanı (Yarar & Magnin, 1997) hem de Önemli Doğa Alanı (Eken vd., 2006) olarak önerilmiştir. Göl aynı zamanda doğal sit olarak koruma altındadır. Ama hem Özhatay vd. (2005) tarafından Kefken-Karasu ÖBA, hem de Eken vd. (2006) tarafından Sakarya Deltası ÖDA adıyla önerilen kıyı kumullarını, Acarlar Gölü'nü ve Akgölü, bunların çevresindeki sazlıkları, subasar ormanları içeren 34 bin ha kadar bir alanın ancak bir kısmı yasal koruma altındadır. Bu gibi henüz koruma statüsüne sahip olmayan ancak biyolojik çeşitlilik açısından önemli alanlar korunan alanların genişletilmesi için fırsat sunmaktadır. Diğer yandan daha önce de değinildiği üzere Ulusal Biyolojik Çeşitlilik Envanter ve İzleme Projesi kapsamında Sakarya'da belirlenen habitatların içinde kumul habitatlarına yer verilmemiştir. Ancak Kefken ile Karasu arasında yaklaşık 40 km uzunluğunda kıyı kumulları bulunmaktadır ve buralar barındırdığı kumul bitkileri nedeniyle ÖBA ve ÖDA olarak önerilmiştir.

8.4. Ekosistemlerin Sağlamış Oldukları Ekosistem Hizmetleri

Sakarya'da ekosistemlerden başta gıda tedariki olmak üzere çok farklı şekillerde yararlanılmaktadır. İlde tarım ekosistemlerinden başta mısır olmak üzere, buğday, şekerpancarı, fiğ, yonca, ayçiçeği gibi ürünler ile meyve ve sebzeler üretilmektedir. Meyve olarak üzüm, elma, armut, ayva ve kiraz yaygındır. Ancak en önemli ürün fındıktır. Yine daha önce değinildiği üzere fındıklıkların bir kısmı ormanların kesilmesiyle oluşturulmuştur. İlde hayvancılık da oldukça önemlidir. İlde büyükbaş hayvan sayısı yıllar içinde artsa da çok fazla değişmemiştir. Hayvancılığın ilde mera alanlarının fazla olmaması nedeniyle besi (ahır) hayvancılığına dönüştüğü belirtilmektedir (Karakuzulu ve Arıcı, 2018). Ancak küçükbaş hayvan sayısı yıllar içinde çok daha fazla artmıştır. 2009 yılında 34 bin kadar olan koyun ve keçi sayısı 2017 yılında 62 bini aşmıştır. 1990'lı yıllarda daha yoğun olarak yapılan ipekböcekçiliğinin de gerilediği ve 2950 handen 68 haneye düştüğü de Karakuzulu ve Arıcı (2018) tarafından açıklanmaktadır. İlde iç sular ve denizlerde de balıkçılık yapılmakta denizlerden kum midyesi çıkarılmaktadır. İç sularda avlanan balık miktarı **Tablo 8-19**'da verilmiştir.

Tablo 8-19: Sakarya İlinde Avlanan İç Su Ürünleri (TÜİK, 2021)

Avlanan Tatlı Su Ürünleri	Avlanan Tatlı Su Ürünü Miktarı (Ton)										
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Alabalık	7										
Çapak	2	3,2	3	2	2	1	1	1	1	1	1
Gümüş	1	1	1								
Kadife	0,5										
Karabalık	2	2	2	1	2	1	1	2	1	1	1
Kayabalığı	2										
Kefal	13	15	12	10	10	8	8	5	4	5	5
Kızılkanat	16	17,7	15	10	10	8	8	5	4	4	4
Salyangoz	127	130	182,1	120	18	47	13	478	661	185	
Sazan	229	191,2	200	170	160	135	80	50	42	38	36
Siraz											
Yayın	55	45	33	23	20	15	13	10	8	8	8
Turna	12	16	12	11	10	8	10	8	6	5	5
Diğer	1	1	3	3	3	4	4	5	5	5	5
Toplam	**467,5**	**422,1**	**463,1**	**350**	**235**	**227**	**138**	**564**	**732**	**252**	**65**

Tarım, iç sular ve denizlerden üretilen ya da avlanan gıda amaçlı ürünler ekosistem hizmetlerinden tedarik hizmetleri olarak adlandırılmaktadır (Tablo 8-20). Bir bakıma bu gıdaların üretilmesi ekosistemlerin sağlıklı olmasıyla yakından ilgilidir.

Tablo 8-20: Ekosistem Hizmetleri

Ekosistem Hizmet Kategorileri	Ekosistem Hizmetleri	Örnekler
Tedarik	Gıda	Meyve, sebze, tahıl, odun dışı orman ürünleri, av ve çiftlik hayvanları vb.
	Temiz su	İçme ve kullanma suyu
	Odun ve lif	Odun, kâğıt, ahşap esaslı levha, pamuk, ipek, keten, yenilenebilir enerji, vb.
	Balık ve diğer deniz ürünleri	Balık, midye, ıstakoz vb.
	Süs	Peyzaj düzenlemede kullanılan bitkiler, takılar, kürk, akvaryum balıkları, deniz kabukları vb.
	Mineral hammaddeler	Kum, çakıl, toprak vb.
	İlaçlar, biyokimyasallar	Etken madde elde edilmesi, kanser vb. hastalıkların tedavisi için potansiyel oluşturması
	Diğer	Deri, boynuz vb.
	Genetik kaynaklar	Biyokimyasal modeller, testler için kullanılan canlılar
Düzenleme	Tozlaşma ve tohum dağılımı	Böcekler, rüzgâr gibi faktörler ile polenlerin ve tohumların taşınması
	İklim düzenleme	Ağaçların tepe taçlarıyla toprağı gölgeleyerek düşük sıcaklık oluşturması, fotosentezle ve okyanuslarda karbonik asit oluşumu ile CO_2'nin azaltılması
	Doğal afet önleme	Ormanların ve sulak alanların suyun toprağa sızmasını sağlayarak depolaması ve hızını azaltması
	Su temizleme	Toprak içinde suyun filtrelenmesi, sulak alanlarda kirleticilerin çökmesi ve organik atıkların parçalanması, tuzluluğun azaltılması vb.
	Erozyon önleme	Bitkilerin yağış şiddetini azaltarak ve kökleriyle toprağı tutarak erozyonu önlemesi, rüzgâr perdesi oluşturarak rüzgâr erozyonunu önlemesi
	Hava kalitesi düzenleme	Atmosferdeki toz ve diğer kirleticilerin azaltılması, fotosentezle oksijen üretilmesi
	Hastalık ve zararlıların azaltılması	Kuşların zararlıları yemesi, yılanların fare populasyonur azaltması vb.
	İstilacı türlere dayanıklılık	Direnci yüksek ekosistemlerde istilacı türlerin yayılmasının güç olması
Destekleme	Habitat oluşturma	Doğadaki bitki ve hayvanlar için uygun yetişme/yaşama ortamları oluşturması
	Toprak oluşumu	Kayaların ayrışması, humus oluşturma, toprağın taşınmasının önlenmesi
	Fotosentez (birincil üretim)	Bitkilerin fotosentezle organik madde üretmesi
	Besin maddesi döngüsü	N, P, K, S gibi besin maddelerinin canlılarda birikmesi ve biyojeokimyasal döngüsü
	Su döngüsü	Suyun atmosfer, canlılar, karalar ve sular arasında evapotranspirasyon ve intersepsiyon ile gerçekleşen döngüsü, haliçlere ve nehir ağzı ekosistemlere su taşınması vb.
Kültürel	Rekreasyon ve estetik değerler	Doğa yürüyüşleri, piknik, kampçılık, dağcılık, su sporları vb.
	Eğitsel ve ilham verici değerler	Film, kitap, şiir, resim gibi sanat dalları ile mühendislik, mimarlık gibi alanlarda doğadan esinlenilmesi
	Ahlaki ve ruhani değerler	Doğanın din ve kültürlerdeki yeri

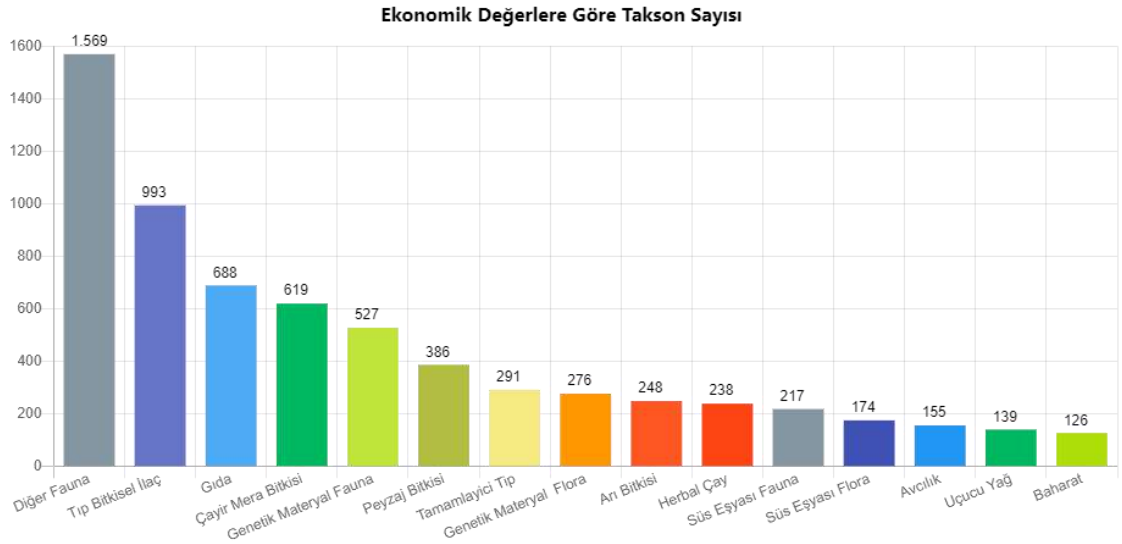
Ekosistem Hizmet Kategorileri	Ekosistem Hizmetleri	Örnekler
	Bilim ve Eğitim	Okul gezileri, doğadaki bilimsel araştırmalar

Kaynak: Tolunay (2019) tarafından MAE, (2005) ve De Groot vd. (2010)'dan değiştirilerek hazırlanmıştır.

Ancak proje kapsamında tarım, hayvancılık ve balıkçılık ayrı birer sektör olarak incelendiği için biyolojik çeşitlilik ve ekosistem hizmetleri başlığı altında irdelenmemiştir. Ama tarım, hayvancılık ve balıkçılık faaliyetlerinin aynı zamanda ekosistem hizmeti olduğu konusunda farkındalığın arttırılmasına, bu ekosistemlerden aşırı yararlanmanın hem sosyo-ekonomik etkileri olacağı hem de ekosistemleri tahrip ederek iklim değişikliğine karşı daha kırılgan hale getireceğine dikkat çekilmesine ihtiyaç bulunmaktadır. Benzer şekilde ildeki akarsu ve göl ekosistemlerinden içme suyu ve sulama suyu olarak yararlanılmaktadır. Su da bir ekosistem tedarik hizmetidir. Bu su ekosistemlerinin iklim değişikliği ya da kirlilik gibi nedenlerle tahrip olması durumunda toplum ekosistem hizmetlerinden yararlanamayacaktır. Su kaynakları da proje kapsamında ayrı bir sektör olarak ele alındığı için burada üzerinde fazla durulmamıştır.

Nuh'un Gemisi Ulusal Biyolojik Çeşitlilik Veritabanı'na göre ildeki flora faunanın önemli bir kısmı ekonomik değere sahiptir. Örneğin il genelindeki taksonların 993'ü tıp-bitkisel ilaç, 688'i gıda, 619'u çayır/mera bitkisi olarak kullanılmaktadır (Şekil 8-9). Orman Genel Müdürlüğü tarafından planlı bir şekilde bazı odun dışı orman ürünleri (ODOÜ) toplatılmaktadır (Tablo 8-21).

Ormanlardan elde edilen en önemli tedarik hizmetlerinden birisi de odun hammaddesidir. 2012 yılında 504 milyon m^3 olarak gerçekleşen odun üretimi sonraki yıllarda 358-389 milyon m^3 civarında gerçekleşmiş, 2018 yılından sonra sürekli artarak 2020 yılında 577 milyon m^3'e çıkmıştır. İlde ağırlıklı olarak lif-yonga odunu, tomruk ve kağıtlık odun üretilmektedir (Tablo 8-22).



Şekil 8-9: Sakarya İlindeki Taksonların Ekonomik Değerlerine göre Kullanıldıkları Alanlar (DKMP, 2021)

Arıcılık diğer bir tedarik ekosistem hizmetidir. Ordu ve Muğla illerinin sırasıyla 17.057 ton ve 14.688 ton bal üretimi ile ilk 2 sırayı aldığı 2019 yılı istatistiklerine göre Sakarya 636 ton bal üretimi ile orta sıralarda gelmektedir. İl genelinde 900 işletme 70.732 kovan ile bal üretimi gerçekleştirmektedir (Arıcılık Araştırma Enstitüsü, 2021).

Ekosistemlerin sağladığı diğer bir hizmet de atık işleme olarak adlandırılmaktadır. Ülkemizde ve Sakarya ilinde kanalizasyonlar ve arıtmadan geçirilen sular akarsular ya da göllere deşarj edilmektedir.

Tablo 8-21: Sakarya İlinde Toplanılan Odun Dışı Orman Ürünleri (ODOÜ)

Tür Adı	Faydalanılan Kısım
Tavşanmemesi (*Ruscus aculeatus*)	Rizom
Fındık (*Corylus avellana*)	Meyve
Biberiye (*Rosmarinus officinalis*)	Toprak Üstü Kısım
Adaçayı (*Salvia fruticosa*)	Toprak Üstü Kısım
Defne (*Laurus nobilis*)	2-3 Yıllık Sürgün
Gölsoğanı (*Leucojum aestivum*)	Yaprak
Kestane (*Castanea sativa*)	Meyve
Gümüşi ıhlamur (*Tilia tomentosa*)	Yapraklı Çiçek
Ceviz (*Juglans regia*)	Meyve
Acı sütlü mantar (*Lactarius piperatus*)	Meyve (Mantar)
Çam kanlıca mantarı (*Lactarius deliciosus*)	Meyve (Mantar)
Alıç (*Crataegus orientalis*)	Meyve (Mantar)
Şimşir (*Buxus sempervirens*)	Çok Yıllık Sürgün
Zahter (*Thymbra spicata*)	Toprak Üstü Kısım
Boz ardıç (*Juniperus excelsa*)	Meyve
Menengiç (*Pistacia terebinthus*)	Meyve
Sumak (*Rhus coriaria*)	Meyve
Laden (*Cistus creticus*)	Taze Sürgün

Kaynak: https://oduhservis.ogm.gov.tr/

Tablo 8-22: Sakarya İlinde Ormanlardan Üretilen İşlenmemiş Odun Miktarları (m3) (OGM, 2021)

İşlenmemiş Odun Çeşitleri	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Tomruk	73.146	41.421	53.924	64.694	69.936	79.483	94.833	137.979	148.802
Tel Direği	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Maden direği	151	23	111	617	882	547	85	4	380
Sanayi odunu	16.603	8.384	9.598	8.378	10.873	7.855	7.995	9.116	9.293
Kağıtlık odun	59.444	32.683	40.278	50.820	61.987	54.610	65.628	101.826	118.589
Lif-yonga odunu	195.125	149.654	159.268	172.389	156.843	148.830	185.386	185.204	205.322
Sırık	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Yakacak odun	160.262	126.245	101.873	92.145	86.588	88.250	90.105	94.741	94.436
Toplam	**504.731**	**358.410**	**365.052**	**389.043**	**387.110**	**379.575**	**444.032**	**528.870**	**576.822**

Ekosistemlerin topluma sağladığı bir diğer fayda kültürel ekosistem hizmetleridir. Bunların başında rekreasyonel kullanım gelmektedir. Ormanlar, göller ve akarsular insanlar tarafından ziyaret edilmektedir. Sakarya'da da başka korunan tabiat parkları, kent parkı ve Acarlar Longozu olmak üzere çoğu ekosistem yoğun olarak kullanılmaktadır. Ek olarak Orman Genel Müdürlüğü toplam alanı 359 ha kadar olan 53 mesire alanı tesis etmiştir (OGM, 2021). Yine kıyılar yaz aylarında deniz turizmi amaçlı kullanılmaktadır. Sapanca Gölü, Acarlar Gölü başta olmak üzere ildeki diğer göllerde çeşit doğa turizmi aktiviteleri yapılmaktadır. Bunlar arasında doğa eğitimi, tabiat yürüyüşü, atlı tabiat yürüyüşü, fotosafari, kuş gözlemi, piknik, sportif olta balıkçılığı, bisiklet turları, açık hava etkinlikleri, çadırlı kamp, izcilik eğitimleri, kuş gözlemciliği doğa turizmi etkinlikleri bulunmaktadır. Keremali yaylasında dağcılık ve koşu aktiveteleri için uygun yerler vardır. Ek olarak Sapanca Gölü'nde kano ve rafting yapmak mümkündür (DKMP, 2012). Yalçın (2019) da Sakarya ilinin İstanbul, Bursa, Ankara gibi büyükşehirlere

yakın olması ve doğa sporları için uygun alanların bulunması nedeniyle büyük bir potansiyele sahip olduğunu ifade etmektedir. Yazar Katırlı Dağları, Geyve, Pamukova, Karagöl Yaylası Sapanca, Elmacık Dağı, Poyrazlar Köyü ve Karadeniz kıyılarında yapılabilecek çeşitli doğa sporları önerileri geliştirmiştir.

Kültürel ekosistem hizmetlerinden bir diğeri de yaylacılıktır. Dağ ekosistemlerinin tanıtıldığı bölümde de değinildiği üzere ilde çok sayıda yayla bulunmaktadır.

Sakarya ili için önemli diğer bir ekosistem hizmeti doğal boya elde edilen bitkilerdir. Genç (2017) Sakarya'da Osmanlılardan itibaren kilim ve kumaş dokumacılığının yapıldığını, üretilen kumaşların ve kilimlerin boyamasında da doğal bitkilerin kök, gövde, tohum, çiçek ve yapraklarının kullanıldığını açıklamaktadır. İlde halen doğrudan yararlanılan bu tedarik ve kültürel ekosistem hizmetleri ilin sosyo-ekonomisi için son derece önemlidir. Ancak başta korunan alanların yoğun kullanımı nedeniyle biyolojik çeşitliliğin korunamadığı eleştirileri de yapılmaktadır. Yazar Sakarya'da adaçayı (*Salvia* sp.), ceviz (*Juglans regia*), gövçek (*Daphne oleoides*), dut ağacı kav mantarı, gümüşi ıhlamur *(Tilia argentea), hayıt (Vitex agnus-castus), k*artal eğreltisi (*Pteridium aquilinum*), kökboya bitkisi *(Rubia tinctorum), mazı meşesi (Quercus infectoria), m*uhabbet çiçeği *(Reseda luteola), m*ürver *(Sambucus nigra) pembe laden (Cistus creticus), papatya (Anthemis* sp.*), sığırkuyruğu (Verbascum* sp.*), sütleğen (Euphorbia* sp.*), yoğurt otu (Galium verum)* ve *yüksük otu (Digitalis* sp.*)* türlerinin boyamada kullanıldığını tespit etmiştir (Genç, 2017).

Ekosistemlerin çok fazla bilinmeyen ama dolaylı olarak yararlanılan hizmetleri de bulunmaktadır. Bunlar düzenleme ve destekleme hizmetleridir. Düzenleme hizmetleri başlığı altında ekosistemler tüm canlılara fotosentez yaparak, karbon depolayarak, oksijen üreterek, erozyon, sel ve taşkınları önleyerek, su üreterek, iklim düzenleyerek de hizmetler de sağlamaktadır. İldeki ormanlar ve sulak alanlar önemli birer karbon yutağıdır. Ancak ülkemizde özellikle sulak alanlarda depolanmış karbon miktarı ile ilgili araştırma sayısında eksiklikler bulunmaktadır. Sulak alanlar tahrip olduklarında ya da kuruduklarında aynı zamanda emisyon kaynağı da olabilmektedirler. Benzer şekilde ormanlarla ilgili il düzeyinde karbon depolama ve yıllık birikim ile ilgili veriler oldukça yetersizdir. Çölleşme Erozyonla Mücadele Genel Müdürlüğü (ÇEM) ve TÜBİTAK BİLGEM-YTE tarafından ortaklaşa yürütülen Toprak Organik Projesi Sonuç Raporu'nda il genelindeki tüm karasal ekosistemlerde 30 cm derinliğe kadarki topraklarda 104 milyon ton karbon depolanmış olduğu ve bunun il geneli için 42,72 ton/ha'a karşılık geldiği açıklanmaktadır. Bu değer Türkiye ortalaması olan 44 ton/ha'a oldukça yakındır (TOB, 2018).

Ekosistem hizmetleri kavramı zaman zaman insanların ormanlardan yararlanmasını ön plana aldığı gerekçeleriyle eleştirilebilmektedir. Ancak ekosistemler sadece insanlara değil tüm canlılara hizmet sunmaktadır. Örneğin canlılara çok sayıda habitat, sunmakta fotosentez ile besin zincirine katkı yapmakta, su, karbon, azot gibi döngülerle dünyadaki doğal yaşamı desteklemektedir.

8.5. İklim Değişikliğinin Biyolojik Çeşitlilik ve Ekosistem Hizmetlerine Etkisi

Sakarya'da 7 Aralık 2020 tarihinde gerçekleştirilen etki ve etkilenebilirlik analizi istişare toplantısında katılımcılar "ilin en çok hangi tehlikelere maruz kaldığını düşünüyorsunuz" sorusuna ilk sırada kuraklık cevabını vermişlerdir. Sonrasında ise aşırı yağış ve seller, sıcak hava dalgaları ve orman yangınları ile fırtınalar şeklinde sıralanmıştır. Deniz suyunun ısınması ve seviyesinin yükselmesi tehlikeleri ise son iki sırayı almıştır. İklime Uyum Projesi kapsamında yapılan iklim projeksiyonları çalışmalarına göre, ilde yüzyıl sonuna doğru sıcaklıklarda artış, yağışlarda %5'e varan azalma ile %13'e varan artış, kuraklık yoğunluğunda iyimser senaryoya (RCP4.5) göre %12'ye varan, kötümser senaryoya (RCP8.5) göre ise %15-20'lere varan bir artış, sıcak hava dalgalarının sıklığı ve şiddetinin artacağı ve kötümser senaryoya göre orman yangını riskinin %4 ila %16 civarında artacağı ortaya konmuştur. Yine istişare toplantısında "iklim değişikliğinden en çok hangi sektörler etkilenecektir sorusu" ağırlıklı olarak tarım/hayvancılık ve su kaynakları olarak cevaplamışlardır. Ekosistem hizmetleri ve biyolojik çeşitlilik ise 3. sırada kalmıştır.

Gerçekleştirilen model çalışmaları sonucunda ildeki olası iklim değişikliği etkilerinin biyolojik çeşitlilik ve ekosistem hizmetleri kapsamında değerlendirmesi aşağıda yapılmıştır.

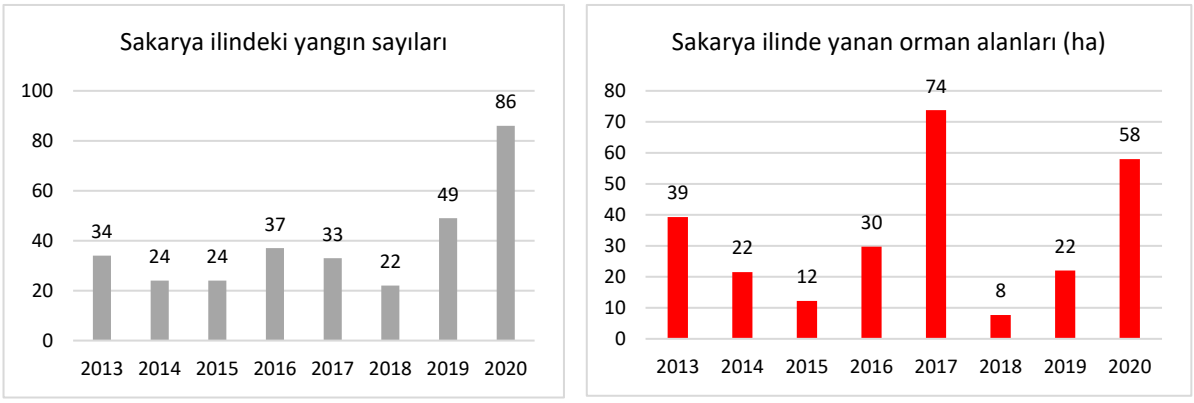
Yapılan iklim analizlerine göre, gelecek dönemde ilde sıcaklıklarda ve sıcak hava dalgalarında artışlar beklenmektedir. Bu duruma türlerin tepkisi farklı şekilde olmaktadır. Öncelikle sıcaklık artışları türlerin fenolojilerini değiştirmektedir. Örneğin bitkilerde büyüme (vejetasyon) dönemi ilkbaharda daha erken başlamakta, sonbaharda ise daha geç sonlanmaktadır. Kuraklık olmaması durumunda büyüme döneminin uzaması bitkilerin daha uzun süre fotosentez yapması, çap ve boy artımının daha yüksek olması, dolayısıyla daha fazla karbon depolaması anlamına gelmektedir. Ancak büyüme döneminde kuraklık yaşanması durumunda bunların hiçbiri gerçekleşmemekte, hatta başta otsu türler olmak üzere çalı ve ağaçlar kuruyabilmekte, hayatta kalsalar dahi solunumla harcadıkları fotosentez ürünleri, üretilenden fazla olduğunda susuzluk ya da açlık ölümü yaşanabilmektedir. Büyüme döneminin uzamasının diğer bir olumsuz sonucu da ilkbahar ve sonbaharda yaşanabilecek ani sıcaklık düşmeleri ve donların bitkilere zarar vermesidir. İstişare toplantılarında bu durumun Sakarya'da günümüzde de yaşandığı ve özellikle yeni kurulan fındık bahçelerinde geç çiçek açan çeşitlerin kullanıldığı ifade edilmiştir. Sıcaklık artışları fauna elemanlarını da etkilemektedir. Örneğin türler daha erken kuluçkaya yatmakta, kuluçka süresi kısalmakta, üreme ve göç zamanları değişebilmektedir. Göç etmeyen türlerin bazıları kışı uykusuna yatmakta ya da toprak altında kışlamaktadır. Sıcaklık, kış sıcaklıklarının yükselmesi hibernasyonu ya da toprak altındaki kışlamayı engelleyebilecektir. Bu durumda da türler kış aylarında besin aramak zorunda kalacaklardır. Hatta bazı türler besin bulabilmek için yerleşim alanlarına gelebilecektir. Bu durum da insan ve hayvan çatışmalarının sıklaşmasıyla sonuçlanabilecektir.

Diğer yandan sıcaklık artışıyla buharlaşmanın da artmasıyla su ekosistemlerinin yüzeylerinin küçülmesi, hatta tamamen kuruması da mümkündür. Bu durum su ekosistemlerini kullanan canlılar için habitat kaybı anlamına gelmektedir. Su bulamayan ya da habitatlarını kaybeden türlerin popülasyonlarındaki birey sayıları azalabilir ve bu durum da genetik çeşitliliğin daralmasına yol açabilir. Sakarya özelinde günümüzde dahi aşırı su çekimi nedeniyle küçülen Acarlar Longozu, Sapanca Gölü ve Büyük Akgöl'ün risk altında olduğu söylenebilir. İldeki diğer göller de oldukça sığdır ve bu göllerin kuruması tehlikesi mevcuttur. Sulak alanların kuruması ya da küçülmesi buraları kullanan canlıları yeni habitatlar aramaya itecek ve göç etmek zorunda kalacaklardır. Diğer yandan sıcaklık ve buharlaşma artışı tarımsal sulama suyuna talebi artıracağı için su ekosistemlerinden çekilen suyun artması şeklinde dolaylı olarak da bu ekosistemleri etkileyecektir.

Sıcaklık artışları ve diğer iklim değişikliği etkileri türleri göçlere zorlayacağı için yayılış alanlarının değişimi beklenmektedir. Türlerin genel olarak kuzey enlemlere, dağlık alanlarda ise daha yükseklere göçleri beklenmektedir. Örneğin Sakarya ilini de kapsayan fındığın iklim değişikliğine bağlı olarak potansiyel yayılış alanlarının modellendiği bir çalışmada Karadeniz Bölgesi'nde 0-250 m yükseltiler arasındaki fındıkların olumsuz etkileneceği, 1.500 m'nin üzerinin ise fındık için elverişli hale gelebileceği öngörülmektedir (Ustaoğlu, 2009). Fındık her ne kadar bir tarım ürünü olsa da tedarik ekosistem hizmetlerinden gıda başlığı altında değerlendirilebilir. Dolayısıyla ekosistem hizmetleri de aksamış olacaktır. Ek olarak geçimini fındıktan sağlayan çiftçiler ekonomik kayıplara uğrayabilecekleridir. Çoğunlukla orman olan 1.500'nin üzeri tarla açma baskısıyla karşı karşıya kalabilecektir. İklim değişikliğinin orman ağacı türlerinin de yayılışı etkilemesi beklenmektedir. Örneğin Sakarya ilinde ve tüm Karadeniz b-Bölgesi'nde geniş alanlar kaplayan doğu kayını (*Fagus orientalis*) için yapılan bir modelleme çalışmasında türün ülkemizdeki yayılış alanlarının oldukça daralacağına ancak Kafkasya'da ise genişleyeceğine dikkat çekilmektedir (Dağtekin vd., 2020). Benzer bir çalışma adi gürgen (*Carpinus betulus*) için yapılmıştır. Model sonuçları adi gürgen türünün RCP2.6'ya göre Anadolu'daki yayılış alanlarının çoğunu koruyacağını, RCP4.5'e göre ise yayılış alanlarının çoğunu kaybedeceğini, RCP8.5'e göre ise neredeyse kaybolacağını ortaya koymaktadır (Koç vd., 2021). Ülkemizdeki bazı kuş türlerinin de modelleme ile dağılım haritaları oluşturulmaya çalışılmıştır. Çalışma sonuçlarında *Parus major*,

Petronia petronia, *Pycnonotus xanthopygos*, *Cercotrichas leucophrys*, *Sitta tephronota* ve *Curruca cantillans* türlerinin kuzeye doğru birkaç yüz km göçlerinin beklendiği, bazı türlerin ise üreme alanlarını kaybedeceği açıklanmaktadır (Abolafya vd., 2013). Ancak her türün iklim değişikliğine verdiği tepki farklıdır. Özel habitatlara gereksinim duymayan, besin seçiciliği olmayan türler değişen iklim koşullarına daha çabuk uyum sağlayabilmektedir. Bu türlere örnek olarak leylekler, tilkiler ve martılar verilebilir. Leyleklerin (*Ciconia ciconia*) iklim değişikliğinden fazla etkilenmeyeceği yine model sonuçlarıyla da ortaya konmuştur (Süel, 2019). Ancak dar yayılışlı türlerin etkilenme olasılıkları daha yüksek olmaktadır.

Diğer yandan sıcaklık ve buharlaşma artışları orman yangını riskini de yükseltmektedir. Sakarya ili günümüzde orman yangınlarının fazla yaşandığı bir il değildir. Orman yangını sayılarında 2019 ve 2020 yıllarında artış olsa da önceki yıllarda yılda 30 kadar yangın çıkmış ve bu yangınlarda da ortalama 38 ha kadar bir orman zarar görmüştür (Şekil 8-10). Proje kapsamında yapılan çalışmalara göre, Sakarya'da kötümser senaryoya göre 2041-2060 periyodundan itibaren ilin özellikle güneyine doğru atmosferdeki yangın havası riskinin artacağı öngörülmektedir. Özellikle Geyve taraflarında yoğunlaşan kızılçam ve karaçam ormanları ile sahil çamı ağaçlandırmaları yangın riski fazla olan ormanlardır. Günümüzde orman yangınlarının oldukça az olduğu ilde orman yangınlarına karşı hazırlıklı olunması gerekmektedir. Benzer şekilde sazlık yangınlarında da artış olasılığı oldukça yüksektir.



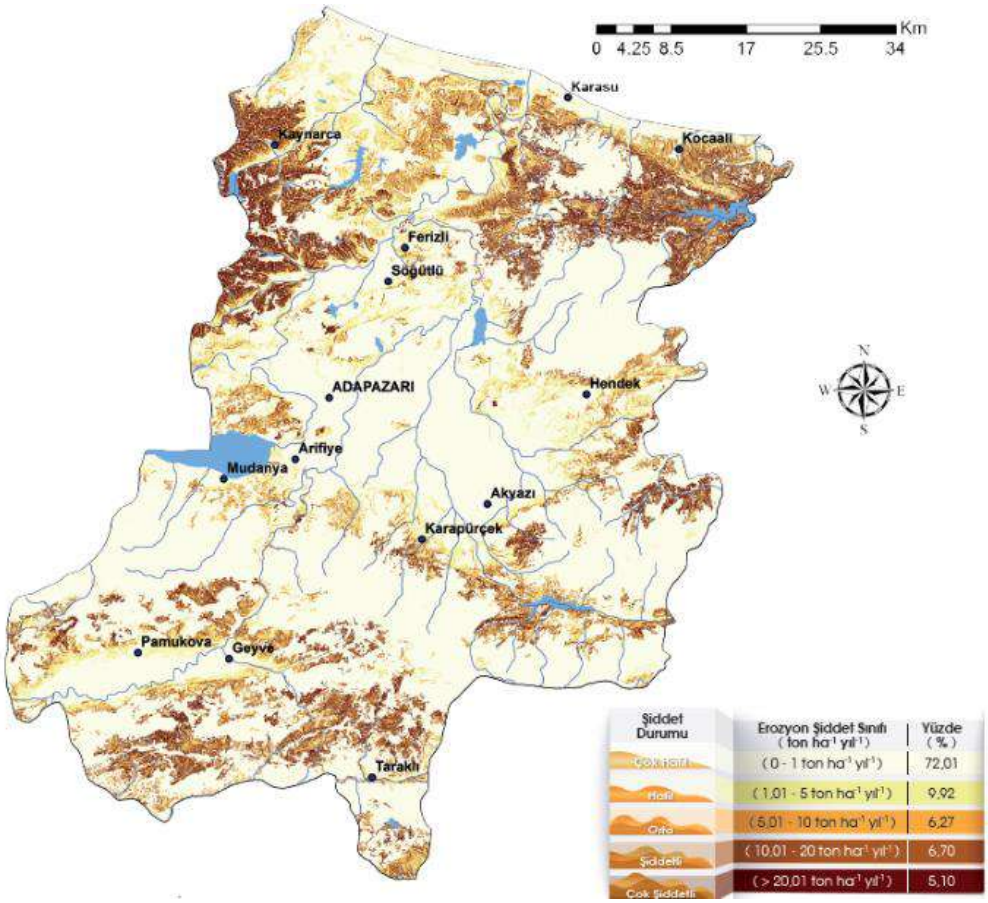
Şekil 8-10: Sakarya İlinde 2013-2020 Yılları Arasında Çıkan Orman Yangınlarının Sayısı ve Alanları

Kaynak: OGM, 2021'den yararlanılarak çizilmiştir

Sıcaklık artışı sadece türleri değil, türler arasındaki ilişkileri (simbiyotik yaşam, rekabet, av-avcı vb.) de olumsuz etkileyecektir. Türlerin iklim değişikliklerine verdikleri tepkiler farklı olacağından türler arasındaki ilişkiler de etkilenecektir. Örneğin arılar gibi tozlayıcı (pollinatör) türlerin erken başlayan çiçeklenmeye uyum sağlayamaması durumunda tozlaşma sorunları ortaya çıkabilecek, tozlayıcı türler besin bulamadıkları için popülasyonları küçülebilecektir. Sakarya'da arıcılık önemli bir faaliyet olmasa da arıların iklim değişikliğinden bu yönde etkilenmeleri beklenmektedir. Besin konusunda seçici olan türler de beslendikleri canlıların zarar görmesi sonucunda dolaylı olarak risk altına gireceklerdir. Bazı türler ise sıcaklık artışından olumlu olarak etkilenmektedirler. Özellikle bazı böcek türleri sıcaklık artışıyla yılda birkaç kez daha fazla döl vermeye başlayarak hızla üreyebilirler. Özellikler tarım ve orman alanlarında zararlı böceklerin artışıyla ekonomik kayıplar artması da oldukça yüksek olasılıktır. Bu durum ayrıca daha fazla zirai mücadele kapsamında daha fazla kimyasal kullanımına da yol açarak çevre kirliliğini de arttırabilir. Hayvan türlerinde de hastalıklara neden olan patojen miktarlarında artışlar beklenmektedir.

Sakarya özelinde beklenen diğer önemli bir iklim değişikliği etkisi şiddetli yağışlar ve bunun sonucunda da meydana gelebilecek sel ile taşkınların sayısındaki artıştır. Sakarya'da günümüze kadar gerçekleşen

çeşitli taşkınlarda can ve mal kayıpları olmuştur. Doğan & Sönmez (2018) gazete arşivlerinden Sakarya Nehri'nde meydana gelen taşkınları derlemişler ve 1953 yılı sonrasında 16 büyük taşkın olduğunu belirlemişlerdir. Şiddetli yağışlar ile sel ve taşkınların daha çok can ve mal kayıpları ön plana çıksa da biyolojik çeşitlilik ve ekosistem hizmetlerine de zarar verebilmektedirler. Örneğin şiddetli yağışların çiçekli bitkilerin tozlaşma zamanında olması durumunda polenlerin yağışlarla toprağa inmesi söz konusu olduğundan tozlaşma dolayısıyla da döllenme gerçekleşmemektedir. Yağışın şiddetine bağlı olarak hayvanların yuvalarının bozulması, çeşitli ufak boyutlu hayvanların ve omurgasızların şiddetli yağışlardan doğrudan etkilenmeleri de mümkündür. Benzer etkileri diğer bir yağış şekli olan dolular da yapmaktadır. Şiddetli yağışlar aynı zamanda su erozyonunu da arttırmaktadır. Sakarya'da günümüzde 2,6 milyon ton/yıl erozyon olduğu hesaplanmıştır ve bunun 2,2 milyon ton/yıl kadarı tarım alanlarından gerçekleşmektedir. Orman ve mera alanlarından sırasıyla 0,24 ve 0,22 milyon ton/yıl erozyon olmaktadır (Erpul vd., 2020). Su erozyonu iklim değişikliği açısından hem maruziyet hem de etkilenebilirliği arttıran etken olarak ele alınmalıdır. Su erozyonu çoğunlukla omurgasız türlerin habitatlarının yok olması şeklinde etkili olabilmektedir. Ancak taşınan toprak aynı zamanda organik karbon içerdiği için bir ekosistem hizmeti olan toprakların ve ekosistemleri karbon depolaması da azalır. Su erozyonuyla taşınan topraklar tarım alanlarında, akarsular, göller ve diğer sulak alanlarda sediment birikimine neden olarak buralardaki türleri etkileyebilir. Su kaynakları erozyonla kirlenerek su kalitesi bozulabilir ve böylece yine bir ekosistem hizmeti olan su üretimi de zarar görebilir. Su üretiminin zarar görmesi yerleşim ve tarım alanları ile sanayinin de su tedarikinde sorunlar yaşamasıyla sonuçlanabilir.



Şekil 8-11: Sakarya İli Su Erozyonu Haritası (Erpul vd., 2020)

Ülkemizde sel ve taşkınların biyolojik çeşitlilik ve ekosistem hizmetlerine etkisi konusundaki araştırmalar oldukça yetersizdir. Çoğunlukla sel ve taşkınların yerleşim alanlarına etkileri konusu ön

planda gelmektedir. Sel ve taşkınlar konusunda öncelikle söylenmesi gereken doğal ekosistemlerin tahrip edilmesinin sel ve taşkınlarda çarpan etkisi yaptığı ve zararı artırdığıdır. Dolayısıyla ekosistem tahribatları iklim değişikliğiyle birleştiğinde oluşan afetin boyutu da artmaktadır. Karadeniz Bölgesi'nde eğimli dik yamaçların tahrip edilerek fındıklıklara dönüştürülmesi şeklinde uygulamalar sel ve taşkın riskini artırmaktadır. Benzer şekilde akarsu ekosistemlerinin taşkın yataklarının tahrip edilmesi, hatta dere ve taşkın yataklarının yapılaşmaya açılması oluşan sellerin boyutunu artırmaktadır. Halbuki dere kenarları ve taşkın yatakları önemli su kenarı (riperian) ekosistemlerdir. Bu alanlar hem taşkın önleme olarak adlandırılan ekosistem hizmetlerini sağlamakta hem de çok sayıda canlı türüne habitatlar oluşturmaktadır.

Diğer yandan sıklığının, süresinin ve şiddetinin artması beklenen seller de biyolojik çeşitlilik ve ekosistem hizmetlerini olumsuz olarak etkilemektedir. Aslında seller ve taşkınlar düzenli olarak gerçekleştiklerinde ekosistemlere taze su ve besin girişi sağladıkları için olumlu etkiler yapmaktadır. Sakarya ilinde bulunan subasar (longoz) ormanlar, sulak alanlar ve deltalar buna örnek olarak verilebilir. Hatta nehir ağızları biyolojik çeşitlilik açısından sıcak noktalar olarak tanımlanmaktadır. Nitekim Sakarya ilindeki türler de sayılan bu ekosistemlerde yoğunlaşmaktadır. Sürekli tekrarlanan, zamanı ve miktarı değişmeyen sel olaylarına türler yuva yeri seçimi ve üreme zamanı gibi konularda adapte oldukları için sellerden olumsuz olarak etkilenmemekte hatta etkilenseler de kısa sürede toparlanabilmektedir. Ancak iklim değişikliğinin sel ve taşkınların düzenini değiştireceği için daha fazla etkilenme beklenmelidir. Örneğin üreme zamanında oluşan seller ve taşkınlar yuvaların, yumurtaların ve yavruların doğrudan zarar görmesine yol açabilir, sazlıklardaki kuş yuvaları sular altında kalabilir. Nehirlerde artan su akışı başta omurgasızlar olmak üzere çoğu canlıyı sürükleyebilir. Hatta denizlere sürüklenmeyle tuzlu sudan etkilenen bireyler olabilir. Denize ulaşan sel sularının taşıdığı topraklar buralarda dibe çökerek deniz çayırlarının, balık yuvalarının üzerinin toprakla kapanmasına neden olabilir. İç sular ve denizlerde sudaki askıda katı madde miktarının artarak canlıların solungaçlarının tıkanarak doğrudan zarar görmesi de mümkündür. Sel sıklığı arttığında habitat kabı yaşayan ve birey sayıları azalan türlerin yeniden çoğalmaları (kolonizasyon) için yeterince zaman geçmemiş olacaktır (Death va ark., 2015). Böylece seller ve taşkınlar türlerin popülasyon büyüklüklerinin ve dolayısıyla genetik çeşitliliğin daralmasına yol açmaktadırlar.

İklim değişikliğine bağlı olarak yoğunlaşacak ve şiddetlenecek sel ve taşkınların ekosistemler üzerinde de etkileri beklenmektedir. Örneğin bu durumun akarsu rejimlerinin ve yataklarının değişmesine neden olması mümkündür. Bu durum habitat kaybı, dolayısıyla türlerin doğrudan etkilenmesi anlamına gelmektedir. Seller ve taşkınlar türleri doğrudan etkilemese de besine erişimi zorlaştırarak dolaylı olarak da zarar verebilir (Death vd., 2015). Ek olarak şiddetli seller dere yataklarındaki ağaçları sökerek de etkili olabilmektedir. Bu durumun yerleşim alanlarında yaşanan afeti şiddetlendirdiği Bozkurt (Kastamonu) selinde gözlenmiştir. Su kenarı (riperian) ekosistemleri aynı zamanda çok sayıda karasal canlı için önemli habitatlardır. Bu canlıların sel ve taşkınlardan doğrudan etkilenmeleri nispeten sınırlıdır. Çünkü karasal canlıların çoğu sel anında hızlı bir şekilde başka alanlara kaçabilmektedir. Ancak yavaş hareket eden ya da kaçan türlerin su içinde kalması olasılığı da bulunmaktadır. Artan yağışlarla birlikte nehirlerdeki su akışının artması karasal canlıların su ihtiyaçlarını karşılamak için buraları daha fazla kullanmalarıyla olumlu yönde de etkiler yapabilir.

Sellerle ilgili olarak üzerinde durulması gereken diğer bir konu sellere karşı alınan önlemlerdir. Ülkemizde sellere karşı önlemler çoğunlukla dere yataklarına müdahale şeklinde gerçekleştirilmektedir. Hatta çoğu yerde dere yatakları beton kanallar içine alınmaktadır. Ancak bu uygulamalar dereler ya da göllerdeki ekolojik nişleri ve sığınakları tahrip etmekte, yuvaları bozmaktadır. Hatta su kenarındaki bitki örtüsü de kaldırıldığı için çoğu karasal canlı da habitat kaybı yaşamaktadır. Ek olarak su kenarı bitkileri (dere vejetasyonu) kaldırıldığı için suların ısınması dahi hızlanmakta, suların fizikokimyasal özellikleri bozulabilmektedir. Benzer şekilde su temini için yapılan, selleri engelleme ve taşınan sedimenti azaltma şeklinde olumlu etkileri olan barajların da biyolojik çeşitliliğe zarar verme

olasılıkları bulunmaktadır. Örneğin barajlar su canlılarının göçlerini engelleyebilmektedir. Bu durum da iklim değişikliğinden bağımsız olarak türler üzerinde bir baskı faktörüdür. Ancak iklim değişikliğiyle birlikte şiddetlenecek sellerden sonra türlerin akarsulara yeniden yerleşmeleri önünde de engeller oluşturabilir. Ek olarak kurak zamanlarda akarsulara yeterince su verilmemesi durumunda canlılar su stresi yaşayabilirler. Sakarya Deltası'nın tipik bir delta olmaması ve deltanın iki yanında kıyı erozyonu görülmesinin tek sebebi barajlar olmasa da, etkisinin olduğu bilinmektedir. Delta'nın küçülmesi yükselen deniz seviyesiyle birlikte daha da hızlanabilir. Bu durum da canlılar için habitat kaybı anlamına gelmektedir. Nitekim 2030 AB Biyolojik Stratejisi'nde önümüzdeki dönemde Avrupa'da serbest akan nehir uzunluğunun 25.000 km'ye çıkarılması hedefi bulunmaktadır (EC, 2020).

Deniz seviyesindeki yükselmenin Sakarya Deltası üzerindeki etkisinden söz edilmişken bu konu biraz daha detaylandırılabilir. Proje kapsamında deniz seviyelerindeki yükselmeler incelenmese de Sakarya'da deniz seviyesinde 1 m'lik bir yükselmeyle su altında kalabilecek kıyılar sınırlıdır.

Deniz seviyesinin yükselmesiyle kumul alanları daralacağı için habitat kayıpları yaşanacak, türlerin popülasyonlarındaki birey sayıları azalacak ve dolayısıyla genetik çeşitlilik de daralacaktır. Sakarya kıyılarında artması beklenen fırtınaların kıyı erozyonunu hızlandırması da beklenmelidir. Ek olarak fırtına kabarması olarak adlandırılan olayla da dalgalar iç kesimlere daha fazla ulaşabilecektir. Sakarya ili kıyıları için yapılan bir araştırmada yıllık ortalamalar ele alındığında rüzgâr hızlarında ve belirgin dalga yüksekliklerinde sırasıyla yaklaşık olarak %4 ve %11 kadar uzun dönemde azalma olduğu, en büyük rüzgâr hızı ve belirgin dalga yüksekliğinde sırasıyla yaklaşık %12 ve %6 artışın gözlendiği ve fırtına sıklığının da belirgin bir şekilde arttığı ortaya konmuştur (Şahin, 2020). İlde zaman zaman hortumlar da oluşabilmektedir. En son 16 Eylül 2021 tarihinde Karasu kıyılarında aynı anda iki hortumun oluştuğu haberi basına yansımıştır (NTV, 2021).

Sakarya'daki sulak alanlar deniz seviyelerinin yükselmesi riski altında değildir. Ancak ildeki sulak alanlar iklim değişikliğinden ziyade insan etkisiyle günümüzde de giderek küçülmektedirler. İlde kuraklıklarda ciddi artışlar olacağı öngörülmese de zaman zaman yaşanacak kuraklıklar, yağış rejimindeki değişiklikler ve yoğunlaşabilecek insan baskısıyla göller ve sazlıklar gibi sulak alanlar iyice azalabileceği de değerlendirilmelidir. Sakarya'da önemli sulak alanlar bulunmaktadır ve kuş türü çeşitliliği yüksektir. Sulak alanların küçülmesiyle de buralarda konaklayan ya da üreyen birey sayısında da azalmalar olacaktır. Deniz seviyesi yükselmesinden ve kıyı erozyonundan etkilenmeyen kumullar ve sulak alanlar canlı türleri için sığınak görevi görecektir. Bu gibi alanların belirlenip daha şimdiden korunmaya alınması önemli bir uyum tedbiridir. Diğer yandan yüzlerce türün iklim değişikliğine karşı davranışları üzerine çok fazla araştırma bulunmamaktadır. Bu nedenle kırılgan türlerin belirlenerek bunların ekolojileri ve iklim değişikliğinden etkilenmeleri üzerine araştırmalara da ihtiyaç bulunmaktadır.

İklim değişikliği denizlerde öncelikle sıcaklık artışı ve asitleşme şeklinde etkili olmaktadır. Ayrıca denizlerdeki tabakalılığı etkilemekte ve alt tabakalardaki suların yüzeye taşınmasını engelleyebilmektedir. Nitekim Karadeniz'de deniz yüzey sıcaklıklarının arttığı, bunun yanında Karadeniz soğuk ara tabakasının da ısınarak yok olma durumuna geldiği ifade edilmektedir (Çokaçar, 2021). Bunlara ek olarak denizlerde yaşayan canlıların solunumunu arttırmakta, fitoplanktonların fotosentezini geriletebilmektedir. Mantıkçı (2021) bu durumun denizlerin CO_2 depolamasını zayıflatacağını belirtmektedir. Ayrıca sudaki organik karbonun da sıcaklık artışıyla arttığını bunun da denizlerdeki karbon depolanmasını olumsuz etkileyeceğini, ısınmayla su kolonundaki tabakalanmanın artacağı ve dikey karışımın da azalacağı, bu durumunda denizlerdeki net birincil üretimini düşüreceğini ifade etmektedir. Denizlerimizde görülen ötrofikasyon olaylarının iklim değişikliği etkilerini de şiddetlendireceğine dikkat çekmektedir.

Denizlerdeki türlerin de üreme davranışlarında değişiklikler olacaktır. Özellikle Karadeniz'deki türlerin ısınmayla birlikte kuzey enlemlerde üreme alanları bulması oldukça yüksek bir olasılıktır. Benzer şekilde Akdeniz türlerinin de Marmara Denizi üzerinden Karadeniz'e giriş yapmaları beklenmektedir. Türlerin

sıcaklık artışlarına tepkisi türlere göre değişmektedir. Hatta aynı türde dahi yumurta ve larva dönemlerinde sıcaklık istekleri farklı olabilmektedir. Yavaş sıcaklık artışlarına uyum daha kolay olurken ani sıcaklık değişimlerinin etkisi daha büyük olmaktadır. Sellerle nehirlerin taşıdığı sedimentler ve deniz seviyesi yükselmesi gibi nedenlerle deniz çayırlarının ve diğer habitatların zarar görmesi balık popülasyonlarının daralmasına neden olabilmektedir. Bu durum aynı zamanda balıkçılığı da olumsuz etkilemektedir (Yerli & Fidansoy, 2021).

Sakarya Nehri ağzından denizler ve iç sular arasında göç eden türler olup olmadığı bilgisine ulaşılamamıştır. Ancak çeşitli türlerin göç etme olasılıkları oldukça yüksektir. Akarsuların denizlerle bağlantısının kopması durumunda denizler ve iç sular arasında göç eden türler bu durumdan etkilenecektir. İlde bulunan göller ve akarsular için kuraklık ve aşırı su kullanımı gibi nedenlerle su seviyelerinin azalması riskinin değerlendirilmesi ve araştırılarak, uyum planlarının oluşturulmasında yarar bulunmaktadır.

Deniz çayırları denizdeki yaşam için son derece önemlidir ve çoğu deniz canlısına habitatlar oluşturur. Ayrıca karbon depolama, fotosentez ile karbon bağlama, sediment tutma, kıyı stabilizasyonu gibi fonksiyonları da bulunmaktadır. Ancak sıcaklık artışı, deniz suyu seviyesinde artış, kıyı erozyonu, fırtınalar gibi iklim değişikliği etkilerinin deniz çayırlarını da olumsuz olarak etkileyeceği öngörülmektedir. Daha önce değinildiği üzere denizlerdeki ısınmanın bir deniz çayırı türü olan *Zostera marina* üzerinde baskı oluşturacağı, diğer bir deniz çayırı türü olan *Zostera noltii*'nin ise sıcaklık artışıyla olumlu etkileneceği ortaya konmuştur (Gambi vd., 2008'e atfen Akçalı & Karayalı, 2021). Şiddetlenen yağışlarla akarsuların daha fazla sedimentin denizlere ulaştırması da deniz çayırlarını ve sulardaki diğer canlıları tehdit eden diğer bir unsurdur (Vacchi vd., 2012'ye atfen Akçalı & Karayalı, 2021). Deniz çayırlarının iklim değişikliğinden zarar görmesi balıkçılığı da olumsuz etkileyecektir.

Deniz memelilerinin hareketli olmaları ve vücut ısılarını düzenleyebilme becerilerinden dolayı çoğunun sıcaklık artışından doğrudan etkilenmeleri beklenmemektedir. Ancak mutur (*Phocoena phocoena*) gibi habitatları dar olan türlerin dağılımlarında kaymalar görülmesi olasılığı bulunmaktadır. Memelilerin diyetlerindeki türlerin iklim değişikliğinden etkilenmesi de deniz memelilerini olumsuz olarak etkileyebilir (Tonay & Gül, 2021).

İklim değişikliği istilacı yabancı türlerin girişini de arttırmaktadır. Daha şimdiden bazı yabancı türler Sakarya'da görülmeye başlanmıştır. Örneğin vampir kelebek (*Orosanga japonica*) ve *Metcalfa pruinosa* (Demir & Ünver, 2019) ve *Corythucha arcuata* (Uzun & Tezcan, 2017) türleri Sakarya'da belirlenmiştir. Böcekler haricinde bazı mantar türleri de istilacı yabancı tür özelliğinde olabilmektedirler. Kestane kanseri etmeni *Cryphonectria parasitica*, karaağaç ölümü etmeni *Ophiostoma novo-ulmi*, şimşir yanıklığı etmeni *Cylindrocladium buxicola*, çınar ölümü etmeni *Ceratocystis platani* türleri de ülkemizde görülmektedir (Oskay vd., 2014). İstilacı yabancı türler iklim değişikliği haricinde de uluslararası ticaret gibi yollarla giriş yapabilmektedir. Ancak iklim değişikliğine bağlı olarak istilacı yabancı tür girişlerinde artışlar olacağı öngörülmektedir. Sakarya ilinde gerek istilacı yabancı böcek türleri gerekse diğer istilacı türlerin izlenmesi ve mücadele edilmesi gerekmektedir.

Sakarya'daki ekosistemlerin sağladıkları ekosistem hizmetlerine önceki bölümlerde değinilmiştir. İklim değişikliğine bağlı olarak bu ekosistem ürün ve hizmetlerinin de zarar göreceğini söylemek mümkündür. Sakarya'daki ekosistemlerden çoğunlukla içinde tarımsal üretim, deniz ve iç su balıkçılığı, içme ve tarımsal amaçlı su tedariki ön planda gelmektedir ve bunlar aynı zamanda önemli gelir kaynaklarıdır. İklim değişikliğinin ekosistemleri etkilemesi durumunda bu hizmetler de zarar görecek ve dolasıyla kırsal nüfus üzerinde sosyo-ekonomik baskı oluşacaktır. Su tedarikinin güçleşmesi kentsel nüfusu da baskı altına alacaktır. Sulak alanların tahrip olması durumunda bu alanların karbon depolamaları da zarar görecek, belki de emisyon kaynağı haline dönüşebileceklerdir. Sakarya'daki sulak alanların taşkınları önleme ve dolayısıyla afetleri engelleme hizmetleri de bulunmaktadır. Aynı zamanda atık suların temizlenmesine de katkı sağlamaktadırlar. Sulak alanların kuruması nedeniyle

düzenleme hizmetleri olarak adlandırılan bu faydalarında da gerileme olması olasılığı oldukça yüksektir. Ormanların iklim değişikliğinden etkilenmeleri durumunda ise erozyon önleme, su temizleme, oksijen üretme, hava kalitesini düzenleme gibi hizmetleri aksayabilir. Başta su ekosistemleri olmak üzere doğal ekosistemlerde iklim değişikliği etkisiyle oluşabilecek her türlü tahribat destekleme hizmetlerinden habitat oluşturma olmak üzere, net birincil üretim ve su döngüsünde de düzensizlikler oluşturacaktır. Örneğin ormanlar yüzeysel akışı azaltarak suyun toprağa sızmasını sağladıkları için yüzey ve yeraltı sularının beslenmesini sağlamaktadır. Ancak ormanlar tahrip olduğunda yüzeysel akış artacağından toprağa sızan su da azalacaktır. Son olarak Sakarya'daki doğal ekosistemler başta rekreasyon olmak üzere kültürel ekosistem hizmetleri de sağlamaktadır. Toplumun rekreasyon ihtiyaçlarının karşılanmasının yanı sıra önemli bir ekoturizm fırsatı da sunmaktadırlar. İklim değişikliğinin bu kültürel hizmetleri de etkilemesi beklenmektedir.

8.6. Biyolojik Çeşitlilik ve Ekosistem Hizmetlerini Etkileyen Diğer Faktörler

Günümüzde yaşanan bazı doğa kaynaklı afetlerin nedeni olarak bazen iklim değişikliği gösterilmekte bazen de bu afetlerin zaten sürekli olduğu, asıl nedeninin insan faktörü olduğu iddia edilmektedir. Örneğin sellerin nedeni olarak iklim değişikliğine bağlı olarak artan şiddetli sağanakları ön plana çıkaranlar olduğu gibi dere ve taşkın yataklarındaki yapılaşma, eğimli arazilerdeki ormanların kesilerek tarım arazisinde dönüştürülmesi, dere yataklarına yapılan hatalı müdahaleler, hatalı inşa edilen köprü ve menfezler gibi mühendislik yapılarının daha önemli olduğunu da söyleyenler bulunmaktadır. Aslında iklim değişikliğini ve insan faktörünü birbirinden ayırmak mümkün değildir. Hatalı uygulamalar iklim değişikliğinin etkisini kuvvetlendirmekte, etkilenebilirlikleri arttırmaktadır.

Biyolojik çeşitlilik ve ekosistem hizmetlerini de tehdit eden çok sayıda faktör bulunmaktadır. Binyıl Ekosistem Değerlendirme (MEA-Millennium Ecosystem Assessment) tarafından bu faktörler 5'i doğrudan, 5'i de dolaylı faktörler olarak sınıflandırılmıştır. MEA (2005) biyolojik çeşitlilik ve ekosistem hizmetlerini olumsuz olarak etkileyen beş ana faktörü habitat değişimi/parçalanması, iklim değişikliği, istilacı türler, aşırı kullanım ve kirlilik olarak; dolaylı faktörleri ise demografik, ekonomik, sosyo-politik, kültürel, bilimsel ve teknolojik faktörler olarak tanımlamaktadır. Pereria vd. (2012) habitat değişimi (parçalanması) ile aşırı kullanımın diğer üç faktöre göre daha fazla biyolojik çeşitlilik kaybına neden olduğunu açıklamaktadırlar. Ancak önümüzdeki yıllarda iklim değişikliğinin ön plana çıkacağı öne sürülmektedir (Leadley vd., 2010). Tolunay (2018) tarafından MAE (2005) tarafından belirlenen biyolojik kayba doğrudan ve dolaylı olarak yol açan faktörler temel alınarak ülkemiz özelinde bu faktörler daha da detaylandırılmıştır (Tablo 8-23). Biyolojik çeşitliliği tehdit eden bu faktörler sektörün kırılganlığını yakından ilgilendirdiği için iklim değişikliğine uyum çalışmalarında da dikkate alınmalıdır. Çünkü bu tehdit unsurları iklim değişikliğiyle beraber çarpan etkisiyle türlerin yok olması ya da tehlike altına girmesi sürecini hızlandıracaktır.

Sakarya'da biyolojik çeşitlilik ve ekosistem hizmetlerini en fazla etkileyen baskı unsurlarının arazi kullanım değişikliklerinden kaynaklandığı söylenebilir. Nitekim fındıklıkların önemli bir bölümü orman arazilerinden açmacılıkla elde edilmiştir. Ayrıca ildeki yerleşim alanları da başta Sapanca Yöresi olmak üzere giderek artmaktadır. CORINE verilerine göre yapay alanlar 1990-2018 yılları arasında 10.566 ha, 2006-2018 yılları arasında ise 5.663 ha artmıştır (Tablo 8-3 ve Tablo 8-4). Kaçmaz & Döker (2021) de Sapanca Gölü Havzası'ndan uydu görüntüleri ile yaptıkları çalışmada 1985 yılında 672 ha kadar olan yerleşim alanlarının 2020 yılında 2.450 ha'a çıktığını ifade etmektedirler. Bu arazi kullanım değişiklikleri çoğunlukla tarım arazilerinin geri dönülemez şekilde kaybedilmesi anlamına gelmektedir. Diğer yandan artan kentleşme ve nüfusla birlikte suya talep de artmıştır. Aynı zamanda evsel atık su miktarı da artığı için bunların deşarj edildiği su ekosistemlerinde kirlenme de artmıştır. Nitekim Sapanca Gölü'nde otoyollardan ve atık su deşarjından kaynaklı olarak sedimentlerde bakır ve nikel konsantrasyonlarının yüksek olduğu raporlanmıştır (Köklü & Özer, 2018). Diğer göllerde de evsel ve tarımsal atık su deşarjı nedeniyle kirlilik sorunu ve ötrofikasyon gözlenmektedir. İlde tarımda yoğun olarak azotlu ve fosforlu

gübre kullanılmaktadır. Sakarya İli Çevre Durum Raporu'nda (2020) da ilde bazı yüzey sularında nitrat 10 mg NO^{-3}-N/L üzerinde ölçüldüğü yer almaktadır. Ülkemizin en uzun 3. nehri olan Sakarya da havzasındaki çok sayıdaki yerleşim ve sanayi tesisinden yapılan deşarjları Sakarya iline taşımaktadır. Sakarya ilinden de yapılan deşarjlarla birlikte nehrin genel su kalitesinin IV. sınıf olmaktadır (Köklü & Özer, 2018). Çevre Durum Raporu'nda ilin kıyılarındaki denizlerdeki ekolojik kalite durumunun kötü olduğu raporlanmıştır. İlde sulu tarımın yaygın olması da su ekosistemlerinden aşırı su çekimine yol açmaktadır.

Sakarya Nehri üzerindeki çok sayıdaki baraj balıkların göçlerini engellemektedir. Sakarya ilinde avlanan deniz balıkları ile ilgili veriye ulaşılamamıştır. Ancak kıyılarda kum midyesi çıkarılmasının deniz içindeki dalgakıran görevi gören tepelere zarar verdiği ve bu nedenle kıyı erozyonun oluştuğuna değinen çalışmalar bulunmaktadır (Aydın & Uysal, 2013).

Tablo 8-23: Doğrudan ya da Dolaylı Olarak Ekosistemlerin Zarar Görmesine ve Biyolojik Çeşitlilik Kaybına Neden Olan Faktörler (Tolunay, 2018)

Doğrudan Faktörler		**Dolaylı Faktörler**	
Faktör	**Kapsam**	**Faktör**	**Kapsam**
Habitat Değişimi (Arazi kullanımı/arazi örtüsü değişimi)	• Kentleşme/sanayileşme • Tarım alanlarının genişlemesi • Enerji üretimi (HES, RES ve elektrik nakil hatları) • Madencilik • Ulaşım • Ormansızlaşma • Ağaçlandırma • Baraj ve göletler • Sulak alanların kurutulması • Kıyıların doldurulması • Turizm • Yangınlar • Kaçak odun üretimi • Erozyon • Sulak alanların kurutulması • Yaylacılık	Sosyo-politik	• Yönetim ve kontrol eksikliği • Paydaşlar arasındaki zayıf etkileşim • Doğa koruma ve çevre mevzuatındaki (ÇED'ler vb.) yetersizlikler • Sanayileşmeye dayanan ekonomik büyüme politikaları • Ekolojik standartların olmayışı • Farkındalığın düşük olması • Karar verme süreçlerinde katılımcılığın düşük olması • Eğitim, öğretim ve araştırma alanlarında kapasite yetersizliği • Mülkiyet sorunları • Biyolojik çeşitlilik sıcak noktalarının korumasız kalması • Enerji politikaları • Tarım, Madencilik ve Turizm politikaları
Aşırı Kullanım	• Avcılık ve balıkçılık • Yeraltı ve yüzey sularının aşırı tüketimi • Aşırı otlatma • Aşırı odun üretimi • Yoğun tarım • Yoğun rekreasyon	Ekonomik	• Küreselleşme • Ticaret • Piyasalar • Ekonomi politikaları • Yoksulluk • Ülkelerin gelişmişlik durumu • Yatırımlara karar verme aşamasında ekosistem hizmetlerinin dikkate alınmaması • Tüketim tercihleri
Kirlilik	• Ötrofikasyon • Azot depolanması • Pestisitler/herbisitler • Hava kirliliği • Su kirliliği • Toprak kirliliği • Işık kirliliği • Kentsel/endüstriyel atıklar	Demografik	• Nüfus artışı • Nüfus yoğunluğu • Göçler

Doğrudan Faktörler		Dolaylı Faktörler	
Faktör	**Kapsam**	**Faktör**	**Kapsam**
İstilacı Türler		Bilim ve Teknoloji	• Teknolojik atıklar • Yeni keşfedilen kimyasallar • Mikroplastikler

İlde arazi kullanım değişikliklerini etkileyen bir diğer faktör de ÇED uygulamalarıdır. İlde 2012-2019 yılları arasında 47'si ÇED raporu, 365'i Proje Tanıtım Raporu (PTD) olmak üzere toplamda 342 tesis ÇED Yönetmeliği kapsamında değerlendirilmiştir. Bunların içinde tarım-gıda ilk sırayı, madencilik faaliyetleri ise ikinci sırayı almaktadır. Başvurulan ÇED'lerin tamamı için olumlu kararı verilmiştir. ÇED Gereklidir kararı verilen proje sayısı ise 4'te kalmıştır (Tablo 8-24). ÇED süreci içinde ÇED Raporları Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, PTD'ları ise valilikler tarafından incelenmektedir. Ancak özellikle bu kurumların ilgili bölümlerinde biyolojik çeşitlilik ve ekosistem hizmetleri konusunda yeterince uzman olmaması nedeniyle faaliyetlerin etkileri yeterince değerlendirilmemektedir (Tolunay, 2020). Diğer yandan ÇED süreçlerinde faaliyetlerin sera gazı salımlarına katkısı ve iklim değişikliğine etkileri ÇED formatında çoğunlukla yer almamaktadır.

Tablo 8-24: Sakarya İlinde 2012-2019 Yılları Arasında Verilen ÇED Kararları

ÇED Kararları	Maden	Enerji	Sanayi	Tarım-Gıda	Atık-Kimya	Ulaşım-Kıyı	Turizm-Konut	Toplam
ÇED Gerekli Değildir	103	16	72	105	42	13	14	365
ÇED Gereklidir	2	0	0	2	0	0	0	4
ÇED Olumlu Kararı	7	7	7	20	5	0	1	47
ÇED Olumsuz Kararı								
Toplam	**112**	**23**	**79**	**127**	**47**	**13**	**15**	**416**

Kaynak: Sakarya İli Çevre Durum Raporlarından derlenmiştir

İlde zaman zaman eğimli alanlarda şiddetli sağanak yağışların etkisiyle heyelanlar da yaşanmaktadır. Bu heyelanların bir kısmı yamaç arazilerde heyelan topuğu adı verilen ve üzerindeki toprak kütlesinin harekete geçmesini engelleyen alt yamaçlara yol, yerleşim veya ocak açılmasıyla da olabilmektedir (Şekil 8-12).



Şekil 8-12: Sakarya İlinde Meydana Gelmiş Bir Heyelan (Foto: D. Tolunay)

Uysal & Boz (2018) tarafından hazırlanan "Türkiye'deki En Tehlikeli İstilacı Yabancı Türler ve Türkiye'deki Zehirli Denizel Yabancı Türler Raporu"na göre ildeki iç sularda belirlenen istilacı türler aşağıda verilmiştir:

- Doğu Amerika sivrisinek balığı (*Gambusia holbrook*)
- Gümüş balığı (*Atherina boyeri*)
- Gümüşi havuz balığı (*Carassius gibelio*)
- Gökkuşağı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*)
- Kahverengi havuz balığı (*Carassius carassius*)
- Çakıl balığı – çizgili sazan (*Pseudorasbora parva*)
- Zebra midye (*Dreissena polymorpha*)

Denizlerde ise taraklı medüz (*Mnemiopsis leidyi*) ve deniz salyongozu (*Rapana venosa*) istilacı yabancı türlerdir. İlde ayrıca yeşil papağan (*Psittacula krameri*) ile bitki kokarağaç (*Ailanthus altissima*) ve yalancı akasya (*Robinia pseudo-acacia*) türlerinin bulunduğu da bilinmektedir.

8.7. Biyolojik Çeşitlilik ve Ekosistem Hizmetleri Sektörü Etkilenebilirlik ve Risk Analizi

Sakarya ilinde bir kısmı endemik ve tehdit altında olmak üzere yüzlerce canlı türü bulunmaktadır. Yine ekosistem olarak deniz, kıyı, kumul, sulak alan, orman, göl ve akarsu, tarım, kent, otlak gibi çok sayıda ekosistem vardır ve bunlar sosyoekonomik olarak ile katkı sağlayan ekosistem hizmeti üretmektedir. Biyolojik çeşitlilik ve ekosistem hizmetleri sektörünün her bir bileşeninin iklim tehlikelerinden etkilenmeleri, duyarlılıkları ve uyum kapasiteleri farklı olmaktadır. Bu nedenle her bir sektör bileşeni ve iklim tehlikesi için ayrı etki zincirleri oluşturulması gerekmektedir.

8.7.1. Sıcak Hava Dalgası Riski

Ortalama sıcaklıklardaki artışın sıcak hava dalgaları ve orman yangınlarında görülme sıklığı ve şiddetini arttıracağı yapılan model çalışmaları ile ortaya konmuştur. Bu nedenle çalışma kapsamında biyoçeşitlilik ve ekosistem hizmetleri için öncelikli olarak sıcak hava dalgası tehlikesi seçilmiş, risk analizi için sektörün tümünü kapsayacak şekilde etki zinciri hazırlanmış olup, Şekil 8-13 ile verilmiştir. Risk analizlerinde kullanılan göstergeler, göstergelerin ait olduğu kurum bilgisi ve her bir göstergenin risk analizindeki ağırlıkları EK-01 bölümünde sunulmuştur.

Sıcak hava dalgalarına maruz kalan türler ve ekosistemlerin tamamına dair veriye ulaşılamadığı için genel olarak CORINE veri tabanından ilçe bazında sulak alanlar, su kütleleri, orman alanı ve bitki değişim alanları ile TÜİK'ten alınan yine ilçe bazında kovan sayıları ele alınarak ekosistem bileşenlerinin maruziyeti tespit edilmiştir. Duyarlılık açısından ekosistem bileşenlerini baskı altına aldığı için maden çıkarım sahaları ile ilçelerdeki nüfus artışı ve nüfus yoğunluğu, yangınlara karşı daha hassas oldukları için iğne yapraklı orman alanları, yangın çıkma riskini arttıran doğal bitki örtüsü ile karışık tarım alanları ve köy sayıları göstergeleri seçilmiştir. Bu noktada örneğin sulak alanların derinliği ya da kirlilik durumu da bir duyarlılık göstergesidir. Ancak verilere ulaşılmadığı için değerlendirme dışı bırakılmak zorunda kalmıştır. Benzer durum uyum kapasitesi için de geçerlidir. Uyum kapasitesi göstergesi için doğa koruma konusunda çalışan dernek sayıları kullanılmıştır. Dernek sayıları belirlenirken avcı dernekleri ya da kanatlı (güvercin vb.) ve kümes hayvanları derneklerinin doğa koruma konusunda çalışmadıkları kabul edilmiştir. Ancak ilçelerde bulunan derneklerin doğa koruma konusunda etkin olarak çalışıp çalışmadıkları bilgisine ulaşılamamıştır. Diğer bir uyum kapasitesi ise koruma statüsüne sahip sulak alan ya da diğer ekosistemlerin alanlarının ilçe yüzölçümüne oranı olarak ele alınmıştır. Çünkü korunan alanların yönetim planlarında henüz iklim değişikliği tehlikeleri konusuna yer verilmese de bu yönde revizyonlarla korunan alanların uyumu sağlanması olasılığı bulunmaktadır.

TEHLİKE		MARUZİYET	ETKİLENEBİLİRLİK		RİSK
İklim Sinyali	İklim Etkisi		Duyarlılık	Uyum Kapasitesi	
Ortalama sıcaklık artışı	Sıcak hava dalgası	Orman alanları oranı	Doğal bitki örtüsü ile karışık tarım alanları oranı	Faal dernek sayısı	Türlerin fenolojilerinin değişmesi
Aşırı sıcak gün sayısında artış	Ardışık sıcak gün sayısında artış	Bitki değişim alanları oranı	İğne yapraklı orman alanları oranı	İlçelerdeki korunan alan oranı	Sulak alanların küçülmesi
	Deniz suyu sıcaklığında artış	Sulak alanların oranı	Nüfus artış hızı	Popülasyon büyüklüğü*	Göl ve akarsularda su kalite ve seviyesinin düşmesi
		Su yüzeyleri oranı	Madem çıkarım sahaları oranı	Ekolojik koridorlar*	Su tüketiminin artması (tarım dahil)
		Arıcılık (kovan sayısı)	Köy sayısı	Etkin olarak uygulanan havza yönetim ve kuraklık eylem planlarının olması*	Habitat kaybı
		Su kuşları*	Nüfus yoğunluğu	Etkin STK varlığı*	Hayvanların kış uykusuna yatması
		Balıklar ve iki yaşamlılar*	Popülasyon büyüklüğü*	Kurumlar arası işbirliği ve koordinasyon*	Su kalitesinin bozulması
		Habitatlar*	IUCN tehlike kategorisindeki türler*	Yaban hayvanları konusunda uzmanların varlığı*	Ekosistem hizmetlerinde gerileme
		Köylüler*	Türlerin endemik olup olmaması*	Biyoçeşitlilik ve ekosistem hizmetleri konusundaki farkındalık*	Orman yangını riski
		Acarlar Longozu*	Su kirliliği*	Kritik türler için izleme listesi mevcudiyeti*	İçme suyuna erişimin kısıtlanması
		Ekosistem hizmetlerinden geçinenler*	Çiçeklenme zamanı*	Akarsuların ekolojik temelli restorasyonu*	Sulama suyuna talebin artması
		Tarımsal ürün ve diğer bitkiler*	Aşırı avlanma*	Arazi yetenek sınıflarına uygun arazi kullanımı*	Tarımsal üretimin azalması
		Zararlı böcek/istilacı türlerin üremesi, etki alanlarının artması*	Balık göçlerini engelleyecek baraj ve bentlerin olması*	Zararlı böcek/istilacı türler ile mücadele*	Türlerin kuzeye ve dağlarda yükseğe göçleri
		Göl ve akarsu ekosistemleri*	Düşük sıcaklıklara hassasiyet*	Geç çiçeklenen bitki çeşitlerinin geliştirilmesi*	Göçmen kuşların yumurtlama ve göç zamanlarında değişiklik
		Orman ekosistemleri*	Göl ve akarsu egzotik balık aşılamaları*	ÇED'ler gibi mevzuatta ekolojik bakış açılı düzenlemeler yapılması*	Genetik çeşitlilikte daralma
		Pollinatör türler (arılar, vb.)*	Köylünün sosyo ekonomik durumu*	İlin tüm türleri kapsayan biyolojik çeşitlilik ve habitat envanterinin yapılmış olması*	Kuraklıkla birlikte ormanların karbon bağlamasında azalış
			Tür hareket hızı*		

Şekil 8-13. Etki Zinciri: Biyolojik Çeşitlilik ve Ekosistem Hizmetleri Sektörü ve Sıcak Hava Dalgası İlişkisi

** sembolü ile risk analizlerinde kullanılmayan göstergeler belirtilmiştir.*

Sakarya ilinde sıcak hava dalgasından etkilenecek olan orman, sulak alan, su kütlesi, bitki değişim alanı ve arıcılık açısından maruziyet durumu değerlendirildiğinde Sapanca ilçesinin ön plana çıktığı görülmektedir. Bu durum ilçenin orman ve su kütlelerinin oranının yüksek olmasından kaynaklanmaktadır. Buna karşılık sulak alan ve su kütlesi oranı yüksek olan Arifiye, orman alanı ve bitki

değişim alanı oranı yüksek olan Sapanca, Taraklı ve Geyve, ilçelerinde maruziyet orta seviyede tespit edilmiştir. Diğer ilçelerde ise maruziyet çok düşük ya da düşük seviyededir (Şekil 8-14).

İlçelerdeki çeşitli ekosistem bileşenlerinin duyarlılıklarına bakıldığında, Serdivan, Arifiye, Erenler, Geyve ve Taraklı'da çok yüksek; Karasu, Adapazarı, Akyazı ve Pamukova'da orta seviyede duyarlılık tespit edilmiştir. Bu ilçelerde duyarlılığın yüksek çıkmasının farklı nedenleri bulunmaktadır. Örneğin Taraklı ve Geyve'de iğne yapraklı orman ve doğal bitki örtüsü ile karışık tarım alanlarının yüksek olması ana etkenlerdir. Serdivan ve Erenler ilçelerinde nüfus artışı, nüfus yoğunluğu ve doğal bitki örtüsü ile karışık tarım alanları nedeniyle duyarlılık yüksek çıkmıştır. Arifiye'de bunlara ek olarak maden çıkarım sahalarının olması etken olmuştur (Şekil 8-15).



Şekil 8-14. Biyolojik Çeşitlilik ve Ekosistem Hizmetleri Sektörü Maruziyet Haritası



Şekil 8-15: Biyolojik Çeşitlilik ve Ekosistem Hizmetleri Sektörü Duyarlılık Haritası

İlçelerin uyum kapasiteleri değerlendirildiğinde, Adapazarı ve Karasu ilçelerinin uyum kapasitesinin çok yüksek, Sapanca ilçesinin ise yüksek seviyede olduğu değerlendirilmiştir. Bu durum ilk iki ilçede doğa koruma konusunda çalışan dernek sayısının fazla olmasından kaynaklanmaktadır. Karasu ilçesinde Acarlar Longozu'nun korunan alan statüsünün olması uyum kapasitesini arttırmaktadır. Sapanca ilçesinde de diğer iki ilçe kadar yüksek oranda olmasa da derneklerin bulunması ile Sapanca Gölü'nün koruma statüsünün olması uyum kapasitesinin yüksek olmasına yol açmıştır (Şekil 8-16).

Duyarlılık ve uyum kapasitesi bileşenleri birlikte analiz edilerek elde edilen etkilenebilirlik haritası değerlendirildiğinde, Serdivan, Erenler, Arifiye ve Taraklı'da etkilenebilirliğin çok yüksek seviyede olduğu tespit edilmiştir. Etkilenebilirlik Geyve'de ise yüksek seviyededir. Bu durum söz konusu ilçelerinin uyum kapasitelerinin düşük olup, buna karşılık duyarlılıklarının yüksek olmasından kaynaklanmaktadır (Şekil 8-17). Bu nedenle planlamalarda öncelikle bu ilçelerin uyum kapasitelerini arttırmak yönünde kurgulanabilir.



Şekil 8-16. Biyolojik Çeşitlilik ve Ekosistem Hizmetleri Sektörü Uyum Kapasitesi Haritası



Şekil 8-17. Biyolojik Çeşitlilik ve Ekosistem Hizmetleri Sektörü Etkilenebilirlik Haritası

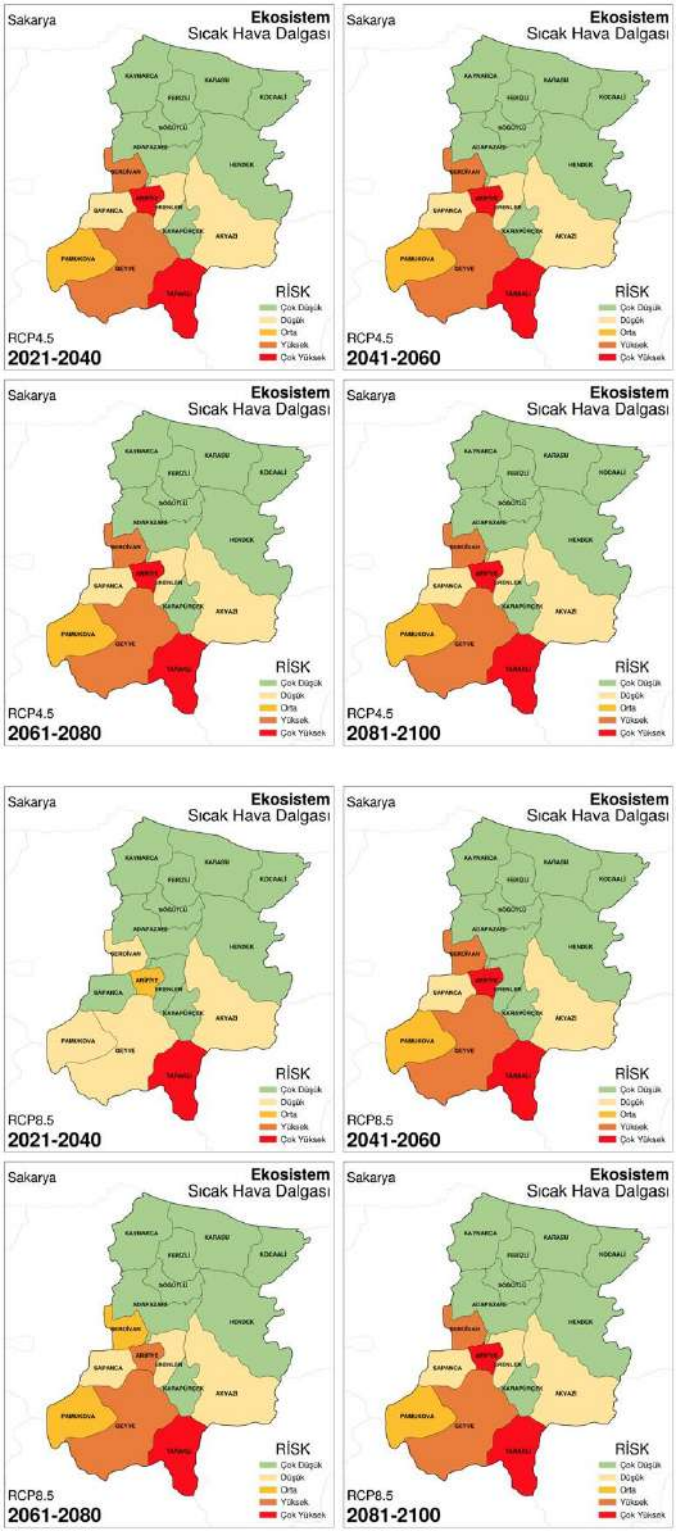
Sakarya ilçelerinin günümüzdeki risk durumu değerlendirildiğinde ilin güneyinde kalan ilçelerin ön plana çıktığı görülmektedir. Bu bölgedeki ilçelerden Taraklı'daki iğne yapraklı orman alanı ile doğal bitki örtüsü ile karışık tarım alanı miktarının oransal olarak diğer ilçelerden fazla olması, buna karşılık uyum kapasitesinin düşük olması riski en yüksek seviyeye taşımaktadır. Bu nedenle, ekosistem sektöründe Taraklı ilçesinin eylem planlarında önceliklendirilmesi gerekir. Geyve ve Serdivan ilçelerinde de mevcut dönemde risk yüksek, Pamukova ve Arifiye ilçelerinde ise orta seviyededir (Şekil 8-18).



Şekil 8-18. Biyolojik Çeşitlilik ve Ekosistem Hizmetleri Sektörü Mevcut Dönem Sıcak Hava Dalgası Risk Haritası

Sakarya ilinde mevcut dönem koşullarına göre sadece iklim tehlikelerinin projeksiyonları göz önüne alınarak sektörel risk analizleri yapılmıştır. Buna göre, gelecek 4 dönemde RCP4.5 ve RCP8.5 senaryolarına göre öngörülen sıcak hava dalgası ile hesaplanan risk haritaları aşağıda sunulmuştur (Şekil 8-19). RCP4.5 ve RCP8.5 senaryolarına göre elde edilen risk mevcut dönem riskine benzer durumdadır. Başka bir ifadeyle ilin güneyindeki ilçelerin ekosistemler açısından riski daha yüksektir. Her iki senaryoda da Taraklı ilçesindeki ekosistemlerin gelecekte de sıcak hava dalgalarından diğer ilçelerden daha fazla etkilenmesi beklenmektedir. RCP4.5 senaryosuna göre gelecekte yüksek risk taşıyan diğer bir ilçe Arifiye'dir. Bu ilçe RCP8.5 senaryosuna göre 2041-2060 ve 2081-2100 dönemlerinde çok yüksek risk sınıfındadır. İlde sıcak hava tehlikesi senaryolara göre ilin güneyinde daha yüksektir. Kötümser senaryoya (RCP8.5) göre gelecek dönemlere sıcak hava dalgası tehlikesi iyimser senaryoya (RCP4.5) göre çok daha fazla etkili olacaktır. Bu durum nedeniyle ve ek olarak güneydeki ilçelerin (ilçelere göre değişmekle birlikte) sıcak hava dalgasına maruz kalan ekosistem bileşenlerinin daha fazla olması, buna karşılık duyarlılık ve uyum kapasitelerinin yüksek olması her iki senaryoda gelecekteki riskin daha fazla olmasına yol açmaktadır.

Diğer yandan önemli sulak alanlara ya da su yüzeylerine sahip kuzeydeki Karasu ve Ferizli gibi ilçelerde sıcak hava dalgası riskinin düşük çıkması hem iklim analizlerine göre sıcak hava dalgası tehlikesinin düşük olması hem de buralardaki su ekosistemlerinin koruma statüsünün olmasıdır. Ancak korunan alanların yönetim planlarında henüz iklim değişikliğine uyum ile ilgili eylemler yer almamaktadır. İldeki önemli sulak alanlardaki kirliliğin önlenmemesi, çeşitli amaçlarla buralardan su çekilmesi gibi duyarlılığı etkileyen faktörlere ek olarak sıcak hava dalgalarında su ekosistemlerinden aşırı buharlaşmanın su seviyelerini düşüreceği için bunlara önlem alınmadığı takdirde bu su ekosistemleri de riskli duruma geçebilecektir.



Şekil 8-19. RCP4.5 ve RCP8.5 Senaryosuna göre Biyolojik Çeşitlilik ve Ekosistem Hizmetleri Sektörü Gelecek Dönem Sıcak Hava Dalgası Risk Haritaları

İlçelerdeki ekosistemlerin iklim tehlikeleri açısından risk ve etkilenebilirlik analizleri sınırlı veriyle yapılabilmiştir. Daha sağlıklı bir analiz için yüksek mekânsal çözünürlükte veri üretilmesi gerekmekte

olup, ekosistemlerin sınırları ile ilçe sınırlarının da örtüşmediği konusu da göz ardı edilmemelidir. Bu durum aynı zamanda uyum eylem önerilerini de etkilemektedir. Örneğin Sakarya Nehri Havzası'nda Konya, Ankara, Eskişehir, Afyonkarahisar, Kütahya, Bilecik, Bursa, Bolu, Sakarya gibi iller bulunmaktadır. Bu illerdeki su çekimleri ya da atık su deşarjları Sakarya ilinde de etkili olmaktadır.

8.8. Sakarya İli için Ekosistem Hizmetleri ve Biyolojik Çeşitlilik İklim Değişikliği Uyum Eylem Önerileri

Proje kapsamında Sakarya'da yapılan toplantılarda biyolojik çeşitlilik ve ekosistem hizmetleri konusunda aktör konumunda olan resmî kurumlardan katılımın oldukça düşük olduğu gözlenmiştir. Ülkemizde biyolojik çeşitlilik ve ekosistem hizmetleri konusunda sorumlu olan kurumların bazıları Orman Genel Müdürlüğü, Tabiat Varlıklarını Koruma Genel Müdürlüğü, Doğa Koruma ve Milli Parklar Genel Müdürlüğü Devlet Su İşleri, Su Yönetimi Genel Müdürlüğü, Denizcilik Genel Müdürlüğü, Balıkçılık ve Su Ürünleri Genel Müdürlüğü, Bitkisel Üretim Genel Müdürlüğü, Tarım Reformu Genel Müdürlüğü ve Tarım ve Orman İl Müdürlükleri'dir. Ayrıca dolaylı olarak da sektörle ilgili çeşitli resmî kurumlar bulunmaktadır. Örneğin Kültür ve Turizm Bakanlığı, Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı gibi bakanlıklar ve bu bakanlıklara bağlı özellikle arazi kullanımı konusunda karar veren genel müdürlükler de paydaş konumundadır. Hatta sektörün önemli bir bileşeni olan korunan alanlarda çoğu zaman sınır çakışmaları olduğu için kurumlar arasında sorunlar dahi oluşabilmektedir. İl düzeyinde bakıldığında biyolojik çeşitlilik ve ekosistem hizmetleri konusuna giren alanların neredeyse tamamı büyükşehir belediyelerinin yetki ve sorumlulukları dışındadır. Belediyeler çoğunlukla yerleşim alanlarındaki park vb. alanlardaki biyolojik çeşitlilik ve ekosistem hizmetleri konusuna odaklanmaktadırlar. Belediyelerin, su ve kanalizasyon idarelerinin su tedariki özelinde sektörle nispeten daha fazla ilgili oldukları söylenebilir. Bu nedenle sektörle ilgili ilk uyum eylem planı faaliyetleri;

- Ekosistem hizmetleri ve biyolojik çeşitlilik konusunda çalışan kurumlar arasında iş birliği ve eşgüdümün sağlanması,
- İl düzeyindeki iklim değişikliği uyum eylem planlarının belediyeler de dahil olmak üzere tüm aktörlerin içinde bulunacağı bir kurul tarafından uygulanması

şeklinde düşünülmektedir. Kurul önerisi eylem planını uygulayıcısı olarak düşünülen büyükşehir belediyelerinin biyolojik çeşitlilik ve ekosistem hizmetleri konusunda söz sahibi olmamalarındandır ve bu durumun da resmî kurumların iklim değişikliği uyum eylem planına aktif olarak katılımlarının ve rol almalarının sağlanmaması durumunda zafiyet oluşacağı endişesiyle yapılmıştır.

Sakarya özelinde ekosistem hizmetleri ve biyolojik çeşitlilik sektörünün iklim değişikliğine uyum eylem planında yer alabilecek eylem önerilerine geçmeden önce ülke geneli için hazırlanacak uyum planında yer verilmesi düşünülen aşağıdaki eylemler önerilmiştir;

- Doğa Koruma ve Milli Parklar Genel Müdürlüğü tarafından yapılan Ulusal Biyolojik Çeşitlilik Envanter ve İzleme Projesi kapsamının deniz canlıları, omurgasızlar, mantarlar ve likenleri dahil edecek şekilde genişletilmesi ve ildeki tüm türlerin tespitinin hedeflenmesi, bu konuda Tabiat Varlıklarını Koruma Genel Müdürlüğü ile iş birliği yapılması,
- EUNIS habitat sınıfları kapsamına gire tüm habitatların ortaya konması, BERN Sözleşmesi gereğince korunması gereken habitatların belirlenmesi, EUNIS'te verilmemiş ülkemize özgü habitatların olup olmadığının değerlendirilmesi, bunların risk değerlendirmesinin yapılması ve korunmasına yönelik adımların atılması,
- Ülkemizde NATURA2000 kapsamında korunan alanlar ağı oluşturulması AB Natura2000 koruma konseptinin Türkiye'de uygulanabilirliğine ve korunan alanların Natura2000 ile bağlantısallığına yönelik çalışma-araştırma-inceleme faaliyetleri gerçekleştirilmesi

- Korunan alanlar ve biyolojik çeşitlilikten doğrudan sorumlu olan bu kurumların üretilen verileri şeffaf olarak kamuoyu ile paylaşması,
- Korunan alanlarda yetki çatışması bulunması durumunda sorumlu kurumlar arasında yönetişimin sağlanması (Bu konuda Doğa Koruma ve Milli Parklar Genel Müdürlüğü ve Tabiat Varlıklarını Koruma Genel Müdürlüğünün tek çatı altında birleştirilmesi de uyum eylem faaliyeti olarak değerlendirilebilir).

Sakarya özelindeki öneriler ise aşağıda sıralanmıştır;

- Sakarya ilindeki endemik ve tehdit altındaki türlerin belirlenmesi, bunlar arasından kritik türlerin ortaya konması (Ulusal Biyolojik Çeşitlilik Envanter ve İzleme Projesi ile kritik türler belirlenmiştir, ama bunlar kamuoyuyla paylaşılmamıştır),
- Kritik türlerin ekolojileri (besin, sıcaklık, nem istekleri, diğer türlerle ilişkileri, davranışları, popülasyonlarının dağılımı vb.) belirlenerek değişen iklim koşullarına tepkilerinin nasıl olacağına dair araştırmalar yapılması,
- Kritik türlerin incelenmesinde sadece tür odaklı değil türler arasındaki ilişkilerin de ortaya konması,
- Genetik çeşitliliğin korunması ve arttırılması (ilde bulunan endemik ve tehdit altındaki türlerin habitatlarıyla birlikte korunması, farklı habitatları arasındaki gen akışının sağlanması, in-situ ve ex-situ koruma stratejilerinin oluşturulması, risk altındaki habitatların belirlenmesi, buralardan yeni habitatlara taşınması eylemlerinin yapılması),
- Denizler ve iç sular arasında göç eden türlerin belirlenmesi ve izlenmesi (örneğin mersin ve yılan balıkları gibi),
- Kritik türlerin yoğunlaştığı habitat ve ekosistemlerin ortaya konması, buralardaki iklim değişikliği ve diğer baskı faktörlerinin etkilerinin değerlendirilmesi, koruma önlemlerinin geliştirilmesi (örneğin Sakarya Deltası ile bu deltadaki sulak alanlar ve kıyı kumulları hem kıyı erozyonu hem de deniz seviyesi yükselmesi riski altındadır, sulak alanlar küçülmektedir. Kıyı erozyonunu engellemek için inşa edilen mahmuzların etkili olduğu rapor edilmektedir. Ancak bu yöntem sert uyum önlemidir. Doğa tabanlı çözüm için fikir üretilmesi ve tehdit altındaki tür, habitat ve ekosistemleri korumak için eylemler geliştirilmesi gerekmektedir. Eylemlere örnek olarak deniz seviyelerinin yükselmesi riski altındaki kumul bitkilerinin belirlenen risksiz habitatlara taşınması verilebilir),
- Türlerin iklim değişikliği etkilerine karşı hayatta kalmalarını sağlayacak sığınakların belirlenmesi ve koruma altına alınması (örneğin kıyı erozyonu ve deniz seviyesinden etkilenmeyecek kumul alanlarının belirlenmesi, sel ve taşkın altında kalmayacak otlakların belirlenmesi vb.),İl genelinde korunan alanlar ve resmen korunmayan, ancak biyolojik çeşitlilik için önemli habitat ve ekosistemlerin belirlenmesi, parçalılık durumlarının incelenmesi, parçalanmış habitatları birleştirmek ve türlerin göçlerini kolaylaştırmak için ekolojik koridorlar oluşturulması,
- Korunan alanların iklim değişikliği risklerinin ortaya konması,
- İldeki korunan alanların yönetim planlarına iklim değişikliği etkilerinin eklenmesi, izleme ve değerlendirme için gerekli göstergelerin de belirlendiği iklim değişikliği uyum eylem planlarının yapılması, buralardaki türlerin iklim değişikliğine bağlı olarak göç edebileceği de düşünülerek alanlarının gözden geçirilmesi,
- Korunan alanlarda yetki çatışması bulunması durumunda sorumlu kurumlar arasında yönetişimin sağlanması,
- Korunan alan miktarını arttıracak hedefler konulması (il yüzölçümünün %20'si gibi olabilir. 2030 AB Biyolojik Çeşitlilik Stratejisinde kıta için %30 hedefi konmuştur. Aichi hedeflerinde ise Dünya genelinde karaların %17'si, denizlerin ise %10'nun korunması hedeflenmektedir.

Biyolojik Çeşitlilik Sözleşmesi 2020 Sonrası Hedeflerde ise 2030 yılına kadar korunan deniz ve kara alanı miktarının % 30'a ulaştırılması öngörülmektedir.),

- İldeki önemli sulak alanların su seviyelerinin izlenmesi, kuraklık ya da aşırı su çekimi nedeniyle kurumaya başlayan sulak alanlara su takviyesi dahil eylemler geliştirilmesi,
- Kritik türler ve habitatlar kamera ya da fotokapanlarla izlenmelidir,
- Korunan alanlardan koruma-kullanma dengesi kapsamında yapılan kullanımların azaltılması
- Varsa biyolojik çeşitlilik ve ekosistemlere zarar veren teşviklerin kaldırılması,
- Denizlerde, iç sularda ve kara ekosistemlerindeki istilacı türlerin belirlenmesi ve izlenmesi için projeler yapılması,
- İklim değişikliği haricindeki baskı faktörlerinin (habitat değişimi, kirlilik, aşırı kullanım, istilacı yabancı türler vb.) belirlenmesi ve bu olumsuz baskı faktörlerinin bertarafı için eylemler geliştirilmesi,
- Su canlılarının hareketlerini engelleyen baraj vb. yapılar olup olmadığının incelenmesi ve varsa kaldırılması olanaklarının araştırılması (AB 2030 Biyolojik Çeşitlilik Stratejisi'ne göre kesintisiz akan nehirlerin uzunluğunun arttırılması hedefi bulunmaktadır. Biyolojik çeşitliliğin korunması, su canlılarının değişen iklim şartları nedeniyle göçlerinin kolaylaştırılması için su ekosistemleri üzerinde kurulacak yapılarda su canlılarının olası göç hareketleri de dikkate alınmalıdır.),
- İldeki sulak alanların ve ekosistemlerin su kalitesinin ve su seviyesinin izlenmesi, kirlenmenin önlenmesi, su seviyesinin azalmasının önüne geçilmesi,
- Kıyılar ve deniz çayırları da dahil olmak üzere bozulmuş ekosistemlerin ekolojik restorasyonu,
- Ekosistem hizmetlerinin haritalanması çalışmalarının yapılması (Sakarya ilindeki ormanlar ve sulak alanlar gibi karbon yutaklarının depoladığı karbon miktarının haritalanması, atık su işleme hizmetlerinin haritalanması gibi. Bu haritalar ve üretilen ekosistemlerle ilgili çeşitli veriler (avlanan balık türleri, miktarı, üretimi yapılan odundışı orman ürünleri, kış ortası kuş sayımı vb.) izlemede gösterge olarak kullanılabilir),
- Biyolojik çeşitlilik ve ekosistem hizmetlerinin izlenmesinde kullanılacak göstergelerin belirlenmesi, göstergelerin ölçülmesi için metodolojilerin geliştirilmesi ve veri bankası oluşturulması,
- Biyolojik çeşitlilik ve ekosistemler konusunda hazırlanan raporlar, toplanan veriler, izlenen göstergeler gibi parametrelerin kamuoyuyla paylaşılması,
- Ormanlarda doğal gençleştirme yönteminin seçilmesi,
- Doğal yaşlı ormanların belirlenmesi ve korunması,
- Ağaçlandırmalardan önce biyolojik çeşitliliğe etkilerin irdelenmesi, doğal türlerin kullanılması, geniş alanlarda monokültür uygulamalarından kaçınılması,
- Biyolojik çeşitliliğin yüksek olduğu alanlarda üreme zamanlarında ormancılık faaliyetlerine ara verilmesi,
- Ormanlardan izin verilen ormancılık dışı uygulamalarda karar verme sürecinde biyolojik çeşitlilik ve ekosistem hizmetlerinin de değerlendirilmesi, orman yangını risk değerlendirmesi yapılması,
- Orman zararlılarının yıllık seyrinin değerlendirilmesi için veri üretilmesi,
- Orman yangını önleyici tedbirlerin uygulanması,
- Sakarya ilindeki çevresel etki değerlendirmesi başvurularında ekosistem hizmetleri ve biyolojik çeşitliliğin de incelenmesinin sağlanması ve hazırlanan ÇED raporları ve Proje tanıtım dosyalarındaki bilgilerin doğruluğunun ve olası etkilerin yeterince değerlendirilip değerlendirilmediğinin kontrol edilmesi,
- Orman üstü kuşakta yapılacak çalışmalarda iklim değişikliğiyle ağaçların ve diğer türlerin göçlerinin dikkate alınması,
- Genetik çeşitlilik için önemli orman ağacı meşçerelerinin koruma altına alınması,

- Kentlerdeki yeşil alan planlamalarında ildeki doğal türlerin kullanılması için çalışmalar yapılması,
- Tarımsal biyolojik çeşitlilik için önemli türler olup olmadığının belirlenmesi,
- Ekosistem tabanlı uyum ve doğa tabanlı çözüm için örnek projeler geliştirilmesi (bu konuda örneğin beton kanallar içindeki bazı derelerin ekolojik restorasyonu konusunda bir proje yapılabilir),
- Arazi kullanım değişikliğine ve habitat kaybına neden olacak projelerin fayda/maliyet analizinde ekosistem hizmetlerinin de göz önünde bulundurulması,
- Belediye, Kamu kurumları, Üniversiteler, Meslek Odaları ve STK'lara Ekosistem Hizmetleri ve Biyolojik Çeşitlilik konusunda kapasite oluşturma için eğitimler verilmesi,
- Belediye, Kamu kurumları, Üniversiteler, Meslek Odaları ve STK'lar gibi paydaşlar arasında koordinasyonun arttırılması,
- Ekosistem Hizmetleri ve Biyolojik Çeşitlilik konusunda gönüllülerden destek alınması ve bu amaçla gönüllülerin eğitilmesi,
- Odun dışı orman ürünleri, balıkçılık ve avcılık gibi ekosistem hizmetlerinin genetik çeşitliliği korumak ve türler ile ekosistemlerin dayanıklılığını sağlamak için sürdürülebilir kullanımının sağlanması,
- Kültürel ekosistem hizmetlerinin (eğitim, yörükler gibi yerel topluluklar vb.) belirlenmesi,
- Geleneksel ekolojik bilgilerin derlenmesi ve korumada kullanılması,
- Yerel toplumun ekosistem hizmetlerine adil erişiminin sağlanmasıdır.

KAYNAKÇA: BÖLÜM 8

Arıcılık Araştırma Enstitüsü. (2021). https://arastirma.tarimorman.gov.tr/aricilik/Belgeler/istatistik/2019%20YILI%20BAL%20%C3%9CRET%C4%B0M%C4%B0NE%20G%C3%96RE%20T%C3%9CRK%C4%B0YE%20ARICILIK%20%C4%B0STAT%C4%B0ST%C4%B0KLER%C4%B0%20%20(%2027.02.2020)%20(1).pdf (Erişim Tarihi: 11 Eylül 2021)

Arslan, A. & Baş, M. (2020). Yarasa Gübresi (Guano). BEÜ Fen Bilimleri Dergisi 9 (1), 478-486.

Aydın, F., Erlat, E. & Türkeş, M. (2020). Impact of climate variability on the surface of Lake Tuz (Turkey), 1985–2016. Regional Environmental Change 20, 68, 1-14.

Aylan, F.K. & Ardıç Yetiş, Ş. (2021). Açık Alan Rekreasyon Faaliyetlerinin Destinasyon Kıyaslaması Bağlamında İncelenmesi: Nevşehir - Konya İllerinin Karşılaştırılması. Elektronik Sosyal Bilimler Dergisi, 20 (79), 1279-1297.

Bayçelebi, E., Kaya, C., Güçlü, F. & Turan, D. (2020). Taxonomic Status of Endemic Fish Species in Lake Beyşehir Basin (Turkey). Acta Aquatica Turcica 16 (1), 138-147.

Buğdaycı, İ., Varlık, A. & Mutlu, F. (2019). İnsansız Hava Aracı Kullanılarak Anadolu Yaban Koyunlarının Popülasyonunun Belirlenmesi: Konya-Bozdağ Bölgesi. Ömer Halisdemir Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi 8 (2), 882-891.

ÇEM (2017). Türkiye Çölleşme Modeli, Teknik Özet. Çölleşme ve Erozyonla Mücadele Genel Müdürlüğü, Ankara, Türkiye.

ÇŞB. (2021). https://ockb.csb.gov.tr

Death, R., Fuller, I. & Macklin, M. (2015). Resetting the river template: the potential for climate-related extreme floods to transform river geomorphology and ecology. Freshwater Biology, 60(12), pp.2477- 2496.

De Groot, R.S., Fisher, B., Christie, M., Aronson, J., Braat, L., Haines-Young, R., Gowdy, J., Maltby, E., Neuville, A., Polasky, S., Portela, R. & Ring, I. (2010). Integrating the ecological and economic dimensions in biodiversity and ecosystem service valuation P. Kumar (Ed.), TEEB Foundations, The Economics of Ecosystems and Biodiversity: Ecological and Economic Foundations, Earthscan, London.

Demirelma, H. & Ertuğrul, K. (2002). Kuşak Dağı Florası (Hadim-Konya). Selçuk Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi Fen Dergisi 20, 1-18.

Diri, M. (2018). Konya Kapalı Havzası Yüzeysel Su Kalitesi Değişiminin İzlenmesi. Necmettin Erbakan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Çevre Mühendisliği Anabilim Dalında hazırlanmış Yüksek Lisans Tezi, Konya.

DKM. (2016). Akdeniz Ormanlarının İklim Değişikliğine Uyumu Projesi. Doğa Koruma Merkezi (DKM) ve WWF-Türkiye tarafından Konya Orman Bölge Müdürlüğünde gerçekleştirilen proje.

DKMP. (2021). Nuh'un Gemisi Ulusal Biyolojik Çeşitlilik Veritabanı. Doğa Koruma ve Milli Parklar Genel Müdürlüğü. http://www.nuhungemisi.gov.tr/Library/TurkiyeBiyocesitlilik (Erişim Tarihi: 9 Eylül 2021).

Doğa Derneği. (2018). Beyşehir Gölü Havzası'ndaki Nesli Tehlike Altındaki Balık Türlerini Koruma Planı. İzmir, Türkiye.

Eken G., Bozdoğan M., İsfendiyaroğlu S., Kılıç DT. & Lise Y. (2006). Türkiye'nin Önemli Doğa Alanları. Doğa Derneği, Ankara.

Erpul, G., İnce, K., Demirhan, A., Küçümen, A., Akdağ, M.A., Demirtaş, İ., Sarıhan B., Çetin, E. & Şahin, S. (2020). Su Erozyonu İl İstatistikleri - Toprak Erozyonu Kontrol Stratejileri (Sürdürülebilir Arazi/Toprak Yönetimi Uygulama ve Yaklaşımları). Çölleşme ve Erozyonla Mücadele Genel Müdürlüğü Yayınları. Ankara

İlhan, A., Balık, S. & Sarı, H.M. (2014). Orta ve Batı Anadolu Endemik İçsu Balıklarının Günümüzdeki Dağılımları Ve Koruma Statüleri. İstanbul Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi 29(2), 9-34.

Kırsal Çevre (2019). İç Anadolu'nun Kalıntı Ormanları. Kırsal Çevre ve Ormancılık Sorunları. Araştırma Derneği, ISBN: 978-9944-0142-7-4, Arkadaş Basım Sanayi Ltd. Şti., Ankara.

Konya İli Çevre Durum Raporu. (2021). Konya İli 2020 Yılı Çevre Durum Raporu. Konya Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü ÇED ve Çevre İzinleri Şube Müdürlüğü Çevre Yönetimi Ve Denetimi Şube Müdürlüğü.

Kunt, K.B., Yağmur, E.A., Özkütük, S., Durmuş, H. & Anlaş, S. (2010). Türkiye'nin mağara omurgasızlarının (Invertebrata: Animalia) kontrol listesi. Biological Diversity and Conservation 3(2): 26-41.

Leadley, P., Pereira, H.M., Alkemade, R., Fernandez-Manjarres, J.F., Proenca, V., Scharlemann, J.P.W. & Walpole, M.J. (2010). Biodiversity scenarios: projections of 21st century change in biodiversity and associated ecosystem services. Secretariat of the Convention on Biological Diversity, Montreal. Technical Series no. 50, 132 pages.

Mazlum, Y. & Şirin, S. (2020). The Effects of Using Different Levels of Calcium Carbonate (CaCO3) on Growth, Survival, Molting Frequency and Body Composition of Freshwater Crayfish Juvenile, Pontastacus leptodactylus (Eschscholtz, 1823). KSÜ Tarım ve Doğa Dergisi 23 (2), 506-514.

MEA. (2005). Ecosystems and Human Well-being: Biodiversity Synthesis. Millennium Ecosystem Assessment, World Resources Institute, Washington, DC.

Musaoğlu, N., Tanık, A., Gümüşay, M.U., Dervişoğlu, A., Bilgilioğlu, B.B., Yağmur, N., Bakırman, T., Baran, D. and Gökdağ, M.F. (2018). Long-term Monitoring of Wetlands via Remote Sensing and GIS: A Case Study from Turkey. 2. International Conference on Climate Change, 12 p.

OGM. (2016). Orman Genel Müdürlüğü Envanter Sistemi.

OGM. (2020). https://oduhservis.ogm.gov.tr/ (Erişim Tarihi: 11 Eylül 2021)

OGM. (2021). Ormancılık İstatistikleri (2020). Ankara: Orman Genel Müdürlüğü. https://www.ogm.gov.tr/tr/e-kutuphane/resmi-istatistikler (Erişim Tarihi: 05 Eylül 2021).

Orhan, O., Kırtıloğlu, O.S. & Yakar, M. (2020). Konya Kapalı Havzası Obruk Envanter Bilgi Sisteminin Oluşturulması. Geomatik Dergisi 5(2), 81-90.

Özel Çevre Koruma Kurumu Başkanlığı. (2010). Tuz Gölü Özel Çevre Koruma Bölgesi Habitat İzleme Projesi, Final Raporu, 2010. Çevre ve Orman Bakanlığı Özel Çevre Koruma Kurumu Başkanlığı.

Özhatay, N. (2006). Türkiye'nin BTC Boru Hattı Boyunca Önemli Bitki Alanları, BTC Şirketi, İstanbul

Özhatay, N., Byfield, A. & Atay, S. (2005). Türkiye'nin 122 Önemli Bitki Alanı. WWF Türkiye, İstanbul.

Pereira, H.M., Navarro, L.M. and Martins, I.S. (2012). Global Biodiversity Change: The Bad, the Good, and the Unknown. Annual Review of Environment and Resources, 37, 25-50.

SYGM. (2019). Konya Havzası Taşkın Yönetim Planı Stratejik Çevresel Değerlendirme Taslak Kapsam Belirleme Raporu. Su Yönetimi Genel Müdürlüğü, Taşkın ve Kuraklık Yönetimi Dairesi Başkanlığı.

Tabiat Varlıklarını Koruma Genel Müdürlüğü. (2013). Tuz Gölü Önemli Çevre Koruma Bölgesi Yönetim Planı 2014-2018. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı Tabiat Varlıklarını Koruma Genel Müdürlüğü. https://webdosya.csb.gov.tr/db/tabiat/editordosya/tuz%20golu-4(2).pdf (Erişim Tarihi: 15 Eylül 2021).

TOB. (2018). Toprak Organik Karbonu Projesi Teknik Özet. ÇEM, BİLGEM-YTE. Ankara.

TOB. (2021). Corine Arazi Örtüsü Verileri. http://corinecbs.tarimorman.gov.tr/corine

Tolunay D. (2018). Ekosistemler üzerindeki baskılar ve çözüm önerileri. Doğa Hakları Çalıştayı 8-9 Aralık 2018, Muğla, Muğla Büyük Şehir Belediyesi.

Tolunay, D. (2019a). İklim Değişikliğinin Ekolojik Sistemlerdeki Yeri. İklim Değişikliği Eğitim Modülleri Serisi. İklim Değişikliği Alanında Ortak Çabaların Desteklenmesi Projesi (iklimİN).

Tolunay D. (2019b). Madencilik ve İklim Krizi Arasındaki İlişkiler. Madenciliği Konuşuyoruz Çalıştayı 8-9 Aralık 2019, Muğla, Muğla Büyük Şehir Belediyesi. s.66-88.

Tolunay, D. (2020). Trakya'daki Bazı Projelerin Çevresel Etki Değerlendirmesi (ÇED) Raporlarının Değerlendirilmesi. Journal of Environmental and Natural Studies, 2 (1), 46-62.

TÜBİTAK-MAM. (2010). Havza Koruma Eylem Planlarının Hazırlanması-Konya Kapalı Havzası Nihai Proje Raporu. TÜBİTAK-MAM Çevre Enstitüsü.

TÜİK. 2020. Avlanan içsu ürünleri (ton) 2020 Yılı istatistikleri. https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=97&locale=tr

Türkeş, M. (2012). Türkiye'de Gözlenen ve Öngörülen İklim Değişikliği, Kuraklık ve Çölleşme. Ankara Üniversitesi Çevrebilimleri Dergisi 4 (2), 1-32.

Türkeş, M., Akgündüz, A.S. & Demirörs, Z. (2009). Palmer Kuraklık İndisine Göre İç Anadolu Bölgesi'nin Konya Bölümü'ndeki Kurak Dönemler ve Kuraklık Şiddeti. Coğrafi Bilimler Dergisi 7(2): 129-144.

TVK. (2021). https://tvk.csb.gov.tr/tuzgolu-sulak-alan-kus-turleri-korunmasi-ve-izlenmesi-projesi-proje (Erişim Tarihi: 16 Eylül 2021)

UNCCD. (1995). The United Nations Convention to Combat Desertification in those Countries Experiencing Serious Drought and/or Desertification, Particularly in Africa, text with Annexes, UNEP, Geneva, 1995.

UNCCD. (2011). Desertification: A Visual Synthesis. United Nations Convention to Combat Desertification (UNCCD).

Vural, M. & Adıgüzel, N. (2006). Bozkırlar (Kitap Bölümü). Türkiye'nin Önemli Doğa Alanları (Eds: Eken G., Bozdoğan M., İsfendiyaroğlu S., Kılıç DT., Lise Y.). Doğa Derneği, Ankara.

WWF-Türkiye. (2014). Konya'da Suyun Bugünü Raporu. WWF-Türkiye 64 s.

Yarar, M. & Magnin, G. (1997). Türkiye'nin önemli kuş alanları. Doğal Hayatı Koruma Derneği, İstanbul.

TOB. (2021). https://www.tarimorman.gov.tr/DKMP/Menu/18/Korunan-Alan-Istatistikleri (Erişim Tarihi: 11 Eylül 2021)

TVK. (2020) http://www.says.gov.tr/istatistik (Erişim Tarihi: 11 Eylül 2021)



HALK SAĞLIĞI

iklime uyum

9. HALK SAĞLIĞI

İklim değişikliğinin sağlık etkilerini ortaya koyabilmek için öncelikle neleri etkilediğini gözden geçirmek gerekir. Sağlık beden, ruh ve sosyal açıdan tam bir iyilik halidir. Sağlığı etkileyen her bir etken, beden, ruh ve sosyal iyilik halini etkiler. Etkiyi ölçmek için etki alanlarını ve göstergeleri analiz etmek gerekir. Sağlığın iklim belirleyicileri Şekil 9-1'de yer almaktadır. İklim tehlikeleri "Pilot Şehirler için Çoklu Tehlike Değerlendirmesi ve Ekstrem İklim İndisleri" raporunda detaylı şekilde incelenmiştir (İklime, Uyum, 2021)



Şekil 9-1: Sağlığın İklim Belirleyicileri

İklim değişikliğinden kaynaklanan ve sağlık açısından ele alınması gereken tehlikeler ve etkileri aşağıdaki şekilde özetlenmiştir.



Şekil 9-2: İklim Değişikliğinin Sağlık Etkileri

İklim tehlikelerinin sağlığa etkileri ile ilgili mücadelede sağlık hizmeti sunan merkezlerin dengeli dağılıma sahip olmasına ihtiyaç duyulmaktadır. Sağlık hizmetleri temel kamu hizmetlerinden birisidir. 1930 yılında yayınlanan Umumi Hıfzıssıhha Kanunu tarafından düzenlenmektedir. Türkiye'de yaygın bir sağlık hizmeti modeli ve yerleşik sağlık hizmet kültürü mevcuttur. Sağlık Bakanlığı merkez teşkilatının illerde yapılanması İl Sağlık Müdürlükleri çatısı altında yapılandırılmıştır. İklim değişikliğinin sağlık üzerine etkisinin önlenmesi ve sağlık sektörünün iklim değişikliğinin etkilerinden korunmasına yönelik merkez teşkilat yapısında önemli yapılar "Halk Sağlığı Genel Müdürlüğü" altında yer almaktadır. İklim değişikliğinin sağlık üzerine olumsuz etkilerini azaltmaya yönelik strateji ve eylem planı çalışmaları 2010

yılında başlamıştır. 2015 yılında da 2019 yılına kadar eylemlerin yer aldığı strateji ve eylem planı yayınlanmıştır. İller söz konusu strateji doğrultusunda, il ve ilçe düzeyinde eğitimlerine başlamışlardır. Disiplinler ve sektörler arası iş birliği ile çalışmalar yürütülmektedir.

9.1. Sağlık sektörünün Sakarya'daki durumu

9.1.1. Sağlık Sektörünün büyüklüğü ve etkileri (sosyal, ekonomik, çevresel, vs.)

Sakarya'da iklim değişikliğinin sağlık etkilerine yönelik uyum çalışmalarında, Sağlık İl Müdürlüğü, Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü ve belediyeler başta olmak üzere, tarım, su, enerji, turizm, sosyal hizmetler, eğitim, afetlerle ilişkili sektörlerin mutlaka yer alması gerekmektedir. Üniversiteler idari ve karar verici mekanizmaya kanıt sunmak, izleme, değerlendirme ve raporlama, eğitim (öğrenci, akademisyen ve toplum) süreçleri için önemlidirler. Sakarya'nın sağlığını iklim değişikliğinin etkilerinden korumaya yönelik sağlık sektörüne katkı sunabilecek tüm sivil toplum kuruluşları ve bireyler de uyum planlarında yer almalıdır.

Sakarya'nın üyesi olduğu Türkiye Belediyeler Birliği iklim değişikliği ve sağlık ilişkisi açısından önemli uluslararası ve ulusal kimliği olan yapıdır. Sağlığın sosyal belirleyicilerinin en önemlileri eğitim ve ekonomidir. Eğitim düzeyine göre sağlığın geliştirilmesi çalışmaları planlanır ve uygulanır. Sakarya'nın eğitim düzeyi raporun 3. Bölümünde yer almaktadır.

9.1.2. Bireysel ve Toplumsal Sağlık düzeyi

Sakarya'nın "bireysel ve toplumsal sağlık düzeyi"ni inceleyebilmek için iklim değişikliğinin sağlık etkilerini değerlendirmede kullanılan temel göstergeleri incelemek gereklidir. Temel göstergeler sırası ile aşağıda listelenmiş, kullanıma açık veriler kullanılarak aşağıdaki göstergeler üzerinden yorumlar yapılmıştır.

Şehir düzeyinde iklim değişikliğinin sağlık etkilerini analiz edebilmek için temel sağlık göstergelerinin kullanılması gereklidir. Kutu 1'de söz konusu temel göstergeler yer almaktadır.

Kutu 9-1: İklim Değişikliğinin Sağlık Etkilerini Değerlendirmede Kullanılan Temel Göstergeler-Yaşam beklentisi, sağlıklı yaşam beklentisi

- Hastalık yükü
- Tetikte olunması gereken bulaşıcı hastalıklar
  - İklime duyarlı bulaşıcı hastalıklar
    - Sıtma
    - Göz ardı edilen tropikal hastalıklar
- Şehre özgü sağlığın iklim belirleyicilerine göre değişen bulaşıcı hastalıklar
  - Toplumu zayıf düşüren diğer bulaşıcı hastalıklar
    - TBC
    - HIV/AIDS
    - Hepatit B
- Çocuk ölümleri (bebek, beş yaş altı)
- Anne ölümleri
- Bulaşıcı olmayan hastalıklar
- -aralanmalar
- Cinayetler
- Kasıtsız zehirlenmeler
- Trafik kazaları
- İntiharlar
- Sağlık için riskli durumlar
  - Çocuk malnutrisyonu

- Kadınlarda anemi
- Şiddet
- Fiziksel inaktivite, obesite
- Hipertansiyon
- Kötü alışkanlıklar (sigara, alkol, trans yağlar vb.)
- Çevresel risk faktörleri
    - Su, sanitasyon, hijyen

▪ Kapsayıcı sağlık
- Sağlık hizmetleri
- Sağlık bütçesi
- Üreme, yeni doğan, bebek, çocuk sağlığı
- Bağışıklama
- Yaşlılık
- Sağlık insan gücü
- Sağlık sigortası
- Sağlık teknolojilerine erişim
- Sağlık acilleri

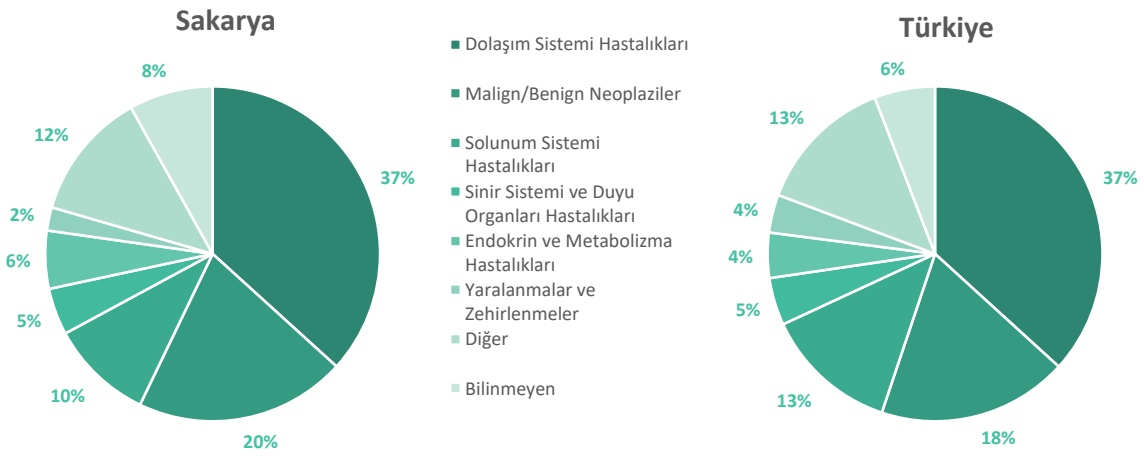
Yaşam beklentisi, sağlıklı yaşam beklentisi

Muğla'ya ait "sağlıklı yaşam beklentisi" verisi yoktur.

Hastalık yükü

Hastalık yükü, bir hastalığın nüfustaki etkisidir; mortalite (ölüm), morbidite (hastalık), maliyet gibi farklı göstergeler yardımıyla ölçülür. Bu sayede farklı bölge ve ülkelerde hastalık durumları karşılaştırılabilir. Aynı zamanda gelecekte oluşacak sağlık ihtiyacının belirlenmesini mümkün kılar. Hastalık yükü ölçülmesinde en çok kabul gören iki yöntem; QALY ve DALY ölçeklemeleridir. QALY, bir hastalığa bağlı kaybedilen yaşam kalitesini ölçeklendirir; DALY ise bir hastalık, sakatlık veya erken ölüm sebebiyle kaybedilen sağlıklı yaşam yıllarının ifadesidir (Hessel, 2008).

Hastalık yükü açısından incelendiğinde; ölüm nedenleri arasında birinci sırada Dolaşım sistemi hastalıkları yer almakta; onu malign ve benign neoplaziler takip etmektedir (TÜİK, 2020) (Şekil 9-3) Tüm ölüm nedenleri arasında Dolaşım sistemi hastalıkları %37'i; neoplaziler %20'yi oluşturmaktadır. Ölüm sebeplerinin dağılımı Türkiye ile karşılaştırıldığında, Malign/Benign Neoplazilere bağlı ölümler Türkiye'den daha fazla görülürken; Solunum Sistemi ve Zehirlenme-Yaralanmalar Türkiye'den daha az görülmektedir.



Şekil 9-3: Türkiye Sakarya Seçilmiş Ölüm nedenleri 2019

Kaynak: (TÜİK, 2020)

Tetikte olunması gereken bulaşıcı hastalıklar

- İklime duyarlı bulaşıcı hastalıklar

Sakarya'ya ilişkin hastalıklara ait tarihi belgeler incelenmiştir ve önemli noktalar Kutu 2'de, kaynaktaki şekliyle, sunulmuştur.

Kutu 9-2 Tarihte Sakarya ve Hastalıklar

KUMAŞ, Nursal 1890-1910 Döneminde Adapazarı'nda Görülen Bulaşıcı Hastalıklar ve Merkezi-Yerel Yönetimlerin Aldığı Tedbirler – Uluslararası Sakarya Sempozyumu Tarih/Kültür/Toplum 23-25 Kasım 2017

"Osmanlı Devleti'nin son dönemlerinde Adapazarı ve çevresinde başta kolera olmak üzere sıtma, kuduz, zatürre ile hayvanlarda da veba gibi birtakım bulaşıcı hastalıklar görülmekteydi. Osmanlı merkezi yönetim ve yerel yönetimleri bu hastalıklarla mücadele etmek için çeşitli önlemler almaktaydı. Karantina uygulaması, bataklıkların kurutulması, yöre halkına temizlik faaliyetleri için uyarılarda bulunulması, şehirde sağlığa elverişsiz şartlarda bulunan hapishane binasının yenilenmesi, trenlerin Adapazarı ve sapanca istasyonlarında yolcu indirip bindirmesine izin verilmemesi, bölgeye sıhhi yardım ve doktor gönderilmesi bu önlemlerden bazılarıydı. Bulaşıcı hastalıklara maruz kalanlara da birtakım yardımlarda bulunulmaktaydı. Veba hastalığı nedeniyle telef olan hayvanların zararını karşılamak için Ziraat Bankası aracılığıyla borç para yardımında bulunulması ve kuduz hastalığına yakalanıp tedavi olmak amacıyla İstanbul'a giden hastaların yol masraflarının yerel belediyeler tarafından karşılanması bu yardımlara birer örnektir."

BAKAR, COŞKUN Kırk yedi yıl sonra yeniden bir salgının hikâyesi: 1970 Sağmalcılar kolera salgınından günümüze dersler

"İstanbul Sağmalcılarda 1970 yılının Ekim ayında 1500'e yakın kişinin hastalandığı ve 52 kişinin öldüğü kolera salgını yaşandı. Salgın Sağmalcılar, Esenler bölgesinde bulunan Habipler köyü yakınındaki çöplüğün altında bulunan eski suyolları ile bölgedeki açık dereler vasıtasıyla geniş bir alana yayıldı. Ekim ayı sonunda hastalık yayılması durduruldu. Salgın sırasında yerel otoriteler tarafından hastaların takibi, izolasyonu ve tedavisi yapıldı. Geniş bir bağışıklama ile su kaynaklarının ve açık su bölgelerinin klorlanması uygulandı. Bölgede açık su, meşrubat ve buz satışı yasaklandı, ölüler ve mezarlıklar kireçlendi. Salgın olan evler sarı kâğıtlarla işaretlendi. Bu çalışmada materyal olarak dönemin gazeteleri, ilgili çalışmalar ve Türkiye Büyük Millet Meclisi'nin tutanakları kullanıldı."

22 Ekim 1970 – Onuncu Gün

"22 Ekim tarihli en önemli haber Avrupa trenlerinin iptal edilmesidir. Hasta sayısı 1134'e, ölü sayısı 51'e yükselmiştir. Hıfzıssıhha Enstitüsü doktorlarından Dr. Necmettin Alkış'ın çalışmaları da haberler arasındadır. Koleranın açıklanmasıyla ilgili tartışmalar ile farklı illerdeki şüpheli vaka ve ölümlerle ilgili kolera şüphesi devam etmektedir. Sakarya'daki 4 vakada kolera tespit edilmiştir. İstanbul genelinden şüpheli vakalar bildirilmekle birlikte Sağmalcılarda 30 kolera vakasına rastlanmıştır. İstanbul'da güvenli ve yeterli su sorunu baş göstermektedir. Hastanelere başvuran hasta sayısı giderek düşmekte olup, üç milyon doz aşıdan 2 milyon 880 bin dozu kullanılmıştır."

24 Ekim 1970 – Onikinci Gün

"Sağlık Müdürlüğünün bildirdiğine göre, birisi 6 aylık bebek 4 ölüm daha olmuştur. Kocaeli ve Tekirdağ'da üç, Sakarya Devlet hastanesinde sekiz koleralı hasta bulunmaktadır. Kıbrıs, Irak Türkiye'den gelen uçaklara iniş yasağı koymuş, İsviçre posta ilişkisini kesmiştir. Prof. Dr. Ekrem Şerif Egeli'ye göre salgınla savaş başarılıdır ve hastalık sınırlanmış intibaını vermektedir.19 25 Ekim tarihli Cumhuriyet Gazetesi salgının Balıkesir, İzmit, Adapazarı, Düzce ve Tekirdağ'a yayıldığını bildirmektedir. Bu arada hastaneden kaçan 9 hasta yakalanmıştır. Salgın bölgesinde evler ile açıkta akan lağımlar halen ilaçlanmamıştır ve kapanmamıştır."

Sıtma: Türkiye, Sıtma Eliminasyon Programı sayesinde 2010 yılından beri '0' yerli vaka bildirimi ile sıtmanın kontrol altında olduğu bölgelerden biridir (WHO, International Travel and Health, 2018, s. 44). Ancak her yıl yurtdışından gelen sıtma vakaları tespit edilmekte ve iklim şartlarının sıtma endemisi için uygun olması sebebiyle Sıtma Eliminasyon Programı çalışmaları kesintisiz devam etmektedir (Sıtma Vaka Yönetimi Rehberi, 2019). Sakarya ili bölge ikliminin yağışlı olması, sulu tarım uygulamalarının yaygınlığı ve ulaşım yollarının merkezinde olan konumu sebebiyle sıtma bulaşı için dikkatli olunması gereken bir bölgedir.

Gözardı edilen tropikal hastalıklar: Aedes Cinsi sivrisinekler Dang ateşi, Zika, Chikungunya, Sarı Humma gibi pek çok virüse vektörlük yapabilen bir türdür. Türkiye'de Doğu Karadeniz Bölgesinde Aedes aegypti; Trakya ve Kuzey Anadolu bölgesinde Aedes albopictus görülmektedir (Zika Virüsü ve Aedes Cinsi Sivrisinekler). Sakarya'nın içinde bulunduğu Doğu Marmara bölgesi de Aedes cinsi sivrisineklerin yayılması beklenen bölgelerden biridir. Şimdiye kadar Türkiye'de Dang, Zika ve Chikungunya'ya bağlı tespit edilen vakaların tümü seyahat ettiği bölgede temas ile hastalığı kapmıştır. Ancak bu virüslerin iklim değişikliği etkisiyle yeni iklim bölgelerinde tespit edilmeye başladığı göz önüne alınarak Türkiye'de görülebilecek yerel vakalar konusunda tetikte olunması gerekmektedir.

Batı Nil Virüsü (WNV): Virüs taşıyan Culex cinsi sivrisineklerin sokması sonucu ölümcül olabilen nörolojik semptomlarla seyreden bir hastalık etkenidir. 2010 yılından beri Türkiye'de vaka bildirimleri olmaktadır (Batı Nil Virüsü Enfeksiyonu). Sakarya ilinde sivrisinek türleri üzerinde yapılan araştırmalar

bölgede Culex cinsi sivrisineklerin yaygın olarak bulunduğunu göstermektedir (Şakacı, 2021). 2011 yılında yapılan bir çalışmada bölgede, WNV virüsünün birincil etkeni olan Culex Pipens yaygın olarak bulunmuş, ama sivrisineklerde virüse rastlanmamıştır (Kar, Yılmazer, Güven, Akyıldız, & Gargılı, 2013).

Şehre özgü sağlığın iklim belirleyicilerine göre değişen bulaşıcı hastalıklar:

Tularemi: Francisella Tularensis; pek çok farklı hayvan türünü enfekte edebilen, dış ortama ve soğuğa oldukça dirençli, klorlamaya dirençsiz bir bakteri türüdür. Tularemi 2005 yılından sonra bildirimi zorunlu hastalıklar içine alınmış, o yıl tanı alan 431 vakanın 16'sı Sakarya ilinde tespit edilmiştir (Gürcan Ş. , 2007). Sakarya ili Tularemi için endemik bölgelerden biridir. Türkiye'deki tularemi vakalarının çoğunluğu klorlanmamış sular sebebiyle oluşmaktadır. Bu sebeple bölgede özellikle kırsal alanlarda yaşayan bireylerin kaynağı belirsiz, klorlanmamış su kullanmalarının önüne geçilmeli, ayrıca kemiriciler ve av hayvanlarıyla temasta dikkatli olunması konusunda bilgilendirilmeleri gerekmektedir.

Gastroenterit: Önlenebilir olmasına rağmen, 2015 yılında, Dünya'da, tahminen 1,3 milyon ölüme neden olan gastroenteritler özellikle gelişmemiş ve gelişmekte olan ülkelerdeki nüfusları etkilemektedir (Troeger, ve diğerleri, 2017). Gastroenterit salgınları doğrudan temiz gıda ve içme suyuna ulaşamama ile ilişkilidir. Önümüzdeki yıllarda su kıtlığı ve yer altı sularının kirlenmesi ile daha sık ishal salgınları ile karşılaşmayı öngörmek ve etkene yönelik tanı ve tedavi yöntemleri üzerinde yoğunlaşmak gerekmektedir. Sakarya'da gastroenterit sebebiyle acil servise yapılan başvurularda Rotavirus antijen pozitifliği %14,1; Adenovirus antijen pozitifliği %7,6 bulunmuştur (Terzi & Aydemir, 2018). Rotavirus antijeni pozitif çıkan vakaların %83,1'ini 0-5 yaş aralığındaki hastalar oluşturmuştur. En sık karşılaşılan viral gastroenterit etkeni Rotavirüstür ve özellikle bir yaş altı çocuklar için mortalite riski oluşturmaktadır.

Kırım Kongo Kanamalı Ateşi: Başlıca Hyalomma cinsi kene ısırığı ile bulaşan bu viral hastalık 2003 yılından beri Türkiye'de tanı almaktadır. Özellikle kenenin aktif olduğu bahar ve yaz aylarında görülen KKKA'nin görülme insidansları yıllara göre değişkenlik göstermektedir. Sakarya ilinde 2012 yılından beri KKKA vakası bildirilmemiştir (Kırım Kongo Kanamalı Ateşi İnsidans Haritaları). Sakarya ilinde KKKA görülme insidansı en fazla 2009 yılında 0,46 ile olmuştur.

Toplumu zayıf düşüren diğer bulaşıcı hastalıklar

Bruselloz: Enfekte hayvan veya hayvan ürünlerinden bulaşan Bruselloz, Türkiye'de en sık görülen bakteriyel zoonotik enfeksiyondur (HSGM, Bruselloz). Sakarya ili Bruselloz insidansı 0,8' ile oldukça düşüktür. Bruselloz tedavisi, uzun süreli çoklu antibiyotik kullanımı gerektirmesinden dolayı zordur; ayrıca hayvanlarda düşük ve ölü doğuma sebebiyet vererek ekonomik kayıplar oluşturmaktadır. İklim değişikliğine bağlı tabiat değişiklikleri, ormanlık alan kayıpları, değişen mikro iklimler ile hayvancılık yapılan bölgelerdeki değişiklikler sonucu, besi hayvanları ile vahşi türlerin temasının artabileceği ve bunun sonucunda brusella gibi zoonotik türlerin yeni hastalıklara sebebiyet verebileceği öngörülmektedir (Pinto, Bonacic, Hamilton-West, Romero, & Lubroth, 2008).

Tüberküloz: Sakarya ilinde 2018 yılı toplam Tüberküloz olgu sayısı 218'dir. Toplumdaki tüberküloz insidansı (100.000'de) 21,2'dir. Türkiye verileri ile karşılaştırma Tablo 9-1'de verilmiştir (Tüberküloz İstatistikleri, 2018). Sakarya'da Tüberküloz insidansları Türkiye ortalamasının oldukça üzerindedir. Ayrıca her beş hastanın birinde yeterli tedavi sağlanamamaktadır.

Tablo 9-1: Türkiye Sakarya Tüberküloz İstatistikleri

2018 Tüberküloz Verileri	Olgu Sayısı	İnsidans (100.000 kişide)	Tedavi Başarısı	Takip Dışı Kalan Olgu (%)
Türkiye	11786	14,1	85	3,2
Sakarya	218	21,2	81,8	3,3

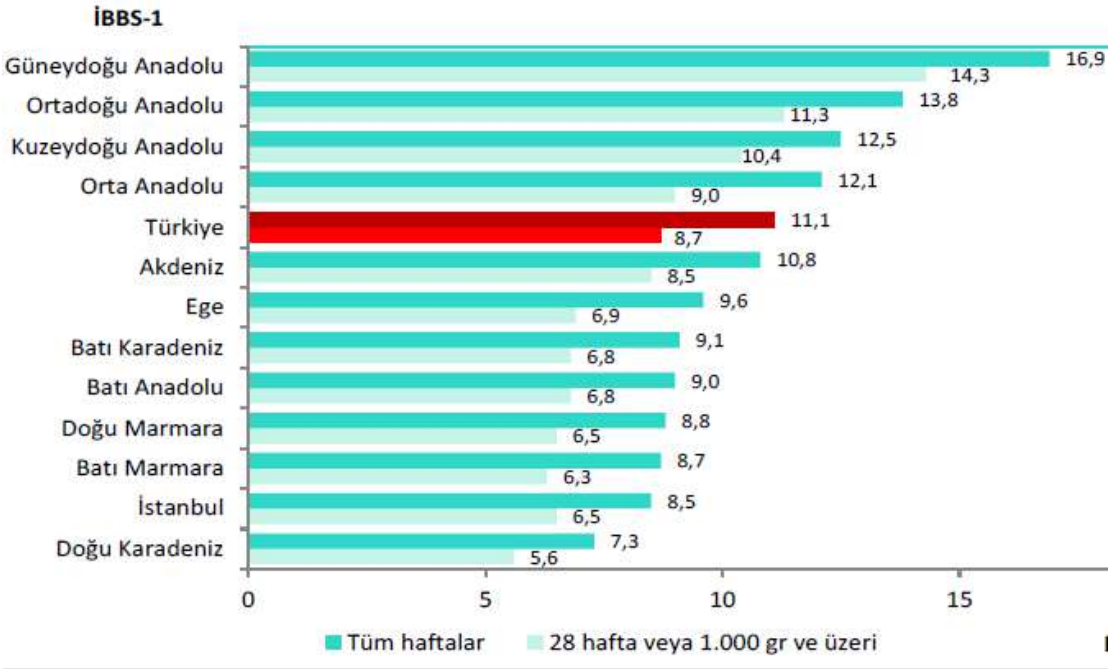
Kaynak: (Tüberküloz İstatistikleri, 2018)

Hepatit B: Türkiye'de 1998 yılında "Genişletilmiş Bağışıklama Programı" içerisinde hepatit B aşılamalarına başlanmış, bu sayede hepatit B insidansında düşüş sağlanmıştır. Sakarya ilinde yapılan bir araştırma 2008 yılında kan bağışı yapan donörler içinde Hepatit B antijen pozitifliğini incelemiş, seroprevelans Yenikent Devlet Hastanesi'nde %3,4; Sakarya Kızılay Kan Merkezi'nde %1,8; Sakarya Eğitim Araştırma Hastanesi'nde %2,42; Toyotasa Acil Yardım Hastanesi'nde %1,90 bulunmuştur. Tüm kan numunelerinde antijen seroprevelansı %2,25 olmuştur (Keskin, 2009). Hepatit B aşıları doğumda, 1. ve 6. aylarda yapılmakta ve koruyuculuğu ortalama 15 yıl sürmektedir. Yetişkinlikte rapel doz gerekmesi sebebiyle toplumun hepatit B konusunda bilgilendirilmesi ve yetişkinlerde tarama yapılması önemlidir.

Hepatit C: Kan yoluyla bulaşın fazla olması sebebiyle özellikle gelişmiş ülkelerde riskli gruplar uyuşturucu kullanıcıları olmaktadır. Hepatit B'nin aksine mevcut aşısı olmadığı için hala tüm dünyada önemli bir sağlık sorunu olmaktadır. Sakarya Eğitim Araştırma Hastanesi'nde Hepatit C seroprevelansı %1,12 bulunmuştur, en yüksek seropozitiflik 50 yaş üzeri grupta rastlanmıştır (Aydemir, ve diğerleri, 2015). Tüm dünyada HCV pozitifliği yaşlı nüfusta daha fazla rastlanmakta, bunun sebebi olarak rutin tarama teslerinin yapılamadığı dönemlerde gerçekleşen kan transfüzyonları ve aseptik koşullarda gerçekleştirilen operasyonlar gösterilmektedir. CDC'nin 1945-1965 yılları arasında doğan bireylerin bir kez HCV antijeni açısından taranması önerisi bulunmaktadır (Aydemir, ve diğerleri, 2015).

Çocuk ölümleri

Bebek ölüm hızı "bir toplumda bir yılda canlı doğan ve bir yaşını tamamlamadan ölen bebek sayısının aynı toplumda aynı yıl içerisinde canlı doğan bebek sayısına oranının 1.000 ile çarpımı sonucu elde edilmektedir" (TÜİK , 2021, s. 33). Toplumların sağlık düzeyini karşılaştırmak için anne ölüm oranı ile birlikte kullanılır. Beş yaş altı ölüm hızı bir toplumda bir yılda beş yaşını tamamlamadan ölen çocuk sayısının, aynı toplumda aynı yıl içerisinde canlı doğan bebek sayısına oranının 1.000 ile çarpımı sonucu elde edilir (Şekil 9-4) (TÜİK , 2021).



Şekil 9-4: Bölgelere Göre Beş Yaş Altı Ölüm Hızı (1000 canlı doğumda), 2019

Kaynak: (TÜİK , 2021)

Sakarya bebek ölümlerinde binde '<6,9' aralığında yer almaktadır. 2008 yılında Sakarya'da gerçekleşen bebek ölümleri ile ilgili araştırmada ölüm sebeplerinde prematürite %37,4, konjenital anomali %24,2, perinatal asfiksi %9,9, bulunmuştur (Demir, Önsüz, & Çatalbaş, 2015). Sakarya ilindeki bebek ölüm hızları düşük olsa da iklim değişikliğinin etkilerinin üreme çağındaki kadınlar (15-49 yaş), anneler ve gebe kadınlar ile bebeklerin sağlığına etkisini izlemek ve onları öncelikle korumak gerekmektedir.

Sakarya ili 2019 yılı Bebek ölüm hızı ve 5 yaş altı ölüm hızı Tablo 9-2'de verilmiştir. Her iki ölçek de Türkiye ortalamasından düşük, OECD ülkelerinin ortalamalarından yüksektir. Sağlık sistemlerinin gelişmesi ile yıllar içerisinde çocuk ölümlerinin önlenmesi için büyük yol kat edilmiştir. Sakarya ili için hedef OECD ortalamalarına yaklaşmak ve bölgede oluşabilecek olumsuz etkilerden bebek, çocuk ve gebelerin sağlıklarının etkilenmemesi olmalıdır.

İklim değişikliğinin sağlık etkileri açısından kırılgan gruplar arasında beş yaş altı çocuk ölümlerinin izlenmesi önemlidir. 2020-2030 yılları arasında, iklim değişikliğinin olumsuz etkilerinin yol açacağı beslenme yetersizliği nedeniyle, özellikle Sakarya'da binde 8,2'lik ölüm hızının artmaması için önlemler alınmalıdır (Tablo 9-2) (TÜİK, 2020). Bu hızın izlenmesi sırasında görülecek ani artışlarda, iklim değişikliğinin Sakarya'daki etkileri doğrultusunda, beş yaş altı çocuk nüfusuna sahip aileler yaşam koşulları açısından izlemeye alınmalıdır.

Tablo 9-2: Sakarya'da Çocuk Ölümleri, Türkiye Karşılaştırması, Binde (2019)

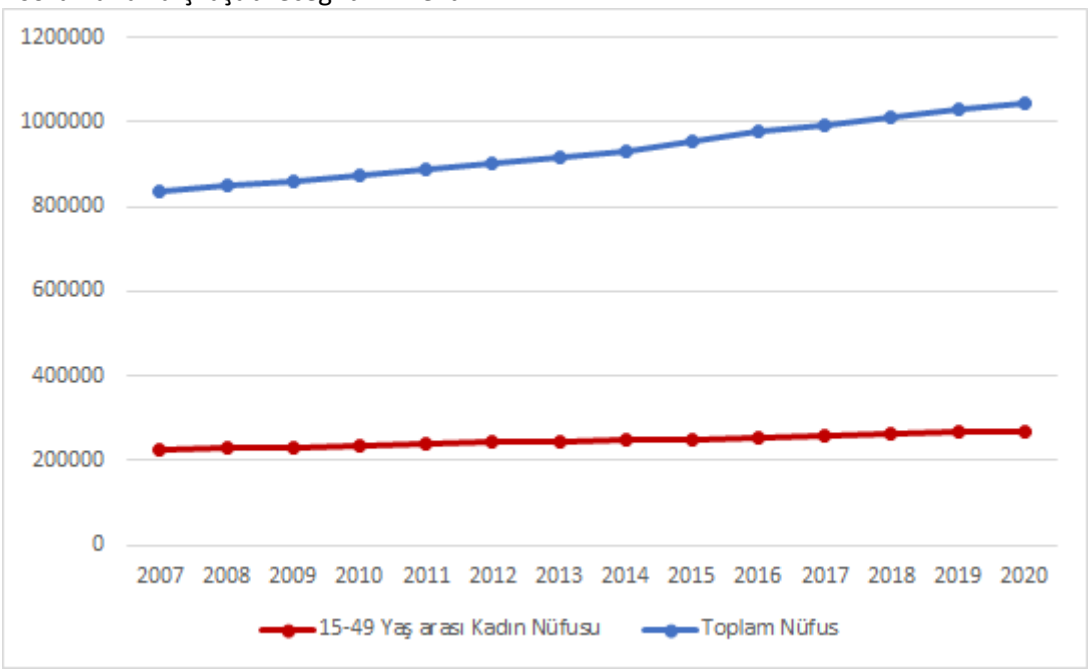
Yaşlar	OECD Ortalaması (Mortality rate, infant, 2019)	Türkiye	Sakarya
Bebek Ölüm Hızı	5,95	9,1	6,2
5 Yaş Altı Ölüm Hızı	6,9	11,2	8,2

Kaynak: (TÜİK, 2020)

Anne Ölümleri

Anne ölümleri anne ölüm oranı göstergesi ile izlenir. Anne ölüm oranı "bir toplumda bir yılda gebelik ve /veya gebeliğin ağırlaştırdığı herhangi bir sebeple ölen anne sayısının aynı toplumda aynı yıl içerisinde canlı doğan bebek sayısına oranının 100.000 ile çarpımı sonucu elde edilir" (TÜİK , 2021, s. 33).

Anne ölümleri açısından 2019 yılında Sakarya "0,1-14,7" düzeyindedir (TÜİK , s. 25). 2018 yılında Sakarya ili anne ölümü ">23" düzeyinde olmuştur (Bora Başara, ve diğerleri, Sağlık İstatistikleri Yıllığı 2018). Anne ölümlerini etkileyen faktörlere bakıldığında ileri anne yaşının ve düşük eğitim düzeyinin risk faktörleri olduğu görülmektedir (Türkiye Ulusal Anne Ölümleri Çalışması, 2005, s. 4). Sakarya ilindeki anne ölümlerinin sebepleri ve alınabilecek önlemler açısından daha fazla araştırmaya ihtiyaç vardır. Bu çerçevede Sakarya'da 15-49 yaş kadın nüfusun dikkatle takip edilmesinde yarar vardır (Şekil 9-5). Mevcut anne ölümlerine sebep olan nedenlere iklim değişikliğinin etkileri eklendiğinde daha büyük sorunlarla karşılaşabileceği bilinmelidir.



Şekil 9-5: Sakarya ili 15-49 Yaş Kadın Nüfusu- Toplam Nüfus 2007-2020

Kaynak: TÜİK Veri Tabanı

Bulaşıcı olmayan hastalıklar

Kalp ve Damar Hastalıkları: Türkiye'de ve Dünya'da en sık ölüm sebebi olan Kalp ve damar hastalıkları, çoğunluğu önlenebilir olması sebebiyle toplum sağlığını korunması için en çok mücadele gerektiren hastalıklardır. Kalp ve damar hastalıkları sebebiyle gerçekleşen ölümlerin %80'i önlenebilir ölümlerdir (Türkiye'de Kalp ve Damar hastalığı, 2019). Obesite, yetersiz fiziksel aktivite, diyabet, yüksek kolesterol, tütün ve alkol kullanımı Kalp hastalıkları için en önemli risk faktörleridir. Toplumdaki bireylerin risk değerlendirmesi için SCORE-Türkiye ölçeği geliştirilmiş, Birinci Basamak Merkezlerde 40 yaş üstü her bireyin, kardiyovasküler risk değerlendirmelerinin yapılması hedeflenmiştir (Türkiye'de Kalp ve Damar hastalığı, 2019). Sakarya iline ait Kalp Damar Hastalıkları istatistikleri bulunmamaktadır.

Kanser: Sakarya ilinde kansere bağlı ölümler Türkiye ortalamasında yüksektir. Bölgede en sık görülen kanser çeşitlerine ait veri bulunamamıştır. Bir araştırmada Sakarya'da Onkoloji Polikliniğine başvuran hastaların %10'unu meme kanseri vakaları oluşturmuştur (Çabuk, Demir, Yaylacı, & Tamer, 2014).

Sakarya'da Akciğer kanseri üzerine yapılan bir araştırma %89'unun erkek olduğunu, %90'ında sigara içme öyküsü olduğunu ve %47'sinin evre 4 iken tanı aldığını ortaya koymuştur (Dindar Çelik, ve diğerleri, 2020). Kanserlerin erken tanısı, sağ kalım oranlarını doğrudan etkilemektedir. Sakarya ilinde Adapazarı ve Serdivan ilçelerinde toplam 2 adet Kanser Erken Teşhis Tarama ve Eğitim Merkezi bulunmaktadır. Bölgenin kanser verilerinin toplanması ve toplum tarama ve eğitimlerinin arttırılması önerilmektedir.

Kronik Solunum Yolu Hastalıkları: En önemli risk faktörleri tütün dumanı ve iç ve dış ortam hava kirlilikleri olan bu hastalık grubu Türkiye'de ve Sakarya'da 3. en sık ölüm nedenini oluşturmaktadır. Marmara bölgesinde hava kirliliği ve solunumsal hastalıklar ile ilgili bir araştırmada Sakarya ili yıllık 63,57 µg/m^3 değer ile bölgedeki PM10 değeri en yüksek ikinci il bulunmuştur (Palanbek Yavaş, Önal, & Çağlayan, 2019). Aynı araştırmada Sakarya'da kronik bronşit insidansı %38,25 olmuştur. Yüksek PM10 değerleri ile kronik bronşit insidansları arasında ilişki vardır. 2019 yılında Sakarya ilinde hava kirliliğine atfedilen ölümler toplam ölümlerin %9,72'sini oluşturmuştur (Kara Rapor, Hava Kirliliği ve Sağlık Etkileri, 2020, s. 106). 2019 yılında PM10 ölçümleri diğer yıllara göre düşük çıkmış ancak yine de ulusal mevzuatın 40 µg/m3 limitinin üzerindedir. Bölgenin hava kalitesinin iyileştirilmesi için çalışmalara devam edilmelidir.

Diyabet: Türkiye'de diyabet hastası sayısının 2035 yılında 11,8 milyona ulaşacağı tahmin edilmektedir (IDF Diabetes Atlas, 6th Edition, 2013, s. 34). 2013 yılı Diyabet görülme sıklığı %14,8 ile Avrupa ülkeleri arasında en yüksektir (IDF Diabetes Atlas, 6th Edition, 2013, s. 58). Sakarya'da çeşitli hastalık sebepleri ile hastaneye başvuran kişilerde insülin direnci %59,9 bulunmuştur (Özdin, Yazar, & Mundan, 2021). Sakarya ilinde Diyabet tanılı hastalar üzerinde yapılan başka bir araştırma %37,6'sının obez olduğunu, %73,8'inde eşlik eden kronik hastalık bulunduğunu göstermiştir. En sık eşlik eden hastalıklar %48,3 ile hiperlipidemi, %44,3 ile Hipertansiyon olmuştur (Aydoğan, Aydın, İnci, & Ekerbiçer, 2020). Diyabet çok faktörlü ve diğer kronik hastalıklar ile yakın ilişkili bir hastalıktır. Bu çalışmalar Sakarya ilinde kronik hastalık ve yüksek BKİ olan bireylerin diyabet açısından yakın takip edilmesi gerektiğini göstermektedir. Sakarya ilinde diyabet prevelanslarına ulaşılamamıştır.

Cinayetler

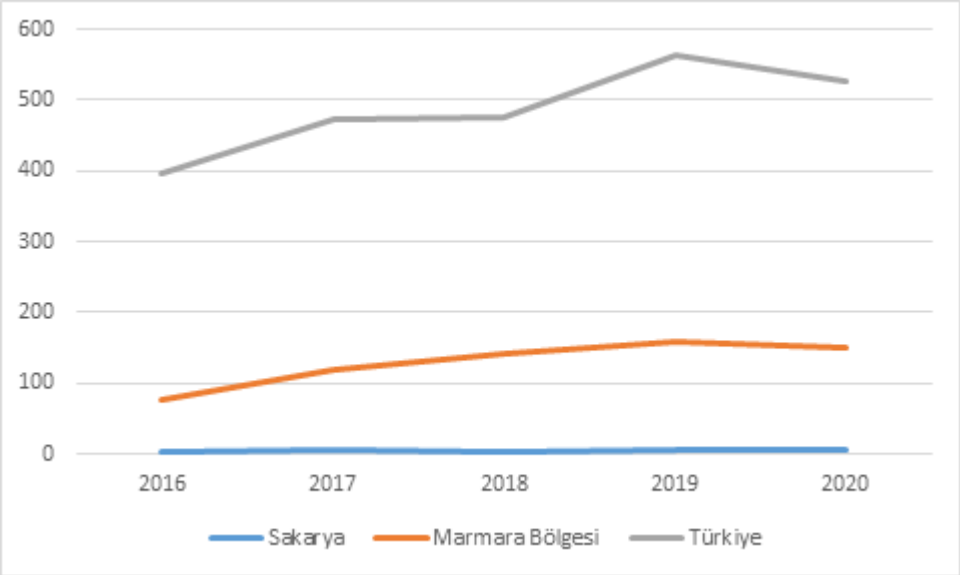
Türkiye'de, Umut Vakfı tarafından, 2015 yılından bu yana basına yansıyan haberler üzerinden kadın cinayetlerinin verileri paylaşılmaktadır (IPCC, 2014). Sakarya'da görülen olayların Marmara Bölgesi ve Türkiye ile karşılaştırması Tablo 9-3 ve Şekil 9-6'da verilmiştir. 2020 verilerine göre; en çok kadın cinayeti, 53 ölüm, 55 yaralamanın olduğu 90 olayla İstanbul'da görülürken, İstanbul'u 19 olayla (9 ölü, 11 yaralı) Bursa, 15 olayla (8 ölü, 8 yaralı) Kocaeli, 6'şar olayla Tekirdağ ve Balıkesir, 5 olayla Sakarya takip etmiştir.

İklim değişikliğinin sağlık etkileri açısından en kırılgan gruplardan birisi de 15-49 yaş kadın nüfusudur. Sakarya'da 15-49 yaş kadın nüfusu, bu nüfusun karşılaştığı sağlık sorunları, anne ölümleri ile kadın cinayetlerinin birlikte izlenmesinde yarar vardır.

Tablo 9-3: Kadın Cinayetlerinin Yıllara Göre Dağılımı (Olaylar), Sakarya-Bölge-Türkiye Karşılaştırması, 2016-2020 (IPCC, 2014)

Yıllar	Cinayetler		
	Sakarya	Marmara Bölgesi	Türkiye
2020	5	150	527
2019	7	159	564

2018	3	141	477
2017	7	120	472
2016	4	77	397



Şekil 9-6: Kadın Cinayetlerinin Yıllara Göre Dağılımı (Olaylar), Sakarya-Bölge-Türkiye Karşılaştırması, 2016-2020 (IPCC, 2014)

Kasıtsız Zehirlenmeler

Önemli ve önlenebilir bir halk sağlığı sorunu olan zehirlenmeler; en sık gıda, ilaç, temizlik malzemeleri ve karbonmonoksit gibi gaz ürünleri sonucunda gerçekleşmektedir. Kaza sonucu zehirlenmeler özellikle çocuk yaş grubunda, çocukların ulaşabileceği yerlerde bırakılan ilaçlar veya temizlik malzemeleri sebebiyle gerçekleşmektedir. Sakarya ilinde acil servise başvuran zehirlenme vakaları üzerine araştırmada en çok 0-5 yaş arası çocuklarda (%73,8), ilaca bağlı (%57,6) zehirlenmeler olduğunu ortaya koymaktadır (Soyucen, Aktan, Saral, Akgün, & Numanoğlu, 2006). Başka bir araştırma vakaların %44,5'inin 2-6 yaş grubunda olduğunu, %57,3'ünün ilaca bağlı zehirlenmeler olduğunu belirtmektedir (Aygin & Açıl, 2014). Hassas grup olan çocukların korunması için alınabilecek ev içi güvenlik önlemleri, ebeveyn ve çocuk bilgilendirmesi gibi önlemler değerlendirilmelidir.

Trafik Kazaları

Sakarya'da 2020 yılında 12.696 trafik kazası tespit edilmiştir (Karayolu Trafik Kaza İstatistikleri 2020, 2021). Bu kazalarda 3.124 kişi yaralanmış, 39 kişi ölmüştür. Türkiye'de 2020 yılında gerçekleşen kazaların %1,29'u Sakarya'da yaşanmıştır. Türkiye'de trafik kazası sebebiyle gerçekleşen yaralanmaların %1,38'i; ölümlerin %0,02'si Sakarya ilinde gerçekleşmiştir. (Tablo 9-4). Sakarya'da trafik kazalarına bağlı ölümlerin çok düşük olduğu görülmektedir. Kayıtlı motorlu kara taşıtı sayısının nüfusa oranının Türkiye oranı ile benzer olduğu dikkate alınarak ölüm oranlarının düşük olmasının sebebinin bölge halkının trafik kurallarına uyması ve acil sağlık hizmetlerinin başarılı olduğu değerlendirilmiştir. Trafik kazalarının nedenlerinin daha detaylı incelenmesi ve takibi yapılarak, iklim değişikliğine bağlı etkilerin kaza oluşması ve yaralanma-ölüm oranlarına etkisi ortaya konmalıdır.

Tablo 9-4: Sakarya'da Trafik kazaları, 2020

Veriler	Türkiye	Sakarya
Trafik Kazası	983.808	12.696
Yaralı Sayısı	226.266	3.124
Ölü Sayısı	150.275	39

Kaynak: (Karayolu Trafik Kaza İstatistikleri 2020, 2021)

Sağlık İçin Riskli Durumlar

Çocuk malnutrisyonu

Çocuklarda yetersiz beslenme, hem büyüme gelişmenin olumsuz etkilenmesine hem de mortalite, morbidite sayılarının artmasına sebep olmaktadır. Çocuklarda uzun dönem gelişen beslenme bozukluğunun tespiti için 'Yaşa göre Boy' verileri değerlendirilmektedir. 2018 yılında yapılan çalışmaya göre Türkiye'deki 5 yaş altı çocukların %6'sının bodur olduğu değerlendirilmiştir. Bu oran Doğu Marmara'da 7,0 çıkmıştır (Tablo *9-5*) (Nüfus ve Sağlık Araştırması, 2018, s. 151).

İklim değişikliğinin 2030-2050 yıllarında ölüm artışına yol açacağı bilinmektedir. Bu artışın 95000'ni beslenme bozukluğu nedeniyle çocuklarda görülecektir (WHO, Climate change and health, 2018). Bu projeksiyondan hareketle, Sakarya'da iklim değişikliğinin sağlık etkilerini izlemek için, çocuk malnutrisyonu izlenmelidir.

Tablo 9-5: 2018 Nüfus ve Sağlık Araştırması, Çocuk Malnutrisyonu

5 yaş altı	Yaşa göre Boy	Boya göre Ağırlık	Yaşa göre Ağırlık
	-2 SD	-2 SD	-2 SD
Türkiye	6,0	1,7	1,5
Doğu Marmara	7,0	1,1	1,9

Kaynak: (Nüfus ve Sağlık Araştırması, 2018)

Kadınlarda Anemi

Dünya genelinde kadınlarda anemi görülme sıklığı %30'dur; bu oran gebe kadınlarda %42'ye kadar çıkabilmektedir (WHO, Worldwide Prevelance of anaemia 1993-2005, 2008). Demir eksikliği anemisi (DEA) Türkiye genelinde özellikle çocuk ve kadınlar için tedavi ve hasta uyumu zor, nüks görülmesi sık bir hastalıktır. Sakarya ilinde kadınlarda anemi prevelansı ile ilgili veri bulunamamıştır.

Şiddet

Kadına yönelik şiddet: 2014 yılı Kadına yönelik Şiddet araştırması verileri, yaşamının herhangi bir döneminde fiziksel şiddete uğrayan kadın oranının Türkiye'de %35,5; Doğu Marmara'da %30,3 olduğunu ortaya koymuştur (Türkiye'de Kadına Yönelik Aile İçi Şiddet Araştırması, 2014). Kadınlar en çok eşleri veya birlikte oldukları erkekler tarafından şiddete maruz kalmaktadırlar. Aynı raporda duygusal şiddet, cinsel şiddet ve ekonomik şiddet oranları ayrıca gebeliği sırasında şiddet görme de Doğu Marmara'da Türkiye oranlarının altında çıkmıştır. Sakarya ilinde yapılan bir araştırmada kadınların %28,1'i aile içi şiddete maruz kaldığını bildirmiştir (Bedir, ve diğerleri, 2018). Kadına şiddet

toplumda çok yönlü ele alınması gereken bir durumdur. Kadın eğitimi ve istihdamının arttığı bölgelerde daha az görülmektedir. Yükseköğrenimi tamamlamış kadınlarda bile şiddet oranları %20 seviyesindedir.

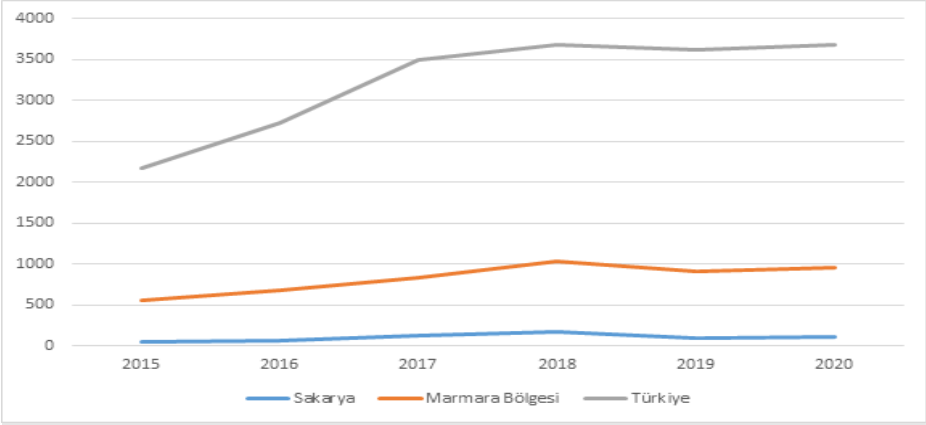
Türkiye'de, Umut Vakfı tarafından, 2015 yılından bu yana basına yansıyan haberler üzerinden Türkiye silahlı şiddet haritası verileri paylaşılmaktadır (Türkiye Silahlı Şiddet Haritası). Sakarya'da görülen olayların Marmara Bölgesi ve Türkiye ile karşılaştırması Tablo 9-6 ve Şekil 9-7'da verilmiştir. 2020 verilerine göre; Toplam 958 olayın görüldüğü Marmara bölgesinde; İstanbul 441 olayla birinci sırada yer alırken; ikinci il 153 olayla Bursa, üçüncü il 123 olayla Kocaeli ve dördüncü il 106 olayla Sakarya olmuştur.

İklim değişikliği gibi sonuçları toplumsal olaylara yol açan durumlarda, toplumun birlikteliği, sosyal ağların gücü, sosyal dayanışma gibi sağlığın sosyal belirleyicilerinin önemi ön plana çıkmaktadır. Sakarya'nın şehir dirençliliğini arttırabilmesi ve sağlığın iklim değişikliğinin etkilerinden en az etkilenmesi için şiddet olayları ile mücadelesini geliştirmesinde yarar görülmektedir.

Tablo 9-6: Silahlı Şiddet Olaylarının Yıllara Göre Dağılımı, Sakarya-Bölge-Türkiye Karşılaştırması, 2015-2020

Yıllar	Olaylar		
	Sakarya	Marmara Bölgesi	Türkiye
2020	106	958	3682
2019	96	906	3623
2018	166	1032	3679
2017	117	837	3494
2016	70	674	2720
2015	54	558	2175

Kaynak: (Türkiye Silahlı Şiddet Haritası)



Şekil 9-7: Silahlı Şiddet Olaylarının Yıllara Göre Dağılımı, Sakarya-Bölge-Türkiye Karşılaştırması, 2015-2020

Çocuğa yönelik şiddet: 2003 yılı Nüfus ve Sağlık Araştırmasında Doğu Marmara'da 15 yaşından önce Cinsel istismara uğrama %11,2 ile Türkiye ortalamasından (%8,9) yüksek çıkmıştır (Nüfus ve Sağlık Araştırması, 2018). Sakarya ilinde 3-18 yaş cinsel istismar vakaları incelenmiş, %22'sinin Adapazarı, %18'inin Akyazı, %14,7'sinin Hendek ilçesinde gerçekleştiği görülmüştür (Büber Ö. , 2019). Çocukların en çok tanıdıkları ve akrabaları tarafından cinsel istismara uğradığı, cinsel istismarların %65,3'ünün ev içerisinde yaşandığı ve cinsel istismarı ortaya çıkaranların %43,3 ile öğretmenler olduğu belirtilmiştir (Büber Ö. , 2019).

Adölesan Gebelik: DSÖ, 10-19 yaş arası gerçekleşen gebelikleri adölesan gebelik olarak tanımlamaktadır. Bu yaş grubundaki gebelikler hem anne hem bebek için ciddi sağlık sorunlarına sebep olmaktadır (WHO, Adolescent Pregnancy, 2020). Sakarya ilinde bir araştırmada takip edilen 1220 gebeliğin 77'sinin adölesan gebelik olduğu belirlenmiştir (Akdemir, Bilir, Cevrioğlu, Özden, & Bostancı, 2014). Aynı çalışma, adölesan gebeliklerde sefalopelvik uyumsuzluk, sezeryan, preeklampsi, intrauterin ölüm, postpartum bebek ölümü, düşük doğum ağırlıklı bebek, preterm eylem gibi sorunların daha fazla gerçekleştiğini ortaya koymaktadır. Erken evlilikler üzerine bir araştırmada Sakarya'da Roman mahallelerinde kız çocukların %50'sinin 18 yaş altında evlendiğini, evlilik yaşının 12'ye kadar düştüğünü ortaya koymaktadır (Taylan, 2016). Erken yaşta evlilik ve gebelikler hem çocukların eğitim hayatını etkilemesi hem de anne ve bebek ölümlerini arttırması sebebiyle önlenmesi gereken bir toplum sorunudur. Sakarya'da, iklim değişikliğinin sağlık etkileri açısından, araştırmaların kanıt sunduğu ilçe ve mahallelerin izlemeye alınmasında yarar görülmektedir.

Fiziksel İnaktivite ve Obezite

Türkiye beslenme ve sağlık araştırması verilerine göre 2010 yılında Doğu Marmara bölgesinde obezite görülme sıklığı %30,6 bulunmuştur (Türkiye'de Obezitenin Görülme Sıklığı, 2010). Sakarya'da İlkokul çağı çocuklarda obezite %13,9 fazla kilololuk %14,2 olarak bulunmuştur (Önsüz, ve diğerleri, 2011). Türkiye Beslenme ve Sağlık Araştırması 2010 raporuna göre göre 6-18 yaş grubu çocuk ve gençlerde şişmanlık sorununun en sık görüldüğü yer %11,4 ile doğu Marmara bölgesidir (Bulaşıcı Olmayan Hastalıklarda Daha İyi Sonuçlar: Sağlık Sistemi için Zorluklar ve Fırsatlar, No.2, 2014, s. 15). OECD ülkelerinde ortalama her 5 yetişkinden biri; her 6 çocuktan biri fazla kilolu ya da obezdir (OECD, Obesity Update, 2017). Obezite, birçok kronik hastalığa yatkınlık oluşturmaktadır ve topluma getirdiği hastalık yükü ile önemli bir sağlık sorunudur. Sağlıklı beslenme ve egzersiz konusunda yetişkin ve çocukların bilgilendirilmesi, şehir içinde spor ve yürüyüş alanlarının yaygınlaştırılması gibi önlemler alınmaktadır. Toplum sağlığının korunması için obezite ile mücadeleye yoğun şekilde devam edilmelidir.

Hipertansiyon

COP24 raporuna göre orta-aşırı sıcaklık artışları günlük erken ölüm oranlarını belirgin arttırmakta ve erken ölümlerin %50'si Kardiyovasküler Sistem kaynaklı olmaktadır. Türkiye'nin Hipertansiyon prevelansı %30,3 bulunmuştur (Sengul, ve diğerleri, 2016). Sakarya ili Hipertansiyon görülme sıklığına ulaşılamamıştır.

Kötü Alışkanlıklar

Sigara: TUİK verilerine göre Türkiye'de 2014 yılında 15 yaş üstü bireylerin %27,3'ü her gün tütün ürünü kullanmaktadır. 2019 yılında bu oran %28'e çıkmıştır. 2014-2019 yılları arasında her gün tütün ürünü kullandığını belirten erkeklerin oranı düşerken, kadınlarda bu oranın arttığı görülmüştür (Tütün mamülü kullanma durumu, yaş grubu ve cinsiyete göre yaşlı bireylerin oranı, 2014, 2016, 2019). Ancak 2014-2019 yılları arasında hiç tütün ürünü kullanmadığını belirten 15 yaş üzeri kadın ve erkek oranları artmıştır. Sakarya Üniversitesi öğrencileri arasında yapılan araştırma sigara kullanımını erkeklerde %35, kadınlarda %19 bulmuştur (Alvur, Cinar, Oncel, Akduran, & Dede, 2014). Tütün ürünlerine karşı geliştirilen politikaların genç nüfusun tütün kullanımına karşı tutumunu değiştirdiği anlaşılmaktadır.

Çevresel Risk Faktörleri

Su: Türkiye, kişi başına düşen 1.519 m^3 su ile, su sıkıntısı çeken ülkeler arasındadır (WWF, Tatlı Su). Sakarya ili, sınırları içerisindeki Sapanca Gölü ve Sakarya nehri ile su kaynağı varlığı bakımından zengin bir bölgedir (Çelebi & Özdemir). Sapanca Gölü su kalitesi I. sınıf (Yüksek kalite su) iken, Sakarya nehri su kalitesi mevsimsel olarak III. (Kirlenmiş su) IV. (Çok kirlenmiş su) sınıf arası değişmektedir. Ayrıca kuraklık yaşanan aylarda bölgenin su kaynakları İstanbul'un su ihtiyacını karşılamak için yönlendirilmektedir.

Sakarya'nın kuzeyinde yer alan Karasu deresinin özellikle yağmur mevsimlerinde yükselen Alüminyum içeriği sebebiyle içme suyu olarak kullanılması sakıncalıdır (Pehlivan, 2020). Bölgede bulunan su kaynaklarının kullanıma uygun olup olmadığının araştırılması gerekmektedir.

Türkiye'nin iklim projeksiyonları Marmara bölgesi için farklı sonuçlar öngörmektedir. Bölgede yaşanacak yoğun yağışların sel felaketlerine yol açarak can ve mal kayıplarına yol açabileceği, kanalizasyon ve kullanım suları arasında geçiş olması sebebiyle bölgede salgın hastalıklara sebep olabileceği düşünülmektedir. Bölge alt yapılarının iyileştirilmesi ve aşırı yağışlara karşı il nüfusunun korunmasının yanında su kaynaklarının korunması ve Sakarya nehrinin su kalitesinin iyileştirilmesi için önlemler alınmalıdır.

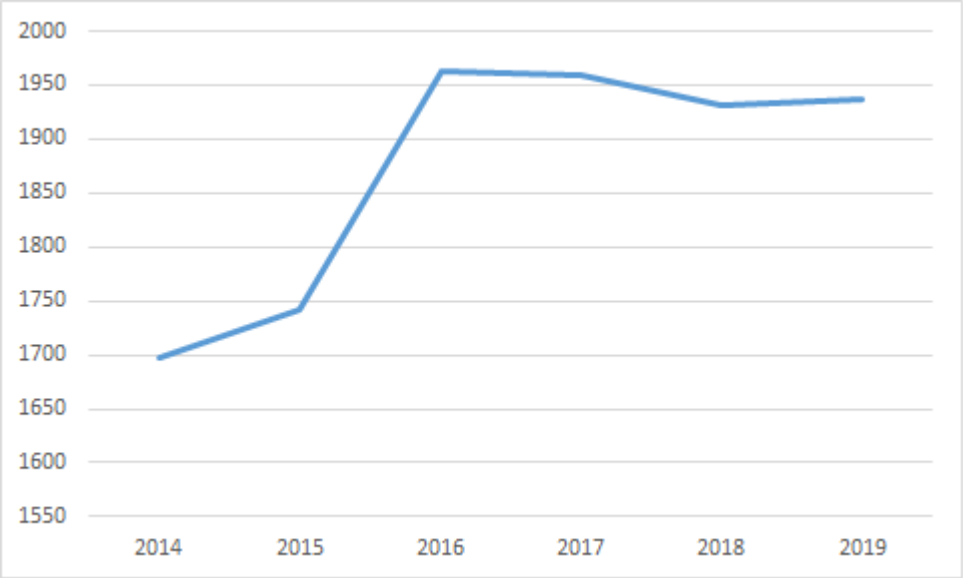
Kapsayıcı sağlık

Sağlık hizmetleri

2019 Sağlık Bakanlığı istatistiklerine göre, Sakarya'da 98 Aile Sağlığı Merkezi, 314 aile hekimliği birimi ve 19 hastane bulunmaktadır (TÜİK , 2021).

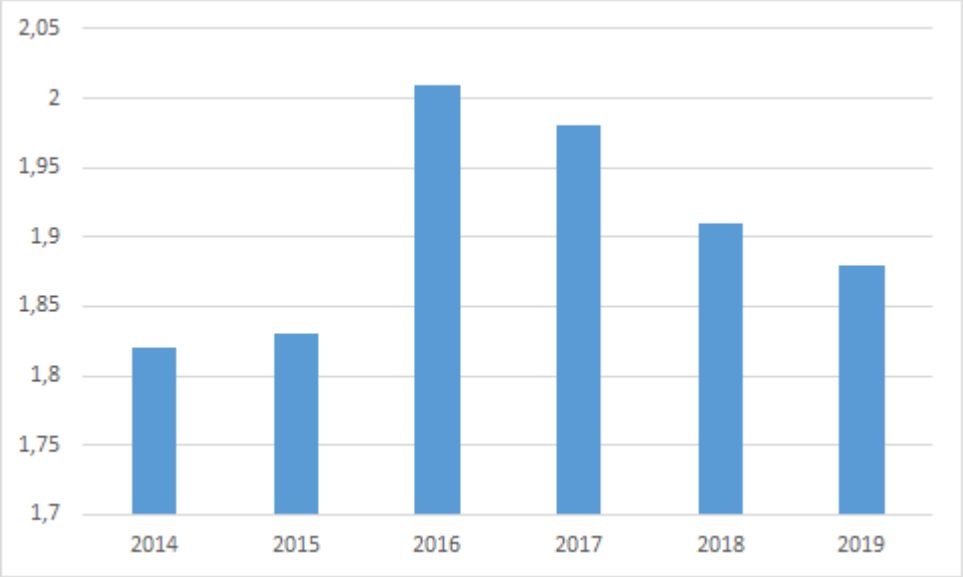
Türkiye'de 10.000 kişiye düşen yatak sayısı 28,6 iken, Sakarya'da 18,8'dir. İklim değişikliğinin sağlık etkilerinde artış ve/veya ani değişimler Sakarya'da yatan hasta açısından zorlayıcı olabilir. Sakarya'yı bekleyen iklim tehditleri, etkilenebilirlik düzeyi göz önünde bulundurularak yatak sayısı en azından Türkiye düzeyine çıkarılmalıdır.

Türkiye'de nitelikli yatak oranı 74,7 iken, bu oran Sakarya'da 91,3'tür. 2019 yılı toplam yatak sayısı 1.936'dır (Şekil 9-8).



Şekil 9-8: Sakarya İli Yıllara Göre Toplam Yatak Sayısı 2014-2019

Kaynak: (Sağlık İstatistikleri, 2014-2019)



Şekil 9-9: Sakarya İli Bin Kişi Başına Düşen Hastane Yatak Sayısı 2014-2019

Kaynak: (Sağlık İstatistikleri, 2014-2019)

Sakarya ilinde kişi başı hekime başvuru sayısı 10; Türkiye'de bu oran 9,8'dir. Sakarya'da bulunan bazı kamu hastanelerine yapılan acil başvuruları ve hastane rolleri Tablo 9-7'de verilmiştir (2017 Yılı Ocak-Ekim Dönemi Acil Servislere İlişkin Veriler, 2017).

Tablo 9-7: Sakarya ilinde 2017 yılı Ocak-Ekim Dönemi Acil Servislere Başvuru

Hastane	Rolü	Acil Servis Başvuru Sayısı	Kendi rol sınıfı içerisinde sıralaması
Sakarya Üniversitesi Eğitim	A1	412.561	11.

Araştırma Hastanesi			
Sakarya Akyazı Devlet Hastanesi	C	147.681	7.
Sakarya Karasu Devlet Hastanesi	C	114.766	17.
Sakarya Hendek Devlet Hastanesi	C	113.966	18.
Sakarya Geyve Devlet Hastanesi	C	85.341	45.
Sakarya Toyotasa Acil Yardım Hastanesi	C	83.036	48.
Sakarya Sapanca İlçe Devlet Hastanesi	E1	76.724	2.
Sakarya Ferizli İlçe Devlet Hastanesi	E1	64.436	6.
Sakarya Kaynarca İlçe Devlet Hastanesi	E1	52.008	11.
Sakarya Kocaali İlçe Devlet Hastanesi	E1	49.595	13.
Sakarya Pamukova İlçe Devlet Hastanesi	E1	35.577	35.

İlçelerin nüfus dağılımlarına göre değerlendirildiğinde, hastanelerin yeterli sağlık hizmeti verecek şekilde dağıldığı görülmüştür. Kocaali İlçe Devlet Hastanesi'nde acil servis muayene oranı %72,1'dir. Sakarya Üniversitesi Eğitim Araştırma Hastanesi 16.063 ile en çok 112 sevki alan 14. hastane olmuştur. Sakarya ilinde ileri sağlık hizmetlerinin çoğunlukla Eğitim Araştırma Hastanesi'nde yapıldığı, ilçe hastanelerinin rol seviyelerine göre yoğunluklarının fazla olduğu ve afet durumlarında bölgedeki sağlık hizmetlerin talebine yetersiz kalabilecekleri değerlendirilmiştir.

Sakarya'da İl Sağlık Müdürlüğü bünyesinde 1 Halk Sağlığı Laboratuvarı, 1 adet Verem Savaş Birimi, 1 adet Aile Planlaması Merkezi, 2 adet KETEM, 2 adet Göçmen Sağlığı Merkezi bulunmaktadır (Sakarya İSM, Sağlık Tesislerimiz).

Sakarya ilinde 2016 yılı kaydedilen Suriyeli sayısı 6.904 ile nüfusun %0,71'idir (TÜİK, 2021). 2021 yılında bu sayı 15.663 ile nüfusun %1,5'idir (Türkiye'deki Suriyeli Sayısı, 2021). Sakarya'da yapılan bir araştırma, acil servise başvuru yapan geçici koruma altındaki Suriyelilerin %83,7'sinin ayaktan başvuran, aciliyeti olmayan hasta olarak değerlendirildiğini göstermektedir (Durmuş & Güneysu, 2021). Acil serviste yeşil alan olarak değerlendirilen bu başvuruların fazlalığı hizmet kalitesinde düşmelere ve acil müdahale gerektiren kırmızı alan hastalarının hizmete ulaşımını gecikmesine sebep olmaktadır. Bu oran geçici koruma altındaki Suriyelilerin poliklinik hizmeti alabilecekleri sağlık kuruluşları konusunda yeterli bilgiye sahip olmadıklarını göstermektedir.

Sağlık bütçesi

2021 yılı için Sağlık sektörü yatırım ödeneği 106 milyon TL olmuştur (Sektör Analiz Raporu, 2021, s. 9).

Üreme, yeni doğan, bebek, çocuk sağlığı

Sakarya il Sağlık Müdürlüğü bünyesinde Çocuk, Ergen, Kadın ve Üreme Sağlığı Birimi Hizmetleri bulunmaktadır (Sakarya İSM, Çocuk,Ergen ve Kadın Üreme Sağlığı Birimi). Birim bünyesinde, üreme sağlığı kapsamında, aile planlaması eğitimleri, evlilik öncesi danışmanlık hizmetleri, cinsel sağlık üreme sağlığı eğitimleri gibi ulusal ölçekli uygulamalar yapılmaktadır. Gebe ve çocuklara yönelik beslenme eğitimleri, emzirme politikalarının, yenidoğan tarama programlarının takibi ve ildeki bebek ve anne ölümü takipleri, riskli gebelik takipleri de birim sorumluluğundadır.

Bağışıklık

13.08.2021 tarihinde ulaşılan Covid-19 aşısı verilerine göre Sakarya ili nüfusunun %69,4'ünün aşılandığı görülmektedir (Covid-19 Aşısı Bilgilendirme Platformu, 2021). 07.08-13.08.2021 tarihinde Sakarya ili 100.000'de vaka sayısı 261,93'tür. Yüksek vaka sayılarına rağmen bölge halkının aşı oranlarının düşük olması aşılara karşı önyargı olduğunu göstermektedir. Sakarya ilinde yapılan bir araştırmaya katılanların %93,8'i sağlık çalışanlarının yönlendirmesinin aşı olmaları konusunda etkili olduğunu belirtirken, %23,4'ü aşı yaptırmama konusunda en büyük etkinin aşıda civa bulunması ihtimali olduğunu belirtmiştir (Karabay, ve diğerleri, 2021). Aynı araştırmada en çok bilinen ve yaptırılan aşı Tetanoz iken, en az bilinen meningokok, en az yaptırılan HPV aşısı olmuştur. Çocukluk çağı aşılamaları ile ilgili veri bulunamamıştır.

Yaşlılık

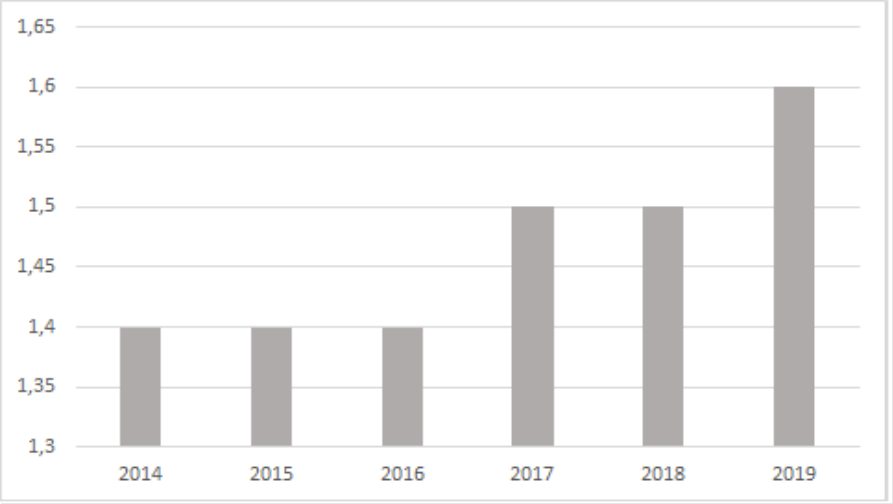
Bireyler yaşlandıkça daha fazla sağlık sorunu ile karşılaşmakta, fiziksel olarak kendi ihtiyaçlarını karşılamak konusunda zorlanmakta ve düşme gibi ev içi kazalara bağlı morbidite ve mortalite riskleri artmaktadır. Yaşlı bireylerin bu sebeplerden dolayı tek başlarına yaşamaları toplumsal bir sorundur. Ancak kentleşme ve onun getirdiği toplumsal yalnızlaşma, toplumdaki tek başına yaşayan yaşlı birey sayısını devamlı arttırmaktadır. TUİK 2020 verilerine göre Sakarya'da 16.284 yaşlı birey tek başına yaşamaktadır. Bu yaşlıların %72,9'unu kadınlar oluşturmaktadır. Hanelerin %26,2'sinde en az bir yaşlı birey yaşamaktadır (İstatistiklerle Yaşlılar, 2020, 2021). Adapazarı ilçesindeki yaşlılar ile yapılan bir araştırma yaşlı bireylerin sosyal dışlanmışlık hissetmediğini, bundaki en büyük etkenin aile bireylerinden aldıkları yardım olduğunu ortaya koymaktadır (Yarbuğ, 2019). Taraklı ilçe ve köylerinde yapılan başka bir araştırma yaşlanan köy nüfusları ile kendi bakımını sağlayamayan yaşlı hanelerinin sayısının arttığını ve bu konuda önlemlere ihtiyaç olduğunu göstermektedir (Seyyar & Yumurtacı).

Türkiye'de toplam 153 huzurevi ile 13.925 yaşlıya bakım hizmeti verilmektedir (Engineering Civil, tarih yok, s. 95). Sakarya'da kamuya ait 54 kişi kapasiteli Hendek Melek Nişancı Huzurevi bulunmaktadır.

Türkiye'de yaşlı ve engelli bireylerin sağlık hizmetlerine ulaşımının arttırılması için Evde Sağlık Hizmetleri uygulamaları başlatılmıştır. 65 yaş üzeri nüfusun bedensel, ruhsal ve sosyal iyilik hallerinin korunması için 'Yaşlılık Politikaları' geliştirilmesi gerekmektedir.

Sağlık İnsan Gücü

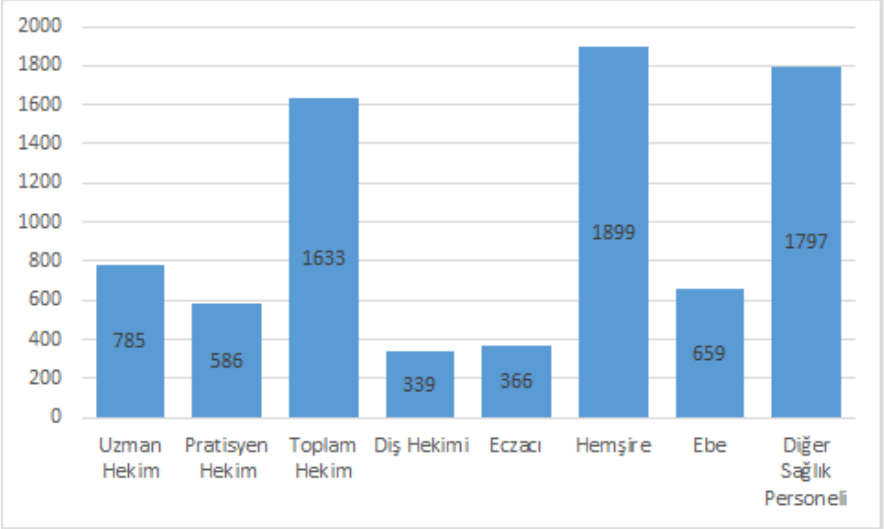
Sakarya ilinde 2019 yılında her bin kişiye 1,6 hekim düşmektedir (Şekil 9-10). OECD ülkelerinde bu oran ortalama 3,5 hekim seviyesindedir. Bölgedeki sağlığın güçlendirilmesi için sağlık insan gücünün arttırılması gerekmektedir.



Şekil 9-10: Sakarya İli Bin Kişi Başına Düşen Toplam Hekim Sayısı 2014-2019

Kaynak: (Sağlık İstatistikleri, 2014-2019)

Sakarya İli sağlık personeli sayıları Şekil 9-11'te verilmiştir.



Şekil 9-11: Sakarya İli Sağlıkta İnsan Gücü, 2019

Kaynak: (TÜİK)

2019 Yılında Sakarya İlinde 366 Eczacı bulunmaktadır (TÜİK). İllere göre 100.000 kişiye düşen Eczacı sayısında Sakarya ili '33,5-38,3' bandındadır.

Sağlık acilleri

Sakarya ilinde 2019 yılı 112 istasyon sayısı 35, 112 Ambulans sayısı 58'dir (TÜİK). 112 Ambulans başına düşen nüfus 17.753 ile Türkiye ortalamasından fazladır. (15.451).

Sakarya ili Kuzey Anadolu Fay Hattı sebebiyle 1. derece deprem bölgesi olup, bölgede son 100 yılda M>6,0 şiddetinin üzerinde pek çok deprem yaşanmıştır. Bölgede deprem dışında su baskını ve heyelan da yaşanması beklenen diğer afet olaylarıdır (Afet Haritaları, 2019). 1970-2005 yılları arasında Sakarya

Havzası, 114 taşkın ile en çok taşkın yaşanan havza olmuştur (Özcan & Musaoğlu, 2021). Bu taşkınlarda 8644 ha tarım arazisi zarar görmüş, 19 kişi ölmüştür.

Acil sağlık Hizmetleri ve Birinci Basamak Sağlık Hizmetleri, değişen iklim ve çevre koşullarının getireceği sağlık sorunlarına karşı uyum mekanizmalarının ilk basamağını oluşturmaktadır. Bu sebeple Sakarya bölgesinde Acil sağlık Hizmetlerinin kapasitesinin arttırılması gerekmektedir.

9.1.3. Sakarya'da iklim değişikliğinin sağlık sektörüne mevcut ve beklenen etkileri

Sıcak ve Soğukla İlişkili Hastalıklar

Sakarya ili yıllık ortalama 14,6°C sıcaklığa sahip, yıllık ortalama 842,7 mm yağış ile nemli, yarı nemli iklimin yaşandığı bir bölgedir (MGM, 2021). Proje kapsamında elde edilen sonuçlara göre, iklim projeksiyonları ile Sakarya'da yüzyılın sonuna doğru 1,5°C ila 3,5°C sıcaklık artışı öngörülmektedir. Ayrıca, genel sıcaklık artış trendine rağmen zaman zaman normalin altında soğuk kış mevsimlerinin gelişebileceği tahmin edilmektedir.

Kış aylarında soğuk hava ile artış gösteren grip gibi enfeksiyon hastalıklarına karşı özellikle bebek, çocuk ve yaşlı nüfusuna karşı önlemler almak gerekmektedir. Soğuk havanın getirdiği hastalık yükünü azaltmak için ucuz ve etkili bir yöntem olan aşıların kullanımının yaygınlaştırılması önemlidir. Soğuk havalarda sosyoekonomik düzeyi düşük evlerde yaşanabilecek Karbonmonoksit zehirlenme risklerine karşı bölge doğalgaz altyapılarının genişletilmesi, bölge halkının doğru soba kullanımı konusunda denetlenmesi ve eğitilmesi önerilmektedir.

Yaz aylarında yaşanabilecek sıcak hava dalgaları özellikle kendi bakımını yapamayan çocuklar, yaşlılar ve engelliler için ölümcül tehdit oluşturmaktadır (COP24 Special Report: Health&Climate Change, 2018). Bölgedeki Yaşlı Bakım Evleri, Kreşler ve Gündüz Bakım Evlerinin sayısının arttırılması, tek başına yaşayan yaşlı bireylerin sosyal destek mekanizması içerisine alınması, kendi yaşamını idame ettirememesi halinde bakım evlerini tercih etmeleri için teşvik edilmeleri, toplumun iklim değişimlerine uyumu için önemlidir.

Ultraviyole Radyasyonun Yan Etkileri

Sakarya ilinde ortalama güneşlenme süresi yıllık 5,4 saat olup, en uzun güneşlenme süresi temmuz ayında 8,9 saat olmaktadır.

Gün içinde açık alanda çalışan ve güneşe maruziyeti fazla olan çiftçi, turizm personeli, mevsimlik işçi gibi gruplar UV-B maruziyeti nedeniyle katarakt, cilt kanseri gibi hastalıklara daha yatkındırlar. Ozon tabakasındaki incelme sebebiyle Dünya yüzeyine daha fazla UV-B ışını ulaşmaktadır. Bu sebeple ilerleyen yıllarda güneş altında güvenli kalma süreleri kısalacaktır. Bu meslek gruplarının UV-B ışınlarının kümülatif etkilerinden korunması için önlem alınmalıdır.

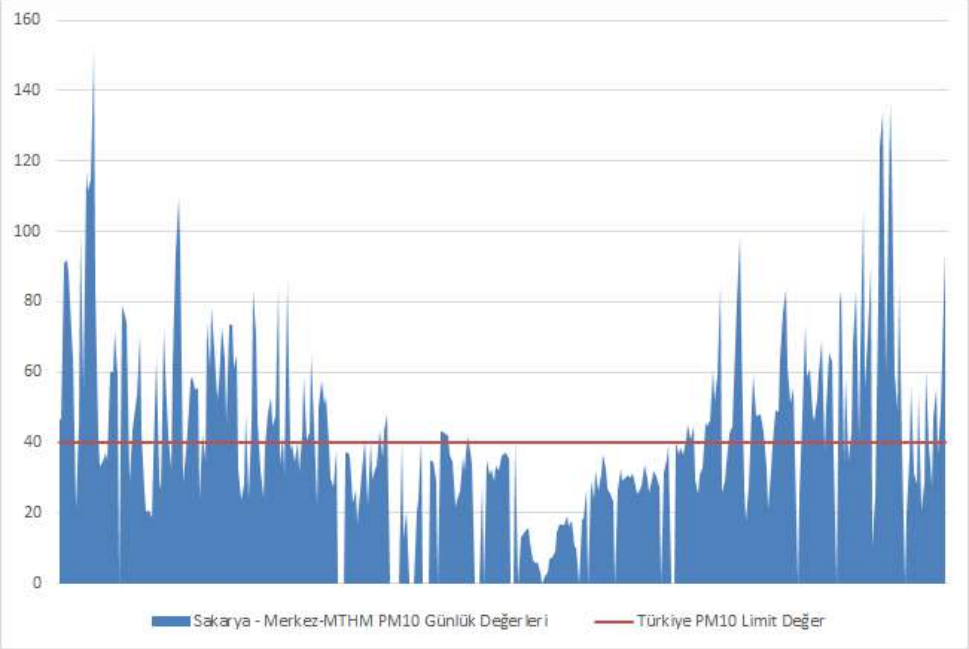
Hava Kalitesindeki Değişimlerin Yol Açtığı Sağlık Sorunları

Sakarya ili 2019 yılı sera gazı salınım envanterleri değerlendirildiğinde en büyük payı %27,3 ile ulaşım, %27 ile sanayi (Yakıt + elektrik), %19,9 ile konut (yakıt + elektrik) oluşturmaktadır (Sakarya Sürdürülebilir Eylem Planı, 2021). Binaların yakıt ve elektrik tüketimlerine bağlı emisyonları ise tüm emisyonun %57,5'ini oluşturmaktadır. Şehrin, kişi başı sera gazı salım miktarını 2030 yılına kadar 3,07 tCO_2'a indirme ve CO_2 salımlarını 2030 yılında en az %40 azaltma hedefleri bulunmaktadır. Bu hedefe ulaşmadaki en büyük pay bina ve ulaşım emisyonlarda yapılacak azaltmalara biçilmiştir.

Sakarya İlinde dört adet Hava Kalitesi İzleme İstasyonu bulunmaktadır. İstasyonlar ile ısınma, trafik ve sanayiye bağlı hava kirliliği takip edilmektedir. Sakarya ilinde farklı istasyonlarda yapılan yıllık PM10 ve PM2.5 değerleri

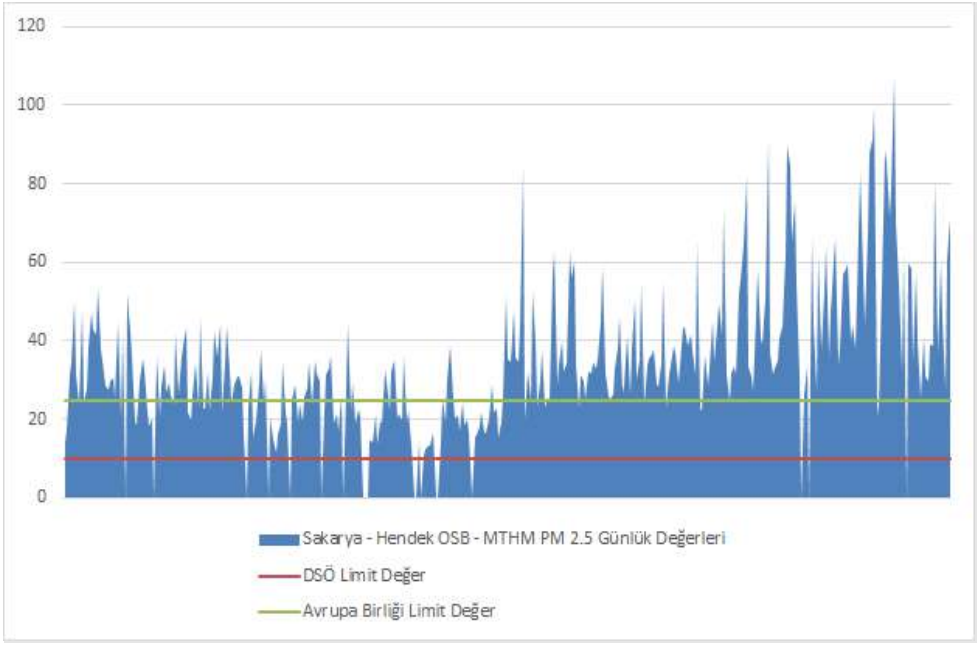
Şekil **9-12** ve Şekil 9-13'te verilmiştir. PM10 değerlerinin yaz aylarında ulusal sınırın altında kalırken, kış aylarında ulusal sınırın 3 katına kadar çıktığı görülmektedir. Kış aylarındaki bu artış ısınma için kullanılan yakıtların çıkardığı kısa ömürlü iklim kirleticilerine atfedilmektedir. Sanayi bölgesindeki yıllık PM2.5 ölçümleri ise tüm yıl DSÖ limit değeri olan 10 µg/m^3'ün üzerinde çıkmaktadır. (Ölçüm yapılmayan günlerdeki değerler grafikte "0" olarak kabul edilmiştir.) Şu an için ulusal mevzuatta PM2.5 değerleri için bir sınır limit bulunmamaktadır. Havadaki PM2.5 miktarının düşük seviyelerde bile Kardiyopulmoner hastalıklarda artış, Diyabet başlangıcı ve alevlenmesi, gebelik ve doğum komplikasyonları gibi yan etkilere sebep olduğu değerlendirilmektedir (Feng, Gao, Liao, Zhou, & Wang, 2016). Bölgedeki Kardiyopulmoner ve Endokrin sistem hastalık yüklerinin ve bebek ölümlerinin artmaması için hava kalitesini arttırmaya yönelik tüm önlemlere ihtiyaç vardır.

Kışın kömür kullanımı sebebiyle artan hava kirliliğiyle mücadele için il sınırları içerisinde doğalgaz alt yapısı hızla arttırılmaktadır. Sakarya ilinde 2020-2024 yılı Temiz Hava Eylem Planı hazırlanmış olup, hava kirliliği ile mücadele ve hava kalitesinin arttırılması konusunda somut adımlar atılmaktadır (Sakarya İli 2019 Yılı Çevre Durum Raporu, 2020).



Şekil 9-12: Sakarya Merkez PM10 değerleri 01.01.2020-31.12.2020

Kaynak: (Hava Kalitesi İzleme Veri Tabanı)



Şekil 9-13: Sakarya Hendek OSB-PM2.5 Değerleri 01.01.2020 - 31.12.2020

Kaynak: (Hava Kalitesi İzleme Veri Tabanı)

Gıda ve Su ile İlişkili Hastalıklar

Kentsel ve kırsal bölgelerde kullanılan içme-kullanma sularının enfeksiyon ajanlarına karşı yeterli klorlanması oluşabilecek salgın hastalıklara karşı en önemli önleme politikasıdır. Sakarya ilinin kuzeyinde dönemsel olarak klor seviyeleri yeterli olduğu halde koliform bakteri üremesi gerçekleşen su numuneleri tespit edilmiştir (Tanas, 2016). Kaynarca ve Karasu ilçelerinde boru hatlarının yenilenmesi, ara klorlama ünitelerinin yerleştirilmesi ve klorlanmamış kaynak sularının kullanımının engellenmesi gibi önlemler ile bölge halkının salgın hastalıklara karşı korunması sağlanabilir. Bölgedeki hastanelere yapılan gastroenterit başvuruları ile ilgili verilerin toplanması da önerilmektedir.

Bölgedeki İçme-kullanma sularındaki klor yan ürünleri ile ilgili bir araştırma kış aylarında trihalometan (THM) miktarlarında artış olduğunu göstermektedir (Has, 2019). THM'lerin kanserojen etkileri sebebiyle önemli halk sağlığı sorunlarına yol açabileceği düşünülmektedir. Sakarya ilinde geriye dönük kanser insidanslarının araştırılması ve şebeke suyundaki THM'lerin olası etkilerinin değerlendirilmesi önerilmektedir.

Hepatit A özellikle hijyenik olmayan, hastalık etkeni bulaşmış su ve gıdaların alımı ile bulaşmaktadır. Sakarya ilinde yapılan seroprevalans araştırmasında tüm yaş gruplarında Hepatit A geçirmiş olmak %74,7 saptanmıştır (Köroğlu, Demiray, Agah Terzi, & Altındiş, 2014). Hepatit A aşısı, aşılama programlarına yakın zamanda alınmış, 18. ve 24. aylarda yapılmaktadır. İleri yaşla birlikte hastalık daha ağı seyrettiği için, yetişkinlerde tarama yapılarak Hepatit A geçirmemiş kişilere aşı yapılması önerilmektedir.

Vektörlerle İlişkili Hastalıklar

Vektör ilişkili Hastalıklar tüm Dünya'da her yıl 700.000'den fazla ölüme yol açmaktadırlar (Vector Borne Diseases, 2020). İklim değişiklikleri ve doğal arazilerin yok edilmesi ile türler arası etkileşimler artmakta ve zoonotik enfeksiyon hastalıklarının görülme sıklıkları değişmektedir. Sakarya ilindeki yeni vektörler ve bu vektörlere bağlı gelişebilecek hastalıklar açısından tetikte olunmalıdır. Bölgedeki sivrisinek ve kene türleri üzerinde daha fazla araştırma yapılarak baskın türlerdeki değişiklikler kaydedilmelidir.

Sapanca Gölü'nün yabanıl göçmen kuş türleri için önemli bir üreme ve beslenme alanı olması sebebiyle göçmen kuşlarla farklı zoonotik hastalıklar bölgeye taşınabilir. Bölgedeki vektörlerin hasta kuşları ısırması ile bu hastalıklar bölgede endemik hale gelebileceği dikkate alınmalıdır. Özellikle kırsal alanda yaşayan halkın vektörlerle teması azaltmak için alınabilecek önlemler değerlendirilmelidir.

Ruhsal Sorunlar

Ruhsal bozuklukların topluma getirdiği hastalık yükü her geçen gün artmakta ve özellikle toplumlardaki ergen ve genç yetişkin bireylerde sağlıklı yaşam yıllarının kaybına yol açmaktadır (WHO, Mental Health). Günümüz sağlık sistemlerindeki esas sorun, önlenebilir ve tedavi edilebilir bu ruhsal hastalıklara sahip bireylerin sağlık sistemine yeteri kadar ulaşamamasından kaynaklanmaktadır.

Sakarya ili kaba intihar oranları Türkiye ortalamasının oldukça altında seyretmektedir. 2009-2010 yılında Sakarya'da acil servislere başvuran 1566 intihar girişimi tespit edilmiştir (Önsüz, ve diğerleri, 2012). Aynı çalışmada 15 yaş üzeri kaba intihar girişim hızları 100.000 kişide kadınlarda 191,98; erkeklerde 51,88 bulunmuştur. Resmi verilere göre Sakarya ilinde gerçekleşen intihar sayıları 2009'da 34, 2010'da 32 kişi olmuştur. Gerçekleşen intiharlarda erkek cinsiyet daha fazla iken, intihar teşebbüslerinde kadın cinsiyet daha fazla olmaktadır. İntihar teşebbüslerinin büyük bir kısmı ilaç ve toksik madde kullanımı ile gerçekleşirken, ölümle sonuçlanan intiharlarda ağırlıklı olarak asma ve ateşli silah kullanılmaktadır. Yine intihar teşebbüslerinin 15-24 yaş arasında daha sık gerçekleştiği görülmektedir. Yüksek intihar girişimi oranları ergen ve genç erişkin nüfusun psikolojik destek ve tedavi mekanizmalarına ulaşamadığını ve hastalıkları ile tek başlarına mücadele ettiklerini göstermektedir. Sağlık sistemlerindeki bu eksikliğin giderilmesi için yeni projelere ihtiyaç vardır. Sağlıkta Dönüşüm Programı'nın bir diğer basamağı olarak Sağlıklı Hayat Merkezleri, pilot illerde faaliyete geçirilmiş olup, bünyesinde Ruh Sağlığı Danışmanlığı birimleri barındırmakta ve toplumun bu hizmete erişimini kolaylaştırmayı amaçlamaktadır (Sağlıklı Hayat Merkezleri, 2018).

17 Ağustos 1999 tarihinde gerçekleşen Marmara Depremi, ortalama 25 milyon kişide fiziksel ve ruhsal etkilenmelere yol açmıştır (Dizer, 2008). Depremi yaşayan ergen bireylerde yapılan araştırmada, depremden 3,5 yıl sonra %22,2'sinin muhtemel Travma Sonrası Stres Bozukluğu, %30,8'inin muhtemel depresyon tanısı aldığını ortaya koymaktadır (Karakaya, Ağaoğlu, Coşkun, Şişmanlar, & Yıldız Öc, 2004). Bölgede 50 yıl içerisinde benzer bir depremin yaşanması beklenmektedir. Afet sonrası oluşturulacak Psikososyal Müdahale Araçları ile ilgili planlamaların yapılması, bölge halkının iyileşme ve toparlanma süreçlerinin hızlandırılması için gereklidir (Afetlerde Psikososyal Destek Uygulama Rehberi, 2008).

Sağlık sektörünün cevabı

Sakarya ilindeki kapasite ve sağlık hizmetleri açısından en önemli hastane Sakarya Üniversitesi Eğitim Araştırma Hastanesi'dir. Hastane 1999 depremi sonrasında daha güvenli olduğu değerlendirilerek toplu konutların yapıldığı Korucuk mahallesinde bulunmaktadır.

1995 yılında Serdivan ilçesinde faaliyete başlayan Toyotasa Acil Yardım Hastanesi 1999 depreminde zarar görmeyerek bölgenin sağlık ihtiyaçlarının karşılanması için önemli bir sağlık tesisi olmuştur (Toyotasa Acil Yardım Hastanesi Tarihçe, 2018). Hastane binası restore edildiği için şu an Eğitim Araştırma Hastanesi yanında faaliyet göstermektedir.

Sakarya ilinde yaşanabilecek doğal afetlere karşı çeşitli durum senaryolarının hazırlanması gerekmektedir. Bir doğal afet karşısında sağlık sektörünün doğrudan etkilenmesi (örn. sel veya deprem sonucu hastanenin kullanılmaz hale gelmesi) doğal afete bağlı ölüm ve yaralanmaları çok arttıracaktır. Bu sebeple bölgedeki hastane binalarının ve hastaneye ulaşım yollarının deprem, sel, yangın gibi doğal afetlerden etkilenebilirliğinin değerlendirilmesi ve raporlanması gerekmektedir. Doğal afetler sırasında hastanelerde yapılabilecek kapasite artışları, sağlık hizmeti için dönüştürülebilecek ek binalar, sahra hastaneleri kurulabilecek alanların belirlenmesi gibi hazırlıklar yapılmalıdır. Mart 2020'den beri

ülkemizde görülen COVID-19 pandemisiyle, sağlık sektörünün kapasite aşımları konusunda göstermesi gereken uyumun ne kadar önemli olduğu anlaşılmıştır. Tüm bu senaryo hazırlıklarının yapılmasının yanında erken uyarı sistemlerinin devreye sokulmasıyla bölgenin yaşanabilecek doğal afetlere karşı tamamen hazırlıklı olması sağlanabilir.

Sakarya'da sağlığın iklim değişikliğinden korunmasına yönelik çalışmaların başlama noktası "tehlikeleri" ve tehditleri listelemek olmalıdır. Tablo 9-8'de iklim değişikliğinin sağlık açısından tehlikeleri ve Sakarya'da iklime uyum çerçevesinde yapılan etki ve etkilenebilirlik analizi raporunda yer alan bulgular karşılaştırılmıştır.. Sakarya için tehdide dönüşebilme potansiyeli en yüksek tehlike en önemli iklim değişikliği etkisi "kuraklık"tır. Özellikle, Ereğli, Karapınar ilçelerinde toz fırtınaları gözlenmektedir.

Tablo 9-8 :İklim Değişikliğinin Sakarya'da Sağlık Açısından Tehlikeleri (Tehlike) ve İklim Değişikliğinin Mevcut Etkileri (Etki) ve Beklenen Sağlık Tehditleri (Tehdit)

Tehlike	Etki	Tehdit
İklim Tehlikeleri	<u>Yağış değişimleri</u> Sakarya ilinde toplam yağışta 2005 yılından bu yana 40mm azalma gözlenmiştir. Yapılan iklim projeksiyonları ile, yüzyılın sonuna kadar yağışlarda farklı senaryolara göre %5'lere varan azalma veya %12'lere varan artış yaşanacağı beklenmektedir.	Kentte kuraklık konusunda ciddi bir tehlike algısı bulunmamaktadır, ancak mevcut su varlığı ve yağış rejimi bu durumun tersini işaret etmektedir.
	<u>Sıcaklık artışları</u> Ortalama sıcaklıkta son 20 yılda 0,4^{0}C artış olduğu gözlenmiştir. Yapılan iklim projeksiyonları ile, yüzyılın sonuna kadar sıcaklıklarda artış görüleceği bu artışın RCP4.5 senaryosuna göre yaklaşık 0,6°C ila 1,8°C arasında olacağı; RCP8.5 senaryosuna göre ise 0,4°C ila 3,5°C arasında olacağı tahmin edilmektedir. <u>Kentsel ısı adaları</u>	Sıcak çarpmaları, sıcak krampları Susuzluk (dehidratasyon) Anne, bebek, çocuk beslenmelerinde bozulma Anne sütü eksikliği, bodurluk Vektörlerde artış, Vektörlerle bulaşan hastalıklarda artış Ruhsal sorunlar Bulaşıcı olmayan hastalıklarda değişim Ölümler
Su Kaynaklarında Değişim	<u>Su kaynaklarının azalması</u> Tarımda vahşi sulama, su kıtlığı, deniz suyu sıcaklıklarında artış, deniz kaynaklı gıda üretiminin azalması)	Suyla ve gıdayla bulaşan hastalıklar Genel hijyen koşullarında yetersizlik Beslenme bozukluğu Susuzluk (dehidratasyon) Anne, bebek, çocuk beslenmelerinde bozulma (anne sütü eksikliği, bodurluk) Vektörlerde artış Vektörlerle bulaşan hastalıklarda artış

Tehlike	Etki	Tehdit
		Zoonotik hastalıklarda değişim Böbrek hastalıklarında artış
Deniz Seviyesinin Yükselmesi	tuzlanma (gıda üretiminin azalması)	Beslenme bozukluğu
Hava Kalitesinde Değişim	Etkileri ele alınmamış	Tehdit belirtilmemiş
Ultraviyole Radyasyon Artışı	Etkileri ele alınmamış	Tehdit belirtilmemiş

Sağlığın iklim belirleyicilerinden "etkilenebilirlik" üçüncü bölümde değerlendirilmiştir

9.2. Sakarya'da sağlık sektörünün iklim değişikliği bağlamında gelişimi ile ilgili beklentiler, belirsizlikler, fırsatlar, tehditler

Sakarya yatırımları ile ilgili 2018 hedefleri arasında, nüfus başına yatak kapasitesinin yüz bin kişi başına, 500'e çıkarılması için, Sakarya'nın ihtisas hastanelerinin çekim noktası olmasının yer aldığı görülmektedir (Sakarya İl Yatırım Destek ve Tanıtım Stratejisi ve 2018 Yılı Eylem Planı, 2018, s. 24). 2019 yılı verilerine göre bu hedefe ulaşılamamıştır, hatta 2016'dan itibaren daha da düşmüştür.

Sakarya ilinde 1. derece deprem bölgesi olması sebebiyle pek çok kaplıca bulunmaktadır. Bölgenin sağlık turizminin bir kolu olan termal turizm açısından sahip olduğu potansiyel ve ulaşım yolları üzerindeki merkezi konumu ile sağlık ve turizm sektörünü içine alan yatırımları hak ettiği değerlendirilmektedir (Zengin & Eker, 2016).

9.3. Sakarya'da sağlık sektörünün iklim değişikliği bağlamında başka sektörlerle ilişkileri

Sakarya'da iklim değişikliğinin sağlık etkilerine yönelik uyum çalışmalarında, Sağlık İl Müdürlüğü, Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü ve belediyeler başta olmak üzere, tarım, su, enerji, turizm, sosyal hizmetler, eğitim, afetlerle ilişkili sektörlerin mutlaka yer alması gerekmektedir. Üniversiteler idari ve karar verici mekanizmaya kanıt sunmak, izleme, değerlendirme ve raporlama, eğitim (öğrenci, akademisyen ve toplum) süreçleri için önemlidirler. Sakarya'nın sağlığını iklim değişikliğinin etkilerinden korumaya yönelik sağlık sektörüne katkı sunabilecek tüm sivil toplum kuruluşları ve bireyler de uyum planlarında yer almalıdır.

Sakarya Büyükşehir Belediyesi'nin üyesi olduğu Türkiye Belediyeler Birliği iklim değişikliği ve sağlık ilişkisi açısından önemli uluslararası ve ulusal kimliği olan yapıdır.

9.4. Halk Sağlığı Sektörü Etkilenebilirlik ve Risk Analizi

9.4.1. Şiddetli Yağış Riski

Sakarya'da sağlık sektörü için öncelikle şiddetli yağış riski analiz edilmiştir. Buna göre Sakarya'nın şiddetli yağış tehlikesine maruziyet, etkilenebilirlik ve risk düzeyi Şekil 9-14 ile verilmiş olan etki zinciri doğrultusunda elde edilebilen göstergelerle analiz edilmiştir. Risk analizlerinde kullanılan göstergeler, göstergelerin ait olduğu kurum bilgisi ve her bir göstergenin risk analizindeki ağırlıkları EK-01 bölümünde sunulmuştur.

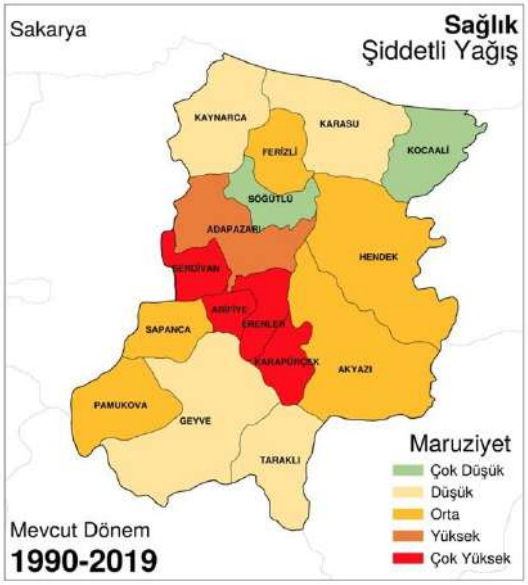
TEHLİKE		MARUZİYET	ETKİLENEBİLİRLİK		RİSK
İklim Sinyali	İklim Etkisi		Duyarlılık	Uyum Kapasitesi	
Yağış miktarı ve sıklığında artış	Şiddetli yağışlı gün sayısında artış	Nüfus yoğunluğu	Yaşlı ve çocuk bağımlılık oranı	Sosyo-Ekonomik Gelişmişlik Endeksi skoru	Sağlıklı, kaliteli yaşam ve iyilik halinde bozulma
	Sel ve taşkın	5 yaş altı nüfus oranı	Kent karakteri	Su yüzeyleri oranı	Sağlıklı ve güvenli gıdaya erişimde güçlük
		0-14 yaş çocuk nüfus oranı*	Nüfus artış hızı	Planlarda yeşil süreklilik	Deniz, göl suyu sıcaklığı ve kalitesinin bozulması kaynaklı gıda üretiminin azalması
		65 yaş üstü yaşlı nüfus oranı*	Mevcut çevre yolu varlığı	Sosyal hizmeti uzmanı sayısı	Su ve gıdayla bulaşan hastalıklar
		15-49 yaş kadın nüfus oranı*	Doğuşta beklenen yaşam süresi*	Birinci ve ikinci basamak sağlık hizmeti veren kurum ve hekim sayısı	Genel hijyen koşullarında yetersizlik
		Sadece kadın nüfustan oluşan hane sayısı*	Güvenilir içme suyuna erişim oranı*	Birinci ve ikinci basamak personel ve yatak sayısı*	Beslenme bozukluğu
		Sadece 65 yaş üstü nüfustan oluşan hane sayısı*	Kanalizasyon şebekesi ile hizmet edilen nüfus oranı*	Mevcut çevre yolu varlığı ve büyüme oranı*	Dehidratasyon (susuzluk)
			Kent içi park alanlarının nüfusa oranı*	Doğal alanlar oranı*	Bulaşıcı hastalıklarda artış
			Sosyal yardım alan nüfus oranı*	Sağlık hizmeti kapasitesi*	Böbrek hastalıklarında artış
			Ölümler*	Yönetim kapasitesi*	Vektörlerle bulaşan hastalıklarda artış
			Hastalıklar*	Sağlık okuryazarlığı oranı*	Zoonotik hastalıklarda değişim
			Fonksiyon ve yeti yitimi*		Alerji, solunum, kalp, damar, göz, kulak, burun, boğaz hastalıklarında artış
					Yaralanmalar
					Ruhsal sorunlar
					Ölümler

Şekil 9-14. Etki Zinciri: Halk Sağlığı Sektörü ve Şiddetli Yağış İlişkisi

** sembolü ile risk analizlerinde kullanılmayan göstergeler belirtilmiştir.*

Sağlık sektörü açısından **maruziyet** analizi için; nüfus yoğunluğu, çocuk nüfus (0-14 yaş), yaşlı nüfus (65+ yaş,%), 15-49 yaş kadın nüfus oranı, 5 yaş altı nüfus (0-4 yaş,%), sadece kadın nüfustan oluşan hane sayısı, sadece 65+ nüfustan oluşan hane sayısı, tarım, deniz ve göl ürünleri ve turizm ile ilgili sektörlerde işsizlik oranı kullanılabilir. Sakarya için maruziyet analizinde nüfus yoğunluğu ve 5 yaş altı nüfus (0-4 yaş, %) değerlendirmeye alınmış olup, elde edilen maruziyet haritası Şekil 9-15 ile sunulmuştur. Buna göre, maruziyet Kocaali ve Söğütlü'de çok düşük; Adapazarı'nda yüksek; Arifiye, Erenler, Karapürçek ve Serdivan'da çok yüksektir. Tehlikenin çok yüksek olduğu Kocaali'de ve yüksek olduğu Söğütlü'de maruziyetin çok düşük olması avantajdır. Aynı şekilde; Arifiye, Erenler, Karapürçek ve Serdivan'da tehlike ve maruziyetin yükse değerleri dikkatle değerlendirilmelidir. Serdivanda nüfus yoğunluğu, Karapürçek'te 0-4 yaş nüfus oranının etkisi göze çarpmaktadır. 5 yaş altı grup ve bu yaş grubuna sahip aileler en savunmasız gruplar arasında kabul edilmektedir. Aileler şiddetli yağışların beraberinde getireceği ortaya çıkabilecek afetler konusunda, su, gıda ve kişisel hijyen konusunda uyulması gereken kurallar konusunda bilgilendirilmelidir. Şiddetli yağış sonrası, bu bölgelerde, insani tüketim amaçlı sular denetim ve kontrol noktalarının sayısı arttırılmalı, 0-4 yaş nüfusun olduğu konutlar öncelikle ele alınmalıdır. Bu ilçelere yönelik su ve gıdayla bulaşan hastalıklar, vektörlerle ilişkili hastalıklar surveyans sistemine aşırı yağış verileri entegre edilmelidir.

Sağlık sektörü açısından **duyarlılık** analizi için; doğuşta beklenen yaşam süresi, güvenilir içme suyuna erişim oranı, kanalizasyon şebekesi ile hizmet edilen nüfus, kent içi park alanları / nüfus, sosyal yardım, kent-kır ayrımı, nüfus artışı, yaşlı bağımlılık oranı, çocuk bağımlılık oranı, 15-49 yaş kadın nüfus oranı, çevre yolu mevcudiyeti, ölümler, hastalıklar ve fonksiyon ve yeti yitimi ve sağlık hizmeti kapasitesi kullanılabilir. Sakarya için yapılan duyarlılık analizlerinde güncel, sürekli, kıyaslanabilir ve kurumsal erişilebilirliği olan veriler işlendiği için; çocuk bağımlılık oranı, kent-kır ayrımı, nüfus artışı, çevre yolu mevcudiyeti kullanılmış olup, duyarlılık haritası Şekil 9-16 ile verilmiştir. Buna göre, duyarlılık düzeyi Adapazarı, Arifiye, Hendek, Karapürçek, Kocaali ve Taraklı'da yüksek ve Akyazı'da çok yüksek seviyede gözükmektedir. Tehlike ve maruziyet yüksekliği açısından dikkat çekilen Arifiye ve Karapürçek'te duyarlılık da yüksektir. Hendek ve Kocaali'de tehlike çok yüksek ve duyarlılık yüksek düzeydedir. Duyarlılığı çok yüksek çıkan Akyazı için; tehlike ve maruziyet orta düzeydedir.



Şekil 9-15. Halk Sağlığı Sektörü Maruziyet Haritası

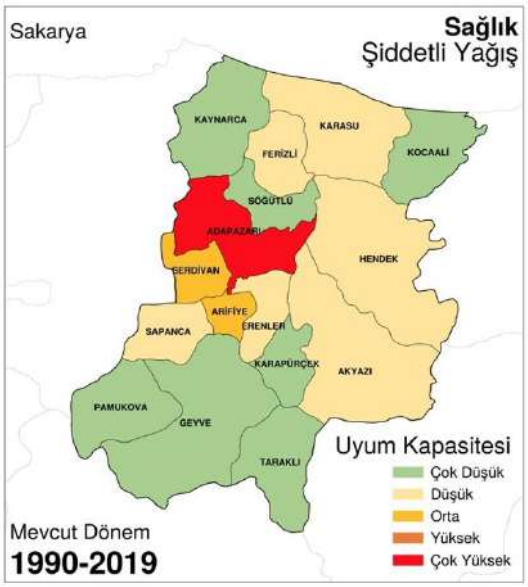


Şekil 9-16. Halk Sağlığı Sektörü Duyarlılık Haritası

Sağlık sektörü açısından **uyum kapasitesi** analizi için; SEGE, doğal alanlar, su yüzeyleri, planlarda yeşil süreklilik, planlarda çevre yolu önerisi, planlarda kentsel büyüme miktarı, sosyal hizmet uzmanı sayısı,

birinci ve ikinci basamak sağlık hizmeti veren kurum-hekim-personel sayısı, İkinci basamak sağlık hizmeti yatak sayısı, sağlık hizmeti ve yönetim kapasitesi, sağlık okur yazarlığı oranı kullanılabilir. Analizlerde güncel, sürekli, kıyaslanabilir ve kurumsal erişilebilirliği olan veriler işlendiği için; SEGE, su yüzeyi, planlarda yeşil alan, sosyal hizmet uzmanı sayısı, birinci ve ikinci basamak sağlık hizmeti veren kurum-hekim sayısı, İkinci basamak sağlık hizmeti yatak sayısı değerlendirilmiş olup, hazırlanan uyum kapasitesi haritası Şekil 9-17 ile verilmiştir. Buna göre, uyum kapasitesi Arifiye ve Serdivan'da orta, Adapazarı'nda çok yüksek, diğer ilçelerde ise düşük ve çok düşüktür. Tehlike, maruziyet ve duyarlılığın yüksek olduğu Adapazarı'nda uyum kapasitesinin çok yüksek olmasıı büyük bir avantajdır. Serdivan'da duyarlılığın çok düşük olması dışında; Arifiye ve Serdivan için de genel olarak aynı şey düşünülebilir. Ancak; diğer ilçeler için, şu anda, uyum kapasitesinin çok düşük olması nedeniyle, sağlığın iklim değişikliğinden farklı düzeylerde etkileneceği öngörülerek, farklı uyum çalışmaları hızla başlatılmalıdır.

İlçelere göre birinci-ikinci basamak sağlık hizmeti göstergeleri ve sosyal hizmet uzmanı yetersizliğinin uyum kapasitesinin düşüklüğüne katkı sağladığı görülmektedir. Sosyal hizmet uzmanı ve sağlık hizmetleri planlamalarında nüfus, hizmet ihtiyacı ve Sosyo-demografik özelliklere göre istihdam, dağılım yapılmaktadır. Hizmet ihtiyacının artışına bağlı olarak görevlendirme veya yeniden istihdamla çözümlenmektedir. 2019 Sağlık Bakanlığı istatistiklerine göre; Türkiye'de nitelikli yatak oranı %74,7 iken, bu oranın Sakarya'da %91,3 olması önemlidir (Bora Başara ve diğerleri, Sağlık İstatistiği Yıllığı 2019, 2021). Sakarya'da toplam 19 hastane vardır. Sakarya ilinde kişi başı hekime başvuru sayısı Türkiye ortalamasının üzerindedir. Sakarya ilinde 2019 yılında her bin kişiye 1,6 hekim düşmektedir. OECD ülkelerinde bu oran ortalama 3,5 hekim seviyesindedir. Sakarya'da iklim değişikliğinin sağlık etkileri açısından, özellikle duyarlılık ve uyum kapasitesi değerleri göz önünde bulundurularak, bölgedeki sağlığın güçlendirilmesi için, sağlık insan gücünün arttırılması gereği ortaya çıkmaktadır.



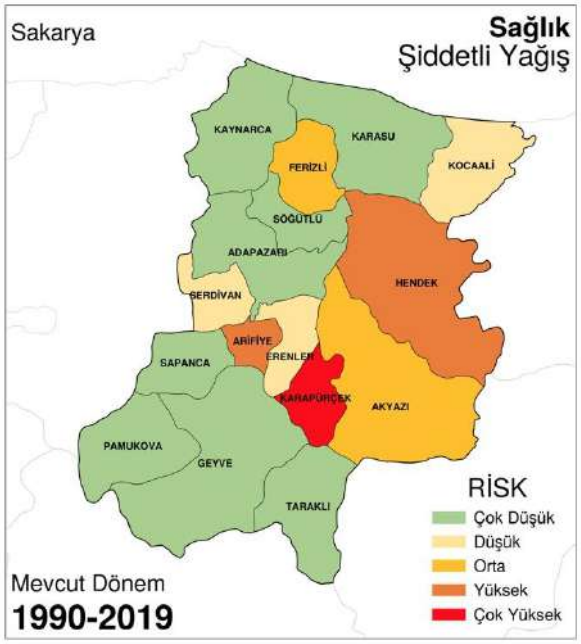
Şekil 9-17. Halk Sağlığı Sektörü Uyum Kapasitesi Haritası



Şekil 9-18. Halk Sağlığı Sektörü Etkilenebilirlik Haritası

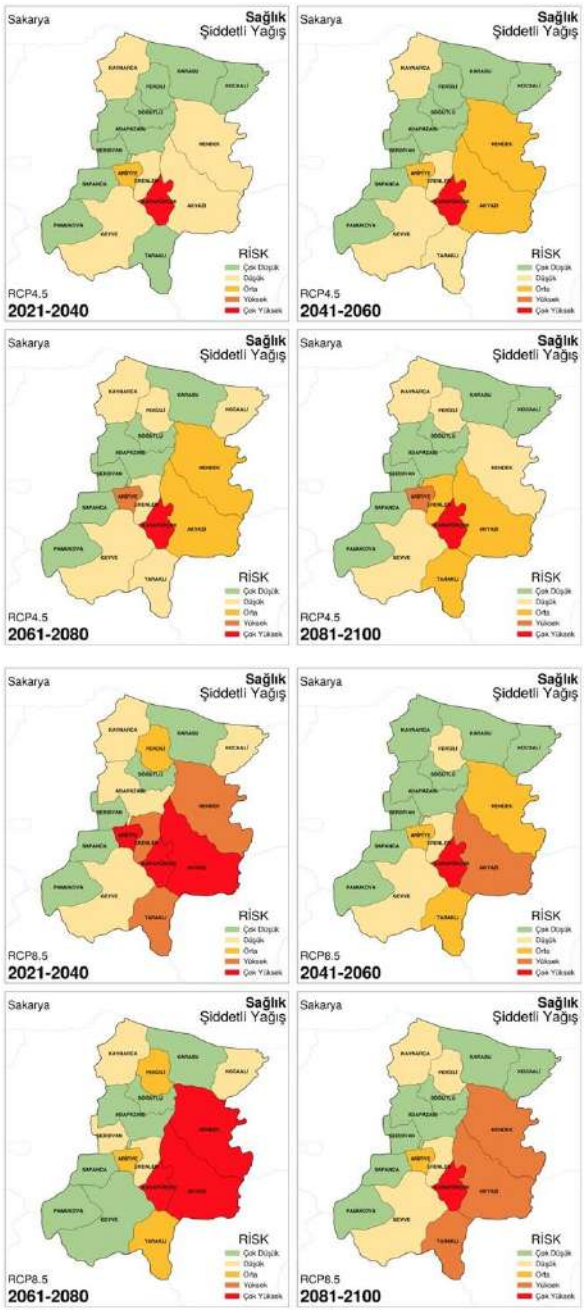
Sağlık sektörü açısından Sakarya **etkilenebilirlik** analizi sonuçlarına göre; şiddetli yağışlar karşısında en çok etkilenecek ilçeler Akyazı, Karapürçek, Kocaali, Taraklı ve Hendek'tir (Şekil 9-18). Bu ilçelerin coğrafi özellikleri ve coğrafi komşulukları ile şiddetli yağış tehlikesi bir araya geldiğinde vektörlerle ilişkili hastalıklar ve zoonotik hastalıklar için elverişli bir zemin oluşturacaktır.

Sakarya'nın sağlık sektörü için elde edilen **risk** analizi sonuçlarına göre; şiddetli yağışlar karşısında en riskli ilçeler Karapürçek (çok yüksek risk), Arifiye ve Hendek'tir (Şekil 9-19). Bu ilçeleri Akyazı ve Ferizli orta düzeyde riskle takip etmektedir.



Şekil 9-19. Halk Sağlığı Sektörü Mevcut Dönem Şiddetli Yağış Risk Haritası

Sakarya ilinde mevcut dönem koşullarına göre sadece iklim tehlikelerinin projeksiyonları göz önüne alınarak sektörel risk analizleri yapılmıştır. Buna göre, 2021-2100 periyodunun dört dönemi için de RCP4.5 ve RCP8.5 senaryolarına göre öngörülen şiddetli yağış risk haritaları Şekil 9-20 ile sunulmaktadır. Gelecek dönem risk sonuçları değerlendirildiğinde, mevcut dönemde olduğu gibi gelecek dönemde de benzer ilçeler öne çıkmaktadır. RCP4.5 senaryosuna göre en riskli ilçe Karapürçek'tir. Bu ilçeyi yüzyılın sonuna doğru Arifiye yüksek seviye, Hendek ve Akyazı ise orta seviyede risk ile takip etmektedir. RCP8.5 senaryosuna göre genel olarak ilin güneydoğusunda yer alan Hendek, Akyazı, Karapürçek, Taraklı ve Arifiye ilçelerinde şiddetli yağış riski yüksek seviyelerde öngörülmektedir.



Şekil 9-20. RCP4.5 ve RCP8.5 Senaryolarına göre Halk Sağlığı Sektörü Gelecek Dönem Şiddetli Yağış Risk Haritaları

9.5. Sakarya'da sağlık sektöründe iklim değişikliği/iklim değişikliğine uyum ile ilgili halihazırda yapılan çalışmalar

Sakarya Büyükşehir Belediyesi tarafından 2020 yılında "Sürdürülebilir Enerji Eylem Planı" çalışmaları başlatılmıştır (Sakarya Sürdürülebilir Eylem Planı, 2021). Plan kapsamında; öncelikle sera gazı salım kaynakları belirlenmiş, analiz sonuçlarına göre müdahale noktalarına karar verilmiştir. Sakarya Sürdürülebilir Enerji Eylem Planı için ilk adım olarak kabul edilmiştir. Sözkonusu planda "sağlık", ulaşım sektörü faaliyetleri arasında yer almaktadır: Faaliyet 3.2.1 Bisiklet kullanımının ulaşımdaki payının %5 artışının sağlanması ve Faaliyet3.2.2 Yayaların ulaşımdaki payının %5 artışının sağlanması.

"İklimi Duy Projesi, Avrupa Birliği (AB) tarafından finanse edilen ve faydalanıcı kurumu T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı olan "İklim Değişikliğine Uyum Konusunda Kurumsal Kapasitenin Geliştirilmesi Eğitimi" projesi WEglobal liderliğindeki konsorsiyum tarafından yürütülmektedir. Proje kapsamında İklim Değişikliği ve Hava Yönetimi Koordinasyon Kurulu üyesi kuruluşların, iklim değişikliğine uyum konusunda kapasitelerinin geliştirilmeleri amaçlanmaktadır. Bu kapsamda da belediyelere iklim değişikliğine uyum kapsamında "sağlıkta uyum" eğitimleri verilmiştir.

Kısa adı "İklim Ağı" olan "Yerelden Ulusal İklim Ağı Projesi"'nde, TEMEV ve Küresel Denge Derneği, iklim değişikliği ile mücadelede STK'lar ve Kent Konseylerinin etkinliklerinin artırmak ve ulusal bir envanter oluşturmak için çalışmalar yürütmüştür. Bu kapsamda 21 Mayıs 2021'de İstanbul Bölge Eğitimi (İstanbul, Bursa, İzmit, Sakarya, Yalova, Bilecik, Düzce, Bolu, Zonguldak, Bartın, Karabük) gerçekleştirilmiştir. Bu eğitimde; iklim ve sağlık ilişkisine yönelik eğitim ve tartışmalar yürütülmüştür.

9.6. İklim Değişikliğine Uyum

Sağlık sektörü için Sakarya'da yapılan istişare toplantılarında; iklim değişikliği ile ilgili eylem planlarında sağlığın özel olarak hiç ele alınmadığı ortaya çıkmıştır. Göç alan bir şehir ve sanayi şehri olması nedeniyle annelerin eğitimi, mevsimlik işçilerin farkındalığının arttırılması, eğitilmesi öncelikli konu olarak dile getirilmiştir. Sakarya'da sağlık sektörünün uyumunda daha çok politika oluşturma, mevzuat, plan ve projelerin hayata geçirilmesine dayalı yumuşak önlemler ön plana çıkmaktadır.

Sakarya'nın sağlıkta iklim değişikliğine uyum için odaklanması gereken genel konular aşağıda sıralanmıştır:

- Birinci, ikinci ve üçüncü basamak sağlık hizmetlerinde (aile sağlığı merkezleri, toplum sağlığı merkezleri, il ve ilçe sağlık müdürlükleri, hastaneler, sağlık hizmetlerine destek veren diğer sağlık sektörü) çalışanlarında iklim değişikliğine bağlı sağlık riskleri konusunda kapasite geliştirme faaliyetlerinin gerçekleştirilmesi
- İklime duyarlı hastalıklar ve yaratacağı sonuçlar konusunda ilgili kurum ve kuruluşlar arasında eşgüdüm ve iş birliğinin sağlanması, veri sisteminin il düzeyinde izlenmesi ve kanıta dönüştürülmesi, ileri analizlerle ilişki ve anlamlılıkların ortaya konması
- Entegre hastalık gözlem ve izleme sistemleri de dahil olmak üzere, vektörlerle bulaşan ve zoonotik hastalıkların, kanıta dayalı tanı, bulaşıcı hastalıkların tedavi ve kontrolünün (aşı programları, vektör kontrolü dahil olmak üzere) güçlendirilmesi
- Azaltım/uyum önlemlerin ortak faydalarının yanı sıra zararların ve uyum maliyetlerinin araştırılması/izlenmesi
- Kırsal ve kentsel alanlarda su mevcudiyeti, su kalitesi ve hijyen konusunda gözlem ve hazır olma durumunun güçlendirilmesi
- İklimden etkilenebilir bölgeler ve göç hareketleri doğrultusundaki bölgelerde, nüfusun artması dolayısı ile oluşabilecek sağlık risklerinin tespiti ve bölgedeki kuruluşların kapasitelerinin artırılması
- İhtiyaç doğrultusunda laboratuvarların alt yapılarının belirlenen hastalıklara uygun olarak güçlendirilmesi veya diğer kurum ve üniversite laboratuvarlarının kapasitesinin kullanımının sağlanması

- Birinci basamak sağlık çalışanlarına yönelik iklim değişikliğine bağlı sağlık riskleri konusunda eğitim program ve müfredatının hazırlanması, eğitimlerin gerçekleştirilmesi, etkisinin izlenmesi ve yeniden yapılandırılması, gelişen iklim sinyallerine göre detaylandırılması
- Zoonotik ve vektörlerle bulaşan hastalıklar dahil olmak üzere bulaşıcı hastalıklara ilişkin izleme, korunma önlemleri, tedavi ve hastalık kontrolünün (aşı programları, vektör kontrolü dahil olmak üzere) güçlendirilmesi
- Konunun Umumi Hıfzıssıhha Kurulu çerçevesinde sürekli gündem maddesi yapılması; iş birliği alanlarının tespit edilmesi ve koordinasyonun sağlanması amacı ile tüm paydaşların yetkilendirilmiş temsiliyetinin sağlandığı bir alt komisyon/kurul oluşturulması
- İldeki erken uyarı sistemlerinin entegre edilmesi, iklim sinyaline hassas ilçe düzeyinde erken uyarı istasyonları kurulması, sağlık risklerini de içeren erken uyarı siteminin yaygınlaştırılması, tanıtılması, kullanımın teşvik edilmesi, eğitimler verilmesi, sürekliliğinin sağlanması ve sürekli geliştirilmesi
- "Ulusal Medikal Kurtarma Ekipleri (UMKE)"nin ilin öncelikli iklim sinyalleri, tehlike, maruziyet, etkilenebilirlik ve risk yönetimine yönelik bilinçlendirilmesi, kapasitesinin arttırılması, psikolojik destek kapasitesinin arttırılması
- Sağlık sektöründe, toplumda, karar vericiler ve politika yapıcılarda, akademisyenlerde, medyada iklim ve sağlık okuryazarlığının arttırılması

Sakarya'da iklim değişikliğinin sağlık etkilerini ortaya koyabilmek için öncelikle, Sakarya'da neleri etkilediğini detaylı bir şekilde bilmek gerekir. Sağlığın beden, ruh ve sosyal açıdan tam bir iyilik hali olduğu unutulmamalıdır. Bu nedenle, Sakarya iklim değişikliği risk haritasının üzerine, sağlığın iklim belirleyicilerine ait göstergeler eklenerek iklime duyarlı sağlık risk değerlendirmesi yapılması önemlidir (Şekil 9-1, Kutu 1). Karar vericilerin dikkatini çekmek, diğer sektörlerden ve diğer sektörlerle birlikte ekonomik desteği sağlayabilmek için hastalık yükü hesaplanmalıdır.

İklim değişikliğinin tehlikeleri ve sağlık risklerini yönetebilmek için il düzeyinde sağlık hizmeti sunan kuruluşların ilçelere, iklime duyarlı planlama ile dengeli dağılımı gerekir. Sağlık Bakanlığı Halk Sağlığı Genel Müdürlüğü tarafından revizyon çalışmaları yürütülen iklim ve sağlık stratejisi ve eylem planı ulusal düzeyde hazırlandıktan sonra, Sakarya il sağlık müdürlüğü tarafından il ve ilçe düzeyinde, disiplinler ve sektörler arası iş birliği ile, "Sakarya sağlık ve iklim değişikliği uyum planı" hazırlanmalıdır. Bu planlar iklime duyarlı bakış açısı ile sürekli revize edilmelidir. Tarihi hastalık örüntüleri, sporadik vakalar ve göç/seyahatle gelen etkenler göz ardı edilmeden, endemik ve pandemik yapılara önem verilmelidir (sıtma, ishal, kolera, Kırım Kongo (KKKA), Dang ateşi, Zika, Chikungunya, Sarı Humma, Batı Nil Ateşi vb.). Sakarya ilinde 2012 yılından beri KKKA vakası bildirilmemiştir. Sakarya ili Tularemi için endemik bölgelerden biridir. Türkiye'deki tularemi vakalarının çoğunluğu klorlanmamış sular sebebiyle oluşmaktadır. Özellikle kırsal alanlarda kaynağı belirsiz, klorlanmamış su kullanımlarına dikkat çekmek gerekir. Şiddetli yağışlar nedeniyle yüzey sularının kirlenmesi de kaçınılmazdır. Karasu deresinin özellikle yağmur mevsimlerinde yükselen alüminyum içeriği buna örnek verilebilir.

Sakarya ilinde 2019 yılında nitelikli yatak sayısı çok iyi düzeydeyken, her bin kişiye düşen hekim sayısının OECD ortalamasının altında olduğu görülmüştür. İklim değişikliğinin sağlık etkileriyle baş etmek için sağlık insan gücünün arttırılması gerekmektedir.

Uyum kapasitesi Sakarya ilçelerinde çok düşüktür. İl görüşmelerinde uyum ihtiyacı "farkındalık arttırılması, eğitim" olarak belirlenmiştir. Farkındalık arttırma ve eğitim için Sakarya'da hızla harekete geçmekte yarar vardır. Bu amaçla; ilde iklim ve sağlık ilişkisini çalışan, bu konuda eğitim ve araştırma yürütmüş bilim insanlarından destek alınabilir. Eğer insan gücü ihtiyacı söz konusu ise; MARKA aracılığıyla teknik alt yapı destekleri ile ulusal/bölgesel eğitici desteği sağlanmalı, eğitici eğitimleri başlatılmalıdır. Sakarya'nın üyesi olduğu Türkiye Belediyeler Birliği ve Marmara Belediyeler Birliği iklim değişikliği ve sağlık ilişkisi açısından önemli iki uluslararası ve ulusal kimliği olan yapılardır. İklim eylem planlarının hepsinde, mutlaka, sağlık ayrı bir bölüm olarak yer almalıdır.

Sakarya'da sağlık sektörünün iklim değişikliği bağlamında gelişimi ile ilgili beklentiler, belirsizlikler, fırsatlar, tehditler bölümünde ortaya koyulan bazı noktalara uyum çerçevesinde tekrar değinmekte yarar vardır.

- İklim değişikliğinin sağlık sistemine getireceği yük çok disiplinli ve çok sektörlü birlikteliklerle azaltılabilir. İklim değişikliğinin sağlık sektörü ile ilişkisine yönelik sektörel farkındalık hızla arttırılmalıdır. Sakarya'da sağlık sektörünün iklim değişikliğine uyumu için ortak bir platform kurulmalıdır.
- SBB'nin coğrafi bilgi sitemine dayalı il, ilçe, mahalle ve hane düzeyinde analizleri ve Sakarya'da toplanan sağlık göstergelerinin yer aldığı veri sistemlerinin entegre edilmesi gerekmektedir. Veriler, raporlar akademik, kurumsal, toplum kullanımına kademeli ve şifreli şekilde açılmalıdır. İzleme ve değerlendirme mekanizması kurulmalıdır.

Sakarya yaşadığı seller nedeniyle sadece afet deneyimi değil, acil, beklenmeyen, normalden farklı olaylara hazırlıklı olma ve hızlı yanıt verme deneyimine sahip olmuştur. Bu deneyimler, Sakarya'da mevcut müdahale ve yönetim mekanizmaları, iklim değişikliğinin sağlık etkilerine yönelik uyum çalışmalarında kullanılabilir. Sağlık İl Müdürlüğü, Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği İl Müdürlüğü ve belediyeler başta olmak üzere, tarım, su, enerji, turizm, sosyal hizmetler, eğitim, afetlerle ilişkili sektörlerin mutlaka yer alması gerekmektedir. Üniversiteler idari ve karar verici mekanizmaya kanıt sunmak, izleme, değerlendirme ve raporlama, eğitim (öğrenci, akademisyen ve toplum) süreçleri için önemlidirler. Sakarya'nın sağlığını iklim değişikliğinin etkilerinden korumaya yönelik sağlık sektörüne katkı sunabilecek tüm sivil toplum kuruluşları ve bireyler de uyum planlarında yer almalıdır.

Sakarya ilinde tarım sulamalarında da yoğun olarak kullanılan Sakarya Nehrinin kirlilik düzeyinin bölge halkını etkileyerek duyarlılıklarını arttırabileceği değerlendirilmektedir. Bu konuda Sakarya Nehrinin geçtiği tüm illerle birlikte, iç suların kirlenmesini önlemek ve kalitesini arttırmak için çalışmalar yapılmasına ihtiyaç vardır.

Sakarya'da iklim değişikliği ve sağlık ilişkisini ortaya koymak için hazırlanan etki zincirlerine göre uyumda odaklanılması gereken noktalar da şöyledir:

Sağlık sektörü açısından Sakarya risk analizi sonuçlarına göre; şiddetli yağışlar karşısında en riskli ilçeler Karapürçek (çok yüksek risk), Arifiye ve Hendek'tir. Şiddetli yağışlarla bozulan çevre, etkilenen yaşam ortamları yaralanmalar, ölümler ve özellikle su kalitesinin bozulmasına yol açabilecektir. Beklenen sorunlar, şehirde yaşayanlar arasında genel hijyen koşullarında yetersizlik, su ve gıdayla bulaşan hastalıkların görülme sıklığında artışa neden olacaktır. Toprak kalitesindeki değişim gıda kalitesini etkileyecek ve beslenme bozukluklarına yol açacaktır. Temel yaşam ihtiyaçlarının karşılanamaması, işsizlik, yer değiştirme zorunluluğu, ekonomik kayıp, yoksulluk ve sosyal huzursuzluk gibi nedenlerle bulaşıcı olmayan hastalıklar ve ruhsal sorunlar artacaktır. Bu ilçeler, sıtma ve benzeri vektörlerle bulaşan hastalıklar için riskli alanlar haline dönüşecektir. Sellerin, toprak kaymasının, insani tüketim amaçlı su temini ve kanalizasyon sisteminin, gıda üretimi yapılan toprakların kalitesinin dikkatli bir şekilde denetlenmesi ve izlenmesi gerekmektedir. İklim tehlikeleri ve iklime duyarlı hastalıklar arasındaki ilişkiyi izleme sistemi acilen kurulmalıdır. Sakarya'da daha önce yaşanan afetlerden kaynaklanan deneyimler, ilçelerde uyum kapasitesinin çok hızlı arttırılmasını sağlayacaktır.

Maruziyet Adapazarı'nda yüksek; Arifiye, Erenler, Karapürçek ve Serdivan'da çok yüksektir. Bu ilçelerde, 0-4 yaş grubuna sahip aileler ortaya çıkabilecek afetler konusunda, su, gıda ve kişisel hijyen konusunda uyulması gereken kurallar konusunda bilgilendirilmelidir. Şiddetli yağış sonrası, bu bölgelerde, insani tüketim amaçlı sular denetim ve kontrol noktalarının sayısı arttırılmalı, 0-4 yaş nüfusun olduğu konutlar öncelikle ele alınmalıdır. Bu ilçelere yönelik su ve gıdayla bulaşan hastalıklar, vektörlerle ilişkili hastalıklar surveyans sistemine aşırı yağış verileri entegre edilmelidir.

İlçelerin büyük kısmında uyum kapasitesinin düşük olması nedeniyle, özellikle 0-4 yaş nüfus için aileler düzeyinde sağlığı geliştirme, iklim ve sağlık okuryazarlığı çalışmaları başlatılmalıdır. Bu ailelerle ilgilenen sağlık insan gücünün de acilen iklim ve sağlık ilişkisi, etkilenebilirlik ve riskler konusunda bilgilendirilmeleri, gerekirse eğitilmeleri gerekmektedir.

Sakarya verilerinde, ilçe düzeyinde, bugüne kadar yaşanan değişim geriye dönük ekolojik araştırmalar yapılarak incelenmelidir. İlişkilerin kuvvetli olduğu alanlarda ilişkinin anlamlılığını sorgulamak için analitik çalışmalar yapılmalıdır.

Sağlıkta iklim sinyali, meteorolojik veri okuryazarlığı geliştirilmelidir. RCP senaryoları doğrultusunda mahalle, ilçe düzeyinde sağlık senaryoları çalışılmalıdır.

Etkilenebilirliği yüksek ilçelerde; şiddetli yağışlar, ilçelerin coğrafya özellikleri, coğrafi komşulukları ile birlikte değerlendirildiğinde, vektörlerle ilişkili hastalıklar ve zoonotik hastalıklar için erken uyarı sistemlerinin, izleme sistemlerinin hızla kurulması gerekmektedir.

Sağlık sektörü açısından uyum kapasitesi analizinde kullanılmasında yarar görülen SEGE, doğal alanlar, su yüzeyleri, planlarda yeşil süreklilik, planlarda çevre yolu önerisi, planlarda kentsel büyüme miktarı, sosyal hizmet uzmanı sayısı, birinci ve ikinci basamak sağlık hizmeti veren kurum-hekim-personel sayısı, İkinci basamak sağlık hizmeti yatak sayısı, sağlık hizmeti (İnsan kaynağı+sağlık tesisleri+bütçe+iklime duyarlı strateji+iklime duyarlı bilgi sistemleri'nden oluşur. Her birisi için indeks bir gösterge üzerinden hesaplanmalıdır. Öneriler: İnsan kaynağı: Bin Kişi Başına Düşen Toplam Hekim Sayısı, Sağlık tesisleri: Nitelikli yatak oranı, Bütçe: Sağlık giderlerine ayrılan pay veya yatırım payı, İklime duyarlı strateji: Ulusal strateji veya yerel strateji, İklime duyarlı bilgi sistemleri: Ulusal veya yerel) ve yönetim kapasitesi (SKB üyeliği ve/veya DSÖ Sağlıklı Şehir Sertifikası ve/veya Sağlığı Geliştiren Belediye Sertifikası ve/veya İklim Eylem Planlarında "sağlık" bölümü ve/veya yerel sağlık iklim uyum planları olması), sağlık okur yazarlığı oranı verileri izleme sistemine entegre edilmelidir.

KAYNAKÇA: BÖLÜM 9

2016 Türkiye Göç Raporu. (2017, Nisan). Göç İdaresi Genel Müdürlüğü: https://www.goc.gov.tr/kurumlar/goc.gov.tr/YillikGocRaporlari/2016_yiik_goc_raporu_haziran.pdf adresinden alındı

(2017). 2017 Yılı Ocak-Ekim Dönemi Acil Servislere İlişkin Veriler. Türkiye Kamu Hastaneleri Genel Müdürlüğü. Ağustos 04, 2021 tarihinde https://dosyamerkez.saglik.gov.tr/Eklenti/23496,2017-ocak-ekim-donemi-acil-servis-verileri2pdf.pdf?0 adresinden alındı

Afet Haritaları. (2019). T.C. İçişleri Bakanlığı Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı: https://www.afad.gov.tr/afet-haritalari adresinden alındı

Afetlerde Psikososyal Destek Uygulama Rehberi. (2008, Mayıs). Türk KIzılayı: https://www.kizilay.org.tr/Upload/Dokuman/Dosya/20725363_afetlerde-psikososyal-destek-uygulama-rehberi.pdf adresinden alındı

Akdemir, N., Bilir, F., Cevrioğlu, A. S., Özden, S., & Bostancı, S. (2014). Sakarya Bölgesindeki Adölesan Gebeliklerin İncelenmesi. Sakarya Tıp Dergisi, 4(1), 8-21. doi:10.5505/sakaryamj.2014.78941

Alvur, T. M., Cinar, N., Oncel, S., Akduran, F., & Dede, C. (2014). rends in smoking among university students between 2005-2012 in Sakarya, Turkey. Asian Pacific journal of cancer prevention, 15(11), 4575–4581. doi:10.7314/apjcp.2014.15.11.4575

Aydemir, Ö., Demiray, T., Köroğlu, M., Çiftçi, İ., Özbek, A., & Altındiş, M. (2015). Hepatitis C Prevalence in Different Age Groups; People Over 50 Years of Age May Receive One-Time Testing for Anti-HCV. Viral Hepatitis Journal, 21(2), 40-43. doi:10.4274/vhd.35220

Aydoğan, B., Aydın, A., İnci, M., & Ekerbiçer, H. (2020). Tip 2 Diyabet Hastalarının Hastalıklarıyla İlgili Bilgi, Tutum Düzeyleri ve İlişkili Faktörlerin Değerlendirilmesi. Sakarya Tıp Dergisi, 10, 11-23.

Aygin, D., & Açıl, H. (2014). Çocuk Acil Ünitesine Başvuran 0-18 Yaş Arası Zehirlenme Olgularının İncelenmesi. Şişli Etfal Hastanesi Tıp Bülteni, 48(1), 27-33. doi:10.5350/SEMB2014480105

İklime Uyum Projesi. (2022) Ulusal Ölçekte Çoklu-Tehlike Değerlendirmesi ve Ekstrem İklim İndisleri. https://iklimeuyum.org/dokumanlar/Ulusal_Olcekte_Coklu_Tehlike_Degerlendirmesi_ve_Ekstrem_Iklim_Indisleri_.pdf adresinden alınmıştır.

Batı Nil Virüsü Enfeksiyonu. (tarih yok). https://hsgm.saglik.gov.tr/tr/bati-nil-virus-enfeksiyonu/detay.html adresinden alındı

Bedir, N., Ekerbiçer, H. Ç., İnci, M. B., Köse, E., Karatepe, T. U., Demirbaş, M., . . . Arslan, A. (2018). Sakarya'da Yaşayan Bir Grup Kadının Şiddet Algı Durumları ve Bunu Etkileyen Faktörler. Sakarya Tıp Dergisi, 7(4), 188-196. doi:10.31832/smj.363175

Bora Başara, B., Soytutan Çağlar, İ., Aygün, A., Özdemir, T. A., Kulali, B., Uzun, S. B., & Aydoğan Kılıç, D. (2019). Sağlık İstatistikleri Yıllığı 2018. Sağlık Bakanlığı. Ankara: Sağlık Bilgi Sistemleri Genel Müdürlüğü.

Bora Başara, B., Soytutan Çağlar, İ., Aygün, A., Özdemir, T. A., Kulali, B., Uzun, S. B., . . . Kara, S. (2021). Sağlık İstatistiği Yıllığı 2019. Sağlık Bakanlığı. Ankara: Sağlık Bilgi Sistemleri Genel Müdürlüğü.

Bulaşıcı Olmayan Hastalıklarda Daha İyi Sonuçlar: Sağlık Sistemi için Zorluklar ve Fırsatlar, No.2. (2014). https://hsgm.saglik.gov.tr/depo/birimler/kronik-hastaliklar-engelli-db/hastaliklar/kronik_havayolu/raporlar/BOH_ULKE_DEGERLENDIRME_RAPORU_TR.pdf adresinden alındı

Büber, Ö. (2019). 3-18 yaş gruplarında görülen cinsel istismarın sosyal hizmet açısından değerlendirilmesi : Sakarya İli örneği. Sakarya Üniversitesi, Açık Akademik Arşiv Sistemi: https://hdl.handle.net/20.500.12619/90088 adresinden alındı

(2018). COP24 Special Report: Health&Climate Change. Geneva: WHO.

Covid-19 Aşısı Bilgilendirme Platformu. (2021). Ağustos 13, 2021 tarihinde https://covid19asi.saglik.gov.tr/ adresinden alındı

Çabuk, D., Demir, M., Yaylacı, S., & Tamer, A. (2014). Meme Kanseri Hastalarımızın Retrospektif Analizi. Sakarya Tıp Dergisi, 4(1), 22-26. doi:10.5505/sakaryamj.2014.93695

Çelebi, A., & Özdemir, S. (tarih yok). Sakarya İli Ölçeğinde Su Varlığı, Projeksiyonu ve Sürdürülebilir Su Yönetimi.

Demir, F., Önsüz, M., & Çatalbaş, Y. (2015). Sakarya İlinde 2008 Yılı Bebek Ölümlerinin Değerlendirilmesi: Kesitsel Bir Araştırma. Nobel Medicus, 11(2), 59-64.

Dindar Çelik, F., Çakır, E., Gülbağcı, B., Demirci, A., Varım, C., & Bilir, C. (2020). Akciğer Kanseri Tanılı Hastalarımızın Genel Karakteristik Özellikleri: Sakarya Üniversitesi Tıbbi Onkoloji Kliniği 2017-2018 Yılı Akciğer Kanseri İstatistikleri. Journal of Human Rhythm, 6(1), 8-14.

Dizer, D. (2008). Sakarya ilindeki liseli ergenlerin 1999 Marmara Depremi sonrası travmayı algılama,sosyal destek sistemleri ve umutsuzluk belirtilerinin incelenmesi.

Durmuş, E., & Güneysu, F. (2021). Bir Hastane Yetişkin Acil Servisine Başvuran Suriyeli Mülteci Hastaların Retrospektif İncelenmesi. Family Practice and Palliative Care, 6(1), 29-34. doi:10.22391/fppc.822513

Engelli ve Yaşlı İstatistik Bülteni. (2020, Şubat). Engelli ve Yaşlı Hizmetleri Genel Müdürlüğü: https://www.ailevecalisma.gov.tr/media/40734/istatistik-bulteni-subat2020.pdf adresinden alındı

Feng, S., Gao, D., Liao, F., Zhou, F., & Wang, X. (2016). The health effects of ambient PM2.5 and potential mechanisms. Ecotoxicology and Environmental Safety, 128, 67-74. doi:0.1016/j.ecoenv.2016.01.030

Gürcan, Ş. (2007). Francisella Tularensis ve Türkiye'de Tularemi. Mikrobiyol. Bül., 41, 621-636.

Has, M. (2019). Sakarya ili şebeke suyunda THM miktarının belirlenmesi ve risk analizi. Sakarya Üniversitesi, Açık Akademik Arşiv Sistemi. https://hdl.handle.net/20.500.12619/79647 adresinden alındı

Hava Kalitesi İzleme Veri Tabanı. (tarih yok). https://sim.csb.gov.tr/STN/STN_Report/StationDataDownloadNew adresinden alındı

Hessel, F. (2008). Burden Of Disease. Encyclopedia of Public Health (s. 94-96). içinde Dordrecht: Springer Netherlands.

HSGM, Bruselloz. (tarih yok). Zoonotik ve vektörel Hastalıklar Daire Başkanlığı: https://hsgm.saglik.gov.tr/tr/zoonotikvektorel-bruselloz/detay adresinden alındı

IDF Diabetes Atlas, 6th Edition. (2013). International Diabetes Federation.

İstatistiklerle Yaşlılar, 2020. (2021, Mart 18). Türkiye istatistik Kurumu, Haber Bülteni 37227: https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Elderly-Statistics-2020-37227 adresinden alındı

Kadın Cinayetleri Haritası. (tarih yok). Umut Vakfı: http://www.umut.org.tr/umut-vakfi-2020-yili-kadin-cinayetleri-haritasi/ adresinden alındı

Kar, S., Yılmazer, N., Güven, E., Akyıldız, G., & Gargılı, A. (2013). Sivrisinek Ekoloji ile İlgili Güncel Riskler. Ekoloji 2013 Sempozyumu, (s. 93). Tekirdağ.

Temiz Hava Hakkı (2020). Kara Rapor, Hava Kirliliği ve Sağlık Etkileri. Temiz Hava Hakkı Platformu. https://www.temizhavahakki.com/wp-content/uploads/2020/09/Kara-Rapor-2020-Son27082020.pdf adresinden alındı

Karabay, O., Yiğit, Y., Aydın, E., Tok, F., Karaca, İ., Boz, B., & Oturak, G. (2021). ERİŞKİNLERDE AŞIYA YÖNELİK TUTUM ve DAVRANIŞIN ARAŞTIRILMASI. Sakarya Tıp Dergisi, 11(2), 353-359. doi:10.31832/smj.795641

Karakaya, I., Ağaoğlu, B., Coşkun, A., Şişmanlar, Ş., & Yıldız Öc, Ö. (2004). Marmara depreminden üç buçuk yıl sonra ergenlerde TSSB, depresyon ve anksiyete belirtileri. Türk Psikiyatri Dergisi, 15(4), 257-263.

Karayolu Trafik Kaza İstatistikleri 2020. (2021, Haziran 01). Türkiye İstatistik Kurumu Haber Bülteni, 37436: https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Karayolu-Trafik-Kaza-Istatistikleri-2020-37436 adresinden alındı

Keskin, Ş. (2009, Haziran). Sakarya İl Merkezindeki Kan Bankalarına Bağışta Bulunan Kişilerin Hepatit B Pozitif Olanların Oranının Saptanması.

Kırım Kongo Kanamalı Ateşi İnsidans Haritaları. (tarih yok). https://hsgm.saglik.gov.tr/depo/birimler/zoonotik-vektorel-hastaliklar-db/zoonotik-hastaliklar/1-KKKA/3-istatistik/KKKA_Haritalar_2017_Dahil.pdf adresinden alındı

Köroğlu, M., Demiray, T., Agah Terzi, H., & Altındiş, M. (2014). Farklı Yaş Gruplarında Hepatit A Seroprevalansı; Sakarya Verileri ve Literatür Derlemesi. Viral Hepatitis Journal, 20(3), 110-114. doi:10.4274/vhd.63825

Mortality rate, infant. (2019). The World Bank: https://data.worldbank.org/indicator/SP.DYN.IMRT.IN?locations=OE adresinden alındı

Hacettepe Üniversitesi (2018). Nüfus ve Sağlık Araştırması.

OECD. (2017). Obesity Update. https://www.oecd.org/health/obesity-update.htm adresinden alındı

Ölüm ve Ölüm Nedeni İstatistikleri 2019. (2020, Haziran 24). Türkiye İstatistik Kurumu Haber Bülteni, 33710: https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Olum-ve-Olum-Nedeni-Istatistikleri-2019-33710 adresinden alındı

Önsüz, M. F., Zengin, Z., Özkan, M., Şahin, H., Gedikoğlu, S., Erseven, S., . . . Bektaş, H. (2011). Sakarya'da bir ilköğretim okulu öğrencilerinde obezite ve hipertansiyonun değerlendirilmesi. Sakarya Tıp Dergisi, 1(3), 86-92. doi:10.5505/sakaryamj.2011.69885

Önsüz, M., Demir, F., Kaya Afşari, E., Şahin, A., Çatalbaş, Y., & Bektaş, H. (2012). Sakarya İlinde gerçekleşen intihar girişimi vakalarının değerlendirilmesi. Türkiye Halk Sağlığı Dergisi, 10(3), 141-150.

Özcan, O., & Musaoğlu, N. (2021, Mayıs 28). Sakarya nehri alt havzasının taşkın riski analizinin uzaktan algılama ve CBS ile belirlenmesi. İleri Teknolojiler Ana Bilim Dalı, Bilişim Enstitüsü, İTÜ.

Özdin, M., Yazar, H., & Mundan, N. (2021). Sakarya Eğitim ve Araştırma Hastanesine Başvuran Hastaların HOMA-IR Değerlerinin Yaş ve Cinsiyet Faktörü Açısından Değerlendirilmesi. Mustafa Kemal Üniversitesi Tıp Dergisi, 12(42), 1-4.

Palanbek Yavaş, S., Önal, A., & Çağlayan, Ç. (2019). Marmara Bölgesi PM10 Düzeylerinin Kronik Bronşit İnsidansına Etkisi. 3.International 21.National Public Health Congress.

Pehlivan, R. (2020). Potability and Hydrogeochemical Characteristics of the Karasu Stream Water, Sakarya, Turkey. Geochemistry International, 58(9), 1075-1081. doi:10.1134/S0016702920090098

Pinto, J., Bonacic, C., Hamilton-West, C., Romero, J., & Lubroth, J. (2008). Climate change and animal diseases in South America. Revue scientifique et technique (International Office of Epizootics), 27(2), 599-613. https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/18819680/ adresinden alındı

Sağlık İstatistikleri. (2014-2019). 08 14, 2021 tarihinde TUİK: https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=149&locale=tr adresinden alındı

Sağlıklı Hayat Merkezleri. (2018). Halk Sağlığı Genel Müdürlüğü: https://shm.saglik.gov.tr/ adresinden alındı

Sakarya İl Yatırım Destek ve Tanıtım Stratejisi ve 2018 Yılı Eylem Planı. (2018, Ocak). Doğu Marmara Kalkınma Ajansı.

(2020). Sakarya İli 2019 Yılı Çevre Durum Raporu. Sakarya: Sakarya Valiliği, Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü, Çevre Yönetimi ve Denetimi Şube Müdürlüğü.

Sakarya İSM, Çocuk,Ergen ve Kadın Üreme Sağlığı Birimi. (tarih yok). https://sakaryaism.saglik.gov.tr/TR-168722/cocuk-ergen-ve-kadin-ureme-sagligi-birimi.html adresinden alındı

Sakarya İSM, Sağlık Tesislerimiz. (tarih yok). https://sakaryaism.saglik.gov.tr/TR-20669/saglik-tesislerimiz.html adresinden alındı

Sakarya Sürdürülebilir Eylem Planı. (2021). Sakarya Büyükşehir Belediyesi.

(2021). Sektör Analiz Raporu. Sakarya Ticaret ve Sanayi Odası.

Sengul, S., Akpolat, T., Erdem, Y., Derici, U., Arici, M., Sindel, S., . . . Erturk, S. (2016). Changes in hypertension prevalence, awareness, treatment, and control rates in Turkey from 2003 to 2012. Journal of Hypertension, 34(6), 1208-1217. doi:10.1097/HJH.0000000000000901

Seyyar, A., & Yumurtacı, A. (tarih yok). Kırsal Kesimde Yaşayan Bakıma Muhtaç Yaşlılara Dönük Evde Bakım Hizmetleri: Sakarya İli Taraklı İlçesi Ve Köyleri İçin Bir Model Önerisi. http://www.manevibakim.com/bilim_alanlari/manevi_bakim/makale_24.pdf adresinden alındı

Sıtma Vaka Yönetimi Rehberi. (2019, 04 25). https://www.saglik.gov.tr/TR,55307/sitma-vaka-yonetimi-rehberi-yayinlandi-25042019.html adresinden alındı

Soyucen, E., Aktan, Y., Saral, A., Akgün, N., & Numanoğlu, A. (2006). Sakarya bölgesinde çocukluk çağı zehirlenmelerinin geriye dönük değerlendirilmesi. Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları Dergisi, 49(4), 301-306.

Şakacı, Z. (2021). Contribution to mosquito (Diptera: Culicidae) fauna of Sakarya province and the first record of the invasive vector Aedes albopictus (Skuse, 1894) for Kocaeli province. J. BAUN Inst. Sci. Technol, 23(1), 10-21. doi:10.25092/baunfbed.826097

Tanas, E. (2016, Haziran). Sakarya İli İçme Suyu Kalitesinin Su Kalitesinin Araştırılması.

Taylan, H. (2016). Sakarya Roman Ailelerinde Erken Evlilik Araştırması. The Journal of Academic Social Science Studies(52), 221-228. doi:10.9761/JASSS4875

Terzi, H., & Aydemir, Ö. (2018). Akut Gastroenteritli Hastalarda Rotavirüs ve Adenovirüs Sıklığının Araştırılması; Sakarya. Sakarya Tıp Dergisi, 8(4), 746-752.

Toyotasa Acil Yardım Hastanesi Tarihçe. (2018, 06 27). https://toyotasadh.saglik.gov.tr/TR,37897/tarihcemiz.html adresinden alındı

Troeger, C., Forouzanfar, M., Rao, P., Khalil, İ., Brown, A., Reiner, R., . . . Mokdad, A. (2017). Estimates of global, regional, and national morbidity, mortality, and aetiologies of diarrhoeal diseases: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2015. The Lancet Infectious Diseases, 17(9), 909-948. doi:https://doi.org/10.1016/S1473-3099(17)30276-1

Tüberküloz İstatistikleri. (2018). Halk Sağlığı Genel Müdürlüğü, Tüberküloz Dairesi Başkanlığı: https://hsgm.saglik.gov.tr/tr/tuberkuloz-istatistikler adresinden alındı

(2020). Türkiye Silahlı Şiddet Haritası. Umut Vakfı. http://www.umut.org.tr/umut-vakfi-turkiye-silahli-siddet-haritasi-2020/ adresinden alındı

Türkiye Ulusal Anne Ölümleri Çalışması. (2005). Hacettepe Üniversitesi. http://www.hips.hacettepe.edu.tr/uaop_ankara/UAOC2005-OzetRapor.pdf adresinden alındı

(2014). Türkiye'de Kadına Yönelik Aile İçi Şiddet Araştırması. Hacettepe Üniversitesi. http://www.hips.hacettepe.edu.tr/siddet2014/rapor/KKSA-TRAnaRaporKitap26Mart.pdf adresinden alındı

Türkiye'de Kalp ve Damar hastalığı. (2019). Halk Sağlığı Genel Müdürlüğü: https://hsgm.saglik.gov.tr/depo/birimler/kronik-hastaliklar-engelli-db/hastaliklar/kalpvedamar/bilgi_notu/Turkiyede_Kalp_ve_damar_hastaliklari_Bilgi_Notu_21.06.2019.docx adresinden alındı

Türkiye'de Obezitenin Görülme Sıklığı. (2010). Ağustos 09, 2021 tarihinde Halk Sağlığı Genel Müdürlüğü, Sağlıklı Beslenme ve Hareketli Hayat Dairesi Başkanlığı: https://hsgm.saglik.gov.tr/tr/obezite/turkiyede-obezitenin-gorulme-sikligi.html adresinden alındı

Türkiye'deki Suriyeli Sayısı. (2021, Temmuz). 08 16, 2021 tarihinde Mülteciler Derneği: https://multeciler.org.tr/turkiyedeki-suriyeli-sayisi/ adresinden alındı

Tütün mamülü kullanma durumu, yaş grubu ve cinsiyete göre yaşlı bireylerin oranı, 2014, 2016, 2019. (2020). TÜİK, İstatistiklerle Yaşlılar. adresinden alındı

Vector Borne Diseases. (2020, 03 02). WHO, Fact Sheets: https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/vector-borne-diseases adresinden alındı

WHO. (2008). Worldwide Prevelance of anaemia 1993-2005.

WHO. (2018, Şubat 01). Climate change and health. Ağustos 07, 2021 tarihinde WHO International: https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/climate-change-and-health adresinden alındı

WHO. (2018). International Travel and Health. https://www.who.int/ith/ith-country-list.pdf?ua=1 adresinden alındı

WHO. (2020, 01 31). Adolescent Pregnancy. Fact Sheets: https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/adolescent-pregnancy adresinden alındı

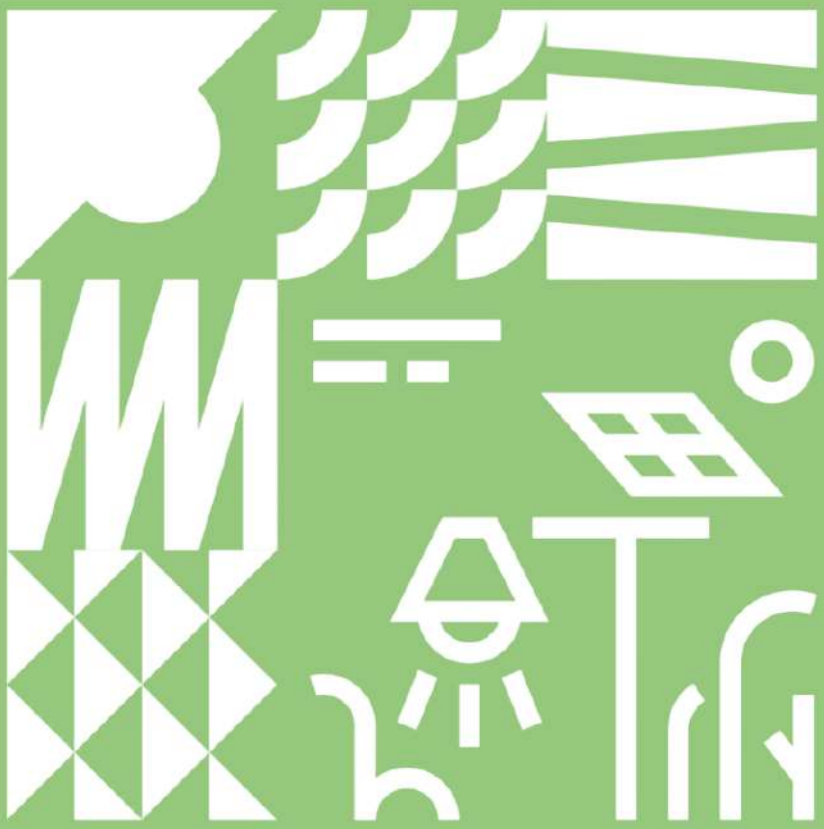
WHO. (tarih yok). Mental Health. Health Topics: https://www.who.int/health-topics/mental-health#tab=tab_1 adresinden alındı

WWF, Tatlı Su. (tarih yok). 08 11, 2021 tarihinde https://www.wwf.org.tr/calismalarimiz/tatli_su/ adresinden alındı

Yarbuğ, B. (2019, Ekim). Yaşlıların Sosyal Dışlanması: Sakarya/Adapazarı İlçesi Örneği. Sakarya Üniversitesi, Açık Akademik Arşiv Sistemi. https://hdl.handle.net/20.500.12619/90413 adresinden alındı

Zengin, B., & Eker, N. (2016). Sakarya İli Termal Turizm Potansiyelinin Değerlendirilmesi. Kastamonu Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 13(3), 165-181. https://dergipark.org.tr/en/pub/iibfdkastamonu/issue/29634/318371 adresinden alındı

Zika Virüsü ve Aedes Cinsi Sivrisinekler. (tarih yok). https://www.environmentalscience.bayer.com.tr/-/media/prfturkey/zika-virusu-aedes-brosuru-web.ashx adresinden alındı



ENERJİ

iklime uyum

10. ENERJİ

Enerji sektöründe üretilen fosil kökenli yakıtların yakılması sonucu ortaya çıkan sera gazlarının atmosferde yoğunlaşması sonucu oluşan sıcaklık artışı ve dolayısı ile meydana gelen iklim değişikliği enerji sektörünün kendi içerisindeki faaliyetler için de açık tehlike ve tehditler ortaya koymaktadır. Düşük karbona geçişteki merkezi rolünün ötesinde enerji sektörü aynı zamanda çeşitli iklim tehlikelerinden kaynaklanan artan risklerle karşı karşıyadır. İklim değişikliğinin enerji sistemlerine getirdiği bu zorluk ve tehdit Türkiye'nin tüm illerinin ya da yerel yönetimlerin enerji güvenliğini artırma misyonuna dahil edilmesi zorunluluğunu getirmektedir.

Son yıllarda aşırı hava olaylarının yaşanmasıyla enerji sektörünün iklim değişikliği etkilerine karşı direncini artırmaya yönelik fikirleri keşfetmek ve en iyi uygulamaları paylaşmak üzere işletmeler, araştırmacılar ve politika yapıcılar arasında diyaloğu kolaylaştırmak için iklim-enerji güvenliği bağlantısı üzerine çalışma ve çalıştayların yapılması hayati öneme sahiptir. İklim değişikliğinin, altyapıdan arz ve talebe kadar enerji sisteminin tüm yönlerini etkilediği göz önüne alındığında, çok çeşitli enerji sektörleri ve faaliyetlerinde dayanıklılığı artırmaya yönelik eylemlere ihtiyaç vardır. Bu nedenle çalışmalarda enerji üreticileri, iletim ve dağıtıcıları ve nihai kullanıcıları (örneğin işletmeler, şehirler ve elektrik sektörü) üzerindeki etkilerin yanı sıra yerel ve hükümet politikalarının rolünü de dikkate almak gerekir.

Hava ve iklim, enerji altyapılarına, kaynaklara ve tüketicilere ve ekonomide üretim yapan firma ya da işletmelere yeterli ve güvenilir enerjinin sağlanması için sürekli bir tehdit oluşturmaktadır. Günümüz itibariyle iklim değişikliği hem normal koşulları hem de aşırı olayların şiddetini ve sıklığını değiştirmekte ve bu süre içerisinde ve gelecekte enerji şirketleri, iklimin doğal değişkenliği ve en aşırı tezahürleri ile ilgili önemli uzmanlıklar oluşturmak zorundadır. İklim değişikliğinin etkileri gerek dünya gerekse Türkiye genelinde tek tip olmadığından bazı iller veya enerji şirketleri yeni ve gelişen koşullara uyum sağlamak için diğerlerinden daha erken tepki vermek zorunda kalabilmektedir.

Enerji sistemlerinin operasyonlarını veya altyapılarını değişen iklime uyarlaması yapısal yükseltmeler, tahmin ve işletme kurallarının güncellenmesi, su, enerji ve arazi yönetimi uygulamalarındaki değişiklikler dahil olmak üzere pek çok biçim alır ve termik santraller, hidroelektrik ve yenilenebilir enerji santralleri, elektrik iletimi, enerji talebi gibi farklı alt sektörleri kapsar.

Enerji üretimi ve dolayısıyla tüketimi toplumların ve ekonomilerin refahı için hayati önem taşımaktadır. Bununla birlikte, enerji değer zincirindeki birçok bağlantı hava ve iklime duyarlıdır. Bu nedenle, iklimdeki uzun vadeli değişiklikler ve artan iklim değişkenliği, enerji sektörüne yeni bilinmeyenler veya belirsizlikler getirmektedir. Merkezi ve yerel hükümetler ve piyasa düzenleyicileri sağlam ve uygun maliyetli önlemleri planlamak ve uygulamak için hem mevcut zorlukları hem de gelecekteki iklim risklerinin maliyetini göz önünde bulundurmalıdır. Gelinen noktada iklim direncinin nasıl teşvik edileceğine dair bazı bireysel örnekler olsa da, enerji sektöründe uyum eylemleri maalesef Türkiye enerji şirketleri stratejilerinin nadiren ayrılmaz bir parçası olduğu görülmektedir. İklim değişikliğinin termik, yenilenebilir ve hidroelektrik elektrik üretimi üzerindeki olumsuz potansiyel etkileri anlamaya odaklanmanın yanı sıra mevcut verilerden yararlanmak ve bunları iş stratejisi, planlama, varlık yönetimi, proje tasarımı, fırsat yönetimi, uyumluluk ve raporlama konularında bilgilendirmek için çok az çaba gösterilmiş ya da yetersiz çalışmalar yapılmıştır.

10.1. Sakarya Ekonomisinde Enerji Sektörü

Raporun bu bölümü üç alt bölümden oluşmaktadır. İlk bölümde Sakarya ili için iklim değişikliği ve enerji sektörü, ikinci bölümde etkilenebilirlik ve risk analizi son bölümde ise etkilenebilirlik ve iklim değişikliğine uyum eylemleri ele alınacaktır.

Sakarya ilinde enerji sektörünün sosyal, ekonomik ve çevresel etkileri ile sektörün Türkiye ekonomisi için önemi ortaya konarak sektörün gelişimi ile ilgili beklentiler, belirsizlikler, fırsatlar ve tehditler, iklim

değişikliği çerçevesinden değerlendirilerek diğer sektörlerle olan etkileşim ve ilişkilerine bu bölümde yer verilecektir. Bununla birlikte sektörde iklim değişikliği ile ilgili mevcut çalışmalar uyum kapasitesi olarak değerlendirilecektir.

Sakarya ilinin ekonomik büyüklüğü Türkiye ekonomisinin TUİK tarafından yayınlanan son altı yıllık GSYH ve büyüme oranları ile karşılaştırılmalı olarak Tablo 10-1' de verilmektedir. Buna göre bu dönemde ilin Türkiye GSYH'ye katkısı giderek arttığını ve ortalama olarak %1,14'i Sakarya ili tarafından sağlanmaktadır.

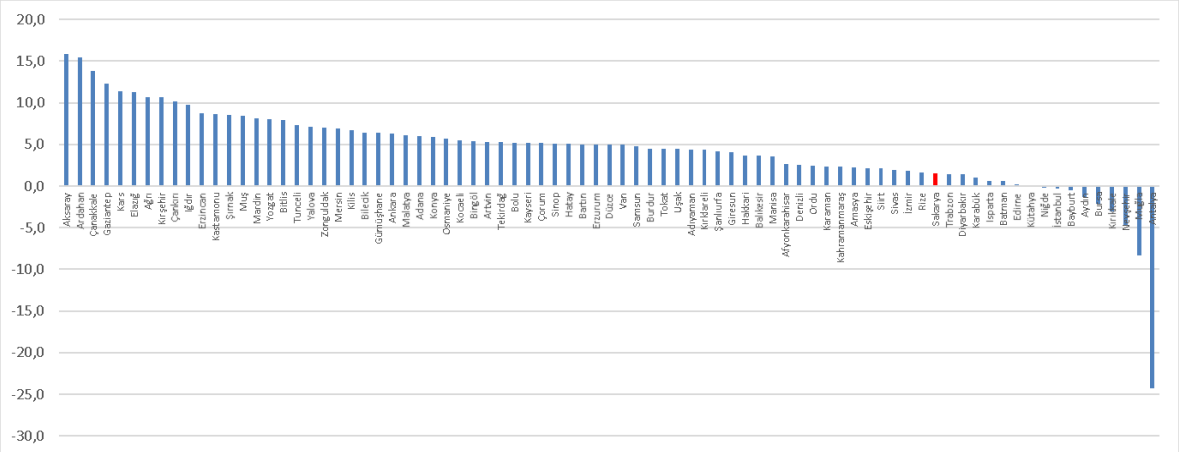
Tablo 10-1: Sakarya ekonomisinin Türkiye ekonomisine katkısı

Ekonomik Gösterge	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Türkiye Kişi Başına Gelir ($/kişi)	11.085	10.964	10.696	9.792	9.213	8.598
Sakarya Kişi Başına Gelir($/kişi)	10.321	10.085	9.954	9.260	8.762	8.195
Türkiye GSYH (Milyar TL)	2.351	2.627	3.134	3.758	4.320	5.047
Sakarya GSYH (Milyar TL)	26,4	29,4	35,7	43,7	50,8	59,7
Sakarya GSYH'sinin Türkiye %'si	1,12	1,12	1,14	1,16	1,18	1,12
Türkiye Büyüme Oranı %	6,08	3,32	7,50	2,96	0,92	1,8
Sakarya Büyüme Oranı %	11,17	3,64	9,45	1,8	1,9	1,5
Sakarya İlinin Büyümeye Katkısı	0,12	0,04	0,11	0,02	0,02	0,02

Kaynak: TUİK, İl Bazında Gayrisafi Yurt İçi Hasıla, 2015-2020

2020 yılı kişi başına geliri 8.195$ iken Türkiye'nin 8.598 $ kişi başına geliri ile mukayese edildiğinde %5 kadar daha azdır. Kişi başına gelir Türkiye'nin altında kalmasına rağmen 81 il bazında kişi başına gelir sıralamasında 17. sırada yer almıştır.

Şekil 10-1'de 2020 yılında Türkiye %1,8 büyürken, Sakarya %1,5 büyüme oranı ile pandemide büyüyen iller arasında yer almıştır.



Şekil 10-1: İl bazında GSYH büyüme hızı, zincirlenmiş hacim endeksiyle, 2020

Kaynak: TUİK, İl Bazında Gayrisafi Yurt İçi Hasıla, 2020

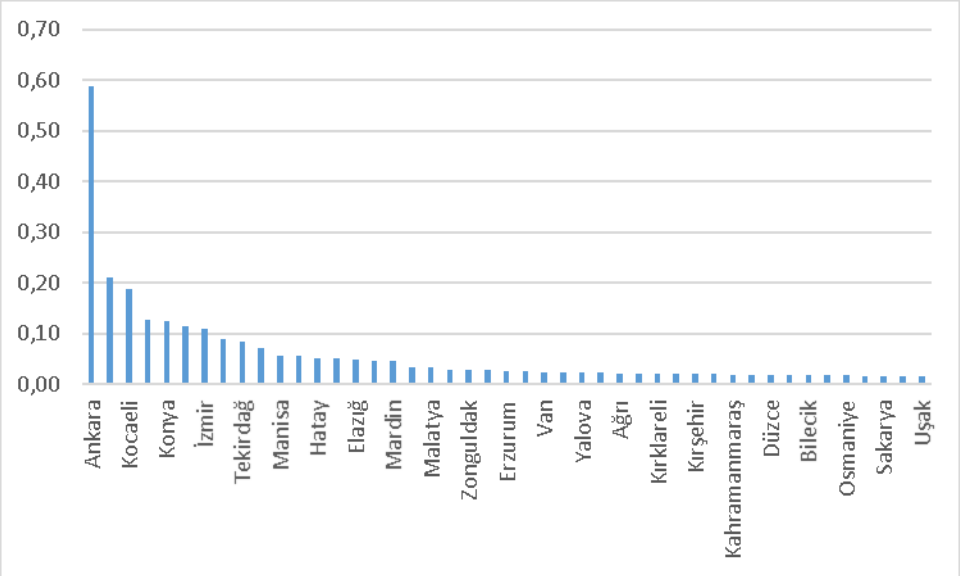
İlin Türkiye'nin üzerinde büyümesinde elektrik, doğal ve petrol ürünleri sektörlerinin yer aldığı sanayi ve imalat sanayi sektöründeki 2016 yılı hariç büyüme oranlarının etkili olduğunu Tablo 10-2'de görebiliriz. 2020 yılında Türkiye sanayi ve imalat sanayi sektörü sırasıyla %3,1 ve %3,2 büyürken Sakarya ilinde söz konusu sektörler %2,4 ile %3,5 büyümüştür.

Tablo 10-2: Sakarya ilinin sanayi ve imalat sektörünün büyüme oranları (%)

Yıl	Sanayi		İmalat Sanayi	
	Türkiye	Sakarya	Türkiye	Sakarya
2015	5,1	19,1	5,9	21,2
2016	4,4	2,0	4,0	3,3
2017	9,3	15,1	9,3	15,9
2018	1,4	3,1	1,2	2,6
2019	-0,9	3,2	-2,4	4,7
2020	3,1	2,4	3,2	3,5

Kaynak: TUİK, il bazında GSYH

İllerin 2020 yılı Türkiye ekonomisinin büyüme oranına (1,8) olan katkısı yönünde bakıldığında Sakarya ili 0,02 oranındaki katkısıyla en az katkı sunan iller arasında yerini almıştır (Şekil 10-2).



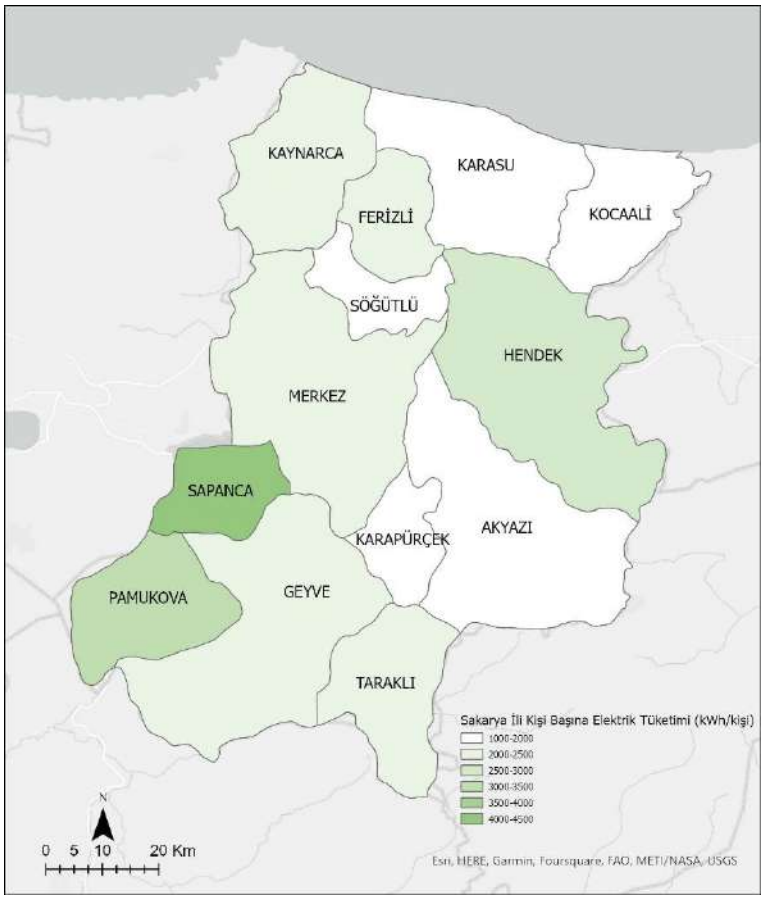
Şekil 10-2: İllerin Türkiye GSYH büyümesine en çok katkı veren iller (2020)

Kaynak: TUİK, İl Bazında Gayrisafi Yurt İçi Hasıla, 2020

2019 yılında Türkiye ekonomisine önemli katkısı olan Sakarya ilinin enerji sektörünün büyüklüğünü anlayabilmek için sektörün ilin GSYH içindeki payına bakmak gerekir. Ancak TÜİK tarafından il bazında

ve Türkiye genelinde sektörel dağılımlar A10[12] seviyesinde yayınlandığı için enerji sektörünün Sakarya ilinin GSYH içindeki payını görmek mümkün olamamaktadır. Elektrik üretimi, gaz dağıtım ve linyit madenciliğini ayrı sektörel dağılımda görebilmek için A21 seviyesinde il bazında GSYH verilerin yayınlanıyor olması gerekmektedir.

Buna karşılık enerji sektöründe kişi başına elektrik tüketimi birçok ulusal ve uluslararası kuruluşlar tarafından ekonomik ve sosyal yaşamın gelişmişliğini temsil eden önemli bir gösterge olarak kullanılmaktadır. Şekil 10-3 Sakarya iline bağlı ilçelerinde kişi başına elektrik tüketim düzeyleri karşılaştırmalı olarak gösterilmektedir.



Şekil 10-3: Sakarya ili kişi başına elektrik tüketimi (kwh/kişi)

Şekil 10-3 ve Tablo 10-3'te Sapanca, Pamukova ve Hendek ilçelerinin kişi başına elektrik tüketimi en fazla olan ilçeler olarak diğer ilçelere göre daha çok gelişmiş olarak değerlendirilebilmektedir. Buna karşın Kaynarca ve Akyazı kişi başına elektrik tüketimi en düşük ilçelerdir.

[12] Bu düzeydeki iktisadi faaliyet kollarında(A- Tarım, Ormancılık ve balıkçılık, BCDE- Sanayi F- inşaat GHI- Hizmetler J- Bilişim ve iletişim K- Finans ve sigorta L- Gayri menkul MN – Mesleki idari hizmetler OPQ-Kamu yönetimi, eğitim, sağlık, sosyal hizmetler) enerji sektörün linyit madencilik "B" de, Petrol ürünleri "C" de, Elektrik ve gaz dağıtımı ise "D" kategorinde yer almaktadır.

Tablo 10-3: Sakarya ilinin kişi başına elektrik tüketiminin illere göre dağılımı

İlçeler	Nüfus	Elektrik Tüketimi (KWh)	Kişi Başına Tüketim
Adapazarı	413.632.805	279.127	1.482
Akyazı	203.991.388	92.093	2.215
Arifiye	186.197.612	46.344	4.018
Erenler	186.051.065	90.855	2.048
Ferizli	54.151.574	27.399	1.976
Geyve	112.913.454	50.154	2.251
Hendek	249.252.141	86.612	2.878
Karapürçek	22.580.747	13.130	1.720
Karasu	101.617.982	66.852	1.520
Kaynarca	58.024.613	24.271	2.391
Kocaali	33.810.946	22.845	1.480
Pamukova	97.017.212	29.974	3.237
Sapanca	192.538.318	43.018	4.476
Serdivan	280.800.097	148.802	1.887
Söğütlü	25.618.554	14.203	1.804
Taraklı	16.897.136	6.970	2.424
Sakarya ili	2.235.095.644	1.042.649	2.144

Kaynak: TEİAŞ, 2021

Son yıllarda İnsanlar, vahşi hayvanlar, ekosistem iklim değişikliği nedeniyle hayatta kalmak için yeni zorluklarla karşı karşıya kalmaktadır. Daha sık ve yoğun kuraklık, fırtınalar, sıcak hava dalgaları, yükselen deniz seviyeleri, eriyen buzullar ve ısınan okyanuslar, hayvanlara doğrudan zarar verebilir, yaşadıkları yerleri yok edebilir ve insanların geçim kaynaklarına ve topluluklara zarar verebilir. Bu nedenle yaşamın sürdürülebilir olmaktan ziyade yaşanabilir olması için her şeyden önce vakit kaybetmeden tüketilen elektriğin ne kadarının yenilenebilir kaynaklardan elde edilebilir olduğuna odaklanılması gerekir. Ekonomik ve teknik olarak enerji dönüşümünün en hızlı olabileceği ve azaltımın en çok yapılabileceği sektör olarak gözükmektedir. Tablo 10-4'te Sakarya ilinde 2020 yılı aylar itibariyle 591 GWh lisanslı elektrik üretiminin %65'inin fosil kaynaklar ve %35'inin yenilenebilir kaynaklardan elde edildiği görülmektedir. Atmosfere salınan CO_2 emisyonunun 154.479 ton olduğu tahmin edilmektedir. Türkiye'nin CO_2 emisyonu 400 milyon tona ulaştığı[13] dikkate alındığında Sakarya ili toplam CO_2 emisyonun %0,04'ünden sorumlu olmaktadır. Bu sorumluluğun başlıca nedeni elektrik üretiminde en çok doğal gazın kullanılması ya da yakılmasıdır. İlin merkez ilçelerinde (Gebze ve

[13] TÜİK, Sera Gazı Emisyon İstatistikleri, 1990 – 2019 raporunda 2019 yılında topla sera gazları emisyonu 506 milyon ton ve bunun 399.3 milyon tonu CO_2 gazıdır.

Adapazarı'nda) bulunan Enka firmasına ait iki büyük doğal gaz yakıtlı elektrik üretim tesisleri ile Pamukova ve Akyazı ilçelerinde bulunan doğal gaz, fuel-oil ve linyit gibi çeşitli fosil kökenli yakıtların yakılması sonucu 2020 yılında 125.926 ton CO_2 emisyonu salınmıştır. Bu rakam ilin elektrik üretiminde toplam CO_2 emisyonun tamamına yakınını (%96,6'sını) oluşturmaktadır.

Tablo 10-4: Sakarya ili elektrik üretimi ve CO2 emisyonu

Ay	Doğal Gaz	Linyit	Fuel-Oil	Biokütle	Akarsu	Rüzgâr	Toplam (GWh)
Ocak	23,7	0,0	0,0	12,6	20,7	0,0	57,0
Şubat	21,4	0,0	0,0	8,3	29,7	0,0	59,5
Mart	23,0	0,0	0,0	10,5	31,5	0,0	65,1
Nisan	14,7	0,0	0,0	9,1	20,7	0,0	44,5
Mayıs	17,6	0,0	0,0	4,2	12,7	0,0	34,5
Haziran	18,3	0,0	0,0	6,8	14,8	0,0	39,9
Temmuz	21,6	0,0	0,0	12,4	21,0	0,0	55,0
Ağustos	20,3	0,0	0,0	9,6	16,5	0,0	46,5
Eylül	21,4	0,7	0,1	8,7	8,6	0,0	39,5
Ekim	22,7	5,4	0,6	8,7	5,1	1,1	43,5
Kasım	23,9	5,6	0,6	12,1	4,8	2,9	49,8
Aralık	23,7	6,4	0,6	10,3	10,9	4,5	56,5
Toplam	252	18	2	113	197	8	591
Çarpan	499	1054	733	26	26	10	
Emisyon	125.926	19.027	1.370	2.946	5.125	84	154.479

* Co2 Emisyon Çarpanı (Ton CO_2/GWh)

Kaynak: TEİAŞ, Kaynaklara Göre Elektrik Üretimi,2021

Türkiye'de ithalat bağımlılığını azaltmak, teknoloji gelişimini desteklemek, bölgesel gelir farklarını azaltmak amacıyla vergi indirimi, gümrük vergisi muafiyeti, KDV desteği ve yatırım yeri desteği gibi araçlar kullanılarak bazı sektörler desteklenmektedir. Son 20 yılda ekonomin 7 ayrı bölgesindeki çeşitli sektörlere 66.966 teşvik belgesi düzenlenmiş ve düzenlenen bu belgelere ait 1.657 milyar TL sabit yatırım tutarı gerçekleşmiş ve 3.204.549 kişi istihdam edilmiştir. Bu dönemde Sakarya ilinin yer aldığı 2. bölgede[14] 1.033 belgeyle 28,3 milyar TL yatırımla 49.668 kişilik istihdam sağlanmıştır. 2. bölgede ile verilen 48 teşvik belgelerinden 36'sı elektrik üretimi, iletimi ve dağıtımında, 6 adedi ise gaz üretimi ve dağıtımı sektörü ve 1 adedi ise buhar ve sıcak su üretimi ve dağıtımı sektörünü desteklemek için düzenlenmiş olup 5.424 milyon TL sabit yatırım gerçekleştirilerek 474 kişi istihdam edilmiştir.

[14] Kaynarca, Ferizli, Karapürçek, Taraklı ilçe sınırları içerisinde yapılacaksa 3.bölge bölgesel teşvik, veya bu ilçelerin OSB–endüstri bölgelerinde yapılacaksa 4.bölge bölgesel teşvik kapsamında değerlendirilir (RG-21/8/2020-31220)).

Tablo 10-5: Sakarya İli Yatırım Teşviklerinde Enerji Sektörü (2001-31.07.2021)

Sektörü	Alt Sektörü	Yılı	Belge Adedi	Sabit Yatırım (Milyon TL)	İstihdam
Enerji			43	5.424	474
	Buhar ve Sıcak Su Üretimi ve Dağıtımı		**1**	**2**	**7**
		2018	1	2	7
	Elektrik Üretimi, İletimi ve Dağıtımı		**36**	**5.102**	**304**
		2003	1	1	0
		2005	2	11	0
		2008	2	23	10
		2009	4	40	23
		2010	3	39	20
		2011	2	4	5
		2012	2	5	7
		2013	1	11	0
		2016	1	1	1
		2017	3	134	0
		2018	4	194	42
		2019	2	121	15
		2020	6	4.490	153
		2021	3	29	28
	Gaz Üretimi ve Dağıtımı		**6**	**320**	**163**
		2007	1	16	0
		2011	1	5	35
		2012	1	32	63
		2013	1	2	0
		2017	2	265	65
Hizmetler			158	2.680	7.723
İmalat			803	20.000	40.035
Madencilik			9	18	278
Tarım			20	205	1.158
Toplam			1.033	28.327	49.668

Kaynak: Sanayi Bakanlığı Yatırım ve Teşvik İstatistikleri

İklim değişikliğine uyum kapasitesinin güçlendirilmesine yönelik Sakarya ilinde sera gazı envanter çalışması temel alınarak enerjinin etkin kullanımı, enerji verimliliği, yenilenebilir enerji kaynaklarının arzının artırılmasıyla ekonomide katma değeri ve istihdamı artırarak sürdürülebilir kalkınmayı desteklemek amacıyla "Sakarya Sürdürülebilir Enerji Eylem ve İklim Planı" projesinin başlatılması önemlidir. Yine 2019 yılında yapılan Sakarya Valiliği, Sakarya Büyükşehir Belediye Başkanlığı, Sakarya Üniversitesi ile İl Afet ve Acil Durum Müdürlüğü iş birliğinde düzenlenen "İklim Değişikliği ve Meteorolojik Afetler Çalıştayı" da uyum için bir kapasite oluşturmaktadır.

10.2. İklim Değişikliği ve Enerji Sektörü

Sakarya ilinde iki büyük doğal gaz yakıtlı çevrim santrali ve Türkiye'nin Sakarya nehri gibi önemli akarsuları üzerinde kurulu barajları bulunması ve son yıllarda ihracatı da yapılan otomotiv, tekstil ve gıda gibi sektörlerin ürünlerinin üretim merkezi olması nedeniyle Sakarya enerji sektörünün iklim değişikliğinden etkilenebilirliği, sektörün işleyişini, güvenliğini ve büyümesini riske atabilecek kadar geniş ve kapsamlı olabilir. Bununla birlikte ilin enerji üretimine katkı sunan hava olaylarına bağlı rüzgâr ve güneş santralleri ile dere ve çay üzerinde kurulu küçük hidroelektrik santraller bulunmaktadır. Diğer kaynaklardan petrol ürünleri ve atıklarla birlikte ilin 2.482 MW elektrik kurulu gücü bulunmaktadır. Bu kurulu güç ile Sakarya Türkiye'nin 14. büyük kurulu gücü olan il konumundadır. Bu nedenle deniz seviyesinin yükselmesi, aşırı sıcaklık, şiddetli rüzgâr, yıldırım, hortum, sel, yangın gibi iklim değişikliği ve aşırı hava olayları enerji kaynakları, nehirlerin su akışı, yenilenebilir kaynaklardan istikrarlı elektrik üretimi ve enerji tedarik zinciri üzerinde ekstra bir zorluk teşkil etmektedir.

Dolayısıyla aşırı hava ve iklim değişikliği fosil ve yenilenebilir enerji kaynaklarından elektrik üretimi, iletimi ve talebine kadar Sakarya enerji sisteminin tüm bileşenlerini potansiyel olarak etkileyebilir (Şekil 10-4). Başka bir ifadeyle aşırı hava koşulları Sakarya ilinin enerji varlıklarına (üretimi, iletimi ve dağıtımında kullanılan geniş bir ekipman grubuna) zarar verebilir ve büyük ekonomik maliyetlerle tamamen çözülmesi haftalar alabilen yaygın enerji kesintilerine neden olabilir.



Şekil 10-4: Sakarya ili enerji sektöründe iklim değişikliği etkileri

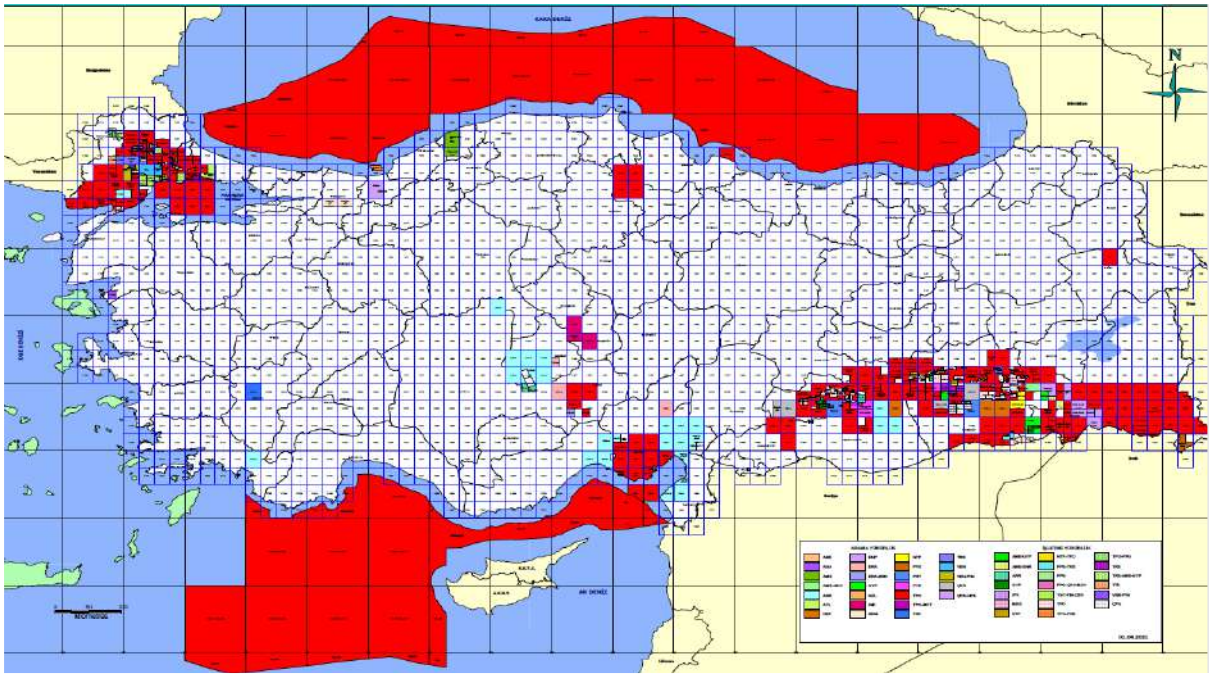
Bu nedenle iklim tehlikelerinin Sakarya enerji sektörü üzerine olumsuz etkilerini hafifletebilmek için uyum eylemleri hayati önem taşır. İklim krizinin enerji sektöründeki etkilenebilirliğini ve buna yönelik uyum eylemlerini ortaya koyabilmek için sektörü enerji kaynakları, enerji altyapısı ve enerji talebi olmak üzere üçe ayırmak faydalı olacaktır.

10.1.1. Enerji Kaynakları

Türkiye'nin Marmara bölgesinin kuzey doğusunda yer alan Sakarya ili maden çeşitliliği ve enerji rezervleri bakımından sınırlı potansiyele sahiptir. Bakır-kurşun-çinko, demir, titan ve manganez gibi metalik ve bazı endüstriyel hammaddelerin dışında enerji kaynağı olarak sadece jeotermal kaynak bulunmaktadır. Jeotermal sahalar Kuzuluk, Taraklı ve Geyve sahalarında yer almaktadır. Kuzuluk jeotermal alanında doğa çıkışlı 30-51°C sıcak suyla birlikte sondajlı 60-84°C sıcaklığa sahip akışkanın debisi saniyede 293 litre olan kaynaktan 56.5 MWt termal güce sahip jeotermal enerji ekonomiye kazandırılmıştır (MTA).

10.2.2. Enerji Altyapı ve Üretimi Tesisleri

Sakarya ilinde petrol ve doğal gaz arama faaliyetlerinde TPAO şirketinin hem karada (Vezirköprü'de iki ruhsat) hem de Karadeniz'de münhasır ekonomik bölgede ruhsatları bulunmaktadır (Şekil 10-5). Son yıllarda TPAO'nun Zonguldak ili Sakarya sahasından 504 milyar m^3 doğal gaz keşfi yakınlığı nedeniyle Sakarya ilinin deniz ruhsatlarına olan yatırımların artabileceğini öngörülebilir.



Şekil 10-5: Türkiye petrol ve doğal gaz arama ve üretim haritası

Kaynak: MAPEG

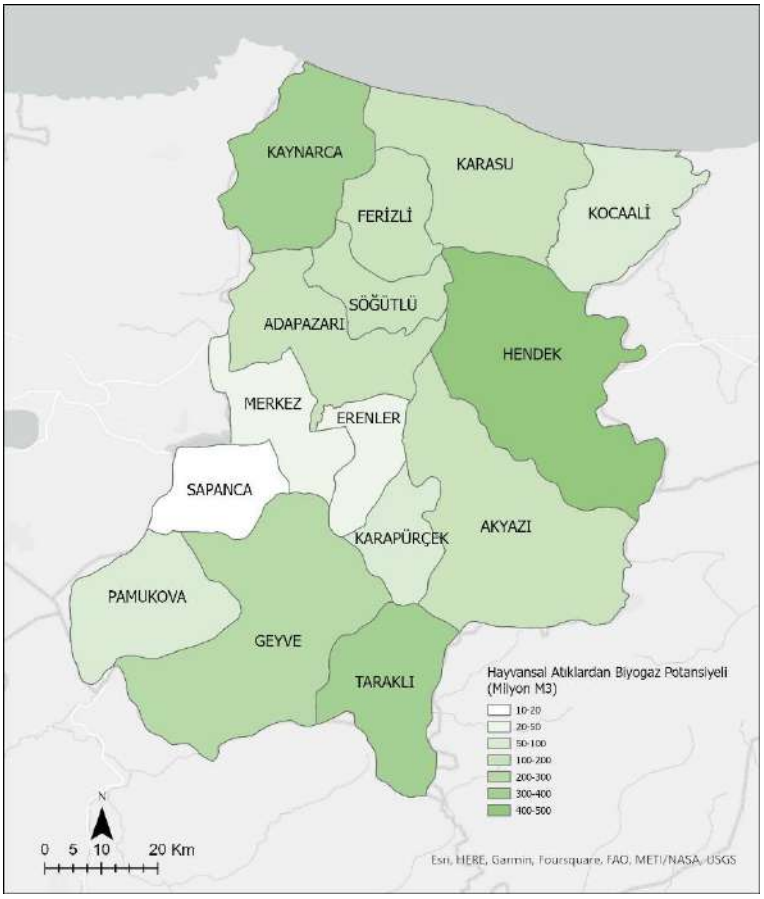
Sakarya ilinin Karadeniz'de yaklaşık olarak 75 km kıyısı olmasına rağmen İzmit rafinerisine yakınlığından dolayı petrol ürünleri depolama tesisleri bulunmamaktadır. Petrol ürünleri altyapı tesisleri olarak 2020 yılı verileriyle 229 akaryakıt istasyonu ve bunların bünyesinde stoklanan 305 bin ton petrol ürünü bulunmaktadır.

Sakarya ilinde 2.480 MW lisanslı elektrik kurulu gücü bulunmakta ve bu gücün yakıtlara ve ilçelere göre dağılımı Şekil 10-6 ve

Kaynak*: Enerji Atlası*

Tablo 10-6da görülmektedir. En fazla kurulu güce (2310 MW) sahip ilçe iki adet Enka Elektrik Şirketine ait doğalgaz çevrim santralinin bulunduğu Adapazarı ilçesidir. Diğer doğal santralleri Akyazı ilçesindeki ASAŞ Alüminyum Doğalgaz Santrali ile Aydın Örme Akyazı Doğalgaz Santrali ve Pamukova'daki Ak Gıda

Doğalgaz Santralidir. Böylece Sakarya ilinin toplam kurulu gücün %94'ü doğal gaz çevrim santrallerine, %3'ü ise akarsular üzerindeki hidroelektrik santrallerine aittir. Geriye kalan ise fuel-oil gibi çeşitli fosil yakıt ile biyogaz ile çalışan santrallerdir. Güneş ve rüzgâr santralleri henüz kurulu güce önemli bir katkı sunamamaktadır. Sakarya'daki lisanslı elektrik kurulu güç Türkiye'nin toplam kurulu gücün %3'ünü oluşturmaktadır. Şekil 10-6'da görüldüğü üzere elektrik kurulu gücün %96'sı Sakarya ilinin merkezinde kurulmuştur.



Şekil 10-6: Sakarya ilinde lisanslı elektrik kurulu gücün (MW) ilçelere göre dağılımı

Kaynak: Enerji Atlası

Tablo 10-6: İlçelerdeki yakıt türlerine göre kurulu güç

İlçesi	Yakıt/kaynak	Güç MW
Akyazı		16,30
	Akarsu	0,18
	Doğal Gaz	16,12
Geyve		34,50
	Akarsu	30,00
	Rüzgâr	4,50
Hendek		0,59

İlçesi	Yakıt/kaynak	Güç MW
	Akarsu	0,59
Merkez		2370,60
	Akarsu	21,00
	Doğal Gaz	2310,00
	Petrol	19,60
	Rüzgâr	20,00
Pamukova		51,20
	Akarsu	22,30
	Biyogaz	1,40
	Doğal Gaz	7,50
	Rüzgâr	20,00
Çeşitli İlçeler		6,21
	Lisansız	6,21
	Toplam	2479,4

Kaynak: Enerji Atlası ve EPDK Elektrik piyasası üretim lisansları,2021

Rüzgâr Enerji Santralleri (RES)

Enerji İşleri Genel Müdürlüğü rüzgâr potansiyeli verilerine göre Sakarya'da rüzgâr hızı ve yoğunluğu ve kapasite faktörleri Tablo 10-7'de en az, en yüksek ve ortalama değerleri ile verilmektedir. Sakarya ilinde 100 metre seviyesinde rüzgâr hızı en az 1,95 m/s, en fazla 7,28 m/s arasında iken ortalama hız ise 3,95 m/s olmaktadır. Rüzgârın m^2 başına yoğunluğu en çok 511 W, en az 12,85 W ve ortalama ise 108,57 W olabilmektedir.

Rüzgârın hızı ve yoğunluğunu temel alarak ekonomik rüzgâr yatırımları için kapasite faktörünün de yeterli olması gerekmektedir. İlde rüzgâr yatırımları için kapasite faktörü ortalama %45,2'ye kadar çıkabilirken ortalama %14,67 olarak gerçekleşmektedir.

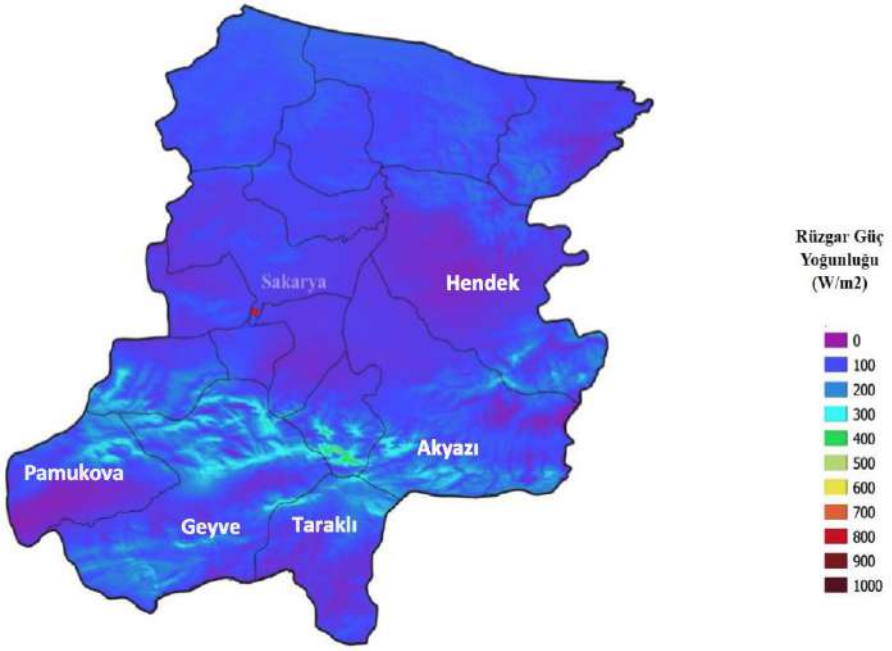
Tablo 10-7: Sakarya ili rüzgâr hızı, yoğunluğu ve kapasite faktörü

Sakarya	Rüzgâr Hızı(m/s)	Rüzgâr Yoğunluk(W/m2)	Kapasite Faktörü %
En düşük	1,95	12,85	1,38
En yüksek	7,28	511,17	45,2
Ortalama	3,95	108,57	14,67

Kaynak: EIGM, Rüzgâr Enerjisi Potansiyeli

100 metre seviyesinde, saniyede 6 metre ila 7 metre arasında esen orta dereceli rüzgâr hızına sahip Pamukova, Geyve ve Taraklının kuzeyi ile Hendek Akyazı ilçe sınırının olduğu yerlerde rüzgârdan elektrik üretme imkânı bulunmaktadır.

Rüzgârın hızıyla birlikte 100 metre seviyesinde m^2 başına düşen enerji miktarı (Watt) olan güç yoğunluğu[15] m^2 başına 300-400 W olarak rüzgâr hızının yüksek olduğu yerlerde görülebilmektedir (Şekil 10-7).

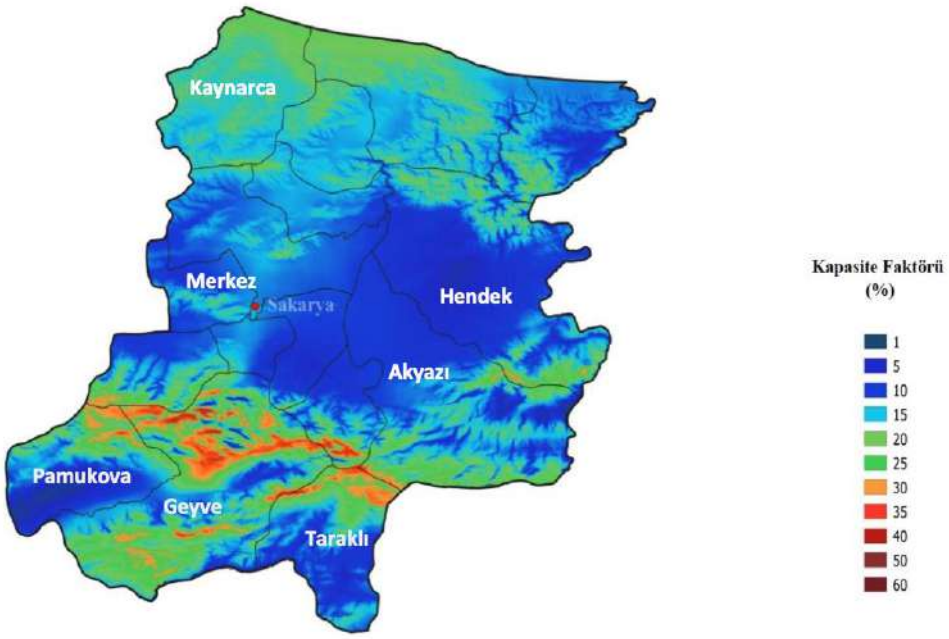


Şekil 10-7:Sakarya ili 100 metre seviyesinde Rüzgâr Güç Yoğunluğu (W/m2)

Kaynak: EİGM, Rüzgar Enerji Potansiyeli

Şekil 10-8'de Sakarya ilinde 100 metre seviyesindeki rüzgâr kapasite faktörü gösterilmektedir. Buna göre Akyazı, Hendek ve Kaynarca'da Geyve'nin güneyinde %20-25 kapasite faktörü gerçekleşirken Geyve-Pamukova ve Taraklı'nın güney sınırında %40 kapasiteye kadar çıkabilmektedir. İlde mevcut işletmedeki rüzgâr santrallerinden iki tanesi Pamukova ve Geyve'den diğer üçüncüsü ise merkez ilçesinde olmak üzere toplam 44,5 MW güç ile elektrik üretmektedir. Rüzgâr kurulu gücü ilin toplam kurulu gücünün %1,8'i kadardır.

[15] Rüzgâr gücü mümkün olan rüzgâr enerjisinin bir ölçümüdür. Rüzgâr gücü, rüzgâr hızının küpünün bir fonksiyonudur. Bunun anlamı şudur; rüzgâr hızındaki küçük değişiklikler rüzgâr enerjisinde büyük değişikliklere neden olur. (Aydın, 2020)



Şekil 10-8: Sakarya ili 100 metre seviyesinde rüzgâr kapasite faktörü ve RES

Kaynak: EİGM, Rüzgâr Enerji Potansiyeli

Gelecek dönemlerde iklim değişikliği nedeniyle meydana gelebilecek şiddetli rüzgârların artma olasılığının yüksek olduğu yerlerde, daha yüksek rüzgâr hızlarını ve fırtınaları daha iyi idare edebilecek türbinler ve yapılar tasarlamak, daha uzun kulelerle daha fazla rüzgâr enerjisi yakalamak veya artan rüzgâr hızlarının enerjisini daha iyi yakalayabilecek yeni sistemler tasarlamak mümkün olabilir. Ayrıca Sakarya ilinin Karadeniz'de deniz sahasında (offshore) rüzgâr enerjisi potansiyelini gelecekte maliyetlerin düşmesiyle birlikte değerlendirme imkânı bulunmaktadır. Bununla birlikte iklim değişikliğinin rüzgâr enerjisine etkisini dikkate alarak rüzgâr türbinlerin ömrü boyunca rüzgâr hızlarında, fırtına dalgalanmalarında, deniz seviyesindeki yükselmede ve nehir taşkınlarında beklenen değişiklikleri hesaba katan sahaları seçmek mümkün olabilir. Aksi takdirde saatte hızı 72 km üzerinde esen aşırı rüzgâr, türbin çalışmasını azaltabilir ya da tamamen durdurarak elektrik arzında azalmaya yol açabilir.

Diğer taraftan rüzgâr enerjisinin kaynağı sıcaklık parametresindeki kademeli değişikliklerden etkilenmekte ve bu da basınç farklarında ve dolayısıyla rüzgâr hızında değişikliklere neden olmaktadır. Ortalama hava sıcaklığındaki artış, hava yoğunluğunu düşürmekte ve dolayısıyla daha az elektrik üretilebilmesine yol açmaktadır. Böylece rüzgâr hızında ve yoğunluğundaki değişimler rüzgâr kaynağının potansiyelini belirsiz hale getirmektedir.

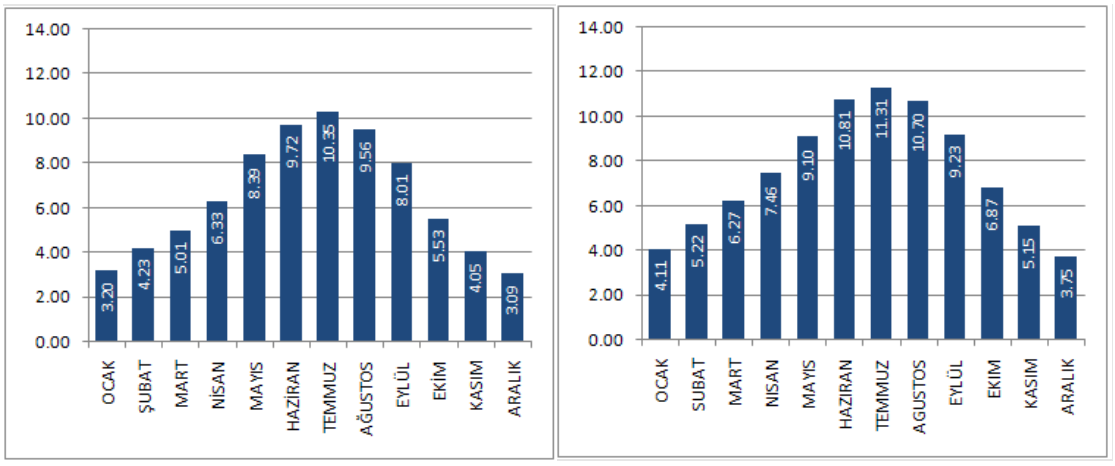
Bununla birlikte aşırı rüzgâr hızı fiziksel olarak rüzgâr türbini bileşenlerine de zarar verebilmektedir. Artan sıcaklıklarla birlikte, yağış ve yüzeye yakın nemdeki kademeli değişiklikler rüzgâr gücünde türbin kanatlarındaki buzlanma sıklığını etkileyebilir. Buzlanma, güç çıkışını azaltır, ancak pasif olarak uygun kanat tasarımı veya aktif uyum önlemleri olarak kanat ısıtması bu etkiyi azaltabilir. Rüzgâr türbinleri, rüzgâr hızındaki aşırı yön değişimlerine karşı hassastır çünkü türbin yükünü önemli ölçüde artırabilirler. Aşırı rüzgârlar kulelerin ve kanatların yapısal bütünlüğünü tehdit eder ve yorulmaya ve türbin bileşenlerinde hasara neden olarak verimi düşürür. Rüzgâr yönündeki değişiklikler rüzgârdan elde edilecek elektriğin miktarını ve sürekliliğini etkileyerek potansiyeli üzerinde belirsizlik oluşturmaktadır.

Güneş Enerji Santralleri (GES)

Türkiye'nin kuzey batısında yer alan Sakarya ili güneş enerjisinden yararlanma potansiyeline güneydeki iller ile kıyaslandığında güneşlenme süresi ve radyasyon bakımından sınırlı potansiyele sahip iller arasındadır.

Güneş enerjisi şu anda Sakarya elektrik üretimine çok büyük bir katkı sağlamamaktadır. Hala sübvanse edilmediği sürece üretilen kWh başına maliyet, geleneksel elektrik kaynaklarıyla rekabet edemeyecek durumda olsa bile gelecekte kömür ya da linyitin yerini alabileceğinin öngörülmesi, ildeki araştırma ve yatırımların henüz emekleme aşamasında olmasına rağmen, iklim değişikliğinin Sakarya ilinde güneş enerjisi üretme üzerindeki etkisi üzerine çalışmalar ve değerlendirmeler yapılmalıdır. İklim değişikliğinin sıcaklığı artırması, ancak güneş ışınımını azaltması muhtemeldir. Sıcaklık ve radyasyonda öngörülen değişikliklerin fotovoltaik sistemlerin verimliliği üzerindeki etkisi, güneş enerjisi potansiyelini azaltmaktır. Bununla birlikte, güneş enerjisinin yaz aylarında daha erişilebilir olması, onu potansiyel olarak yaz aylarında kışın olduğundan daha düşük olan rüzgâr enerjisinin önemli bir tamamlayıcısı haline getirmektedir.

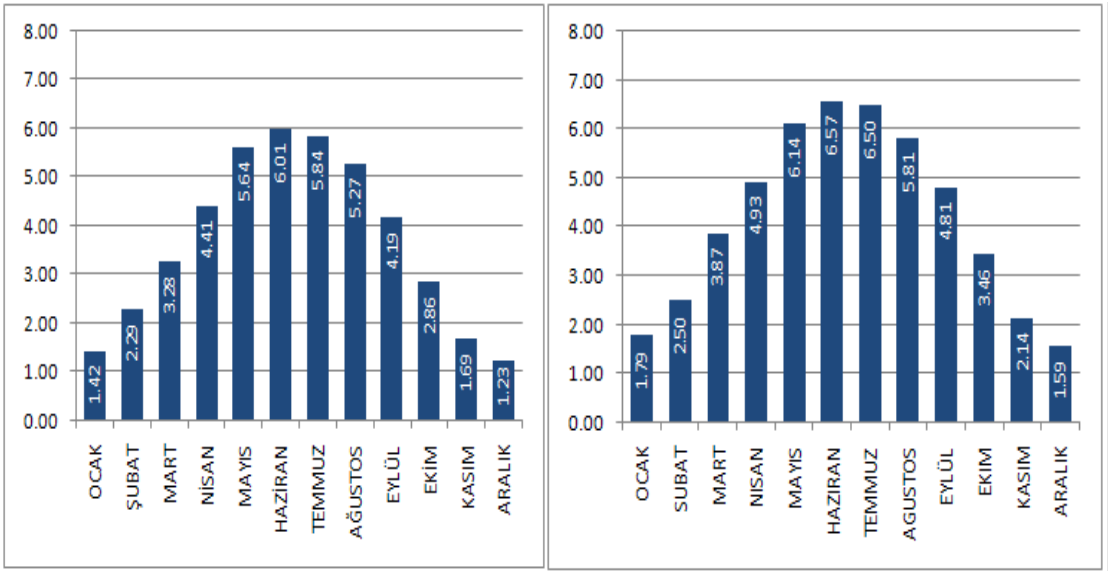
Güneşten yararlanan tüm enerji kaynaklarında olduğu gibi fotovoltaik ile elektrik üreten santraller de güneşlenme süresi ve bulutluluktaki değişikliklerden etkilenmektedir. Şekil 10-9'da Sakarya ilinin aylar itibariyle güneşlenme süreleri Türkiye ile karşılaştırmalı olarak verilmektedir. En fazla güneşlenme süresi olan temmuz ayında Sakarya'da 10,35 saat iken Türkiye genelinde bu süre 11,31 saattir. Diğer tüm aylarda da Türkiye'nin ortalama güneşleme süresinin altında olduğu görülmektedir.



Şekil 10-9: Sakarya ili (sol) ve Türkiye'nin (sağ) aylık ortalama güneşlenme süresi (saat)

Kaynak: EIGM Güneş Enerjisi Potansiyeli

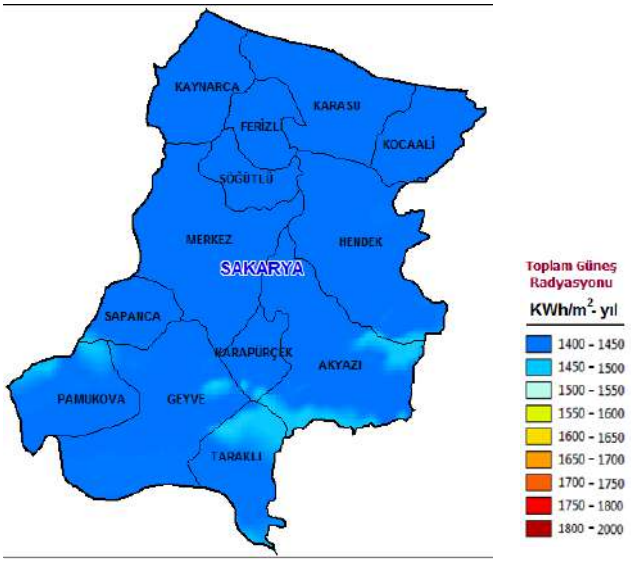
Sakarya radyasyon değerleri Türkiye radyasyon değerleri ile karşılaştırıldığında güneşlenme sürelerindeki dalgalanmalarla paralellik göstermiş olsa da en çok radyasyon değeri temmuz yerine haziran ayında 6,01 W/m^2-gün olarak gerçekleşmektedir. En az ise aralık ayında 1,59 W/m^2-gün olarak kayıtlara geçmektedir (Şekil 10-10).



Şekil 10-10: Sakarya (sol) ve Türkiye'nin (sağ) radyasyon değerleri (W/m2-yıl)

Kaynak: EIGM Güneş Enerjisi Potansiyeli

Sakarya coğrafi konumu nedeniyle sahip olduğu güneş enerjisi potansiyeli düşük olduğu Şekil 10-11'de görülmektedir. Sakarya ilinin yılda m^2 başına düşen radyasyon değeri Pamukova'nın kuzeyi ve Akyazı'nın kuzey Hendek'in güneyin ilçe sınırında m^2 başına 1500W-150W. İlin diğer bölgelerinde radyasyon değeri 1400W-1500W olarak tespit edilmiştir.



Şekil 10-11: Sakarya ili m^2 başına düşen toplam güneş radyasyonu

Fotovoltaik panellerden daha çok elektrik elde etmek için bulut örtüsünün az olması önemlidir. Güneş fotovoltaik teknolojilerinin nispeten daha az iklim değişikliği hassasiyetlerine sahip olmasına rağmen, çıktı, bulut rejimlerindeki değişikliklere göre değişir ve güneş enerjisi teknolojilerinin yoğunlaştırılması ve izlenmesi, şiddetli rüzgâr ve doludan kaynaklanan hasarlara karşı savunmasızdır.

Hidroelektrik Santralleri (HES)

Sakarya ilindeki akarsu HES'lerin kurulu gücünün neredeyse tamamı Sakarya nehri üzerindeki santrallerden oluşmaktadır. Sakarya nehri Eskişehir'de doğup Ankara ve Bilecik'e uzanan ve son olarak

Sakarya ilinden Karadeniz'e dökülen Türkiye'nin üçüncü en uzun akarsularındandır. Akarsu üzerinde 13 hidroelektrik santral kurulmuş olup bunlardan Pamukova, Ova, Doğançay ve SASKİ HES'ler Sakarya ili sınırları içerisindedir. Bununla birlikte 13 MW kurulu güce sahip Akım HES de planlanmaktadır. Sakarya nehri üzerindeki HES'ler dışında iki küçük Taraklı Hendek HES ve Pazarköy Akyazı HES toplam 0,77 MW ile elektrik üretmektedir. Böylece toplam akarsulardan hidroelektrik kurulu gücü 75MW olmakta ve ilin toplam kurulu gücündeki payı %3'tür.

Hidroelektrik potansiyeli nehir akışı tarafından tanımlanır ve bu nedenle iklim değişikliği nedeniyle akıştaki değişiklikler enerji potansiyelini değiştirecektir. Daha da önemlisi, hidroelektrik santralleri belirli bir nehir akışı dağılımı için tasarlanmıştır, dolayısıyla; santralin işletimi, değişen akış koşulları altında optimal olmayabilir. İklim değişikliği Sakarya ilindeki nehir, dere ve çaylardaki akışın miktarını ve mevsimselliğini, üretimin büyüklüğünü ve zamanlamasını etkileyebilir.

Sakarya ilindeki HES'ler nehir tipi HES'ler olduğu için iklim değişikliğine karşı daha savunmasız görünmektedirler. Hidroelektrik enerji kaynağını etkileyen en önemli iklim özelliği, yağışların mevsimsel ve yıllar arası değişkenliğinin yanı sıra yıllık ortalama yağış miktardır. Akarsu üzerindeki HES'ler için düşük yağış miktarı kadar aşırı yağış da türbin ve bileşenlerine hasar verebildiği için elektrik üretimini aksatabilir.

Yağışlardaki azalma, akışa geçen su miktarını azalmasına neden olur. Bu durum aynı zamanda toprağın nem seviyesinin değişmesine ve nehir havzalarındaki hakim bitki örtüsü üzerindeki evapotranspirasyon dengesinin de değişmesine neden olmaktadır. Sakarya ilinde yapımı devam eden Melen ve Gürleyik ile planlanan Akım ve Pazarköy HES'lerle (toplam 45 MW) hidroelektrik enerji kullanımının artması beklenmektedir. Ancak hidroelektrik enerji için kullanılacak mevcut su kaynaklarının sıcaklık artışından olumsuz etkilenmesi, akarsu ve barajlardaki buharlaşma kaybının su kaynaklarını olumsuz etkilemesi öngörülmektedir. Bu nedenle, il genelindeki su kaynakları potansiyelinin mevsimsel ve yıllık değişimi, mevsimsel ve yıllık elektrik üretiminde kaymalara yol açabilir.

Termik Santraller

Sakarya'da başta doğal gaz çevrim santralleri olmak üzere biyogaz ve fuel-oil, motorin gibi çeşitli fosil yakıt yakan santraller bulunmaktadır. Doğal gaz çevrim santrallerinden merkez ilçelerden Gebze'deki elektriksel olarak 1540 MW kurulu güce sahip Enka Doğal Gaz santrali Türkiye'nin en büyük doğal gaz santralidir. Kapasite raporuna göre santralin elektrik üretimi için doğal gaz tüketimi yılda 2.210 milyon Sm^3 ve brüt Elektrik üretimi: 12.237 GWh olarak yer almaktadır. Artan doğal gaz fiyatları ile devletin 16 yıllık alım garantisiyle alınan elektrik fiyatları santralin çalışmasını 2020 yılına kadar taşıyabilmiştir. Piyasa koşullarında çalışamayan bu santraller 2020 yılında elektrik üretememiştir (Tablo 10-8). Günümüz itibariyle herhangi bir alım garantisi bulunmayan santralin kapasite mekanizmasına kayıtlı olarak desteklenerek üretimine elektrik piyasası kuralları çerçevesinde devam etmektedir. Doğal gaz çevrim santrallerinin diğer hidrolik, linyit ve nükleer santrallere göre baz yük talebinin karşılanmasında ve yüksek tüketim dönemlerinde pik talebi karşılamada daha uygun olduğu bilinmektedir.

Tablo 10-8: Enka Gebze Doğalgaz Santralinin elektrik üretimi

Yıl	Üretim (GWh)	Sakarya Tüketimine Oranı	Türkiye Tüketimine Oranı
2005	10.930	%429	%6,8
2010	11.660	%350	%5,5
2011	11.353	%440	%4,9
2012	11.421	%298	%4,7

Yıl	Üretim (GWh)	Sakarya Tüketimine Oranı	Türkiye Tüketimine Oranı
2013	10.899	%279	%4,4
2014	11.216	%276	%4,4
2015	11.670	%278	%4,4
2016	10.227	%233	%3,7
2017	10.294	%223	%3,5
2018	9.129	%190	%3,0
2019	921	%19	%0,30
2020	0	%0,0	%0,0

Yukarıdaki tabloda görüldüğü üzere elektrik üretimindeki dalgalanmanın nedeni santralde kullanılan ithal doğal gazın fiyatıyla santralde üretilen elektriğin piyasa satış fiyatı arasındaki brüt kar marjlarının uygun olmamasından kaynaklanmaktadır. Bu nedenle bu tür santrallerin gelecekte devlet desteği olmadan ya da alım garantisi olmadan piyasa koşullarından çalışıp çalışmayacakları elektrik arz güvenliği yönünden büyük önem arz etmektedir. Ekonomik uygunluğu yanında termik santraller içerisinde doğal gaz santralleri diğer linyit ve nükleer santrallere göre hızlı bir şekilde devreye alınabilmeleri nedeniyle günlük ve mevsimlik talep oynaklığına ya da pik talebe cevap verebilmektedir.

Adapazarı'ndaki 770 MW kurulu güçteki doğal gaz çevrim santralidir. Enka firma 'sının Sakarya ilinde ikinci santrali olan Enka Adapazarı Doğalgaz Santrali'nde de alım garantisi süresi bittiği için 2020 yılında üretim yapamamıştır. Kapasite mekanizmasına kayıtlı olarak desteklenen santralde üretilen elektrik devlet güvencesiyle satın alınmamakta ve serbest piyasada satılmaktadır. Yıllık elektrik üretimi 4.940 GWh olan santral piyasa koşullarında işletildiği takdirde Sakarya ilinin elektrik tüketiminin iki katından fazlasını veya Türkiye elektrik tüketiminin ise yaklaşık olarak %2'sini kadar karşılayabilmektedir. (Tablo 10-9).

Tablo 10-9: Enka Adapazarı Doğalgaz Santrali'nin üretimi

Yıl	Üretim (kWh)	Sakarya Tüketimine Oranı	TR Tüketimine Oranı
2005	5.540	%218	%3,4
2010	5.854	%176	%2,8
2011	5.781	%224	%2,5
2012	5.651	%147	%2,3
2013	5.671	%145	%2,3
2014	5.358	%132	%2,1
2015	5.752	%137	%2,2
2016	4.960	%113	%1,8
2017	4.827	%104	%1,7

Yıl	Üretim (kWh)	Sakarya Tüketimine Oranı	TR Tüketimine Oranı
2020	1	%0,000	%0,000

Sakarya'da kendi elektriğini üreten ASAŞ Alüminyum (8,7MW), Aydın Örme (7,5MW), Ak Gıda doğal gaz santralleri (7,5 MW) olmak üzer 3 doğal gaz santrali bulunmaktadır. İklim değişikliğinin termik santralleri üzerindeki etkisi santrallerin çalışma sistemlerindeki teknik benzerlikten dolayı benzer sonuçlar beklenmektedir ancak yakıtın tedariki il, bölge veya ülke enerji dengesinin sağlamasında önemli farklar ortaya çıkabilir. Ortam ve su sıcaklıklarındaki artışların bütün termal santrallerin ısıl verimlerini azaltacağı öngörülmektedir. Azalan termal verimlilik, güç çıkışının veya elektrik üretiminin azalmasına ve ek yakıt tüketimine neden olabilir. Sakarya ilinde üretilen elektriğin yarıdan fazlası (%94'ü) doğal gaz santrallerinden geldiği için güç çıkışındaki bu tür düşüşler veya yakıt tüketimindeki artışlar hem Sakarya hem de Türkiye genelinde sistem esnekliğini engelleyecek veya maliyetleri artırabilecektir.

Artan hava ve su sıcaklıkları, doğal gaz santrallerinde enerji üretiminin verimliliğini düşürür ve mevcut üretim kapasitesini azaltabilir. Artan hava ve su sıcaklıklarının belirli enerji santralleri üzerindeki etkisinin büyüklüğü, tesise ve sahaya özgü faktöre bağlı olarak değişecektir. Doğal gazla çalışan yanma türbinlerinin (genellikle pik talep için kullanılır) elektrik üretimi hava sıcaklığındaki 1°C artış için yaklaşık %0,6-%0,7 oranında azalacağı tahmin edilmektedir (Daycock ve ark. 2004). Kombine çevrim enerji santralleri için, hava sıcaklığındaki 1°C artış için üretilen elektrik yaklaşık %0,3–0,5 oranında düşebilir (Maulbetsch ve DiFilippo 2006). Sakarya ilinde Enka Gebze Doğalgaz Santrali deniz kıyısına uzaklığı: 32,5 km. kuş uçum mesafesinde ve santralin ana soğutma suyu sistemi kapalı kuru tip olup soğutma amaçlı su temini bulunmamaktadır. Santralde kuru tip soğutma sistemi mevcuttur. Kuru soğutmalı kombine çevrimli tesisler için tesis çıkış kayıpları, hava sıcaklığındaki 1°C artış için tesis çıkışında yaklaşık %0,7'lik bir azalma ile daha sıcak hava sıcaklıklarına daha duyarlı olabilir. Ayrıca santralde soğutma suyu bulunmadığından deşarjı da olmamaktadır. Santralin proses su deşarjı SASKİ kanalizasyon sistemine yapılmaktadır. Devridaimle soğutma sistemleri yerine kuru soğutma teknolojisinin kullanılması, su gereksinimlerini önemli ölçüde azaltarak, su kıtlığına karşı etkilenebilirliği en aza indirir.

Yine aşırı rüzgâr, sel ve iklim değişikliğinin tetiklediği orman yangınları santralin tüm bileşenlerine hasar verebilir. Santral yetkilileri tarafından verilen bilgiye göre santral ekipmanının aşırı yağışlardan etkilenmemesi için ve işletme aşamasında gerekli tedbirler alınmıştır. Santral tasarımında gerekli drenaj kanalları ve sistemleri inşa edilmiş olup sel ve aşırı yağmurdan etkilenmeyecektir. Enka Gebze Doğal santralin deniz seviyesinden yüksekliği 18,65 metre olduğundan deniz seviyesinin yükselmesinden en az 1 metre altında kalan veya kalacak olan tesis veya ekipmanlar bulunmadığı bildirilmiştir.

Biyogaz ve Atık Santralleri

Sakarya ilinin Pamukova ilçesinde endüstriyel ve evsel atıkların toplanması, aktarılması, ayrıştırılması ve geri kazanımı alanında 2011 yılından beri faaliyet gösteren 1,4 MW kurulu güce sahip Pamukova Katı Atık Biyogaz Santrali bulunmaktadır. İklim değişikliğinde biyogaz santrallerinin etkilenebilirliği doğal gaz santrallere benzerdir. İlde bulunan biyogaz santrallerinde evsel ve endüstriyel atıklar yanında hayvansal atıklar da değerlendirilebilir. Böylece Sakarya ilinin hayvansal atıklardan elde edilebilecek biyogaz potansiyeli iklim değişikliğinin azaltım ve uyum politikalarına önemli katkı sunabilecektir.

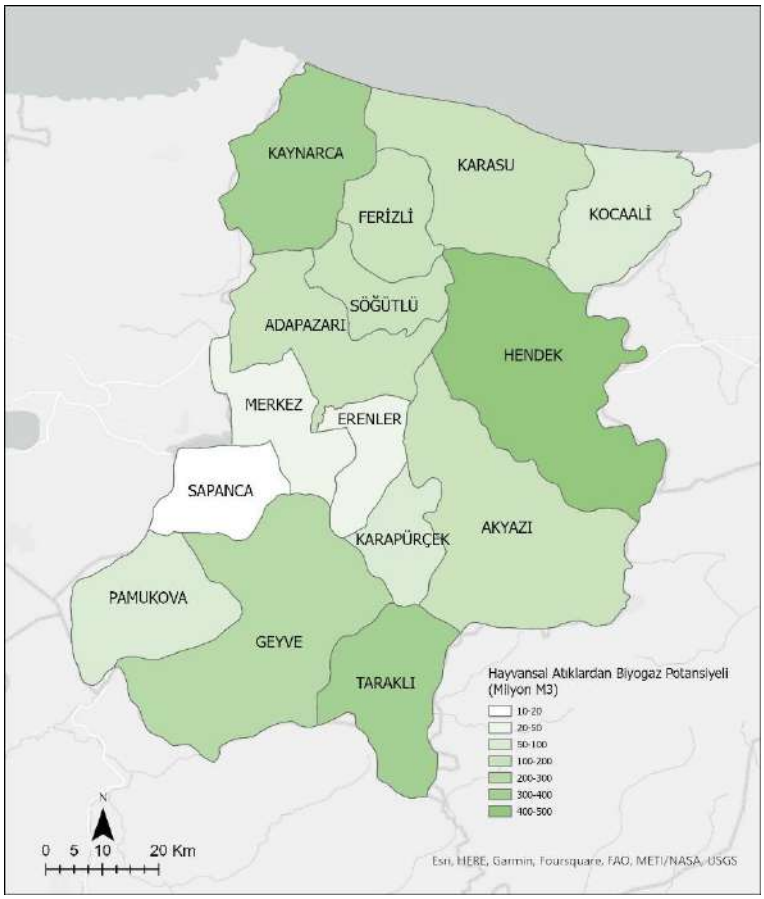
Öte yandan yine hayvan atıklarından ortaya çıkan metan gazını azaltabilme ve kırsal alanda katı atıklardan elektrik üreterek daha fazla fosil kökenli kaynakları kullanmamak için biyogaz santrallerin sayısını artırmak gerekmektedir. Bunun için Sakarya ilindeki biyogaz potansiyelinin belirlenmesinde. Aşağıdaki tabloda görüldüğü üzere ilçelerde kayıtlı büyükbaş, küçük baş ve kanatlı hayvan sayılarında katı atık potansiyelinden metan potansiyeli ve bu potansiyelden elektrik üretimi tahmin edilmiştir.

Tablo 10-10: İlçelerde hayvan sayılarına potansiyel biyogaz ve enerji miktarı

İlçeler	Hayvan Sayıları			Katı Atık (ton/yıl)	Biyogaz (Milyon M^3)	Enerji MJ
	Büyükbaş	Küçükbaş	Kanatlı			
Adapazarı	27.742	9.973	1.572.482	732.512	147	3.326
Akyazı	18.860	4.854	2.107.775	857.838	172	3.895
Arifiye	3.406	661	439.516	175.309	35	796
Erenler	11.234	469	264.950	167.653	34	761
Ferizli	12.093	3.760	1.996.770	773.655	155	3.512
Geyve	10.221	18.343	3.273.943	1.204.128	241	5.467
Hendek	17.366	4.306	6.038.047	2.209.572	442	10.031
Karapürçek	4.818	2.744	685.594	270.187	54	1.227
Karasu	14.479	2.620	1.843.488	736.604	147	3.344
Kaynarca	25.647	5.921	3.932.576	1.535.986	307	6.973
Kocaali	3.809	473	961.167	358.774	72	1.629
Pamukova	4.842	12.377	1.306.290	485.796	97	2.206
Sapanca	1.075	271	255.000	95.624	19	434
Serdivan	7.518	2.682	24.414	59.311	12	269
Söğütlü	12.246	4.165	1.698.095	671.213	134	3.047
Taraklı	8.356	13.994	4.590.730	1.647.637	330	7.480
Toplam	183.712	87.613	30.990.837	11.981.798	2.396	54.397

Kaynak: TUİK ve Yokuş, 2019

Sakarya ilinde 12 milyon tona yakın hayvansal katı atıklardan elde edilen biyogaz potansiyeli 2,4 milyar m^3 olup bu atıktan elde edilecek enerji miktarı ise 54.397 MW'tır. Biyogaz en fazla Hendek, Geyve, Kaynarca ve Taraklı ilçelerinde, en az ise Sapanca ve Pamukova gibi sahil ilçelerde öngörülmektedir (Şekil 10-12).



Toplam atık miktarı 11.981.798 ton Biyogaz : 2.396 milyon ton

Şekil 10-12: Sakarya'da hayvansal atıklardan biyogaz potansiyeli (Milyon M^3)

Enerji Transferi, İletimi ve Dağıtım Altyapısı

Çeşitli hava ve iklim koşulları, elektriğin iletimini ve dağıtımını ve petrol, gaz ve diğer yakıtların transferini etkileyebilir. Bu durum, özellikle binlerce kilometre uzayabilen ve rüzgâra, fırtınaya, buzlanmaya, fırtınaya bağlı heyelanlara ve kaya düşmelerine, kara hareketlerine ve siltasyon ve erozyon süreçlerine maruz kalabilen iletim hatları ve boru hatları için geçerlidir. Karayolu veya demiryolu gibi kara bazlı enerji transferleri benzer etkilere maruz kalabilir.

Aşırı rüzgârlar ve buz yükleri, yıldırım çarpmaları, iletken titreşimleri ve çığlar, toprak kaymaları ve sel, elektrik iletim ve dağıtım hatlarının arızalanmasına neden olabilir. Özellikle havai hatlardaki aşırı buzlanma, elektrik kesintilerine ve milyonlarca dolarlık onarım maliyetlerine neden olabilir (Musilek ve diğerleri, 2009). Dağıtım sistemleri ayrıca düşen ağaçlar gibi meteorolojik olarak şiddetli rüzgârlara karşı savunmasızdır.

Atmosferik koşullar, iletim ve dağıtım hatlarının güç akış derecesini etkiler ve bir hattın termal derecesi, aşırı sarkmayı önlemek için izin verilen maksimum iletken sıcaklığı tarafından yönetilir. İletken sıcaklığı sadece elektriksel ısıtma etkisinden değil, aynı zamanda ortam sıcaklığı, izolasyon ve sıcaklığın baskın iklim değişkeni olduğu rüzgâr hızından da etkilenir. Bu nedenle daha yüksek sıcaklıklar, iletim kapasitesini düşürme, mevcut ağ kısıtlamalarını kötüleştirme ve yük azaltma veya şebeke yükseltmelerini gerektirme eğiliminde olacaktır.

Aşırı hava koşulları iletim sistemleri için sorunludur: şiddetli rüzgârlar, şiddetli yağmur ve yıldırımların tümü sistemde arızalara neden olabilir. Bunların yönetimi için ilave yatırımlar gerekmektedir. Aşırı

boyutta soğuk koşullar buzlanma üzerinde sorunlar yaratabilir. Aşırı hava koşullarının daha sık ve yoğun olacağı beklentisiyle, sistemde daha büyük hasar ve buna bağlı olarak tedarik kesintileri olasılığı vardır. Bu kesintiler, iletim ve dağıtım sistemleri gibi hasarlı ekipmanın onarım maliyetleri ve çalışma ya da iş kesintilerinin toplumsal maliyetleri, üretkenlik kaybı ve sarf malzemesi kaybı dahil olmak üzere kamu hizmetleri ve tüketiciler için yüksek maliyetlerle sonuçlanabilir.

Sakarya il sınırları içerisinde üretilen veya başka illerde iletilen elektrik EPDK verilerine göre 12.463 km uzunluğundaki orta ve yüksek gerilim hatları ve 1.910 MVA kapasiteli 4.931 trafo ile tüketicilerine ulaştırıldığı dikkate alındığında aşırı rüzgârda ağaçların devrilmesi, buzlanmada ve sıcak hava dalgalarında veya aşırı sıcaklarda hatların kopması ve/veya trafoların arızalanması mümkün olabilmektedir. Aşırı sıcaklarda hatlardaki gerilimin azalmasıyla kayıplar daha da artmaktadır. Ayrıca ormanlık bölgelerdeki yangınlar iletim hatlarının kesilmesine neden olabilir. Orman Genel Müdürlüğü'nün (OGM) 2020 yılı Türkiye'de illere göre ormanlık alanların dağılımı verilerine göre[16] 208.226 ha ormanlık alan ile Türkiye'nin 45. ilidir. İlin yüzölçümünün %43'ü ormanlık alan olması aşırı esen rüzgârda ağaçların devrilmesiyle iletim hatlarının zarar görmesiyle elektrik kesintilerine yol açabilir. Sistemin güvenilir çalışması, elektrik üreticileri ve tüketicileri için kilit öneme sahiptir. Şebeke sistemi kesintilerinde, tüm elektrik üretim tesisleri çalışmayı durdurabilir ve bağlantıları yeniden kurulana kadar azaltabilir. Tüketici tarafında birkaç saatten uzun güç kaynağı kesintileri, bariz rahatsızlıkların ötesinde hanelerde bir miktar hasara neden olabilir, ancak gerçek zarar, endüstriyel tesislere, hizmet satış noktalarına ve yokluğunda tamamen kapatılması gereken ofis binalarına kendi acil güç kaynağı yoksa gerçekten zarar verebilir.

Bununla birlikte enerji transferi, iletimi ve dağıtımı altyapısı üzerindeki iklim etkilerine ek olarak, enerji talebindeki beklenmedik değişiklikler bu sistemler üzerinde stres yaratabilir. Örneğin, sıcak havalarda iklimlendirmeye olan aşırı talep, enerji dağıtım verimliliğini etkileyebilir.

Sakarya ilinin TEİAŞ verilerine göre 10 trafo merkezi olduğu ve bu merkezlerde 3.214 GWh net elektrik çıkışı sağlandığı tespit edilmiş olup trafo merkezlerinde en fazla tüketimin ocak ayında en az ise nisan ayında olduğu Tablo 10-11'de görülmektedir.

[16] OGM, https://web.ogm.gov.tr/Sayfalar/Ormanlarimiz/Illere-Gore-Orman-Varligi.aspx?View={d0bb52f8-fb84-4a81-936c-032103f8a8ce}&SortField=Toplam_x0020_Ormanl_x0131_k_x002&SortDir=Desc

Tablo 10-11: Sakarya trafo merkezlerinden elektrik tüketimi (GWh)

Trafo Merkezi	Oca	Şub	Mar	Nis	May	Haz	Tem	Ağu	Eyl	Eki	Kas	Ara	yıl
Adapazarı	108,1	97,8	97,3	73,9	72,2	78,6	84,7	63,8	90,9	91,3	99,9	104,9	1.063,5
ASAŞ	11,3	12,0	12,9	12,1	11,8	12,7	11,7	12,1	12,5	13,8	13,3	14,2	150,3
Hendek	55,2	53,4	59,8	45,9	47,3	54,2	56,3	56,7	59,8	59,8	57,9	61,0	667,3
Karasu	17,1	15,0	16,3	13,1	13,8	15,9	18,8	20,3	18,0	15,4	16,1	17,9	197,7
Kaynarca	3,5	5,7	7,6	5,6	11,7	8,9	5,3	8,9	7,1	6,3	2,6	4,7	77,9
Kuzuluk	19,9	18,2	18,4	15,0	15,2	16,7	18,3	19,0	18,4	15,4	18,2	19,8	212,3
Melen	35,6	30,0	17,0	17,0	34,6	31,3	26,7	12,9	11,1	10,5	9,5	10,6	246,9
Pamukova	4,8	-5,0	-6,1	,3	7,2	8,4	6,2	10,3	16,4	17,3	14,5	8,4	82,8
Sakarya	42,8	39,3	38,1	32,7	32,0	41,8	47,9	47,3	46,7	4,6	4,4	43,6	421,2
Toyotasa	9,7	8,9	6,0	1,3	5,1	9,0	9,3	7,0	10,0	9,2	8,8	9,4	93,7
Toplam	308	275	267	217	251	278	285	258	291	244	245	295	3.214

Kaynak: TEİAŞ

Elektrik santrallerinden son kullanıcılara elektriği iletme işlevi nedeniyle şebeke sistemi bileşenlerinin büyük kısmı (havai hatlar ve trafo merkezleri) açık havada bulunur ve değişken hava koşullarına maruz kalır. Enerji endüstrisi, bu varlıkları korumak ve aşırı hava koşulları altında güvenilir bir elektrik tedariki sağlamak için çok sayıda teknik çözüm ve ilgili standart geliştirmek zorundadır. Elektrik şebekesi sisteminin çoğu bileşeni, 30-50 yıl veya daha uzun bir ekonomik ömür için tasarlanmıştır. Bu zaman zarfı boyunca değişen iklim koşullarına ve hava olaylarına göre gözden geçirilmeleri ve ayarlanmaları gerekecektir.

Sakarya ilinin elektrik iletim sistemi üzerinde aşırı rüzgârın yanı sıra artan ortalama ortam sıcaklıklarının iki ana etkisi bulunmaktadır. Bu etkilerden birincisi ekipmanın azalan maksimum güç derecesi ve artan sıcaklığın bir sonucu olarak daha büyük elektrik direnci nedeniyle şebeke sisteminde artan enerji kaybıdır. National Grid (2010) tarafından yayınlanan rapora göre havai hatlarda kapasite %10, yer altı kablolarında %4 ve dağıtım ağındaki trafolarda %7,5 oranında düşebilmektedir. Alüminyum ve bakır iletkenler için artan sıcaklık nedeniyle elektrik kaybındaki artışın santigrat başına yaklaşık %0,4 °C olduğu tahmin edilmektedir (Haynes, 2010). Değişen bir iklim altında bu artan iletim kayıplarının, yükseltilmiş ve yeni inşa edilmiş iletim ve dağıtım hatları için maksimum sıcaklık veya derecelendirme için tasarım hesaplamalarına dahil edilmesi gerekecektir.

Artan ortalama sıcaklığın ikinci etkisi altındaki ağaçlara olan mesafeyi azaltan iletim hattı kablolarının uzatılmasıdır. Daha sıcak ve birçok bölgede daha yağışlı iklimlerde, daha hızlı bitki örtüsü büyümesi nedeniyle bu risk artacaktır. Genel olarak, havai hat üzerindeki sarkma, derecesini belirler; bu nedenle hattın maksimum sıcaklığı, altındaki minimum güvenlik mesafesi ile sınırlıdır. Daha yüksek sıcaklıklar nedeniyle daha büyük sarkma, iletkenler ve ağaçlar arasında hava yoluyla yapılan yüksek voltajlı bir elektrik kısa devresine (flashover) neden olabilir. Dağıtım ağları daha düşük voltajlara sahiptir ve daha düşük yükseklikte hareket eder; bu nedenle, bu tür bir riske daha az maruz kalırlar (IAEA,2019).

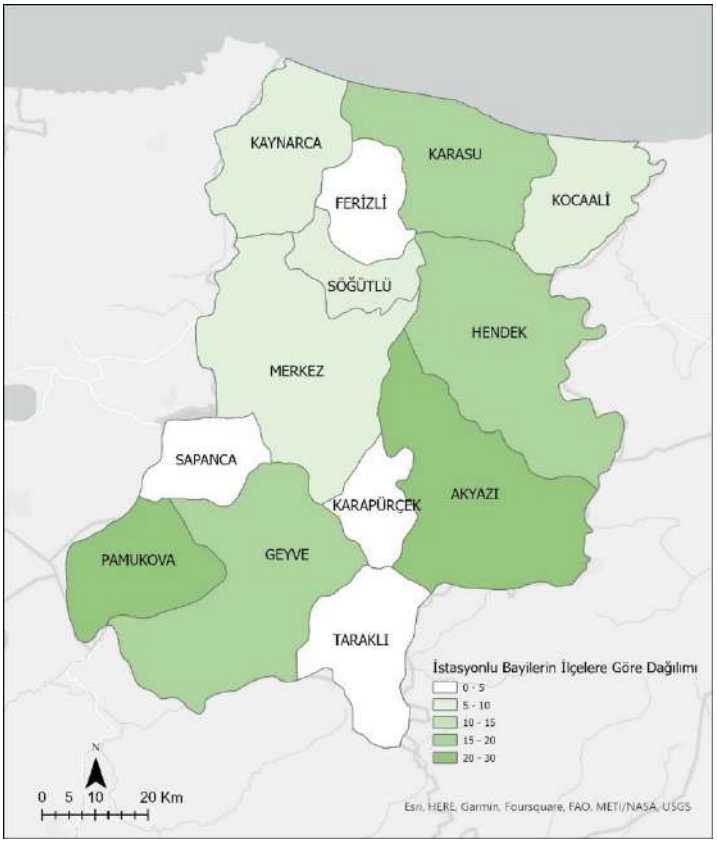
İletkenlerin altında ve yakınında bitki örtüsünü kesmek, bariz uyum seçeneğidir. Ormanlık alanlarda, havai hatların yer altı kablolarıyla değiştirilmesi de bir seçenek olabilir ancak yeraltı kablolarının montajı ve bakımı daha zor olduğundan ve havai hatlardan yaklaşık on kat daha pahalı olduğundan oldukça

pahalıdır. Maliyet farkı daha düşük voltajlar için daha küçüktür, ancak Sakarya dağıtım şebekelerinin büyük kısmı il veya ilçe merkezi alanları dışında havai hatlardan oluşur (Parsons, 2012).

Akaryakıt dağıtım altyapısı

Petrol ve doğal gaz endüstrisinin tedarik zinciri ham petrol ve doğal gazın araştırılması, çıkarılması, rafine edilmesi, taşınması ve dağıtımı ile ilgili yukarı akış (upstream), orta akış (midstream) ve aşağı akış (downstream) faaliyetleri kapsar. Yukarı akış sektörü, yüzeye ham petrol çıkarma işlemlerini içerir. Orta akım sektörü, en yaygın ulaşım şekillerini (boru hatları, demiryolu, petrol tankeri ve kamyon), depolamayı ve ham veya rafine edilmiş petrol ürünlerinin toptan pazarlamasını içerir. Son olarak, alt akım sektör, perakende ve ticari müşterilere, kamu hizmetlerine vb. yakıt dağıtımı işlemlerini içerir. Türkiye'de petrol ve doğal gaz sektörü yukarı ve aşağı akış olmak üzere iki ana sektöre ayrılmış olup orta akışta yer alan uluslararası boru hatları ile taşıma yukarı akışta kalırken rafineri işlemleri aşağı akışta yer almaktadır. Sakarya ilinde petrol ve gaz arama üretim faaliyetleri günümüz itibariyle sınırlı olduğundan sadece aşağı akımda yer alan akaryakıt dağıtım sektörüne yoğunlaşabiliriz.

Sakarya ilinde araçların yakıtlarından motorin, benzin, sıvılaştırılmış petrol gazı (LPG) gibi petrol ürünleri satışını yapan istasyonlu 230 bayi bulunmaktadır. Bayilerin ilçelere göre dağılımı Şekil 10-13'te verilmektedir. En çok istasyonlu bayi bulunduran ilçeler Pamukova ve Akyazı'dır.



Şekil 10-13: Sakarya ili istasyonlu bayilerin ilçelere göre dağılımı

Kaynak: EPDK, Bayilik lisansları

10.2.3. Enerji Talebi

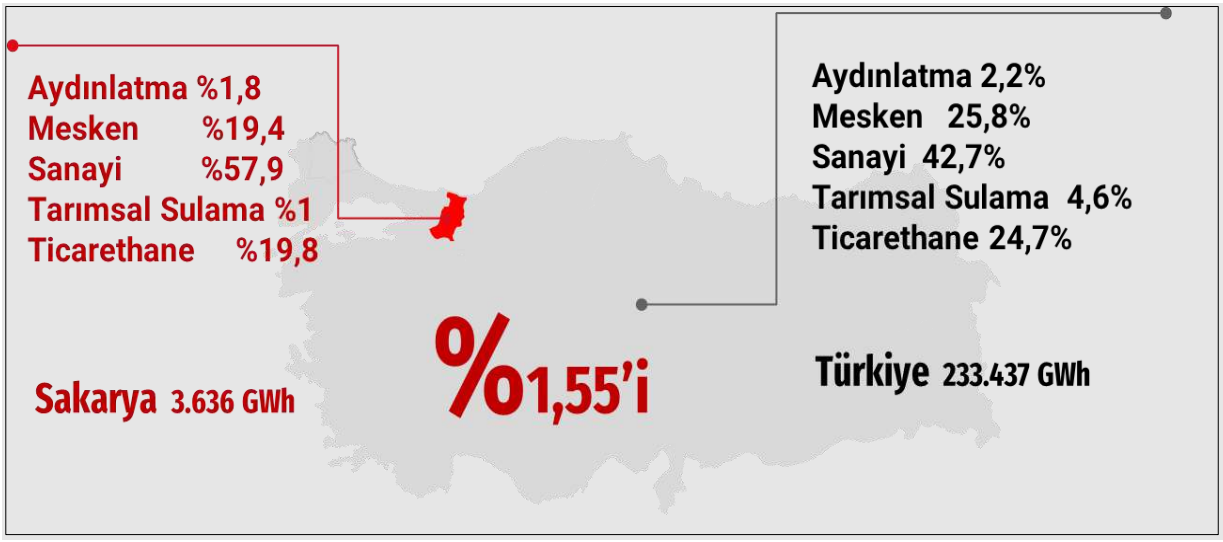
Nihai enerji talebi sıcaklık artışları ve yağış değişkenliğinden etkilenebilir. En belirgin etki, aşırı sıcaklıklıklar ile ilgilidir. Bu durum, ısıtma talebini azaltabilir ve soğutma (veya klima) talebini artırabilir. Makinaların ve motorların performansı iklim parametrelerindeki değişikliklere göre de değişebilir.

Ayrıca iklim değişikliği endüstrilerdeki su (ve elektrik) talebini (su söndürme veya soğutma için) ve tarımda sulama amaçlı su (ve elektrik) talebini etkileyebilir.

Bu nedenle Sakarya ilinde enerji sektörünün iklim değişikliğine karşı etkilenebilirliğini iki ana başlık altında ele almak gerekir. İlk olarak, enerji talebinin iklim değişikliği karşısındaki durumunu ortaya koyan ve henüz teknik ve ekonomik nedenlerle depolanması kolay olmayan elektriğin tüketimi öne çıkmaktadır. İkincisi ise petrol ürünleri, doğal gaz ve kömür gibi fosil yakıtlardan oluşmaktadır.

Elektrik Talebi

Türkiye ve Sakarya ilinin elektrik tüketimi EPDK verilerine göre sektörel dağılımı karşılaştırmalı olarak Şekil 10-14'te verilmektedir.



Şekil 10-14: Sakarya elektrik tüketimin sektörlere göre dağılımı

Kaynak: EPDK elektrik piyasası raporu, 2021

Sakarya ilinin elektrik tüketimine sektörel yönden bakıldığında coğrafi konum itibariyle Türkiye'nin en sanayileşmiş illeri olan İstanbul ve Kocaeli'ne yakınlığı nedeniyle %57,9'unun sanayide kullanıldığı görülmektedir. Türkiye'nin sanayideki elektrik tüketimi (%42,7) ile mukayese edildiğinde yaklaşık olarak 15 puan daha fazla olduğu görülmektedir. Böylece ilin diğer sektörel tüketimleri Türkiye'nin sektörel tüketim yüzdelerinin altında olduğu elektrik kesintilerinde sanayi sektörünün çok daha fazla etkileneceği söylenebilir.

Sanayinin enerji talebi, iklim değişikliğine karşı özellikle hassastır (Scot ve Huang, 2007). Endüstriyel proseslerde soğutma sistemleri aracılığıyla sıcaklık farkları genellikle dış ortam sıcaklık dalgalanmalarından çok daha büyüktür. Birçok sürekli işlem nispeten sabit çevre sıcaklıklarında çalışır ve bu nedenle nispeten sabit bir talebe sahiptir. Bununla birlikte, örneğin, gıda işleme ve depolama ile ilgili sürekli soğutma işlemleri muhtemelen dış ortam sıcaklık değişimlerine karşı daha hassastır (özellikle bu soğutma işlemleri genellikle dış ortam havası ile ısı alışverişinde bulunduğundan). Bu nedenle baz elektrik talebinin bir kısmının sıcaklığa bağlı olması beklenebilir (Hekkenberg et al., 2009). Ancak iklim değişikliğinin endüstride enerji kullanımı üzerindeki etkisi hakkında henüz yeterli bilgi bulunmadığını söyleyebiliriz.

Sıcaklıklar arttıkça, ısıtma için enerji talebinin düşeceği, soğutma için ise enerji talebinin artacağı tahmin edilmektedir. Ancak, daha yüksek sıcaklıkların net sağlanan enerji ve birincil enerji tüketimi üzerindeki etkileri belirsiz olduğundan sıcaklıklar arttıkça, soğutma için yıllık elektrik talebinin artacağı tahmin edilmektedir (US DOE, 2013).

Artan sıcaklıklar muhtemelen soğutma için elektrik talebini artıracak ve ısıtma için akaryakıt ve doğal gaz talebini azaltacaktır. Sıcaklık ve diğer hava koşulları, nüfus, ekonomik koşullar, enerji fiyatları, tüketici davranışı ve enerji kullanan ekipmanın özellikleri dahil olmak üzere birçok faktör enerji talebini etkileyebilir (USGCR 2009). Artan sıcaklıkların toplam enerji talebi üzerindeki etkilerini tahmin etmek zor olsa da, Sakarya ilinde sıcaklık artışlarında 30 dereceyi bulan yaz aylarında konut, ticari ve endüstriyel binalarda enerji kullanımının en büyük payını (büyük ölçüde elektrikten) soğutmanın oluşturduğu yerlerde artışlar beklenmektedir. Kış aylarında soğuk günlerde ısıtma daha çok doğal gaz ve kömür ile gerçekleşmektedir.

Elektrik kesintisi sadece sıcaklıktan değil aynı zamanda rüzgâr hızından, nemden, yağıştan ve bulut örtüsünden de etkilenir. Bunlar hem pik hem de 24 saatlik talebi artıracak olan iklimlendirme, alan ısıtma, soğutma ve su pompalama yüklerini etkiler. Aşırı sıcaklık durumlarında, talebi karşılamada elektrik sistemlerini zorlaması muhtemel olduğundan pik talep özellikle önemlidir. Petrol Ürünleri, Doğal Gaz ve Kömür Talebi

Sakarya ilinde EPDK verilerine göre 2020 yılında 329.313 ton petrol ürünlerinin akaryakıt istasyonlarında satışı yapılmıştır. Yapılan bu satış 26.372.287 ton Türkiye toplam %1,2'sini oluşturmaktadır (illere göre 22. sırada). Tablo 10-12'ye göre petrol ürünlerinden motorin türleri satışların içerisinde %89,9'unu oluşturmaktadır. Ulaşım sektörünün kullandığı diğer bir yakıt olan benzin türleri satışları ile birlikte %99,6'sına ulaşmaktadır.

Tablo 10-12: Sakarya ili petrol ürünleri satışı(ton)

	Benzin Türleri	Motorin Türleri	Fuel Oil Türleri	Diğer	Toplam	Türkiye içindeki payı (%)	İl Sıra
Satış	31.843	296.075	1.293	0,3	329.313	%1,72	22.
Yüzdesi	9,7%	89,9%	0,4%	0,0%	100,0%		

Kaynak: EPDK Petrol Piyasası 2020 Yılı Sektör Raporu

Petrol ürünlerinin satışı ya da tüketiminin iklim değişikliğinden etkilenebilirliği aşırı sıcaklarda veya soğuklardaki araç içinin soğutulması ve ısıtılmasına yönelik araç klimasının daha çok kullanılmak istenmesiyle artan petrol ürünleri talebine yönelik olacaktır. Yine EPDK'nın 2021 yılında yayınladığı 'Sıvılaştırılmış Petrol Gazları (LPG) Piyasası 2020 Yılı Sektör Raporu'na göre Sakarya ilinde tüplü, dökme ve oto gaz olmak üzere toplam 76.142 ton LPG satışı yapılmıştır. Aynı yıl Türkiye LPG satışı 3.869.090 ton olduğuna göre Sakarya ili satışları toplam satışların %1,97'si oluşturmakta ve il sıralamasında ise 17. il olarak yerini almıştır.

İklim değişikliğinin LPG dahil tüm petrol ürünlerine olan etkisi ürünlerin dağıtıcı şirketlerden ya da ithalatçıların depolarından 197 otogaz istasyonuna taşınması esnasında ulaşım yollarının aşırı yağış, sel, erozyon ya da heyelan gibi hava olaylarının ortaya çıkmasıyla aksaması ve günün her saatinde hizmet vermek zorunda olan istasyonların yakıt satışı yapamaması ve dolayısıyla tüketicilerin yakıt bulamamasıdır.

EPDK Doğalgaz Piyasası raporuna göre 2020 yılında 563 milyon sm^3 boru gazı, 4,8 milyon sm^3 LNG, 0,3 milyon sm^3 CNG olmak üzere toplam 568 milyon sm^3 doğal gaz tüketimi yapılmıştır.

Son olarak, sıcaklıktaki değişikliklerin yalnızca binalarda değil, aynı zamanda araçlarda da klima kullanımını etkileyerek yakıt tüketimini değiştireceğini belirtmekte fayda var. Yakıt tüketimi sıcaklıkla pozitif ilişkilidir (0,01 ve 0,03 L/^oC. (Roujol, 2009). Klima kullanımının karayolu hızlarında araçların verimliliğini yaklaşık %12 oranında azalttığı tahmin edilmektedir (Parker., 2005).

10.3. Enerji Sektörü Etkilenebilirlik ve Risk Analizi

10.2.1. Sıcak Hava Dalgası Riski

Sakarya ilindeki enerji üretim, iletim ve dağıtım altyapılarının ve enerji talebinin artan sıcaklık ve sıcak hava dalgası tehlikesine karşı ilçeler düzeyinde uyum eylemlerinin planlanması ve uygulanmasına yönelik ilçelerin etkilenebilirlik ve risk düzeyleri ölçülmektedir. Risk ölçümünün yapılabilmesi için öncelikle iklim tehlikelerine yönelik etki zinciri hazırlanmalıdır.

Bu çalışma kapsamında enerji sektöründe sıcak hava dalgası riskinin belirlenmesi üzerine Şekil 10-15 ile sunulan etki zinciri belirlenmiştir. Elde edilebilen göstergeler ile ilçe düzeyinde risk analizi yapılmış olup, risk haritaları oluşturulmuştur. Risk analizlerinde kullanılan göstergeler, göstergelerin ait olduğu kurum bilgisi ve her bir göstergenin risk analizindeki ağırlıkları EK-01 bölümünde sunulmuştur.

TEHLİKE		MARUZİYET	ETKİLENEBİLİRLİK		RİSK
İklim Sinyali	İklim Etkisi		Duyarlılık	Uyum Kapasitesi	
Ortalama sıcaklık artışı	Sıcak hava dalgası	Kişi başına elektrik tüketimi	Termik santrallerin üretimde verimlilik kaybı	Sosyo-Ekonomik Gelişmişlik Endeksi skoru	Elektrik üretimi yapan güç santralleri verimlilik kaybı
Aşırı sıcak gün sayısında artış	Ardışık sıcak gün sayısında artış	Brüt tüketim	RES'lerde üretim kaybı	Sakarya Sürdürülebilir Enerji Eylem ve İklim Planın hazırlanması*	Termik santrallerinde soğutma suyu talebinin artması
		Sanayi elektrik talebi	HES'lerde üretim kaybı	Çok amaçlı HES'ler*	Konutlarda soğutma için artan elektrik talebi
		Trafo merkezlerinin varlığı*	Konutlarda artan elektrik talebi	HES türü*	Elektrik iletim hatlarında sarkma,
		RES kurulu gücü*	Akaryakıt istasyon sayısı	Hidro-meteorolojik veriler*	Kapasite, iletkenlik ve verimde azalma ve kayıplar
		Elektriği yoğun kullanan sanayinin varlığı*	Trafolarda elektrik kaybı	Şebekeye erişim*	RES verimliliğinde azalma
			Doğal Gaz Çevrim santrallerinde üretim kaybı*	Enerji yatırımlarında finansmana erişim*	HES'lerde hasar ve üretim kaybı
			Biyogaz santrallerinde üretim kaybı*		Artan akaryakıt talebi
			Petrol ürünlerinde artan talep*		
			Havai gerilim hatlarında iletim kayıpları*		

Şekil 10-15. Etki Zinciri: Enerji Sektörü ve Sıcak Hava Dalgası İlişkisi

** sembolü ile risk analizlerinde kullanılmayan göstergeler belirtilmiştir.*

Sakarya ilinde linyit, petrol ve doğal gaz yatakları gibi enerji kaynakları bulunmadığı için artan sıcaklıklar ve meydana gelen sıcak hava dalgaları nedeniyle Sakarya'nın maruziyeti, elektrik trafo merkezleri ve başta sanayide olmak üzere yoğun elektrik talebi kullanılarak analiz edilmiştir. Buna göre Şekil 10-16 ile sunulan maruziyet haritasına göre Adapazarı, Sapanca ve Pamukova ilçelerinde maruziyetin en yüksek seviyede olduğu söylenebilir. Adapazarı'nda elektrik iletim ve trafo merkezleri sıcak hava dalgası tehlikesi altında olumsuzluk yaratırken, Sapanca ve Pamukova'da ilçelerinde yoğun faaliyet gösteren sanayinin pik elektrik talebinin karşılanamaması maruziyeti artırmaktadır. Sıcak hava dalgasıyla zarar gören trafo merkezlerinin devre dışı kalmasıyla veya sanayide talebin sıkça ve uzun süren elektrik kesintileri çok yüksek düzeyli maruziyete yol açmaktadır. Çok yüksek düzeyde maruziyet gösteren bu ilçeleri yine sahip oldukları trafo merkezleri ve yüksek elektrik talepleriyle Arifiye ve

Hendek ilçeleri yüksek maruziyet seviyesi ile takip etmektedir. Akyazı'da orta, Kaynarca'da düşük düzeyde tespit edilen maruziyet ilin diğer ilçelerinde ise en düşük seviyededir.



Şekil 10-16. Enerji Sektörü Maruziyet Haritası



Şekil 10-17. Enerji Sektörü Duyarlılık Haritası

İlde artan ortalama sıcaklık ile birlikte termik santrallerde verimlik kaybı ve havai elektrik iletim hatları ile trafo merkezlerinde iletim kaybı oluşmaktadır. Bununla birlikte, binalarda ve ulaşım araçlarında daha çok soğutma talebine ihtiyaç olduğu dikkate alındığında Şekil 10-17'de görüldüğü üzere Sakarya'da duyarlılık Adapazarı'nda çok yüksek, Sapanca'da ise yüksek seviyededir. Adapazarı'nda bulunan doğal gaz çevrim santrallerinde artan sıcaklık elektrik üretimini azaltırken, artan deniz suyu sıcaklığı da santrallerde soğutma için daha fazla elektriğin kullanılmasına neden olmaktadır. Sapanca'da elektrik iletim hatları ve trafo merkezleri bu ilçenin duyarlılığını yükseltmektedir. Öte yandan kurulu rüzgâr santralleri de ısınan hava ile verimlilik kaybı yaşamaktadır. Pamukova, Geyve, Akyazı, Hendek, Serdivan ve Kocaali'de artan sıcaklık ve buharlaşma yoluyla su kaybına uğrayan HES'ler, bu ilçeyi sıcaklığa karşı düşük de olsa duyarlı hale getirmektedir. Ayrıca bu ilçelerdeki akaryakıt istasyon sayıları ve petrol ürünleri talebi yüksek olması nedeniyle artan sıcaklıklar ile birlikte araç içinde klima kullanımıyla akaryakıt sarfiyatı daha da artmaktadır. Bu ilçeler dışında diğer ilçelerde duyarlılık çok düşük seviyede görülmektedir.

Şekil 10-18'de ilçelerin sosyo-ekonomik gelişmişlik düzeyleri, elektrik kurulu gücü türü ve çalışma sistemleri değerlendirilerek elde edilen uyum kapasitesine analiz edilmiştir. Buna göre, Adapazarı'nda doğal gaz çevrim santrallerinde artan sıcaklık ile verimlilik kaybı olsa bile bu santrallerin kısa sürede açılıp kapanmaları ve daha düşük maliyetle bunu yapabilmeleri pik talebi karşılamada önemli rol oynamaları nedeniyle uyum kapasitesine pozitif katkı sağlayabildiği söylenebilir. Diğer taraftan bu santrallere yakın mesafedeki Karadeniz'de keşfedilen doğalgazın üretime başlaması halinde yurtiçinde tedarik edilmesi de uyum açısından dikkate değerdir. Geyve ve Pamukova da bulunan HES'ler ilçelerde baz yük oluşturduğundan rüzgâr santralleri de kullanılarak enerji tedarik dengesi sağlanabilir.

Yapılan çalışmalar doğrultusunda, her ne kadar önemli enerji altyapı tesisine sahip olmasa da elektrik talebinin yüksek olması ile yüksek seviyede duyarlılığa sahip Sapanca ilçesi, uyum kapasitesinin de düşük olması nedeniyle sıcak hava dalgalarından etkilenebilirliği en yüksek ilçe olarak öne çıkmaktadır.

Sıcak hava dalgalarına karşı duyarlılığı çok yüksek olan Adapazarı'nın ise uyum kapasitesinin de yüksek seviyede olması ilçenin etkilenebilirliğini orta seviyeye çekmiştir.



Şekil 10-18. Enerji Sektörü Uyum Kapasitesi Haritası



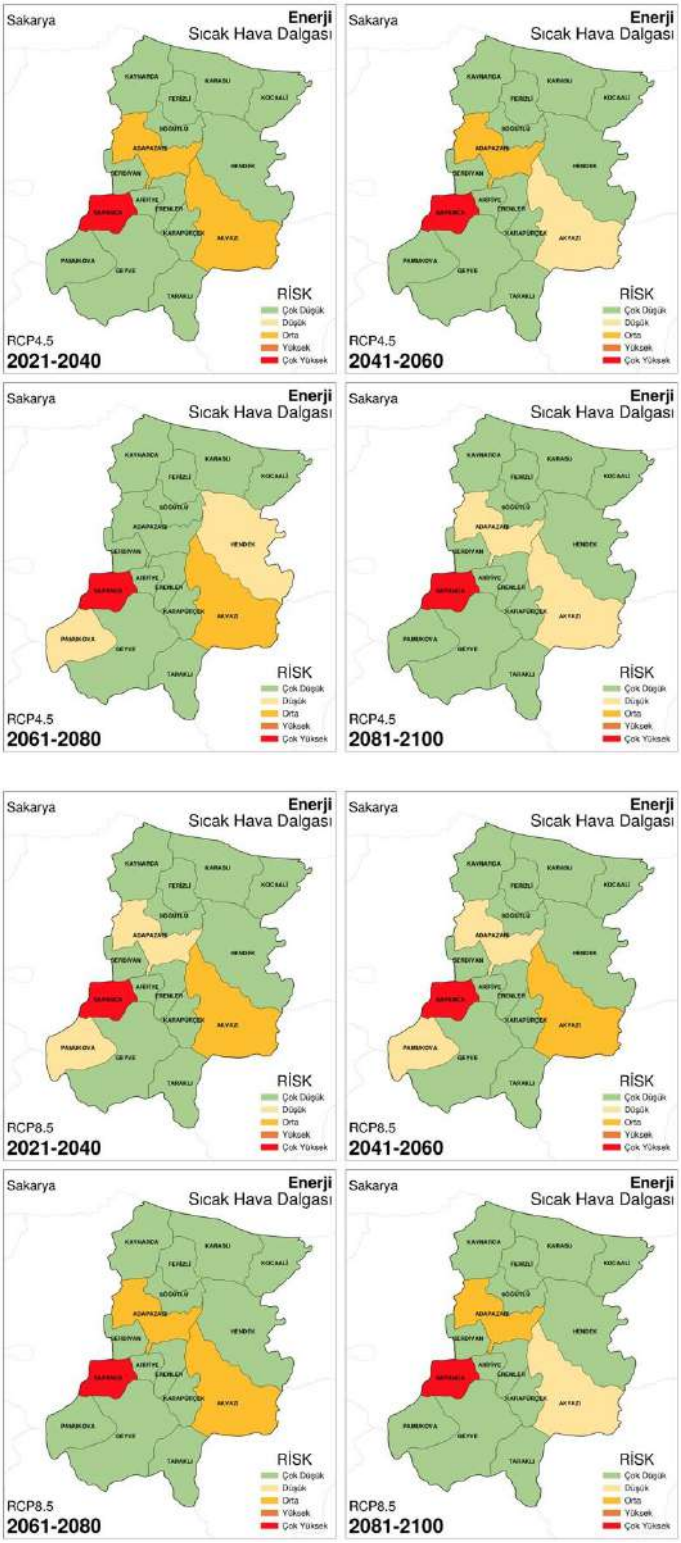
Şekil 10-19. Enerji Sektörü Etkilenebilirlik Haritası

Sakarya ili için enerji sektöründeki sıcak hava dalgası riski Şekil 10-20 ile gösterilmektedir. Sakarya'da sıcak hava dalgalarına karşı maruziyeti en yüksek, duyarlılığı yüksek, uyum kapasitesi en düşük seviyede olup, etkilenebilirlik düzeyi en yüksek seviyede olan Sapanca'nın riski en yüksek seviyede tespit edilmiştir. İlin en önemli doğal gaz santrallerini barındıran Adapazarı ilçesinin sıcak hava dalgası tehlikesi düşük, maruziyet ve duyarlılığı çok yüksek ancak uyum sağlama kapasitesinin de yüksek olması nedeniyle riski orta seviyede tespit edilmiştir.



Şekil 10-20. Enerji Sektörü Mevcut Dönem Sıcak Hava Dalgası Risk Haritası

Sakarya ilinde mevcut dönem koşullarına göre sadece iklim tehlikelerinin projeksiyonları göz önüne alınarak sektörel risk analizleri yapılmıştır. Buna göre, 2021-2100 periyodunun dört dönemi için de RCP4.5 ve RCP8.5 senaryolarına göre öngörülen sıcak hava dalgası risk haritaları Şekil 10-21 ile sunulmaktadır. Gelecek dönem risk sonuçları değerlendirildiğinde, mevcut dönemde olduğu gibi gelecek dönemde her iki senaryoda da enerji sektöründe en yüksek riskli ilçe tüm dönemlerde Sapanca ilçesi olarak öngörülmektedir. Sapanca'yı Adapazarı ilçesi orta seviyeli riskle takip etmektedir. RCP8.5 senaryosuna göre Akyazı ilçesinin dönem dönem orta ve yüksek seviyede riskli olacağı öngörülmektedir.



Şekil 10-21. RCP4.5 ve RCP8.5 Senaryolarına Göre Enerji Sektörü Gelecek Dönem Sıcak Hava Dalgası Risk Haritaları

10.2.2. Kuraklık Riski

Enerji sektöründe kuraklık riskinin belirlenmesi üzerine Şekil 10-22 ile sunulan etki zinciri belirlenmiştir. Elde edilebilen göstergeler ile ilçe düzeyinde risk analizi yapılmış olup, risk haritaları oluşturulmuştur. Risk analizlerinde kullanılan göstergeler, göstergelerin ait olduğu kurum bilgisi ve her bir göstergenin risk analizindeki ağırlıkları EK-01 bölümünde sunulmuştur.

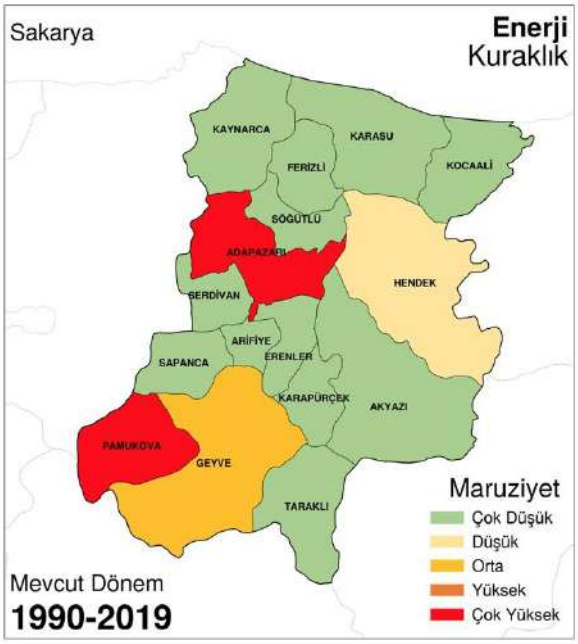
TEHLİKE		MARUZİYET	ETKİLENEBİLİRLİK		RİSK
İklim Sinyali	İklim Etkisi		Duyarlılık	Uyum Kapasitesi	
Toplam yağış miktarında azalma	Kuraklık	Termik santral kurulu gücü	Termik santrallerde üretimde verimlilik kaybı	Sosyo-Ekonomik Gelişmişlik Endeksi skoru	Akarsu veya barajlı HES'lerde üretim kapasitesinde azalma
Ortalama sıcaklık artışı	Ardışık kurak gün sayısında artış	HES kurulu gücü	Soğutma suyu talebi	Sakarya Sürdürülebilir Enerji Eylem ve İklim Planın mevcudiyeti*	Termik santrallerin veriminde azalma
	Yağış miktarı ve yağışlı gün sayısında azalma	Biyokütle kurulu güç	HES'lerde elektrik üretim kaybı	Su kaynaklarının yönetimi*	Biyogaz santrallerin çalışamaması
		Doğal Gaz Çevrim santralleri için soğutma suyu temini*	Doğal gaz çevrim santralleri ve biyogaz santrallerinde üretim kaybı*	Diğer kaynaklarla tamamlayıcılıklar*	Enerji, sulama ve içme suyu rekabetinde artma
			Elektrik iletim ve trafo merkezlerinde yangın olasılığı*	Çok kullanımlı HES sayısı ve su hacimleri*	
			Biyogaz santrallerinde üretim kaybı*	Şebekeye erişim*	
				Santrallerin emreamadeliği*	

Şekil 10-22. Etki Zinciri: Enerji Sektörü ve Kuraklık İlişkisi

** sembolü ile risk analizlerinde kullanılmayan göstergeler belirtilmiştir.*

Kuraklık veya su kıtlığı enerji üretim kaynakları üzerinde etkili olabilmektedir. Akarsularda suyun akış hızını, barajlarda ise su seviyesini düşürerek elektrik üretimi azaltılabilir ya da sonlandırılabilir. Bununla birlikte, termik santraller proses ya da soğutma işlemi için önemli miktarda suya ihtiyaç duymaktadırlar. Bu açıdan bakıldığında ilden geçen Sakarya Nehri üzerinde kurulu Pamukova ve Ova HES'lerinin yer aldığı Pamukova ilçesi ile termik santrallere sahip Adapazarı ilçesinin maruziyeti en yüksek seviyededir (Şekil 10-23). Bu ilçeleri Doğançay Barajı'na sahip Geyve ilçesi orta maruziyet seviyesi ile izlemektedir.

Kuraklık ve su kıtlığı yaşanması durumunda Adapazarı'nda istenilen kapasitede çalıştırılamayan termik santraller, Pamukova'daki HES'ler nedeniyle bu ilçelerin duyarlılıkları, çalışma kapsamında elde edilebilen göstergeler ile analiz edildiğinde Şekil 10-24 ile gösterildiği gibi çok yüksek seviyede tespit edilmiştir. Enka doğal gaz çevrim santrallerinde kuru soğutma sistemi kullanılıyor olmasına rağmen, imalat sanayisindeki termik santraller ve HES'ler bu ilçelerin duyarlılığını artırmaktadır. Yine, yeraltı suyunu kullanan termik santralleri ve HES'ler nedeniyle Akyazı ve Geyve ilçelerinde duyarlılık düşük de olsa vardır. Diğer ilçelerde ise çok düşüktür.



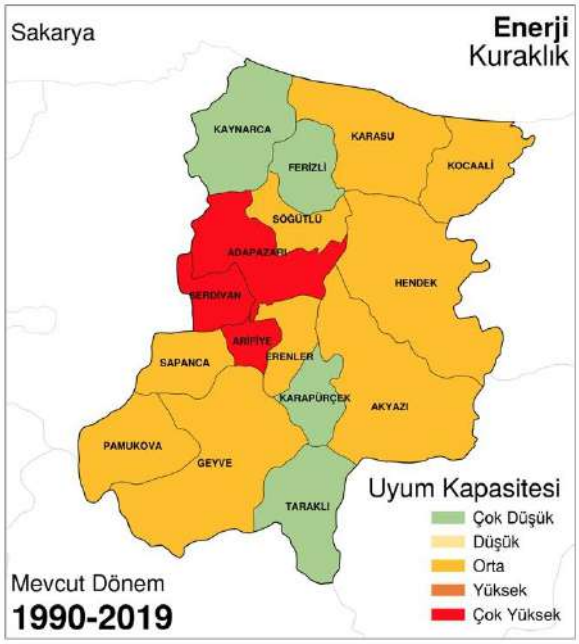
Şekil 10-23. Enerji Sektörü Maruziyet Haritası



Şekil 10-24. Enerji Sektörü Duyarlılık Haritası

Eskişehir'den yola çıkan ve Sakarya ilinde Karadeniz'e dökülen Sakarya Nehri üzerindeki kurulu bazı barajlar Geyve ve Adapazarı ilçelerinde bulunmaktadır. Akarsular üzerinde kurulan HES'ler hem türleri hem de kullanım amaçları bakımından uyum kapasitesine farklı yansımaktadır. Örneğin Geyve ve Pamukova ilçelerinde bulunan HES'ler sadece elektrik üretme amacı için inşa edilmiş olması nedeniyle, kuraklık durumunda sulama ya da içme suyunu etkilemeyeceğinden uyum kapasiteleri yüksek olmaktadır. Ayrıca Geyve'deki barajın kanal tipli olması da uyum kapasitesi açısından önemlidir. Bununla birlikte, ilin en yüksek sosyo-ekonomik gelişmişlik düzeyine sahip ilçeleri olan Adapazarı, Arifiye ve Serdivan'ın uyum kapasitesi yüksektir (Şekil 10-25).

İlçelerin etkilenebilirlik seviyeleri Şekil 10-26 ile gösterilmiştir. Duyarlılığı çok yüksek ve uyum kapasitesi orta seviyede olan Pamukova ilçesinin en yüksek etkilenebilirliğe sahip olduğu görülmektedir. Çeşitli imalat sanayi dallarındaki şirketlerin (Akgıda, Alüminyum, Aydın örme vs) kendi ihtiyaçlarına yönelik elektrik üretmek için kullandıkları termik santrallerin su ihtiyaçlarının yeraltı kaynak sularında temin edilmesi nedeniyle kuraklığa duyarlılıkları düşük düzeyde seyretmekte ve ayrıca uyum kapasitesinin de orta düzeyde olması Akyazı ilçesinin düşük etkilenebilirliğe sahip olmasına yol açmaktadır. İlçe sınırlarında Türkiye'nin en büyük doğal gaz santrallerini bulundurduğu ve ayrıca HES'lerden dolayı çok yüksek düzeyli duyarlılığa sahip olan Adapazarı ilçesi hem denize yakın olduğu hem de soğutma gereksinimi için kuru soğutma sistemi kullandığı için uyum kapasitesi çok yüksek tespit edilmiş ve etkilenebilirliği de en düşük seviyede belirlenmiştir. Pamukova ve Geyve'de bulunan küçük hidroelektrik santrallerin sadece enerji amaçlı kullanımları ve Geyve'deki HES'in kanal tipli olması ilçelerin uyum kapasitelerini arttırmakta ve etkilenebilirliklerini ise düşürmektedir.



Şekil 10-25. Enerji Sektörü Uyum Kapasitesi Haritası



Şekil 10-26. Enerji Sektörü Etkilenebilirlik Haritası

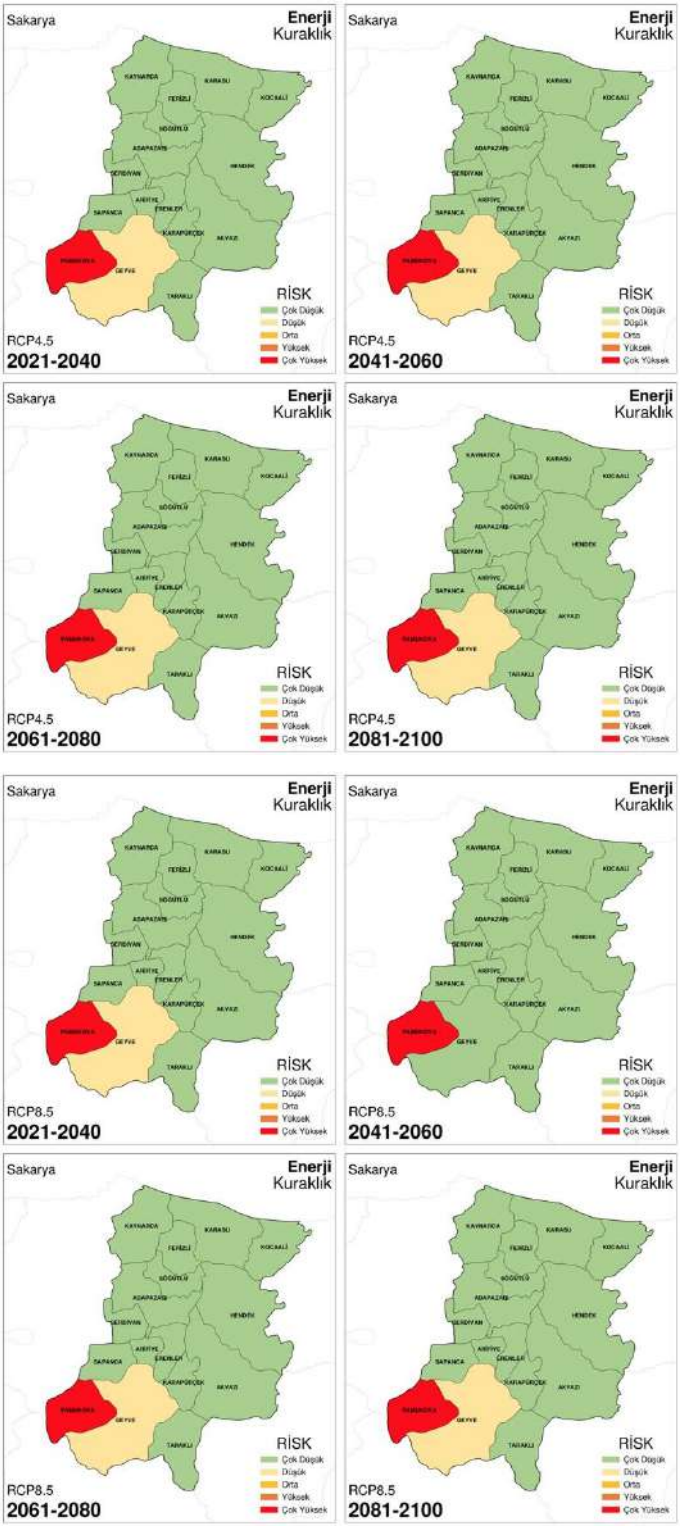
Şekil 10-27 ile gösterilen Sakarya'nın kuraklık tehlikesine karşı enerji sektörü için yapılan risk analizi değerlendirildiğinde, önemli enerji tesisleri sahip Adapazarı ilçesinin çok yüksek uyum kapasitesine sahip olması ilçenin riskini düşük seviyeye taşımıştır. Ancak, çok yüksek seviyede maruziyet ve duyarlılığa sahip olan Pamukova ilçesinde uyum kapasitesinin de orta seviyede olması nedeniyle risk çok yüksek seviyede tespit edilmiştir.



Şekil 10-27. Enerji Sektörü Mevcut Dönem Kuraklık Risk Haritası

Sakarya ilinde mevcut dönem koşullarına göre gelecek dönem kuraklık öngörüleri dikkate alındığında, elde edilen risk haritaları gelecek 4 dönem için RCP4.5 ve RCP8.5 senaryolarına göre aşağıdaki haritalar ile sunulmaktadır. Mevcut dönemde olduğu gibi gelecek dönemde de enerji sektöründe kuraklık

tehlikesine karşı en yüksek riskli ilçesi her iki senaryoya göre Pamukova'dır. Bu ilçeyi Geyve ilçesi düşük riskli olarak izlemektedir.



Şekil 10-28. RCP4.5 ve RCP8.5 Senaryolarına Göre Enerji Sektörü Gelecek Dönem Kuraklık Risk Haritaları

10.4. Sakarya İli Enerji Sektörü için Uyum Eylemleri

Türkiye'nin Batı Karadeniz Bölgesi illerinden biri olan Sakarya ilinin enerji sektörünün küresel iklim değişikliğinde etkilenebilirliği ve buna yönelik alınması gereken uyum önlemleri ilin enerji kaynakları, enerji altyapı ve üretim tesisleri ve enerji talebi olmak üzere üç ana başlık altında Tablo 10-13'te verilmektedir.

Tablo 10-13: Sakarya Enerji Kaynaklarının Etkilenebilirliği ve Uyum Eylemleri

Sakarya Enerji Kaynakları	İklim Tehlikesi	Etkilenebilirliği	Uyum Eylemi
İki arama sahasında petrol ve doğal gaz arama faaliyeti	Maksimim rüzgâr hızının denize yakın ilçelerde 9m/s, iç bölgede ise 3m/s civarında olması.	Petrol ve gaz ekipmanları ve platformları bu şiddetteki fırtınadan etkilenmez. Arama ruhsatları kıyıdan uzak iç bölgede olduğundan deniz seviyesinden etkilenmeyecektir	Karada petrol ve doğal gaz arama faaliyetlerini etkileyebilecek aşırı hava olayı öngörülmemektedir. Denizde yapılacak aramalar için gerekebilir.

Tablo 10-14: Sakarya Enerji Altyapı Tesisleri için Uyum Eylemleri

Enerji Altyapı Tesisleri	İklim Tehlikesi	Etkilenebilirliği	Uyum Eylemi
Gebze ve Adapazarı'nda 2310 MW doğal gaz santralleri	2021-2060 arasında 1,5°C, 2061-2100 arasında 3,5°C'ye ulaşan sıcaklık artışı (RCP8.5) Normal koşullara göre 2100'e kadar daha kurak (RCP8.5). Su sıcaklığının artması Yüzyıl sonuna kadar sıcak hava dalgasının yılda 6 günden 45 güne kadar çıkması (RCP8.5).	Kuru soğutmalı kombine çevrimli Gebze ve Adapazarı Santrallerin verimliliğinde %2,5 kadar azalma. Termal deşarj limitlerini aşma riski artar. Proses için daha fazla su ihtiyacı Doğal gaz yakıt tedarik zincirleri üzerindeki etkileri	Kuru soğutma sistemleri tasarlandığı için su kıtlığı riski azalmıştır. Mümkün olduğunda daha serin yerel iklimlerde yer seçimi Gaz türbini çevrim performansının iyileştirilmesi gerekir. Gaz türbini teknolojisine odaklanmak ve sıcaklığı düşürmek için giriş havasının ön arıtımı veya ısınma iklimine uyum sağlamak için pik çevrimi teknolojisinin yeniden tasarlanması

Enerji Altyapı Tesisleri	İklim Tehlikesi	Etkilenebilirliği	Uyum Eylemi
	Aşırı yağışların yılda en az bir hafta artması ve sel oluşumu. Aşırı hava olaylarından deniz seviyesinin yükselmesi (RCP8.5).	Selde santral ve tesislerde artan fiziksel hasar ve kesinti riski olabilir. Santraller iç bölgede olup su seviyesinden etkilenmeyecek.	Bentler ve diğer koruyucu setlerin yükseltilmesinin ve deşarj sisteminin yeterince yapılması
Sakarya nehri üzerinde Geyve, Pamukova HES'leri (73,3 MW) ile Hendek ve Akyazı'daki HES'ler (0,77 MW)	Yüzyıl sonuna kadar 3,5°C'ye varan sıcaklık artışı ve normal koşullara göre daha fazla kuraklık (RCP8.5).	Mevcut üretim kapasitesinde azalma ve operasyonlardaki değişiklikler	Depolama kapasitesinin artırılması düşük yağış ve yüksek sıcaklıkta buharlaşma ile kaybolan su miktarının etkisini azaltabilir.
	2041-2060 döneminde şiddetli yağışlarda güney-güney doğu kesiminde 50-70 mm artış (RCP8.5). - Aşırı hava olaylarından azalan kar örtüsü	2060 sonrası mevcut üretim kapasitesinde azalma ve operasyonlardaki değişiklikler. İldeki HES'lerin kurulu güç olarak tamamına yakını Sakarya nehri üzerinde kurulu olduğu için Sakarya nehrinin Eskişehir'den Sakarya'ya kadar uzanan havzasındaki yağıştaki değişikleri ve kuraklık da etkili olacaktır.	Kısa vadeli su akışı tahminlerini iyileştirilmesi. Tesis operasyonlarını nehir akış modellerindeki değişikliklere uyarlanması. Diğer kaynaklarla (örneğin doğal gaz) operasyonel tamamlayıcılık. Su yönetimi stratejilerini ayarlanması. Ek depolama kapasitesi oluşturulması. Türbin akış kapasitesinin artırılması.

Enerji Altyapı Tesisleri	İklim Tehlikesi	Etkilenebilirliği	Uyum Eylemi
	Yılda en az bir hafta artan aşırı yağış (RCP8.5).	Artan fiziksel hasar riski ve operasyonlarda değişiklik	Barajı veya su depolama havzası olmayan bu tür HES'ler sel ve erozyona karşı daha savunmasız olduklarında sele karşı çeşitli deşarj ya da alternatif yolların planlanması gerekir. Depolama kapasitesinin artırılmasının yanı sıra baraj duvarları ve türbinlerin dayanaklığının artırılması ve enkazın kaldırılmasının organize edilmesi gerekir.
Adapazarı, Geyve ve Pamukova ilçelerinde Rüzgâr Enerji Santralleri (44,5 MW)	Şiddetli rüzgârların kıyıya yakın kesimlerde 9 m/s iç bölgelerde ise 3m/s civarında olması.	Rüzgâr enerjisi potansiyeli üzerinde belirsizlik etkisi. Aşırı veya düşük rüzgârda türbinin çalışamaması. Aşırı rüzgâr riski bulunmamaktadır.	Enerji sistemi planlamasında elektrik kesintisini dikkate almak veya yedek kapasite oluşturup muhafaza etmek gerekir. Daha geniş hız aralıklarında çalışabilen dikey eksenli türbin kullanımı
	Yılda en az yaklaşık 12 gün soğuk hava dalgası (RCP8.5).	Aşırı soğuk dönemlerdeki değişiklikler çıktıyı etkileyebilir (örneğin türbin kanadının buzlanması yoluyla).	Buzlanma elektrik üretimini azaltır, ancak pasif olarak uygun kanat tasarımı veya aktif uyum önlemleri olarak kanat ısıtması bu etkiyi azaltabilir.
	Aşırı hava olaylarından yıldırım	Yıldırım rüzgâr santralinde türbin bıçaklarına ve diğer mekanik ve elektrikli bileşenlere zarar verebilir	Yıldırımdan yeterli korunmanın sağlanması gereklidir.

Enerji Altyapı Tesisleri	İklim Tehlikesi	Etkilenebilirliği	Uyum Eylemi
	Sıcaklık artışının 3,5°C'lere ulaşması (RCP8.5). Aşırı hava olaylarından nem oranın yükselmesi	Artan ortalama sıcaklıklar daha düşük hava yoğunluğuna neden olduğundan rüzgâr santralinde elektrik üretim verimliliğini azaltır	Bunu önleyebilmek için tasarımcıların ve operatörlerin yapabileceği hiçbir şey yoktur.
Sakarya merkez ve çeşitli ilçelerde lisanssız güneş enerji santralleri (26,4 MW)	Sıcaklık artışının 3,5°C'lere ulaşması (RCP8.5). Yüzyıl sonuna kadar sıcak hava dalgalarının yılda 6 günden 45 güne kadar çıkması (RCP8.5).	Panel verimliliğini ve enerji çıkışını düşürür. Ortam sıcaklığının yüksek olması durumunda yeraltı iletkenlerinin kapasitesini düşürür.	Kaybolan elektrik değerinin oranına ve alternatif soğutma seçeneklerinin maliyetlerine bağlı olarak verimlilik kayıplarını azaltmak için soğutma tesisleri kurulabilir. Kaybı azaltmak ve çıktıları artırmak için montaj yapısının altındaki hava akışını iyileştirmek. Isıya dayanıklı PV hücreleri ve modül bileşenlerini tercih etmek
	Aşırı hava olaylarında bulut örtüsünün artması	Artış verimliliği/çıktıyı düşürür ve bulut örtüsündeki hızlı dalgalanmalar şebekenin dengesini bozabilir.	Bulut örtüsünde beklenen değişikliklerin nispeten düşük olduğu yerlerde PV sistemleri kurmak gerekir. Dağınık ışık kullanımını iyileştirmek için sabit montaj açısını ayarlanması ve açıyı optimize etmek için izleme sistemleri kurulması.

Enerji Altyapı Tesisleri	İklim Tehlikesi	Etkilenebilirliği	Uyum Eylemi
	Kıyı bölgesinde 9 m/s iç kesimde 3m/s rüzgâr hızı. Aşırı hava olaylarından kar ve dolu ve toz taşınımı.	Panelde kar birikmesi verimi düşürür, dolu panele hasar verir. Rüzgâr tarafından taşınan enkaz, toplayıcı yüzey alanlarını bozabilir.	Kendi kendini temizlemeye uygun modül yüzeyinin seçilmesi Mümkünse toz, kum, kar olasılığı daha düşük olan yerlerin seçilmesi
	Aşırı yağışların yılda en az bir hafta artması ve sel oluşumu (RCP8.5). Yıldırım gibi aşırı hava olayları	Sistemin bileşenlerine fiziksel zarar verir ve çıktı düşürür.	Daha güçlü montaj yapısını tercih etmek. Sel ile başa çıkabilecek yer seçimini, kabloları ve bileşenleri sağlam tutmak
Sakarya'da 11 trafo merkezi, 1.916 MVA kapasiteli 7.537 trafo ile 28.116 km orta ve yüksek gerilimli dağıtım ve iletim altyapısı	Sıcaklık artışının 3,5°C'ye kadar ulaşması ve sıcak hava dalgasının gün sayısının yılda 6 günden 45 güne kadar çıkması (RCP8.5).	Daha yüksek sıcaklıklar, iletim hattı kayıplarının artmasına ve iletim hattı kablolarının uzamasına neden olur. Uzayan kablolar, altındaki ağaçlara sıçrama riskini artırır.	Hatların altındaki bitki örtüsünü belli bir uzaklıkta tutmak gerekir. Kabloları yer altına yerleştirmek düşünülebilir. Hatlar ve transformatörler aşırı ısınabilir ve devreden çıkabilir. Sarkmayı azaltmak için hat geriliminin artırılması ve transformatörlere aktif soğutucular eklenebilir.
	Yılda en az 12 gün soğuk hava dalgası Aşırı hava olaylarından buzlanma	İzolatörler, şalt cihazları ve transformatörler üzerinde biriken buz kıvılcıma neden olur	İzolatör tasarımının iyileştirilmesi gerekir

Enerji Altyapı Tesisleri	İklim Tehlikesi	Etkilenebilirliği	Uyum Eylemi
	Deniz kıyısına yakın yerlerde 9 m/s rüzgâr hızı Aşırı hava olaylarından yıldırım, hortumlar ve fırtınalar	Bu kombinasyonlar kar ve buz birikmesine neden olabilir ve rüzgâr yükü, iletim kulelerini ve havai hatlara çarpabilir, kırabilir ve hatta çökebilir. Ağaçlarda biriken kar ve buz dağıtım hatları üzerinden kırılabilir ve alttaki hatlara zarar verebilir.	Hatların açık alanlar veya yollar boyunca yeniden yönlendirilmesi, bitki örtüsünü düzenli olarak güvenli mesafeye kadar tutmak ve daha iyi fırtına ve kasırga tahmin araçlarına yatırım yapmak gerekir. Gerekirse kabloları yer altına yerleştirmeyi düşünmek de gerekebilir.
	Aşırı yağışların yılda en az bir hafta artması ve sel oluşumu (RCP8.5)	Şiddetli yağmur veya fırtına dalgalanmasının neden olduğu sel zemin veya yüzey altı seviyesindeki trafo merkezleri, transformatörler gibi ekipmanlara zarar verebilir.	Tehlikeli bölgeler dışındaki saha zemin kurulumlarının yapılması ve izolatör tasarımının iyileştirilmesi önerilebilir.
	Aşırı hava olaylarından heyelan ve çığ	Şiddetli yağmur veya kar nedeniyle oluşan heyelan veya çığ havai hatlara, yeraltı kablolarına, trafo merkezlerine ve diğer bileşenlere zarar verebilir.	Tehlikeli bölgelerde şebeke sisteminin ağ konfigürasyonunun geliştirilmesi ve çığ koruması oluşturulabilir.
	Orta, yüksek, çok yüksek ve aşırı yüksek yangın risk gün sayılarında artış (RCP8.5) Sıcak hava dalgasının gün sayısının yılda 6 günden 45 güne kadar artması (RCP8.5)	Son olarak kuraklıktan kaynaklanan orman veya çalı yangını havai hatlara ve ahşap direklere zarar verebilir. Duman ve yanma parçacıkları parlamaya neden olabilir.	Bu etkilenebilirliği azaltılabilmesi için iletim ve dağıtım hatlarının yönlendirilmesindeki riskleri göz önünde bulundurulması, iletim çevresinde bitki örtüsü kontrolünün geliştirilmesi gerekir.

Enerji Altyapı Tesisleri	İklim Tehlikesi	Etkilenebilirliği	Uyum Eylemi
229 Akaryakıt istasyonları ve bu istasyonlarda stoklanan 305 bin ton petrol ürünü	Aşırı yağışların yılda en az bir hafta artması ve oluşan seller ve toprak kayması	Yollar, köprüler ve demiryolu geçitleri zara görebilir. Ayrıca, kirletici elementlerin salınmasıyla petrol taşımacılığını doğrudan etkileyebilecek toprak kaymaları tetiklenebilir.	Akaryakıt tedarikinin hava tahmin verilerine göre yapılması.

Tablo 10-15: Sakarya Enerji Talebi ile ilgili Uyum eylemleri

Sakarya Enerji Talebi	İklim Tehlikesi	Etkilenebilirliği	Uyum Eylemi
Sakarya ilinde sanayi 1.450GWh, kontlar 920GWh, tarımsal sulama 46 GWh, ticarethane 697 GWh, aydınlatma 111GWh olmak üzere toplam 3.224 GWh elektrik talebi	Sıcaklık artışının 3,5°C'ye kadar ulaşması Sıcak hava dalgası gün sayısının yılda 6 günden 45 güne kadar çıkması Yılda en az 12 gün aşırı soğuk	Konutlarda ve ticarethanelerde soğuk günlerde alan ısıtma talebini sıcak günlerde ise alan soğutma talebini artırma (pik talep) şeklinde olabilmektedir.	Elektrikte son kullanıcılar için; hem binalar hem de önemli cihazlar için etiketleme ve sertifikasyon programları ile yeni ticari binalar ve elektrik kullanan cihazlar (aydınlatma, klima, soğutma) için minimum enerji performansı standartlarının gerekli kılınması, elektrik verimlilik iyileştirmeleri için mevzuat ve finansmana erişim geliştirilmesi, akkor lambaların çok daha verimli kompakt floresan lambalarla, ışık yayan diyotlarla (LED'ler) değiştirilmesi, küresel bir enerji yönetimi standardı olan ISO 5000'nın benimsenmesi, evaporatif soğutma veya absorpsiyonlu soğutma sistemlerinin tercih edilmesi elektrik talebini azaltır.

Sakarya Enerji Talebi	İklim Tehlikesi	Etkilenebilirliği	Uyum Eylemi
İlde 453.780 ton petrol ürünü, 68.393 ton LPG ve 1.581 milyon SM^3 doğal gaz talebi	Sıcak hava dalgası gün sayısının yılda 6 günden 45 güne kadar çıkması (RCP8.5) Yılda en az 1 hafta artan aşırı yağış (RCP8.5)	Aşırı sıcaklarda petrol ürünleri ile çalışan her türlü araçlarda elektrik talebinde olduğu gibi klima ile soğutma talebinin artması araçlarda daha fazla petrol ürünün tüketilmesine neden olur. Öte yandan ildeki aşırı yağışlarda oluşan sel ve taşkınlarda petrol ürünlerin taşınmasında sorun yaşanabilir. Sakarya ilinde doğal gaz çoğunluğu polietilen olmak üzere çelik boru ile yeraltında taşındığından dolayı yağış ve aşırı sıcaklıklara karşı etkilenebilirliği düşüktür	Otomotiv sanayindeki teknoloji ve altyapının gelişimi ile yakıt verimliliği yüksek olan araçlar ile hibrid ya da elektrikli araçların tercih edilmesi

KAYNAKÇA: BÖLÜM 10

Aydın, L., Enerji Ekonomisine Giriş, 2.baskı. Seçkin Yayınevi, 2020.

Daycock, Christopher & Desjardins, Intergen & Fennell, P. (2004). Generation cost forecasting using on-line thermodynamics models. Elect Power. 1.

Enerji İşleri Genel Müdürlüğü (EİGM) Rüzgâr Enerjisi Potansiyeli, https://repa.enerji.gov.tr/REPA/ erişim tarihi 30.08.2021

Enerji İşleri Genel Müdürlüğü (EİGM) Güneş Enerjisi Potansiyeli, https://gepa.enerji.gov.tr/MyCalculator/pages/54.aspx erişim tarihi 30.08.2021

Enerji Atlası, Sakarya Elektrik Santralleri, https://www.enerjiatlasi.com/sehir/sakarya/ erişim tarihi 29.08.2021

EPDK, Elektrik piyasası üretim lisansları, http://lisans.epdk.gov.tr/epvys-web/faces/pages/lisans/elektrikUretim/elektrikUretimOzetSorgula.xhtml , erişim tarihi 19.08.2021

EPDK, Elektrik Piyasası 2020 Yılı Piyasa Gelişim Raporu , Ankara 2021, https://www.epdk.gov.tr/Detay/Icerik/3-0-24/elektrikyillik-sektor-raporu erişim tarihi 01.09.2021

EPDK, Bayilik lisansları, http://lisans.epdk.gov.tr/epvys-web/faces/pages/lisans/petrolBayilik/petrolBayilikOzetSorgula.xhtml , erişim tarihi 22.09.2021

EPDK, Petrol Piyasası, https://www.epdk.gov.tr/Detay/Icerik/3-0-88/petrollisans-islemleri erişim tarihi 29.08.2021

EPDK, Doğal gaz Piyasası, https://www.epdk.gov.tr/Detay/Icerik/3-0-94/dogal-gazyillik-sektor-raporu erişim tarihi 02.09.2021, erişim tarihi 27.08.2021

EPDK, Sıvılaştırılmış Petrol Gazları (LPG) Piyasası 2020 Yılı Sektör Raporu, https://www.epdk.gov.tr/Detay/Icerik/3-0-108/lpgyillik-sektor-raporlari erişim tarihi 12.09.2021

Haynes, W.M., CRC Handbook of Chemistry and Physics, CRC Press, Boca Raton, FL (2010).

Hekkenberg, M., H. C. Moll, and A. J. M. Schoot Uiterkamp, (2009). Dynamic temperature dependence patterns in future energy demand models in the context of climate change. Energy 34: 1797–1806.

IAEA, Adapting The Energy Sector To Climate Change, 2019

Maulbetsch, J. S., and M. N. DiFilippo. (2006). Cost and Value of Water Use at Combined-Cycle Power Plants. California Energy Commission, PIER Energy-Related Environmental Research. CEC-500-2006-034.

Maden ve Petrol İşleri Genel Müdürlüğü (MAPEG), https://www.mapeg.gov.tr/petrol/petrol%20arama%20ba%c5%9fvuru%20belge/Arama%20Ruhsat%c4%b1%20Ba%c5%9fvuru%20ve%20%c4%b0%c5%9flem%201404.pdf erişim tarihi 30.08.2021

Meteoblue, https://www.meteoblue.com/tr/hava/historyclimate/climatemodelled/sakarya_t%c3%bcrkiye_9889095 erişim tarihi 28.08.2021

Meteoroloji Genel Müdürlüğü (MGM) İllere ait mevsim normalleri https://www.mgm.gov.tr/veridegerlendirme/il-ve-ilceler-istatistik.aspx?k=H erişim tarihi 24.08.2021

MTA, İl Maden Potansiyelleri https://www.mta.gov.tr/v3.0/bilgi-merkezi/il-maden-potansiyelleri erişim tarihi 26.08.2021

Musilek P, Arnold D, Lozowski EP. An ice Accretion forecasting system (IAFS) for power transmission lines using Numerical weather prediction. SOLA 2009;5:025e8.

National Grid, Climate Change Adaptation Report (2010).

T.C. Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı, Yatırım Teşvik İstatistikleri , https://www.sanayi.gov.tr/istatistikler/yatirim-istatistikleri/mi1304021615 erişim tarihi 11.08.2021

TUİK, İl Bazında Gayrisafi Yurt İçi Hasıla, 2019, https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Il-Bazinda-Gayrisafi-Yurt-Ici-Hasila-2019-33663 erişim tarihi 25.08.2021

TEİAŞ, Kaynaklara Göre Elektrik Üretimi, https://www.teias.gov.tr/tr-TR/turkiye-elektrik-uretim-iletim-istatistikleri erişim tarihi, 25.08.2021

USGCRP (U.S. Global Change Research Program). (2009). Global Climate Change Impacts in the United States. Edited by Karl, T. R., J. M. Melillo, and T. C. Peterson. Cambridge, UK: Cambridge University Press.

Orman Genel Müdürlüğü(OGM) https://web.ogm.gov.tr/Sayfalar/Ormanlarimiz/Illere-Gore-Orman-Varligi.aspx?View={d0bb52f8-fb84-4a81-936c-032103f8a8ce}&SortField=Toplam_x0020_Ormanl_x0131_k_x002&SortDir=Desc erişim tarihi 29.08.2021

Parker DS.(2005). Energy efficient transportation for Florida. Energy Note FSEC-EN-19, Florida Solar Energy Center, University of Central Florida. http://www.fsec.ucf.edu/Pubs/energynotes/en-19.htm

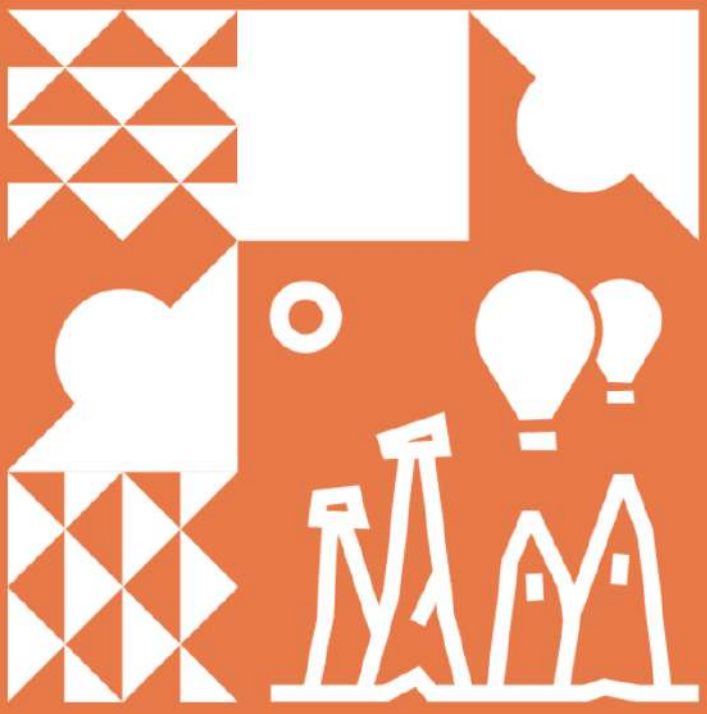
Roujol S, Jounard R.(2009). Influence of passenger car auxiliaries on pollutant emission factors within the Artemis model. Atmospheric Environment, 43:1008e14.

Parsons B., (2012). Electricity Transmission Costing Study, an Independent Report Endorsed by the Institution of Engineering & Technology.

US DOE, U.S. Energy Sector Vulnerabilities to Climate Change and Extreme Weather, 2013 Raporu, https://www.energy.gov/sites/prod/files/2013/07/f2/20130710-Energy-Sector-Vulnerabilities-Report.pdf erişim tarihi 14.08.2021

Scott MJ, Huang YJ.(2007). Effects of climate change on energy use in the United states in effects of climate change on energy production and use in the United States. Washington, DC: A Report by the U.S. Climate Change Science Program and the subcommittee on Global Change Research.

Yokuş, İ., (2019). Sivas ili Hayvansal Atık Kaynaklı Sürdürülebilir Biyogaz Üretimi için Optimum Tesis Lokasyonlarının Belirlenmesi. (Doktora Tezi). Ankara Üniv. Fen Bilimleri Enstitüsü Tarım Makinaları ve Teknolojileri, Mühendisliği. Anabilim Dalı, Ankara



TURİZM KÜLTÜREL MİRAS

iklime uyum

11. TURİZM VE KÜLTÜREL MİRAS

Turizm, kriz yılları hariç küresel olarak son 30 – 40 yıldır kesintisiz büyüyen ve sektörel çeşitliliğini arttırarak ülke gelirlerine ve istihdama katkı sağlayan bir sektördür. Kentler, bölgeler ve ülkelerin sosyal, kültürel ve ekonomik yönden kalkınması için önemli roller üstlenen turizm sektörünün iş ve ticaret hacmi; petrol ihracatı, gıda ürünleri ve otomotiv sektöründeki hacimden daha büyüktür. Henüz potansiyel olarak duran değerleriyle ve kullanılan kapasitesiyle turizm sektörü başta gelişmekte olan ülkeler olmak üzere çoğu bölge ve kent için önde gelen gelir kaynakları arasında yer almaktadır. Yerel ve ulusal ekonomilerde turizmin artan payı ve sosyo-kültürel önemi turizmde mesafe kat etmek isteyen destinasyonların sayısında, bu destinasyonlardaki turizm ürün ve hizmet çeşitliliğinde ve aralarındaki rekabette hızlı bir yükselişe neden olmaktadır. Bu rekabetteki hedef, turizmden elde edilen geliri arttırmaktır.

Dünya Turizm Örgütüne (United Nations World Tourism Organisation) göre turizm 2019'da küresel ekonomik göstergeler açısından; toplam küresel ihracatın %7'sini, hizmet ihracatının %28'ini ve gayrisafi hasılanın ise %10'unu üretmiştir (UNWTO 2020). Bunun yanında, dünyada sunulan her 10 istihdam imkanından biri turizm sektörünce sağlanmaktadır. Tüm dünyada uluslararası seyahat eden turist sayısı 2017'de %7 artarak 1.333 milyara ulaşmıştır. 2018 yılında ise bu artış oranı %5.7 olmuş ve turist sayısı 1.408 milyara ulaşmıştır. Salgın öncesi son en iyi turizm yılı olan 2019'da ise turist sayısı %3.5 artarak 1.458 milyara ulaşmıştır. Buna karşılık tüm dünyada turizm gelirleri 2017'de 1.6 trilyon US$ iken 2019'da 1.7 trilyon US$'ye ulaşmıştır (UNWTO 2020). 2030'a kadar tüm dünyada turist sayısının 1.8 milyara ulaşması beklenmektedir (2019).

11.1.Turizm Değer Zinciri ve İklim Değişikliği

Turizm değişken süreli, bireysel ya da grup halinde yapılan bir seyahat organizasyonu ve bu organizasyon sürecindeki faaliyet ve harcamaların tümü olarak tanımlanmaktadır. Bu tanımın içerdiği organizasyon, ziyaretçilere unutulmaz tecrübeler yaşatmak için sunulan hizmet ve faaliyetlerin oluşturduğu bir endüstriyi ifade etmektedir. Bu endüstri ise çeşitli hizmet kollarını içine alan bir "değer zinciri"nden (Porter 1980) oluşmaktadır. Bu hizmetler başta ulaşım, taşımacılık ve konaklama olmak üzere yeme – içme, alışveriş, eğlence, etkinlik organizasyonu ve diğer ağırlama hizmetlerini içermektedir. Turizm değer zincirine dahil olan alt sektörlerin sayısı ve çeşitliliği arttıkça turizmden elde edilen gelirin toplum tabanına daha fazla yayılması sağlanmaktadır. Bununla beraber, turizm sektörünün iklim değişikliği ve son dönemde yaşanan salgın gibi risklerden etkilenebilirliği yüksek olduğu için değer zincirinde yer alan alt sektörlerin tamamı iklim değişikliği ve diğer tehlikelere karşı maruziyet ve etkilenebilirlik gösterecek ve sonuçta turist sayısı ve turizm geliri açısından risklere maruz kalacaktır.

Bir destinasyonda turizm değer zincirinde yer alan sektörlerin ortak çabasıyla, o destinasyona gelen turistin memnuniyeti üst düzeyde sağlanmaya çalışılmaktadır. Bu nedenle zincirin bir halkasında yaşanan aksaklık tüm sektörü etkileyebilecek hassasiyettedir. Bir destinasyon için turist memnuniyetini dikkate alan değer zincirinde üç aşamalı bir yaklaşım benimsenmektedir (Casas 2019; Tablo 11-1). Bu üç aşama;

- Seyahat Öncesi Dönem (Karar verme)
- Seyahat Dönemi (destinasyonda geçen dönem)
- Seyahat Sonrası Dönem (değerlendirme – tavsiye dönemi)

Seyahat Öncesi Dönem karar verme aşamasıdır. Karar verme aşamasında ziyaret planlayan turistler daha çok araştırma ve danışma faaliyetleri gerçekleştirir. Bu aşamada karar verme sürecine etki etmek

için destinasyonlar, tur operatörleri ve sorumlu otoriteler tanıtım ve pazarlama faaliyetleri gerçekleştirmektedir. Bu tanıtım faaliyetlerinde destinasyonun sahip olduğu doğal ve kültürel turistik çekicilikleri, altyapı ve tesisler ile varsa fiyat avantajları başlıca vurgulanan unsurlardır. Son zamanlarda iklimin değişmesi ile doğa ve iklim temelli turizm değerlerinin tanıtımına daha fazla vurgu yapılmaya başlanmıştır. Seyahat öncesi karar verme aşamasında etkili olan aktörler destinasyonlara ziyaretçi götüren ve tanıtım faaliyeti gerçekleştiren seyahat acenteleri, tur operatörleri, havayolu şirketleri, basın ve medya kuruluşları, tanıtım ve pazarlama sorumluluğu olan merkezi ve yerel otoriteler ve bunların web sayfaları şeklindedir.

Seyahat Dönemi, karar verildikten sonra yola çıkma ve seyahat esnasında destinasyonda yapılan faaliyetleri içermektedir. Turist memnuniyetini sağlamak ve ödenen ücretin karşılığını sunmak için birinci aşamada tanıtımda verilen vaatlerin yerine getirilmesi için sarf edilen çabaların ve verilen hizmetlerin hemen hemen tamamı bu aşamada yer alır. Bu aşamada yer alan sektörler ve faaliyetler, bunlar içinde yer alan insan kaynağı, altyapı ve tesisler, yatırımcılar ve sosyal, beşerî ve parasal sermaye iklim değişikliğinin neden olduğu tehlikelere maruziyet ve duyarlılık göstermektedir. Bu nedenle, bu yolla ortaya çıkabilecek risklerin tamamı başta turist memnuniyetini, sonrasında turist sayısını ve nihayetinde turizm gelirlerini etkileyerek ardından sektörün tüm değer zincirinde etkilere neden olacaktır.

Seyahat Sonrası Dönem destinasyondan ayrıldıktan sonraki süreçtir. Bu aşamada daha çok memnuniyetin seviyesi belirtilir. Turistik işletmeler ya da turizmden sorumlu yerel ya da merkezi otoriteler anketle ve çeşitli internet tabanlı uygulamalarla memnuniyet düzeyini ölçmeye çalışırlar. Memnuniyet düzeyi vaat edilen hizmetlerin ve konforun vaat edilen fiyatla verilmesi ve aksaklıkların ortaya çıkmaması durumunda üst düzeyde gerçekleşir. Turist memnuniyetine iklim değişikliğinin önemli etkileri görülmekte ve beklenmektedir. Turizm tiplerine göre değişmekle birlikte turizm faaliyetleri esnasında ortaya çıkan olağan dışı hava olayları, turizm değerinden yararlanmayı etkileyen hava olaylarının durumu (aşırı sıcaklar, yağışlı günlerin sezon içinde varlığı ya da yokluğu, kar yağışının azlığı gibi) turist memnuniyetini ve destinasyonların marka değerini etkileyen unsurlardır.

Tablo 11-1 Turizm değer zinciri analizi şeması

Aktörler ve Faaliyetler	1.Seyahat Öncesi	2. Seyahat Dönemi						3. Seyahat Sonrasında
	Tanıtım	**Taşımacılık**	**Konaklama**	**Yeme & İçme**	**Yaratıcı Endüstriler**	**Turizm Varlıkları**	**Eğlence ve günübirlikçiler**	**Destek Hizmetleri**	**Kalite Güvencesi**
	Seyahat Acenteleri	Havayolları	Oteller	Restoranlar	El sanatları hediyelik eşya	Kültürel varlıklar*	Şovlar	Bilgi Merkezleri	Puanlama sistemleri
	Tur Operatörleri	Kruz ve Feribotlar	Apartlar	Kafe & Pastane	Müzik – dans sanatçıları	Doğal varlıklar**	Turist rehberlerinin organizasyonu	Bakkallar, perakendeciler	Ar & Ge Kurumları
	Havayolu Şirketleri	Araba, motosiklet bisiklet kiralama	Misafirhaneler	Fast food	Yerel pazarlar	Aşağıdakilerden sorumlu otoriteler;	Tur Paketleri	Internet/telefon	Turizm işletmelerine rehberlik
	Basın ve Medya Kuruluşları	Otobüs, tren şirketleri	Hosteller	Bar ve gece Kulüpleri	El sanatları/ hediyelik eşya	Alan tabelaları	Rehberler ve eskortlar	Sağlık ve güvenlik hizmetleri	Sertifikasyon ve Kontrol Kurumları
	Yetkili yerel ve merkezi otoriteler	Taksiler	"Lodge"lar	Yerel Gıda Ürünleri	Ev yapımı eşya / gıda	Restorasyon	Wellness & SPA	Banka & döviz	
	Resmi web siteleri	İnformal taşımacılık	Kamping alanları	Kiosklar	Depolama & Dağıtım	Alan yönetimi	Yerel rehberler	Teknoloji mağazası	
		Gümrük Ofisleri	Sarf Malzemeleri	Hediyelik	El sanatları ticareti	Bakım onarım	Günübirlik etkinlik organizatörleri	Çamaşırhane, petrol, kuaför vs.	
		Havaalanı Otoritesi	Bakım Hizmetleri	Gıda ürünleri		Koordinasyon			
		Ulaştırma Bakanlığı	Satış ve Pazarlama	Depolama Dağıtım					
		Göç İdaresi		İçecek Üretimi					
		İnşaat, Enerji, Su, Atık, Eğitim, İletişim, Halk Sağlığı ve Kamu Güvenliği							
		Destek Hizmetleri: Kültür ve Turizm, Ticaret, Ulaştırma, İçişleri, Çevre vb. bakanlıklar tanıtım, organizasyon, ticaret odası, bankalar, lisanslama yapan ve standart koyan STK'lar							

Turist Memnuniyeti

Turizmle doğrudan ilgili Turizmle dolaylı ilgili

*Arkeoloji toplulukları, etnografya müzeleri, turizm çekicilikleri, somut olmayan kültürel miras varlıkları (müzik, dans, efsaneler vb.), festivaller vb.

**Göller, nehirler, mercan kayalıkları, dağlar, ormanlar, flora & fauna türleri (Casas 2019'dan türetilmiştir)

Değer zincirinin bu aşamaları arasında iklim elemanlarının ve iklim değişikliğinin en yoğun ilişkili olduğu aşama ulaşımı ve destinasyonda gerçekleştirilen aktiviteleri içine alan ikinci aşamadır. Turizm sektöründe iklim elemanlarına etkide bulunabilecek ve onlardan etkilenebilecek hizmet üretim faaliyetleri bu aşamada yer alır. İklim değişikliğine dair öngörülerde yer alan sıcaklık ve yağış rejimlerinde yaşanacak değişiklikler kuşkusuz turizm sektörüne de doğrudan ve dolaylı etkide bulunacaktır. Yapılan çalışmalar iklim ve hava olaylarının başlangıçta turistin karar aşamasında (değer zincirinin birinci kısmı) etkili olduğunu gösterse de, zamanla bu etkinin deniz seviyesindeki yükseliş, alt yapıya verilen zararlar, havacılık sektörüne olan olumsuz etkiler, ekosistemde yaşanan değişimler, gıda, su ve enerji güvenliği gibi ikincil etkilerin (değer zincirinin ikinci kısmı) de hissedilmesiyle (EUROCONTROL 2021 Annex 4) daha geniş sosyal ve ekonomik sonuçlara neden olacağı ve belirsizlikleri arttıracağı belirtilmiştir (Gössling et al. 2012). Turizm sektöründe iklim değişikliğinin etkilerine karşı uyum konusunda eylemsiz kalmak uzun vadede maliyeti çok daha yüksek krizlere neden olacaktır. Sonuç olarak iklim elemanları ve değişikliği sadece sosyal ve psikolojik olarak turist davranışlarını etkilemenin ötesinde sektör bazlı fiziksel altyapıyı ve ekonomik kazancı da etkileyecektir (Roselló-Nadal 2014). Bu anlamda kış turizminde bazı bölgelerde kar kalınlıklarında yaşanan azalmayla beraber oluşan kayıplar önemli bir göstergedir.

11.2. Sakarya'da Turizm Sektörü ve İklim Değişikliğinden Etkilenme Durumu

Turist memnuniyetine dayalı turizm değer zinciri ile iklim değişikliğinden kaynaklı tehlikelerin etki zincirinin ilişkilendirilmesiyle oluşan metodolojiye uygun olarak Sakarya ili özelinde turizm sektörünün değerlendirilmesi aşağıdaki başlıklarda yapılmıştır.

11.3. Turizm Sektörüne Yönelik Etkilenebilirlik ve Risk Analizinin Kapsamı

Türkiye'de turizm sektörünün iklim değişikliğine uyum sağlaması küresel ölçekte daha rekabetçi hale gelmesini sağlayacaktır. Turizm sektörünün iklim değişikliğine uyum sağlaması değer zincirindeki tüm tarafların katılımıyla oluşturulacak uyum eylemleriyle mümkündür. Tüm turizm tiplerinde iklim değişikliğinden etkilenme seviyelerini tespit etmek için turist memnuniyeti odaklı bir yaklaşıma gidilmektedir. Bu yaklaşımla turist memnuniyetini arttırmaya katkı sağlayan başta hizmet kalitesi olmak üzere sektörel ve tematik bileşenlerin tamamı (kaynak değer, beşerî ve sosyal sermaye, tesisleşme ve altyapı) ile risk bileşenleri olan tehlike, maruziyet ve etkilenebilirliğin (duyarlılık ve uyum kapasitesi) birbirleriyle kesişimlerini ele almak gerekmektedir.

Dünya Turizm Örgütü (UNWTO), küresel çapta Birleşmiş Milletler Sürdürülebilir Kalkınma Hedeflerine (UNSDGs) turizm sektörünün katkısının iklim değişikliği nedeniyle azalacağını ve ulusal turizm gelişim ve kalkınma planlarında iklim değişikliğine yapılan vurgunun güçlendirilmesi gerektiğini belirtmektedir. İklim değişikliğinden etkilenebilirlik açısından turizm sektöründe en düşük etkilenebilirlik seviyesinin dünyada yukarı enlemlerde yer alan OECD ülkelerinde (Kuzey Amerika ve Avrupa) olduğu, en yüksek iklim değişikliği etkilenebilirlik seviyesinin ise;

Ulusal GSYİH içinde turizm sektörünün payının yüksek olduğu ülkelerde (GSKD)

Turizm sektöründe güçlü büyümenin beklendiği bölgelerde olduğu tespit edilmiştir Scott et al. 2019).

Türkiye'de turizm sektörünün GSYİH içindeki payının geçmiş yıllarda sürekli arttığı görülmektedir. Buna ilave olarak kısa ve uzun vadeli ulusal ve bölgesel sosyoekonomik kalkınma planlarında turizm sektörünün katkısının artırılması beklentisi ve stratejik öncelikleri mevcuttur. Bununla beraber, Türkiye'de turizm sektörünün sosyoekonomik katkısının en üst düzeyde olmasına iklim değişikliğinden kaynaklı tehlikelerin engel olabileceği beklenen bir durumdur.

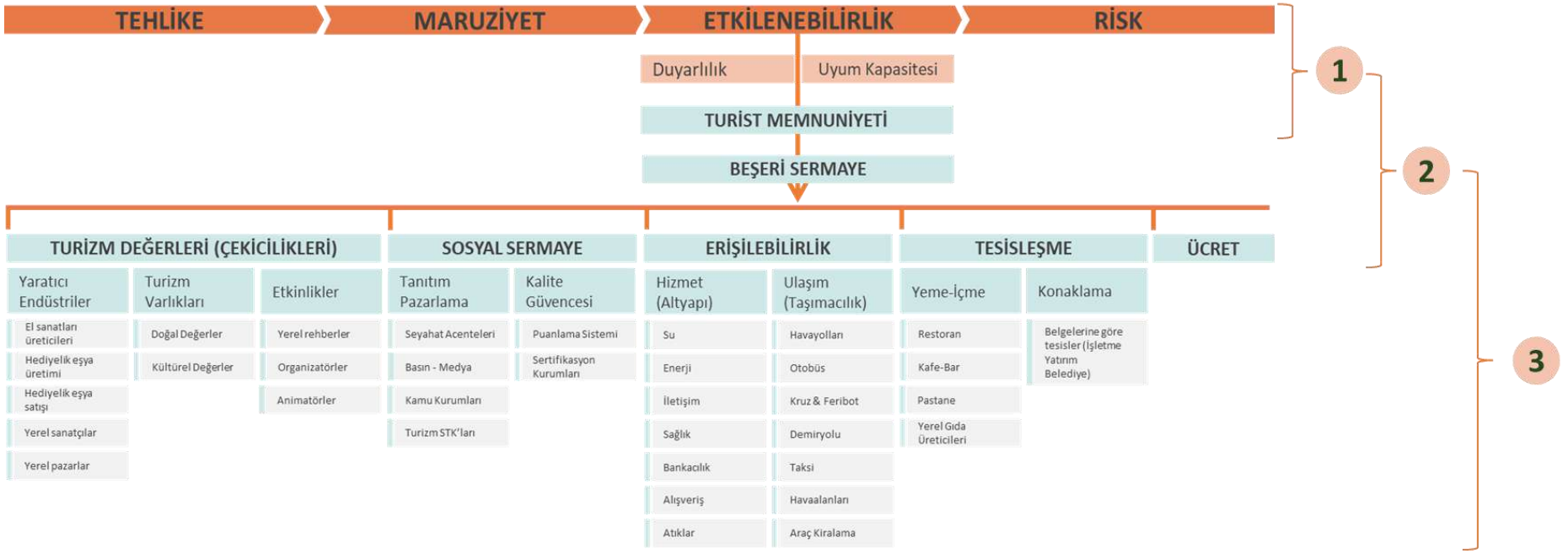
İklim tehlikelerinin turizm sektöründe yapacağı etkilerin bileşkesinde turist memnuniyeti kavramı yer almaktadır. Bu kavram, Lew (1987)'in Turist Çekicilikleri Tipolojisine uygun olan turizm değeri nedeniyle bir destinasyonun turisti çeşitli vaatlerle cezbetmesinin ardından geçen sürecin sonucudur. Turist memnuniyeti, en sade haliyle bir destinasyonun vaat ettiği ve turisti beklenti içine soktuğu hizmetleri yine vaat edilen kalitede ve ücretle vermesi durumunda gerçekleşmektedir. Bu nedenle, bir destinasyonda gerçekleşmesi vaat edilen hizmetleri ve kalitesini sağlamak için yetişmiş ve nitelikli iş gücü (insan kaynağı; turizm çalışanı), nitelikli konaklama, yeme – içme ve turistik ürün üretim tesisleri gibi tesisler ve elektrik, su, kanalizasyon, ulaşım gibi temel ihtiyaçlara yönelik altyapıya ilave olarak doğrudan turistin ihtiyacına yönelik hastane, bankacılık, iletişim altyapıları gibi altyapıların da bulunması gerekmektedir.

İklim tehlikelerine turizm sektörünün değer zincirinde yer alan insan kaynağının (beşerî ve sosyal sermayenin), tesis ve altyapının, turizm değerlerinin ve nihayetinde turist sayısı ve gelirinin maruziyet ve duyarlılık göstermesi beklenmektedir. Bu beklentiden yola çıkılarak ve Türkiye'de uygulanan turizm tiplerinde turist memnuniyetini sağlayan değer zincirinde yer alan sektörler dikkate alınarak Türkiye turizm sektörünün iklim değişikliğinden etkilenebilirliğine dair hazırlanacak etki zincirinde yer alabilecek kavramlar ve veri başlıkları (setleri) metodolojik olarak ilişkilendirilmiştir. Bu ilişki Şekil 11-1'de verilmiştir.

Şekil 11-1'in sol tarafta verilen numaralara göre 1. Bölge iklim değişikliğinin neden olduğu etki zincirini belirlemek amacıyla IPCC'nin AR4 ve 5 raporlarında terminolojisi oluşturulan yöntemden hareket edilmektedir. Bu zincirin turizm sektörünün değer zinciriyle beraber değerlendirilmesi çalışmanın asıl amacını oluşturmaktadır. Bu değerlendirmede iklim değişikliğinden bir destinasyonda turizmin sektörel olarak etkilenmesi; turist memnuniyetinin azalmasıyla başlayıp buna bağlı olarak turist sayısı ve turizm gelirindeki azalmayla devam eden ve sonucunda ekonomik ve sosyal risklere neden olan bir süreci tarif etmektedir. Bu sürecin temel kavramı ise turist memnuniyetidir.

Şekil 11-1'de verilen 2. Bölgede turizm değer zincirinin turist memnuniyeti yaklaşımına göre düzenlenmesi yer almaktadır. Buna göre yaygın turizm tiplerinin değer zincirinde yer alan alt sektörlerde turist memnuniyetini sağlamaya yardım eden unsurlar olarak;

Alt sektörlerin tamamında özellikle hizmet kalitesini arttırmada yer alan ve yetişmiş iş gücünü tarif eden Beşerî sermaye, Hizmet Kalitesi [sosyal sermaye, tesisleşme ve erişilebilirlik (ulaşım ve hizmetlere erişim)], Turizm Değerleri, Maliyet/ ücretlendirme yer almaktadır.



Şekil 11-1 Risk Bileşenleri ve Müşteri Memnuniyeti Bileşenlerinin Kesişim

Bu bölgede yer alan ana başlıklar temalar halinde daha çok turizm sektöründe iklim tehlikelerine maruziyet gösterecek temel değer zinciri bileşenlerini vermektedir. Örneğin, etkilenebilecek işgücü büyüklüğü, tesis sayısı, altyapı miktarı, turizm değerleri vb.

Şekil 11-1'in 3. Bölgesinde ise etkilenebilirliği yüksek (duyarlılık geliştirebilecek ve uyum kapasitesi sorgulanacak) somut alt sektörler yer almaktadır. Bu bölgede ise daha çok duyarlılık gösterecek sektörlere ait somut gösterge setleri oluşmaktadır.

Maruziyet ve Duyarlılık göstergeleri açısından ele alındığında hizmet kalitesinin bileşenlerinden insan kaynağı (turizm çalışanları, yatırımcılar, işletme sahipleri), tesisler (yapı ve bina olarak), altyapı (yol, kanalizasyon, su hattı ve erişebilirlik göstergeleri) maruziyet ve duyarlılık göstergeleri olarak ele alınmaktadır. Aynı şekilde turizm değeri olan doğal kaynaklar ve kültürel eserler de hem maruziyet hem de duyarlılık gösterebilecekleri için çalışma kapsamında her iki başlık altında da veri elde edilmek üzere değerlendirmeye alınmıştır. Uyum kapasitesi konusunda ise aynı başlıklar altında bulunan özelliklerin, insan ve doğal ve kültürel değerlerin nitel ve nicel özelliklerinin değerlendirmeye alınması hedeflenmiştir.

Şekil 11-1'den hareketle pilot illerde ve ülke genelinde iklim değişikliğinden kaynaklı risk analizinde turizm sektörü için kullanılabilecek veri başlıklarının belirlenmesi ve açıklamalarının yapılması için Tablo 11-2 oluşturulmuştur. Tabloda risk bileşenleri, Türkiye'de mümkün olan turizm tipleri ve turist memnuniyeti bileşenlerinden hareketle oluşturulan değer zincirinde yer alan sektörlere ait veri başlıkları verilmiştir. Türkiye'de mümkün olan turizm tiplerinin listelenmesinde amaç uygun olan destinasyonların analizinde bu listeden uygun turizm tiplerinin dikkate alınmasıdır.

Tablo 11-2: İklim değişikliği risk analizinde kullanılabilecek veri setlerinin belirlenmesi

TEHLİKE	MARUZİYET	ETKİLENEBİLİRLİK		RİSK
		Duyarlılık	Uyum Kapasitesi	
1. Kültür – İnanç Turizmi, 2. Deniz – Kum – Güneş Turizmi, 3. Kış ve Dağ Turizmi, 4. Medikal – Sağlık – Termal Turizm, 5. Doğa, Macera ve Spor Turizmi, 6. Şehir Turizmi, 7. İş Amaçlı Seyahatler (MICE), 8. İlgi - Yaratıcı Turizm (gastronomi vb.), 9. Eko – Agro – Kırsal Turizm				
TURİST MEMNUNİYETİ YAKLAŞIMI				
BEŞERİ SERMAYE				
Yatırımcı / İşletmeci	**Turizm Çalışanı**		**Yerel halk**	
Kayıtlı Turizm İşletmeleri	Turizmde İstihdam Oranları		Yaş dağılımı	
	İstihdam Edilenlerin Özellikleri		Kadın – erkek	
	Sigortalıların Dağılımı		Sosyal	
	İş Başı Eğitim		Okullaşma	
			Okuz yazarlık	
			Eğitim seviyesi	

TURİZM DEĞERLERİ (ÇEKİCİLİKLERİ)			HİZMET KALİTESİ						ÜCRET
Yaratıcı Endüstriler	**Turizm Varlıkları**	**Etkinlikler**	**Sosyal Sermaye**		**Erişilebilirlik**		**Tesisleşme**		Turist sayısı
El sanatları üreticileri	Doğal Değerler	Yerel rehberler	**Tanıtım Pazarlama**	**Kalite Güvencesi**	**Hizmet (Altyapı)**	**Ulaşım (Taşımacılık)**	**Yeme – İçme**	**Konaklama**	Turizm geliri
Hediyelik eşya üretimi	Kültürel Değerler	Organizatörler	Seyahat Acenteleri	Puanlama Sistemi	Su	Havayolları	Restoran	Belgelerine göre tesisler	
Hediyelik eşya satışı		Animatörler	Basın - Medya	Sertifikasyon Kurumları	Enerji	Otobüs	Kafe – Bar	(İşletme	
Yerel sanatçılar			Kamu Kurumları		İletişim	Kruz & Feribot	Pastane	Yatırım	
Yerel pazarlar			Turizm STK'ları		Sağlık	Demiryolu	Yerel gıda üreticileri	Belediye)	
					Bankacılık	Taksi			
					Alışveriş	Havaalanları			
					Atıklar	Araç kiralama			

11.3.1. Beşerî Sermaye

Beşerî sermaye; turizm sektöründe vaat edilen turizm hizmetlerinin yüksek kalitede sağlanması ve sonucunda turist sayısı ve gelirinin sürdürülebilir biçimde devam ettirilmesinde en önemli faktörler arasındadır. Turizm değer zincirinde yer alan sektörlerde (konaklama, yeme – içme, rehberlik, etkinlik – organizasyon vb.) yatırım / işletmecilerin profili, turizm çalışanlarının toplam çalışabilir nüfusa oranı, yaş aralıkları, eğitim durumları, turizmde istihdam edilen kadın oranı, iş başı eğitim alan personel sayısı gibi göstergeler ile yerel halkın turizm sektörüne bakışı ve hazır bulunuşluğu turizm sektörünün iklim değişikliğinden etkilenebilirliğinin belirlenmesinde çeşitli risk bileşenleri için gösterge olarak kullanılabilir. Beşerî sermaye turizm sektöründe tüm alt sektörleri kapsayan bir göstergedir. Bu nedenle bir destinasyonda turist memnuniyetine hizmet eden insan kaynağının tüm demografik özellikleri gösterge olarak kullanılabilir.

Turizm Yatırımcı ve İşletmecilerinin Profili

Turizm sektöründe faaliyet gösteren işletmelerin kurumsallaşma seviyeleri ve bunlara ait göstergeler iklim değişikliğinden etkilenebilirlikleriyle ilgili olduğundan bu göstergeler açısından olumlu özellik gösteren işletmelerin uyum kapasitelerinin daha yüksek olması beklenmektedir. Turizm işletmelerinin kurumsal kapasitelerinin tespit edilmesiyle ilgili kriterler ve göstergeler net olarak tutulan bir istatistik olmadığı için bu konuda ilçelere göre dağılımı da içeren bir veri seti oluşturulması önemlidir.

Bu konuda; temel gösterge ilçeler de dahil olmak üzere ticaret ve sanayi odalarına kayıtlı olan işletme sayısı ve dağılımı olabilir. Sakarya genelinde 2 adet ticaret ve sanayi odası (Sakarya ve Akyazı) mevcuttur. Bu odaların internet sitelerinden elde edilen verilere göre Sakarya Ticaret Odasının meslek komitesi sayısı 34 olup turizm sektörüyle yakından ilgili olan komiteler Tablo 11-3'te verilmiştir. Buna göre bu meslek komitelerinde yer alan turizmle ilişkili işletmelerin toplam üye sayısına oranı %10,87'dir. Bu oran turizm sektörünün Sakarya ekonomik sektörleri içerisindeki yerini göstermesi açısından önemlidir.

Tablo 11-3: Sakarya Ticaret ve Sanayi Odası turizmle ilgili komiteler ve üye sayıları

Meslek Komiteleri	Üye Sayısı	%	Meslek Komiteleri	Üye Sayısı	%
1. Meslek Grubu (Tarım Ürünleri Üretimi ve Ticareti)	305	2,97	18. Meslek Grubu (Mühendislik, Mimarlık ve Taahhüt Hizmetleri)	440	4,29
2. Meslek Grubu (Altyapı İnşaat Faaliyetleri, Maden Ocakları ve Mermerciler)	170	1,66	19. Meslek Grubu (Ulaşım ve Taşımacılık Grubu)	622	6,06
3. Meslek Grubu (Toptan ve Perakende Gıda)	840	8,19	20. Meslek Grubu (Enerji ve Petrol Ürünleri)	288	2,81
4. Meslek Grubu (Tarım ve Hayvancılık Meslek Grubu)	212	2,07	21. Meslek Grubu (Otomotiv ve Yedek Parça Ticareti)	428	4,17
5. Meslek Grubu (Yiyecek, İçecek ve Konaklama Hizmetleri)	494	4,81	22. Meslek Grubu (Otomotiv ve Yan Sanayi)	153	1,49
6. Meslek Grubu (Tekstil, Deri ve Hazır Giyim Ticaret)	272	2,65	23. Meslek Grubu (Konstrüksiyon ve Metal İşleme)	425	4,14
7. Meslek Grubu (Isıtma, Soğutma ve Mekanik Tesisatçılar)	110	1,07	24. Meslek Grubu (Tekstil-Brode-Konfeksiyon)	142	1,38

Meslek Komiteleri	Üye Sayısı	%	Meslek Komiteleri	Üye Sayısı	%
8. Meslek Grubu (Mobilya, Halı ve Ev Dekorasyon Ürünleri Ticareti)	118	1,15	25. Meslek Grubu (Ağaç Sanayi ve Orman Ürünleri)	165	1,61
9. Meslek Grubu (Dayanıklı Tüketim Malları Ticareti)	138	1,34	26. Meslek Grubu (Mobilya İmalatçıları ve Malzemecileri)	118	1,15
10. Meslek Grubu (Elektrik - Elektronik ve Elektromekanik Grubu)	185	1,80	27. Meslek Grubu (Unlu Mamuller - Et ve Süt Ürünleri)	281	2,74
11. Meslek Grubu (Altın ve Mücevher Ticareti)	178	1,73	28. Meslek Grubu (Danışmanlık ve Emlak Müşavirliği)	476	4,64
12. Meslek Grubu (Kitap, Kırtasiye, Basım, Reklam, Medya ve Yayın Kuruluşları)	179	1,74	29. Meslek Grubu (Eğitim ve Öğretim Faaliyetleri)	157	1,53
13. Meslek Grubu (İnşaat Malzemeleri Toptan ve Perakende Ticareti)	255	2,48	30. Meslek Grubu (Yaş Sebze-Meyve ve Kuru Gıda Toptancıları)	129	1,26
14. Meslek Grubu (Hırdavatçılar, Metal Ticareti ve Geri Dönüşümcüler)	231	2,25	31. Meslek Grubu (Bilişim ve Telekomünikasyon)	240	2,34
15. Meslek Grubu (Sağlık, Temizlik ve Kozmetik Ürünleri Ticareti)	319	3,11	32. Meslek Grubu (Kauçuk ve Plastik İmalatçıları)	225	2,19
16. Meslek Grubu (Sigortacılık ve Finans)	350	3,41	33. Meslek Grubu (Makine ve Otomasyon Sistemleri Üreticileri)	371	3,62
17. Meslek Grubu (Kooperatifler, Enerji Altyapı ve Hafriyatçılar)	201	1,96	34. Meslek Grubu (Müteahhitlik Faaliyetleri)	1045	10,18

Kaynak: http://ticaret.satso.org.tr/komite/34/34-meslek-grubu.aspx

İlçeler özelinde Akyazı'nın ticaret ve sanayi odasına sahip olması ve sağlıklı üye verisi elde edilememesi nedeniyle tüm ilçeler için sağlıklı bir alt sektör dağılımı yapılamamıştır. Bununla beraber, ilçelere göre konaklama ve yeme – içme sektöründeki firmaların dağılımı Tablo 11-4'te verilmiştir. Bu sektörlerdeki firmaların oda kayıtlı olması iklim değişikliğine kurumsal yapılanma açısından daha uyumlu olabileceği dikkate alınarak ayrı bir analize gidilmiştir.

Tablo 11-4: Turizmle ilgili sektörlerdeki işletme sayılarının ilçelere göre dağılımı

	ADAPAZARI	AKYAZI	ARİFİYE	ERENLER	FERİZLİ	GEYVE	HENDEK	KARAPÜRÇEK	KARASU	KAYNARCA	KOCAALİ	PAMUKOVA	SAPANCA	SERDİVAN	SÖĞÜTLÜ	TARAKLI
5. Meslek Grubu (Yiyecek, İçecek ve Konaklama	119		21	47	12	12	35		24	6	1	3	132	196	2	2

	ADAPAZARI	AKYAZI	ARİFİYE	ERENLER	FERİZLİ	GEYVE	HENDEK	KARAPÜRÇEK	KARASU	KAYNARCA	KOCAALİ	PAMUKOVA	SAPANCA	SERDİVAN	SÖĞÜTLÜ	TARAKLI
Hizmetleri)																
%	19,4	0	3,4	7,7	2	2	5,7	0	3,9	1	0,2	0,5	21,6	32	0,3	0,3
İşletme Belgeli Konaklama Tesis Sayısı*	6	1	1	3	-	-	1	-	-	-	-	-	8	4	-	1
İşletme Belgeli Yeme-İçme Tesis Sayısı*	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	3	1	-

Kaynak: Sakarya İl Kültür ve Turizm Müdürlüğü

Turizm Çalışanları

Turizm sektöründe istihdam edilen kişi sayısı, bu kişilerin eğitim seviyeleri ve yaş gruplarıyla ilgili bilgilerin bilinmesi turizm sektörünün mevcut durumda büyüklüğünün, hizmet kalitesini ve turist sayısı ve gelirlerinin sürdürülebilirliğini sağlama açısından çok önemli bilgiler sunacaktır. Sektör çalışanlarının sayısının yüksek olması sektöre bağımlılığı ifade ederken, çalışan nüfusun eğitim seviyesi ve cinsiyet olarak kadın çalışanların yüksek oranı hizmet kalitesini olumlu etkileyecektir. Bununla beraber, bahsi geçen bu bilgilere ait il bazında ve ilçelere göre net bir veri yayını ve kaynağı belirlenememiştir.

Sakarya ilini içine alan TR42 Düzey 2 Bölgesinde (Kocaeli, Sakarya, Düzce, Bolu, Yalova) 2019 yılında işgücüne katılım oranı ortalama % 54,1 seviyesinde iken kadınlarda bu oran %34,3 gibi düşük bir seviyede ve erkeklerde ise %74,3'dür. İşsizlik %13,5 iken istihdam oranı ortalamada %46,8, kadınlarda %28,6 ve erkeklerde %65,4'dür (İŞKUR İPA Sakarya 2020). Kadınların işgücüne ve istihdama katılma oranı düşüktür. Özellikle turizm sektörünün kaliteli hizmet vermesi, gelişmesi ve iklim değişikliğine uyum kapasitesi geliştirmesi için bölgede hizmetler sektörünün tamamında kadın istihdam oranının çok daha yüksek olması gereklidir (https://media.iskur.gov.tr/45197/sakarya.pdf).Sakarya'da SGK tarafından yayınlanan 2020 yılı Yıllık İstatistik Raporuna göre turizm sektörüyle yakından ilgili sektörlerdeki işyeri ve sigortalı sayıları ile bunların toplam işyeri ve sigortalı sayısına oranı Tablo 11-5'de verilmiştir. Buna göre konaklama, yeme içme, seyahat acentesi ve eğlence faaliyetlerinde yer alan firma sayısı 2079 iken bunların sigortalı çalışan sayısı 11.592'dir. İl genelinde tüm NACE kodlu işletme tiplerinin %8,7'sini ve bu işletmelerde çalışanların ise %6,0'ını verilen sektörler oluşturmaktadır. İl genelinde en yüksek işletme ve personel sayısı perakende ticaret sektöründeyken ikinci sırada inşaat sektörü gelmekte ve bunu kara taşımacılığı takip etmektedir.

Tablo 11-5. Sakarya Zorunlu Sigortalıların Faaliyet Grubuna Göre Dağılımı (SGK 2021)

Faaliyet kodu	Faaliyet Grupları (NACE Rev.2)	İş yeri	Sigortalı	%	%
55	Konaklama	237	2600	0,99	1,34
56	Yiyecek ve İçecek Hizmeti Faal.	1675	8484	6,97	4,36
79	Seyahat Acentesi, Tur Oper. Rez. Hiz	56	129	0,23	0,07
93	Spor, Eğlence Ve Dinlence Faal.	111	379	0,46	0,19
Turizm Top		2079	11592	8,7	6,0
Sakarya Top		24034	194600		

2020 yılı (sonu) Aralık ayında SGK sigortalı istatistikleri ele alındığında Sakarya il genelinde sigortalı sayısı ve açık işlerin sektörel dağılımları Tablo 11-6 ve Tablo 11-7'de verilmiştir.

Tablo 11-6. Sakarya ili sigortalı sayısı

Gösterge	Sayı/Tutar
İşyeri Sayısı	24.034
Kamu	584
Özel	23.450
Sigortalı Sayısı	194.600
Kamu	17.428
Özel	177.172
Erkek	138.304
Kadın	52.296

Tablo 11-7. 2020 yılında Sakarya'da açık iş sayısı en yüksek olan meslekler

Meslek	Açık İş Sayısı
Beden İşçisi (Genel)	14.181
Temel İmalat (Talaşlı) ve Montaj Eleman	2.471
Gazaltı (Mıg-Mag) Kaynakçısı	1.851
Yüzey Boyama Elemanı	1.142
Büro İşçisi	574
Satış Danışmanı / Uzmanı	415
Garson (Servis Elemanı)	339
Büro Memuru (Genel)	271
Şoför-Yük Taşıma	256
Ön Muhasebeci	244

Sakarya ilinde 2020 yılında 14.181 kişilik açık iş ilanı, işverenler tarafından İŞKUR'a iletilmiştir. Bu sayının içinde, ilk sırada 2.471 açık iş ile Beden İşçisi (Genel) mesleği bulunmaktadır. Toplam açık iş sayısı içerisinde bu mesleğin payı %47,2 seviyesindedir. Bu mesleği Temel İmalat (Talaşlı) Ve Montaj Eleman ve Gazaltı (Mıg-Mag) Kaynakçısı meslekleri takip etmektedir. İŞKUR'un işe yerleştirme sayılarına bakıldığında (Tablo 11-8) da yine beden işçilerinin ilk iki sırada olduğu görülmektedir.

Tablo 11-8. Sakarya 2020 yılında İşe yerleştirme sayısı en yüksek olan meslekler

Meslek	İşe Yerleştirme Sayısı
Beden İşçisi (Genel)	11.901
Temel İmalat (Talaşlı) ve Montaj Eleman	2.014
Gazaltı (Mıg-Mag) Kaynakçısı	1.198
Yüzey Boyama Elemanı	916
Kablo Ağı Bantlama Elemanı	908
Büro İşçisi	540
Konfeksiyon İşçisi	450
Satış Danışmanı / Uzmanı	402
Market Elemanı	370
Büro Memuru (Genel)	280

Sakarya ilinde 11.901 kişilik işe yerleştirmeyle Beden İşçisi (Genel) mesleği ilk sırada yer almaktadır. Bu sayı toplam işe yerleştirme içinde yüzde 49,1'lik paya sahiptir. Bu mesleği Temel İmalat (Talaşlı) Ve Montaj Eleman ve Gazaltı (Mıg-Mag) Kaynakçısı meslekleri takip etmektedir. 2020 yılında Sakarya'da erkeklerin ve kadınların en çok Beden İşçisi (Genel), erkeklerin ikinci sırada Temel İmalat (Talaşlı) Ve Montaj Elemanı mesleklerinde işe yerleştirildiği, kadınların ise ikinci sırada Kablo Ağı Bantlama Elemanı mesleklerinde işe yerleştirildiği görülmüştür.

2020 yılında Sakarya'da 1841 işbaşı eğitim programı düzenlenmiş olup toplam 8294 kişi programlara katılmıştır. Toplam katılımcıların içinde kadınların payı % 49,8 iken erkeklerin payı ise % 50,2 seviyesinde gerçekleşmiştir. İşbaşı eğitim programlarından yararlanıcı sayısına göre ilk 10 meslek Tablo 11-9'da verilmiştir.

Tablo 11-9. Sakarya 2020 Yılı İşbaşı Eğitim Programları (Yararlanıcı Sayısına Göre İlk 10 Meslek)

Meslek	İEP Yararlanıcı Sayısı
Kablo Ağı Bantlama Elemanı	1.223
Konfeksiyon İşçisi	1.135
Market Elemanı	439
Temel İmalat (Talaşlı) ve Montaj Eleman	283
Perakende Satış Elemanı (Tezgahtar)	239
Paketleme İşçisi	219
Perakende Satış Elemanı (Gıda)	206

Et ve Et Ürünleri İşlemecisi	195
Satış Danışmanı / Uzmanı	164
Garson (Servis Elemanı)	140

2020 yılında açılan ve Sakarya ilinde yararlanıcı sayısı en fazla olan işbaşı eğitim programları Kablo Ağı Bantlama Elemanı, Konfeksiyon İşçisi ve Market Elemanı mesleklerinde düzenlenmiştir. Sakarya il genelinde İŞKUR tarafından gerçekleştirilen işgücü piyasası araştırması kapsamında 976 işletme ele alınmıştır. Bu işletmelerde 98977 çalışan tespit edilmiştir. 20 ve daha fazla çalışanı olan işletmelerin sektörel dağılımı incelendiğinde (89 işletmenin) %9,1'inin doğrudan turizm sektörüyle ilgili olduğu görülmektedir (Tablo 11-10).

Tablo 11-10. Sakarya İŞKUR İPA veri derlenen şirketlerin sektörel dağılımı

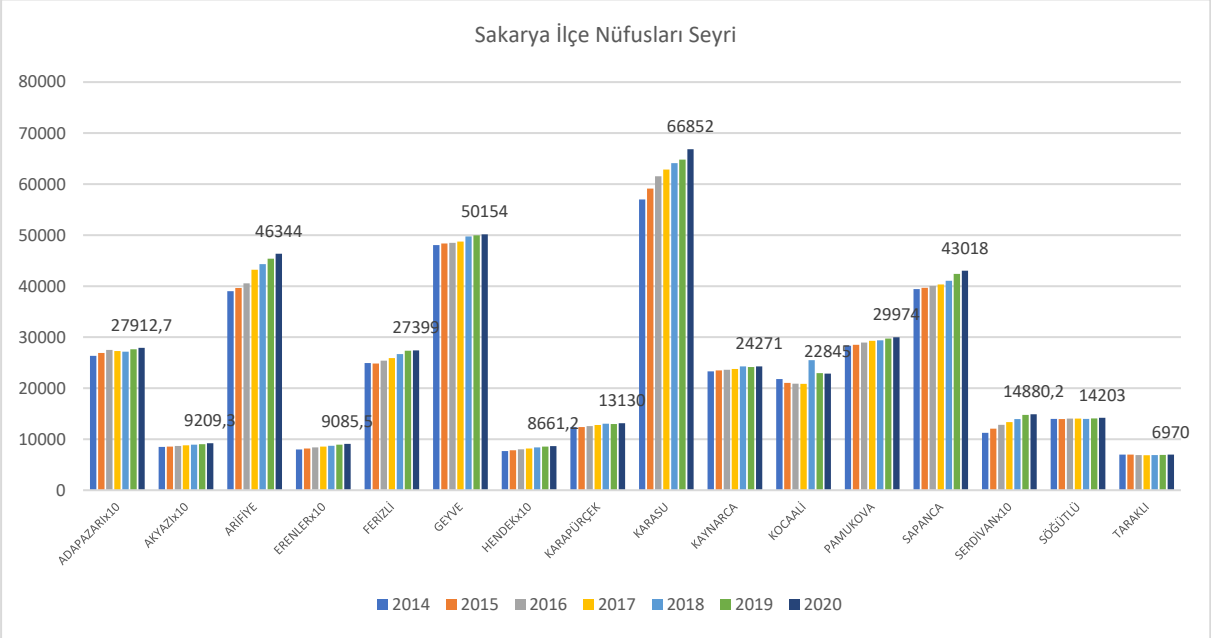
Sektörler	İşletme Sayısı	%
İmalat	390	40,0
Toptan ve perakende ticaret	196	20,1
Konaklama ve yiyecek hizmeti faaliyetleri	89	9,1
İnşaat	83	8,5
Eğitim	51	5,2
Ulaştırma ve depolama	44	4,5
İdari ve destek hizmet faaliyetleri	40	4,1
İnsan sağlığı ve sosyal hizmet faaliyetleri	28	2,9
Mesleki, bilimsel ve teknik faaliyetler	20	2,0
Diğer hizmet faaliyetleri	6	0,6
Su temini; kanalizasyon, atık yönetimi ve iyileştirme faaliyetleri	6	0,6
Bilgi ve iletişim	6	0,6
Elektrik, gaz, buhar ve iklimlendirme üretimi ve dağıtımı	5	0,5
Finans ve sigorta faaliyetleri	5	0,5
Madencilik ve taş ocakçılığı	3	0,3
Gayrimenkul faaliyetleri	2	0,2
Kültür, sanat eğlence, dinlence ve spor	1	0,1
Genel Toplam	976	100

Yukarıda verilen açık iş, işe yerleştirme ve iş başı eğitimlerinin oranlarına bakıldığında turizmle doğrudan ilgili sektörlerin oranlarının düşük olduğu görülmektedir. Yıllık bazda elde edilen verilerden hareket edildiğinde her yıl yüksek sayı ve oranda güvenlik görevlisi, satış elemanı ve genel beden işçisi aranması mevsimlik ve geçici çalışanların oranının yüksek olmasından kaynaklanmaktadır. Bunun yanında, iş başı eğitimlerinin turizm sektöründe yine düşük olması da turizm sektörü özelinde olumsuz bir durum olarak görülmektedir.

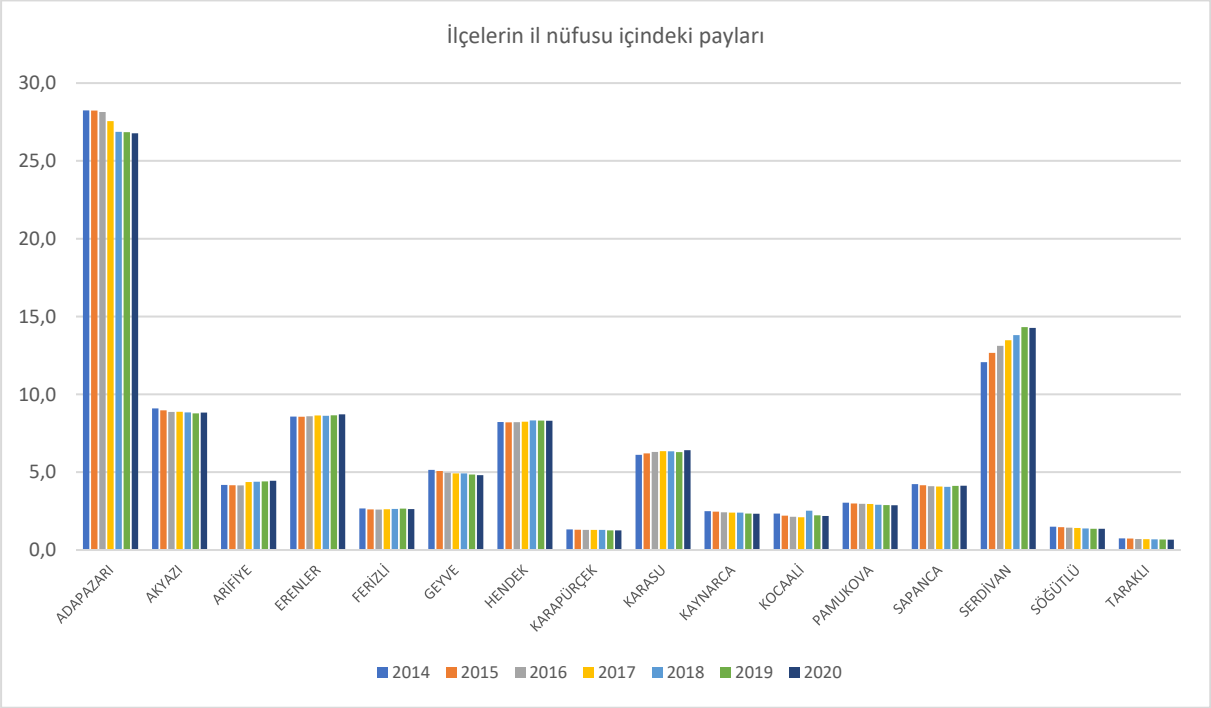
Yerel halk

Sakarya il geneli 2017 yılında hesaplanan sosyoekonomik gelişmişlik endeksi (SEGE-2017) sıralamasında 81 il içinde 11. Sırada ve 2. Kademede yer almaktadır (Sanayi Bakanlığı 2021). İlçelerin sıra, skor ve kademeleri arasındaki fark oldukça yüksektir. Bununla beraber, turizmin alt sektörlerinin de yer aldığı merkez ilçelerin (Adapazarı, Serdivan) sıralamalarının yüksek skor ve sırada olduğu da gözlenmektedir.

İlçelere göre nüfusun seyrine bakıldığında ilçelerin tamamında nüfusun artış yönlü olduğu görülmektedir. Toplamda il nüfusunun da artış eğilimi görülmektedir. Merkez ilçeler ve sanayide büyüme yakalamış ilçeler daha fazla nüfus artışı yaşamaktadırlar. Hızlı nüfus artışı beraberinde doğal kaynak tahribatını ve yapılaşmayı da getirdiği için turizme kaynak olan doğal ve kültürel değer varlıkları üzerine olumsuz etkide bulunacaktır. Bu nedenle nüfusun son dönem (5 – 10 yıllık) artış hızı ve il nüfusu içerisindeki payının seyri önem göstermektedir (**Şekil 11-2**; Şekil 11-3).



Şekil 11-2 Sakarya ilçe nüfuslarının seyri



Şekil 11-3 Sakarya ilçe nüfuslarının il nüfusu içerisindeki payı

Önceki bölümlerde verilen bilgiler ışığında ilçelere ait nüfus artış hızlarının 2020 yılında değişiklik gösterdiği ve bu değişikliğin küçük ilçelerde eksi yönlü büyük ilçelerde ise artı yönlü olduğu görülmektedir. İl genelinde nüfusun eğitim düzeyine göre dağılımına bakıldığında Tablo 11-11'de verilen ilk dört kategorinin nüfus içerisindeki payı kadınlarda çok daha yüksek olmak üzere %30'ların üzerindedir. En yüksek eğitim düzeyi oranı ortalamada ve erkeklerde lise mezunu iken kadınlarda ilkokul mezunudur. Üniversite mezunlarının oranı dördüncü sırada yer almaktadır. Turizm sektörü açısından değerlendirildiğinde istihdam edilen sektör çalışanlarının kadın ağırlıklı, eğitim seviyesinin en az lise mezunu ve ağırlama, karşılama vb. alanlarda turizm sektörü odaklı bir eğitim almış olması gereklidir. Yerel halkın ise eğitim düzeyi yükseldikçe turizm sektörü ile ilgili bakış açısı ve çevre duyarlılığı olumlu olacağı için lise eğitimi ve üstü kategorinin oranı bir gösterge olarak iklim değişikliğine uyum açısından kullanılabilecektir. Lise ve üstü eğitim oranı ise ilçelerde değişiklik göstermekle beraber merkez ilçelerde %40'ın üstünde iken diğer ilçelerde %20- 30 arasındadır. İlçeler arasında bu oranın düşük olduğu yerler turizmin gelişimi açısından duyarlılık gösterebilecektir.

Tablo 11-11. Sakarya nüfusun eğitim düzeyine göre dağılımı

İlçeler	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Toplam	Lise ve üstü %
ADAPAZARI	1789	4213	19674	59068	41063	19307	59391	34061	3156	516	242238	40,1
AKYAZI	693	2798	7468	23490	16196	8028	15620	6965	427	61	81746	28,2
ARİFİYE	197	717	3609	9682	7144	3446	11141	4410	312	49	40707	39,1
ERENLER	597	1249	6776	19726	14011	6630	18810	9498	810	88	78195	37,4
FERİZLİ	246	774	2071	7164	4999	2603	4914	1949	140	28	24888	28,3

GEYVE	148	1557	4274	14037	8187	4220	8655	4372	254	36	45740	29,1
HENDEK	523	2372	6882	20735	14360	6053	17791	8140	545	118	77519	34,3
KARAPÜRÇEK	83	421	1071	3594	2459	1281	1976	683	28	0	11596	23,2
KARASU	857	1923	5345	17495	11053	4925	10706	5700	375	24	58403	28,8
KAYNARCA	189	917	2323	7086	4272	2109	3279	1657	86	16	21934	23,0
KOCAALİ	162	1059	1831	7157	3830	1787	3598	1764	99	0	21287	25,7
PAMUKOVA	103	705	2286	8513	5359	2190	4996	2754	179	20	27105	29,3
SAPANCA	385	678	3354	8268	6204	2188	10669	5559	585	121	38011	44,6
SERDİVAN	974	1382	9410	23802	18388	7342	39447	23464	3883	1254	129346	52,6
SÖĞÜTLÜ	76	412	1114	4537	2119	1059	2588	1059	53	0	13017	28,4
TARAKLI	13	357	682	2301	1153	469	867	462	36	0	6340	21,5

1) Bilinmeyen. 2) Okuma yazma bilmeyen. 3) Okuma yazma bilen fakat bir okul bitirmeyen. 4) İlkokul mezunu. 5) Ortaokul veya dengi mezunu. 6) İlköğretim mezunu. 7) Lise veya dengi mezunu. 8) Yüksekokul veya fakülte mezunu. 9) Yüksek lisans mezunu. 10) Doktora mezunu,

	Sakarya (15+ yaş)	Toplam	Erkek	Kadın	Toplam (%)	Erkek (%)	Kadın (%)
1	Toplam	801965	398784	403181	50,00	24,86	25,14
2	Okuma yazma bilmeyen	20179	2566	17613	1,26	0,16	1,10
3	Okuma yazma bilen fakat bir okul bitirmeyen	20331	4824	15507	1,27	0,30	0,97
4	İlkokul mezunu	175257	68068	107189	10,93	4,24	6,68
5	İlköğretim mezunu	71145	39481	31664	4,44	2,46	1,97
6	Ortaokul veya dengi mezunu	151238	82602	68636	9,43	5,15	4,28
7	Lise veya dengi mezunu	219939	124871	95068	27,66	31,58	23,79
8	Yüksekokul veya fakülte mezunu	122974	64737	58237	15,47	16,37	14,58
9	Yüksek lisans mezunu	11503	6686	4817	0,72	0,42	0,30

10	Doktora mezunu	2446	1615	831	0,15	0,10	0,05
	Bilinmeyen	6953	3334	3619	0,43	0,21	0,23

Nüfusun yaş dağılımı (yaşlı ve genç bağımlılık oranı) konusunda turizm sektörünün doğrudan etkilenmesi söz konusu olmasa da turizm sektörü emek yoğun bir sektör olduğundan çalışma çağındaki nüfusun yüksek oranı turizm açısından oldukça önemlidir. Bu nedenle ilçeler özelinde 15 – 64 yaş arası nüfusun oranı uyum kapasitesine ve duyarlılığa dair bir gösterge olarak kullanılabilmektedir. Bu açıdan Sakarya il genelinin ve ilçelerin nüfus yaş aralıkları Tablo 11-12'de verilmektedir. İl genelindeki verilere göre 15-64 yaş aralığı nüfusun oranı %67'nin üzerindedir.

Tablo 11-12. Sakarya il nüfusunun yaş aralıklarına göre dağılımı

İlçeler	0-14	15-64	65+	0-14 %	15-64%	65+%
ADAPAZARI	60347	191591	27189	21,6	68,6	9,7
AKYAZI	20080	62001	10012	21,8	67,3	10,9
ARİFİYE	10367	32178	3799	22,4	69,4	8,2
ERENLER	20737	62168	7950	22,8	68,4	8,8
FERİZLİ	5474	18852	3073	20,0	68,8	11,2
GEYVE	10271	33471	6412	20,5	66,7	12,8
HENDEK	18745	58940	8927	21,6	68,1	10,3
KARAPÜRÇEK	3071	8748	1311	23,4	66,6	10,0
KARASU	13471	45329	8052	20,2	67,8	12,0
KAYNARCA	4841	16261	3169	19,9	67,0	13,1
KOCAALİ	3704	15459	3682	16,2	67,7	16,1
PAMUKOVA	6400	20019	3555	21,4	66,8	11,9
SAPANCA	8892	29610	4516	20,7	68,8	10,5
SERDİVAN	31666	106636	10500	21,3	71,7	7,1
SÖĞÜTLÜ	2508	9426	2269	17,7	66,4	16,0
TARAKLI	1384	4397	1189	19,9	63,1	17,1

11.3.2. Turizm Değerleri (Çekicilikleri)

Yaratıcı Endüstriler

Bu kategoride yer alan el sanatları üreticileri, hediyelik eşya üretimi ve satışı, yerel sanatçılar ve pazarlar ve bu alt sektörlerde yer alan aktörler turizmin yerelde benimsenmesinde, turizm değerlerine sahip çıkılmasında ve turist memnuniyetinin artmasında son derece önemli bir rol oynamaktadır. Buna ilave olarak, turizm gelirlerinin tabana yayılması ve böylece yerel halkın da hem turizm ürünlerinin üreticisi hem de kullanıcı hale gelmesine büyük katkı sağlar. Ek 2'de verilen Zorunlu Sigortalıların Faaliyet Grubuna Göre Dağılımı (SGK 2021) tablosunda NACE kodu 90 olan Yaratıcı Sanatlar, Eğlence Faaliyetlerinde sigortalı işçi çalıştıran işletme sayısı Sakarya'da 7 olup 53 kişi istihdam edilmektedir. Toplam işletmelerin ve istihdam edilenlerin ise %0,03'ünü oluşturmaktadır. Bu göstergenin ilçeler

özelinde veri sunmaması nedeniyle mekânsal dağılımı bulunmasa da iller özelinde önemli bir gösterge olarak kullanılması gerekmektedir.

Turizm Varlıkları

Sakarya, Türkiye'nin Doğu Marmara (TR42 Düzey 2) Bölgesi'nde yer almaktadır. 2019 yılında tesise giriş sağlayan 45.521 yabancı ve 417650 toplam turisti ağırlamıştır. Toplam geceleme 780280'dir. 2021 yılında ise tesise giriş sağlayan 28.082 yabancı ve 358,600 yerli olmak üzere toplam 386.682 turisti ağırlamıştır. Toplam geceleme 747.865'dir. Kişi Başına Gayri Safi Yurtiçi Hasıla il geneli (TÜİK, 2018, 2019) sırasıyla 9225 USD olarak gerçekleşmiş ve ülke ortalaması olan 9213 USD'den daha yüksek bir seyir göstermiştir.

Sakarya'da deniz – kum – güneş, tarih – kültürel miras ve doğa – macera sporları gibi alternatif turizm tipleri için de potansiyel mevcuttur. İl Kültür ve Turizm Müdürlüğünün internet sayfasından elde edilen bilgiler ışığında hazırlanan Tablo 11-13'te de doğa temelli turizm etkinlikleri, yayla turizmi ve macera sporları başta olmak üzere çeşitli turizm faaliyetlerine ilde imkân olduğu görülmektedir. Türkiye'nin en uzun ikinci sahiline sahip Karasu'da mavi bayraklı 1 plaj bulunmaktadır.

Tablo 11-13. Sakarya'da yürütülen turizm faaliyetleri ve çekicilikleri

Karasu Plajı	Geyve-Bağcağız-Bakacak Tepe-Orman Gözetleme Kulesi	Pamukova-Kemaliye-Patlak Pınarı
Kocaali Plajı	Geyve-Melekşeoruç-Kırca Yaylası-Kaymakamsuyu Mağarası	Kaymakam Suyu
Melenağzı Plajı	Geyve-Setçe-Belpınar-Karagöl Yaylası	Sapanca Kırkpınar Beldesi
Akarsu Kanosu	Geyve-Setçe-Hamzapınar-Karagöl Yaylası	Sapanca-Akçay-Fevziye-Küçük ve Büyük Yayla
Off - Road Serdivan Tepeleri	Hendek-Dikmen Yayla ve Zirve	Sapanca-Erdemli-Kadıpınar
Ralli	Hendek-Dikmen Yayla-Öküzova Yayla	Sapanca-Kırkpınar-Kedikaya
Melen Çayı Rafting	Karagöl Yaylası Yamaç Paraşütü	Sapanca-Nailiye-Balkaya
Kürek, Su kayağı, Yelken	Karapürçek-Mecidiye Şelalesi	Sapanca-Soğucak Şelalesi
Serdivan Yamaç Paraşütü	Karapürçek-Uludere-Seyir Alanı	Taraklı-Doğancıl-Obrangıç Tepe
Akyazı-Bıçkıdere-Ahmediye	Pamukova Kırca Yaylası	Taraklı-Karagöl-Yanık ve Beykübet Yaylaları
Akyazı-Davlumbaz Yayla-Sülüklü Göl	Pamukova-Çilekli-İnönü ve Ercuva Yaylaları	Geyve-Alifuatpaşa-Hocalar
Akyazı Akbalık Yarış Alanı	Pamukova-Eski Yayla-Kaymakamsuyu Mağarası	Sapanca-Yanık Dere

https://sakarya.ktb.gov.tr/TR-111267/turizm-aktiviteleri.html

İlde ayrıca doğa yürüyüş parkurları, su sporları altyapısı, yamaç paraşütü ve kamp imkanları da mevcuttur. Tarih ve kültürel miras açısından önemli varlıklar da bulunmaktadır (Justinianus Köprüsü

gibi). İl 12 aya yayılabilecek turizm tiplerini barındırdığından turizmin sürdürülebilir biçimde planlı gelişmesi için termal turizm odaklı "Turizm Merkezleri ve Kültür ve Turizm Koruma ve Gelişim Bölgeleri" ilan edilmiştir (Tablo 11-14).

Tablo 11-14. Sakarya İlindeki Kültür -Turizm Koruma ve Gelişim Bölgeleri ile Turizm Merkezleri

SIRA NO	TM NO	TM/KTKGB ADI	ALAN (HA)	TM/KTKGB	İL	İLÇE	TEMA	RESMİ GAZETE TARİH	RESMİ GAZETE SAYI	BAKANLAR KURULU TARİH	BAKANLAR KURULU SAYI
201	291	Sakarya Akyazı-Kuzuluk Termal TM	5049,51	TM	SAKARYA	Akyazı	Termal	16.12.2006	26378	4.12.2006	2006/11354
202	351	Sakarya Taraklı Termal TM	1027,84	TM	SAKARYA	Taraklı	Termal	20.01.2013	28534	17.12.2012	2012/4153
142	267	Kocaeli Sakarya Kıyı Bandı KTKGB	21579,86	KTKGB	KOCAELİ-İSTANBUL-SAKARYA	Şile, Kandıra, Kaynarca	Kıyı	8.12.2006	26370	20.11.2006	2006/11264

Kaynak: https://yigm.ktb.gov.tr/TR-9669/ktkgb-ve-turizm-merkezleri.html

Etkinlikler

Günübirlik etkinlikler, festivaller ve turlar bir destinasyonda turistin kalış sürelerinin uzamasına ve harcamalarının artmasına neden olmaktadır. Bu nedenle, yerel rehberler, organizatörler ve animatörler gibi meslek gruplarının varlığı ve sayısı önemli bir gösterge olmaktadır. Bununla beraber, ilçeler özelinde objektif ve doğrulanabilir bir veri kaynağı olmadığı için bu verinin de gösterge olarak kullanılması mümkün görünmemektedir. Doğa Koruma ve Milli Parklar (DKMP) Genel Müdürlüğü tarafından hazırlanan Sakarya İli Tabiat Turizmi Master Planı (2013 – 2023) içerisinde mümkün olan tüm turizm etkinlikleri verilmiştir. (https://bolge1.tarimorman.gov.tr/Documents/menu-dosyalar/Do%C4%9Fa%20Turizmi%20Master%20Planlar%C4%B1/SAKARYA%20TTMP.pdf).

11.3.3. Hizmet Kalitesi

Turist memnuniyetinin sağlanmasında en önemli unsurlardan biri olan hizmet kalitesi turist sayısı, sadakati ve turizm gelirlerinin artmasında ana rolü oynamaktadır. Verilen vaatlerden hareket ederek hizmet kalitesinin beklendiği şekilde sunulması bir turizm destinasyonunun imajına büyük katkılar sağlarken vaatlerin gerçekleşmemesi ise tam tersi etki yapacaktır. Hizmet kalitesini sağlama açısından görev alan aktörler iklim değişikliği tehlikelerinden etkilenme açısından hem duyarlılık gösterecek hem de uyum kapasitesi geliştirebilecek durumdadır. Hizmet kalitesiyle ilgili olarak bir destinasyonda sosyal sermaye bileşenleri, hizmetlere ve fiziksel altyapıya erişim ve tesisleşme başlıkları kapsayıcı biçimde ele alınarak iklim tehlikelerine karşı durumları ve mümkün olan göstergeleri ele alınmıştır.

Sosyal Sermaye

Bir destinasyonda sosyal sermayenin güçlü olması o destinasyonda turizm sektörünü yerel halkın benimsemesini kolaylaştırır. Aynı alt sektörde çalışan aktörlerin iş birliklerini ve kaliteli hizmet vermelerini sağlar. Ortak tanıtım ve pazarlama faaliyetleri gerçekleştirilir. Bu nedenle, bu başlık altında

tematik olarak bir sınıflama yapılarak Tanıtım Pazarlama ve Kalite Güvencesi konularında faaliyet göstermesi beklenen aktörlerden bahsedilmiştir.

Tanıtım ve Pazarlama

Bir destinasyonun tanıtım ve pazarlamasıyla ilgili en fazla çaba harcayan aktörler başta seyahat acenteleri, yerel basın – medya, turizm birlikleri, sorumlu kamu kurumları ve turizm amaçlı kurulan STK'lardır. Seyahat acenteleri doğrudan turistle temas ederek bire bir tanıtım ve ikna yolunu seçerken yerel basın ulusal ve uluslararası ölçekte ilgi çekerek bir hedef kitle oluşturmaya çalışmaktadır. Diğer kurum ve sivil toplum ise imkanları ölçüsünde tanıtıma katkı sağlamaktadır. Seyahat acenteleri, turizm potansiyellerinin bir destinasyon olarak dünya genelinde tanıtımı ve pazarlanması noktasında önemli roller üstlenmektedir. Acenteler, gerek yurt dışından gelen misafirlere gerekse de iç pazarda hizmet verdikleri vatandaşlarımıza sundukları kaliteli hizmetlerle misafir memnuniyetini artırmakta ve turizmin gelişmesine katkı sağlamaktadır. Sakarya'da Turizm İşletme Belgeli 73 seyahat acentesi bulunmaktadır. Bunlardan A Grubu olanların sayısı 67 ve C Grubu sayısı 6 tanedir (Sakarya İl Kültür Turizm Müdürlüğü; http://yatirimisletmeleruygulama.kultur.gov.tr/Acente.Web.Sorgu/Sorgu/acentesorgu) Gazete, dergi, internet haber siteleri gibi yerel basın kuruluşları, turizm değerlerinin korunması, yerelde turizme, çevreye ve iklim değişikliğine yönelik bilinç seviyesinin yükseltilmesine katkı sağlamaktadır. Bu nedenle, özellikle etki zincirinde uyum kapasitesinin yerelde bir göstergesi olarak yerel gazete sayısı bir gösterge olarak kullanılabilir. Sakarya ili genelinde faaliyet gösteren yerel gazeteler Tablo 11-15'te verilmiştir.

Tablo 11-15. Sakarya'da faaliyet gösteren yerel gazeteler

Gazete isimleri	Ada Tavır	Can Ses
Sakarya Yeni Haber	Hendek Haber	Akyazı
Sakarya Medya	Hendek Gündem	Ne Haber 54
Ada Postası	Bizim Hendek	Sakarya Olay Haber
Adapazarı Akşam Haberleri	Sakarya 24 Haber	Akyazı Halkın Sesi
Medyabar	Karasu Haber	Geyve Medya
Bizimsakarya	Kaynarca Haber	Geyve Yöresi
Sakarya Rehberim	Spor Expres	Pamukova Haber
Sakarya'dan Haber	Haberlisin	Pamukova Halk
Akyazı Haber	Akyazı Havadıs	Kocaali
Haberhendek	Yeni Sakarya	

Turizm sektörüyle yakın ve uzaktan ilgili olanlar dahil tüm sivil örgütler ve kooperatifler destinasyonlarda hizmet standart ve kalitesinin sağlanmasında çok önemli roller oynar. Özellikle ticari faaliyet yürütmek amacıyla kooperatifleşme sektörde rekabeti ve risklere karşı direnç ve uyumu da arttırır. Bu nedenle ilçelere göre kooperatif sayısı ve turizme destek olan kooperatiflerin bunlar içindeki oranı sosyal sermaye açısından önemli bir gösterge olabilir. Sakarya il genelinde kooperatiflerin ilçelere

göre dağılımı dikkate alındığında[17] ilçeler özelinde en fazla sayıda kooperatifin tüketim ve motorlu taşıyıcılar konularında olduğu ayrıca Adapazarı, Hendek ve Akyazı'da sırasıyla 79, 44 ve 26 kooperatifin olduğu ve turizm geliştirme kooperatiflerinin ise sadece Hendek (1) ve Sapanca'da bulunduğu 5 dikkati çekmektedir.

Kalite Güvencesi

Kooperatiflerle beraber turizm sektörüyle yakın veya uzaktan ilgili kar amacı güden ya da gütmeyen sivil örgütler kalitenin geliştirilmesi ve sürdürülmesi açısından önemli roller üstlenebilir. Sosyal sermaye göstergesi olarak turizm sektörüyle ilgili faaliyet gösteren dernek sayıları önemli bir gösterge olabilir. Turizm, çevre, spor, kültür gibi temalarda faaliyet gösteren derneklerin turizm sektörünün gelişmesi, yerel halkın turizm ve turizm değerleri konusunda bilinçlendirilmesi konusunda önemli katkılar sağlayarak uyum kapasitesini arttıracağı beklenmektedir. Sakarya'da ilçelere ve faaliyet alanlarına göre derneklerin dağılımı incelendiğinde[18] en yüksek dernek sayısı Adapazarı (597), Akyazı (202) ve Serdivan'da (200) iken kültür, sanat ve turizm dernekleri en çok yine Adapazarı (26), Karasu (7) ve Sapanca'da (6) bulunmaktadır.

Erişilebilirlik

Erişilebilirlik kavramı metodolojik olarak enerji, su, atık gibi altyapı hizmetlerine ve sağlık, bankacılık alışveriş gibi genel destek hizmetlerine erişim olarak ele alınırken ilave olarak bir destinasyona ulaşımı da ifade ettiği için bu başlık altında ulaşım modlarıyla ilgili bilgiler derlenerek uygun göstergelerle ifade edilmeye çalışılmıştır.

Hizmet (Altyapı)

Hizmete erişim konusunda su, enerji, iletişim, sağlık, bankacılık, alışveriş ve atıklara dair sunulan hizmetlere erişim dikkate alınmıştır. Su ve atıklarla ilgili belediye hizmetleri beraber ele alınmıştır. Uygun göstergeler elde edilmeye çalışılmıştır.

Su ve Atıklar

2018 yılı itibariyle, Sakarya'da atıksu arıtma tesisi ile hizmet verilen belediye nüfusunun toplam belediye nüfusuna oranı %76 olup Türkiye ortalaması olan %79'dan düşüktür. Bu oran Sakarya İl Çevre Durum Raporu (2020) verilerinde %73,1 olarak görülmektedir. Yine, 2018 yılı itibariyle, Sakarya'da kanalizasyon şebekesi ile hizmet verilen belediye nüfusunun toplam belediye nüfusuna oranı %76 olup Türkiye ortalaması olan %91'in altındadır. Bu değerlerle il genelinin turizm açısında iklim tehlikelerine altyapı olarak tam hazır ve uyumlu olmadığını göstermekte ve hizmete erişim açısından yapılması gereken çalışmaların olduğunu göstermektedir. İlçeler özelinde verilere TÜİK veri portalında ve İl Çevre Durum Raporlarında rastlamamıştır (Tablo 11-16).

Tablo 11-16. İllere göre bazı çevre göstergeleri

Göstergeler	Muğla	Sakarya	Konya	Samsun
İçme ve kullanma suyu şebekesi ile hizmet verilen nüfusun belediye nüfusu içindeki oranı (%)	95	100	99	96

[17] https://Koopbis.Gtb.Gov.Tr/Portal/Kooperatifler

[18] https://www.siviltoplum.gov.tr/illere-ve-faaliyet-alanlarina-gore-dernekler

Göstergeler	Muğla	Sakarya	Konya	Samsun
Kişi başı ortalama belediye atık miktarı (kg/kişi-gün)	1,95	1,08	1,07	0,98
Kanalizasyon şebekesi ile hizmet verilen belediye nüfusunun toplam belediye nüfusuna oranı (%)	77	76	90	77
Belediyelerde kişi başı günlük atıksu miktarı (litre/kişi-gün)	254	174	150	170
Belediyelerde kişi başı çekilen günlük su miktarı (litre/kişi-gün)	403	332	211	246
Atık hizmeti verilen nüfusun toplam nüfus içinde oranı (%)	98	99	100	84
Belediyelerde kanalizasyon şebekesinden deşarj edilen atıksu miktarı (1000 metreküp/yıl)	68989	48899	108571	63921
Toplam çekilen su miktarı (1000 m3/yıl)	135108	122350	168171	115298
Atık hizmeti verilen nüfusun belediye nüfusu içinde oranı (%)	98	99	100	84
Belediyeler tarafından arıtılan atıksu miktarı (1000 metreküp/yıl)	68989	48899	90571	55045
İçme ve kullanma suyu arıtma tesisi ile hizmet verilen nüfusun belediye nüfusu içindeki oranı (%)	24	70	22	80
Toplanan atık miktarı (1000 ton)	674	394	857	402
Atıksu arıtma tesisi ile hizmet verilen belediye nüfusunun belediye nüfusu içindeki payı (%)	77	76	75	66
Toplam arıtılan içme ve kullanma suyu miktarı (1000 m3/yıl)	34299	85114	37435	95459
Belediyelerde içme ve kullanma suyu şebekesi için çekilen yüzey suyu miktarı (1000 m3/yıl)	33710	73003	39433	94431
Belediyelerdeki toplam atıksu arıtma tesisi sayısı	29	6	29	17
Çöp depolama sahalarında bertaraf edilen belediye atık miktarı (1000 ton)	674	394	857	402
İçme ve kullanma suyu şebekesi için çekilen yeraltı suyu miktarı (1000 m3/yıl)	101398	49347	128738	20866
Fiziksel atıksu arıtma tesisi sayısı	-	-	-	1
Biyolojik atıksu arıtma tesisi sayısı	10	2	13	13
Gelişmiş atıksu arıtma tesisi sayısı	18	5	7	3
Doğal su arıtma sistemi sayısı	1	-	9	-

Kaynak: TÜİK 2021

Sakarya'da kentsel atıksu arıtma durumuyla ilgili bilgiler Tablo 11-17'de verilmiştir. Buna göre, ilçeler özelinde çoğunlukla atıksu arıtılarak deşarj edilmektedir.

Tablo 11-17. Sakarya ilinde 2019 yılı itibariyle kentsel atıksu arıtma tesislerinin durumu (SASKİ, 2019)

	Belediye Atıksu Arıtma Tesisi	Mevcut Kapasitesi(m^3/gün)	Arıtılan/Deşarj Edilen Atıksu Miktarları(m^3/sn)	Deniz Deşarjı
Adapazarı	V	198.800	0,967	Yok
Akyazı	V	13.970	0,117	Yok
Hendek	V	12.970	0,131	Yok
Geyve	V	7.459	0,119	Yok
Karasu	V	9.491	0,131	Yok
Kocaali	V	2.080	0,031	Yok
Taraklı	Yok			Yok
Kaynarca	Yok			Yok

Sakarya ilinde 2019 yılı için il/ilçe belediyelerince toplanan ve yerel yönetimlerce (Büyükşehir Belediyesi/Belediye/ Birliklerce) yönetilen belediye atığı miktarı ve toplama, taşıma ve bertaraf yöntemleri Tablo 11-18'de verilmiştir. Mevsimlere göre ilçelerin katı atık üretim miktarlarında dalgalanma görülmektedir.

Tablo 11-18. Sakarya ilinde 2019 yılı için il/ilçe belediyelerince toplanan ve yerel yönetimlerce (Büyükşehir Belediyesi/Belediye/ Birliklerce) yönetilen belediye atığı miktarı ve toplama, taşıma ve bertaraf yöntemleri

İlçeler	Toplanan Ortalama Katı Atık Miktarı		Kişi Başına Atık mik. (kg/gün)		Düzenli Depolama
	Yaz	Kış	Yaz	Kış	
Adapazarı	258,33	232,3	0,93	0,83	Var
Arifiye	47,63	45,8	1,03	0,99	Var
Erenler	82,12	73,56	0,9	0,81	Var
Ferizli	24,07	21,9	0,88	0,8	Var
Hendek	72,58	64,91	0,84	0,75	Var
Kaynarca	16,61	13,25	0,68	0,55	Var
Sapanca	53,86	44,7	1,25	1,04	Var
Serdivan	153,38	141,25	1,03	0,95	Var
Söğütlü	12,72	11,2	0,9	0,79	Var
Akyazı 1. Bölge	97,77	88,27	1,06	0,96	Var
Karasu 2. Bölge	94,94	63,63	1,06	0,71	Var
Geyve 3. Bölge	52,36	42,94	1,04	0,86	Var

İl	966,37	843,71			Var

*Belediye (B), Özel Sektör (OS), Belediye Şirketi (BŞ) Kaynak: İl Çev. Dur. Rap 2020.

Enerji

Turizm sektöründe özellikle elektrik enerjisi ısıtma ve soğutma amaçlı kullanılmaktadır. Enerji kullanımının yıllara göre artması ve iklim tehlikelerinin de günümüzde ve gelecekte buna katkı sağlaması üzerinde durulması gereken önemli bir konudur. İlçeler özelinde bir elektrik kullanım verisi elde edilmediği için il geneli verileri ışığında analiz yapılmaktadır. Sakarya ili özelinde elektrik kullanımı sanayi, mesken ve ticarethanede daha fazla olmak üzere yıllara göre artış göstermektedir[19].

İletişim

İletişim altyapısının iyi durumda olması turist memnuniyeti açısından son derece önemlidir. Hem ülke genelinde hem de Sakarya'da teknolojik gelişmeleri takiben iletişim araçlarının çeşidinin ve internet kullanım türlerinin arttığı görülmektedir (Bknz: iletişim sektörü bölümü).

Sağlık

Sağlık hizmetlerine turistin erişimi hem sağlık turizmi hem de turistin sağlığı açısından çok önemlidir. Sağlık hizmetlerinin yurt dışı hastalara verilmesi ilave gelir getirirken acil durumlarda turistin tedavisinin yapılması da destinasyon imajı açısından önemlidir. Sağlık Bakanlığı verilerine göre Sakarya kişi başı göstergelerde ülke ortalamalarından daha iyi durumdadır (Tablo 11-19).

Tablo 11-19. Sakarya bazı sağlık göstergeleri

	Hastane Sayısı	Yatak Sayısı	10.000 Kişiye Düşen Yatak Sayısı	Nitelikli Yatak Sayısı	Yoğun Bakım Yatak Sayısı	Nitelikli Yatak Oranı (Yoğun Bakım Yatakları Dahil Değildir.)	10.000 Kişiye Düşen Yoğun Bakım Yatak Sayısı	Aile Hekimliği Birimi Sayısı	Aile Hekimliği Birimi Başına Düşen Nüfus
Sakarya	19	1.936	18,8	1.479	316	91,3	3,1	314	3.279
Türkiye	1.538	237.504	28,6	147.655	39.955	74,7	4,8	26.476	3.141

Özel sağlık hizmetlerinin varlığı ve kalitesi turizm açısından önemli bir avantajdır. Özel sağlık tesislerinin sağlık turizmine yönelik yurtdışı hasta birimine sahip olmaları da turizmin çeşitlenmesi ve gelirlerin artması açısından son derece önemlidir. Sadece büyük hastanelerin değil özel kliniklerin de olması sağlık turizmi ve turistin sağlığı açısından uyum kapasitesi göstergesi olabilir. Bu sektörün gelişmiş olması yerel istihdamı arttırırken ayrıca turizm gelirlerinin de artmasını sağlayacaktır.

Temmuz 2020 itibariyle, Sakarya'da 14'ü kamu hastanesi, 5'i özel hastane olmak üzere toplam 19 hastane bulunmaktadır. Kamu hastanelerinde 1.638 hasta yatağı, özel hastanelerde 312 hasta yatağı olmak üzere toplam 1.950 yatak mevcuttur. İl 10.000 kişiye düşen hasta yatak sayısı bakımından

[19] https://www.epdk.gov.tr/Detay/DownloadDocument?id=5vp+DUBrBDY

Türkiye ortalamasının altında bulunmaktadır. İlde 900'ü kamu hastanelerinde, 299'u özel hastanelerde olmak üzere toplam 1.199 doktor bulunmaktadır İl 10.000 kişiye düşen doktor sayısı bakımından Türkiye ortalamasının altında bulunmaktadır (İl Brifingi http://sakarya.gov.tr/kurumlar/sakarya.gov.tr/y_site/sakarya/brifing/brifing_072020.pdf) Sakarya'da bulunan özel hastanelerin büyük bölümü kent merkezinde bulunmaktadır[20].

Bankacılık

Bankacılık faaliyetlerinin bir destinasyonda sürdürülmesi ve olumlu göstergelere sahip olması turizm ve iklim tehlikeleri açısından uyum kapasitesinin olumlu olduğunu göstermektedir. Hem sermaye birikiminin olduğu hem de turistlere hizmet sunma noktasında fayda sağladığı düşünülmelidir. Sakarya il geneli, İllere Göre Şube Başına Ortalama Nüfus, ATM Başına Ortalama nüfus, 31.12.2020 İtibarıyla İllere Göre ATM, POS ve Üye İşyeri Sayısı, İllerde Faaliyet Gösteren Banka Sayısı, İllere Göre Şube Sayıları konusunda Türkiye Bankalar Birliğinin istatistiklerine göre genelde olumlu özellikler göstererek on yedinci sırada yer almaktadır. İlçelere göre bankacılık verileri elde edilememiş olsa da ilçelere göre banka şubesi sayıları Tablo 11-20'de verilmiştir.

Tablo 11-20. İlçelere göre banka şubeleri sayısı

İlçe	Şube sayısı
Adapazarı	42
Akyazı	11
Arifiye	5
Erenler	12
Ferizli	2
Geyve	4
Hendek	8
Karapürçek	1
Karasu	8
Kaynarca	4
Kocaali	2
Pamukova	3
Sapanca	6
Serdivan	11
Söğütlü	1
Taraklı	1
https://www.trbanka.com/sakarya-banka-subeleri.html	

[20] https://sakaryaism.saglik.gov.tr/TR-20780/ozel-hastane-ve-kuruluslar.html?Sayfa=2

Alışveriş

Alışveriş ihtiyacını özellikle yerel üreticiden ve ürünlerden karşılama konusunda olumlu özellikler gösteren destinasyonlar turizmin sürdürülebilirliği ve uyum kapasitesi açısından daha avantajlıdır. Bu nedenle, turistin alışveriş yapabileceği çarşıların ve semt pazarlarının sayısı bir gösterge olarak kullanılabilir. Ticaret Bakanlığı bünyesinde hal.gov.tr adresinde çeşitli illerin ilçelerinde kurulan semt pazarları istatistik olarak verilse de Sakarya'nın ilçelerine ait verilere erişilememiştir[21].

Ulaşım (Taşımacılık)

Ulaşım bir destinasyona erişimde kolaylık anlamına gelmektedir. Burada önemli olan alternatif ulaşım tiplerinin kullanılabilmesidir. Bu nedenle çoklu ulaşım modlarına sahip destinasyonlar daha avantajlıdır ve iklim tehlikeleri açısından daha yüksek uyum kapasitesine sahiptir.

Hava, Kara ve Deniz yolları

Sakarya'da kara ve deniz yolu ulaşımı mümkündür. İlde havalimanı bulunmamaktadır. Türkiye'ye Gelen Yabancı Ziyaretçilerin Sınır Kapılarının Bağlı Olduğu İllere Ve Taşıt Araçlarına Göre Dağılımı – 2019 verisine göre Sakarya'ya 8.821 yabancı ziyaretçi deniz yoluyla gelmiştir (Tablo 11-21). Sakarya il sınırları içerisinde bulunan karayolu uzunlukları yine ulaşım/iletişim sektörü ile ilgili bölümde verilmektedir.

Tablo 11-21. Türkiye'ye gelen yabancı ziyaretçilerin sınır kapılarının bağlı olduğu illere ve taşıt araçlarına göre dağılımı – 2019

İl	Deniz	Hava	Toplam	Artış
SAKARYA	8 821	-	8 821	0,02
SAMSUN	31 673	43 262	74 935	0,17

11.3.4. Tesisleşme

Konaklama ve yeme – içme gibi tesis altyapısı turizm arzını sağlayan ve turist memnuniyetini merkeze alan en önemli destinasyon bileşenlerindendir. Konaklama tesislerinin ve turizm sektörüyle ilişkili alt sektörlerin ilçeler özelindeki büyüklüğünü bilmek için son 6 yıllık yatırım teşvik belgelerinin toplamına dair bilgilere göre konaklama sektöründe Sapanca ilçesi öne çıkarken il genelinde daha çok üretim sektörlerinde teşvik belgesi düzenlenmiştir[22]. Oteller, moteller, pansiyonlar, kamplar ve diğer konaklama yerleri alanında Sapanca (8), Serdivan (5) ve Adapazarı (3) ilk üç sırada yer alırken toplamda sanayi sektörü ağırlık olmak üzere Arifiye (93), Hendek (78) ve Adapazarı ve Akyazı (56) sıralamaya girmiştir.

Sakarya; turist, geceleme, yatak ve turistik tesis sayıları bakımından iller arasında 30'uncu sırada yer almaktadır (Tablo 11-22).

[21] http://www.hal.gov.tr/Sayfalar/Pazar-Yerleri.aspx?sid=54

[22]https://app.powerbi.com/view?r=eyJrIjoiOWNiYWEyOWEtM2Q1OS00NzQyLWEzMTgtNmU3ZjdjYjM5YWFjIiwidCI6IjM3Y2E0YWM5LWJkNjUtNDBmYy1iMDU0LWQyZmZmNDRmMTJjOCIsImMiOjl9

Tablo 11-22. Tesise geliş, geceleme sayıları ve doluluk oranlarına göre iller sıralaması (2019, KTB 2021)

		TESİSE GİRİŞ SAYISI				GECELEME				DOLULUK ORANI (%)**		
SIRA	İLLER	YABANCI	YERLİ	TOPLAM	%*	YABANCI	YERLİ	TOPLAM	%*	YABANCI	YERLİ	TOPLAM
	GENEL TOPLAM	38853764	42012998	80866762		132808208	78478855	2,11E+08		41,52	17,38	58,9
1	ANTALYA	18870842	4350894	23221736	28,72	82599249	11518367	94117616	44,54	62,53	7,31	69,84
2	İSTANBUL	9415607	4728033	14143640	17,49	23570640	8618248	32188888	15,23	45,9	16,39	62,29
3	MUĞLA	2797528	1722516	4520044	5,59	10161366	4335856	14497222	6,86	45,81	15,05	60,86
4	İZMİR	1142910	2288557	3431467	4,24	2978827	4269886	7248713	3,43	24,27	29,34	53,61
5	ANKARA	471648	2416894	2888542	3,57	975267	3907853	4883120	2,31	9,32	33,12	42,44
6	AYDIN	1229769	1065290	2295059	2,84	3715650	2376003	6091653	2,88	40,86	19,13	59,99
7	NEVŞEHİR	1214805	836745	2051550	2,54	2230641	1549688	3780329	1,79	38,17	16,06	54,23
8	BURSA	423407	1380051	1803458	2,23	885237	2455327	3340564	1,58	17,42	31,05	48,46
9	BALIKESİR	236400	1220784	1457184	1,8	412428	2540551	2952979	1,4	8,3	37,44	45,73
10	MERSİN	127864	1305956	1433820	1,77	309043	2397658	2706701	1,28	6,52	32,47	38,99
11	KONYA	167539	1081581	1249120	1,54	246367	1445629	1691996	0,8	8,95	34,51	43,46
12	ÇANAKKALE	289018	797457	1086475	1,34	367609	1472614	1840223	0,87	12,78	29,24	42,02
27	MANİSA	23579	502592	526171	0,65	58982	884132	943114	0,45	4,09	31,48	35,57
28	SAMSUN	30680	412552	443232	0,55	62494	621684	684178	0,32	3,87	31,19	35,06
29	KAYSERİ	43507	393088	436595	0,54	99438	642756	742194	0,35	6,23	36,48	42,71
30	SAKARYA	45521	372129	417650	0,52	99760	680520	780280	0,37	8,34	39,25	47,6

		TESİSE GİRİŞ SAYISI	GECELEME	DOLULUK ORANI (%)**
* Ülke toplamına oranı; ** İşletme Belgeli Konaklama Tesisi Doluluk oranı				

İl geneli yatak, tesis sayı ve kapasitesi istatistikleri Tablo 11-23'te verilmektedir. İl genelinde Turizm İşletme Belgesi bulunan 24; Turizm Yatırım Belgesi bulunan 7 tesis bulunmaktadır. Bu tesislerde toplam 4845 ve 1513 yatak kapasitesi bulunmaktadır. Yine belediye belgeli tesis sayısı ise 71 ve 3263 yatak barındırmaktadır. Tablo 11-11-24'te Turizm Tanıtım ve Geliştirme Ajansının web sayfasından alınan belge almaya hak kazanan tesislerin listesi ilçelere göre verilmektedir. Buna göre merkezde yer alan ilçeler ile turizm çekicilikleri yüksek olan ilçelerde daha fazla tesisleşme bulunmaktadır. Turizm tesislerinin iklim tehlikelerine uyum kapasitesi sahip oldukları çevreye duyarlılık sertifikalarıyla gösterilmektedir. Buna göre bakanlık ve belediye belgeli tesislerin sayıları ile sertifikalı tesislerin sayıları önemli bir uyum kapasitesi göstergesi olabilir. İlçe özelinde bilgiler bakanlık tarafından detaylı biçimde verilmektedir. Sakarya ilçelerine gelen ve geceleyen turist sayıları Tablo 11-25'te verilmiştir. Sakarya'da toplam 1 mavi bayraklı plaj bulunmaktadır (Tablo 11-26).

Tablo 11-23. Sakarya Turizm ve yatırım belgeli konaklama işletmelerinin tesis ve yatak sayısı, 2021 (KİKTM)

07.03.2022 TARİHİ İTİBARIYLA BAKANLIK BELGELİ KONAKLAMA TESİSİ İSTATİSTİKLERİ						
Şehir	**İşletme Belgeli Tesis Sayısı**	**İşletme Belgeli Oda Sayısı**	**İşletme Belgeli Yatak Sayısı**	**Yatırım Belgeli Tesis Sayısı**	**Yatırım Belgeli Oda Sayısı**	**Yatırım Belgeli Yatak Sayısı**
Sakarya	25	2 419	4 921	7	686	1 513

08.11.2021 TARİHİ İTİBARIYLA BELEDİYE BELGELİ KONAKLAMA TESİSİ İSTATİSTİKLERİ			
Şehir	**Belediye Belgeli Tesis Sayısı**	**Belediye Belgeli Oda Sayısı**	**Belediye Belgeli Yatak Sayısı**
Sakarya	71	1 539	3 263

Tablo 11-11-24. Belgeli tesislerin ilçelere göre dağılımı

İlçe	İşletme Belgeli Tesis Sayısı (07.03.2022)*	Belediye Belgeli vd.
Adapazarı	6	3
Akyazı	1	
Arifiye	1	
Erenler	3	
Ferizli		
Geyve		
Hendek	1	1
Karapürçek		
Karasu		3
Kaynarca		
Kocaali		
Pamukova		
Sapanca	8	4
Serdivan	4	5
Söğütlü		
Taraklı	1	

Kaynak: *İl Kültür ve Turizm Müdürlüğü; https://tga.gov.tr/search-hotel/

Tablo 11-25. Sakarya turist sayısı ve geceleme

	TESİSE GELİŞ SAYISI			GECELEME		
	YABANCI	**YERLİ**	**TOPLAM**	**YABANCI**	**YERLİ**	**TOPLAM**
Adapazarı	14500	111117	125617	27865	179793	207658
Akyazı	1766	29690	31456	6568	70637	77205
Erenler	2372	29349	31721	6299	56734	63033
Geyve	209	4843	5052	425	10378	10803
Hendek	823	19745	20568	2573	35234	37807
Karasu	243	10258	10501	316	16474	16790
Kocaali	382	7190	7572	1183	19224	20407
Pamukova	78	6785	6863	80	9515	9595
Sapanca	20977	103213	124190	43481	198211	241692
Serdivan	3755	39965	43720	9817	60937	70754
Taraklı	11	1303	1314	29	2998	3027
Ferizli	179	2713	2892	706	7707	8413
Kaynarca	0	1060	1060	0	1297	1297
Arifiye	226	4898	5124	418	11381	11799
Toplam	45521	372129	417650	99760	680520	780280
TR Toplam	38853764	42012998	80866762	132808208	78478855	211287063

Tablo 11-26. Mavi bayrak istatistikleri

2021 YILI İLLERE GÖRE MAVİ BAYRAK SAYILARI					
	İLLER	PLAJ	MARİNA	YAT	TURİZM TEKNELERİ

2021 YILI İLLERE GÖRE MAVİ BAYRAK SAYILARI					
1	ANTALYA	213	5	—	10
2	MUĞLA	106	7	4	—
3	AYDIN	39	2	—	—
4	İZMİR	66	3	—	—
5	BALIKESİR	36	1	2	—
6	ÇANAKKALE	12	—	—	—
7	TEKİRDAĞ	6	—	—	—
8	KIRKLARELİ	1	—	—	—
9	İSTANBUL	2	2	—	—
10	KOCAELİ	7	—	—	—
11	YALOVA	—	1	—	—
12	SAKARYA	1	—	—	—
13	DÜZCE	2	—	—	—
14	SAMSUN	13	—	—	—
15	ORDU	2	—	—	—
16	MERSİN	9	1	—	—
17	VAN	1	—	—	—
18	BARTIN	3	—	—	—
	TOPLAM	519	22	6	10

Çevreye duyarlılık sertifikalı konaklama tesislerine ait sayılar illere göre Tablo 11-27'de verilmiştir. Buna göre Sakarya il geneli ülke genelinde 451 sertifikalı tesisten 1 tanesine sahiptir.

Tablo 11-27. Çevre duyarlı turizm tesisi, güvenlik sertifikası

08.11.2021 Tarihi İtibarıyla Çevreye Duyarlı Konaklama Tesisi İstatistikleri			
Şehir	**İşletme Belgeli Tesis Sayısı**	**İşletme Belgeli Oda Sayısı**	**İşletme Belgeli Yatak Sayısı**
Adana	3	734	1 472
Afyonkarahisar	4	1 291	2 688
Ankara	20	3 411	6 900
Antalya	228	90 631	197 439
Aydın	5	1 827	3 732
Balıkesir	1	121	244
Bolu	1	165	382
Bursa	6	945	1 892
Denizli	2	430	860
Erzurum	2	339	682
Eskişehir	5	414	822
Gaziantep	4	603	1 210
Giresun	1	86	172
Hatay	2	349	698
Karabük	1	124	248
Kayseri	2	449	900
Kocaeli	2	199	406
Konya	4	969	1 964
Kütahya	1	121	242
Malatya	1	202	408
Mardin	1	162	324
Mersin	3	455	990
Muğla	46	11 087	23 873
Nevşehir	2	284	568
Ordu	3	153	306
Sakarya	1	291	586
Samsun	2	359	740
Sinop	1	41	82
Tekirdağ	1	129	258
Trabzon	1	157	335
Yalova	1	48	96
Zonguldak	1	204	418
Çanakkale	2	18	38
İstanbul	61	14 043	28 447
İzmir	28	5 453	11 323
Şanlıurfa	2	292	590
Toplam	451	136 586	292 335

Turistlerin geldiği ülke ya da destinasyon özelinde bağımlı olunan pazar iklim değişikliğinin etkisiyle oldukça fazla önem kazanmıştır. Bazı bölgelerde aşırı ısınma nedeniyle turistin geldiği kaynak ülkede farklı turizm tiplerinde aktiviteler yapılmaya başlanması beklendiğinden bu tür ülkelerden yoğun turist alan destinasyonların bu konuyu ele almaları gerekmektedir. Sakarya'da Karadeniz bölgesinde deniz turizminin gittikçe önem kazanması, yayla, sağlık ve kent özelinde turizm etkinliklerinin öne çıkması hedef pazarının değişmesine neden olacaktır. Bu nedenle pazarının çeşitlendirilmesi uyum

kapasitesinin artmasına neden olabilecektir. 2018-2019 yıllarında Sakarya'yı en çok ziyaret eden yabancı turistlerin milliyetlerine göre dağılımı Tablo 11-28'de gösterilmektedir. Buna göre en yüksek sayıda ziyaretçi Ukrayna, Rusya ve Azerbaycan'dan gelmektedir.

Tablo 11-28 Sakarya milliyetlerine göre ziyaretçi sayıları

MİLLİYET	Karasu Limanı (D)
Azerbaycan	888
Beyaz Rusya (Belarus)	152
Ermenistan	2
Gürcistan	263
Kazakistan	46
Kırgızistan	15
Moldova	104
Özbekistan	3
Rusya Fed.	2 321
Tacikistan	-
Türkmenistan	36
Ukrayna	4 322
Toplam B.D.T.	8 152

Kaynak: https://yigm.ktb.gov.tr/TR-249709/yillik-bultenler.html

11.4. Turizm ve Kültürel Miras Sektörü Etkilenebilirlik ve Risk Analizi

11.4.1. Sıcak Hava Dalgası Riski

Turizm sektörü için etki zinciri belirlenirken, değer zinciri yaklaşımı benimsenmiş ve iki zincirin kesişim noktası turist memnuniyeti olarak belirlenmiştir. İklim değişikliği etkisinin benimsenen metodolojide turist memnuniyetine ve dolayısıyla ziyaretçi sayısı ve turizm gelirine etki edeceği öngörülmüştür. Bu açıdan etki zincirinin her bir halkasında turist memnuniyetini sağlayan değer zinciri halkalarından ekonomik ve sosyal sektörlere ait göstergeler eklenmiştir. Risk bileşenleri için belirlenen gösterge setlerinde turist sayısı, turizm geliri ve istihdam oranı gibi alanlarda yaşanan kayıplar risk olarak ele alınmıştır.

Sakarya ilinde turizm sektörünün sıcak hava dalgası riski Şekil 11-4'de verilen göstergeler ile analiz edilmiştir. Risk analizlerinde kullanılan göstergeler, göstergelerin ait olduğu kurum bilgisi ve her bir göstergenin risk analizindeki ağırlıkları EK-01 bölümünde sunulmuştur.

TEHLİKE		MARUZİYET	ETKİLENEBİLİRLİK		RİSK
İklim Sinyali	İklim Etkisi		Duyarlılık	Uyum Kapasitesi	
Ortalama sıcaklık artışı	Sıcak hava dalgası	Nüfus yoğunluğu	15-34 yaş arası nüfus oranı	Sosyo-Ekonomik Gelişmişlik Endeksi skoru	Turist memnuniyetinin azalması
Aşırı sıcak gün sayısında artış	Ardışık sıcak gün sayısında artış	Turizm sektöründe teşvik belgesi sayısı	Lise ve altı eğitim almış nüfus oranı	Lise ve üzeri eğitim almış nüfus oranı	Turizm etkinliklerinin yapılamaması
		Turizm değer zincirindeki sigortalı sayısı*	Bakanlık ve belediye belgeli tesiste ortalama kalış süresi	Kooperatif sayısı	Turizm varlıklarının zarar görmesi (kültürel, doğal)
		Sit alanları sayısı	Bakanlık belgeli tesiste yabancı geceleme sayısı	Faal dernek sayısı	Hizmet kalitesi ve güvencesinde azalma
		Konaklama tesisi sayısı	Belediye belgeli tesise yabancı geliş sayısı	Yatırım teşvik belgesi	Hizmetlere erişimde zorluk
		Kültürel varlıkların sayısı	Belediye belgeli tesiste geceleyen yerli ve yabancı toplamı	Kültür ve turizm koruma ve gelişim bölgeleri	Erişilebilirlikte azalma
		Yeme-içme tesisi sayısı	Tesislerin doluluk oranı*	Bakanlık belgeli tesis sayısı	Destinasyon imajının bozulması
		Kara, hava, deniz ve demiryolu yolcu sayısı*	İptal, divert, rötar uçak seferi sayıları*	Gazete sayısı	Ziyaretçi sayısında azalma
			Kişi başı turizm gelirleri *	Banka şubeleri	Turizm gelirinde azalma
			Elektrik tüketim miktarı*	Ulaşım erişilebilirlik*	Sektörden ayrılmalar
			İptal veya rötar yapılan deniz seferleri*	Yerel pazar sayısı*	İstihdamın azalması
				İstihdamın sektörel dağılımı*	Sosyal ve ekonomik sorunlar

Şekil 11-4. Etki Zinciri: Turizm ve Kültürel Miras Sektörü ve Sıcak Hava Dalgası İlişkisi

* sembolü ile risk analizlerinde kullanılmayan göstergeler belirtilmiştir

Sakarya ilinin sıcak hava dalgalarına olan maruziyet dağılımı Şekil 11-5'te verilmiştir. Maruziyet derecesi orta ve üzeri olan ilçelerde turizm sektörüne hizmet eden doğal ve kültürel turizm varlıklarının mevcut olması ve ayrıca turizm sektöründe kısmen de olsa mesafe almış olmaları etkili olmuştur. Maruziyeti yüksek olan ilçelerde bir taraftan turizm varlıkları, diğer yandan ise bu varlıklardan yararlanan tesis ve insan varlığı iklim tehlikesine maruz kalabilecektir. Adapazarı, Serdivan ve Sapanca ilçelerinde maruziyet seviyesinin yüksek olması, bu alanlarda turizm varlıkları ve tesislerinin diğer yerlere göre kıyasla daha fazla olmasından kaynaklanmaktadır.



Şekil 11-5. Turizm ve Kültürel Miras Sektörü Maruziyet Haritası



Şekil 11-6. Turizm ve Kültürel Miras Sektörü Duyarlılık Haritası

Duyarlılık bileşeninin Sakarya il genelindeki dağılımı Şekil 11-6'da verilmiştir. Buna göre, turizm sektörünün gösterdiği performans ve hizmet kalitesini sağlayacak beşerî sermaye ve ilave olarak altyapının durumu ilçeler arasında farklılıklar a neden olmaktadır. Duyarlılık, tesisleşme ve ziyaretçi sayılarının yüksek olduğu Adapazarı, Serdivan, Sapanca ve Akyazı gibi turizmde diğer ilçelere göre mesafe almış ilçelerde orta, yüksek ve çok yüksek seviyelerdedir.

Uyum kapasitesi bileşeninin Sakarya ili genelindeki dağılımı Şekil 11-7'de verilmiştir. İl genelinde turizm sektörüne destek olabilecek sosyal ve tematik sektörlerin var olması, sivil toplumun gelişmişliğini içine alan sosyal sermaye ve özel sektörün performansını dikkate alan göstergeler değerlendirilmiştir. Buna göre uyum kapasitesi en yüksek Merkez ilçelerden Adapazarı ve Serdivan ile Hendek ilçelerinde tespit edilmiştir. Bu ilçeleri Sapanca, Arifiye, Erenler ve Akyazı takip etmektedir. Uyum kapasitesi "çok düşük" seviyesinde farklı olan ilçelerde sivil toplum örgütlenmesi ve özel sektörün kurumsallığının diğer ilçelere göre yüksek olması turizm sektöründeki uyum kapasitesini de arttırmıştır. Bu ilçelerde gerek banka şubelerinin sayısı, bakanlık belgeli tesis sayısı ve yatırım teşviklerinin yüksek olması, gerekse dernek, kooperatif ya da bir iklim tehlikesi sırasında ve erken tespitinde bilgilendirmeyi arttırıcı gazete sayılarının fazla olması bu ilçelerdeki kapasiteyi geliştirmiştir.



Şekil 11-7. Turizm ve Kültürel Miras Sektörü Uyum Kapasitesi Haritası



Şekil 11-8. Turizm ve Kültürel Miras Sektörü Etkilenebilirlik Haritası

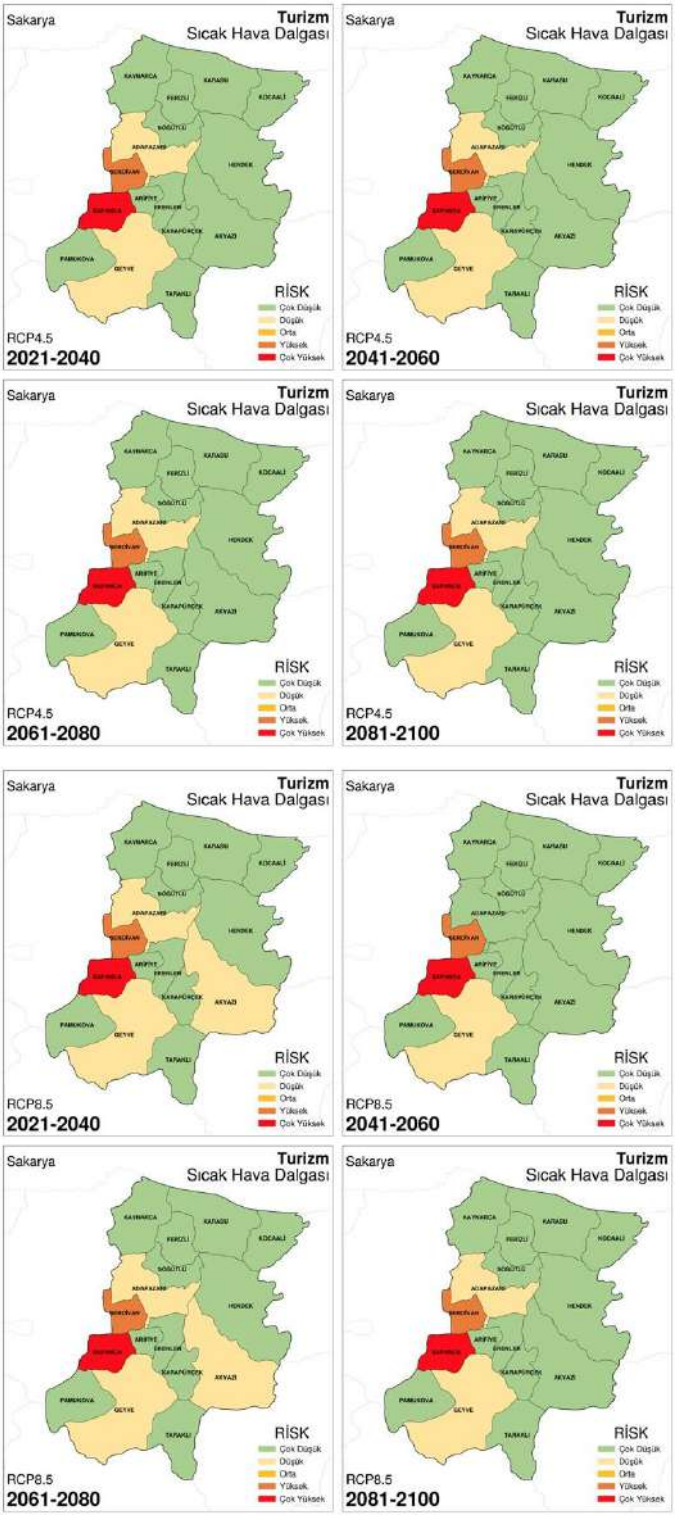
Duyarlılık ve uyum kapasitesinin bir araya gelmesiyle oluşan etkilenebilirlik durumuna bakıldığında doğal ve kültürel turizm varlıkları ve ziyaretçiyle beraber altyapı ve sektörel istihdam mevcut olan ancak sosyal ve beşerî sermaye yönünden turizm sektöründe gelişmeye ihtiyaç duyan ilçelerde etkilenebilirlik durumunun daha yüksek olması beklenmektedir. Buna göre Şekil 11-8'den görülebileceği gibi, turizm sektöründe etkilenebilirliği en yüksek olan ilçe Sapanca iken bunu Serdivan, Akyazı, Geyve, Ferizli, Karası ve Kocaali ilçeleri takip etmektedir. Bu ilçelerin ortak özellikleri turizme hizmet edebilecek değer ve varlıklarının olması ancak bunların etkilenmesini azaltacak kurumsal kapasitenin ve sivil toplum bilincinin geliştirilmeye açık olmasıdır.

Etki zincirinin sonuç bileşeni olan riskin Sakarya il genelindeki dağılımı mevcut durum için Şekil 11-9'da görülmektedir. Risk bütün bileşenlerin toplamı olduğu için ilçeler özelinde bileşenlerde ve riskte farklılıklar görülebilir. Buna göre turizme hizmet eden turizm varlıklarının yoğunluğu, turizm sektöründe faaliyet gösteren işletmelerin ve istihdam edilen kişilerin sayısı, turist ve tesis sayısı gibi göstergelerin yüksek olduğu ilçelerde uyum kapasitesi göstergelerinin geliştirilmeye muhtaç olması durumunda risklerin görece daha yüksek oranda çıkması kaçınılmazdır. Risk analizlerinin sonucunda Sakarya ilinde sıcak hava dalgasına göre riskin en yüksek olduğu ilçe Sapanca bunu Serdivan takip etmektedir. Adapazarı, Geyve, Ferizli, Karasu ve Kocaali ise riski düşük olan ilçelerdir. Bu ilçelerde riski arttıran faktörler turizm değerlerinin varlığı ve bu varlıkların etkilenebilirliklerini azaltmaya katkı sağlayabilecek beşerî ve sosyal sermayenin geliştirilmeye muhtaç olmasıdır.



Şekil 11-9. Turizm ve Kültürel Miras Sektörü Mevcut Dönem Sıcak Hava Dalgası Risk Haritası

Sakarya ilinde mevcut dönem koşullarına göre gelecek dönem sıcak hava dalgası öngörüleri dikkate alındığında turizm sektörü için elde edilen risk haritaları gelecek 4 dönem için RCP4.5 ve RCP8.5 senaryolarına göre hazırlanmıştır. Gelecek döneme ait risk analizinde iyimser ve kötümser senaryolarda mevcut dönemle benzerlik göstermektedir. Turizm sektörü için kullanılan ve etkilenmesi muhtemel doğal ve kültürel değerlere sahip olan, yine sıcak hava dalgalarının etkisiyle turizm sektörünün etkilenmesi beklenen ilçeler başta Sapanca ve Serdivan iken, iyimser ve kötümser senaryolarda düşük riskli olarak Adapazarı, Geyve ve Akyazı ilçeleri de riskli ilçeler arasında girebilmektedir (Şekil 11-10). Bu ilçelerin çeşitli seviyelerde riske sahip olmasının nedeni ilçelerin sahip olduğu turizme hizmet edebilecek doğal ve kültürel alanların varlığıdır.



Şekil 11-10. RCP4.5 ve RCP8.5 Senaryolarına göre Turizm ve Kültürel Miras Sektörü Gelecek Dönem Sıcak Hava Dalgası Risk Haritaları

11.5. Sakarya İlinde Turizm Sektörü için Uyum Eylem Planının Kapsamı, Uyum Hedefleri ve Eylemler

Sakarya coğrafi konum olarak iki metropolün (Ankara – İstanbul) arasında yer almaktadır. İl geneli mevcutta olandan daha fazla turizm geliri elde etme kapasitesine sahiptir. Ancak turizmde sektörel büyüme genelde turizm açısından gelişmiş olan Sapanca gibi belirli noktalarda gerçekleşmektedir. Kent merkezi ve il geneli hafta sonları yoğun olmak üzere günübirlikçiler ve iş amaçlı seyahat edenler dışında turist çekmemektedir. Sakarya kent merkezi büyükşehirlere olan güzergahtan uzak kalmakta ve bu nedenle transit geçişlere sahne olmaktadır. Mevcut kapasitesine rağmen erişilebilirlik ve hizmet kalitesinin gelişmeye muhtaç olması gibi sorunlarla beraber turizm işletmelerinin de henüz gelişmekte olması bu potansiyelin değerlendirilememesine neden olmaktadır. Bu duruma ilave olarak özellikle salgın sonrası yeni gelişen turizm trendleri nedeniyle il genelinde yoğun bir insan hareketliliğinin yaşanmaya başlaması ve turizm değeri olan doğal kaynaklar üzerinde baskıların artması da görünen ve beklenen bir durumdur. Özetle Sakarya'da turizm sektörü olumsuz dış etkilere karşı henüz güçlü bir konumda bulunmamaktadır. Turizme kaynak olan doğal ve kültürel değerler ise potansiyel olarak mevcuttur ve il genelinde dağılım göstermiştir. İnsan kaynaklı doğal alan tahribatının ve iklim değişikliğinin etkileri il genelinde görülmeye başlanmıştır. Anlatılan bu hususlar dikkate alındığında bir taraftan turizmin sürdürülebilir bir biçimde geliştirilmesi diğer yandan da turizme kaynak olan kültürel ve doğal varlıkları tahrip eden ve edebilme potansiyeli olan faaliyetlerin iklim değişikliğinin risklerini de dikkate alarak kontrol edilmesi Sakarya il bütününde turizm açısından yapılması istenen bir durumdur. Aksi halde mevcut doğa tahribatının iklim değişikliğinin etkileriyle beraber geri döndürülemez kayıp ve zararlara neden olacağı beklenen bir durumdur.

Sakarya'da turizm sektörü özelinde iklim değişikliğine uyum eylemleri aşağıdaki şekilde sıralanmıştır.

Sakarya il genelinde tarih – kültür – inanç turizmine kaynak olabilecek eldeki kültür varlıklarının;

Henüz envanter kaydı olmayanların kayıtlarının oluşturulması,

Durumlarının tespiti, koruma ve iklim değişikliği karşısında etkilenebilirlik düzeyleri ile ilgili bir envanter çalışmasının yapılması,

Korunması, bakım ve restorasyonuyla ilgili çalışmalar yapılması,

Turizmin hizmetine sunulmadan önce iklim risklerine karşı dayanıklılıklarının artırılması amacıyla restorasyon çalışmalarının titizlikle, tekniklere uygun olarak ve zamanında yapılması,

Yakın ve uzak çevrelerinin kaldırma kapasitelerinin belirlenmesinin ardından ziyarete açılması,

Turizmi geliştirme amaçlı kullanılmasında gerekli koruma – kullanma dengesine uygun olarak çalışmalar yapılması,

İklim değişikliğinden etkilenebilirliklerini önleyecek fiziki tedbirlerin alınması,

Koruma statülerinin belirlenmedi ve var olan koruma statülerinin değiştirilmemesi,

Bulundukları alanların turizme açılması düşünülen bölgelerinde yasal mevzuata sıkı bir şekilde uyulması gerekmektedir.

Sakarya'da kültürel miras anlamında bilinen 8 tane kale kalıntısı arasından Harmantepe Kalesi dışında kalan 7 kalede koruma ve restorasyon amaçlı daha fazla çalışma yapılmalıdır.

Sakarya Kent Merkezinde Serdivan İlçe sınırları içinde yer alan Beşköprü Mahallesi, Taraklı İlçe Merkezi, Pamukova Paşalar Mahallesi, Geyve Alifuatpaşa Mahallesi, Söğütlü Harmantepe Mahallesi gibi kültür

varlıklarının yer aldığı alanlarda bu varlıklara yönelik taşkın riski, malzeme etkilenebilirlik değerlendirmesi, gölgelendirme tedbirleri ve enerji yükü gibi konularda özel çalışmalar yürütülmelidir.

İklim tehlikelerinin eserler üzerindeki (malzeme, yapı elemanları vb.) etkisi uygun olmayan bakım ve tamirat işleri ile daha şiddetli olacağından, Sakarya ili genelinde başta Adapazarı, Akyazı, Pamukova, Serdivan, Taraklı, Söğütlü, Geyve, Hendek, Kaynarca ve Ferizli ilçeleri sınırları içinde yer alan 1-2-3. derece Arkeolojik ve Kentsel Sit Alanları olmak üzere kültür varlıklarının koruma, bakım ve restorasyonları ile ilgili yapılacak her türlü faaliyette iklim tehlikelerinin etkilerinin tespit edilmesi gereklidir.

Sakarya il genelinde henüz turizmin geliştirilmediği ancak turizme kaynak olabilecek Ali Fuat Paşa, Taraklı, Geyve, Maden Deresi, Acarlar Longozu, Sapanca, Doğançay gibi alanlar başta doğa temelli turizm faaliyetleri olmak üzere (doğa yürüyüşü, trekking, hiking vb.) geniş bir yelpazedeki ekoturizm faaliyetlerine olanak sağlamaktadır. Bu nedenle;

Bu tür alanlarda kitle turizminden uzak doğaya zarar vermeyen bireysel turizm faaliyetlerinin bir rota dahilinde geliştirilmesi için mevzuatı dikkate alan ve korumacı yanı baskın olan bir turizm stratejisi ve eylem planı geliştirilmelidir.

Başta doğa temelli turizm bölgelerinde olmak üzere turizm tesislerinin henüz yeni oluşurken çevre duyarlılığı yüksek biçimde kurulmasına dikkat edilmeli, yatırımcı ve sermaye çekme amacıyla doğa tahribatına izin verilmemelidir.

Sakarya'nın tüm ilçelerinin turizm değerlerini dikkate alan ve il bütününde turizmin değer zincirindeki tüm aktörleri kapsayan bir sektörel ve mekânsal stratejik plan hazırlanmalıdır. Bu plan;

Her ilçenin kendi özelinde hazırladığı ya da uygulamaya çalıştığı faaliyet setlerini iklim değişikliğinin etkilerini dikkate alarak içermelidir.

Yatırımların kontrollü, yüksek etkili ve çevreye duyarlı olması açısından il genelini tek bir destinasyon halinde ele almalı, turizm alanlarına özel roller tanımlanmalı ve turizmle ilgili tek bir vizyona hizmet etmelidir.

Turizmde sürdürülebilirliği esas almalı ve korumacı bir yaklaşımla uygulanabilir stratejiler ve eylemler içermelidir.

İl genelinde mevcut durumda faaliyeti olan turizm tiplerinden doğa ve macera turizmi (eko turizm, yayla, kamp – karavan turizmi özelinde) amaçlı yeni yerler açılmasında doğa tahribatına izin vermeyecek proje ve faaliyetler içermelidir,

Başta mekânsal olmak üzere tüm kararlarında ve uygulamaya yönelik eylem önerilerinde hazırlık ve uygulama aşamasında yerelin ve merkezde bakanlıkların koordinasyonunu, iş birliği ve uzlaşısını önermelidir.

Uygulama aşamasında yerel iş birliği ve doğal kaynakların korunması açısından kontrol mekanizması önermelidir.

Sakarya'da deniz – kum – güneş turizminde bir potansiyel ve hareketin mevcut olduğu Karasu ve Kocaali ilçeleri gibi alanlarda;

Bu turizm tipindeki gelişmenin stratejik ve mekânsal olarak planlanması ve planların tavizsiz uygulanması sağlanmalıdır.

Mevcutta var olan tesisler bu turizm tipi için kaliteli hizmet sunmaları açısından geliştirilmeli ve çevre duyarlılığı açısından sertifikalandırılmalıdır.

Çevre duyarlı tesislerin oluşturulması ve mevcut tesislerin çevre duyarlı hale getirilmesi için bölgesel teşvik mekanizması oluşturulmalıdır.

Gelecekte yapılması muhtemel tesislere çevre duyarlı olacak şekilde izin verilmelidir.

Bu turizm tipinde mevcut durumda sezon uzunluğunun yaklaşık 3 ayla sınırlı olması ve iklim değişikliği nedeniyle gelecekte bu sezonun uzaması beklentisinden kaynaklı yaşanacak turist sayısındaki artış ihtimaline karşı potansiyel alanların turizme açılmasına karar vermeye yönelik kaldırma kapasitelerini içeren fizibiliteler ve açılmasına karar verilen alanlar için ise çevre tahribatını önleyecek mekânsal ve stratejik planlar hazırlanmalıdır.

Yine aynı nedenle artması beklenen tesisleşme talepleri karşısında çevre duyarlılığı yüksek tesisleşmenin şimdiden sağlanması için bölgesel tedbirler alınmalıdır.

Etkisi görülmeye başlayan deniz seviyesi yükselmesi tehlikesi nedeniyle;

Turizm tesislerinin de yer aldığı kıyı alanlarında oluşacak tahribat ve kıyı yapısındaki bozulmaya karşı şimdiden tedbirler belirlenmelidir.

Yüksek etkilenebilirlik düzeylerine sahip alanlar tespit edilerek alınacak tedbirlerin türüne karar verilmelidir (teknik ve doğal gibi).

Büyükşehir ve ilçe belediyelerinin bu tehlikeye karşı her açıdan (fiziksel, yasal, doğal vb.) kalıcı tedbirler alması konusunda kapasiteleri artırılmalıdır.

Gerek büyükşehir belediyesinin gerekse alt belediyelerin kıyıların ıslahı ve su seviyesinin yükselmesine karşı yapılacak her türlü yatırım ve harcamaları (altyapı, kamulaştırma, eğitim vb.) için finansman desteğine ve teşviklere erişim kolaylığı sağlanmalıdır.

Mevcut durumda oluşan insan kaynaklı tahribatın etkilerine iklim değişikliğinin etkileri henüz eklenmemişken zaman kaybetmeden bu tahribatların etkilerinin giderilmesi için tedbirler (doğa onarımı, kirleticilerin yok edilmesi vb.) alınmalıdır.

Sapanca Gölüne Sakarya dışında Kocaeli sınırlarından da zaman zaman sızıntı sularının verilerek suyunun kirletildiği bilinmektedir. Bu konuda Kocaeli Büyükşehir Belediyesi başta olmak üzere yerel ve merkezi yönetimler bilgi sahibi olmalı ve tedbir almalıdır.

Türkiye'nin tek parça halindeki en büyük longoz ormanı olan Acarlar Longozu Kaynarca İlçesinin evsel nitelikli atıksuları ile kirlenmektedir. Turizm amaçlı ziyaret edilen bu önemli doğal varlığın kirletilmesi gerekli altyapı tedbirleriyle önlenmelidir.

Atık suyla ilgili altyapısı eksik ilçelerde altyapı tamamlanmalıdır.

Altyapısı olduğu halde alıcı ortama atık su deşarj sorunu olan ilçelerde atık su arıtma tesisleri kurulmalıdır.

Başta ormanlar olmak üzere doğal kaynakların bakımı, korunması, erken uyarı sistemlerinin kurulması gibi uygulamalar yaygınlaştırılmalıdır.

Orman söndürme amaçlı görevlendirilen işçilerin aynı zamanda ormanlık alanlarda insan kaynaklı kirleticilere engel olunması ve temizlenmesi konusunda da görev alması sağlanmalıdır.

Doğal kaynakları tahrip eden ve kirleten bireysel kirleticilere ve kullanıcılara karşı caydırıcı cezalar konulmalıdır.

Bunun yanında kirletenlerin ihbar edilebileceği ve ceza verebilecek bir sistem kurgulanmalıdır (trafikteki radar uygulaması gibi).

Turizme açılması planlanan alanlarda uygulanacak yapısal projelerde;

Kalıcı tesisleşmeye müsaade edilmeyecek şekilde kararlar alınmalı ve uygulamalar yapılmalıdır.

Oluşturulacak altyapıda doğa dostu malzemeler kullanılmalıdır.

İşletmelerin yaptığı iş ve uygulamalarda iklim ve çevre duyarlı malzeme ve tekniklerin kullanılmasının teşvik edilmelidir (alternatif enerji kaynakları, geri dönüşüm, döngüsel ekonomi uygulamaları vb.).

Kamuya ait taşınmazların turizm işletmesi amaçlı olarak özel sektöre verilmesi uygulamasından vazgeçilmelidir.

İlde önemli turizm alanlarında ve çevrelerinde kamuya ait alanların turizmi geliştirmek adına özel sektöre devredilmesi bu alanların çevresindeki arazilerin de hızla yapılaşmaya açılmasını ve doğa tahribatını tetiklemektedir. Bu nedenle bu konuda sıkı kontrol mekanizması geliştirilmelidir.

Kamuya ait taşınmazların turizmi geliştirme amaçlı özel sektöre kullandırılması başta yerel turizm aktörlerinin rekabet güçlerini zayıflatmakta ve düşük maliyetle ortaya çıkan yeni tesis ve işletmelerle yerel özel sektör baş edememektedir. Bu durumda turizm sektöründen yararlanan yerel halkın oranı azalmaktadır. Kamuya ait taşınmazların özelleştirilmesi uygulamalarının olduğu bölgelerde bu uygulamadan vaz geçilmelidir.

İl genelinde önemli turizm alanlarında ve çevresinde yerel halkın arazi ve konutlarını başta yabancı uyruklulara olmak üzere satması ve ikincil konut olarak yine buralardaki yapıların tercih edilmesi ile doğal alanların tahrip edilmesi turizm açısından önemli bir sürdürülebilirlik problemi oluşturmaktadır. Bu durumun önüne geçmek için özel yasal düzenlemelere ilave olarak yeni bir yaklaşımla yerel örgütlenme, koordinasyon, danışmanlık ve liderlik konularında harekete geçilmelidir.

Turizm sektöründe iklim değişikliğinden yüksek etkilenebilirlik düzeyinin önüne geçmek amacıyla arazi satışı konusunda halkın ekonomik direnci arttırılmalıdır.

İl genelinde turizm sektöründe hizmet kalitesini sağlayan zincir halkalarında (insan kaynağı, tesis vb.) geliştirilmesi gereken yönler bulunmaktadır. Turizm sektöründe yaşanan bu önemli gelişim sorunları sektörün iklim değişikliğinden etkilenebilirlik seviyesini arttıracaktır. Bu amaçla turizm sektörünün mevcut uygulamalarının değer zincirindeki tüm aktörlere yönelik olarak eksik yönlerinin geliştirilmesi gerekmektedir.

Yerel halkın turizmi benimseyerek turizme kaynak olan doğal ve kültürel değerleri koruması amacıyla yeterince gelir ve iş imkânı elde etmesi gereklidir. Bu amaçla;

Yerel halka bu imkânı sağlayabilecek fiziksel ve sosyal altyapının geliştirilmesi gerekmektedir.

Turizmin geliştirilmesi istenen bölgelerde yerel halkta turizm bilinci, karşılama, ağırlama gibi yetenekleri artırmak amacıyla eğitimler verilmelidir.

Yerli halkın turizme katılımını artırmak adına yerel turizm girişimciliğini teşvik edecek doğaya zararı olmayan proje uygulamalarına (Büyükşehir Belediyesinin geçici bungalow yapılar projesi gibi) yer verilmelidir.

Turizm sektöründen yerel halkın her kesiminin yarar sağlaması için yerel ürünlerin, tatların, mutfağın ve hediyelik eşyaların geliştirilmesi var olanların turizme kazandırılması gerekmektedir.

Yerel turistik ürünlerin kalitesini kaybetmeden üretilmesi için iklim değişikliğinin olumsuz etkileri görülmeden envantere ve üretime alınması gerekmektedir.

Arazilerin yatırım ve ikincil konut amaçlı el değiştirmelerine kısıtlama getirilerek turizme kaynaklık eden doğal ve kültürel alanların tahribatı önlenmelidir.

Yerli halkın bir seferde ve kısa vadeli olarak para kazandığı arazi satım işlerinin düzene sokulması, kısa vadeli ekonomik kazanç yerine uzun dönemli sürdürülebilir ekonomik faaliyetlere yer verilen stratejik planların kurgulanması gerekmektedir.

Yerelde halka turizm sektörünün gelişimi konusunda yol gösterecek kamu ya da özel sektörden lider kişi ve kurumların rol alması sağlanmalıdır.

Başta konaklama sektöründekiler olmak üzere tesislerin çevreci ve enerji – etkin hale gelmesi için programlar ve uygulamalar tasarlanmalıdır.

Yerli halkta hem tarihi eserlere hem de turizm değerlerine karşı bilinç ve farkındalık sağlamak amaçlı etkinlikler düzenlenmelidir.

Yerel halka turizm sektöründen iş ve gelir imkânı sağlamak amacıyla; başlangıcı kent olan, kırla bütünleşen, çeşitli isim ve temalarla oluşturulan turizm rotaları kitle turizmine neden olmayacak şekilde geliştirilmelidir.

Doğa tahribatına neden olmayan ve farklı turizm tipleriyle uyumlu biçimde gelişen etkinlik kurguları oluşturulmalıdır. Örneğin, Sakarya'nın çok kültürlülük özelliğinden kaynaklı zengin gastronomisi ve yerel tatları (keşkek, incir uyundurması, kabak gibi), temalı turizm etkinlikleri (Melen su hattı botanik vadisi projesi gibi), süs bitkileri ve kabak festivali gibi etkinlik anlayışı geliştirilmelidir.

Mevcut durumda Büyükşehir Belediyesi ve bakanlıkların çeşitli isimlerle oluşturduğu ve yeni oluşturulacak rotalı turizm güzergahlarında turizm etkinliklerinin (agro- turizm gibi), yerel lezzetlerin, ilgi çekici yerel ürünlerin ve özgün konaklama alanlarının yerel turizm girişimcilerince sağlanması gerekmektedir. (Çamdağı kestane ve ıhlamur balı, doğal yetişen meyveler ormanı bu meyvelerden yapılan ürünler, köylülerin ürettiği sirke, yöresel ürünler, yenilebilir meyveler ormanı oluşturulması gibi örnek projeler yaygınlaştırılmalıdır).

Yerel turizm girişimcilerinin yetiştirilmesine yönelik sosyal ve fiziksel altyapı oluşturulmalıdır.

KAYNAKÇA: BÖLÜM 11

Akdeniz Turistik Otelciler Birliği (AKTOB) (2014), "2023'e Doğru Türkiye'de Turizmin 100 Yılı, Turizm Sektörünün Yapısı, Büyüklüğü ve Ekonomiye Katkısı: Turizm ve Konaklama Sektörünün Sosyo-Ekonomik Etkileri", Retma Matbaa, Antalya. https://www.mevka.org.tr/Page.asp?Dil=0&pid=2675

Casas J. 2019. Tourism and sustainable mobility in cities Lesson learnt and new challenges. GO SUMP High Level Training, Barcelona.http://www.medcities.org; www.cinesi.es; http://www.civitas.eu

CBSBB (2019). 11. Kalkınma Planı (2019 – 2023). https://www.sbb.gov.tr/wp-content/uploads/2019/07/OnbirinciKalkinmaPlani.pdf

EUROCONTROL (2021) Annex 4. Climate Change Risks for European Aviation study 2021, Impact of Climate Change on Tourism Demand Technical report. https://www.eurocontrol.int/publication/eurocontrol-study-climate-change-risks-european-aviation

EUROCONTROL 2021. https://www.eurocontrol.int/publication/eurocontrol-study-climate-change-risks-european-aviation

Gössling, S., Scott, D., Hall, CM., Ceron JP, Dubois, G., 2012. Consumer behaviour and demand response of tourists to climate change. Annals of Tourism Research, 39(1):36-58.

Kartal M.Y., 2020. Muğla Alternatif Turizm Sektörü Yatırım Olanakları. T.C. Güney Ege Kalkınma Ajansı

KTB 2021. https://yigm.ktb.gov.tr/TR-208783/yillik-il-ilce-konaklama-tablolari.html

Lew, A. A. (1987). "A Framework of Tourist Attraction Research", Annals of Tourism Research, C: 14, No: 4, ss. 553-575

Mieczkowski, Z., 1985. The Tourism Climatic Index: a method of evaluating world climates for tourism. Canadian Geographer, Volume 29, pp. 220-233.

OECD Tourism Trends and Policies 2020, Turkey. https://www.oecd-ilibrary.org/sites/f3b16239-en/index.html?itemId=/content/component/f3b16239-en

Porter, M. E. 1980. Competitive Strategy: Techniques for Analyzing Industries and Competitors. New York: Free Press. (Republished with a new introduction, 1998.)

Rosselló-Nadal, J., 2014. How to evaluate the effects of climate change on tourism. Tourism Management, 42(C):334-340.

Sanayi Bakanlığı 2021. https://www.sanayi.gov.tr/merkez-birimi/b94224510b7b/sege

Scott, D., C. M. Hall and S. Gössling (2019). Global tourism vulnerability to climate change. Annals of Tourism Research, 77: 49-61, https://doi.org/10.1016/j.annals.2019.05.007

TÜİK (2021) https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Tourism-Statistics-Quarter-II:-April-June,-2021-37441

TÜRSAB 2020. Turizm Geliri, Ortalama Harcamanın Yıllara Göre Dağılımı Turizm Gelirlerinin GSYİH İçindeki Payı https://www.tursab.org.tr/istatistikler-icerik/turizm-geliri

UNWTO 2019. UNWTO Tourism Towards 2030. http://www2.unwto.org/content/why-tourism

UNWTO 2020 World Tourism Barometer, https://www.e-unwto.org/doi/epdf/10.18111/wtobarometereng.2020.18.1.5

UNWTO 2020. International Tourism Highlights 2020 Edition, https://www.e-unwto.org/doi/epdf/10.18111/9789284422456



SANAYİ

iklime uyum

12. SANAYİ

12.1.Sakarya'da Sanayi Sektörüne Bakış

Sakarya ilinin bulunduğu konum, hammadde kaynaklarına ulaşım kolaylığı ve yatırım yapılabilecek uygun alanların mevcut olması bölgenin sanayi bakımından gelişmesini sağlamıştır. Adapazarı, Hendek, Söğütlü, Karasu, Ferizli, Kaynarca ve Akyazı ilçelerinde 7 ayrı Organize Sanayi Bölgesi (OSB) bulunmaktadır. Kaynarca ve Akyazı ilçelerine de yeni OSB kurulması için çalışmalar yürütülmektedir (Sakarya İl Sanayi Durum Raporu, 2019).

Sakarya ili 2017 yılı Sosyo-Ekonomik Gelişmişlik Endeksi (SEGE)'ne göre, Türkiye sıralamasında Sakarya 11. sırada ve 2. gelişmişlik seviyesinde yer almaktadır.

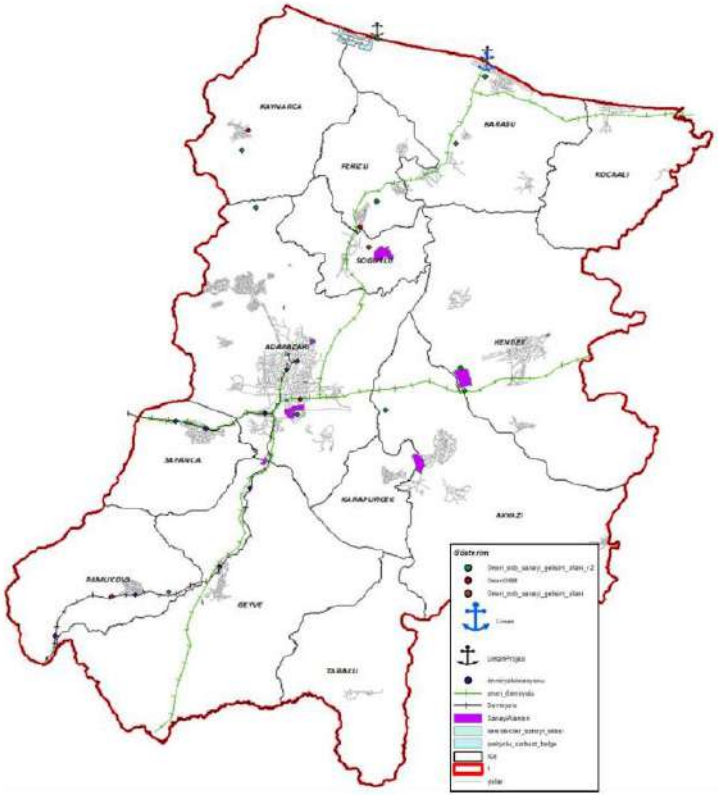
Anadolu ve İstanbul'u birbirine bağlayan güzergâh üzerinde olması, önemli büyükşehirlere yakın olması (Ankara, İstanbul, Bursa vb.) gibi coğrafi avantajlarından ötürü, bölge ekonomik yönden gelişime olanak sağlamaktadır. Özellikle İstanbul'a yakın ilçelerinde imalat artmıştır. İlin doğu ve kuzey bölgelerinde ise tarım ve hayvancılık yoğunlaşmıştır.

Sakarya ilinde aktif olarak çalışan 7 OSB'ye ek olarak, kurulma çalışmaları devam eden 3 OSB projesi daha vardır (Sakarya İl Sanayi Durum Raporu). Ayrıca toplam 1.185 işyeri sayısı, %98 doluluk oranı ile 8 sanayi sitesi bulunmaktadır.

Sakarya'da TUİK 2019 yılı il bazında kişi başına GSYH verilerine bakıldığında 8.762 dolar olduğu görülmektedir. GSYH Türkiye ortalaması 9.213 dolar olan Türkiye'den yüksektir. Sakarya'da toplam istihdam oranı %49,7'dir. İlin Çalışma ve İş Kurumu Müdürlüğü'ne 2019 yılında 36.625 başvuru yapılmıştır. Yıl içinde 27.997 kişi yerleştirilmiştir (Sakarya İl Sanayi Durum Raporu). İl genelinde sanayi sektöründe toplamda 72.228 kişi çalışmaktadır. Sakarya ilinde tarım sektörünün payı il bazında ihracatta %0.10, ithalatta ise %0,35'tir. İstihdam sayısı ise 1.079'dur.

Tablo 12-1: Sakarya'da Rakamlarla Sanayi Sektörü

Organize Sanayi Bölgeleri Sayısı	**7**
Organize Sanayi Bölgeleri Alanı (Ha.)	2.012
Organize Sanayi Bölgeleri İstihdam Kapasitesi	44.300
Organize Sanayi Bölgeleri Fiili İstihdamı	23.977
Küçük Sanayi Siteleri Sayısı	8
Küçük Sanayi Sitelerinde Toplam İşyeri Sayısı	1.185
Küçük Sanayi Sitelerinde Toplam Çalışan Sayısı	2.917
Firma Sayısı	1.455
Çalışan Sayısı	76.657



Şekil 12-1: Sakarya Sanayi Bölgeleri

Sakarya'da sanayi bölgeleri trafik bağlantılarına odaklı olup, Anadolu karayolu, Adapazarı - Karasu yolu ve Akyazı - Mudurnu aksı üzerinde büyük ölçekli sanayi yapıları bulunmaktadır (Şekil 12-1). İlin coğrafi sınırları, üretim fonksiyonlarının mekândaki dağılımını etkileyen bir diğer faktördür. Sakarya Nehri, Geyve Boğazı hattı boyunca güneye doğru dar bir yatağın içinden akmakta ve çevresinde büyük ölçekli üretim yapılaşmasına izin vermemektedir. Samanlı Dağları bu hat dışında ilin güneyini kaplar ve üretim tesislerinin konum seçimlerini sınırlandırır. Kent merkezinin kuzey hattına ormanlık alanlar hakimdir ve coğrafi bir eşik oluşturarak bu yerleşimi sınırlar. Akova (Adapazarı Ovası), Pamukova ve Söğütlü Ovaları, üretim fonksiyonlarının yoğunlaştığı alüvyonlu arazi alanlarıdır. Sakarya'nın bu bağlamda öne çıkan özelliklerinden biri de tarımsal üretimde yüksek verimliliğe sahip olmasıdır. Doğu Marmara bölgesinde en yüksek verim, bitkisel üretimde 30 bitkiden 15'inde Sakarya'da görülmektedir (MARKA, 2018).

12.1.1. Sakarya'da Sanayi Sektörünün Büyüklüğü

Sakarya ili sanayi siciline kayıtlı toplam 1.455 firma bulunmaktadır. Bu işletmelerin sektörlere göre dağılımı aşağıdaki gibidir (Tablo 12-2).

Tablo 12-2: İktisadi Faaliyet Kollarına göre GSYH (TÜİK)

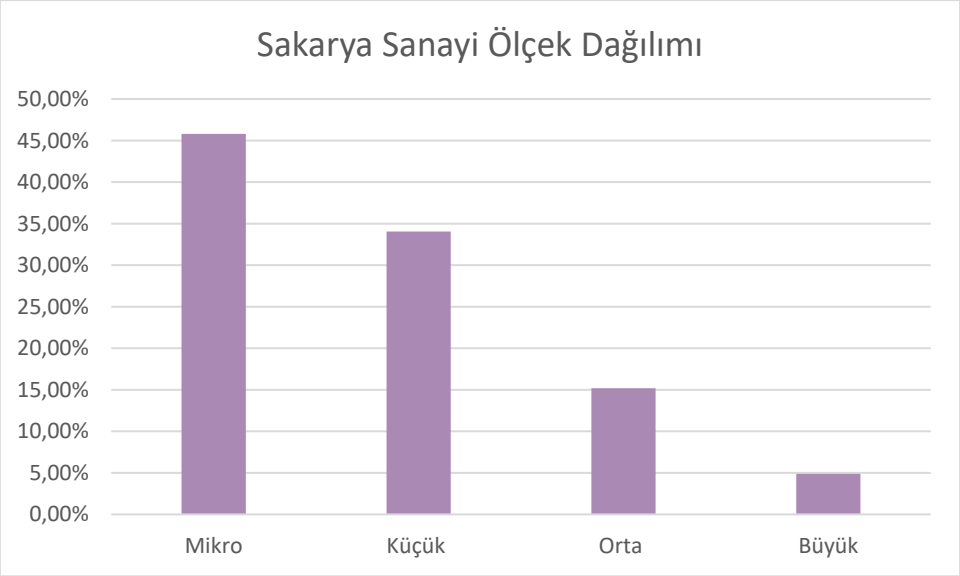
Sakarya	Tarım, Ormancılık, Balıkçılık	Sanayi	İmalat Sanayi	İnşaat	Hizmetler
2004	789748,60	1752226,40	15642857,00	2704890,00	13413192,00
2005	850799,90	2148235,80	19186513,00	2925772,00	15656661,00
2006	939376,50	2567635,20	23003194,00	4262845,00	18663947,00
2007	940236,10	2915957,30	25932190,00	5103253,00	20296384,00
2008	1059723,90	3296473,50	28961304,00	5488407,00	23424240,00

Sakarya	Tarım, Ormancılık, Balıkçılık	Sanayi	İmalat Sanayi	İnşaat	Hizmetler
2009	1056698,00	3202987,80	27358364,00	4345382,00	20962889,00
2010	1308974,70	3535940,50	30147210,00	5252509,00	23660186,00
2011	1335560,50	4437540,60	38010267,00	6718385,00	28142349,00
2012	1572955,50	5064397,40	43030674,00	8370000,00	32397069,00
2013	1320832,50	5646475,30	49159104,00	11103756,00	37129633,00
2014	1762580,00	6847977,90	60392359,00	13771168,00	43634824,00
2015	2224329,80	8775105,10	7892559,10	1520974,20	4957101,70
2016	1924281,20	9439710,20	86094741,00	20516224,00	56852868,00
2017	2152908,00	12267117,90	113035890,00	25090408,00	72310079,00
2018	2367121,10	16386259,50	150917547,00	21035221,00	89276844,00
2019	3286268,70	19244883,80	179907165,00	15712827,00	107663965,00

12.1.2. Ölçek Dağılımı

Sakarya ili Türkiye sanayisinde önemli bir yer tutmaktadır. Türkiye'nin ilk 1.000 büyük sanayi kuruluşu listesinden 12 sanayi bu bölgede bulunmaktadır. Bunların 7 tanesi "Türkiye en iyi 500 sanayi kuruluşu arasında" yer almaktadır. Türkiye İhracatçılar Meclisi tarafından yayımlanan 2019 yılı "Türkiye'nin İlk 1.000 İhracatçı Firması" sıralamasında Sakarya'da bulunan 4 firma yer almaktadır. Firmalardan biri Türkiye sıralamasında 2. sırada yer almıştır.

2019 Sakarya İl Sanayi Durum Raporu'na göre sanayi işletmelerinin çalışan sayısına bakıldığında; %45,80 mikro, %34,06 küçük, %15,18 orta ve %4,88 büyük ölçekli işletme olduğu görülmektedir (Şekil 12-2).



Şekil 12-2: Sakarya Sanayi Ölçek Dağılımı

Kaynak: Sakarya İl Sanayi Durum Raporu

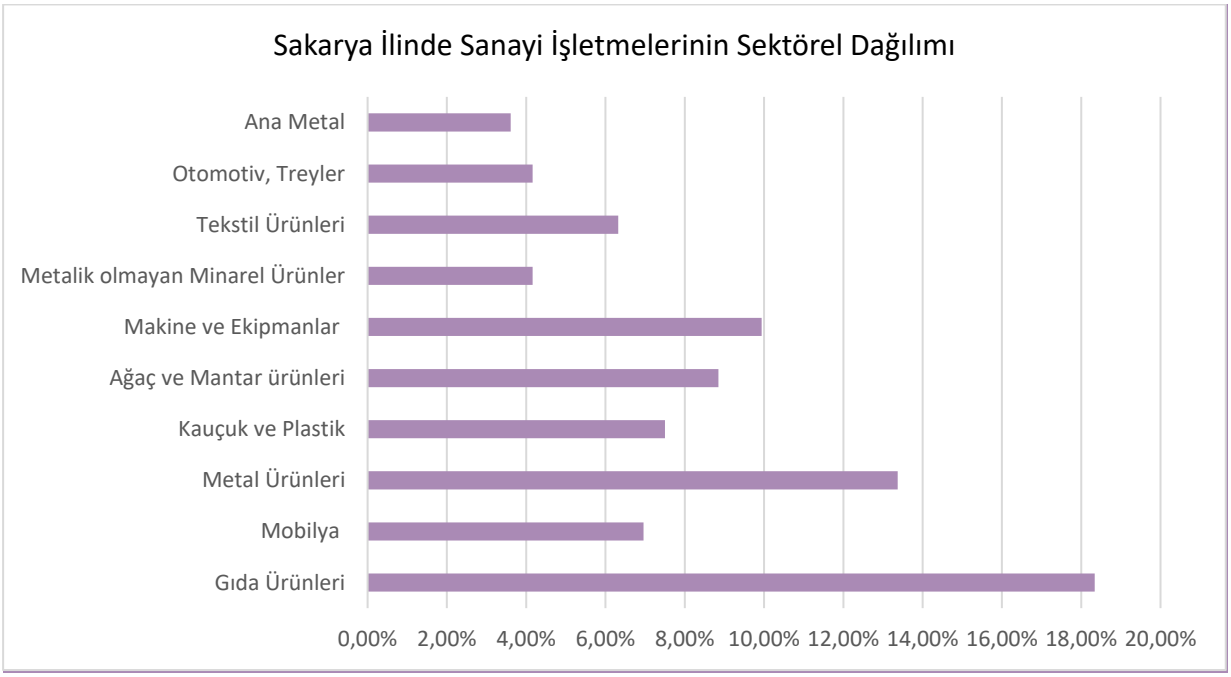
12.1.3. Sektör Dağılımı

Gıda sanayisi, işletmelerin sektörel dağılımına göre incelendiğinde %18,34 ile birinci sırada yer almaktadır. Daha sonra metal ürünleri ve makine ekipman sektörleri gelmektedir. Diğer taraftan ağaç

ve ağaç ve mantar ürünleri, kauçuk ve plastik ürünleri, mobilya, tekstil ürünleri, otomotiv, treyler, metalik olmayan mineral ürünler ve ana metal sektöründe de işletmeler mevcuttur (Şekil 12-3). Tablo 12-3, Şekil 12-3).

Tablo 12-3: Sakarya Sanayi Firmaları Sektör Dağılımı

Sira No	Sektörler	Firma Adedi	Firma Adedine göre Oran %	Çalışan Sayısı	Çalışan Sayısına göre Oran %
1	Gida Sanayi	258	17,33	11.798	15,39
2	Mobilya ve Orman Ürünleri Sanayi	222	15,26	7.250	9,46
3	Çelik, Metal, Demir İşleme Sanayi	250	17,18	13.288	17,33
4	Makina Sanayi	135	9,28	4.345	5,67
5	Otomotiv ve Kara Taşitlar Sanayi	102	7,01	19.917	25,98
6	Plastik, Kauçuk ve Cam Sanayi	150	10,31	5.518	7,2
7	Tekstil ve Giyim Sanayi	111	7,63	9.333	12,18
8	İnşaat Ekipmanlari Sanayi	21	1,44	164	0,21
9	Kimya Sanayi	43	2,96	2.151	2,81
10	Madencilik, Mermer ve Taş Ocakçiliği Sanayi	31	2,13	344	0,45
11	Elektronik, Elektrik Sanayi	36	2,47	1.121	1,46
12	Diğer	96	6,6	1.428	1,86
	Toplam	**1.455**	**100**	**76.657**	**100**



Şekil 12-3: Sakarya Ilinde Sanayi Işletmelerinin Sektörel Dağılımı

12.1.4. Dış Ticaret

İhracat

Sakarya ili ihracatı çoğunlukla Avrupa Birliği Ülkeleri'ne yöneliktir (Tablo 12-4). Türkiye genelinde 2019 yılı illerin dış ticaretinde Sakarya %3,08 ihracat payı ile 7. sırada yer almaktadır. İhracat payının yaklaşık %99'u imalata aittir (Sakarya İl Sanayi Durum Raporu, 2019).

Türkiye genelinde 2019 yılı illerin dış ticaret performanslarına göre Sakarya %3,08 ihracat payı ile 7. sırada yer almaktadır.

Tablo 12-4: Sakarya Sanayi Sektörü İhracat Ülkeleri

İhracat	
Ülkeler	**Paylar**
Birleşik Krallık	10,22%
Fransa	9,92%
Almanya	7,64%
İspanya	7,11%
Polonya	6,84%
İsrail	6,84%
İtalya	6,68%
ABD	6,09%
İsveç	4,62%
Belçika	3,54%

Tablo 12-5: Sektör Bazında İhracat Verileri

Sektör	2014		2015		2016		2017		2018		2019	
	İhracat (Bin Dolar)	Payı (%)	İhracat (Bin Dolar)	Payı (%)	İhracat (Bin Dolar)	Payı (%)	İhracat (Bin Dolar)	Payı (%)	İhracat (Bin Dolar)	Payı (%)	İhracat (Bin Dolar)	Payı (%)
Tarım, Ormancılık ve Balıkçılığı	4.158	0,16	5.682	0,29	5.517	0,21	2.517	0,05	3.887	0,07	5.208	0,1
Madencilik ve Taş Ocakçılığı	524	0,02	1.682	0,09	2.385	0,09	2.543	0,05	2.117	0,04	1.246	0,02
İmalat	2.595.977	99,7	1.929.819	99,31	2.540.550	99,48	5.244.079	99,8	5.628.058	99,8	5.261.672	99,79
Su Temini; Kanalizasyon, Atık Yönetimi	3.133	0,12	6.059	0,31	5.657	0,22	5.408	0,1	5.328	0,09	4.486	0,09
Bilgi ve İletişim	48	0	36	0	27	0	42	0	42	0	85	0
Kültür, Sanat Eğlence, Dinlence ve Spor	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Genel	2.603.843	100	1.943.278	100	2.553.889	100	5.254.589	100	5.639.480	100	5.272.698	100

Sektör bazında ihracat verilerine bakıldığında imalat sektörü %99,79 oran ile en yüksek paya sahiptir.

İthalat

İthalat ise yoğunlukla Japonya ve Avrupa Birliği Ülkeleri'nden yapılmaktadır (Tablo 12-6). Türkiye genelinde 2019 yılı illerin dış ticaretinde Sakarya %1,47 ithalat payı ile 8. sırada yer almaktadır. 2014 yılında il ithalatında imalat sanayinin payı %98,98 iken sonraki yıllarda %99'un üzerine çıkmış, 2019 yılında da %99,45 olmuştur.

Tablo 12-6: Sakarya Sanayi Sektörü İthalat Yapılan Ülkeler

İthalat	
Ülkeler	**Paylar**
Japonya	37,79%
Birleşik Krallık	11,27%
Almanya	9,28%
Çekya	6,44%
Polonya	4,86%
İspanya	4,67%
Fransa	3,72%
Çin	2,60%
İtalya	2,19%
Avusturya	2,18%

Tablo 12-7: Sektör Bazında Sakarya İli İthalat Verileri

Sektör	2014		2015		2016		2017		2018		2019	
	İthalat (Bin Dolar)	Payı (%)	İthalat (Bin Dolar)	Payı (%)	İthalat (Bin Dolar)	Payı (%)	İthalat (Bin Dolar)	Payı (%)	İthalat (Bin Dolar)	Payı (%)	İthalat (Bin Dolar)	Payı (%)
Tarım, Ormancılık ve Balıkçılığı	10.066	0,61	6.305	0,42	8.289	0,39	8.237	0,27	11.922	0,37	10.421	0,35
Madencilik ve Taş Ocakçılığı	6.520	0,39	5.868	0,39	4.790	0,23	5.807	0,19	7.564	0,24	4.801	0,16
İmalat	1.646.921	98,98	1.475.801	99,14	2.099.718	99,36	3.070.949	99,5	3.161.386	99,33	2.290.862	99,45
Su Temini; Kanalizasyon, Atık Yönetimi	95	0,01	150	0,01	126	0,01	666	0,02	1.193	0,04	1.080	0,04
Bilgi ve İletişim	226	0,01	471	0,03	383	0,02	728	0,02	540	0,02	183	0,01
Kültür, Sanat Eğlence, Dinlence ve Spor	1	0	0	0	13	0	24	0	8	0	10	0
Genel	1.663.830	100	1.488.594	100	2.113.319	100	3.086.411	100	3.182.613	100	2.977.357	100

12.1.5. Kamu Yatırım Harcamaları

Sakarya il 2020 yılı yatırım programında yer alan 277 proje toplam bedeli Temmuz ayı itibariyle 667 milyon TL'dir. Bu yatırım 2019 yılına göre 36 milyon TL artmıştır. 2020 yılı ödenek miktarını sektörlere göre incelediğimizde; sırasıyla diğer kamu hizmetleri sektörü 203 milyon TL, sağlık sektörü 143 milyon TL ve enerji sektörü 109 milyon TL ile ilk üç sırayı paylaşmaktadır.

Önemli Kamu Yatırımları:

- Adapazari-Karasu Limanlari ve Sanayi Tesisleri ile Demiryolu Bağlantisi ve İstasyon Tesisleri İnşaatı
- Ballıkaya Barajı
- Karasu Limani İnşaatı
- Adin Doğum ve Çocuk Hastanesi İnşaatı
- Kuzey Marmara Otoyol Projesi

12.2.Sakarya'da Sanayi Sektörünün Çevresel Etkileri

12.2.1. Hava Kirliliği

Sakarya'da sanayi tesisleri tarafından tüketilen yakıtlara bakıldığında hem katı yakıtlar hem de doğalgaz türlerine göre miktar olarak konutlara kıyasla daha yüksek olduğu görülmektedir (Tablo 12-8).

Tablo 12-8: Sakarya İlinde 2019 Yılında Kullanılan Yakıt Türleri ve Miktarları

	Katı Yakıt			Doğalgaz		Fuel Oil	
	Kullanım Yeri	Cinsi	Tüketim Miktarı (ton)	Kullanım Yeri	Tüketim Miktarı (sm^3)	Kullanım Yeri	Tüketim Miktarı (kg)
Sanayi	Sanayi	İthal	63.521,1	Sanayi	249.700.000	-	-
	Tüketim Miktarı (ton)			Tüketim Miktarı (sm^3)		Tüketim Miktarı (m^3)	
Konut	5.743,2			242.819.000		3.576,690	

Elektrik Piyasasi Sektör Raporu'na bakıldığında Sakarya sanayisi 2019 yılında %0,753 pay ile 144.772,03 MWh elektrik tüketmiştir.

2019 yılı itibari ile Sakarya ilinde 1 tane seyyar olmak üzere toplamda toplam 34 tane Egzoz Gazı Emisyon Ölçüm Servisi bulunmaktadır.

Sürekli Emisyon Ölçü Sistemleri (SEÖS) kurma yükümlülüğü olan tesisler; sektör ayrımı olmaksızın, büyük yakma tesisleri, yanma ısıl gücü 10 MW ve üzeri olan katı ve sıvı yakıtlı yakma tesisleri, periyodik emisyon ölçümlerinde SKHKKY EK-3'de belirlenmiş kütlesel debi sınır değerlerini aşan tesisler, demir-çelik ergitme ve ark ocaklarındaki toz toplama bacaları, kireç fabrikaları, atık yakma tesisleri ile Bakanlık veya Valilik kararıyla sürekli izlemeye tabii tesisler olarak belirlenmiştir.

Tablo 12-9: 2019 Yılı itibariyle Sürekli Emisyon Ölçüm Sistemleri

Alt Sektör	Tesis Sayısı	Baca Sayısı
Ağaç İşleme Tesisleri	1	1
Doğalgaz Çevrim ve Termik Santralleri	2	6
Kireç Fabrikaları	1	1
Şeker Fabrikaları	1	1
Toplam	**5**	**9**

Kaynak: Sakarya Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü, 2019

Sakarya ilinde özellikle kış aylarında hava kirliği artmaktadır. Buna sebep olarak da konut ısınmasında kullanılan katı yakıtlar gösterilmektdir. PM_{10} ve SO_2 konsentrasyonlarını azaltmak için 2020-2024 Temiz Hava Eylem Planı'nda kentsel ısınmada doğalgaz kullanımına geçilmesi hedeflenmektedir. Ayrıca iklim değişikliği eylem planı çerçevesinde henüz bir çalışma bulunmamaktadır.

12.2.2. Su Kullanımı ve Kirliliği

Sakarya ilinin 2019 yılı çevre durum raporu incelendiğinde endüstriyel ve rekreasyonel su temini miktarı ve şekli hakkında ayrıca bilgi verilmemektedir. Ancak su kirliliğinin kontrolü kapsamında "OSB firmaların birçoğunda yer altı suları sondajlar vasıtası ile kullanılmaktadır. Geri kalan firmalar ise belediyelerin şebekelerinden sularını temin etmektedirler" bilgisi yer almaktadır. Sakarya Büyükşehir Belediyesi Su ve Kanalizasyon İdaresi'ne (SASKİ) bağlı Karaman ve Hendek Atıksu Arıtma Tesisleri'ne 1. ve 2. OSB atık suları verilmektedir. 3. OSB'de ise bölgenin kendi bünyesinde bulunan tesiste su arıtılıp daha sonra alıcı ortama verilmektedir. 7 Nisan 2012 tarih ve 28257 sayılı Resmî Gazete'de yayınlanan "Yeraltı Sularının Kirlenmeye ve Bozulmaya Karşı Korunması Hakkında Yönetmelik" ve 10 Ağustos 2016 tarih ve 29797 sayılı Resmî Gazete'de yayınlanan ''Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliğinde Değişiklik Yapılmasına Dair Yönetmelik" kapsamında yapılan çalışmada yüzey ve yeraltı sularının hangi amaçla kullanıldığı miktarı belirtilmeden **Tablo 12-10**'da verilmiştir.

Tablo 12-10: Yeraltı ve Yerüstü Suların Kullanım Amacı

Su Kaynağının Cinsi (Yüzey/ Yeraltı)	Adı	Kullanım Amacı ve Kullanılan Miktar			
		İçme ve Kullanma Suyu	Enerji Üretimi	Sulama Suyu	Endüstriyel Su Temini
Yüzey	Mekece Mevki		X		
Yüzey	Çardak Köprüsü		X		
Yüzey	Ali Fuat Paşa		X		
Yüzey	Dereköy		X		
Yüzey	Mollaköy			X	
Yüzey	Türkçaybaşı			X	
Yüzey	Ekinli			X	
Yüzey	Mudurnu Deresi			X	
Yüzey	Ballıkaya barajı			X	
Yüzey	Ballıkaya barajı-2			X	

Yüzey	Beyköy			X	
Yüzey	Ortaköy			X	
Yüzey	Uludere			X	
Yüzey	Yağcılar Köprüsü			X	
Yüzey	Taşkısığı Göleti				X
Yüzey	Taşkısığı Göleti-2				X
Yüzey	Kaynarca Göleti			X	
Yüzey	Eşme Deresi			X	
Yüzey	Salmanlı Barajı			X	
Yüzey	Serdivan Kurudere			X	
Yüzey	Yenidoğan			X	
Yüzey	Budaklar			X	
Yüzey	Büyükesence			X	
Yüzey	İsmailefendi		X		
Yüzey	Poyrazlar Gölü			X	
Yüzey	Poyrazlar Gölü-2			X	
Yüzey	Seyifler köprüsü			X	
Yüzey	Akgöl			X	
Yüzey	Akgöl-2			X	
Yüzey	Konacık			X	
Yüzey	Konacık - 2			X	
Yüzey	Adatepe Köprüsü		X		
Yüzey	Maden Deresi			X	
Yüzey	Maden Deresi-2			X	
Yüzey	Küçük Boğazköy			X	
Yüzey	Küçük Boğazköy-2			X	
Yüzey	Karanlıkdere			X	
Yüzey	Acarlar Longozu			X	
Yüzey	Acarlar longozu-2			X	
Yüzey	Yeni Mahalle		X		
Yüzey	Tuzla		X		
Yüzey	Kavakdüzü		X		
Yüzey	Aşağı Dereköy	X			
Yüzey	Sapanca Kapak	X			
Yüzey	Uzunkum	X			
Yüzey	İstanbul Dere	X			
Yüzey	Yanık Deresi	X			
Yeraltı	Alaağaç		X		
Yeraltı	Neyir Tarım İşl.		X		
Yeraltı	Gölce				
Yeraltı	Kulaklı Köyü				
Yeraltı	Düzyazı				
Yeraltı	Şeyhköy				
Yeraltı	Özbek				
Yeraltı	Geyve Soğuk Hava				
Yeraltı	Çökekler				
Yeraltı	Türkorman Köy				

Yeraltı	Fındıklı				
Yeraltı	Maksudiye				

DSİ'nin hazırladığı "Havzalara Göre Yıllık Yer altı suyu Potansiyeli" tablosuna göre 2013-2016 yılları için Sakarya havzası yeraltı suyu işletme rezervi verilerine bakıldığında 2013 yılında 1545,2hm³/yıl olarak ölçülen değerin 2016 yıla kadar değişmediği görülmüştür.

Ülke genelindeki istatistikler incelendiğinde, DSİ'nin 1995 yılından bu yana kayıt altına aldığı "Sektör Bazında Yer altı suyundan Yapılan Tahsis Miktarları" verilerinde sanayiye yapılan tahsisler ayrıştırılmamış olup "İçme, Kullanma ve Sanayi Suyuna ait Yer altı suyu Tahsisi" başlığı altında değerlendirilmiştir. İller için bu veri de mevcut değildir. Sanayi alt kırılımının sağlıklı biçimde ayrıştırılamaması ve söz konusu verinin temsil edebilir olmaması nedeniyle bu istatistik çalışmada kullanılmamıştır.

Adapazarı, Akyazı, Hendek, Geyve ve Karasu ilçelerinde 5 adet arıtma tesisi bulunmaktadır (Tablo 12-11).

Tablo 12-11: OSB'ler ve Atıksu Arıtma Tesisleri

OSB Adı	Mevcut Durumu	Kapasitesi (ton/gün)	AAT Türü	AAT Çamuru Miktarı (ton/gün)	Deşarj Ortamı
Sakarya 1. OSB	AAT İşletmede (Faal)	198.800	Evsel ve Endüstriyel AAT (Fiziksel, Kimyasal ve İleri Arıtım Üniteleri)	72,12	YOK
Sakarya 2. OSB	AAT İşletmede (Faal)	12.962	Evsel ve Endüstriyel AAT (Fiziksel, Kimyasal ve İleri Arıtım Üniteleri)	4,73	Dinsiz Deresi
Sakarya 3. OSB	AAT İşletmede (Faal)	9.600	Evsel ve Endüstriyel AAT (Fiziksel, Kimyasal ve İleri Arıtım Üniteleri)	10,00	Sakarya Nehri
Sakarya Karasu OSB	AAT İşletmede (Faal)	80	Evsel ve Endüstriyel AAT (Fiziksel, Kimyasal ve İleri Arıtım Üniteleri)	0,02	DSİ Kanalı
Sakarya Ferizli OSB	Arıtma tesisi yok				

Tablo 12-12: Atıksu Arıtma Tesisi Olan Tesis Sayısı

Tesis Statüsü	Toplam Tesis Sayısı	AAT'si Olan Tesis Sayısı
Üretim Sektörü/Sanayi Tesisi	412	157
Turizm Tesisi veya Site Yönetimi	5	3
Diğer	21	8

Sanayi kaynaklı su kirliliğine ilişkin olarak bulunan atıksu arıtma tesisleri dışında 168 adet 2020 yılı itibariyle münferit sanayiye ait atıksu arıtma tesisi bulunmaktadır.

Sakarya Büyükşehir Belediyesi, SASKİ Genel Müdürlüğü'ne bağlı olarak faaliyet gösteren Karasu ve Geyve Atıksu Arıtma Tesisleri'nde arıtılan atıksuların geri kullanılması amacıyla UV dezenfeksiyon sistemleri mevcuttur. Ancak 48.651.312 m^3/yıl su, alıcı ortama deşarj edilmektedir. Karaman Atıksu Arıtma Tesisi2nde arıtılan atıksuların yeşil alan sulaması amacıyla geri kullanılması konusunda UV dezenfeksiyon sistemi kurulması ile ilgili çalışmalar ise devam etmektedir.

ARITILDIKTAN SONRA BERTARAF EDİLEN ATIKSU DURUMU							
Alıcı Ortama Deşarj Edilen (m3 /yıl)	Kanalizasyona Deşarj Edilen (m3 /yıl)	Kentsel Yeniden Kullanım (m3 /yıl)	Tarımsal Yeniden Kullanım (m3 /yıl)	Endüstriyel Yeniden Kullanım (m3 /yıl)	Çevresel/Ekolojik Yeniden Kullanım (m3 /yıl)	Başka Bir Tesise Su Kaynağı (m3 /yıl)	TOPLAM (m3 /yıl)
48.651.312	-	-	-	-	-	-	-

TÜİK istatistiklerinden kaynağına göre sanayi amaçlı toplam çekilen su miktarı ve amaçlarına göre tüketim miktarı bilgileri iller bazında mevcut değildir.

12.2.3. Toprak Kirliliği

"Toprak Kirliliğinin Kontrolü ve Noktasal Kaynaklı Kirlenmiş Sahalara Dair Yönetmelik" ve "Toprak Kirliliğinin Kontrolü ve Noktasal Kaynaklı Kirlenmiş Sahalara Dair Yönetmelik Yeterlilik Belgesi Tebliği" kapsamında, 15 adet şüpheli saha bulunmaktadır. Bu sahalardan hiçbiri takip gerektiren saha ya da kirlenmiş saha olarak tanımlanmamıştır.

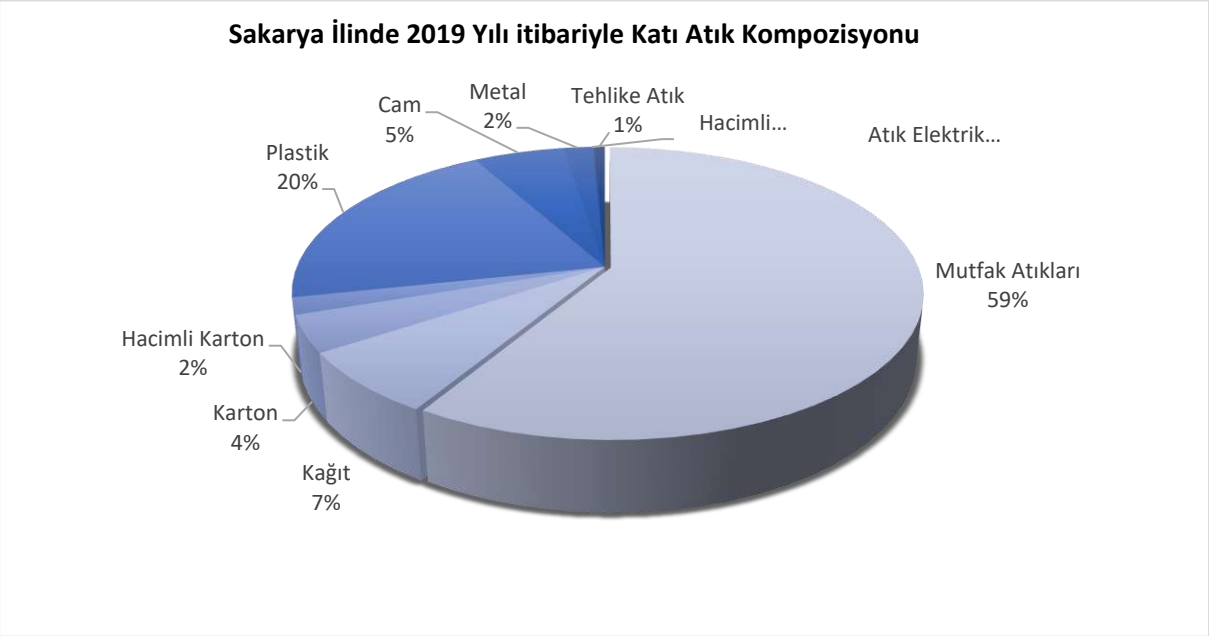
Mevcut ATT'lerden çıkan çamurların toprağa geri kazandırılması konusunda herhangi bir çalışma bulunmamaktadır. Ancak yakılarak enerji elde edilmesi konusunda fizibilite çalışmaları devam etmektedir.

Madencilik faaliyetleri esnasında ve sonucunda bozulan arazilerin doğaya yeniden kazandırılmasına ilişkin yapılan çalışmalar illerde Valiliklerce kurulan Yatırım İzleme ve Koordinasyon Başkanlıklarınca yürütülmektedir.

İnşaat faaliyetleri sonucu ortaya çıkan ve başka yerde değerlendirilemeyecek olan hafriyat toprağının tekrar kullanımının sağlanması amacıyla madencilik faaliyetleri ile bozulan sahalar kullanılmaktadır.

12.2.4. Atık

İle ait depolama tesisine ilçe belediyeleri ve özel firmalar evsel atıklarını getirmektedir. Sakarya Büyükşehir Belediyesi katı atık düzenli depolama sahasında 2019 yılı 1 Ocak-31 Aralık tarihleri arası itibariyle 334.708.700 kg atık depolanmıştır (Şekil 12-4).



Şekil 12-4: 2019 Yılı Katı Atık Kompozisyonu

İle ait çevre durum raporunda, türlerine ve kodlarına göre atık kategorileri ile ilgili bilgiler yer almaktadır. Ancak sanayi sektörü kaynaklı atıklar için ayrı bir sınıflandırma yapılmamıştır.

Tablo 12-13: 2019 Yılı itibariyle Sıfır Atık Sistemini Uygulayan Kurum/Kuruluş Sayısı

Hedef Kitle	Toplam Kurum Sayı	Sisteme Geçen Kurum	%
Belediye Geneli	1249	437	35
Belediye Hizmet Binası	16	13	81
Okul	550	10	2
Kurum/kuruluş	220	61	28
AVM	3	0	0
Otel	195	0	0
Hastane	160	34	21
Sanayi	6	6	100
Diğer			

TÜİK istatistiklerinden imalat sanayi kaynaklı atık verilerine ulusal bazda erişilebilmektedir, ancak illere göre kırılımı bulunmamaktadır. Ayrıca Kömürle Çalışan Termik Santraller ve Kül Atıkları, Demir ve Çelik Sektörü ve Cüruf Atıkları, Atıksu Arıtma Tesisi Çamurları hakkında sayısal veri bulunmamaktadır.

12.2.5. Büyük Endüstriyel Kazalar

"Büyük Endüstriyel Kazaların Önlenmesi ve Etkilerinin Azaltılması Hakkında Yönetmelik" kapsamında tehlikeli maddeleri bulunduran ya da bulundurması muhtemel kuruluşlar Yönetmeliğin bildirim maddesi uyarınca Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, Entegre Çevre Bilgi Sistemi altında çalışan BEKRA Bildirim Sistemi'ne bildirimlerini yapmakla yükümlüdür. Ancak İl Çevre Durum Raporu'na göre hiçbir kuruluş denetlememiştir.

Tablo 12-14: BEKRA Kapsamındaki Kuruluş Sayısı

Kuruluş Kategorisi	Kuruluş Sayısı
Üst Seviye	4
Alt Seviye	2
Toplam	6

Çevre İzni/Çevre İzni ve Lisansı Belgesi ve Çevre Denetimleri

Sakarya ilinde 2020 yılında Bakanlık Merkez teşkilatı ve taşra tarafından verilen Geçici Faaliyet Belgesi ve Çevre İzni/Çevre İzni ve Lisansı Belgesi sayıları aşağıdaki gibidir.

Tablo 12-15: Geçici Faaliyet Belgesi ve Çevre İzni ve Lisans Belgesi alan Kuruluş Sayısı

	EK-1	EK-2	TOPLAM
Geçici Faaliyet Belgesi	13	51	**64**
Çevre İzin/Çevre İzni ve Lisans Belgesi	27	90	**117**
Çevre İzni Muafiyet Sayısı	2	7	**9**
TOPLAM	**42**	**148**	**190**

Çevre İzni ve Lisans Mevzuatı'na tabi tesislerde, 21 Kasım 2008 tarih ve 27061 sayılı Resmî Gazete'de yayımlanarak yürürlüğe giren Çevre Denetimi Yönetmeliği gereğince; denetimler gerçekleştirilmektedir. 2019 yılına ait bilgiler **Tablo 12-16**'da yer almaktadır. Bu denetimlerden %92,04'ü plansız yapılmıştır.

Tablo 12-16: Çevre Denetimi Yönetmeliği gereğince denetimler, 2019

Denetimler	Toplam
Planlı denetimler	91
Plansız (ani+şikayet) denetimler	1051
Genel Toplam	**1142**

Kaynak: Sakarya Çevre Durum Raporu, 2019

12.3.İklim Değişikliği Bağlamında Sakarya'da Sanayi Sektörünün Değerlendirilmesi

12.3.1. Halihazırda Yapılmış Çalışmalar

İklim Değişikliğinin Su Kaynaklarına Etkisi Projesi Nihai Raporu'nun (2016) EK 14 – Sakarya Havzası bölümünde, Sakarya ilini de kapsayan daha geniş bir alanda Sakarya nehri havzasına ilişkin su potansiyelleri ve suyun sektörlere dağılımı, 2100 yılına dek havzalar özelinde makro ölçekte değerlendirilmiştir. Ayrıca 10'ar yıllık zaman aralıklarında yüzdelik dağılım tahminleri yapılmıştır. Proje kapsamında yürütülen çalışmada sanayi amaçlı kullanılan su miktarının, Türkiye'nin Gayri Safi Milli Hasılası'na (GSMH) oranına göre değişeceği kabul edilmiştir. Buna göre, Türkiye GSMH değerleri ile orantılı olarak sanayi amaçlı su ihtiyacının 2015 yılı değerlerine göre %37 artması öngörülmektedir. Uzun yıllara dayanan tahminlerde arazi kullanımı ve dağılımı irdelenmemiş olup, arazi kullanımlarının değişmeyeceği kabulü yapılmıştır.

Bölgeye yönelik diğer bir çalışma olan Sakarya Büyükşehir Belediyesi'nin 2019 yılında hazırladığı 2020-2024 Stratejik Planı'nda iklim değişikliği ve sanayiye yönelik unsurlar yer almaktadır. Çalışma kapsamında yapılan PESTLE (Politik, Ekonomik, Sosyal, Teknolojik, Yasal-Legal ve Çevresel-Environment etmenlerin hem tehditler hem de avantajlar bakımından değerlendirilmesi) analizinde, "Küresel Isınma

ve İklim Değişikliği" çevresel bir etken olarak ele alınmıştır. Bu kapsamda, ortalama sıcaklıkların artışına yönelik fırsat olabilecek unsurlar aşağıdaki şekilde sıralanmıştır:

- Özellikle Karadeniz kıyısında sahil turizminin periyodunun uzamasından kaynaklı turist sayısında artış;
- İldeki turizm yatırımlarının artması;
- Turizm yatırımlarından kaynaklı Belediye gelirlerinde meydana gelecek artış;
- Yeni belediye yatırımları için kaynak sağlanması;
- Şehrin marka şehir olma fırsatı.

Aşağıdaki hususlar ise tehdit olarak yer almıştır:

- Ani ve yoğun yağışlardan kaynaklı oluşan sel, heyelan ve dolu felaketlerinin yol açacağı maddi hasarlar ve can kayıpları; Su kaynaklarında ve şehre arz edilen su miktarlarında yaşanacak azalma;
- Kuraklıktan kaynaklı tarımsal ve hayvansal üretimde yaşanacak azalma;
- Yağış yetersizliği sebebi ile park ve yeşil alanlarda şebeke suyu kullanımının olanaksız olması ve bu sebeple sulama çalışmalarının özellikle kurak dönemlerde kesintiye uğraması;
- Kuraklık ile ani ve yoğun yağışlardan kaynaklı toprak verimliliğinin azalması, gübreleme ihtiyacının artması;
- Bitki zararlılarının artış göstermesi ile zirai ilaçlama ihtiyacının artması;
- Hava kirliliğindeki artış;
- Emisyon kaynaklı sağlık şikâyetlerin artması;
- Temiz su ihtiyacının artması.

Bu fırsat ve tehditlere yönelik eylem önerileri de belirlenmiştir:

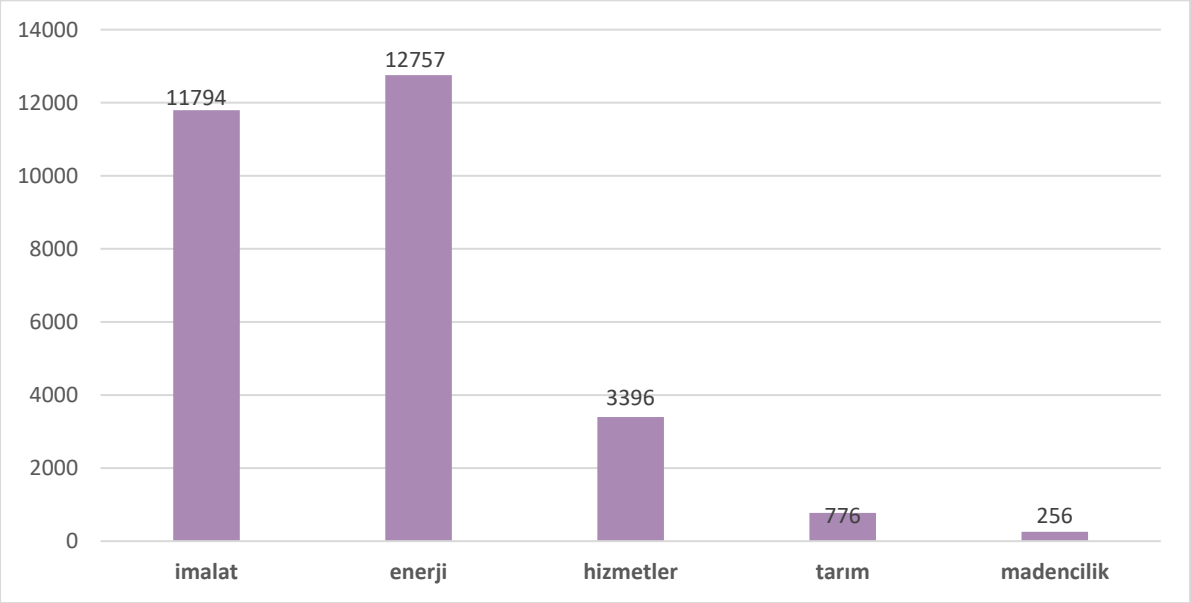
- Şehir yağmursuyu şebekelerinin ani ve yoğun yağıştan etkilenmeyecek şekilde yapılması;
- Dere, çay ve nehir yataklarının periyodik olarak temizliğinin ve ıslahının yapılması;
- Tarımsal üretimde kullanılmak üzere yeni su kaynaklarının temini ve su kanalları ve göletlerin yapılması;
- Şehirdeki paydaşlarla birlikte ağaçlandırma çalışmaları yapılması;
- Sel ve heyelan felaketinde zarar gören köprü ve yolların yapımı;
- Belediye turizm yatırımlarının finansmanında bütçe kaynaklarının yanı sıra Kamu-Özel İş birliği (KÖİ) modelinin kullanımının mevcut tecrübeler de dikkate alınarak geliştirilmesi;
- Belediye birimlerinin Sakarya'yı marka şehir haline getirecek şehircilik ve medeniyet adına küresel değer üreten Kamu-Özel İş birliği (KÖİ) modeline uygun projeler geliştirmesi.

Aynı analizin ekonomik etmenler bölümünde "Sakarya İline Yönelik Gerçekleşecek Sanayi Yatırımları" ile ilgili olarak "sanayi yatırımlarının çevreye zarar vermesi" ve "sanayi yatırımlarının tarım arazileri üzerinde yapılması" tehdit olarak belirlenmiştir. Bu bağlamda, iklim değişikliği etkilenebilirlik ve uyuma dair değerlendirmelerin yer aldığı görülmektedir.

Ayrıca, "çevreye ve tarım arazilerine zarar veren sanayi yatırımlarına karşı net ve etkili bir duruş sergilenmesi" arazi kullanım değişikliğine yönelik bir eylem önerisi olarak ortaya çıkmaktadır. Afet ve acil durum yönetimine yönelik yapılan değerlendirmede ise GZTF (güçlü, zayıf, tehdit, fırsat) analizinin bir sonucu olarak "sanayi kuruluşlarının artmasından dolayı yangın sayısında artış" ve hibe projeleri, akıllı şehir çalışmaları, dış ilişkiler ve kentsel analiz başlığı altında "artan sanayi ile birlikte çevresel tehditlerin ortaya çıkması" bir tehdit olarak yer almaktadır.

12.3.2. İklim Değişikliği Bağlamında Belirsizlikler, Fırsatlar, Tehditler

İlde sanayi sektörüne ilişkin genel anlamda gelişim beklentileri incelendiğinde; öncelikle dış ticarete konu olabilecek sektörler öne çıkmaktadır. 2010-2019 yılları arasında sektörlere göre sabit yatırımlara bakıldığında, sektörün büyüklüklerine göre alt sektör profili ile benzer bir tablo karşımıza çıkmaktadır (Şekil 12-5). Ana metal sanayi, makine ve ekipman, motorlu kara taşıtı ve römorklar, gıda ürünleri ve içecek, metal eşya sanayi, enerji üretimi (güneş enerjisi santrali, rüzgâr enerjisi santrali), savunma sanayi, tarım ve tarıma dayalı sanayi sektörleri bölgede gelişme potansiyeli gösteren alanlardır.



Şekil 12-5: Sektörlere göre Sabit Yatırım Tutarları (Milyon TL, 2010-2019)

Bu sektörlerin; fiziksel varlıklar, üretim süreçlerinin verimliliği, işletme ve bakım faaliyetlerinin maliyeti, sağlık ve güvenlik, işgücü ve işgücü verimliliğini içerek şekilde temel operasyonlar, ham madde ve hizmet tedarik etme yeteneği, belirli ürün ve hizmetler için müşteri talebi gibi unsurları kapsayan değer zinciri ve ihracat veya ithalat yapabilmek için gerekli altyapı, elektrik, su hizmetleri vb. kamu hizmetlerini ele alan daha geniş ağda etki zinciri analizi ile değerlendirmeleri yapılmıştır. Değerlendirmede, Proje kapsamında yapılan anketler yolu ile paydaşlar tarafından önceliklendirilen ilk 3 sıradaki iklim tehlikesi dikkate alınmıştır.

İklim değişikliğinden en çok etkilenebilecek sektörler sıralamasında 6.ıncı olarak değerlendirilen sanayi sektörünü, büyüklük olarak ikinci sırada yer alan gıda sektörü açısından en yüksek etkilenebilirliğe sahip tarım sektöründen bağımsız değerlendirmemek doğru olacaktır.

Kaynaklarına göre Su Temininin Ölçülmesi ve İzlenmesi

Su kirliliği bazlı izleme ve raporlama gelişmeye açık yönleriyle beraber belirli bir seviyede yapılırken, sanayi sektöründe su kullanımının kaynaklarına göre izlenmesi ve kontrolü bağlamında izleme yapılmamaktadır. İklim uyum konusunun sanayi sektöründe genel anlamda derinlemesine ele alınmamış diğer unsurları gibi su tüketimi konusu da hâkim yaklaşım olan boru sonundan kirlilik kontrolü uygulamalarına göre izlemesi sistematik olarak yapılmayan bir alandır. Halihazırda su temininin kaynağına göre birden fazla yetkili otorite tarafından yapılıyor olması ve eşgüdüm ile yürütülmüyor olması nedenleri ile sanayi sektöründe su tüketimine dair karşılaştırılabilir veriye ulaşılamamaktadır.

Diğer taraftan karbon ayak izi gibi su ayak izi hesaplamaları son yıllarda, özellikle su tüketimi yoğun sektörlerde öne çıkan bir yaklaşımdır. Birim ürün başına su tüketimi önemli bir kaynak verimliliği

parametresi olarak sürdürülebilirlik raporlamaları gibi halka açık ve yatırımcılara finansal olmayan değerlemeleri yapma fırsatı veren araçlar için önemli girdi sağlamaktadır. Sektörel karşılaştırma kriterlerine göre tesislerin durumu; bulundukları bölge şartları ve o bölgede öngörülen iklim değişikliği koşulları ile ne kadar uyumlu oldukları, üretimlerinin sürdürülebilirliğini nasıl yönettikleri ve özellikle orta ve uzun vadede finansal sürdürülebilirliğe etkileri bağlamlarında ortaya konulmaktadır.

Sakarya özelinde tarım ve sanayi sektörlerinin halihazırda kısıtlı olan su kaynaklarından su temini ve su kaynaklarına olan etkileri birbiri ile karşılıklı bağımlılıklar içermektedir. İlin sektörel dağılımında 3. sırada yer alan gıda sektörü için ana girdisi olan tarımsal ürünlerin verim düzeyi ve rekolte durumu başlıca önemli faktörlerdendir. Su kaynakları ve temini üzerinde bu iki sektörün rekabeti, sonuç olarak diğerini de etkileyecektir. Aynı zamanda iş birliği içinde yürütecekleri çalışmalar ise ortak faydalar sağlayacaktır. Bu anlamda, iklim değişikliği uyum faaliyetleri planlanırken paydaşların karşılıklı bağımlılıkları ayrıntıları ile ortaya konmalıdır.

Sanayide kaynaklarına göre su tüketimi, bölge koşullarına göre kaynak bazlı fiyatlama, verimlilik ve tasarruf çalışmaları özel sektörün piyasa dinamikleri ve sürdürülebilirliklerini korumak adına aldıkları gönüllü inisiyatifler ve kamu kurumlarının ortak politikaları ile şekillendirilmelidir.

Endüstriyel Kaza Riskinin Değerlendirilmesi-Natech Riskleri

Doğal tehlike kaynaklı teknolojik olaylar olarak açıklanabilecek Natech olayları, doğal ve teknolojik tehlikeleri birleştiren ve iki tehlike türü arasındaki etkilerin artması nedeniyle çok karmaşık sonuçları olan ortak afetlerdir.

Potansiyel domino etkisi yaratacak bir husus olarak doğal afetler tarafından tetiklenen Natech kazaları sanayi sektörü için ele alınması gereken konulardan biridir. Doğal tehlike olayları; kimyasal prosesler, boru hatları, açık deniz platformları ve tehlikeli maddeleri işleyen, depolayan veya taşıyan diğer altyapılar üzerindeki etkileri yangınlara, patlamalara ve toksik veya radyoaktif salınımlara neden olabilir.

Bu risklerin oluşması mutlaka büyük bir doğal tehlike olayı gerektirmez, her tür ve boyuttaki doğal afet olayı tarafından tetiklenebilir. Sonuç olarak, Natech riskleri, tehlikeli sanayi bölgelerinin doğal tehlike bölgelerinde bulunduğu hem gelişmiş hem de gelişmekte olan ülkelerde mevcuttur. Endüstriyel büyüme, iklim değişikliği ve giderek daha fazla birbirine bağlı hale gelen bir toplumun artan kırılganlığı, gelecekte bu tür olayların olasılığını ve etkisini artıracaktır (UNISDR 2017). Bu nedenle, bunları önlemek ve sonuçlarını hafifletmek için yeterli önleme, hazırlık ve müdahaleye özellikle ihtiyaç vardır. Afet riskini azaltma önlemleri her zaman teknolojik tehlikeleri dikkate almaz ve kimyasal kaza önleme ve hazırlık programları genellikle Natech riskinin belirli yönlerini gözden kaçırır. Bu da sanayi tesisleri açısından risk değerlendirmesi ve yönetimi için özel metodolojilerin ve rehberliğin eksikliğine neden olur.

Natech kazaları birçok doğal afette olagelen bir özellik olsa da kademeli olarak büyük sosyal, çevresel ve ekonomik etkileri olabileceği gerçeğine rağmen gözden kaçabilmektedir. Bu kazalar, tehlikeli maddelerin geniş alanlara birden çok ve eşzamanlı olarak salınmasına, güvenlik bariyerlerine veya sistemlere zarar vermesine veya sistemlerin yok olmasına ve kazaların önlenmesi ve azaltılması için sıklıkla ihtiyaç duyulan yaşam hatlarının hasar görmesine neden olabilirler. Buna ek olarak, acil durum müdahale ekipleri genellikle aynı anda birkaç vakayı idare etmeleri ve paralel olarak doğal tehlikelerin sonuçlarına yanıt vermeleri gerektiğinden yeterli donanıma ve eğitimle sahip olmayabilmektedir.

Birçok doğal tehlikenin aksine, teknolojik tehlikeler genellikle yereldir ve bunların ulusal risk değerlendirmesinde dikkate alınması gerekmektedir. Natech'in tehlikeli bir kuruluma yönelik riskini değerlendirmek için tesisler, sahalarının doğal bir tehlike bölgesinde olup olmadığını ve eğer öyleyse, sahadaki doğal tehlikelerin beklenen ciddiyetinin ne olacağını belirlemelidir.

Doğal tehlikeli alanlara toplum müdahalesi, iklim değişikliği, hızlı demografik değişiklikler ve şehirleşme, dünyanın birçok yerinde nüfusun Natech'e ve diğer tür afet risklerine maruz kalmasını ve savunmasızlığını artırmaktadır.

Son yirmi yılda yaşanan bir dizi dönüm noktası olarak nitelendirilebilecek olay nedeniyle, küresel olarak Natech riskine ve azaltılmasına duyulan ihtiyaç konusunda daha büyük bir farkındalık oluşmuştur. 2000 yılında Romanya'daki Baia Mare Aurul altın madeninden tehlikeli atık madde içeren barajın olağandışı meteorolojik koşullar nedeniyle yıkılarak siyanürle yoğun şekilde kirlenmiş 100.000 metreküp atık suyu, Macaristan'ın Tisza nehrinin Lapus ve Somes kollarına bırakması ile yaşanan kaza sonrası gelişen süreçte Avrupa Birliği bünyesinde daha ciddi önlemler alınmaya başlanmıştır. Sonrasında, 2011'deki Fukushima nükleer felaketi, Natech tehlikelerini küresel gündeme getirerek bir önemli bir uyarı işlevi görmüştür. Genel olarak, insan faaliyetlerinin yayılımı (sanayileşme, kentleşme) ve iklim değişikliğinin bir sonucu olarak gelecekte Natech tehlikelerinin artması beklenmektedir.

Avrupa Birliği Sivil Koruma ve İnsani Yardım tarafından finanse edilen İklim Uyumunu ve Kalkınmasını Desteklemek için Topluluk Güvenliği Eylemi - CASCADE Projesi'nin temel amacı çerçevesinde, iklim değişikliğine uyum hususlarının dahil edilmesiyle risk yönetimi önlemlerine yönelik ortak bir anlayış, entegre bir yaklaşım elde etmek için yerel düzeyde kılavuzlar geliştirmiştir. İklim değişikliği ile ilintili temel etmenler ve bunların kademeli etkileri aşağıda yer alan Şekil 12-6 ile özetlenmiştir. 2020 yılında tamamlanan bu çalışmada belirlenen ve diğer olumsuz etkiler yanında küresel ticareti etkilemesi öngörülen risklerden birisi de iklim değişikliğinden kaynaklanan hastalıkların yayılmasında artıştır. Küresel hareketlilik nedeniyle, hastalıklar, ekonomik olanlar da dahil olmak üzere toplumsal etkileri dağıtan uluslararası salgınlar ve pandemiler haline gelebilir öngörüsü yer almaktadır.

Bir dizi Natech olayının ardından ve iklim değişikliğinin riskin önemini artırmasıyla birlikte çok sayıda ülke risk kontrol önlemleri uygulamaktadır. Önemli Kaza Tehlikelerinin Kontrolüne İlişkin Seveso Direktifi ve Değişikliklerinin gereklilikleri, Avrupa Birliği'ndeki büyük kimyasal kaza risklerini yönetmeyi amaçlamaktadır. Direktif, önemli olayların meydana gelmesini önlemek ve eğer önlenemiyorsa, insan sağlığı ve çevre üzerindeki etkilerini yeterince azaltmak için benimsenecek katı güvenlik tedbirlerini zorunlu kılmaktadır.

Natech'e göre Seveso Direktifi AB düzeyindeki en önemli yasama eylemidir. Direktif artık, sel ve deprem gibi çevresel tehlikelerin, girişinden 30 yıl sonra, bir endüstriyel kuruluşun güvenlik belgesinde rutin olarak tanınmasını ve analiz edilmesini açıkça zorunlu kılmaktadır. Avrupa Kritik Altyapı Direktifi, Offshore Güvenlik Direktifi, Su Çerçeve Direktifi ve Sel Direktifi gibi diğer AB mevzuatı Natech risklerini dolaylı olarak ele almaktadır.

Proaktif bir yaklaşımla, iş kesintilerini ve beraberindeki ekonomik kayıpları en aza indirmek için iklim değişikliği kaynaklı tehlikelerin şiddeti üzerindeki olası etkisini hesaba katarak mevzuat yükümlülüklerinin ötesinde iş dünyası kendi inisiyatifleri ile tesislerin yapısına özgü bir dizi önlem geliştirebilir.

Natech kaza riskinin kontrolü için yasal bir çerçeveye ilişkin göstergeler; arazi kullanımı planlaması, güvenlik vakaları, acil durum planlaması vb. bileşenlerin yanı sıra çerçevenin nasıl uygulanacağını açıklayan kuralları, yönergeleri ve standartları da içerebilir. Özellikle iklim değişikliği ışığında güvenlik standartlarının sık sık değerlendirilmesi gerekliliği de değerli bir katkı sağlayacaktır. Natech tehlikelerinin yalnızca teknolojik risk düzenlemelerinden ziyade doğal risk yönetimi çerçevelerine dahil edilmesi, potansiyel olarak bir gösterge bileşeni olabilir.

Paydaşların, tehlikeli tesislerin doğal afetlere karşı duyarlılığını fark etmelerine yardımcı olmak için ek eğitim ve bilinçlendirme girişimleri gereklidir. Diğer taraftan, tehlikeli bir tesisin planlama aşamasında, doğal tehlikelerden kaynaklanabilecek yükler ve kısıtlamaları gözetecek şekilde tasarlanması kritik

önemde olacaktır. Bu, gelecekteki Natech riski üzerinde etkisi olacak olan iklim değişikliği etkilerini en aza indirmede ve uyum kapasitesini artırmada belirleyici rol oynayacaktır.

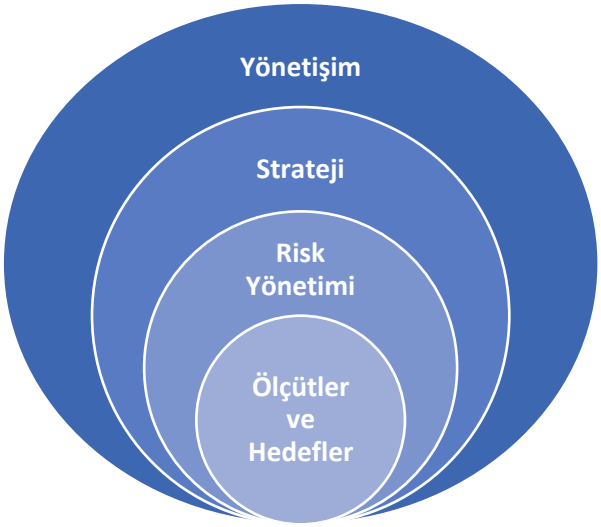
Gönüllü Uygulamalar ve Raporlamalar:

Aralık 2016'da G20 endüstri liderliğindeki TCFD (Task Force on Climate-related Financial Disclosures), firmaların kredi verenlere, sigortacılara, yatırımcılara ve diğer paydaşlara yorum yapmaları için iklimle ilgili finansal riskler hakkında gönüllü, tutarlı, karşılaştırılabilir, güvenilir ve şeffaf açıklamalar için taslak teklifler yayınladı. Bu taslak teklifler, Şekil 12-6'da gösterilen dört kategoriden birine uygundur.

- Yönetim: Kuruluş içinde iklimle ilgili risklerin ve fırsatların yönetimi.
- Planlama: İklimle ilgili risklerin ve fırsatların kuruluşun operasyonları, stratejisi ve finansal planlaması üzerindeki fiili ve olası etkileri. Daha da önemlisi, bu, çeşitli senaryolar altında bir kuruluşun stratejisinin bir tartışmasını içerebilir.
- Risk yönetimi: Kuruluşun iklimle ilgili riskleri belirleme, değerlendirme ve yönetme yöntemleri.
- Metrikler ve hedefler: İklimle ilgili riskleri ve fırsatları değerlendirmek ve yönetmek için ölçümler ve hedefler.

Öneriler, sera gazı emisyonları, enerji ve su verimliliği gibi finansal sektör ölçümlerinin yanı sıra finansal sektör önlemlerini de kapsıyor. TCFD açıklamaları, finans sektörü analistlerine iklimle ilgili riskleri ve fırsatları fiyatlandırmada büyük ölçüde yardımcı olabilir.

İklimle ilgili finansal açıklamalara ilişkin dört tematik öneri alanı;



Şekil 12-6: Tematik Öneri Alanları

Kaynak: TCFD (2016)

TCFD, şirketlerin ileriye dönük iklimle ilgili çeşitli durumlarda planlarının nasıl işlemesi beklendiğini özetlemelerini önermektedir. Firmalar, stratejilerinin ne kadar güçlü olduğu veya fırsatlardan yararlanmak veya tehlikelere tepki vermek için kendilerini nasıl konumlandırabilecekleri hakkında açıklamalar yapabilirler. Bu bilgi, yatırımcıların daha sağlam uzun vadeli yatırım kararları vermelerine yardımcı olabilir.

Bölgede faaliyet gösteren Unilever şirketi, 2039 yılına kadar tüm ürünleri için net sıfır emisyon elde etmeyi taahhüt etmektedir. Şirket, gelecek nesil çiftçiler ve küçük toprak sahipleri ile çalışarak, biyolojik çeşitliliği korumak ve hasarlı alanları restore etmek için programlar uygulayacağını açıklamıştır. Bu

çalışmaların finansmanı ise bir milyar avro aktardıklarını beyan ettikleri yeni iklim ve doğa fonundan karşılanacağı açıklanmaktadır.

12.4.Sanayi Sektörü Etkilenebilirlik ve Risk Analizi

12.4.1. Şiddetli Yağış Riski

Yapılan çalıştaylar doğrultusunda elde edilen paydaş görüşlerine göre, şiddetli yağış, kuraklık ve sıcak hava dalgası Sakarya ili için öne çıkan ilk 3 iklim tehlikesidir. Buna göre Sakarya'da sanayi sektörü için ilk olarak şiddetli yağış tehlikesine göre etkilenebilirlik ve risk analizi yapılmıştır. Mevcut durumda sanayi sektörü için sadece elde edilebilen göstergeler ile analizler yapılabilmiş olup, şiddetli yağış tehlikesine göre hazırlanan etki zinciri Şekil 12-7 ile sunulmuştur. Risk analizlerinde kullanılan göstergeler, göstergelerin ait olduğu kurum bilgisi ve her bir göstergenin risk analizindeki ağırlıkları EK-01 bölümünde sunulmuştur.

TEHLİKE		MARUZİYET	ETKİLENEBİLİRLİK		RİSK
İklim Sinyali	İklim Etkisi		Duyarlılık	Uyum Kapasitesi	
Yağış miktarı ve sıklığında artış	Sel ve taşkın	Nüfus yoğunluğu	Bölge planı ve OSB varlığı	OSB, serbest bölgeler ve sanayi sitelerinde atıksu arıtma tesislerinin durumu	Üretimin sekteye uğraması
	Şiddetli yağışlı gün sayısında artış	OSB işyeri sayısı	KSS işyeri sayısı	Faal dernek sayısı	Hasarlardan kaynaklı maddi kayıplar
		OSB istihdam sayısı	KSS çalışan sayısı	Sosyo-Ekonomik Gelişmişlik Endeksi skoru	İş ve verim kayıpları
		Endüstriyel ve ticari alanların oranı	Büyük endüstriyel kaza riski olan tesisler alt seviye	Risk yönetim sisteminin durumu*	İtibar kaybı
		Hammadde temini*	Büyük endüstriyel kaza riski olan tesisler üst seviye	Üst yönetim ve çalışanların bilinç düzeyi *	
		Hammadde ve ürünlerin lojistiği*	Nüfus artış hızı	Acil Durum ve Afet Planlarının güncel olması*	
		Üretim süreçleri*	Çalışanların tesise erişimi*	Şebekeye alternatif enerji ve su kaynaklarının hazır bulundurulması*	
			Enerji kaynaklarına erişimde zorluklar*	Alternatif lojistik rotalarının senaryolarda çalışılmış olması*	
			Aşırı yağış ve taşkınlarda üretim tesislerinin zarar görmesi*	Üretim süreçlerinin alternatif hammadde ve yakıt kullanımına yönelik optimize edilmiş olması*	
			Telekomünikasyon hizmetlerine erişimde zorluklar*		
			Tesisin konumunun dezavantajlı olması*		

Şekil 12-7. Etki Zinciri: Sanayi Sektörü ve Şiddetli Yağış İlişkisi

** sembolü ile risk analizlerinde kullanılmayan göstergeler belirtilmiştir.*

Yapılan analizler doğrultusunda sanayi sektörünün şiddetli yağış maruziyeti Şekil 12-8 ile gösterilmiştir. Buna göre, Arifiye'nin çok yüksek, Hendek'in yüksek ve Söğütlü'nün orta düzeyde şiddetli yağış tehlikesine maruz kalacağı görülmektedir. Arifiye ile Hendek ilçesi OSB iş yeri ve istihdam sayısı açısından diğer ilçeler arasında en yüksek değerlere sahiptir. Ayrıca Arifiye, CORINE veri seti kapsamında, 1.2.1. Endüstriyel ve Ticari Birimler altında, büyüyen endüstriyel tesisler dahil olmak üzere, ağırlıklı olarak dönüşüm ve imalatın endüstriyel faaliyetleri, ticaret, finans faaliyetleri ve

hizmetler ile tüm bunların ilgili arazileri ile erişim altyapıları tarafından kullanılan alanların en büyük yüzölçümüne sahip olduğu ilçedir. Hendek ise aynı sınıflandırmada 16 ilçe içerisinde 3. sıradadır. Bu nedenle sanayi sektöründe Arifiye'nin maruziyeti en yüksek, Hendek ilçesinin ise yüksek seviyededir.

Sakarya'da sanayi sektörünün duyarlılığına bakıldığında, Adapazarı ve Hendek ilçeleri çok yüksek, Arifiye ise yüksek düzeyde duyarlılık ile ilk sıralarda yer almaktadır (Şekil 12-9). Adapazarı küçük sanayi siteleri iş yeri ve çalışan sayısı ile öne çıkarken, aynı kategoride 3. sırada yer alan Hendek ilçesi büyük endüstriyel kaza riski olan üst seviye kuruluşlardan bakımından dikkat çekmektedir. Arifiye ilçesinde küçük sanayi siteleri açısından yoğunluk görülmezken, büyük endüstriyel kaza riski taşıyan alt ve üst seviye kuruluşların varlığı ile ön plandadır.

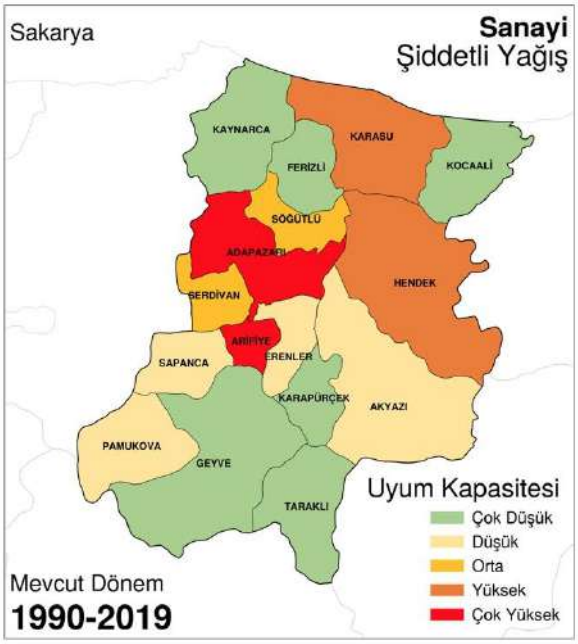


Şekil 12-8. Sanayi Sektörü Maruziyet Haritası



Şekil 12-9. Sanayi Sektörü Duyarlılık Haritası

İlçelerin sosyo-ekonomik düzeyleri, OSB, serbest bölgeler ve sanayi sitelerinde atıksu arıtma tesislerinin durumu ile örgütlenme düzeyleri değerlendirilerek elde edilen uyum kapasitesi haritasına bakıldığında, Adapazarı ve Arifiye ilçeleri uyum kapasitesi çok yüksek ilçeler olarak derecelendirilmiştir (Şekil 12-10). Bu iki ilçe en yüksek SEGE skoru (2017 yılı Sosyo-Ekonomik Gelişmişlik Endeksi) ile göze çarpmaktadır. Ayrıca Arifiye OSB, serbest bölgeler ve sanayi sitelerinde atıksu arıtma tesislerinin durumu açısından da yüksek uyum kapasitesi göstermektedir. Karasu ve Hendek ilçeleri de uyum kapasitesi yüksek tespit edilen diğer ilçelerdir. Dernek sayısı ve SEGE skoru açısından 16 ilçe içerisinde ortalama değerlere sahip ilçeler, sanayi bölgelerindeki atıksu arıtma tesislerinin durumu kapsamındaki skorları nedeni ile uyum kapasitesi bağlamında yüksek olarak derecelenmektedir. Ferizli, Geyve, Karapürçek, Kaynarca, Kocaali ve Taraklı ise sanayi sektöründe uyum kapasitesi en düşük ilçelerdir.



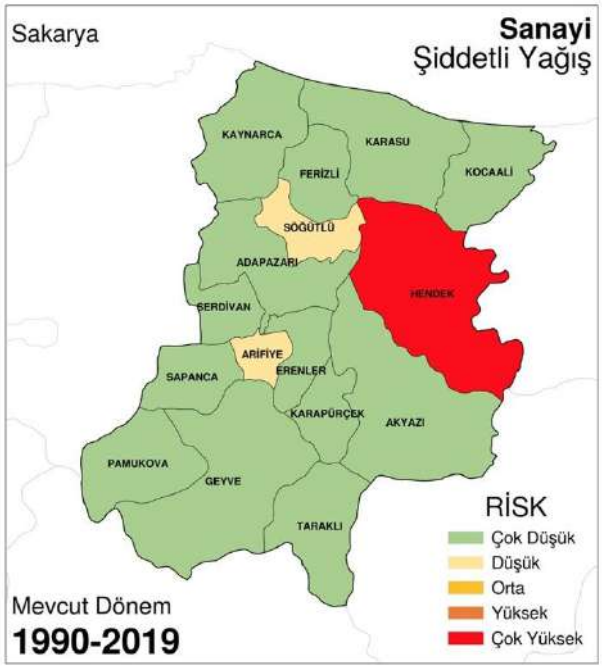
Şekil 12-10. Sanayi Sektörü Uyum Kapasitesi Haritası



Şekil 12-11. Sanayi Sektörü Etkilenebilirlik Haritası

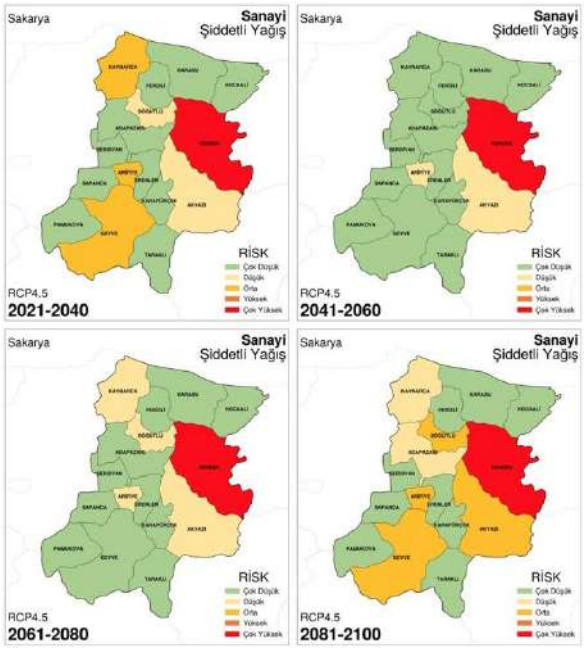
Sakarya'nın ilçeleri ölçeğinde duyarlılık ve uyum kapasitesi bileşenleri birlikte değerlendirilerek ilçelerin etkilenebilirlik düzeyleri belirlenmiştir (Şekil 12-11). Buna göre, çok yüksek kategorisinde Akyazı ilçesi çok yüksek, Ferizli, Geyve, Hendek ve Kaynarca ilçeleri ise yüksek seviyede etkilenebilir ilçeler olarak tespit edilmiştir. Akyazı ilçesi küçük sanayi sitelerinin ve çalışanlarının sayısı ve nüfus artışı bakımından duyarlılığı yüksek ve uyum kapasitesi açısından ise tüm kategorilerde görece düşük skora sahip olması nedeni ile etkilenebilirliği en yüksek ilçe olarak değerlendirilmektedir. Yüksek etkilenebilirlik kategorisinde derecelendirilen Ferizli, Geyve, Hendek ve Kaynarca arasında ise Hendek'in göstergelerdeki skorlarına göre farklı bir karakteri olduğu söylenebilir. Hendek ilçesinde nüfus artış hızı ve büyük endüstriyel kaza riski olan tesisler açısından duyarlılık görece yüksektir. Ferizli, Geyve ve Kaynarca ise benzer bir şekilde, uyum kapasitelerinin görece düşük olması nedeni ile etkilenebilirliği yüksek ilçelerdir.

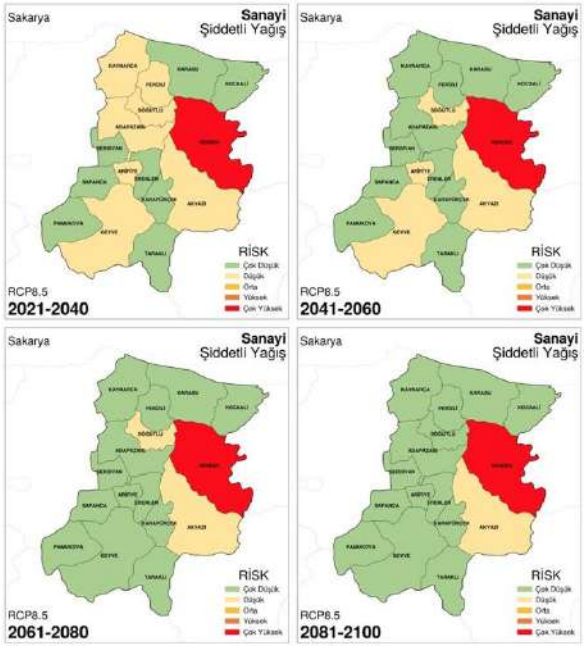
Sakarya'nın ilçeleri ölçeğinde maruziyet, etkilenebilirlik ve tehlike bileşenlerinin birlikte analiz edilmesi ile elde edilen risk haritası Şekil 12-12 ile sunulmuştur. Genel olarak sanayi sektörü için en riskli ilçe, maruziyeti ve etkilenebilirliği yüksek seviyede ve tehlikesi en yüksek seviyede tespit edilen Hendek ilçesidir. Bu nedenle Hendek ilçesi, sanayi sektörü için yapılacak çalışmalarda Sakarya ilinde öncelikli değerlendirilmelidir.



Şekil 12-12. Sanayi Sektörü Mevcut Dönem Şiddetli Yağış Risk Haritası

Sakarya ilinde mevcut dönem koşullarına göre gelecek dönem sıcak hava dalga tehlikesi projeksiyonu dikkate alınarak elde edilen risk haritaları 4 dönem için RCP4.5 ve RCP8.5 emisyon senaryolarına göre Şekil 12-13 ile sunulmaktadır. Her iki emisyon senaryosuna göre de ilçeler bazında elde edilen risk analizleri değerlendirildiğinde, Hendek ilçesinin tüm gelecek dönemlerinde çok yüksek riskli ilçe olacağı öngörülmektedir. Geyve, Akyazı, Arifiye, Söğütlü ve Kaynarca ilçelerinin belirli dönemlerde RCP4.5 senaryosuna göre düşük-orta seviyede riske sahip olacağı; RCP8.5 kötümser senaryoya göre Hendek dışında diğer ilçelerde riskin genel olarak düşük-çok düşük seviyelerde olacağı öngörülmektedir.





Şekil 12-13. RCP4.5 ve RCP8.5 Senaryolarına göre Sanayi Sektörü Gelecek Dönem Şiddetli Yağış Risk Haritaları

12.5.Sanayi Sektöründe İklim Değişikliğine Uyum Eylem Önerileri

12.5.1. Su Yönetimi

Sektörlerdeki artan su talebi, su kaynakları üzerinde önemli boyutta baskılar oluşturmaktadır. Su kaynaklarının havzalar bazında yönetilmesi amacıyla havza koruma eylem planlarının hazırlanması çalışmaları yürütülmektedir. Türkiye'deki 25 hidrolojik havza içerisinde müstakil nehir havzalarından olan Sakarya Nehri Havzası, 479 mm değeri ile yıllık ortalama yağış miktarı 500 mm'den az olan dört havzadan biridir (Havza Koruma Eylem Planlarının Hazırlanması Projesi Sakarya Havzası Proje Nihai Raporu). Yıllık toplam yağış miktarı açısından 32 milyar m^3 ile 3. sırada olsa da, barındırdığı nüfus (7.588.968) açısından da 3. sırada yer alması sebebiyle kişi başına yağışın (4.437 m3/kişi) en düşük olduğu 4. havzadır. Havzada, nüfus ve endüstrileşmeye paralel olarak evsel, endüstriyel atıksular ve tarımsal faaliyetler sebebiyle kirlenmenin hızlı bir şekilde arttığı bilinmektedir. Ankara'dan sonra en büyük nüfusu ile havzanın aşağı kesiminde bulunan ve tümü havza sınırları içerisinde kalan Sakarya ili, bu kirliliğin hem kaynağı hem de etkileneni olarak karşımıza çıkmaktadır.

Sakarya Havzası Proje Nihai Raporu'na göre havzada endüstriyel amaçlı kullanılan su miktarının brüt evsel su ihtiyacına oranı (%) 2012 yılında %30 olarak hesaplanırken, 2020'de %33, 2030'da %35, 2040'da %37 olarak öngörülmüştür. Raporda "Kısa Vadeli Öneriler (2014-2016 Dönemi)" kapsamında, yüzeysel su kaynaklarının korunması ve geliştirilmesi başlığı altında, havzadaki yerleşimlerin iklim değişikliği ve kuraklık etkilerine karşı direncini arttırmak üzere baraj rezervuar kapasitelerinin arttırılması ve gerektiğinde havzalar arası su transferleri ile acı ve tuzlu sulardan (deniz suyu) tatlı su üretimi de içeren alternatif çözümler geliştirilmesi önerilmiştir. Ancak, bu faaliyet önerilerine dair ilerleme verilerine erişilememiştir.

12.5.2. Arazi Seçimi ve Kullanımı

Arazi kullanımı ve endüstriyel tehlikeli faaliyetlerin yeri ile ilgili kararlarda güvenlik ve çevresel hususlar ilk sırada yer almalıdır. Endüstriyel tesislerde uygun güvenlik önlemlerinin alınması ve bunların doğal afetlere ve diğer risklere açık alanlarda inşa edilmemelerini sağlamak son derece önemlidir. Tehlikeli

endüstriyel tesislerin oluşturduğu potansiyel çevre ve sağlık risklerinin değerlendirilmesi, bu risklere ilişkin farkındalığın artırılması ve sektörler arası diyalog içinde en güvenli ve en sürdürülebilir alternatiflerin belirlenmesi bu açıdan çok önemlidir. Bu nedenle, kaza önleme ve risk azaltma konusunda koordineli kararlar alabilmek için endüstriyel güvenlik, arazi kullanım planlaması ve çevresel değerlendirme prosedürlerinin daha fazla entegrasyonuna yönelik sürekli bir ihtiyaç vardır.

Sakarya ili odağında, su kaynaklarının bir ekosistem hizmeti olarak sürdürülebilir kullanımına yönelik olarak çalışmaların yürütülmesi elzemdir.

Ayrıca Kuzey Anadolu Otoyolu ile bağlantısı nedeniyle lojistik avantajını artıran bölgede, son yıllardaki sanayi tesisi talep artışının, iklim değişikliği etkilenebilirlik ve uyum bağlamında planlanması, bölgedeki sektörlerin üretim ve tedarik zinciri sürekliliğini sağlayabilmelerinde önemli bir belirleyici unsur olacaktır.

12.5.3. Uyum Stratejisi ve Eylem Planının Kapsamı

(Kuruluş düzeyinde değerlendirmeler için öneriler;
tesisler, üretim süreçleri, lojistik, çalışanlar vb.)



12.5.4. Sosyal Boyut

İklim değişikliği etkilerinin sosyal boyutu, küresel eşitsizlik kalıplarıyla ilintili olarak iklim krizine en az katkıda bulunan ancak en savunmasız insan gruplarının iklim değişikliği etkilerinin yükünü daha fazla çektiği bir tablo olarak ortaya çıkmaktadır. İklim değişikliğinin etkileri arttıkça, milyonlarca savunmasız insan aşırı olaylar, sağlık etkileri, gıda güvenliği, geçim güvenliği, su güvenliği ve kültürel kimlik açısından daha büyük zorluklarla karşı karşıya kalmaktadır (WB Raporu 2010).

İklim değişikliğinin kötüleşen etkileri, tesislerde yangınlar, patlamalar, sızıntılar ve kaçak emisyonlar ve doğal felaketlerden kaynaklanan risk ve zararı artırmaktadır. İşçilerin ve bölge halkının sağlığı ve güvenliği üzerindeki etkiler ciddi olabileceği gibi zararların tazmini ve yıkıcı etkilerin giderilmesi konusunda sosyal adaletsizlik yaratabilme riski taşımaktadır.

Sakarya ili özelinde, sanayi profilinin ölçek dağılımına bakıldığında Türkiye genelindeki tabloya göre farklı bir dağılım karşımıza çıkmaktadır. %4,88 payı ile büyük ölçekli işletmeler görece büyük bir paya sahiptir. Orta, küçük ve mikro ölçekte işletmelerin bir bölümünün söz konusu büyük ölçekli işletmeleri tedarik zinciri içerisinde yer alan paydaşları olduğu var sayımından hareketle, iklim değişikliğinden etkilenebilirlik ve uyuma yönelik faaliyetlerin planlaması, yönetişimi ve etki alanının büyüklüğü açılarından bölgenin avantajlı olabileceği düşünülmektedir. Büyük ölçekli işletmelerin tedarik zincirleri içerindeki daha küçük ölçekli işletmelerde bu konuda farkındalığı artırma, uygulama çerçevesi sunma ve bir adım daha öteye giderek izleme ve raporlama talep etme hususlarında inisiyatif alması ve öncülük etmesi bölgedeki orta ve uzun vadeli uygulamalar açısından belirleyici olacaktır.

Ayrıca, yatırım gerektiren iyileştirmeler, olası zararların giderilmesi için gerekli finansal kapasite ve insan kapasitesi anlamında büyük ölçekli işletmelerin yol gösterici bir rol alabileceği değerlendirilmektedir.

Yerelde sanayi sektöründe iklim eyleminin desteklenmesi, uyum kapasitesinin artırılması ve risklerin yönetilmesi konularında paydaş odaklı bir planlama yapılması ve sürecin bu eksende yönetilmesi sürdürülebilir başarı için rol oynayacaktır. Bu sayede sektör içerisindeki paydaşlar arasında deneyim ve uzmanlık gelişimine de katkı sağlanacaktır.

Yerel iklim bilincinin sektörlerde oluşturulması ve sonrasında konunun bizzat paydaşlarca desteklenerek takipçisi olmalarının sağlanması bağlamında, sürecin yönetimi ve karar alma süreçlerinde paydaşlar arası eşitlikçi bir paydaş katılım süreci oluşturulması belirleyici olacaktır.

Yatırımların planlanması ve uygulanması aşamalarında, her ölçekten paydaşın rolünü vurgulayan ve sorumluluk biçen bir anlayışla katılımcılığın sağlanması toplum odaklı sürdürülebilir kalkınmaya da önemli katkı sağlayacaktır.

Ayrıca iklime uyumun finansmanını destekleyecek mekanizmaların, yerel iklim uyum eylemlerinin geliştirilmesi aşamasında sosyal boyutu özellikle savunmasız paydaşların desteklenmesi ve önceliklendirilmesi, katılımcılık ve kapsayıcılık ilkelerini içermesi bakımlarından kriterleri içerisine entegre etmesi beklenmelidir.

12.5.5. İşletmeler ve Yatırımcılar için Rehberler ve Yardımcı Belgeler

Bu Kılavuz İlkeleri'nin uygulanması, iklim değişikliği ile ilgili kamu, özel ve birleşik kamu/özel yatırımlarındaki kayıpların en aza indirilmesine yardımcı olarak daha sağlam yatırım projelerine ve nihayetinde daha dirençli ekonomilere yol açmalıdır. Yatırımcıların yatırım projelerinin başarısını artırmalarına ve uzun vadeli sürdürülebilirliklerini sağlamalarına yardımcı olmalıdırlar.

İklim değişikliğinin mevcut ve gelecekteki etkilerine karşı sanayi sektörünün fiziksel varlıklarının ve değer zincirlerindeki belli başlı unsurların dayanıklılığı ve uyum kapasitesini artırmak adına iş süreçlerine uyum konusunu dahil etmelerine yardımcı olmak ve kolaylaştırmak amacıyla rehberler ve yardımcı belgeler geliştirilmesi faydalı olacaktır. Bu belgeler ulusal ölçekte ana sektörler (sanayi, tarım vb.) temelinde hazırlanabileceği gibi havza bazında bölgelere özel çalışmalar da yapılabilir. Bölgesel olarak yapılacak çalışmalarda, kapsamdaki alan için belli başlı iklim tehlikelerini önceliklendiren bir yaklaşım izlenebileceğinden uyum kapasitesinin artırılması noktasında daha odaklı bir yaklaşım sunabilir. Söz konusu belgeler, yenilenen projeksiyonlar, uygulamalardan öğrenilen dersler ve güncel bilgilere dayalı olarak belli aralıklarla veya ihtiyaç duyuldukça güncellenebilecek aktif, dinamik bir araç olarak görülmelidir.

Benzer bir çalışma örneği olarak, Avrupa Komisyonu İklim Eylemi Genel Müdürlüğü'nün (European Commission Directorate-General Climate Action) yayımladığı "Proje Yöneticileri için Resmi Olmayan Yönergeler: Yatırımları İklime Dayanıklı Hale Getirmek" belgesi örnek verilebilir. Bu kılavuzun amacı, iklim değişikliği ile ilgili kamu, özel ve kamu/özel ortak yatırımlardaki iklim değişikliğinin etkileri kaynaklı kayıpların en aza indirilmesine yardımcı olarak daha sağlam yatırım projelerine ve nihayetinde daha dirençli ekonomilerin oluşması olarak belirtilmiştir. Ayrıca yatırımcıların yatırım projelerinin başarısını artırmalarına ve uzun vadeli sürdürülebilirliklerini sağlamalarına yardımcı olmak da hedeflenmektedir. Diğer bir deyişle; proje geliştiricileri, bu kılavuzu kullanarak, proje fon sağlayıcılarına/finansörlerine iklim uyum konusunun dikkate alındığını güçlü yön olarak göstermek için kullanabilirler.

12.5.6. Diğer Sektörler ve Paydaşlarla Karşılıklı Bağımlılıklar

Bölgenin su bütçesi ve yeraltı ve yerüstü su tahsisinde önemli paya sahip tarım sektöründe iklim uyum bağlamında yapılacak planlamalar, ölçek ve büyüklük olarak olmasa da sayıca önemli bir paya sahip

girdisi tarımsal ürünler olan bölgede faaliyet gösteren gıda sanayini doğrudan ilgilendirecektir. Mevcut ve projeksiyonlara göre beklenen iklim etkilerine göre tarımsal ürün profilinde yapılacak değişikliklerin bundan beslenen sanayi sektörü ile planlanması ve geçiş sürecine hazırlıklı olması gerekmektedir.

Ayrıca ağır sanayi ve alt sanayi kollarının bölgedeki durumu ve karşılıklı bağımlılıklarına özel olarak odaklanmak yerinde olacaktır. Sosyal boyut bölümünde de bahsedildiği üzere, bölgede ülke ortalamasının üzerinde büyük ölçekli sanayi tesisi ve bunların tedarikçileri önemli bir yere sahiptir. Tedarik zinciri boyunca ve temel operasyonlar-değer zinciri-daha geniş ağ olarak tanımladığımız iklim değişikliğinin sanayi üzerindeki olası etkilerinin katmanları dikkate alınarak karşılıklı bağımlılıkların ortaya konulması gerekmektedir.

Kamu kurumları ve yerel yönetimlerin sanayi sektörü özelinde ekosistem hizmetlerine yönelik planlamalarına sektör temsilcilerini dahil etmeleri ve yalnızca bilgi verme amaçlı paydaş katılım süreçleri yerine karar alma aşamasında etkin olmaları sektörün bölgedeki sürdürülebilirliği için elzemdir. Aynı zamanda sektör birlikleri ve sivil toplum kuruluşlarının, sanayi sektörü özelinde, iklim uyum bağlamının tüm yönleri ile ele alınmasını ve uygulamalara yön vermesini sağlamak amacıyla teknik olarak uzmanlaşma yolunda ilerleyerek etkin birer oyuncu olmaları süreci önemli ölçüde destekleyecektir. Paydaş katılımına dair küresel çapta iyi uygulamalar bulunmaktadır ancak ortak bir metodoloji ve/veya süreç yönetim sistematiği bulunmamaktadır. Konunun, toplumun ve bölgenin kendine özgü özelliklerine göre yapıları değişmekle birlikte başarılı paydaş katılım mekanizmalarının kamu otoriteleri tarafından motive ediliyor olması ortak ve belirleyici bir unsur olarak öne çıkmaktadır.

12.5.7. Natech Risklerinin Değerlendirilmesi

Avrupa Birliği SEVESO II Direktifi ile uyumlu olarak hazırlanan Büyük Endüstriyel Kazaların Önlenmesi ve Etkilerinin Azaltılması hakkında Yönetmelik kapsamında Samsun'da üst seviyeli 14, alt seviyeli 1 olmak üzere 15 adet endüstriyel kaza riski yüksek tesis bulunmaktadır. Bu tesisler öncelikli olmak üzere iklim değişikliği tehlikeleri kaynaklı teknolojik kaza risklerinin değerlendirilmesi ve gerekli çalışmaların yapılması, kayıpların önlenmesi için gerekli görülmektedir. Natech risklerinin değerlendirilmesi, daha güvenli ekipman ve sistemler gibi önleme ve azaltma önlemlerinin uygulanması, gelişmiş bildirim ve natech acil durum müdahale planlaması yapılması, natech hazırlık ve müdahale uygulamalarına işçilerin ve çevre halkın katılımının sağlanması ilk etapta önerilecek faaliyetler arasındadır.

12.6.İstişare Toplantılarının Sonuçları Işığında Eylem Önerileri

Sakarya'da toplam gayri safi katma değer içindeki sektörlerin paylarına bakıldığında, sanayinin %47 ile hizmet sektörü ile eşit paya sahip olduğu ve Türkiye ortalamasında sanayi payının (%33) çok üzerinde olduğu görülmektedir. Bu nedenle, iklim değişikliğinin sanayi sektörü üzerindeki etkileri ve sektörün uyum kapasitesinin tespiti ve güçlendirilmesi, il bazında ve ulusal çapta makro düzeyde ekonomik yansımaları bağlamında önem taşımaktadır.

Yaklaşık 76.000[23] çalışan ile Türkiye'nin önde gelen sanayi şehirlerinden olan Sakarya'da, toplam firma sayısı 1.455 olup bunların 1.185 adet ile çok büyük bir bölümü küçük sanayi sitelerinde yer almaktadır. Ancak çalışan sayısının dağılımına bakıldığında, sadece otomotiv sanayinin yaklaşık %26'lık payı ile orta ve büyük ölçekli işletmelerde yoğunlaştığı görülmektedir.

Ulusal çapta yapılan değerlendirmelerde[24] değinilen sanayideki ölçek sorunun, Sakarya ilinde görece daha az olduğu söylenebilir. Bu kapsamda, sektörün etkilenebilirliğinin azaltılması ve uyum

[23] Sakarya Valiliği İl Brifingi Temmuz 2020

[24] On Birinci Kalkınma Planı (2019-2023) İmalat Sanayii Politikaları Özel İhtisas Komisyonu Raporu Ankara 2018

kapasitesinin geliştirilmesi anlamında sanayi sektörünün orta ve büyük ölçekli işletmelerde yoğunlaşmasının yetişmiş insan kapasitesi, finansmana erişim, mevcut uyum önlemleri çerçevesinde olumlu yönde etki edeceği değerlendirilmektedir.

Kuzey Anadolu Otoyolunun hizmete alınması ile lojistik anlamda avantajını artıran Sakarya'da, özellikle kimya sanayine yönelik, yeni kurulacak veya ek tesis olarak planlanan tesisler için yer tahsisi talebinin arttığı organize sanayi bölgesi temsilcileri tarafından toplantıda belirtilmiştir.

Bu kapsamda önceliklendirilen iklim tehlikeleri ve değerlendirilecek etkilenebilirlik ve risk analizi sonuçlarına göre yer tahsisi kriterleri arasında fiziksel iklim risklerinin de değerlendirilmeye alınması önem taşımaktadır.

12.6.1. İklim Riskleri Karşısında Sanayi Sektörünün Etkilenebilirliği ve Gerekli Veriler

Proje kapsamında yapılan anket sonuçlarına göre öncelikli iklim tehlikeleri arasında ilk üç sırayı "kuraklık", "şiddetli yağışlar" ve "sıcak hava dalgası" almaktadır. Bu nedenle sanayide su tahsisi, kullanımda verimlilik, geri dönüşüm ve yeniden kullanım oranları, kirlilik yükünün kontrolü, uyum eylemleri ve kapasitenin geliştirilmesi planlamalarına yön verecektir.

Toplantı sırasında, katılımcılar ile yapılan değerlendirmelerde; özellikle yeraltı suyu kullanımının mevcut mevzuat uygulamaları kapsamında kontrollü ve su bütçesine göre planlı olmaması, belediye tarafından sağlanan şebeke suyunun yeraltı suyuna göre daha yüksek birim fiyatı olması nedeniyle yeraltı suyu kullanımının firmalar için daha cazip olması ön plana çıkmıştır. Bu kapsamda, ekosistem hizmetlerinin tahsisi ve fiyatlandırılmasına yönelik kamu politika, mevzuat ve uygulamalarının iklim riskleri bağlamında yeniden gözden geçirilmesi ve iklim risklerinin bir kriter olarak göz önünde bulundurulması gerekliliği sonucuna varılmıştır.

Sonuç olarak, Proje kapsamında belirlenen göstergelerin gerekli verilerin toplanması açısından yeterli olduğu katılımcılar tarafından belirtilmiş, özellikle su tüketimi, temin kaynakları ve fiyatlandırmalara yönelik konular öne çıkmıştır.

Ayrıca tekstil ve gıda gibi su tüketimi yüksek sektörlerden gelen yeni tesis taleplerine; yer seçimi ve su tüketimleri göz önüne alınarak izin verilmemesi yönünde katılımcılar yorumda bulunmuşlardır.

12.6.2. Sakarya İlinde Sanayi Sektörü için Uyum Eylem Planının Kapsamı, Uyum Hedefleri ve Eylemler

Uyum eylem planının kapsamı, hedefler ve eylemlere ilişkin tartışma bölümünde, öncelikli olarak iklim değişikliğinin sanayi sektörü üzerindeki etkileri ve uyum yaklaşımının özellikle orta, küçük ve mikro ölçekli işletmelerde daha iyi anlaşılmasına, sektör birlikleri ve tesisler bazında iş planları ve uygulamalarına dahil edilmesine yönelik bilgilendirme faaliyetlerinin gerekliliği üzerinde durulmuştur.

Sanayi sektörü, iklim değişikliği konusunu gündemlerine daha çok azaltım ve kirlilik odaklı aldıkları için, iklim değişikliğinin sanayi üzerindeki etkilerinin yaklaşım olarak ayrıca aktarılmasına ihtiyaç duyulmaktadır. İklim değişikliği etkilerinin; maliyet, üretim verimliliği, rekabet gibi konuya yeni dahil olanların ilk bakışta ilişkilendiremeyebileceği sektörlerin ve tesislerin sürdürülebilirliğine yönelik karşılıklı bağımlılıkların ortaya konulması, orta ve uzun vadede risklerin bertarafı ve fırsatların yakalanması bakış açıları ile ele alınması gerekmektedir.

Bu kapsamda, yumuşak önlemler başlığı altında, politika belgelerinin geliştirilmesi, paydaş katılımının desteklenmesi ve bunlara yönelik bilgilendirme faaliyetleri öne çıkmaktadır. Bu süreçte, sanayi (ve ticaret) odaları, sektör birlikleri, OSB'ler, firma temsilcileri ve ilgili kamu kuruluşları öne çıkan paydaşlar olarak sıralanmıştır. Ek olarak, yalnızca çevre konularından sorumlu çalışan personel değil, özellikle üst yönetimin bilgilendirilmesi ve konuyu sahiplenmesinin önemi üzerinde durulmuştur.

Suyun geri kazanımı, geri dönüşümü ve verimli kullanımına yönelik teknoloji temelli gri önlemler olarak belirtilmiştir.

Ayrıca, Sakarya Ticaret ve Sanayi Odası temsilcisi, çevre yönetimi çalışmaları altında iklim değişikliğine yönelik de bir grup oluşturularak daha ayrıntılı çalışmalar yürütmeyi hedeflediklerini aktarmıştır.

KAYNAKÇA: BÖLÜM 12

Directive 2012/18/EU of the European Parliament and of the Council of 4 July 2012 on the control of major-accident hazards involving dangerous substances

Doğu Marmara Bölgesi Kalkınma Göstergeleri, Doğu Marmara Kalkınma Ajansı, 2020

Elisabeth Krausmann, Serkan Girgin, Amos Necci, Natural hazard impacts on industry and critical infrastructure: Natech risk drivers and risk management performance indicators, European Commission Joint Research Centre (JRC), Ispra, Italy

G.Sönmez, Z.Yiğit Avdan Major Industrial Accidents and Their Environmental Impacts, Conference Paper, October 2020

Geo Risks Research, Munich Reinsurance Company and NatCatSERVICE 2017

Guidelines for Project Managers: Making vulnerable investments climate resilient - Non-paper, European Commission Directorate-General Climate Action

Havza Koruma Eylem Planlarının Hazırlanması Projesi Sakarya Havzası, TÜBİTAK-MAM, 2013

İklim Değişikliğinin Su Kaynaklarina Etkisi Projesi Proje Nihai Raporu EK 14 – Sakarya Havzası, T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı, 2016

Natech accidents - an overlooked type of risk? Krausmann, E. Loss Prevention Bulletin,

Overview of climate risk drivers, hazards and consequences- CASCADE project: Community Safety Action for Supporting Climate Adaptation and Development, European Union Civil Protection and Humanitarian Aid (2020)

Phase I Report of the Task Force on Climate-related Financial Disclosures,TCFD (2016)

Precautions and Measures against the Hazard Sources Wind, Snow Loads and Ice loads, Federal Ministry for the Environment, Nature Conservation, Building and Nuclear Safety, Germany, 2015

Report of the International Task Force for Assessing the Baia Mare Accident, International Task Force for Assessing the Baia Mare Accident (the Baia Mare Task Force (2000)

S. Rufat, E. Tate, C.G. Burton, A. Sayeed Maroof, Social vulnerability to floods: review of case studies and implicationsfor measurement, International Journal of Disaster Risk Reduction 14 (2015)

Sakarya Büyükşehir Belediyesi 2020-2024 Stratejik Planı, 2019

Sakarya Havzası Proje Nihai Raporu, TC. Çevreee ve Orman Bakanlığı, 2013

Sakarya İl Sanayi Durum Raporu, T.C. Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı, 2019

Sakarya İl Yatırım Destek Ve Tanıtım Stratejisi, Doğu Marmara Kalkınma Ajansı, 2018

Sakarya İli 2019 Yılı Çevre Durum Raporu T.C.Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, 2020

Sakarya Valiliği İl Brifingi, 2020

Social Dimensions of Climate Change Equity And Vulnerability In a Warming World, World Bank 2010

Technical Rule on Installation Safety: Precautions and Measures against the Hazard Sources Precipitation and Floods, Short Version, Federal Ministry for the Environment, Nature Conservation, Building and Nuclear Safety, Germany

TÜBİTAK-MAM Çevre Ve Temiz Üretim Enstitüsü Havza Koruma Eylem Planlarinin Hazirlanmasi Projesi

vol. 250. Institution of Chemical Engineers, United Kingdom (2016).

Words into Action Guidelines: National Disaster Risk Assessment Hazard Specific Risk Assessment: Natech Hazard and Risk Assessment UNISDR 2017

Words into Action Guidelines: National Disaster Risk Assessment, Hazard Specific Risk Assessment, UNISDR, 2017



ULAŞIM İLETİŞİM

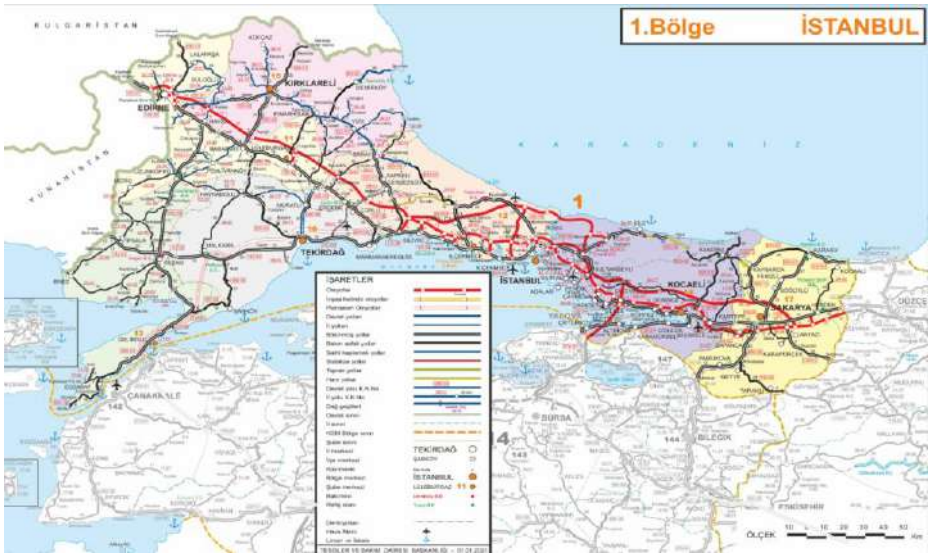
iklime uyum

13. ULAŞIM VE İLETİŞİM

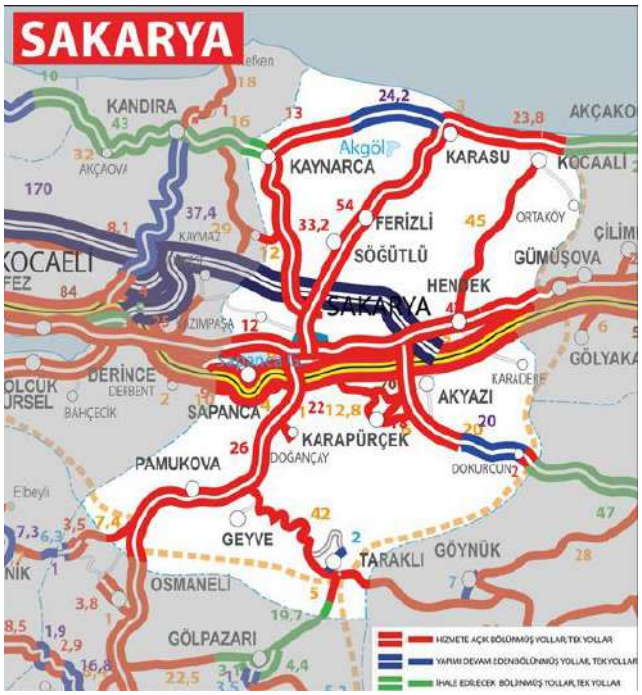
13.1. Sakarya İlinde Bölgesel Ulaşım, Kent içi Ulaşım, İletişim

13.1.1. Bölgesel Ulaşım

Sakarya ili, Şekil 13-1'de verilen Karayolları 1. Bölge Müdürlüğü sınırları haritasında görüldüğü üzere oldukça zengin bir karayolu ağına ev sahipliği yapmaktadır. Gerek bu haritada gerekse Şekil 13-2'de verilen ve Sakarya İl sınırları içindeki altyapıyı gösteren haritada ildeki karayolu ve otoyol altyapıları görülmektedir.



Şekil 13-1 Karayolları 1. Bölge Müdürlüğü Sınırları İçindeki Konumuyla Sakarya İli ve Karayolları Ağı



Şekil 13-2 Sakarya İli Karayolları Ağı

2019 yılı verilerine göre Sakarya'da 70 km otoyol, 367 km devlet yolu, 96 km il yolu olmak üzere toplam 533 km yol ağı bulunmaktadır. 533 km uzunluğundaki yol ağının 329 km'si (%62) bölünmüş yoldur. Bu

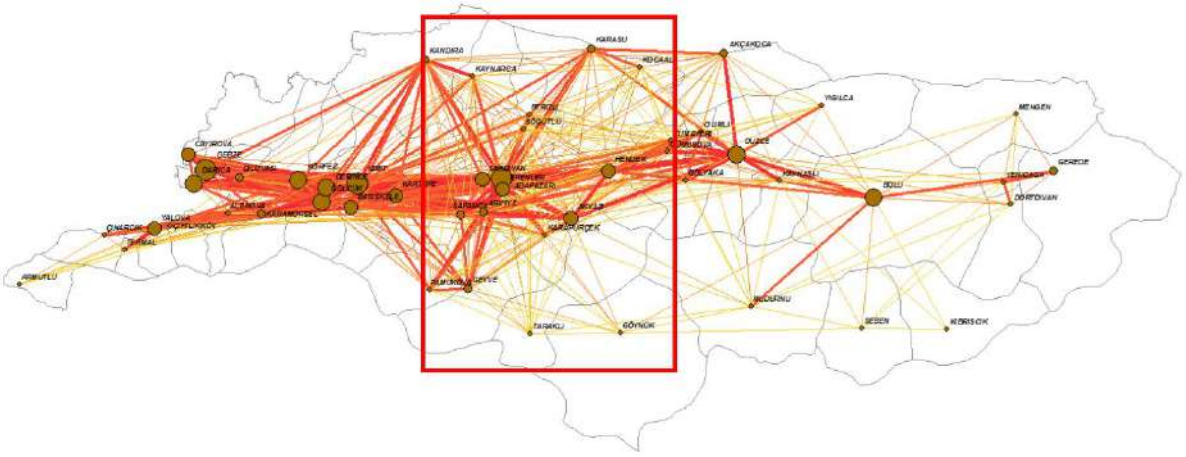
yol ağının üstyapısının 517 km'si (%93) Bitümlü Sıcak Karışım Kaplama, 16 km'si (%7) Sathi kaplamalıdır (Ulaştırma ve Haberleşme Bakanlığı, 2019).

Karayolu altyapısının, batıda Kocaeli, İzmir, İstanbul ile olan sanayi ilişkileri, doğuda da Bolu ve Ankara bağlantıları nedeniyle doğu-batı istikametinde doğrusal bir eksende ağırlıklı olduğu söylenebilir. Öte yandan kuzeyde Karasu Limanı ile güneyde Pamukova ve Bursa istikametleri de kuzey-güney eksenini güçlendirmektedir. Sonuçta ilin merkezini oluşturan kentsel bölge önemli yol ağlarının kesiştiği bir kavşak noktası konumundadır.

Bölgesel ilişkileri anlatan bu şema Doğu Marmara Bölge Planı Mekânsal Gelişim Şemasında da görülmektedir (Şekil 13-3**).** İl sınırlarını da aşan biçimdeki bölgesel etkileşimleri gösteren harita da Sakarya'nın bu bölge içinde merkezi ve kavşak durumundaki konumuna işaret etmektedir (Şekil 13-4**).**



Şekil 13-3 Doğu Marmara Kalkınma Ajansınca hazırlanan Mekansal Gelişim Şeması

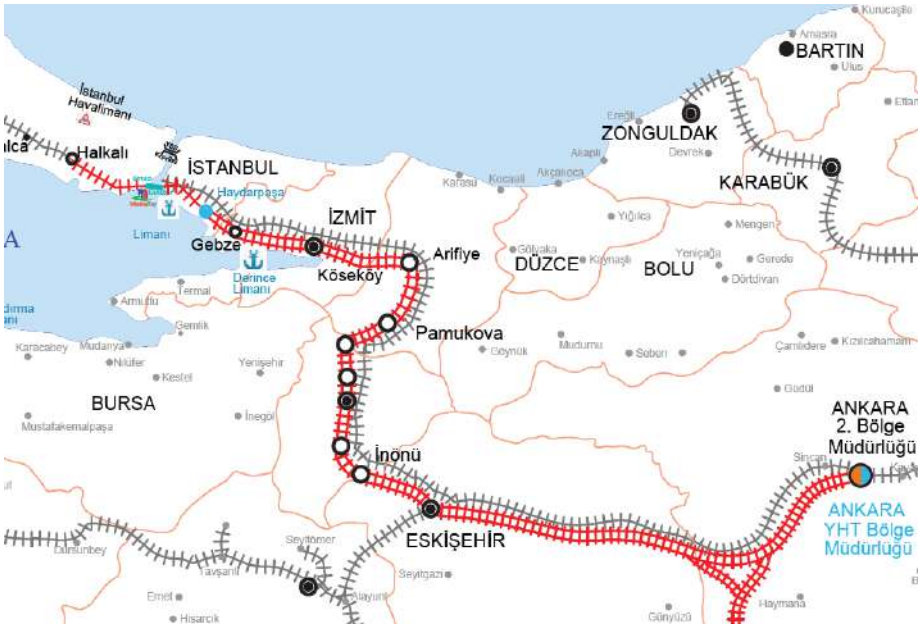


Şekil 13-4 Bölgede Yerleşimler Arası Etkileşimler

Sakarya sınırları içerisinde 259 km'lik demiryolu ağı mevcuttur (Şekil 13-5**).** Yıllık ortalama 778.833 yolcu ve 63.318 ton yük taşınması gerçekleştirilmektedir. Ayrıca Ankara-İstanbul Yüksek Hızlı Tren hattının 64 km uzunluğundaki kısmı Sakarya il sınırları içinden geçmekte, Arifiye ve Pamukova istasyonlarında duraklamaktadır (Şekil 13-6).



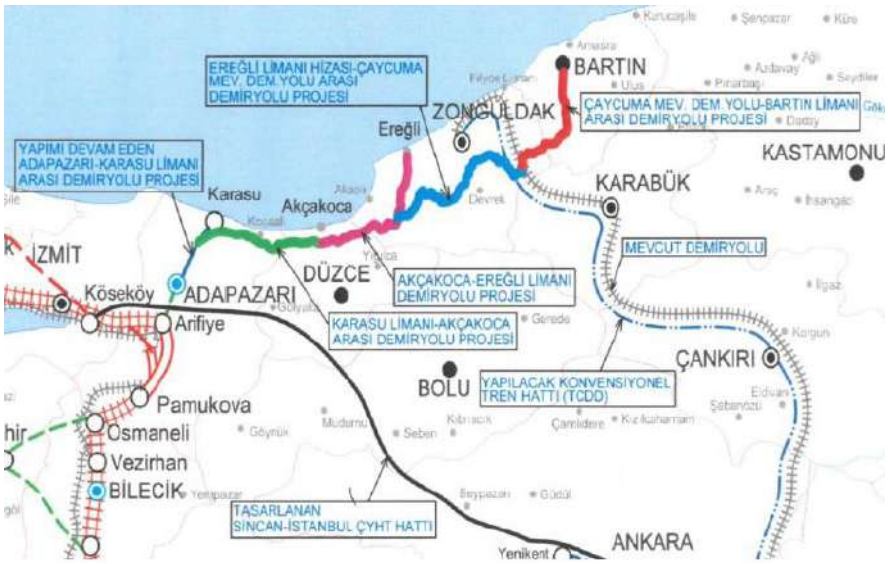
Şekil 13-5 TCDD Demiryolu Ağının Sakarya Bölgesindeki Kesimi (Ulaştırma ve Haberleşme Bakanlığı, 2019, 2019)



Şekil 13-6 Ankara-İstanbul YHT Hattı ve Sakarya İlinden Geçen Güzergahı

Ulaştırma ve Haberleşme Bakanlığının 2019 il raporları kapsamında Sakarya için verilen bilgiye göre Karasu-Adapazarı arasında 73 km uzunluğunda demiryolu hattı inşaatı yapılmakta olup, yapımı devam eden bu hattın Karasu'dan 223 km uzunluğunda bir hat ile Bartın Limanına bağlanması, güzergâh üzerinde 12 km kılçık hat ile Ereğli'ye erişim sağlaması planlanmaktadır (Şekil 13-7). "Adapazarı-Karasu Limanı-Ereğli-Bartın Limanı Bağlantı Hattı Demiryolu Projesi'nde ağırlıklı olarak yük taşımacılığı yapılması öngörülmekte; Ereğli Demir Çelik Fabrikası ve Karabük Demir-Çelik Fabrikası'nın demir cevheri ve kömür üretim girdileri ile üretilen demir-çelik mamullerinin en ekonomik şekilde nakliyesinin sağlanması amaçlanmakta; Karasu Limanının Türkiye´de önemli alternatif limanlardan biri haline

getirilmesi ve Karadeniz ülkeleri ile yapılacak olan ticaretin büyük bir kısmının Karasu limanı üzerinden yapılması hedeflenmektedir (Ulaştırma ve Haberleşme Bakanlığı, 2019).



Şekil 13-7 Ankara-İstanbul YHT Hattı ve Sakarya İlinden Geçen Güzergahı

Karasu Limanı Sakarya ili için elbette önemli bir bölgesel ulaşım altyapısıdır. Liman inşaatı devam etmekte olsa da 2017 yılında kısmi işletmeye açılmıştır. Kargo, Konteyner ve Ro-Ro gemilerine hizmet vermesi planlanmaktadır. 1.600 m ana mendirek, 125 m tali mendirek, korunan su alanı 450.000 m^2 olup, aynı anda iki adet 15.000 DWT ve 20.000 tonluk iki gemi yanaşacaktır (Ulaştırma ve Haberleşme Bakanlığı, 2019).

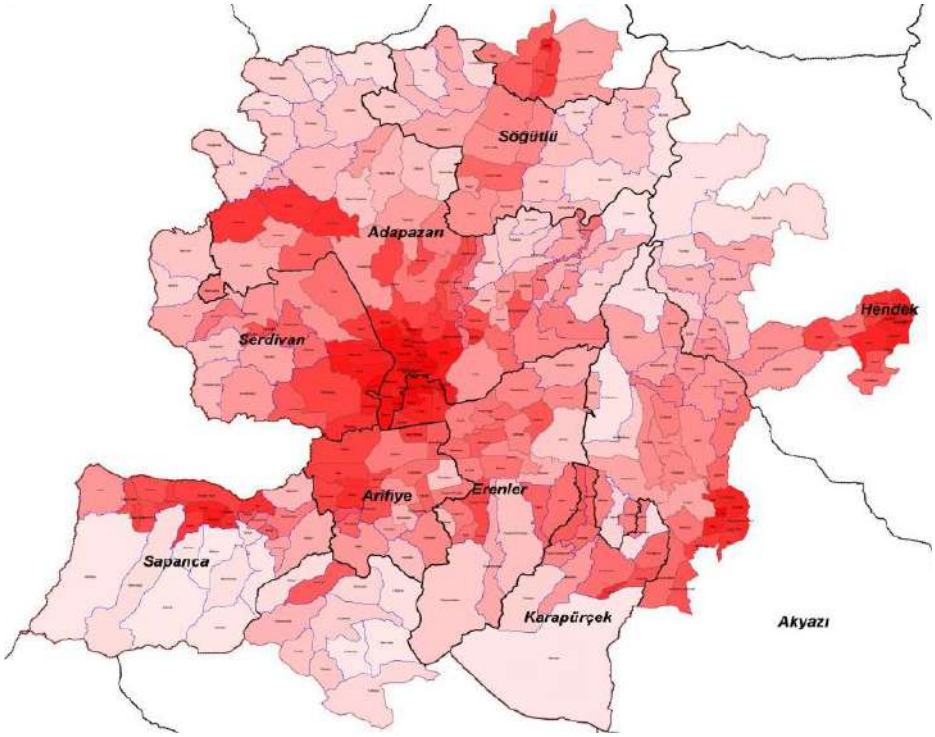
Karayolu, demiryolu ve denizyoluna ilişkin bu altyapıları barındıran Sakarya ili sınırları içinde çok-modlu taşımacılığı destekleyici bir strateji olan lojistik merkezlere ilişkin bir yatırım bulunmamaktadır. Yakın mesafede Kocaeli içinde vardır. Karasu limanıyla beraber bu noktada lojistik merkez yapımına ilişkin tartışmalar da Sakarya gündeminde yer almaktadır.

13.1.2. Kentsel (Kent içi) Ulaşım

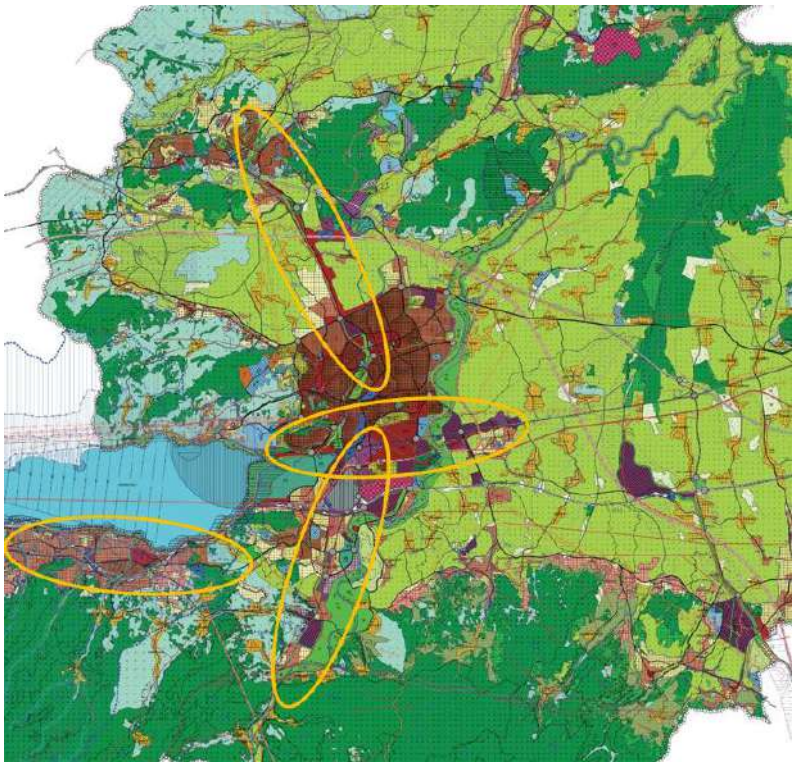
Sakarya ilinin kentsel merkezini Adapazarı, Erenler, Arifiye ve Serdivan ilçeleri oluşturmaktadır. 2012 yılında yürürlüğe giren 6360 sayılı kanun öncesinde büyükşehir belediyesini bu ilçeler oluşturmaktayken, bilindiği gibi anılan yasa ile ildeki tüm ilçeler büyükşehir belediyesi kapsamına girerek bütünşehir olarak tanımlanmaya başlamıştır. Kentsel yoğunluk, kentsel kullanımlar ve kentsel ulaşım sistemi açısından anılan bu dört ilçe hala ağırlıklıdır ve Sakarya Ulaşım Ana Planında verilen bölgeleme şemasında da bu durum görülmektedir (Şekil 13-8). İlçe nüfus yoğunluklarına ilişkin olarak aynı planda verilen haritada da merkezdeki bu dört ilçenin kesişme noktasındaki kent merkezi yoğunlaşması görülmekte; bu merkezi alanın kuzeybatıya ve güneye doğru geliştiği; ayrıca güneybatıda Sapanca'da yoğunlaşmanın olduğu anlaşılmaktadır (Şekil 13-9). Şekil 13-10'da verilen 1/25000 ölçekli Çevre Düzeni Planında da bu mekânsal şema ve gelişme koridorları görülmektedir.



Şekil 13-8 İl İçindeki İlçeler ve Alt Bölgeler (Kaynak: Sakarya Büyükşehir Belediyesi, 2013, N.D.)



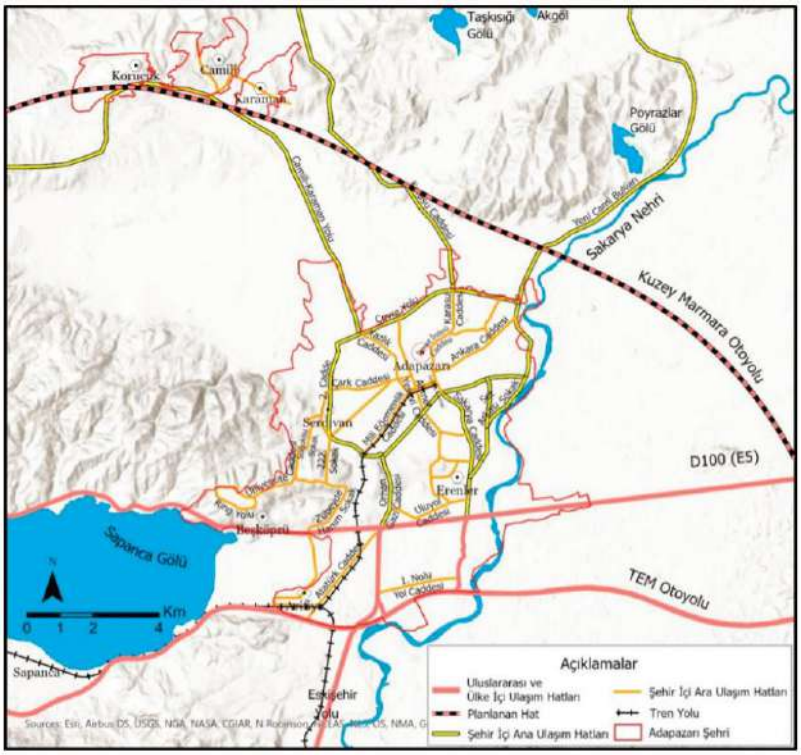
Şekil 13-9 Sakarya İlinde İlçeler ve Nüfus Yoğunlukları (Kaynak: Sakarya Büyükşehir Belediyesi, 2013, N.D.)



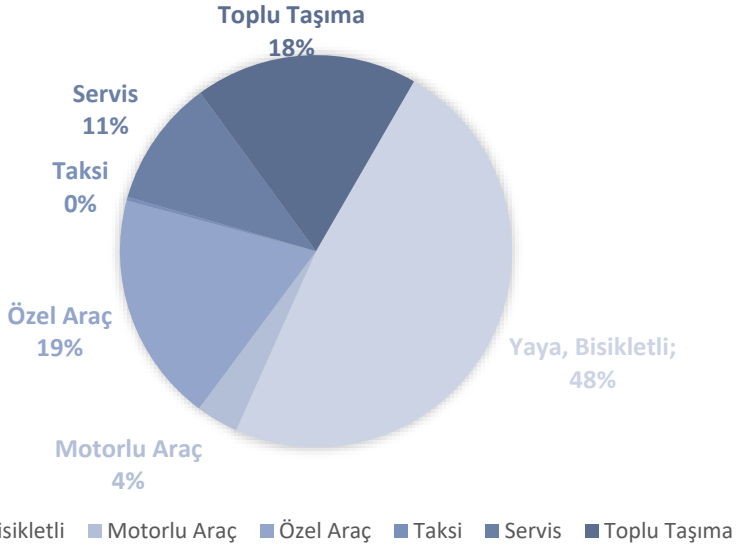
Şekil 13-10 Sakarya 1/25000 ölçekli Çevre Düzeni Planı

Bu kentsel alanı kapsayan yol ağı sistemi Şekil 13-11'de verilmekte hem kentsel ulaşım sistemi hem de bu bölgeden geçen ülkenin başlıca ulaşım koridorları görülmektedir. Bu büyük ulaşım altyapılarıyla iç içe konumda yer alan, iki otoyolun arasında ve ayrıca yine ülkenin en önemli devlet yollarından D-100 üzerinde bulunan kentte, her ne kadar yeni gelişme koridorları ile hızlı mekânsal büyüme dinamikleri gözlense de aslında yaya yolculuklarının oldukça ağırlıklı olduğu bir kentsel sistem bulunduğunu belirtmek gerekir. Şekil 13-12'de görüldüğü üzere yaya ve bisikletli yolculuklar kentte yapılan tüm yolculukların %48,4'ünü oluşturmaktadır. Bu durum yürüyerek yapılan yolculukların hala bu kentte önemli payı olduğunu göstermektedir. Kentin hem jeomorfolojik yapısı hem de mekânsal örüntüsü yolculukların yürüyerek yapılmasına elverişlidir. Mekânsal örüntü kentin derişik (kompakt) yapısıyla ilgili olup, yolculuk uzunluklarının hala çok artmamış olmasıyla ilişkilidir.

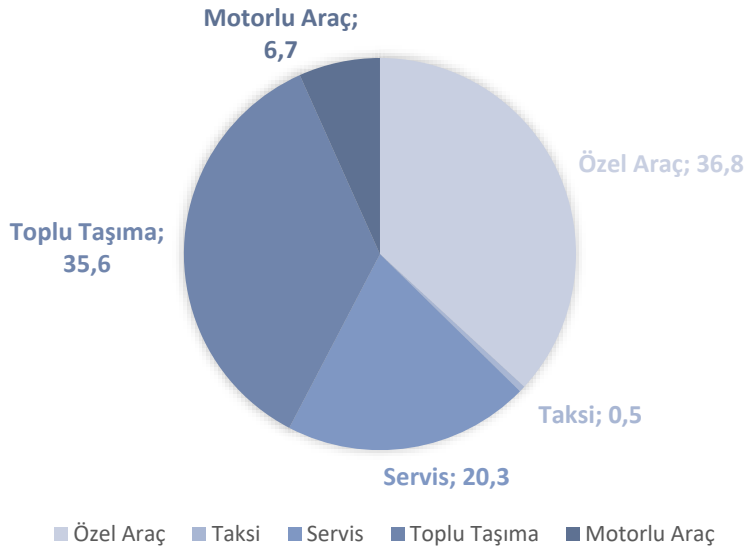
Öte yandan belirtildiği üzere belli koridorlar boyunca mekânsal gelişme olgusu da yaşanmaktadır. Bu nedenle motorlu yolculuklarda da artış söz konusudur. Sadece motorlu taşıt yolculuklarının türel dağılımına bakıldığında, otomobil motosiklet ve taksiyi içeren özel taşıtların payı ile toplu taşımanın payının %44-%56 biçiminde dağıldığı görülmektedir (Şekil 13-13). Özel taşıtların %44 oranındaki payı dikkat çekici bir yüksekliğe sahip bir orandır. Büyükşehirlerimizde 2000li yıllara girerken genellikle %20-%80 biçiminde olan özel araç ile toplu taşıma dağılımı 20 yılda otomobil sahipliğinin artmasıyla beraber %40- %60 şeklinde bir dağılıma doğru evrilmiş olup bunun neredeyse yarı yarıya dağılıma ulaştığı kentler nadir de olsa bulunmaktadır (örneğin Ankara). Sakarya kentinde de benzer bir eğilim yaşandığı ve toplu taşıma karşısında otomobil kullanımının oldukça önemli paya sahip olduğu görülmektedir.



Şekil 13-11 Sakarya Merkez Bölgesinde Yol Ağı Sistemi (Döker ve Gül, 2019)



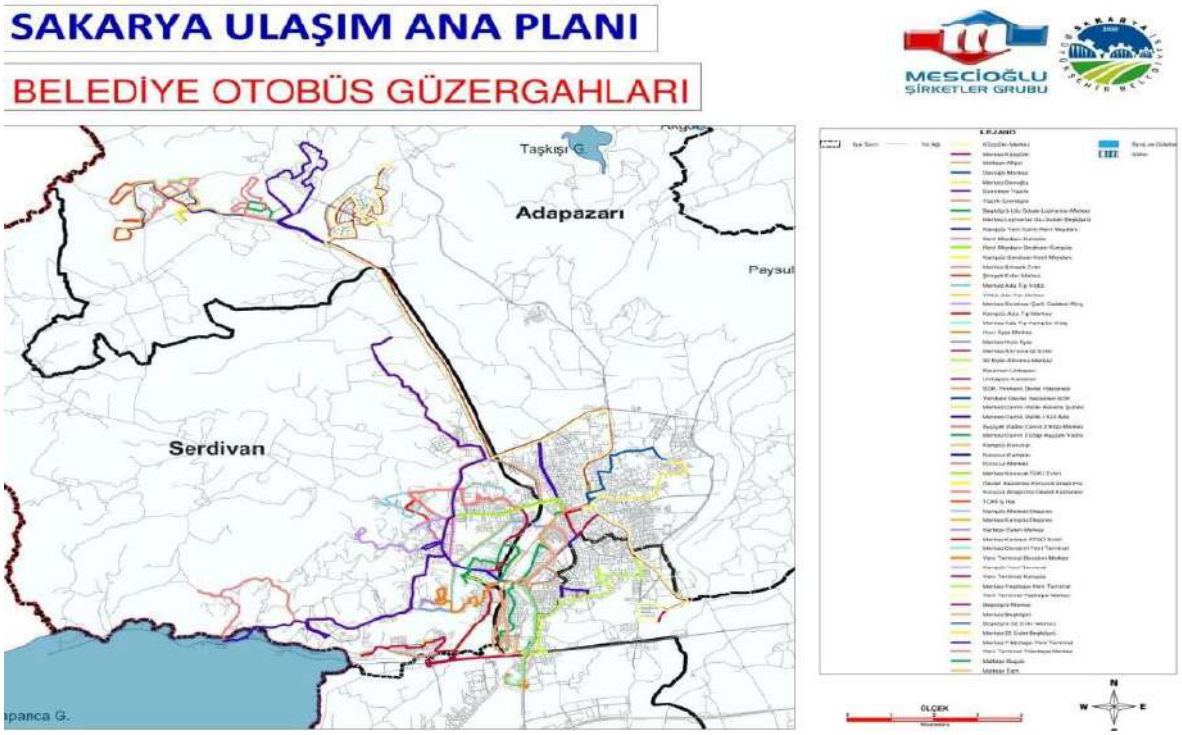
Şekil 13-12 Sakarya Ulaşım Ana Planına göre Yolculukların Türel Dağılımı



Şekil 13-13 Sakarya Ulaşım Ana Planına göre Motorlu Taşıtla Yapılan Yolculukların Türel Dağılımı

Toplu taşıma sistemleri kapsamında ise servis araçları da bulunmaktadır. Okul ve işyerleri servisleriyle yapılan yolculukların oranı da önemli ölçüdedir ancak diğer toplu taşıma araçlarından fazla değildir.

Toplu taşıma hatları incelendiğinde yukarıda anlatılan mekânsal örüntüyle örtüşen güzergahlar görülmektedir (Şekil 13-14). Merkezi bölgede yoğunlaşan, bununla beraber kuzeybatı ve güney koridorlarında da erişim sağlayan ve bir otobüs hizmet ağı bulunmaktadır.

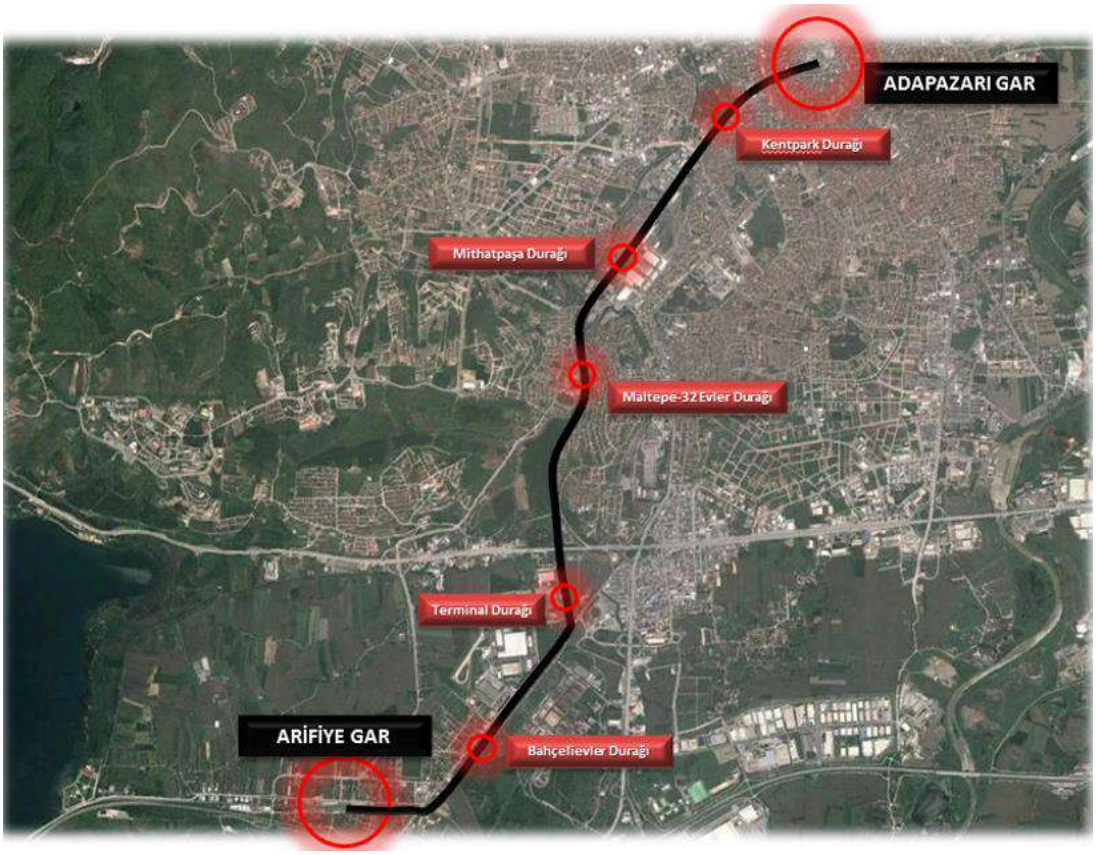


Şekil 13-14 Sakarya Ulaşım Ana Planına göre Belediye Otobüs Güzergahları (2011 yılı)

Sakarya Ulaşım Ana Planında verilen bilgiye göre kentte belediye otobüsleri, özel halk otobüsleri, minibüsler ve taksi dolmuşlar tarafından toplu taşıma hizmeti verilmektedir.

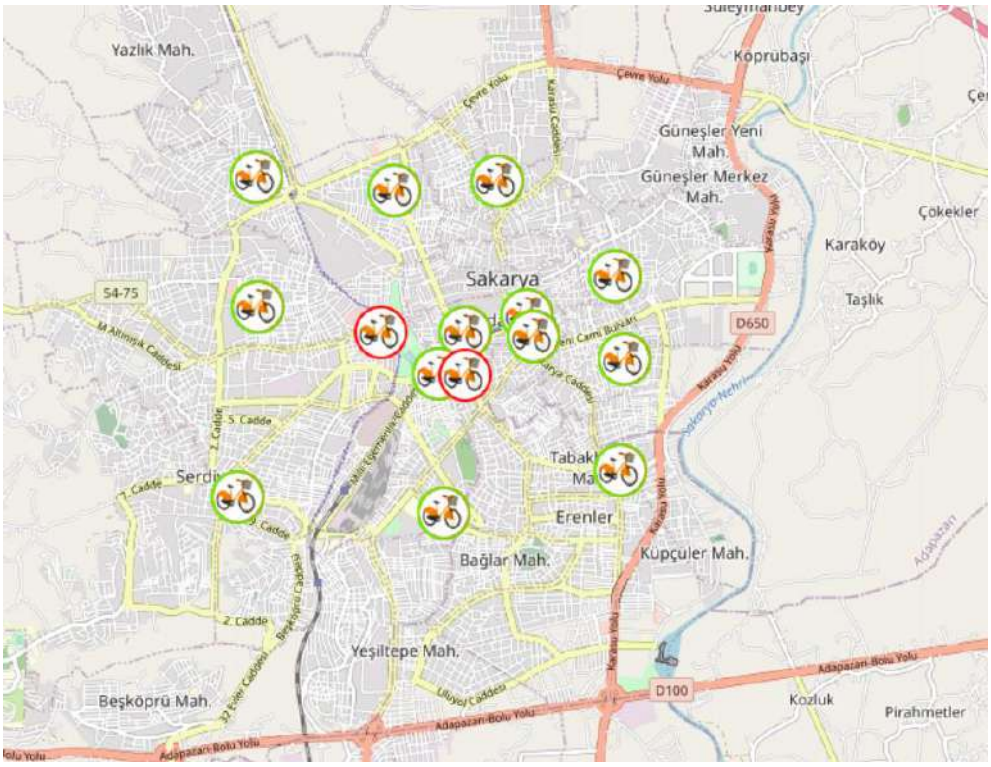
Toplu taşımanın iyileştirilmesi ve geliştirilmesi, bu kapsamda tahsisli otobüs yolu sistemi özelliğinde metrobüs kurulması, ya da raylı sistem alternatifleri kentin planlanmasında uzun süredir gündemde olan konulardır. Büyükşehir Belediyesi ve Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı koordinasyonuyla hafif raylı sistem geliştirilmesi, ilk etabın OSB-Gar arası, ikinci etabın Kampüs-Gar arası olması öngörülmekte; ayrıca nostaljik tramvay önerisi bulunmaktadır.

Kentsel raylı sisteme yönelik olarak Sakarya kentinin Adaray deneyimi de önemlidir. Adaray, mevcut TCDD demiryolu altyapısı kullanılarak mevcut raylar üzerinde işletilen bir kentsel raylı sistem olarak hayata geçirilmiştir. Arifiye Garı ile Adapazarı Garı arasında kentin güney koridoruna erişim sağlamaktadır (Şekil 13-15). Bir dönem kapatılmış, sonra tekrar hizmete alınmıştır. Yüksek Hızlı Tren ile bütünleşmeyi sağlamaktadır. Kentteki demiryolu altyapısı potansiyelinin değerlendirilmesi açısından önemli bir örnektir.



Şekil 13-15 Adaray Hattı Güzergahı

Sakarya kentinde bisiklet şeridi ve bisiklet yolu uygulamaları bulunmakta olup, kentin 2012 tarihli ulaşım ana planında 81 km uzunluğunda bisiklet ağı önerilmiştir. Ayrıca kentte SAKBİS ismiyle bir bisiklet paylaşım sistemi bulunmakta olup (Şekil 13-16), Büyükşehir Belediyesi iştiraki olarak işletilmektedir. Kentin jeomorfolojik yapısı daha önce belirtildiği üzere motorsuz ulaşım türlerine elverişli olup, bu kapsamda hem yaya hem bisikletli yolculukların desteklenmesi hedeflenmektedir.



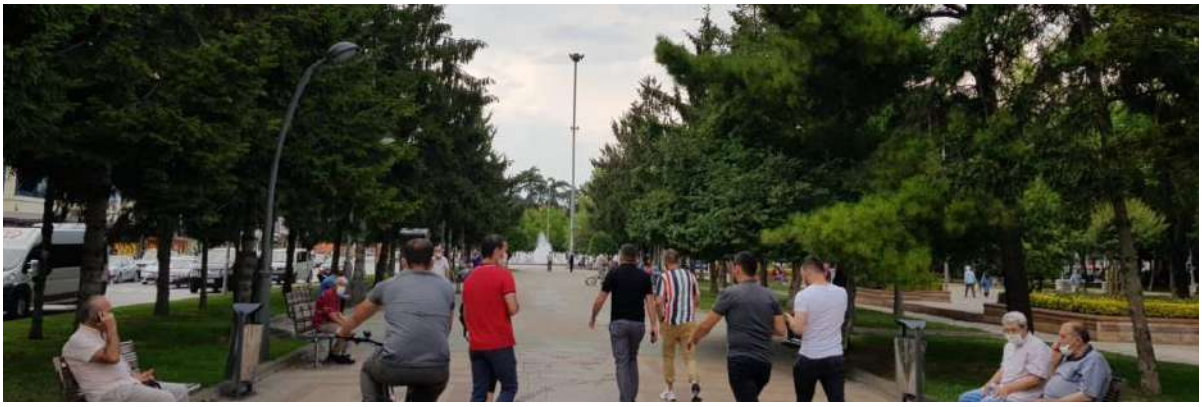
Şekil 13-16 SAKBİS Bisiklet Paylaşım Durakları (Sakbis, 2021)

Nitekim Sakarya Ulaşım Ana Planında yaya alanlarının da arttırılması öngörülmüş; 11,5 km yayalaştırılacak aks, 19,3 km genişletilecek aks ile toplam 30,8 km yaya aksı önerilmiştir. Adapazarı merkezde mevcutta zaten nitelikli yaya alanları olduğunu da belirtmek gerekir (Şekil 13-17).

Kentlerin merkezi bölgelerinde yaya alanlarının arttırılması ve yaya öncelikli mekanlar yaratılması günümüzde artan otomobil sahipliği ve kullanımının yarattığı sorunlar karşısında da bir gereklilik olmuştur. Otomobil sahipliği elbette erişimde avantajlar sağlamakta ve kentlilerce giderek artan oranlarda otomobil kullanımı eğilimi görülmektedir. Ancak trafik sıkışıklığının başlıca nedeni de artan otomobil kullanımıdır, çünkü yol kapasitesini en verimsiz kullanan taşıt türüdür. Bu nedenle kentlerin trafik sıkışıklığı yaşanan merkezi bölgelerinde otomobil kullanımını kısıtlamak, daha az cazip hale getirerek kullanımı caydırmak evrensel olarak benimsenen kentsel ulaşım politikaları arasındadır. Bu kapsamda otopark ücret politikalarıyla otomobille merkeze yolculuğu daha pahalı hale getirerek caydırmak veya otomobil girişinin kısıtlandığı yaya mekanları yaratmak mümkündür. Tam bir kısıtlama veya yayalaştırma yapılmadan, otomobil ile diğer türler arasında dengeyi kuran, otomobil egemen bir mekân kullanımı anlayışından ziyade, geniş yaya kaldırımları, bisiklet şeritleri, toplu taşıma şeritleri ve otomobile ayrılan şerit gibi enkesitlerle merkez bulvarlarını düzenlemek günümüzdeki başlıca yaklaşımlar arasındadır.







Şekil 13-17 Adapazarı'ndan Yaya Mekanları (Kişisel Arşiv)

Sakarya kentinde de otomobilden kaynaklı trafik sıkışıklığı sorunları ile otopark sorunları görülmektedir. Aslında otomobil sahipliği oranı ülke ortalaması dikkate alındığında il genelinde görece

düşüktür. Bin kişiye düşen otomobil sayısı Türkiye ortalaması 156 civarındayken Sakarya ilinde bu değer 147'dir.

Sakarya Ulaşım Ana Planında otomobil kullanımındaki artış, buna bağlı trafik sıkışıklığı sorunları, sera gazı salımları ve hava kirliliğindeki artış, toplu taşıma sistemlerinin geliştirilmesinin önemi, otopark yönetiminin gereği, bisikletli ve yaya yolculuklar için altyapının geliştirilmesi, tüm ulaşım sistemleri arasında bütünleşme (entegrasyon) gibi konular vurgulanmakta olup, sürdürülebilir ulaşım ilkesinin planda benimsendiği açıkça ifade edilmektedir. Sera gazı salımlarının azaltılması konusu bilindiği gibi iklim değişikliği azaltım stratejisinin başlıca konusudur. Sakarya Ulaşım Ana Planında iklim değişikliği konusuna atıfta bulunularak, sera gazı maliyetlerinden bahsedilmektedir. Bunun dışında iklim değişikliğinin ulaşım sistemine etkisi ve iklim değişikliği uyum stratejisinin ise planda henüz yer bulmadığı görülmektedir.

13.1.3. İletişim Altyapısı ve Kullanımı

Sakarya'da mobil telefon sahipliği %90 oranında olup, bu değer ülke ortalaması olan %98,22'den oldukça düşüktür. Mobil telefon aboneleri içinde mobil internet hızı yüksek teknoloji olan 3G ve 4.5G abone oranı ise %99,37 olup bu oran da ülke ortalaması olan %97,64'ün üzerindedir.

Sakarya ilinde iletişim altyapısı incelendiğinde görülmektedir ki, internet penetrasyon seviyesi Türkiye'nin altındadır. Genişbant internet abone sayılarının toplam nüfus içindeki oranını gösteren penetrasyon seviyesi 2020 yılında Türkiye geneli için %98,51 olarak gerçekleşirken; Sakarya ilinde bu oran %92,92'dir[25]. Tablo 13-1'de Bilgi Teknolojileri ve İletişim Kurumu (BTK) tarafından 2020 yılı için verilen istatistikler sunulmakta olup, Sakarya ilindeki durum hem Türkiye geneliyle hem de BTK tarafından sabit, mobil, genişbant internet ve fiber kablo uzunluğu olarak en fazla abone sayısına/fiber kablo uzunluğuna sahip ilk beş il sıralamasında yer alan illerimiz olarak belirtilen beş il ile karşılaştırılmaktadır. Buna göre, Sakarya ilinde penetrasyon düzeyi görece düşüktür. İstanbul, Ankara, İzmir ve Antalya illerinde ise 100'ün üzerinde değerler olması kişi başına çoklu abonelik olduğu biçiminde yorumlanmakta; kullanım yoğunluğunu ortaya koymaktadır.

Tablo 13-1 Türkiye'de, Sakarya İlinde ve İlk Beş İlde İnternet Altyapı ve Abone Bilgileri (Bilgi Teknolojileri ve İletişim Kurumu, 2022)

	İnternet Penetrasyon Düzeyi (%)	Sabit genişbant abone oranı (%)	Toplamda fiber altyapı abone oranı (%)	Sabit genişbantta fiber altyapı abone oranı (%)	Fiber-optik kablo uzunluğu (km)	Kişi başına düşen fiber-optik kablo uzunluğu (m)
Türkiye	98,51	20,32	4,86	23,94	424.915	5,08
Sakarya	**92,92**	**20,21**	**2,14**	**10,56**	**4.891**	**4,69**
İstanbul	130,57	21,41	5,42	25,32	60.386	3,91
Ankara	110,16	24,15	8,35	34,60	27.330	4,83
İzmir	104,97	24,21	7,52	31,06	20.780	4,73
Antalya	101,65	23,77	6,91	29,09	13.671	5,36
Bursa	99,71	22.24	4,25	19,11	11.857	3,82

Tabloda görüldüğü üzere toplam genişbant internet abone sayısı içinde sabit genişbant internet abone sayısının oranı Türkiye genelinde %20,32 olup, Sakarya ilinde bu değer ülke ortalamasıyla hemen hemen aynıdır (Ankara, İzmir, Antalya illerinde bu oran %24 dolaylarındadır). Sabit genişbant abone

[25] https://www.btk.gov.tr/iletisim-hizmetleri-istatistikleri

oranı daha önce de belirtildiği üzere, kullanıcının bilgi teknolojilerine dayalı etkinliğinin daha fazla olabileceğine, daha fazla ve yüksek hacimli veri ile iş yapıldığına veya yapılabileceğine, dolayısıyla bilgi teknolojileri alanında gelişme potansiyeline, bu doğrultuda bilişim ve Ar-Ge kurumlarının yaygınlığına veya potansiyeline işaret etmekte; bu konularda gösterge rolü oynamaktadır.

Toplam genişbant internet abone sayısı içinde fiber altyapı abonesinin oranı ise Türkiye için %4,86 iken Sakarya için %2,14'tür. Oldukça düşük bir değerdir.

Sabit genişbant internet abone sayısı içinde fiber altyapı abone oranı ise Türkiye için %23,9 iken Sakarya ilinde %10,56'dır. Bu da oldukça düşük bir orandır.

Bir diğer gösterge olarak Sakarya ilindeki fiber-optik kablo uzunluğu 4.891 km'dir. İldeki nüfusla oranlandığında kişi başına düşen fiber-optik kablo uzunluğunun 4,69 metre olduğu görülmektedir. Bu oran Türkiye geneli için 5,08 metre olup, Sakarya ilindeki durumun ülke ortalamasına yakın olduğu görülmektedir. Diğer 5 ilde ise sadece Antalya'da bu oranın görece yüksek olup, Ankara, İstanbul, İzmir ve Bursa'da daha düşük olduğu görülmektedir.

Bu saptamalar Sakarya ilinde iletişim altyapısının yeterince gelişmemiş olduğuna; ayrıca fiber-optik kablo altyapısının toplam sabit genişbant içindeki payı değerlendirildiğinde yine yeterli olmadığına işaret etmektedir.

13.2. Ulaşım ve iletişim sektörünü etkileyen başlıca iklim tehlikeleri

Sakarya ili özelinde analiz edilen iklim tehlikelerine bakıldığında, sıcaklık artışları özellikle ön plana çıkmaktadır. İlde halihazırda ortalama sıcaklıklarda son 20 yılda 0,4°C artış olduğu gözlenmiştir. Yapılan projeksiyonlar yüzyılın sonlarına kadar sıcaklıklarda artışın devam edeceğini göstermektedir. Halihazırda sıcaklıklar ilin kuzeybatısında daha yüksektir. Artış ise il genelinde beklenmektedir.

Sıcak hava dalgası da Sakarya ilini etkileyen iklim tehlikelerindendir. Halihazırda il genelinde yılda toplam en az 6 gün sıcak hava dalgası olayı görülmektedir. Projeksiyonlarda senaryolar arasında farklılıklar olmakla beraber, yüzyıl sonuna doğru sıcak hava dalgaları neredeyse ilin tamamında iki katına çıkarak 11 gün mertebesine ulaşmaktadır. Kötümser senaryoya göre yüzyılın son periyodunda 20 ila 45 güne varan ekstrem sıcakların yaşanması beklenmektedir. Sakarya'da kuraklık tehlikesinin frekansında da artış beklenmektedir. Yangın riskinde ise senaryolara göre farklı değişimler öngörülmektedir. İyimser senaryo yangın havasında azalma öngörürken, kötümser senaryo ise 2060'lardan sonra giderek artan bir değişim göstermektedir.

Yağışlarda ise toplamda en çok yağış miktarının gözlemlendiği bölgeler Sakarya'nın kuzeyinde yer alan kıyı kesimleridir. Özellikle Kaynarca ilçesinde yağışlar yüksek değerler göstermektedir. Yüzyıl sonuna kadar yine kıyı kesimlerde ve buna ilaveten ilin batı kesimlerinde yağışlarda artış beklenmektedir. Şiddetli yağış tehlikesinde de artış beklenmekte olup, aşırı yağışlı günlerin sayısının da il genelinde artması beklenmektedir.

Aşırı soğuk gün sayısında ise artış beklenmemektedir. Soğuk hava dalgalarının da azalacağı öngörülmektedir. Ancak projeksiyonlar aşırı rüzgârlı gün sayısının artacağını göstermektedir. Halihazırda aşırı rüzgâr, deniz kıyısına yakın olan Kaynarca, Karasu, Kocaali ve Ferizli ilçelerinde yüksek eşik değerler sergilemekte, denizden uzaklaştıkça eşik değerler de azalmaktadır. Kötümser senaryoya göre ilin güneyindeki ilçelerde %20 ila %60 arasında artış olacağı görülmektedir.

Özetle, iklim risklerine ilişkin projeksiyonlar tüm Sakarya ilinde gittikçe artan birleşik iklim tehlikeleriyle karşı karşıya kalınabileceğini göstermiştir. Aşırı şiddette yağışlar, şiddetli rüzgarlarda artma beklenirken, sıcaklıklarda ve sıcak hava dalgalarında da artış beklenmektedir. Bu iklim olaylarıyla meydana gelecek tehlikelerin ulaşım sektörünü nasıl etkileyeceği aşağıdaki bölümlerde önce bölgesel ardından kentsel ölçekte ele alınmakta; son olarak iletişim sektörüne etkileri üzerinde durulmaktadır.

13.3. Bölgesel Ulaşım Etkilenebilirlik ve Risk Analizi

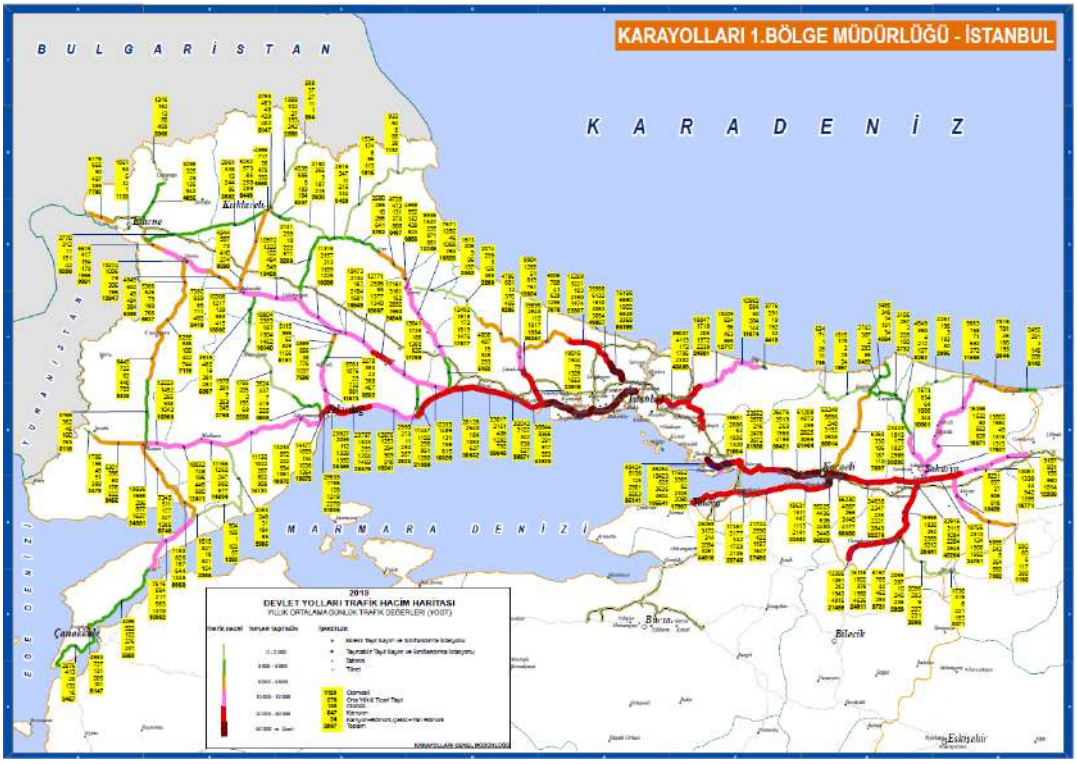
Türkiye genelinde olduğu gibi Sakarya ilinde de bölgesel ölçekte yük ve yolcu taşımacılığında karayolları önemli rol oynamaktadır. Yük taşıma açısından demiryolu altyapısının varlığı, uzatılması planları, ayrıca Karasu Limanına yönelik plan ve yatırımlar çok-modlu taşımacılık için potansiyeller içerse de karayollarının kullanımı ağırlıklıdır.

Karayolları Genel Müdürlüğünün 2019 yılı karayolu trafik hacim haritalarında verilen yıllık ortalama günlük trafik değerlerine göre (Şekil 13-18 ve Şekil 13-19) Sakarya ili sınırları içinde 50.000 araç sayısı üzerinde gerçekleşen bir akım yoğunluğu yoktur. Batıda Kocaeli'nde bu yoğunluk açıkça görülmektedir. Bununla beraber Sakarya ilinde doğru-batı ekseni ile güney ekseni 20.000 üzerinde araç akımı yaşanan koridorlar olarak öne çıkmaktadır.

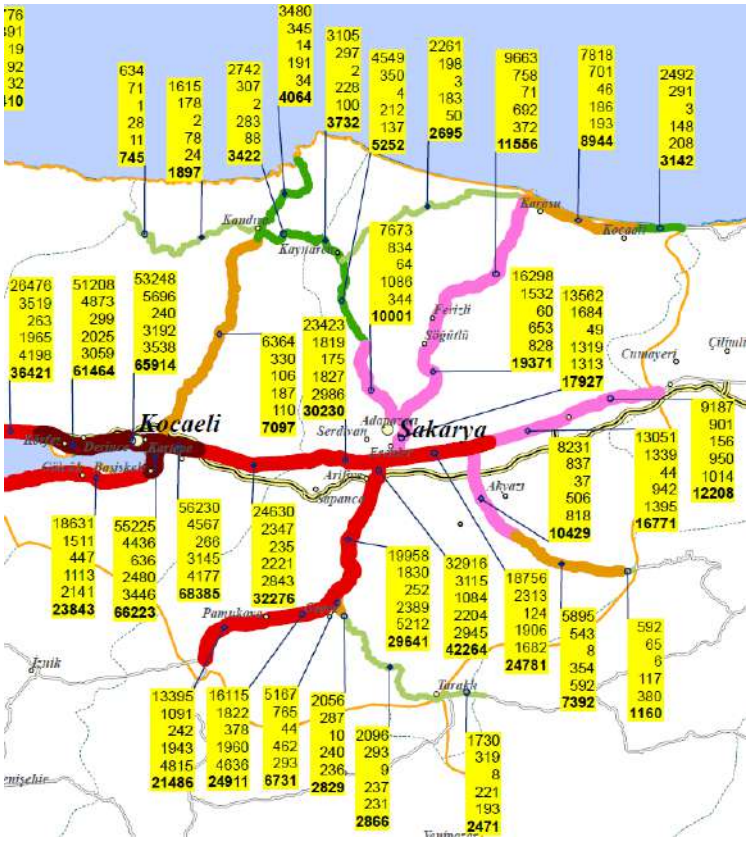
Bunun içinde, özellikle 42.264 araç sayısıyla Adapazarı'nda kentin içinden geçen kesimi noktasını vurgulamak gerekir. Buradaki yoğunlaşma elbette kentsel trafiğin de etkisiyle olmaktadır. Bu noktadan sonra trafik yoğunluğu batıya Kocaeli'ye doğru 30.000-32.000 civarında seyretmekte; güneye 29.641 araç yoğunluğuyla devam etmektedir. Doğu koridoru da 24.781 ile görece yüksek bir düzeydedir. Kuzeyde ise trafik yoğunluğu daha düşüktür ve 20.000 araç sayısının altındadır.

İlden geçen otoyol trafik hacmine ilişkin harita ise Şekil 13-20'de verilmektedir. Yine Sakarya ili içinde 50.000 üzerinde araç yoğunluğu bulunmamaktadır. Yoğunluk devlet yollarındaki duruma benzer biçimde Kocaeli tarafında artmaktadır. Bununla beraber yine batı koridorunda Sakarya-Kocaeli arasında 46.000 üzeri araç akımı olduğunu belirtmek gerekir.

Bu genel resim iklim tehlikeleri dikkate alınarak değerlendirildiğinde Devlet yolunun Adapazarı merkezden geçen kısmı ve ardından Adapazarı-Kocaeli koridoru ile Adapazarı-güney koridoru dikkat çekmektedir. En fazla trafik taşıyan koridorlar olarak en fazla kişinin tehlikelere maruz kalacağı bu yol kesimlerinde il genelinde olduğu gibi hem sıcaklık artışları, sıcak hava dalgalarında artış, toplam yağışlarda ve şiddetli yağışlı günlerde artış hem de aşırı rüzgâr artışı beklenmektedir. Karayolu yoğunluğunun görece yüksek olması maruziyet derecesini artırmaktadır. Bu kapsamda elbette otoyol da dikkate alınmalıdır.



Şekil 13-18 Karayolları Genel Müdürlüğü 2019 yılı 1. Bölge Karayolu Trafik Hacim Haritası



Şekil 13-19 Karayolları Genel Müdürlüğü 2019 yılı Karayolu Trafik Hacim Haritası Sakarya İli



Şekil 13-20 TEM Otoyolu Hacim Haritası

Trafik Hacim haritalarında en üstte yer alan sayı otomobil sayılarını göstermekte olup, bu değerlerin incelenmesi yerleşimler arası istihdam ilişkisi, iş ilişkisi ve ayrıca koridor boyunca kentsel gelişimin durumuna ilişkin bilgi vermektedir. Bu açıdan en çarpıcı bulgu güney koridorunda otomobilin toplam içindeki payının %67'ler dolayında oldukça düşük olmasıdır. Buradaki ağırlık aşağıda anlatıldığı üzere ağır taşıt trafiğindedir. Bunun dışında koridorlarda otomobilin oranı ortalama %75-%78 arasında değişmektedir. Adapazarı merkez geçişinde %78'dir, ancak bu da bölge genelinde yüksek değildir. Otomobil akımının toplam içinde %80'i geçtiği koridor Söğütlü-Ferizli-Karasu koridorudur.

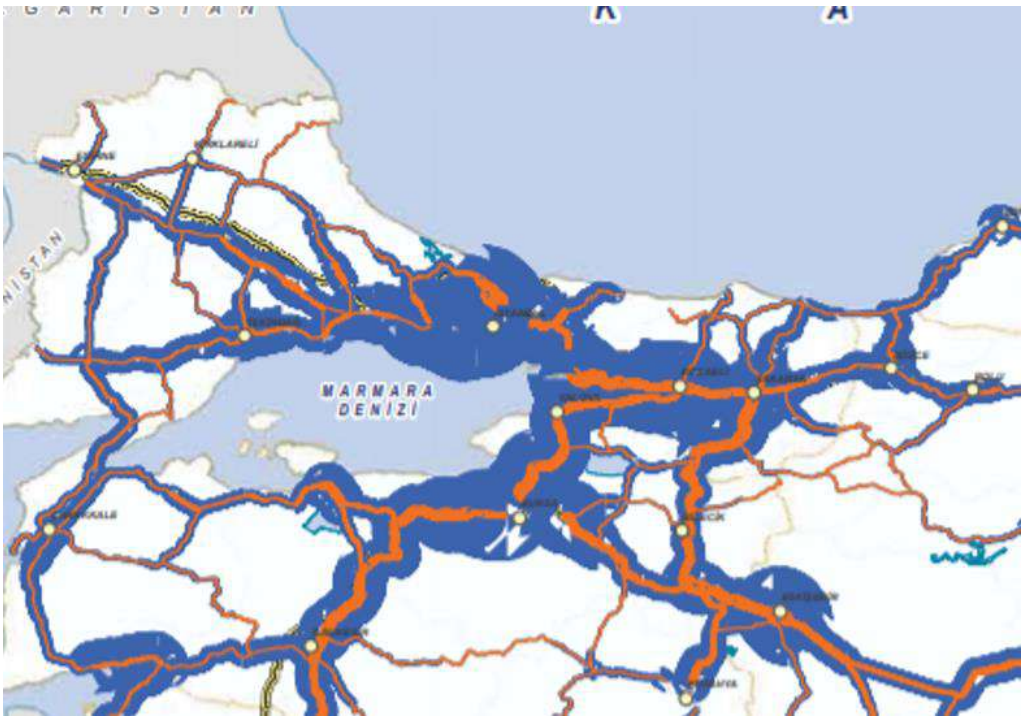
Otomobil trafiğinin toplam trafik içinde yoğunluğunun az olduğu koridorda yolcu taşımacılığında otobüsler ön planda olabilir. Bu durum da incelenmiş ve özellikle Adapazarı merkez geçişinde otobüs trafiğinin payı tüm diğer koridorlardakinden daha yüksek çıkmıştır. Bu durum kentsel trafik bileşenleriyle ilgilidir.

Otobüs sayısı değer olarak az görünse de otobüste taşınan yolcu sayısı araç başına ciddi ölçülerde olabilir ve bu durum duyarlılığı arttıracaktır. Otobüs seyahat koşulları sıcak hava dalgalarından etkilenme özelliği nedeniyle özellikle ele alınmalıdır ve bu kapsamda Adapazarı merkez koridorunda hizmet veren otobüs seferlerindeki araçlarda araç özellikleri ve iklimlendirme teçhizatı değerlendirilmelidir. Ayrıca ortalama sıcaklıkların ilin kuzeybatısında görece yüksek olmasından kaynaklı olarak otobüs sayısı az olmasına rağmen Kaynarca bölgesinde sefer yapan araçlar da öncelikli değerlendirilmelidir.

Yolcu taşımacılığının yanı sıra yük trafiği incelendiğinde görülmektedir ki ağır taşıt trafiğinde en ağırlıklı koridor güney koridoru yani Adapazarı-Geyve-Pamukova koridordur. Şekil 13-21 ve Şekil 13-22'de toplam trafik içinde ağır taşıtın payları görülmekte olup, haritadaki turuncu çizgiler ağır taşıt trafiğini, mavi ise toplam trafiği göstermektedir. Anılan koridorun son derece önemli bir yük taşıma koridoru olduğu, bu koridoru Adapazarı-Kocaeli bağlantısının takip ettiği görülmektedir. İlde beklenen sıcak hava dalga olayı artışı, buna bağlı olası asfalt erimesi tehlikesi, aşırı yağış ve aşırı rüzgâr açısından yük taşımacılığında ülke genelinde önemli olan bu iki koridorda dirençlilik konusu ön plana çıkmaktadır. Geyve ayrıca şiddetli rüzgârın artması beklenen ilçelerdendir.



Şekil 13-21 Karayolu Ağır Taşıt Haritası, 2019



Şekil 13-22 2019 yılı Toplam Trafik Hacim Haritası

Karayollarında yapılan yük ve yolcu taşımacılığı toplam taşımacılık içinde görece fazla olmakla beraber, daha önce belirtildiği üzere Sakarya ili önemli demiryolu altyapılarına ev sahipliği yapmaktadır. Gerek yük taşıması yapılan altyapı için, gerekse önemli sayıda yolcu taşıyan ve ülkenin en önemli altyapı yatırımlarından olan YHT hattının da iklim tehlikelerine karşı korunması ve dirençliliğinin arttırılması önemli bir konu olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu hattın aşırı yağışlar ve sıcak hava dalgaları karşısında dirençliliğini arttırmak önemlidir.

Sakarya ilinde paydaşlarla 2021 Haziran ve Temmuz aylarında yapılan iki toplantıda elde edilen bilgilere göre, aşırı sıcaklıklar ve sıcak hava dalgaları demiryolu raylarında hasar veya deformasyona yol açmamıştır. Karayollarında asfaltta erime sorunu da sıcak hava dalgalarının yol açtığı bilinen bir iklim değişikliği etkisi olmakla beraber; Sakarya ilinde bunun sık yaşanmadığı belirtilmiştir. Bitümlü Sıcak

Karışım kaplamalı yol yüzeyinin karayollarındaki altyapının %93'ünü oluşturuyor olması Sakarya ilinde bu açıdan bir avantaj olarak değerlendirilebilir. Nitekim bu kaplama daha uzun ömürlü, yüksek trafik hacimlerine daha dayanıklı ve iklim koşulları karşısında asfaltta erime/kusma olayına daha dirençlidir.

Karayolları Genel Müdürlüğü Bölge temsilcileri bölgelere göre farklılaşan yol malzemesi kullanarak bu konuya duyarlı bir planlama yaklaşımları olduğunu açıklamışlardır. Bu konuda merkezi ve yerel bir kapasite oluştuğu anlaşılmakla beraber, sıcak hava dalgalarının artması beklenen Sakarya ilinde yer alan yoğun karayolu altyapılarının ve malzemelerinin incelenmesi, değerlendirilmesi ve yapılan değerlendirmeler çerçevesinde dirençliliğe ilişkin müdahalelerin yapılması önemlidir. Daha önce belirtildiği üzere ortalama sıcaklıkların zaten görece yüksek olduğu kuzeybatı kesimlerinde sıcak hava dalgaları daha da etkili olabilir.

Aşırı yağışlara bağlı sel ve taşkın konusu da iklim değişikliği tehlikelerinden biri olarak Sakarya ilini etkilemekte olup, yağışlar özellikle ilin kuzey kıyı kesimlerinde etkili olmaktadır. Ayrıca, Sakarya Nehri ve Aşağı Sakarya Alt Havzasında aşırı yağışlar sonucunda Adapazarı ve diğer ilçelerde, özellikle kırsal yerleşimlerde taşkınlar yaşanmaktadır. Bölgesel ulaşım ağı içinde Adapazarı-İzmit D100 Karayolu'nun da zaman zaman aşırı yağışlar sonucu taşkınlara maruz kaldığı istişare toplantılarında belirtilmiştir. Bu alan Karayolları İl Müdürlüğü sorumluluğu altındadır. Mühendislik çözümlerin, nehir taşkın alanları da dikkate alınarak, geliştirilmesi gerektiği anlaşılmaktadır.

Karayolları Genel Müdürlüğü Bölge temsilcileri, kendi sorumluluklarında bulunan ana taşıt yolu bağlantılarında drenaj konusunun, projelendirme aşamasındaki en önemli konu olduğunu vurgulamıştır. Ayrıca karayolu yapımında akarsu yataklarının mümkün olduğunca bozulmamaya çalışıldığı belirtilmiştir. Yapılan yol projelerinde taşkın ve dere yatakları geçişlerine ilişkin sanat yapıları için değerlendirmelerin 100 yıllık ve güncel meteorolojik veriler dikkate alınarak yapıldığı, sanat yapılarının bu veriler ışığında boyutlandırıldığı belirtilmiştir. Bunlar olumlu kapasite bileşenleridir.

Karayollarında olduğu kadar, demiryolu hattında da aşırı yağışlar karşısında dirençlilik önemli bir konu olacaktır.

İstişare toplantılarına katılan uzmanlar bölgede yaşanan taşkınların otoyol ve demiryollarını etkilemediğini belirtmişlerdir. Bu yolların gerekli teknolojik ve mühendislik önlemler alınarak yapıldığı anlaşılmaktadır. Toplantılarda bölgesel ulaşım ağları ve altyapıları açısından iki nokta vurgulanmıştır. Karasu ve Kaynarca yollarının sel baskınına maruz kaldığı; Karasu yolunda yol kotunun düşüklüğü nedeniyle bu sorunun yaşandığı ve yol kotu yükseltilerek sorunun çözüldüğü belirtilmiştir. Buna ek olarak il sınırları içinde yer alan Karasu Limanı'nın önemi belirtilmiş; buradaki Sakarya Nehri deltası nedeniyle konunun ayrıca ele alınmasının gerekli olabileceğinin altı çizilmiştir.

Liman alanları ve tersaneler sadece aşırı yağışlardan değil aşırı rüzgâr olaylarından da olumsuz etkilenmektedir. Halihazırda aşırı rüzgârdan kaynaklı tehlikelerin deniz kıyısındaki kuzey ilçelerde, Kaynarca, Karasu ve Kocaali'de yaşandığı bilinmektedir. Karasu liman altyapılarında hasarlar ve gelecekte denizyolu operasyonlarında aksama yaşanmaması, ekonomik kayıpların önlenmesi için bu altyapıların dirençliliğinin arttırılması önem taşımaktadır.

Ayrıca aşırı rüzgâr ve fırtınalar deniz kenarında kıyıda olan her türlü ulaşım altyapısını etkileyebilmektedir. Bu nedenle Kaynarca, Karasu ve Kocaali'de kıyıdaki yolların şiddetli rüzgâr ve fırtınalar karşısındaki dirençliliği önemlidir.

13.3.1. Şiddetli Yağış Riski

Bu saptamalar ışığında Sakarya ilinde **bölgesel** ölçekte **ulaşım** sektörünün etkilenebilirliğine ilişkin etki zincirleri üretilmiştir. Bu zincirler, yukarıda yapılan değerlendirme ve saptamaların özeti niteliğindedir Öncelikle ulaşım sektörünün şiddetli yağış riskini analiz etmek için hazırlanan etki zinciri Şekil 13-23 ile verilmiştir. Sıcak hava dalgası ve şiddetli rüzgarlar için hazırlanan etki zincirleri bu bölüm sonunda

sunulmuştur. Risk analizlerinde kullanılan göstergeler, göstergelerin ait olduğu kurum bilgisi ve her bir göstergenin risk analizindeki ağırlıkları EK-01 bölümünde sunulmuştur.

TEHLİKE		MARUZİYET	ETKİLENEBİLİRLİK		RİSK
İklim Sinyali	İklim Etkisi		Duyarlılık	Uyum Kapasitesi	
Yağış miktarı ve sıklığında artış	Sel ve taşkın	Nüfus yoğunluğu	Kent karakteri	Doğal alanların oranı	Trafik güvenliği
	Şiddetli yağışlı gün sayısında artış	Karayolu uzunluğu oranı	Kent formu	2030'da öngörülen nüfus artış oranı	Halk sağlığı
		Makroform büyüklüğü	Mevcut çevre yolu varlığı	Öngörülen yeşil alan oranı	Ekonomik kayıplar: erişim, altyapı
		Demiryolu hattı, otoyol ve/veya liman varlığı	Nüfus artış hızı	Planlanan kentsel mekânsal büyüklük oranı	Acil servis erişiminde aksama
		Tüm ulaşım ve iletişim altyapıları*	Mekânsal gelişim eğilimi	Kentsel Ulaşım Ana Planı*	Acil durum iletişiminde aksama
		Karayolu yoğunluğunun en fazla olduğu karayolları ve koridorlar*	Planlanan demiryolu hattı varlığı	Projelendirmede drenaj konusuna verilen önem*	
		Karayolu yoğunluğunun en fazla olduğu karayolları ve koridorlar*	Türel çeşitlilik açısından sınırlı olan kentsel ulaşım altyapısı*	YHT hatlarının projelendirmesinde iklim tehlikelerine karşı hattın korunması konusuna verilen önem ve alınan mühendislik önlemleri*	
		YHT ve konvansiyonel hatlar*	Yeterli düzeyde gelişmiş nitelikli bir toplu taşıma hizmetinin eksikliği*	Dere yatağı geçişleri sanat yapılarının meteorolojik veriye göre projelendirme*	
		Yaşanan taşkın ve sel sayısı	Taşkın ve dere yatakları geçişlerindeki karayolu sanat yapılarının niteliği*	Akıllı şehir uygulamalarına verilen önem*	
			Kanalizasyon ve yağmur suyu sisteminin niteliği ile kapasitesi*	Bisikletli altyapı ve bisiklet kullanımının geliştirilmesi konusuna verilen önem*	
			Altyapının niteliği, drenaj özellikleri*		
			Çevredeki kapatılmış dere yatakları*		
			Kırılgan kullanıcılar olarak yaya yolculukları*		
			Çevredeki geçirgen yüzey ve yeşil altyapı miktarı*		
			Trafik sıkışıklığı (tahliye zorluğu) olan kent içi yollar*		

Şekil 13-23. Etki Zinciri: Ulaşım Sektörü ve Şiddetli Yağış İlişkisi

** sembolü ile risk analizlerinde kullanılmayan göstergeler belirtilmiştir.*

Yukarıda verilen etki zincirleri bölge ve il genelinde ulaşım koridorları temel alınarak oluşturulmuştur. Ulaşım, niteliği itibarıyla bir ağ (network) olduğu için idari sınırların etkisinden ziyade varış ve bitiş noktalarıyla koridorların ön plana çıktığı bir sistemdir. Bununla birlikte farklı ilçelerdeki farklı özelliklerin de ulaşım koridorlarına, altyapılarına ve ulaşım etkinliği olarak taşımaya ve trafiğe etkileri olabileceği unutulmamalıdır. Bu nedenle ilçeler arasındaki farklılıklar da saptanarak incelemeye alınmış; ilçelerin farklı özellikleri nedeniyle oluşabilecek maruziyet, duyarlılık, etkilenebilirlik, risk ve uyum kapasitesine yönelik değerlendirmeler yapılmıştır. Bunun için genel olarak ulaşım sektörünü en fazla etkileyen iklim tehlikesi olarak şiddetli yağışlar ele alınmıştır.

Bu değerlendirmeler kapsamında oluşturulan Maruziyet Haritası aşağıda verilmektedir (Şekil 13-24). İncelemede ilçelerin nüfus yoğunluğu, ilçedeki kentsel makroform büyüklüğü, ilçelerdeki karayolu uzunluğunun ilçe yüzölçümüne oranı, ayrıca ilçe sınırları içinde önemli ulusal ulaştırma altyapıları olarak otoyol, yüksek hızlı tren demiryolu hattı ve liman varlığı verileri maruziyet yaratabilecek etkenler olarak kabul edilmiştir. Nüfusun yoğun olması yapılaşmanın da yoğun olması ve şiddetli yağışlar esnasında daha ciddi boyutlarda etkilenme anlamına gelebilmekte; ayrıca sel ve taşkın anlarında müdahale ve acil eylem zorluğu açısından da maruziyeti arttırmaktadır. Kentsel makroform büyüklüğü de hem etkilenecek ve maruz kalacak alanın büyüklüğü anlamına geldiği, hem de yaygın kentsel dokuya işaret ederek taşkın ve sel suyu için geçirgen yüzeyin azlığı olarak yorumlanabileceği için ölçütlerden biri olarak değerlendirmeye dahil edilmiştir. İlçe yüzölçümüne orantılı olarak karayolu uzunluğu verisi ise ilçede geçirgen olmayan yüzeyin artması anlamına geldiği için önemli bir veridir. İlçelerde otoyol, hızlı tren demiryolu hattı ya da liman olması da etkilenecek önemli bir altyapı öğesi olarak önemlidir. İl sınırları içinde havalimanı bulunmamaktadır; ancak otoyol ve demiryolu altyapısı açısından bu bölge önem taşımaktadır. Söz konusu altyapılar, ayrıca limanlar yüksek maliyetli ve ekonomik açıdan önemli etki ve değeri bulunan altyapılar olarak da dikkate alınmıştır.

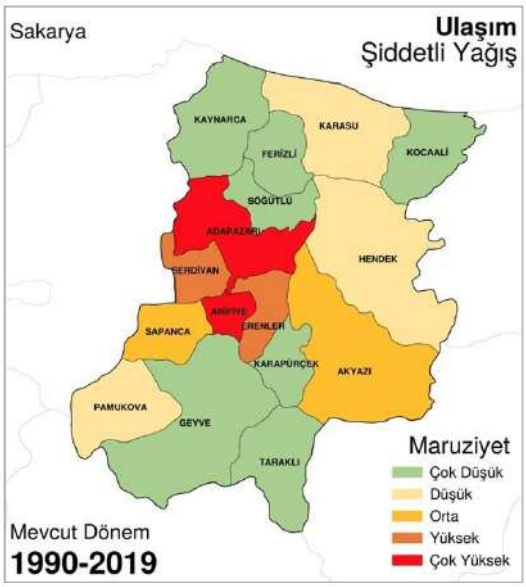
Bu veriler ile yapılan maruziyet analizine göre, merkez ilçelerde maruziyet düzeyi görece yüksek olarak ortaya çıkmaktadır. Adapazarı ve Arifiye en yüksek maruziyet düzeyine sahiptir. Bu iki ilçeyi Erenler ve Serdivan ilçeleri yüksek maruziyet düzeyiyle takip etmekte; ardından orta maruziyet düzeyinde olan Akyazı ve Sapanca gelmektedir.

Adapazarı ilçesinde en yüksek maruziyet saptamasına neden olan etkenlerin nüfus yoğunluğu ve makroform büyüklüğü olduğu görülmektedir. İlçe yüzölçümüne orantılı olarak ilçe içindeki karayolu uzunluğu da elbette önemli bir etkendir. Bu etken özellikle Arifiye ilçesinde ön plana çıkmıştır: Yüzölçümü olarak görece küçük olan bu ilçede karayolu altyapılarının yüzölçümüne oranı oldukça yüksektir. Ayrıca otoyol ve demiryolu altyapılarının varlığı da bu ilçede önemli etkenlerdir. Erenler ve Serdivan ilçelerinde nüfus yoğunluğu ve karayolu uzunlukları maruziyet düzeyinin yüksek olmasına yol açmaktayken; Akyazı ve Sapanca ilçelerinde hem makroformun görece büyüklüğü hem de ilçelerden geçen ulaşım altyapıları nedeniyle bu ilçelerde maruziyet orta derecede saptanmıştır.

Duyarlılık analizinde, ilçelerin kırsal ya da kentsel karakterde olması; ilçedeki kentsel dokunun formu ve bu kapsamda özellikle kompakt ya da çeper kent mi olduğu yoksa saçaklanmış mı olduğu; ilçede nüfus artışı olup olmadığı ve bu artışın ne derece yüksek olduğu; ilçedeki yerleşimin mekânsal gelişme eğiliminin ne düzeyde olduğu; ilçede çevre yolu olup olmadığı; ayrıca ilçede planlanan büyük bir ulaşım altyapı yatırımı (demiryolu, havalimanı vb.) bulunup bulunmadığı verileri değerlendirilmiştir. Buna göre elde edilen duyarlılık haritası Şekil 13-25'da verilmektedir.

Buna göre, Adapazarı ilçesinde yine en yüksek seviyede duyarlılık saptanmıştır. Adapazarı ile beraber Karasu ve Sapanca'da da duyarlılık en yüksek seviyededir. Bu üç ilçeyi yüksek seviyede duyarlılık ile Ferizli ve Serdivan ilçeleri takip etmektedir. Arifiye, Erenler, Kaynarca, Pamukova ve Söğütlü ilçelerinde ise duyarlılık orta seviyededir.

Adapazarı'ndaki yüksek duyarlılık, ilçenin kentsel karakteri, yüksek mekânsal gelişme eğilimi ve yaygın formu ve bu ilçe ile Karasu Limanı arasında planlanan demiryolu hattından kaynaklanmaktadır. Bu son etken Karasu ilçesinde de duyarlılık düzeyinin yüksekliğine etki etmiş olup, ayrıca bu ilçedeki nüfus artışı ve mekânsal gelişme eğilimi de diğer bazı ilçelere göre yüksektir. Sapanca ilçesinde de mekânsal gelişme eğiliminin yüksekliği ve saçaklanarak yayılan kentsel form duyarlılığı arttırmaktadır. Ferizli ve Serdivan ilçelerinde ise özellikle nüfus artış düzeyinin yüksekliği dikkate çekicidir ve duyarlılık düzeyinin yüksek olarak saptanmasına yol açan başlıca faktörlerdir.



Şekil 13-24. Ulaşım Sektörü Maruziyet Haritası



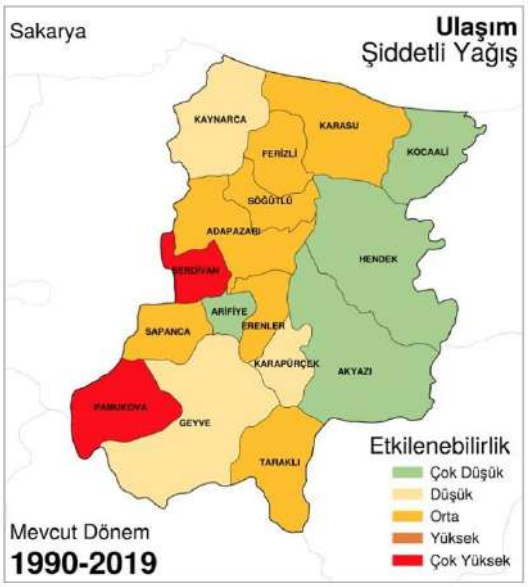
Şekil 13-25. Ulaşım Sektörü Duyarlılık Haritası

İlçelerdeki farklı uyum kapasitesi değerlendirmesinde, yerleşik alanlar içinde yer alan doğal alanların büyüklükleri, ayrıca nazım imar planlarında öngörülen yeşil alanların toplam içindeki yüzdesi uyum kapasitesini arttırabilecek, sel ve taşkın durumunda geçirgen yüzeyi arttırabilecek unsurlar olarak değerlendirmeye dahil edilmiştir. Planlarda öngörülen nüfus artış oranları ile planlarda ilçelerin kentsel mekânsal büyüklüğünün ne oranda genişletildiği ve kentsel yayılma düzeyinin ne derece olduğu ise uyum kapasitesini azaltabilecek, yaygın gelişmeyi, yapılaşmayı ve geçirgen olmayan yüzeyi artırabilecek unsurlar olarak değerlendirme kapsamına alınmıştır. Buna göre Arifiye ve Kocaali ilçeleri uyum kapasitesi çok yüksek olan ilçeler, Adapazarı, Ferizli, Karasu, Kaynarca ve Sapanca ise yüksek uyum kapasitesi olan ilçeler olarak ortaya çıkmaktadır (Şekil 13-26). Arifiye'de nazım imar planında öngörülen yeşil alan yüzdesi bu sonuç üzerinde etkili olurken, Kocaali ilçesinde ise mevcuttaki doğal alanların varlığı ve büyüklüğü bu saptamada belirleyici olmuştur.

Sakarya ili için ulaşım sektöründe duyarlılık ve uyum kapasitesi bileşenleri birlikte değerlendirilerek yapılan etkilenebilirlik değerlendirmesinin mekânsal dağılımı Şekil 13-27'de verilmektedir. Pamukova ve Serdivan ilçeleri etkilenebilirlik düzeyinin en yüksek olduğu ilçelerdir. Bu ilçeleri orta derece etkilenebilirlik düzeyi ile Adapazarı, Erenler, Ferizli, Karasu, Sapanca, Söğütlü ve Taraklı takip etmektedir. Bu sonuçlarda uyum kapasitesinin düşüklüğü nedeniyle bazı ilçelerin etkilenebilirlik karşılaştırmasında ön plana çıktığı görülmektedir.

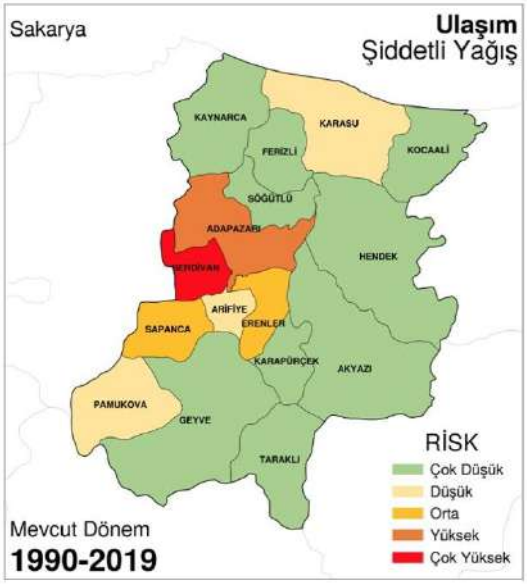


Şekil 13-26. Ulaşım Sektörü Uyum Kapasitesi Haritası



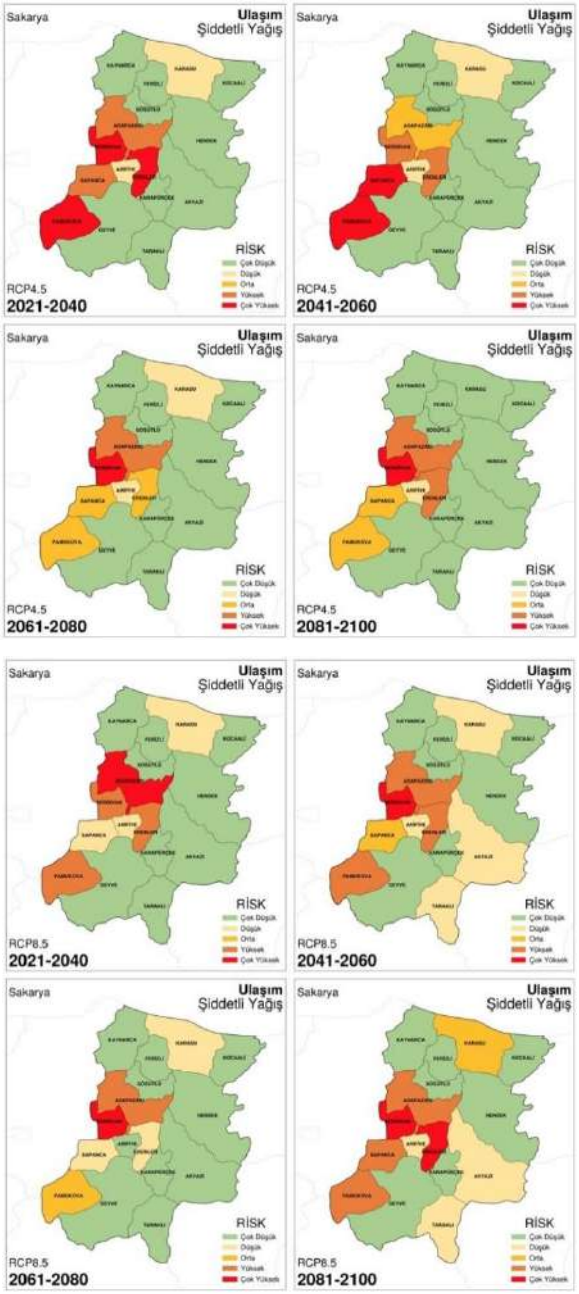
Şekil 13-27. Ulaşım Sektörü Etkilenebilirlik Haritası

Şiddetli yağış tehlikesinin Sakarya ilçeleri kapsamında mevcut döneme ilişkin değerlendirmesi Şekil Şekil 13-28'de görülmektedir. Hendek ve Kocaali ilçelerinde, yani ilin doğu kesiminde şiddetli yağış tehlikesi en yüksek seviyededir. Bu ilçeleri Adapazarı, Arifiye, Ferizli, Karasu, Sapanca, Serdivan ve Söğütlü ilçeleri takip etmektedir. Tüm bu veriler bir arada değerlendirilerek mevcut dönem için elde edilen risk haritası Şekil 13-28'de verilmektedir. Bu değerlendirmede ulaşım sektörü için Serdivan ilçesi çok yüksek risk bölgesi olarak saptanmış olup, bunu yüksek risk bölgesi olarak Adapazarı ilçesi takip etmektedir. Erenler ve Sapanca ilçeleri ise orta riskli bölgeler olarak ortaya çıkmaktadır.



Şekil 13-28. Ulaşım Sektörü Mevcut Dönem Şiddetli Yağış Risk Haritası

Yüzyılın sonuna kadar Sakarya'da beklenen şiddetli yağış tehlikesi değerlendirilerek tüm dönemler itibariyle elde edilen risk haritaları ise RCP4.5 ve RCP8.5 senaryoları için aşağıdaki iki şekilde verilmektedir (Şekil 13-29). Senaryolara göre ve dönemlere göre farklılaşmalar şekillerden izlenebilmektedir. Farklı senaryolara göre farklı sonuçlar ortaya çıksa da her iki senaryoda da Adapazarı, Erenler, Pamukova, Sapanca ve Serdivan ilçeleri görece yüksek (bazı dönemler için orta derecede) riskli bölgeler olarak diğer ilçelerden farklılaşmakta ve öne çıkmaktadır. Haritalarda özellikle merkez ilçelerde (Arifiye hariç), bunları takiben güneybatı ilçelerde risk düzeylerinin görece yüksek olduğu görülmektedir.



Şekil 13-29. RCP4.5 ve RCP8.5 Senaryosuna göre Ulaşım Sektörü Gelecek Dönem Şiddetli Yağış Risk Haritaları

13.3.2. Sıcak Hava Dalgası Riski

Tablo 13-2 Etki Zinciri: Bölgesel Ulaşım ve Sıcak Hava Dalgası İlişkisi

TEHLİKE		MARUZİYET	ETKİLENEBİLİRLİK		RİSK
İklim Sinyali	**İklim Etkisi**		**Duyarlılık**	**Uyum Kapasitesi**	
Ortalama sıcaklık artışı	Sıcak hava dalgası	Şehirlerarası otobüs yolculukları	Otobüs doluluk oranı	Doluluk oranına ilişkin düzenleme, denetim ve yaptırım	Yolculuk konforunda ve sağlık koşullarında düşme
Aşırı sıcak gün sayısında artış	Ardışık sıcak gün sayısında artış	Otobüs trafiğinin en yüksek olduğu Adapazarı geçişi	Otobüs seyahat uzunluğu	İklim duyarlı olarak yenilenmiş otobüs filosu: iklimlendirme ve araç çatı dış yüzeyi	Asfaltta erime
		Sıcaklıkların halihazırda en yüksek seyrettiği kuzeybatı Kaynarca bölgesinde otobüs seferi yapan araçlar	Kırılgan kullanıcı oranı: 65 yaş üstü ve çocuklular	Ağaçlıklı gölgelikli yollar	Halk sağlığı
		Sıcaklıkların halihazırda en yüksek seyrettiği kuzeybatı Kaynarca bölgesel altyapıları	Otobüs iklimlendirme koşulları ve diğer teknik özellikleri	Karayollarında iklime göre farklılaşan yol malzemesi standartlarına ilişkin düzenleme	Trafik güvenliği
			Karayolları kaplama malzemesi	Karayollarında yol kaplamasında BSK oranının yüksekliği	
			Trafik yoğunluğu		

13.3.3. Şiddetli Rüzgâr Riski

Tablo 13-3 Etki Zinciri: Bölgesel Ulaşım ve Şiddetli Rüzgar İlişkisi

TEHLİKE		MARUZİYET	ETKİLENEBİLİRLİK		RİSK
İklim Sinyali	**İklim Etkisi**		**Duyarlılık**	**Uyum Kapasitesi**	
Sıklığı ve şiddeti değişen hava olayları	Şiddetli rüzgâr ve fırtına	Kıyılarda yer alan taşıt yolları	Altyapıların niteliği	Dirençli altyapılar	Trafik güvenliği
		Aşırı rüzgâr ve fırtınalardan en fazla etkilenmesi beklenen Sapanca, Serdivan, Adapazarı, Akyazı, Ferizli ve Geyve	Limanların ve liman operasyonlarının yerel ve ülke ekonomisindeki rolü	Türel ve güzergâh çeşitliliği	Halk sağlığı
		Karasu Limanı	Kentin yerleşim deseni gereği ağırlıklı olarak kıyı yollarında gerçekleşen hareketlilik ve taşıma	Afet Yönetim Planları	Ekonomik kayıplar; erişim, altyapı, deniz ticareti
		Denizyolu yük ve yolcu taşıması		Kullanıcı bilgilendirme ve talep yönetimi	
		Demiryolu hatları ve YHT			

13.4. Kentsel Ulaşım Sektöründe Etkilenebilirlik ve Risk

Kentsel ölçekte ulaşım sisteminin iklim değişikliğinden etkilenebilirliği incelenirken, en kırılgan kullanıcı olan yayaların öncelikle ele alınması gerekir. Daha önce belirtildiği üzere yaya yolculukları kentte önemli oranda olup, yaya ve bisikletli yolculuklar kentte yapılan tüm yolculukların %48,4'ünü oluşturmaktadır. Ayrıca Sakarya Ulaşım Ana Planına göre özellikle ev-okul yolculuklarında yaya olarak yapılan yolculukların payı yüksektir ve mevcut eğilimin devamı durumunda ev-okul yolculuklarının %64 oranında yaya olarak yapılacağı belirtilmiştir. Bu durum, genel yaya olarak yolculuk yapan kesimin içinde, toplumun da kırılgan kesimini temsil eden çocukların ve gençlerin iklim değişikliğinin etkilerine yaya olarak daha fazla maruz kalabileceğini göstermektedir.

Yaya yolculukları zaten iklim koşullarından en fazla etkilenen türdür. Bununla beraber, Sakarya kentinde başlıca iklim tehlikelerinden olan sıcak hava dalgalarındaki artış da yayalar üzerinde etkilidir. Ayrıca Sakarya halihazırda yaşanan ve artması beklenen aşırı ve şiddetli yağışlar açısından da en kırılgan kullanıcılar yayalardır. Bu nedenle sıcaklık artışlarının beklendiği tüm il genelinde, ayrıca yağışların artması beklenen özellikle kıyı ilçelerde (Kaynarca, Karasu, Kocaali) yaya ve kaldırım koşulları, drenaj konusu ile ağaçlıklı ve korunaklı yaya yolu olanakları değerlendirilmelidir.

Elbette anılan ilçelerin yanı sıra nüfusu fazla olan merkez ilçelerde öğrenci sayısının, buna bağlı yolculuk ve yaya yolculuğu sayısının görece yüksek olması beklenir ve bu da maruz kalan kişi sayısını artırdığı için önemli bir konusudur. Sakarya Ulaşım Ana Planına göre ev-okul yolculuklarının sayısı tahmin edilebileceği üzere en fazla Adapazarı'nda, ardından Serdivan, Erenler ve Akyazı'dadır. Bunun yanı sıra Hendek ve Karasu'daki değerler de yüksektir.

Tablo 13-4 Sakarya İlçelerinde Yolculuk Üretim ve Çekim Değerleri

İLÇELER	EV -İŞ ÜRETİM	EV -İŞ ÇEKİM	EV - OKUL ÜRETİM	EV - OKUL ÇEKİM	EV -DİĞER ÜRETİM	EV -DİĞER ÇEKİM	DİĞER ÜRETİM	DİĞER ÇEKİM	TOPLAM ÜRETİM	TOPLAM ÇEKİM
Adapazarı	109981	94968	95923	103396	244133	299702	73453	96664	523490	594730
Akyazı	33925	31984	32131	30393	74022	72408	12175	11476	152253	146261
Arifiye	16797	43524	16492	14371	36196	36308	9744	8634	79228	102837
Erenler	31608	38701	33079	28002	78590	68748	21176	18499	164452	153950
Ferizli	8118	4446	8897	8524	23926	21169	2865	2146	43806	36285
Geyve	18982	17298	17435	16110	56797	48700	7564	6972	100779	89080
Hendek	27955	30944	28273	29875	90113	87856	10927	10136	157268	158811
Karapürçek	4643	2600	4919	3248	13727	10058	2017	1181	25305	17087
Karasu	19385	18546	26028	23703	52907	46168	6853	6488	105173	94905
Kaynarca	8756	13188	8790	11280	28185	32693	4589	5951	50320	63112
Kocaali	4526	4711	9192	9499	20993	20498	2276	2844	36987	37552
Pamukova	11652	11910	13675	14043	32768	30182	4783	5470	62879	61605
Sapanca	15519	13679	14842	15219	47819	40612	7189	5578	85370	75088
Serdivan	39725	28822	37574	37534	106631	82129	37265	21929	221195	170414
Söğütlü	5404	2787	3638	5152	20120	26614	2938	2145	32100	36698
Taraklı	2159	1016	1308	1867	6906	10020	538	268	10910	13171
Toplam	359135	359124	352196	352216	933832	933865	206352	206381	1851514	1851586

Bu ilçelerde ev-okul etkileşiminin gerçekleşeceği istikametlerde yaya güzergah planlaması yapılması, bu güzergahların ağaçlıklı yollar, ağaç türü peyzajın yanı sıra başka malzemeler kullanılarak yapılan gölgelikli korunaklı yol ve geçitler içermesi sağlanmalıdır. Geçitlerin bekleme noktasında yani kavşak kesişim alanlarında yaya bekleme yerlerinde bunlar özellikle geliştirilmelidir. Ayrıca yaya yolculuklarının yüksek olması beklenen bu ev-okul etkileşimli bölgelerde "*cool pavements*" yani serin kaldırımlar denen teknolojilerle sıcak etkisinin azaltılması da değerlendirilebilecek bir müdahale biçimidir.

Benzer gölgelikli sistemlerin bisikletli yolcular için de yapılması, bisiklet yollarının ağaçlıklı ve gölgelikli olması önem taşımaktadır. Kullanımı ve altyapısı henüz sınırlı olsa da, bisikletli ulaşım Sakarya kentinin ulaşım planlarında önemli yeri olan bir türdür ve bu nedenle sıcaklıklara karşı dirençliliği arttırılmalıdır. Ayrıca, genel olarak bisikletli ulaşım konusu Sakarya ilinde farkındalık ve ilginin yüksek olduğu bir konudur. Yapılan istişare toplantılarında bisikletli ulaşımın halk sağlığı için önemi; çocuk, genç ve yetişkinlerde obeziteyi önleme etkisi üzerinde durulmuştur. Kentte bisikletli ulaşımı teşvik konusunun azaltım stratejileri içinde ağırlıklı biçimde ele alındığı ve teşvik edildiği belirtilmiş; iklim tehlikeleri karşısında dirençliliği artırarak korunaklı, ağaçlıklı bisiklet yolları yapılmasının hem uyum stratejisine katkısı olacağı hem de her tür iklim koşulunda bisiklet kullanımını olanaklı kılarak ve teşvik ederek azaltım eylemlerine katkı sağlayacağı belirtilmiştir. Azaltım ve uyum stratejileri arasındaki bu sinerjinin yerel uzmanlar tarafından vurgulanması son derece olumludur.

Ağaçlıklı yol, gölgelik ve benzer korunaklı yol gibi uygulamalar Sakarya ilinde etkili olan bir diğer iklim tehlikesi olan şiddetli rüzgârı da kesme etkisi yaratabilecektir. Bu tehlikeden de en fazla etkilenenler yine yaya ve bisikletlilerdir. Hem okul yolculuklarının fazla olduğu, hem de rüzgardan etkilenme derecesi yüksek olan ilçeler olarak Adapazarı, Serdivan, Akyazı ve Karasu için bu konu özellikle önemlidir.

İstişare toplantıları sırasında kentsel ulaşımdaki bisiklet potansiyeli sıklıkla vurgulanan bir konu olmakla beraber, kış ve sonbahar şartlarında özellikle yağışlar, soğuk ve rüzgâr nedeniyle tercih edilmediği belirtilmiştir. Bu kapsamda motosiklet kullanımının da kentsel ulaşımda arttığı, özellikle kentsel lojistik açısından (pandemi döneminin de etkisiyle) motosikletli kuryelerin arttığı ve bunların yağış koşullarından etkilenmemeleri için kabinli motosiklet türü çözümlerin oluşmaya başladığı belirtilmiş olup, bu konunun bisikletli ulaşım için de değerlendirilebileceğinin altı çizilmiştir.

Servis araçlarının kullanım oranı Sakarya kentinde görece çok yüksek değildir. Bu nedenle yaya alanlarına müdahaleler kadar öncelikli değildir. Ancak yine de artan sıcaklık ve sıcak hava dalgaları servis araçlarını son derece olumsuz etkileyebilmektedir. Bu nedenle araçlardaki iklimlendirme olanağı önemli bir konudur. Ayrıca, sıcak hava artışlarının taşıt üzerindeki etkisi taşıt tavanının dış yüzey rengi ve malzemesiyle de alakalı olabilmekte olup, bu konu da etkilenebilirliği arttırabilmektedir. Bu durumda ildeki ilçelerden en fazla okul yolculuğunun yapıldığı Adapazarı, Serdivan, Erenler ve Akyazı ilçelerinde servis araçlarındaki iklimlendirme, bunun yanı sıra yolcu konforunu ve sağlıklı ulaşım koşullarını arttırmaya yönelik olarak koltuk sayısı/düzeni ve kapasite konularının, ayrıca araç dış yüzey malzemesi ve rengi konusunun değerlendirilmesi; gerekirse filonun yenilenmesi eylemleri ön plana çıkmaktadır.

Benzer konunun elbette toplu taşıma araçları için de dikkate alınması gerekir. Motorlu taşıtlar içinde kullanım oranı %35,6 olan toplu taşıma sistemlerindeki araçlarda da halk sağlığını güvence altına almak önem kazanmaktadır. Kentte belediye otobüsü, özel işletmeciler tarafından işletilen otobüsler, minibüs/dolmuşlar ve taksi/dolmuşlar ile servis araçları hizmet etmektedir ve bu sistemlerin sıcak hava dalgası tehlikesinden etkilenmesi kaçınılmazdır. Sıcak hava koşullarında araçların dolu olması, ayakta yolcu konumunda bulunmak, klimanın yetersizliği, aracın havalandırma sisteminde eksiklikler gibi nedenler ciddi sağlık riski oluşturabilmektedir.

Sıcaklık koşullarının etkisi bu etkilere maruz kalma süresi yani yolculuğun süresiyle de ilişkilidir. Tablo 13-3'de görüldüğü üzere Sakarya kenti için Ulaşım Ana Planı (Sakarya Büyükşehir Belediyesi, 2013) kapsamında yapılan analize göre kent içi yolculukların ortalama süresi özel halk otobüslerinde ve belediye otobüsünde en fazladır. Bunu minibüs ve dolmuşlar takip etmektedir. Aşırı sıcaklık koşullarında otobüslerde 37-40 dakika süren yolculuk süresi sağlık koşulları açısından ciddi risk yaratabilir. Bu nedenle özel ve belediye otobüslerinin araçlarının tavan dış yüzey malzemesi, tavan ve araç dış yüzey rengi, ayrıca iklimlendirme koşulları ve araç kapasitesi konuları öncelikli değerlendirilmesi gereken konulardır.

Tablo 13-3: Sakarya'da Ulaşım Türlerine Göre Ortalama Yolculuk Süreleri

	Büyükşehir	Büyükşehir Dışı	Toplam
Yaya	15	12	14
ÖzelOto Yalnız Sürüş	19	17	19
ÖzelOto Paylaşılan Sürüş (Sürücü)	21	21	21
ÖzelOto Paylaşılan Sürüş (Yolcu)	21	24	22
Taksi	27	31	28
Servis	31	29	30
Dolmuş	29	33	29

	Büyükşehir	Büyükşehir Dışı	Toplam
Minibüs	30	37	31
Belediye Otobüsü	37	37	37
ÖzelHalk Otobüsü	38	40	38
Motosiklet	16	16	16
Bisiklet	17	14	17
Diğer	21	21	21
Toplam	20	17	20

İstişare toplantılarında belirtildiği üzere, Büyükşehir Belediyesince işletilen toplu taşıma araçlarında klima zorunlu hale getirilmiştir ve taşıtlarda hem klima ile hem de taşıtın iç hacminin yeterli düzeyde olmasını sağlayacak taşıt filosu ile bu konunun etkilerinin en aza indirilmesi sağlanmaya çalışılmaktadır. Ancak bireysel işleticiler tarafından sağlanan minibüs ve dolmuş hizmetleri için gerek klima gerekse iç hacim açısından konfor koşullarının sıcaklık etkisi dikkate alınarak iyileştirilmesi gereği bulunmaktadır.

Toplu taşıma kullanımı özellikle ev-iş yolculuklarında önemli ulaşım araçlarıdır. Bu yolculukların mekânsal dağılımı Sakarya Ulaşım Ana Planında verilen haritalarda görülmekte olup (Şekil 13-30 ve Şekil 13-31), kentsel ulaşım analizi açısından özellikle merkezi alan incelendiğinde, yolculuk çekiminin Adapazarı merkezi iş alanına olduğu yani işyerlerinin başlıca bu bölgede bulunduğu görülmektedir. Kuzeybatıdaki konut gelişim bölgesi ise yolculuk üreten nokta olarak ön plana çıkmaktadır. Dolayısıyla bu iki üretim-çekim noktası arasındaki merkez-kuzeybatı koridoru toplu taşıma seferleri öncelikli olmalıdır. Bu durumda söz konusu koridor öncelikli olmak üzere kent genelinde iklimlendirme, bunun yanı sıra yolcu konforunu ve sağlıklı ulaşım koşullarını arttırmaya yönelik olarak koltuk sayısı/düzeni ve kapasite konularının, ayrıca araç dış yüzey malzemesi ve rengi konusunun değerlendirilmesi; gerekirse filonun yenilenmesi eylemleri ön plana çıkmaktadır.

Otomobiller ise kullanıcının kendi iklimlendirme olanaklarını kullanması olanağına sahip olduğu için aşırı sıcaklık koşullarında öncelikle maruz kalacak türler arasında değerlendirilmemektedir.

Ancak ilde sıcaklık artışı ve sıcak hava dalgaları kadar aşırı şiddetli yağışlardan kaynaklı taşkın ve sel de etkili iklim tehlikelerinden olup, bu tehlike tüm ulaşım türlerini etkilemektedir. Yaya, bisiklet, tramvay, otobüs, minibüs, servis aracı, motosiklet, otomobil, yük taşıyan araçların tümü kentteki yollarda oluşabilecek taşkın ve selden zarar görebilecek; erişim koşulları olumsuz etkilenebilecek; işyerine okula ve sağlık hizmetine erişim olanağı ortadan kalkabilecek; yük taşımada zaman duyarlı ürünlerin taşıması aksayabilecektir. Tüm bunların ekonomik ve toplumsal etkileri olduğu önceki bölümlerde vurgulanmıştı.

Sel ve taşkınlar konusunda etkilenebilirliği arttıran faktörlerin başında kanalizasyon ve yağmur suyu sisteminin kalitesi ve kapasitesi, ayrıca kentteki geçirgen yüzeyler ve doğal drenaj sistemleri olarak yeşil ve mavi altyapılar yani akarsular gelmektedir.

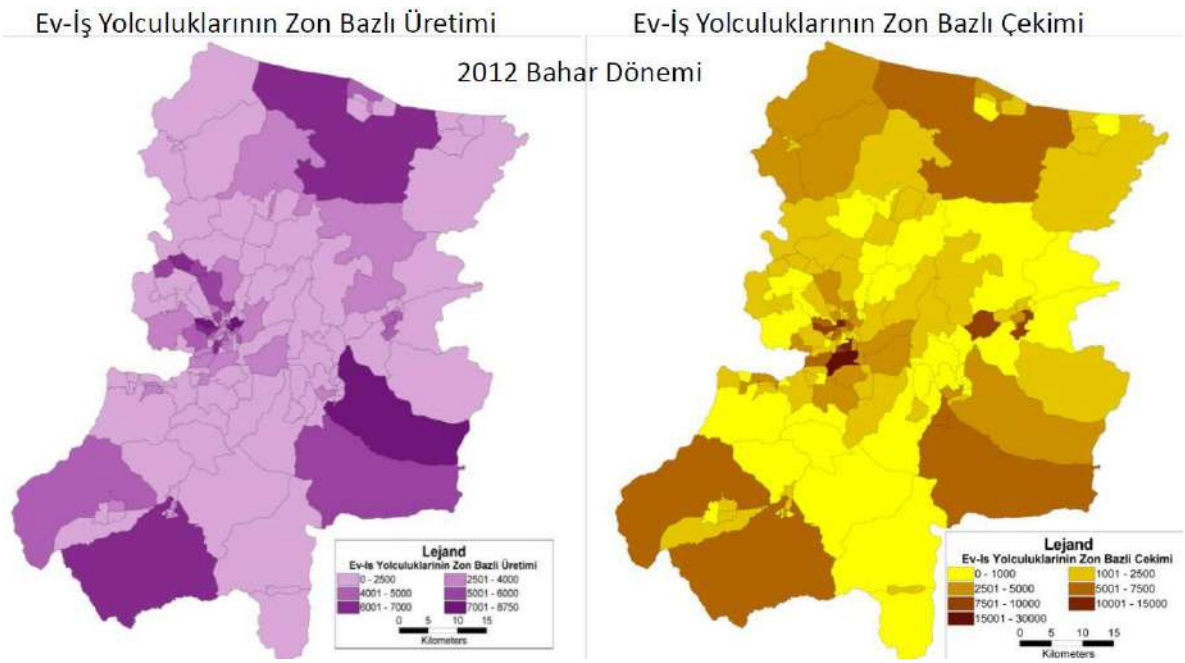
Dolayısıyla, yağışlarda artışın en fazla beklendiği kuzey kıyı kesimlerindeki ilçeler öncelikli olmak üzere tüm ilde kanalizasyon ve yağmur sistemleri değerlendirilmeli, ayrıca geçirgen yüzeyler olarak yeşil altyapıların varlığı/yeterliliği ile doğal drenaj öğesi olan kapatılmış akarsuların ve dere yataklarının yeniden kazanılması konusu ele alınmalıdır. Yeşil altyapılar geçirgen yüzeyleri arttırdığı için sel ve taşkınların ulaşım sistemine etkisini en aza indirmede etkili olabilmektedir. İstişare toplantılarında Sakarya'da yeşil alan varlığından özellikle bahsedilmiş olup, bu önemli bir kapasite bileşenidir.

Yeşil alanların varlığı kadar, geçirgen olmayan yüzeylerin azaltılması veya daha fazla arttırılmaması da önemli bir konudur. Bu doğrultuda taşıt, bisiklet ve yaya yollarının zemin stabilizasyonunu olumsuz etkilemeyecek biçimde yol kaplamalarının gözden geçirilmesi; özellikle kent meydanlarında ve

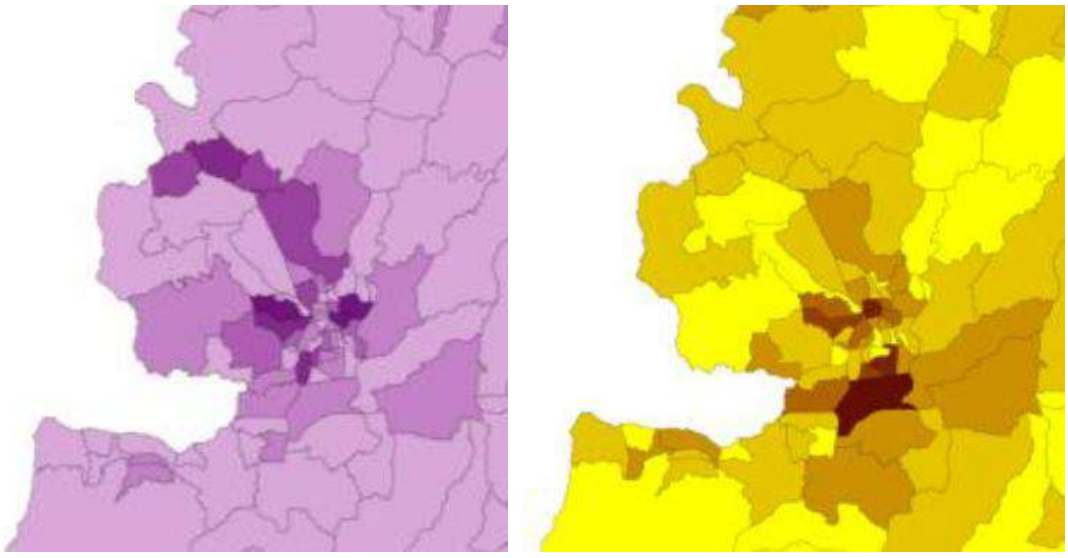
otoparklarda kullanılan kaplama malzemelerinin geçirgen malzeme kullanılarak yenilenmesi ve geliştirilmesi önem kazanmaktadır.

Geçirgen olmayan yüzeyi arttıran bir diğer olgu akarsu yataklarının kapatılarak asfalta dönüştürülmüş olmasıdır. Aşırı şiddetli yağışlar esnasında dere yatağı iken kapatılmış olan taşıt yollarında taşkın yaşanması kaçınılmaz olmuştur.

Sakarya iline özgü bir konu olarak oldukça yoğun bir karayolu ve otoyol altyapısına sahip olması geçirgen olmayan yüzeylerin ve dolayısıyla asfalt yüzeyin artışına yol açan bir diğer etkendir. Bu kapsamda Sakarya ilinde yapılan planlama çalışmalarında karayolu ve taşıt yolu plan ve projeleri bu konu dikkate alınarak değerlendirilmelidir. Asfalt yüzeyin artması hem şiddetli yağış esnasında gerekli olan geçirgen yüzey oranını azaltmakta hem de radyasyonu yansıtarak sıcaklıkları ve sıcak hava dalgalarını arttırmaktadır.



Şekil 13-30 Ev-İş Yolculuklarının İl Genelinde Üretimi ve Çekimi

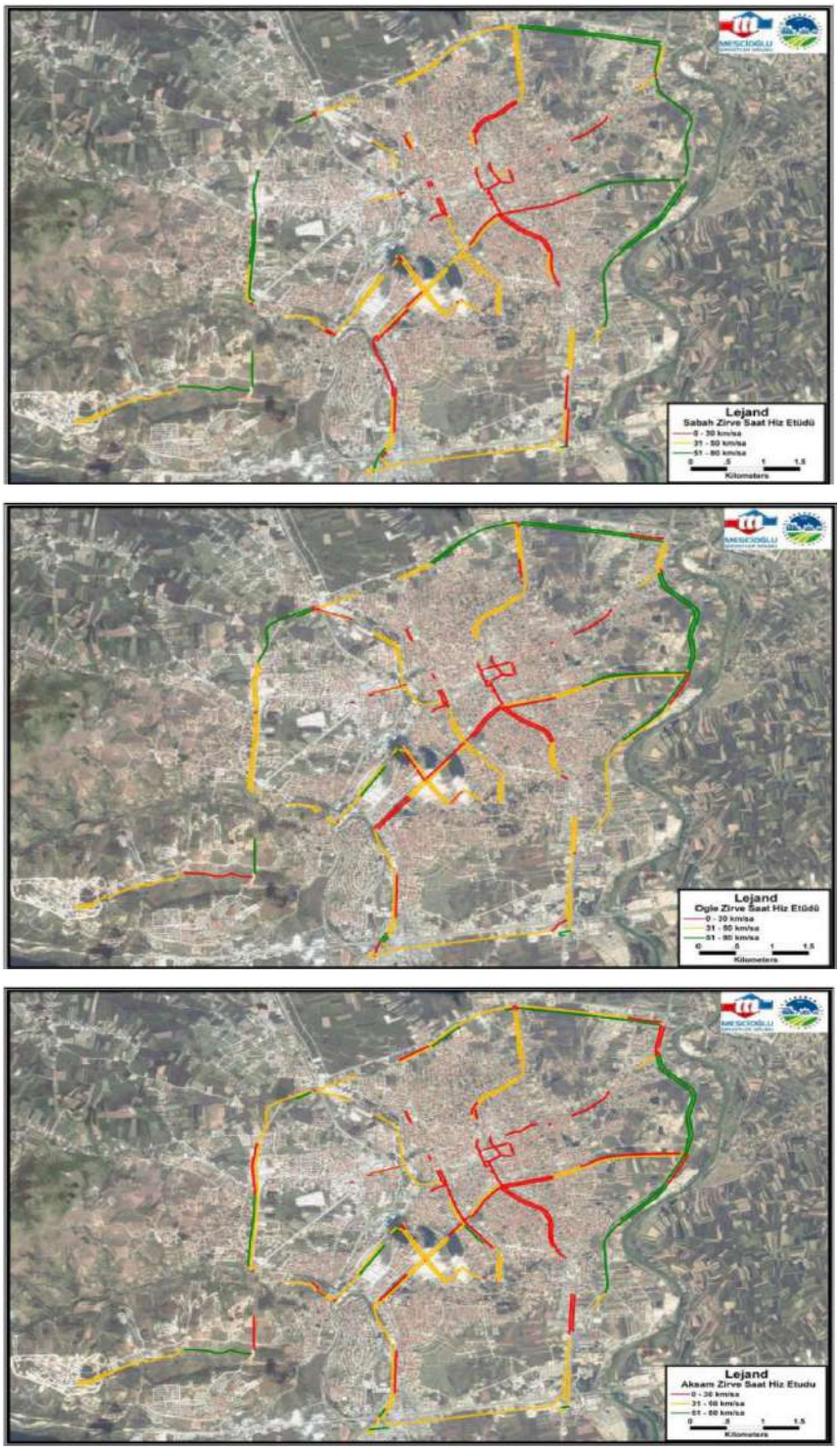


Şekil 13-31 Ev-İş Yolculuklarının Merkezde Zon Bazlı Üretimi ve Çekimi

Sel ve taşkın olaylarında etkilenebilirlik ve maruziyeti artıran bir faktör de trafik sıkışıklığına ilişkindir. Trafiğin çok yoğun olması, şiddetli yağış sırasında belli yollarda taşkın yaşanırken bu yolda kullanıcının kilitlenmesi ve kaçamaması anlamına gelecektir. Yukarıda yeni yol kapasitesi yaratımının asfalt yüzeyi artırma açısından sakıncalarına değinilmiş olup, zaten ulaşım planlamada trafik sıkışıklığını azaltmak için yeni yol yapımı artık geçerliliğini kaybetmiş bir yaklaşımdır. Mevcut altyapıyı en iyi biçimde kullanıp yolculuk ve trafik yönetimi sağlanırken, bir yandan da trafik sıkışıklığı sorunu yaşanan başlıca koridorlarda drenaj sistemi iyileştirme çalışmalarıyla ve tahliye pompalarıyla yol dirençliliğini arttırmak öncelikli olmalıdır.

Böyle bir eylem alanının planlanması için Sakarya Ulaşım Ana Planında yer alan trafik hız etütleri yol gösterici olabilir. Şekil 13-32'te verilen sabah zirve saati, öğle saati ve akşam saati hız etütlerinde kırmızı renkli koridorlar hızın en düşük olduğu ve dolayısıyla sıkışıklığın yaşandığı koridorlardır. Trafiğin

kilitlenme noktasına gelebileceği bu taşıt yollarında drenaj sistemi iyileştirme çalışmalarıyla ve tahliye pompalarıyla yol dirençliliğini arttırmak önemli bir konudur.



Şekil 13-32 Sakarya Ulaşım Ana Planında Yer Alan Trafik Hız Etütleri

Kentlerimizde katlı kavşaklar da şiddetli yağış sonucunda sel ve taşkın olaylarından ciddi biçimde etkilenebilmektedir. Bu tür olaylar nedeniyle katlı kavşaklarda da tahliye pompaları değerlendirilmelidir.

13.4.1. Şiddetli Yağış Riski

Yapılan değerlendirmeler doğrultusunda Sakarya ilinde **kentsel** ölçekte **ulaşım** sektörünün etkilenebilirliğine ilişkin aşağıdaki etki zinciri şemaları üretilmiştir. Bu şemalar, yukarıda yapılan açıklama ve değerlendirmelerin özeti niteliğindedir. Ayrıca şemalarda duyarlılığa etki edecek konular ile uyum kapasitesine ilişkin olarak da bazı bilgiler verilmekte olup, bunlar raporun sonunda yer alan eylem önerilerine girdi oluşturmaktadır.

Tablo 13-5 Etki Zinciri: Kentsel Ulaşım Sektörü ve Şiddetli Yağış İlişkisi

TEHLİKE		MARUZİYET	ETKİLENEBİLİRLİK		RİSK
İklim Sinyali	**İklim Etkisi**		**Duyarlılık**	**Uyum Kapasitesi**	
Yağış miktarı ve sıklığında artış	Şiddetli yağışlı gün sayısında artış	Tüm kentsel ulaşım altyapıları	Altyapının niteliği, drenaj özellikleri	Projelendirmede drenaj konusuna verilen önem	Trafik güvenliği
	Sel ve taşkın	Tüm kullanıcılar: yaya, bisikletli, toplu taşıma, otomobil…	Kanalizasyon ve yağmur suyu sistemleri	Altyapı planları	Halk sağlığı
		Yağışların en fazla olduğu kıyı ilçeler **(Kaynarca, Karasu, Kocaali)**	Kapatılmış dere yatakları	Afet Yönetim Planları	Ekonomik kayıplar: erişim, altyapı
			Geçirgen yüzey miktarı	Türel ve güzergâh çeşitliliği	Acil servis erişiminde aksama
			Geçirgen yüzeyi azaltan asfalt yol projeleri	Kullanıcı bilgilendirme ve talep yönetimi	
			Katlı kavşaklar	Katlı kavşaklarda yapılan tahliye pompaları	
			Trafik sıkışıklığı (tahliye zorluğu) olan kent merkezi taşıt yolları	Geçirgen yol kaplama malzemesi kullanımı	
				Kentte kabinli motosiklet deneyimi	

13.4.2. Sıcak Hava Dalgası Riski

Tablo 13-6 Etki Zinciri: Kentsel Ulaşım ve Sıcak Hava Dalgası İlişkisi

TEHLİKE		MARUZİYET	ETKİLENEBİLİRLİK		RİSK
İklim Sinyali	**İklim Etkisi**		**Duyarlılık**	**Uyum Kapasitesi**	
Ortalama sıcaklık artışı	Sıcak hava dalgası	Yaya ve bisikletliler	Kırılgan kullanıcı olarak okul yolculuğu yapan gençler ve çocuklar	Ağaçlıklı ve korunaklı yaya yolları	Yolculuk konforunda ve sağlık koşullarında düşme
Aşırı sıcak gün sayısında artış	Ardışık sıcak gün sayısında artış	Sıcaklıkların en fazla olduğu **kuzeybatı, Kaynarca**	Kırılgan kullanıcı olarak 65 yaş üstü ve hareket engelli kullanıcı	Kentsel ısı adası etkisini azaltan yeşil alanlar ve altyapılar	Halk sağlığı
		Okul yolculuklarının en fazla olduğu **Adapazarı, Serdivan, Erenler, Akyazı, Hendek ve Karasu**	Servis araçları ve toplu taşımada araç doluluk oranı	Ağaçlıklı ve korunaklı bisiklet yolları	
		Yolculuk sürelerinin yüksek olduğu belediye otobüsleri ve özel halk otobüsleri	Araçlarda klima	Doluluk oranına ve klimaya ilişkin düzenleme	
		Ev-iş etkileşimi ve yolculuklarının yoğun olduğu **Adapazarı Merkez-kuzeybatı koridoru**	Araç dış yüzey malzemesi ve rengi	İklim duyarlı toplu taşıma filosu: Klima ve araç çatısı	
			Yolculuk süresi	Bisikletli ulaşım konusundaki ilgi ve farkındalık	
			Kent planlarında ve yerel yönetimde bisikletli ulaşıma verilen stratejik önem	İklim değişikliği azaltım ve uyum stratejilerinin sinerjisine ilişkin oluşan farkındalık	

13.4.3. Şiddetli Rüzgâr Riski

Tablo 13-7 Etki Zinciri: Kentsel Ulaşım ve Şiddetli Rüzgâr İlişkisi

TEHLİKE		MARUZİYET	ETKİLENEBİLİRLİK		RİSK
İklim Sinyali	**İklim Etkisi**		**Duyarlılık**	**Uyum Kapasitesi**	
Sıklığı ve şiddeti değişen hava olayları	Şiddetli rüzgâr ve fırtına	Tüm kullanıcılar: yaya, bisikletli, toplu taşıma, otomobil…	Rüzgâr koşullarından en fazla etkilenen en kırılgan kullanıcı olarak yaya ve bisikletliler	Ağaçlıklı ve korunaklı yaya ve bisiklet yolları	Halk sağlığı
		Şiddetli rüzgârın en fazla yaşandığı Kaynarca, Karasu ve Kocaali'deli kentsel yolculuklar	Kırılgan kullanıcılar olarak çocuklar, 65 yaş üstü ve hareket engelli kullanıcılar		Trafik güvenliği
		Şiddetli rüzgâr artışlarının en fazla beklendiği Sapanca, Serdivan, Adapazarı, Akyazı, Ferizli ve Geyve ilçeleri			
		Hem okul yolculuklarının hem şiddetli rüzgâr artışlarının en fazla beklendiği Adapazarı, Serdivan, Akyazı ve Karasu			

13.5. İletişim Sektöründe Etkilenebilirlik ve Risk

Sakarya ilinde artması beklenen sıcaklıklar, sıcak hava dalgaları, şiddetinin artması beklenen yağışlar ve şiddetli rüzgârlar iletişim sektörünü de olumsuz etkileyebilecektir.

Daha önce belirtildiği gibi aşırı ve şiddetli yağışlar sonucu oluşan sel ve taşkınlar iletişim altyapılarını etkileyebilmekte olup, kuraklık yaşaması da beklenen Sakarya ilinde uzun kuraklık dönemleri sonunda oluşan yağışlar ise yeraltındaki kabloların açığa çıkarak zarar görmesine neden olabilecektir. Aşırı hava olayları kapsamında fırtınalar ve şiddetli rüzgâr da hem altyapıyı hem de sinyallerin alınabilmesini etkilemektedir. Ayrıca bu tür olaylar elektrik kesintisine neden olduğu için de iletişimde ciddi aksama yaratabilmektedir. Şiddetli yağışların kuzeyde kıyılarda, özellikle Kaynarca ilçesinde artması beklenmekte olup, ilin kuzeyindeki bu bölgelerdeki iletişim altyapı dirençliliğinin öncelikli ele alınması

anlamlı olacaktır. Ayrıca şiddetli rüzgarların en fazla Sapanca, Serdivan, Adapazarı, Akyazı, Ferizli ve Geyve'de artması beklenmekte olup bu açıdan da anılan ilçelerde dirençlilik konusu önem kazanmaktadır.

Sıcaklık artışları ve sıcak hava dalgası ise özellikle sinyalleri etkileyen ve iletişimi aksatan bir konudur. Tüm ilde artması beklenen sıcaklıklar ve sıcak hava dalgaları karşısında iletişim altyapılarının dirençliliği önemli bir konu olarak ortaya çıkmaktadır.

Fiber-optik altyapıya ilişkin göstergeler Sakarya ilinde görece düşüktür. Fiber-optik altyapının görece yüksek maliyetli bir iletişim altyapısı olduğu hatırlandığında, bu yatırımlar yapılırken önlemler alınarak yapılması önemlidir.

Bu saptamalar ışığında Sakarya ilinde **iletişim** sektörünün etkilenebilirliğine ilişkin aşağıdaki etki zinciri şemaları üretilmiştir. Bu şemalar, yukarıda yapılan değerlendirme ve saptamaları özetlemektedir. Ayrıca şemalarda duyarlılığa etki edecek konular ile uyum kapasitesine ilişkin olarak da bazı bilgiler verilmekte olup, bunlar raporun sonunda yer alan eylem önerilerine girdi oluşturmaktadır.

Tablo 13-8 Etki Zinciri: İletişim Sektörü ve Şiddetli Yağış İlişkisi

TEHLİKE		MARUZİYET	ETKİLENEBİLİRLİK		RİSK
İklim Sinyali	**İklim Etkisi**		**Duyarlılık**	**Uyum Kapasitesi**	
Yağış miktarı ve sıklığında artış	Şiddetli yağışlı gün sayısında artış	İletişim altyapıları: Altyapının hasar görmesi veya çökmeler sonucu yüzeye çıkması	Altyapının niteliği, drenaj özellikleri	Projelendirmede drenaj konusuna verilen önem	Kuraklık dönemi sonrasında sel sonucu heyelan ve çökme
	Sel ve taşkın	Tüm kullanıcılar	Kanalizasyon ve yağmur suyu sistemleri	Altyapı planları	Ekonomik kayıplar: altyapı ve ilişkili sektörler
		İletişim altyapısını yoğun kullanan sektörler ve firmalar	Çevredeki geçirgen yüzey miktarı	Afet Yönetim Planları	Acil servis erişiminde aksama
		Yağışlarda artışın en fazla olması beklenen **kuzey kıyıları** ve **Kaynarca** ilçesi	Çevredeki kapatılmış dere yatakları	İnternet destek sistem ve planları	Halk sağlığı
			Yüksek maliyetlerle yapılacak olan fiber optik altyapı yatırımı		
			İletişimin acil müdahale ve afet sırasındaki haberleşme için hayati önemi		

Tablo 13-9 Etki Zinciri: İletişim Sektörü ve Sıcak Hava Dalgası İlişkisi

TEHLİKE		MARUZİYET	ETKİLENEBİLİRLİK		RİSK
İklim Sinyali	**İklim Etkisi**		**Duyarlılık**	**Uyum Kapasitesi**	
Ortalama sıcaklık artışı	Sıcak hava dalgası	İletişim sistemleri	İletişimin acil müdahale ve afet sırasındaki haberleşme için hayati önemi	Afet Yönetim Planları	İletişim sinyallerinde kayıp
Aşırı sıcak gün sayısında artış	Ardışık sıcak gün sayısında artış	Tüm kullanıcılar			Yangınlar
		Sıcaklıkların özellikle yüksek olduğu **kuzeybatı**			Acil servis erişiminde aksama
		İletişim altyapısını yoğun kullanan sektörler ve firmalar			Halk sağlığı

Tablo 13-10 Etki Zinciri: İletişim Sektörü ve Şiddetli Rüzgar İlişkisi

TEHLİKE		MARUZİYET	ETKİLENEBİLİRLİK		RİSK
İklim Sinyali	**İklim Etkisi**		**Duyarlılık**	**Uyum Kapasitesi**	
Sıklığı ve şiddeti değişen hava olayları	Şiddetli rüzgâr ve fırtına	İletişim altyapıları: Altyapının hasar görmesi	İletişimin acil müdahale ve afet sırasındaki haberleşme için hayati önemi	Afet Yönetim Planları	Elektrik kesintisi
		Tüm kullanıcılar		Korunaklı altyapılar	Ekonomik kayıplar: altyapı
		İletişim altyapısını yoğun kıllanan sektörler ve firmalar		Elektrik ve internet destek sistem planları	Acil servis erişiminde aksama
		Şiddetli rüzgâr artışlarının en fazla beklendiği **Sapanca, Serdivan, Adapazarı, Akyazı, Ferizli ve Geyve** ilçesi			Halk sağlığı

13.6. Ulaşım ve İletişim Sektöründe İklim Değişikliği Eylem Önerileri

Sakarya iline ilişkin olarak ulaşım ve iletişim sektörünün iklim değişikliğinin yarattığı tehlikelerden etkilenebilirliği, maruziyet ve duyarlılık düzeyleri tartışılırken iklim değişikliğine uyum kapasitesini arttırabilecek çeşitli eylem önerilerinden yer yer bahsedilmiş, verilen etki zinciri şemalarında da uyum kapasitesine ilişkin mevcut potansiyellere ve önerilere yer verilmiştir.

Önerileri gri, gri ve yeşil ve yumuşak eylemler olarak üç başlık altında toplamak iklim değişikliğine uyum sürecindeki müdahalelerin çerçevesini belirlemede faydalı olacaktır.

Sakarya iline ilişkin olarak bu üç alandaki iklim değişikliği uyum eylemleri aşağıda üç başlık altında listelenerek sunulmaktadır. Bu listenin ardından eylem örneklerinden bazılarına yönelik açıklayıcı görseller ile dünya örnekleri verilmektedir.

13.6.1. Altyapıların daha dirençli hale getirilmesi: GRİ EYLEMLER

Ulaşımda ve taşımacılıkta en fazla kullanılan altyapı olan karayollarında yol kaplama malzemelerinin sele, taşkına, sıcak hava dalgasına, yangına dirençliliğini arttıracak çözümler hayata geçirilmelidir.

- Karayolları Genel Müdürlüğü tarafından bölgelere göre farklılaşan yol malzemesi kullanarak bu konulara duyarlı bir planlama yaklaşımı geliştirilmekte olması; ayrıca projelendirmede dere yatağı geçişleri sanat yapılarının meteorolojik veriye göre projelendirilmesi kapasite geliştirmede önemli bir potansiyeldir.
- Bu kapsamda ana arterlerde menfezler yardımıyla yağış rejimine uygun önlemler alınmakta olup, bu yaklaşımın tüm karayolu ağında yaygınlaştırılması; özellikle şiddetli yağışlarda sel ve taşkınların yaşandığı **D-100 Karayolu Adapazarı geçişi**, **Kaynarca** ve **Karasu** ilçelerindeki yollarda öncelikli biçimde ele alınması gerekmektedir.
- Taşıt, bisiklet ve yaya yollarında yol stabilizasyonunu ve güvenliğini olumsuz etkilememesi koşuluyla, genel olarak kentteki sert zeminlerde (özellikle meydan ve otoparklarda) kaplama malzemesinde geçirgenliği yüksek malzeme kullanımı şiddetli yağışların oluşturduğu tehlikelere karşı bir diğer eylem alanıdır ve yine yukarıda **sayılan ilçelerde** dikkate alınması gereken bir eylem alanıdır.
- Asfaltta erime bu bölgede yaşanan bir sorun olarak ortaya çıkmasa da, sıcaklıklar ve sıcak hava dalgalarının en fazla yaşandığı kuzeybatı Kaynarca kıyı bölgesinde öncelikli olacak şekilde asfaltta erime tehlikesine karşı dirençli yol malzemesi kullanımının sağlanması gerekir. İl genelinde bu açıdan avantaj sunan Bitümlü Sıcak Karışım kaplama oranının yüksekliği önemli bir uyum kapasitesi potansiyelidir.

Kentsel ulaşımda taşıt yolları, bisiklet yolları ve kaldırımlarda yol stabilizasyonunu ve güvenliğini olumsuz etkilememesi koşuluyla, kentteki sert zeminlerde (özellikle meydan ve otoparklarda) kaplama malzemesinde geçirgenliği yüksek malzemeler kullanılarak altyapının yenilenmesi sağlanmalıdır. Bu açıdan da yağışların artması beklenen tüm il genelinde, ancak özellikle yağışların yüksek olduğu kuzey kıyı ilçelerinde ve kentsel ulaşım yoğunluğunun olduğu merkez ilçelerde (**Adapazarı, Erenler, Arifiye** ve **Serdivan**'da) **kentsel ulaşım altyapıları** öncelikli olarak ele alınmalıdır**.**

Ulaşım altyapılarının, sanat yapılarının ve yapısal elemanların fırtınaya ve taşkına karşı dirençliliğini arttıracak mühendislik önlemleri alınmalıdır.

- Şiddetli yağışların en fazla yaşandığı ve etki ettiği **kuzey kıyılar**, **Karasu** ve **Kaynarca** ile **Adapazarı merkez karayolu geçiş** kesimlerinde akarsu geçişlerinde ilave yapısal elemanlarla dirençliliğin arttırılması sağlanmalıdır.
- Yüksek Hızlı Tren hattı için de aynı yaklaşım benimsenmelidir.
- Karasu Limanı için de gerekli önlemler ayrıca çalışılmalı ve alınmalıdır.



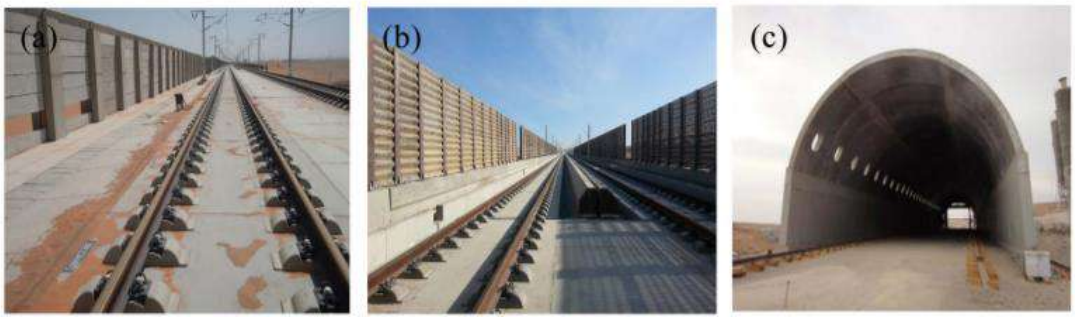
Şekil 13-33 Deniz Kıyısındaki Yollara Özgü Koruyucu Bariyer Örneği (Coastal Protection Structures, 2022)



Şekil 13-34 Deniz Kıyısındaki Yollara Özgü Koruyucu Bariyer Örneği (Coastal Protection Structures, 2022)



Şekil 13-35 Demiryolu İçin Koruyucu Siper Örneği



Şekil 13-36 Demiryolu İçin Koruyucu ve Rüzgâr Kesici Bariyer Örnekleri (Tek Taraflı Rüzgar Kesici Bariyer; Köprüde Rüzgar Kesici Bariyer; Tünel)

Yağışlar açısından duyarlı olduğu vurgulanan yukarıdaki ilçelerde drenaj sistemlerinin iyileştirilmesine yönelik mevcut durum değerlendirmesi yapılarak bu doğrultuda altyapı çalışmaları yapılmalıdır (karayolu, limanlar, havalimanları; yaya yolu, bisiklet yolu, otoparklar).

- Karayolları Genel Müdürlüğü tarafından projelendirmede drenaj konusuna verilen önem değerli bir uyum kapasitesi bileşenidir; bu yaklaşımın **kentsel ulaşımda** da ilgili Belediyeler tarafından benimsenmesi gerekir.
- Gerekli yerlerde **tahliye pompaları** ile altyapı dirençliliği arttırılmalıdır.
- Bu kapsamda trafik sıkışıklığı yaşanan ve bu nedenle aşırı yağış esnasında tahliyesinde zorluk yaşanacak bağlantılar **merkez** ilçelerindeki taşıt yollar olup bu yollar öncelikli ele alınmalıdır.

Aşırı hava olayları kapsamında il genelinde, kıyı bölgelerde ve rüzgâr ve fırtına şiddetinde artışın en fazla beklendiği **Sapanca, Serdivan, Adapazarı, Akyazı, Ferizli ve Geyve** ilçelerinde şiddetli rüzgâr ve kum/toz fırtınası olaylarının yaya ve bisikletlileri olumsuz etkilememesi için rüzgara açık güzergahlarda korunaklı yaya ve bisiklet yolları oluşturulmalıdır.



Şekil 13-37 Yaya ve Bisikletliler İçin Geçit Bekleme Noktalarında Gölgelik ve Korunak



Şekil 13-38 Yaya ve Bisikletliler İçin Ağaçlıklı Gölgelikli Yol

Yine aşırı hava olayları karşısında kıyıdaki yolların fırtınadan ve deniz dalgalarından zarar görmemesi için koruyucu bariyer ve siper önlemleri değerlendirilmeli; **Kaynarca**, **Karasu** ve **Kocaali** ilçeleri **kıyılarındaki taşıt yollarında** öncelikli olarak hayata geçirilmelidir.

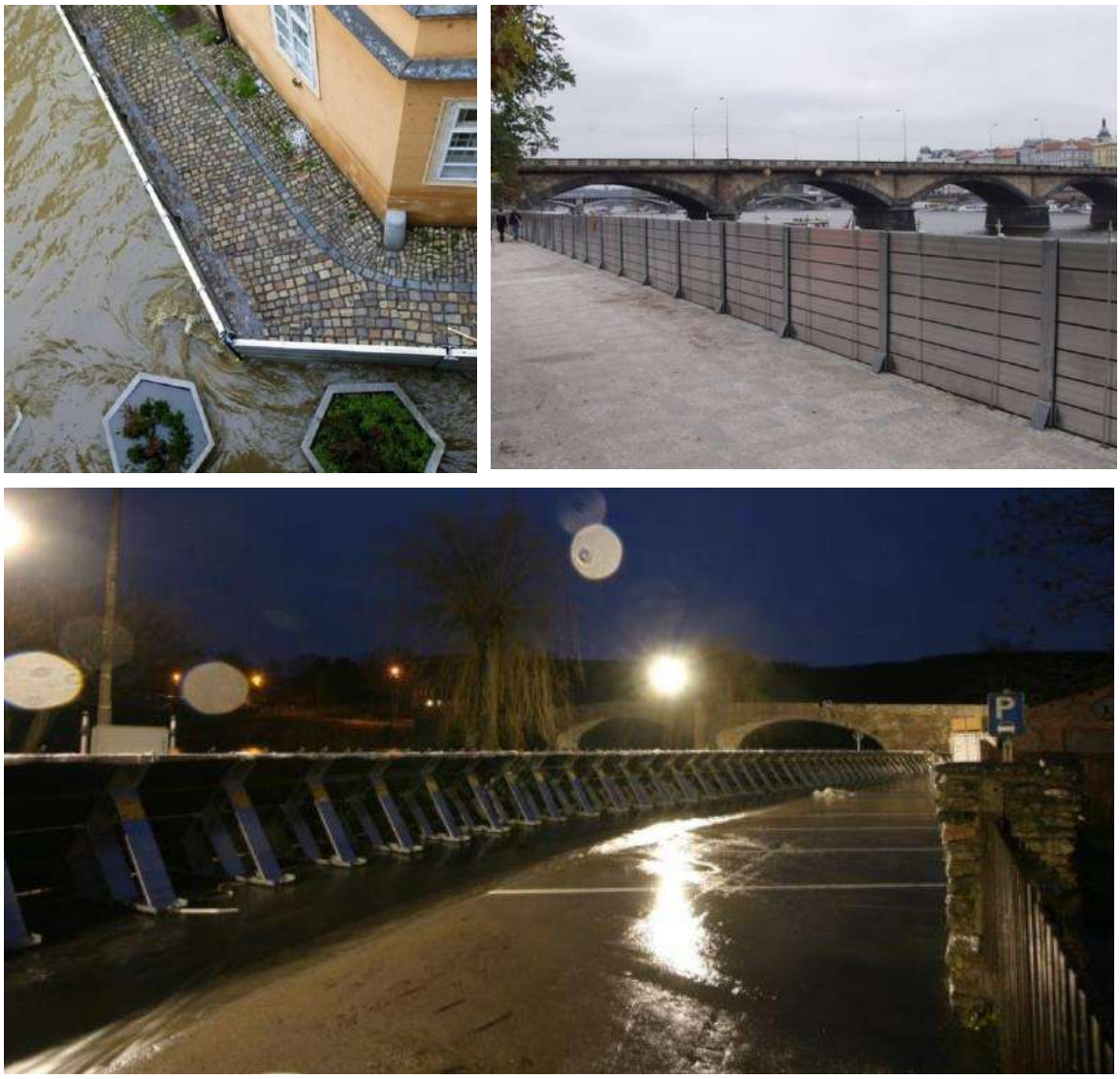
YHT güzergahı boyunca aşırı hava olaylarının etkileyebileceği kesimlerde, taşkın riski olan akarsu geçiş güzergahlarında, ilave yapısal elemanlarla dirençliliğin arttırılması için koruyucu bariyerler inşa edilmelidir.

Karasu Limanında aşırı hava olayları ve fırtınalara karşı dirençliliği arttıracak yerel bilgi ve deneyime dayalı önlemler çalışılmalı ve geliştirilmelidir.

İletişim altyapı malzemelerinin taşkın ve selden korunması için koruyucu bariyer, su durdurucu kaplama veya dolgu malzemeleri kullanılmalıdır.

Özellikle fiber optik yatırımı yapılan yerlerde drenaj sisteminin iyileştirilmesi sağlanmalıdır.

Sıcak havaya dirençliliğinin arttırılmasına yönelik olarak da kaplama malzemesi ve koruyucu tabakaların kullanımı değerlendirilmelidir.



Şekil 13-39 Sel ve Taşkından Koruyucu Bariyer Örnekleri

13.6.2. Altyapıların ve kullanıcıların etkilenebilirliğinin en aza indirilmesi: GRİ VE YEŞİL EYLEMLER

İlçeler arası yolcu taşımacılığında özellikle otobüs trafiğinin yüksek olduğu koridorlarda kullanılan otobüs ve minibüslerin yüksek ısıyı içeri geçirmeyen tür malzeme ve renkten olması sağlanarak (örneğin araç tavanı dış yüzeyi beyaz olacak şekilde) özel ve kamu taşıt filoları yenilenmelidir.

İlçeler arasında ve ilçelerin kendi içinde sunulan **toplu taşıma** hizmetlerinde yolcu konforunu ve sağlıklı ulaşım koşullarını arttırmaya yönelik olarak taşıtların teknik aksamının (iklimlendirme ve havalandırma) iyileştirilmesi ve gerekirse filoların yenilenmesi sağlanmalıdır.

Bu kapsamda otobüs, minibüs ve dolmuşlarda hem iklimlendirme ve havalandırma açısından hem de araç tavanı dış yüzeylerinde yüksek ısıyı içeri geçirmeyen tür malzeme ve renk kullanımıyla özel ve kamu araç filolarının iyileştirilmesi ve yenilenmesi sağlanmalıdır.

Bu kapsama okul yolculukları açısından önemli olan **okul servis araçları** da dahil edilmelidir. Okul servis araçlarının iklimlendirme ve havalandırma açısından, ayrıca araç tavanı dış yüzeylerinde yüksek ısıyı

içeri geçirmeyen tür malzeme ve renk kullanımıyla araç filolarının iyileştirilmesi ve yenilenmesi sağlanmalıdır.

Karayollarında belli yüksek ısı noktalarında ve kent içi taşıt yollarının ısı adası etkisi yüksek olan bölgelerinde yüzey ısısını düşüren kaplama (serin kaplama / «*cooler pavements*») malzemesi değerlendirilmelidir.

Kentsel ısı adası etkisi ve sıcak hava dalgası etkilerini azaltmak için kent içi yollarda ağaçlıklı yollar yapılmalıdır.

Bisiklet ve yaya yollarında ağaçlıklı yol yanı sıra, özellikle bekleme yapılabilecek kesişim ve geçitlerde çeşitli malzemelerle korunaklı ve gölgeli alanlar oluşturulmalıdır.

Tüm ilçelerde, ancak özellikle merkezi **kentsel alanda** ve yağışların yüksek seyrettiği **kuzey kıyı ilçelerinde**, özellikle **Kaynarca**'da kanalizasyon ve yağmur suyu ayrıştırma sistemi yapılması ve kanalizasyon sisteminin yüksek taşıma kapasitesinde olması sağlanmalıdır.

Yeşil altyapılar yapılarak şiddetli yağmur etkilerini azaltmak için geçirgen yüzey (yeşil alanlar, yeşil çatılar, ağaçlandırma, ağaçlı yollar, yeşil zeminli yollar) arttırılmalıdır. Bu eylemler **merkezi kentsel bölgede** ve yağışların yüksek seyrettiği **kuzey kıyı ilçelerinde**, özellikle **Kaynarca**'da önceliklendirilmelidir.

Dirençliliği arttırmaya yönelik olarak öncelikli olarak **merkezi kentsel alanda** yağışların yüksek seyrettiği **kuzey kıyı ilçelerinde**, özellikle **Kaynarca**'da sert zeminlerde (özellikle meydanlarda ve otoparklarda) geçirgenliği yüksek kaplama malzemesi kullanılmalıdır.

Öncelikli olarak yoğun kentleşme süreci yaşanmış olan **merkezi kentsel bölgede** kapatılmış dere ve kanalların yeniden görünür kılınarak ve çevrelerinde peyzaj çalışmaları yapılarak yeşil ve mavi altyapı alanları olarak yeniden yerleşime kazandırılması sağlanmalıdır.

Tüm bu yeşil ve mavi altyapılar doğal drenaj kanalları olmanın yanı sıra ısı adası etkisini azaltacağı ve doğal rüzgâr koridorları da oluşturacağı için sıcaklıkların yüksek olduğu ilin **kuzeybatı** kesiminde de geçirilmelidir.

İlave enerji sunumuyla iletişim, kamera, internet vb. sistemin çökmeden çalışması sağlanmalıdır.

Acil durumlarda bilgilendirme için halk ve kullanıcıyla iletişim kanalları arttırılmalıdır.

13.6.3. Dirençliliğin arttırılması ve etkilerin en aza indirilmesi için planlama ve yönetim çerçevesinin oluşturulması: YUMUŞAK EYLEMLER

İklim tehlikeleri sırasında yaşanan acil durumlarda erişilebilirliği sağlamak ve talepleri yönetip doğru yönlendirebilmek için esnek, çok alternatifli ve alternatifler/türler arası entegrasyon düzeyi yüksek bölgesel ve kentsel ulaşım altyapısı planlanmalı ve hayata geçirilmelidir.

- Bu kapsamda karayolu yönetimi için karayolu alternatif güzergahları Karayolları Genel Müdürlüğü tarafından çalışılmalıdır.
- Kentsel ulaşımda aşağıdaki maddedeki konular dikkate alınarak Kentsel Ulaşım Ana Planında gerekli değerlendirme ve revizyon yapılmalıdır.

Kentsel Ulaşım Ana Planının varlığı önemli bir kapasite sağlamakta olup, bu planlarda iklim değişikliği azaltım stratejilerine ek olarak iklim değişikliğine uyum stratejileri geliştirilmelidir. (Bu kapsamda bazı konu başlıkları doğrultusunda ana planın revize edilmesi söz konusu olacaktır.)

- Kentsel ulaşımda hızlı ve etkin bir alternatif olarak (ve acil durumda etkili bir tür olarak) tahsisli otobüs yolları ve otobüs şeritleri türü uygulamalar değerlendirilmelidir.

- İklimlendirme ve benzeri konfor özellikleriyle yolcu sağlığı ve güvenliği açısından önemli avantajlar sunan raylı sistem yatırımı ileride yapılacak ulaşım ana planları kapsamında değerlendirilmelidir.
- Sistemler arası entegrasyon konusu Ulaşım Ana Planında mevcuttur ancak acil durum planlamasına uygun olarak ek düzenlemeler dikkate alınabilir.
- Ulaşım Ana Planında da vurgulandığı gibi otomobil ile toplu taşımanın bütünleşmesine (entegrasyonuna) yönelik olarak park et – bin alanları oluşturulmalı; bisikletlerin bütünleşmesine yönelik olarak otobüsler ve minibüslerde bisiklet taşınmasına olanak kılan düzenlemeler ve bisiklet park alanları yapılmalıdır.
- Ulaşım Ana Planında sokak ve cadde enkesitlerine yönelik olarak ağaçlıklı gölgelikli ve korunaklı yol konusunda çizimler ve rehberler eklenmelidir.
- Ulaşım Ana Planında geçirgen kaplama malzemesi konusunda yönlendirme yapılmalı; özellikle meydan ve otoparklarda kullanımına ilişkin olarak yol gösterici bilgi ve öneriler eklenmelidir.

Kentsel Ulaşım İletişim ve İklim Değişikliği acil durum eylem planı hazırlanmalı ve aşağıdaki konuları içermelidir:

- Etkili ve hızlı müdahale
- Etkin bir yolcu ve kullanıcı bilgilendirme sistemi
- Etkin biçimde araç filolarıyla iletişimi sağlayacak akıllı ulaşım sistemleri
- Alternatif güzergahların belirlenmesi ve yolculuk yönetimi

Bölge planlarında, çevre düzeni planlarında, imar planlarında ve ulaşım ana planında, karayolu ve taşıt yolu altyapılarının arttırılmasını gerektirmeyecek planlama yaklaşımları benimsenerek geçirgen yüzeyin azalmasına neden olan ve ısı adası etkisini arttıran bu yatırımların denetlenmesi ve en aza indirilmesi sağlanmalıdır.

Kentsel altyapı planları kapsamında taşkın önlemleri alınmalı ve taşkın yönetim planları oluşturulmalıdır.

Sakarya ili iklim özellikleri dikkate alınarak ulaşım/iletişim altyapı standartlarında iklim değişikliği tehlikeleriyle ilişkili olarak revizyon yapılmalıdır.

Planlanan yeni altyapı yatırımlarında iklim değişikliği karşısında dirençlilik konusunun değerlendirmelere (fizibilite çalışmalarına) dahil edilmesinin sağlanmasına yönelik mevzuat düzenlemesi yapılmalıdır.

Kentsel merkezi alanda yer alan ilçelerde, ayrıca ildeki tüm diğer içeler arasında ve ilçelerin kendi içinde sunulan toplu taşıma hizmetlerinde yolcu konforunu ve sağlıklı ulaşım koşullarını arttırmaya yönelik olarak yasal düzenlemeler ve denetim sistemi geliştirilerek iklimlendirme sisteminin varlığı ve kullanımı, koltuk sayısı/düzeni, kapasite, vb. konularda standartlar geliştirilmelidir.

İklim değişikliği sonucu oluşan aşırı hava olaylarının ulaşım altyapılarına etkileri konusunda ulusal düzeyde ve yerel yönetimlerde eğitim verilmeli; böylece bilgi, farkındalık ve kapasite oluşturulması sağlanmalıdır.

Toplumsal farkındalık arttırma kampanyaları ile tüm Sakarya halkının iklim değişikliğinin ulaşım, erişim ve iletişim alanındaki etkileri konusunda bilgilenmesi sağlanmalıdır.



Şekil 13-40 Gölge ve Geçirgen Yüzey Etkisini Arttıran Peyzaj Müdahaleleri



Şekil 13-41 Seul Örneği, Üstü kapatılan akarsu yatağının yeniden kente kazandırılması; bu süreçte taşıt yolu en kesitinin yeniden tasarlanması; yaya ve taşıt dengesinin yanı sıra kentte yeşil ve mavi altyapıların arttırılması

KAYNAKÇA: BÖLÜM 13

Anguelovski, I., Chu, E. & Carmin J. (2014) Variations in Approaches to Urban Climate Adaptation: Experiences and Experimentation from the Global South. *Global Environmental Change*, 27, 156-167.

Arkel, B.P. & Darch, G.J.C (2006) Impact of Climate Change on London's Transport Network. Proceedings of the Institution of Civil Engineers, *Municipal Engineer*, 159, 231-237.

Carter, Jeremy G., Cavan, G., Connelly, A., Guy, S., Handley, J. & Kazmierczak, A. (2015) Climate change and the City: Building Capacity for Urban Adaptation. *Progress in Planning*, 95, 1-66.

Döker, M. F. & Gül, A. (2019) Adapazarı'nda şehirsel büyüme süreci ve arazi kullanım değişiminin izlenmesi (1985-2019). *Türk Coğrafya Dergisi*, (73), 67-78. DOI: 10.17211/tcd.616796

Eichhorst, U. (2009) *Sourcebook Module 5f: Adapting Urban Transport to Climate Change*, GTZ, Eschborn.

Eisenack K., Stecker, R., Reckien, D. & Hoffmann, E. (2011) Adaptation to Climate Change in the Transport Sector: A Review of Actions and Actors. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change*, 17, 451-469.

Karayolları Genel Müdürlüğü (2019) Devlet Yolları Trafik Hacim Haritaları 2019.

Markolf, S.A., Hoehne, C., Fraser, A., Chester, M.V. & Underwood, B.S. (2019) Transportation Resilience to Climate Change and Extreme Weather Events – Beyond Risk and Robustness. *Transport Policy*, 74, 174-186.

Reckien, D., Creutzig, F., Fernandez, B., Lwasa, S., Tovar-Restrepo, M., Mcevoy, D. & Satterthwaite,D. (2017) Climate Change, Equity and the Sustainable Development Goals: An Urban Perspective. Environment and Urbanization, 29 (1), 159-182.

da Silva, J., Kernaghan, S. & Luque, A. (2012) A Systems Approach to Meeting the Challenges of Urban Climate Change. *International Journal of Urban Sustainable Development*, 4:2, 125-145, DOI: 10.1080/19463138.2012.718279

Sakarya Büyükşehir Belediyesi (2013) Sakarya Ulaşım Ana Planı raporları.

Talu, N., Demir, M.E., Deniz, A.C. & Tosun O. (2020) Türkiye'de İklim Değişikliğine Uyum Eyleminin Güçlendirilmesi Projesi (TR2017 ESOP MI A3 04) Türkiye'de İklim Değişikliğine Uyum Çalışmaları Raporu.

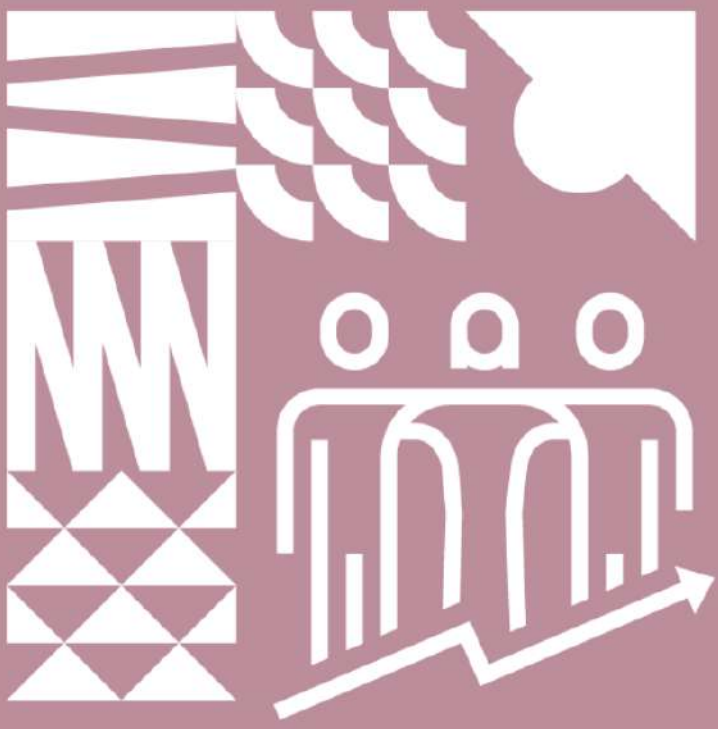
TCDD (2020) TCDD 2016-2020 İstatistik Yıllığı.

Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı (2018) Türkiye Lojistik Master Planı.

Ulaştırma ve Haberleşme Bakanlığı (2019) Ulaşımda ve İletişimde 2003 – 2019: 54 Sakarya.

Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı (2020) Ulaşan ve Erişen Türkiye 2020.

Vajjarapu, H., Verma, A., & Allirani, H. (2020) Evaluating Climate Change Adaptation Policies for Urban Transportation in India. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 47, 1-20.



SOSYAL KALKINMA

iklime uyum

14. SOSYAL KALKINMA

14.1. İklim Değişikliğinin Sosyal Kalkınma Boyutu

İklim değişikliği toplumu ve bireyleri birçok boyutta etkilerken, bir yandan da toplumun refahının ve yaşam kalitesinin tam manasıyla sağlanması için gerekli olan bir dizi sosyal kalkınma unsurunu etkilemekte ve bu bağlamda riskler oluşturmaktadır.

Sakarya'da iklim değişikliğinin sosyal etkilenebilirlik analizini yapmak için temelde ihtiyaç duyulan; sosyal belirleyicilerin durumu (eşitsizlik/hakkaniyet, refah adaletsizliği/yoksulluk, eğitim adaletsizliği, işsizlik/iş kaybı), savunmasız grupların hangi kesimler olduğu ve toplumun iklim değişikliğinin etkilerine karşı uyum kapasitesini etkileyen sonuçları (can, mal kaybı, beslenme, barınma sorunları, sağlık vb.) hakkında ayrıntılı ve güvenilir bir resim çıkarmaktır.

Bu etkilenme sonuçları, ilişkilendirilen sektörlere göre farklı konularda ve ölçülerde olmakla beraber (örneğin tarım sektörünün etkilenebilirliğinden dolayı ortaya çıkan toplumun beslenme sorunu gibi), uluslararası literatür toplumun iklim değişikliğinden etkilenebilirlik alanlarını temelde dört ortak soruna odaklamıştır. Bunlar: geçim istikrarı, beslenme, barınma ve sağlıktır.

14.1.1. Toplumun Etkileneceği Başlıca İklim Tehlikeleri

Sakarya'da iklim değişikliğinin sosyal boyutunu değerlendirmek için en başta il düzeyinde iklim değişikliğinin mevcut ve öngörülen durumunu, tehlikelerini (sektörlere baskı vd.) ve sebeplerini özetlemek faydalı olacaktır.

- Sakarya ilinde halihazırda ortalama sıcaklıklarda son 20 yılda 0,4^{0}C artış olduğu gözlenmektedir. Yağışlarda ise 2005 yılından bu yana 40 mm azalma gözlenmektedir.
- Yapılan projeksiyonlar yüzyılın sonlarına kadar sıcaklıklarda artış, yağışlarda ise farklı senaryolara göre %5'lere varan azalmalar veya %12'lere varan artışlar görüleceği beklenmektedir.
- Kentsel ısı adası problemi yaşanmaktadır.
- Tarımda vahşi sulama yapılmaktadır.
- Orman alanları üzerinde orman köylülerinin yanlış uygulamaları gözlenmektedir.
- Sakarya şehri su ihtiyacı fazla olan mısır üretiminde önde gelen bir ildir.
- Kentte kuraklık konusunda ciddi bir tehlike algısı bulunmaktadır ancak mevcut su varlığı ve yağış rejimi bu durumun tersini işaret etmektedir.

Sakarya'da iklim değişikliğinden öncelikle etkilenecek olan toplum katmanlarının tespiti için yapılan güncel çalışmalarda risk analizlerine konu olabilecek bazı değerlendirmeler aşağıda belirtilmiştir.

- Sakarya'da toplumun iklim tehlikeleri arasında sıcak hava dalgaları ve kuraklıktan etkileneceğini öngörülmektedir.
- İklim tehlikelerinden daha çok yoksullar ve özellikle doğal kaynaklara bağımlı olan yoksul vatandaşlar (dağ ve orman köylüleri gibi), kıyı/delta bölgelerinde yaşayanlar, kronik hastalığı olan insanlar ve çocuklar etkilenecektir.
- Toplumun etkilenebilirliği ile bağ kurulduğunda, su kıtlığı, taşkın riski, kent ısı adası, tarım arazilerine kentleşme baskısı ve ormansızlaşma öne çıkan tartışma konuları olmuştur.
- Sakaryalılar iklim değişikliğinden en çok kentleşme ve altyapı sektörlerinde etkileneceklerdir.
- Tüm yerel paydaşların iklim değişikliği ile mücadelede toplumsal açıdan farkındalığının artması, Sakarya uyum eylem planı kapsamında ele alınması önemli en belirleyici uyum kapasitesi unsurudur.
- Sakarya uyum eylem planı hazırlıkları sürecinde toplumsal konularda veri/bilgi sağlayabilecek ve aktif katılım ile uyum faaliyetleri geliştirebilecek yerel paydaş kuruluşları olarak başta belediyeler (ilçeler dahil) olmak üzere, yerel üniversitelerin ve Doğu Marmara Kalkınma Ajansı (MARKA) öne çıkmıştır.

- İlçelerin durumuna bakıldığında bazı merkez ilçelerin (Adapazarı, Arifiye) SEGE Türkiye sıralaması içinde üst sıralarda olduğu görülmektedir. Göç veren ilçeler arasında yer alan Söğütlü, Taraklı gibi ilçelerde ise skor düşüktür, bu ilçelerde yaşayan nüfusun farklı etkilere karşı daha kırılgan olabileceği göz önünde bulundurulmalıdır. 2010 yılından bu yana nüfus artışının en çok görüldüğü ilçeler Erenler, Arifiye, Karasu ve Hendek ilçeleridir (%15 ve üzeri artış).

14.1.2. İklim Değişikliğinden Etkilenecek Toplum Katmanları

Sakarya'da iklim değişikliğinden etkilenecek olan toplum katmanlarının tespiti için yapılan güncel çalışmalarda risk analizlerine konu olabilecek bazı hususlar aşağıda belirtilmiştir:

- Şehre ait sosyal veriler ve bilgiler "risk yönetimi" anlayışından ziyade daha çok "kriz yönetimi"ne odaklanılarak üretilmiştir.
- Şehre ait sosyal veriler yıllara göre istatistiki bir sınıflandırmayı yansıtmamaktadır, veri aralığı güvensizdir.
- Analiz için ihtiyaç duyulan veriler/bilgiler uygulamaya ya da akademik araştırmalara dayalı olarak çeşitli zeminlerde[26] elde edilmeye çalışılmıştır. İklim değişikliğine sosyal alanda uyum için etki, etkilenebilirlik ve risk analizlerinin yapılmasına yardımcı olacak verilerin ve bilgilerin kısıtlı olduğu, bu aşamada amaca doğrudan değil, dolaylı olarak hizmet edebileceği görülmüştür. Bazı akademik araştırmalarla elde edinilen sosyal verilerin güvenilirliğinin kontrolü gerekebilir.
- Veri toplama düzeyine göre birey (yaş, cinsiyet, etnik azınlık) ve toplum (nüfus artışı/yoğunluğu, altyapı kalitesi vb.) düzeyinde değişkenlerin sınıflandırılması yapılamamaktadır. Verilerin (nicelik, nitelik) ölçeklendirilmesine ihtiyaç vardır.
- Toplum kesimlerinin yaşadıkları bölgeler dikkate alınarak (ilçe, mahalle vb.) 'risklerin mekansallaştırılması'[27] için ayrıntılı verilere ihtiyaç vardır.
- Şehirde merkez, ilçe ve mahalle düzeyinde sosyal etkilenebilirlik göstergelerini akılcı belirlemek için hangi tip verilere ihtiyaç olduğunu sağlıklı belirlemek, dolayısıyla savunmasız grupları daha detaylı tespit etmek gerecektir. İlk aşamada göstergelerin tespitinde sosyal etkilenebilirlik ve uyum kapasitesini zorlayan sonuçlara odaklanılabilir; susuzluk sorunu, geçim sıkıntısı, beslenme sorunu, sağlık, barınma,[28] gibi.

14.2. İklim Değişikliğinin Sosyal Kalkınmaya Etkilerinin Değerlendirilmesi

İklim değişikliğinin Sakarya'nın sosyal kalkınmasına etkilerinin analiz edilmesinin ilk adımları olarak Sakaryalıların iklim değişikliğinden etkilenebilirliğinin ve risklerinin tespitinin yapılması lazımdır. Bu tespiti yapabilmek için ilin sosyo-ekonomik ve sosyo-ekolojik kalkınma çizgilerini belirleyen politikalarında, iklim değişikliği ile mücadele alanı ile bağdaşabilecek yaklaşımlarla sosyal kalkınmaya konu olabilecek veriler/bilgiler derlenmiştir. Bu çerçevede:

- Şehir ve ilçelere ait demografik veriler (nüfus, nüfus artış hızı, nüfus yoğunluğu) incelenmiştir;

[26] TÜİK'in demografik ve sosyal resmi istatistik verileri; merkezi ve yerel kamu yönetimi tarafından üretilen veriler; yerelde operasyonel olarak çeşitli paydaşlar tarafından üretilen veriler, iklim değişikliği hakkındaki veriler vb.

[27] *Sendai Afet* Risklerinin Azaltılması Çerçeve Belgesi'nin (2015-2030) uygulama araçlarından olarak "Risklerin Mekansalllaştırılması Kılavuzu" yol gösterici olabilir. Ayrıca AFAD tarafından Kasım 2020'de (taslak) hazırlanan 'İl Afet Risk Azaltma Planı (İRAP)' Hazırlama Kılavuzu Türkiye'de Kahramanmaraş Afet Risk Azaltma Planı pilot çalışması kapsamında uygulama aşamasındadır. Bu çalışma diğer iller için örnek teşkil edebilir.

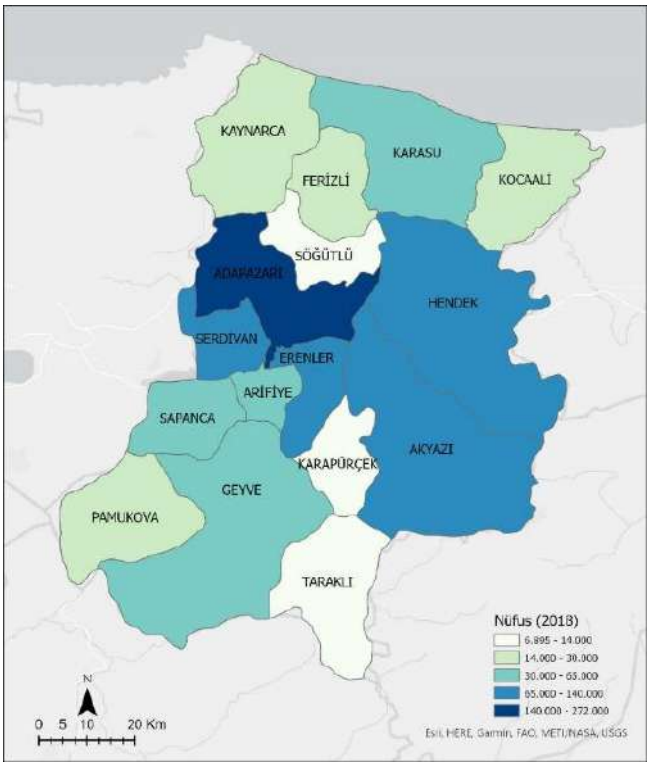
[28] İklim değişikliğinden toplumun etkilenebilirliği ve risk analizlerinde halk sağlığının önemi yadsınamaz. Genelde de diğer ülkelerde ve kentlerde sosyal etkilenebilirlik analizlerine dair uluslararası araştırmalarında ve vaka çalışmalarında iklim değişikliğinin halk sağlığına etkileri en çok ele alınan alanlardan biri olmaktadır. İklim değişikliğinden sağlık sektörünün ve halk sağlığının etkilenebilirliği sağlık bölümünde yer almaktadır.

- Şehir ve ilçeler düzeyinde iklim değişikliğinden etkilenmesi olası toplum kesimlerinin risk profillerini çıkarmak için sosyal gelişmişliği yansıtan istatistiki veriler/bilgiler ve araştırmalar (doğrudan ya da dolaylı) derlenmiştir;
- İklim değişikliğinin Sakarya'da sosyal kalkınma hedefleri üzerindeki etkisi, ilçeler düzeyinde sosyo-ekonomik yapının değerlendirildiği mevcut araştırmalar (SEGE, İnsani Gelişmişlik Endeksi gibi) ve çalışmalar üzerinden incelenmiştir;
- Büyükşehir belediyesinin stratejik planları, illerin çevre durum raporları, ilçelerin yıllık faaliyet raporları ilin ve ilçelerin gelişme dinamiklerini içeren politika belgeleri vb. yönetsel ve planlama araçları incelenmiştir;
- İlçeler düzeyinde sosyal yardım hizmeti alan nüfus verileri derlenmiştir;
- Şehirde işsizlik verileri Türkiye geneli üzerinden incelenmiştir;
- Şehirde bazı göç verileri Türkiye geneli üzerinden temin edilmiştir;
- Farklı toplum kesimlerinin ya da bireylerin aynı bölge veya mahallede dahi farklı iklim tehlike risklerine maruz kalabileceği öngörüsü ile ildeki savunmasız kesimlerin mekânsal dağılımı verilerine ulaşmak üzere araştırma yapılmıştır. Ancak bu veriler mevcut değildir.
- Sosyal etkilenebilirliğin analizi için cinsiyete göre ayrıştırılmış veriler toplanmaya çalışılmıştır; etkilenebilirlik analizi için hemen her sektör (örneğin tarım sektörünün alt kırılmalarında çalışan ücretsiz kadın işçiler gibi) için gerekli olan cinsiyete göre ayrıştırılmış verilerin ve bilgilerin yetersizliği genel bir tespittir.
- Engelli nüfusa dair il düzeyinde veriler -güncel olmasa da- cinsiyete dayalı olarak temin edilmiştir;
- Sakarya'da iklim değişikliğine karşı savunmasız grupları daha netleştirebilmek amacıyla sosyal koruma hizmetleri ve uzman verileri incelenmiştir.
- İl yerel kamu yönetiminin (belediyeler ve mülki amirlikler, insani yardım kuruluşları) toplumun hangi muhtaç kesimlerine (yaşlılar, hastalar, yoksullar, engelliler vb.) sosyal yardım hizmeti verdikleri bilinmektedir, dolayısıyla sosyal yardımlarla ilgili veriler ilçe düzeyinde ve günceldir. Bu yardımların içeriği bağlamında iklim değişikliğine karşı insanların savunmasızlığını nasıl azaltabileceği üzerine ve ihtiyaç sahibi toplum kesimlerinin iklim değişikliğine dayanıklılığını ve uyum kapasitelerini nasıl artırabileceği yönünde ayrıntılı çalışmalar yapılabilecektir.
- İl ve ilçeler düzeyinde sosyal etkilenebilirlik ve risk analizleri ile ilgili alanlarda çalışan (işsizlik, göç, sosyal yardımlar, afet risk yönetimi, engelli nüfus vb.) yerel kamu yönetimi (il/ilçe düzeyi) kuruluşları belirlenmiştir.

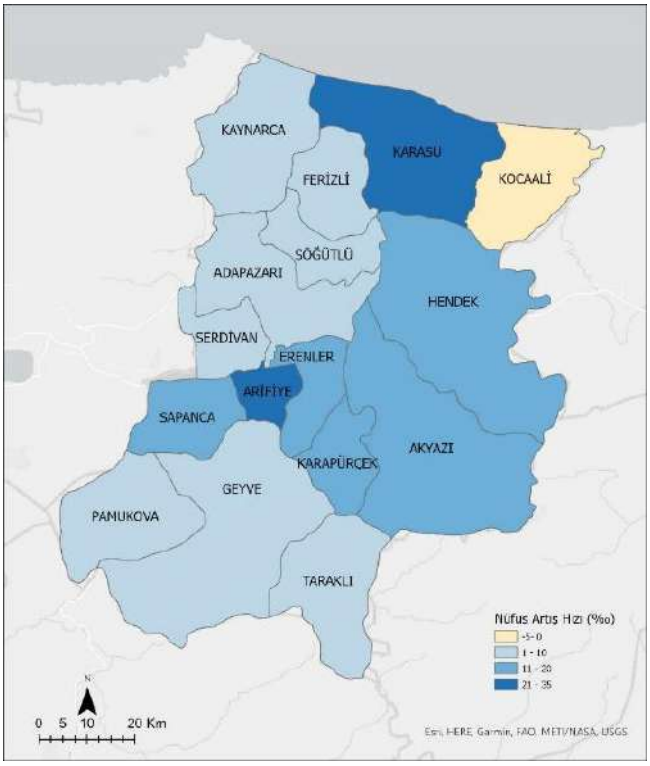
İklim değişikliğinin toplumsal etkileri disiplinler arası özellikte olduğundan, karmaşık veri tabanlarına ihtiyaç duyulmaktadır. Böyle bakıldığında; il ölçeğinde -hepsi için olmasa da birkaç ilçede bazı veriler/bilgiler mevcuttur- toplanan bu bilgi ve verilerin Sakarya'da iklim değişikliğinin sosyal etki analizlerini yapmak için bu aşamada yeterince faydalı olamayacağı uzman görüşüdür.

14.2.1. Mevcut Bilgiler, Çalışmalar, Yerel Kurumsal Yapılanma

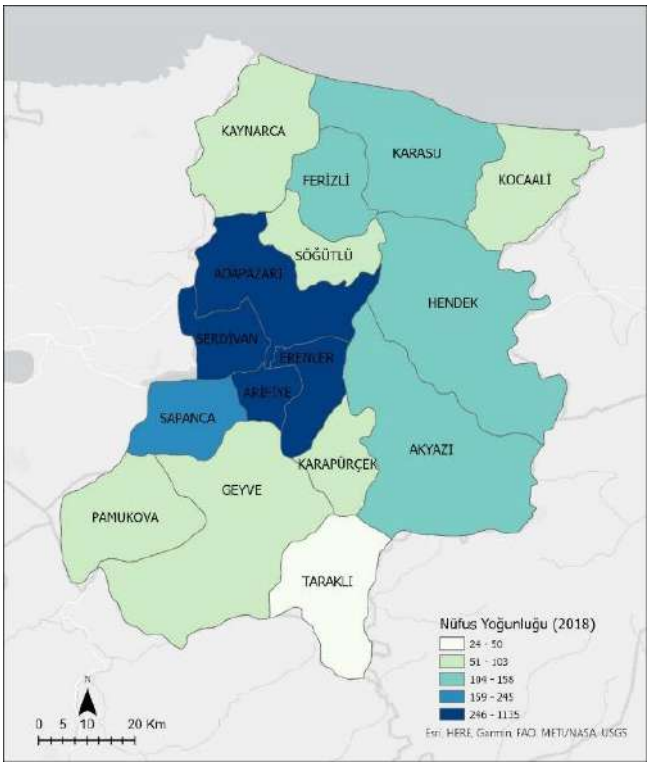
Sosyal etkilenebilirlik çalışmaları kapsamında Sakarya'nın ilçeler bazında demografik yapısı incelenmiştir. Şekil 14-1, Şekil 14-2 ve Şekil 14-3'te verilen haritalar, 2018 yılı itibariyle Sakarya'da ilçelerin nüfusu, nüfus artış hızı ve nüfus yoğunluğu TÜİK verileri ile hazırlanmıştır.



Şekil 14-1: Sakarya'da İlçelerin Nüfusu



Şekil 14-2: Sakarya'da İlçelerde Nüfus Artış Hızı

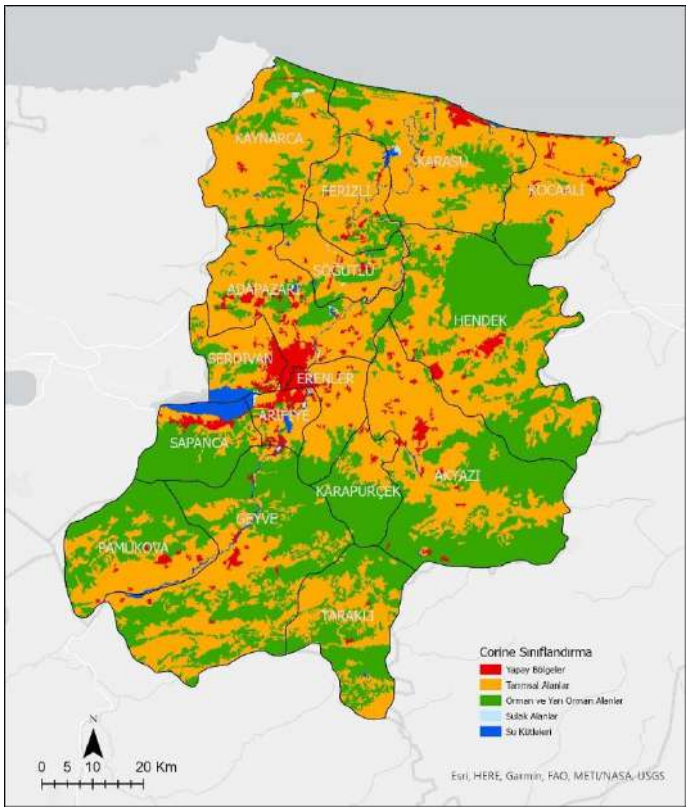


Şekil 14-3: Sakarya'da İlçelerin Nüfus Yoğunluğu

Sakarya Büyükşehir Belediyesi'nin 2019 yılında hazırladığı 2020-2024 Yılı Stratejik Planı'nda *"Yerel ve ortak nitelikli talepleri karşılayan, insana değer veren, çevreyle uyumlu, kaliteli ve çözüm odaklı hizmetler üretmek ve halkın gündelik yaşamını kolaylaştırmak"* misyonu belirlenmiş olup, *rahat ve konforlu ulaşım sistemlerine sahip,* ***afetlere karşı hazırlıklı****, kültürel zenginliğinden güç alan, engellileri ve muhtaçları toplum ile bütünleşmiş, çağdaş yönetim sistemlerini kullanan, vatandaşların temiz ve doğal çevre içinde yaşadığı, özgün nitelikleri ile turizmde ve tarımsal üretimde öne çıkan bir kent olmak"* Sakarya'nın vizyonudur.

Bu vizyon ile sürdürülebilir ve verimli tarımsal üretim konusunda planda belirtilen temel amaç ise şu şekildedir (Sakarya Büyükşehir Belediyesi, 2019): *"Tarımsal yatırımlar ve araştırmalar yaparak, tüm tarımsal arazileri koruyarak, sulanabilir arazi miktarını arttırarak, çiftçilerin tarımsal faaliyetler ile İlgili bilgi düzeyini yükselterek tarımsal üretimi ve verimliliği arttıran ve muhtarlarla kurduğu güçlü iş birliği ile mahallelerin sorunlarını çözen bir belediyecilik yaklaşımına sahip olmak".*

Etkilenebilirliği yüksek olması muhtemel toplumun daha kırılgan kesimlerinin yaşadığı alanların **arazi kullanım verileri** ile coğrafi olarak çakıştırılması, sosyal etkilenebilirlik analizlerinin sosyo-ekonomik ve sosyo-ekolojik boyutuna destek verecektir. Sakarya ili ile ilgili arazi örtüsü haritası Şekil 14-4 ile paylaşılmıştır.



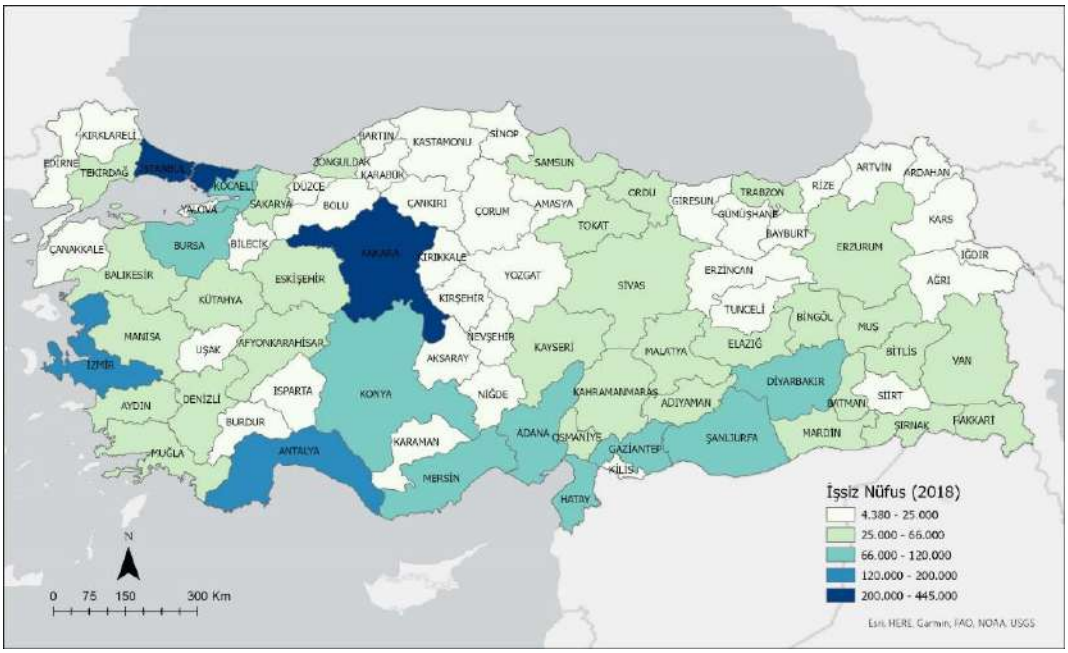
Şekil 14-4: Sakarya ili arazi örtüsü (EEA, 2018)

Tarımsal alanları (doğal bitki örtüsü ile bulunan tarım alanları, ormanla karışık tarım alanları) ormanlar ve yarı orman alanları, şehir yapısı (sürekli, kesintili) ve yeşil şehir alanları (kentsel yeşil alan) gibi Corine arazi sınıflandırması verileri, Sakarya'da iklim değişikliğinin etkilerinin (ve gelecek için zamansal değişimlerin) neden olduğu ve olacağı toplum odaklı iklimsel tehlikelerin etki analizinde dikkate alınmıştır. Kentsel yeşil alan değerleri Sakarya'nın çoğu ilçesi için "0" (sıfır) olduğundan[29] analizde yanlış sonuç verebilir uzman değerlendirmesiyle kullanılmamıştır.

Sakarya **işgücü** piyasaları açısından Türkiye'nin genelinde daha büyük bir gelişme göstermektedir. Araştırma sonuçlarına göre toplam çalışanların %74,2'si erkeklerden oluşurken sadece %25,8'i kadınlardan oluşmaktadır (Sakarya Sürdürülebilir Enerji Eylem Planı, 2019).

TÜİK iller bazında işgücü verilerine göre Sakarya'da istihdam oranı %48, **işsizlik** oranı %10,7 ve işgücüne katılım oranı ise %54,7'dir (Sakarya Sürdürülebilir Enerji Eylem Planı, 2019) (Şekil 14-5).

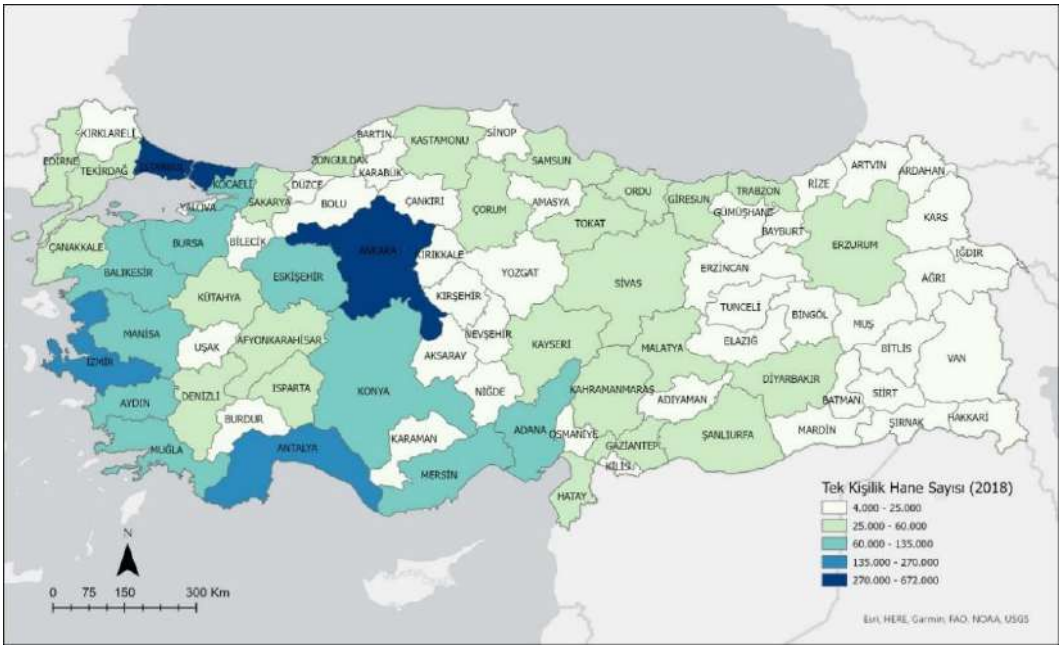
[29] Sadece 3 ilçede kentsel yeşil alanı verileri gözükmektedir, bu ilçeler Adapazarı, Sapanca ve Serdivan'dır.



Şekil 14-5: Türkiye'de iller itibariyle işsiz nüfus (2018, TÜİK)

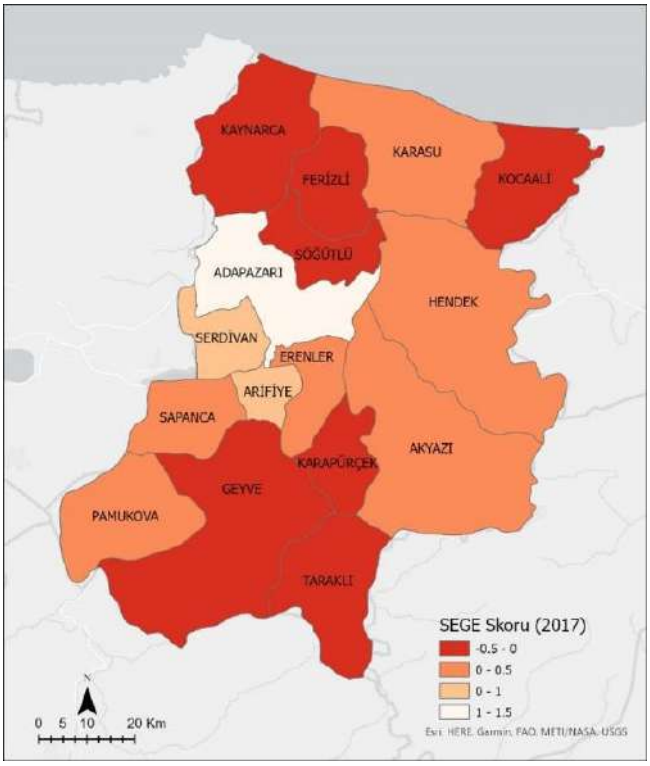
2007 yılında kentteki yaşlı bağımlı oranı (65 yaş üzeri nüfus) %11,4 iken 2019 yılında bu oran %14'e yaklaşmıştır. Genç bağımlılık oranında ise çoğu kentin aksine yine düşüş görülmektedir (2007'de %36,8 iken 2019'da %31'e gerilemiştir).

Buna göre genel olarak Sakarya'da nüfusun giderek yaşlandığı değerlendirmesi yapılabilir. İlçeler bazında yaşlı nüfusun yüksekliği Taraklı ve Söğütlü' de öne çıkmaktadır.



Şekil 14-6: Türkiye'de illere göre tek kişilik hane sayısı (TÜİK, 2018)

Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı Kalkınma Ajansları Genel Müdürlüğü tarafından 2019 yılında yayımlanan "İlçelerin Sosyo-Ekonomik Gelişmişlik Sıralaması Araştırması" raporunda verilen 2017 yılı verilerine göre hazırlanan Şekil 14-7'deki harita Sakarya'nın ilçelerinde SE-GE skorunu göstermektedir.



Şekil 14-7: Sakarya ilçeleri SEGE Skoru

Sakarya'nın Sosyo-Ekonomik Analizi[30]'nde (SESAM, 2020), Sakarya iline dair çeşitli alanlarda sosyo-ekonomik veriler ve analizler yer almaktadır. Kapsamı geniş olan bu kitaptaki gösterge ve verilerin Sakarya İklime Uyum Stratejisi ve Eylem Planı hazırlıklarında sosyal kalkınma ve uyum bağlamında gözden geçirilmesi tavsiye edilir.

TEPAV'ın 81 ile yönelik yürüttüğü İnsani Gelişmişlik Endeksi 2020 çalışmasında[31], Sakarya'nın eğitim ve sağlıktaki performansı diğer gelişmiş illere göre düşük olduğu puanlanmıştır (Türkiye Ekonomi Politikaları Araştırma Vakfı, 2020).

Akademik araştırmalar arasında Sakarya'da ilçe düzeyinde iklim değişikliğinin sosyal etkilenebilirliğine dair çalışmalarda faydalanılabilmek amacıyla "Karasu (Sakarya) Bölgesi Deniz Balıkçılarının Sosyo-Ekonomik Yapısı" başlıklı çalışmaya dikkat çekilebilir (Uzmanoğlu & Soylu, 2006). Bu araştırma Karasu'daki **deniz balıkçıları**nın sosyo-ekonomik yapısının incelenmesiyle ile ilgili bir ön çalışma

[30] 'Sakarya'nın Sosyo-Ekonomik Analizi (IV) (2017-2018 Dönemi)', Editör: Prof. Dr. Mustafa Çağlar Özdemir, Sakarya Yayıncılık, Mayıs 2020. Türkiye istatistik Kurumu (TÜİK) Kocaeli Bölge Müdürlüğü, Adrese Dayalı Kayıt Sistemi (ADNKS) sonuçlarına göre Sakarya ilinin göç bilgileri olarak, 31 Aralık 2020 itibariyle 1 milyon42 bin 649 nüfusa sahip olan Sakarya ili, 30 bin 929 göç alırken 24 bin 88 göç vermiştir. Adapazarı ilçesi en fazla göç alan ve e fazla göç veren ilçe olmuştur.

[31] Sınıflandırma illerin, gelir, sağlık ve eğitim düzeyine göre yapılmaktadır. Bu kapsamda küresel sınıflamaya göre gelişmişlik düzeyi 'çok yüksek' grubunda Türkiye'de 21 il yer almakta olup, Sakarya 20. sıradadır.

niteliğindedir. Araştırmanın verilerine göre: Karasu ilçesinde, deniz balıkçılığı yapan, Sakarya İl Tarım ve Orman Müdürlüğü'ne kayıtlı 143 adet balıkçı teknesi mevcuttur.

Araştırma kapsamında balıkçıların yaş dağılımları, eğitim durumları, medeni durumları, eşlerinin eğitim ve iş durumu, çocukların eğitim durumları, avlanmanın hangi dönemlerde yapıldığı, toplam av günü sayısı, av sahasının limana olan uzaklığı, avlanan su ürünleri türleri, balıkçı teknelerinin özellikleri ve kullanılan av araçları incelenmiştir. Karasu balıkçılarının yaşı 32-76 arasında değişmektedir, ortalama yaş ise 51'dir. Aşağıdaki Tablo 14-1'den görüleceği üzere 40-49 yaşları arası balıkçılar %35,71 oranı ile birinci sırada, 50-59 yaşları arasındakiler %21,43 oranı ile ikinci sırada, 30-39 ve 60-69 yaşları arasındakiler %17,86 oranı ile üçüncü sırada ve 70-79 yaşları arasında olan iki balıkçı ise %7,14 oranı ile son sırada yer almaktadır.

Tablo 14-1: Karasu balıkçılarının yaş profili

Yaş Grupları	Frekans	Yüzde (%)
30 – 39	5	17.86
40 – 49	10	35.71
50 – 59	6	21.43
60 – 69	5	17.86
70 – 79	2	7.14
Toplam	28	100.00

Tablo 14-2 Karasu balıkçılarının eğitim durumuna dair verileri içermektedir.

Tablo 14-2: Karasu balıkçılarının eğitim durumu

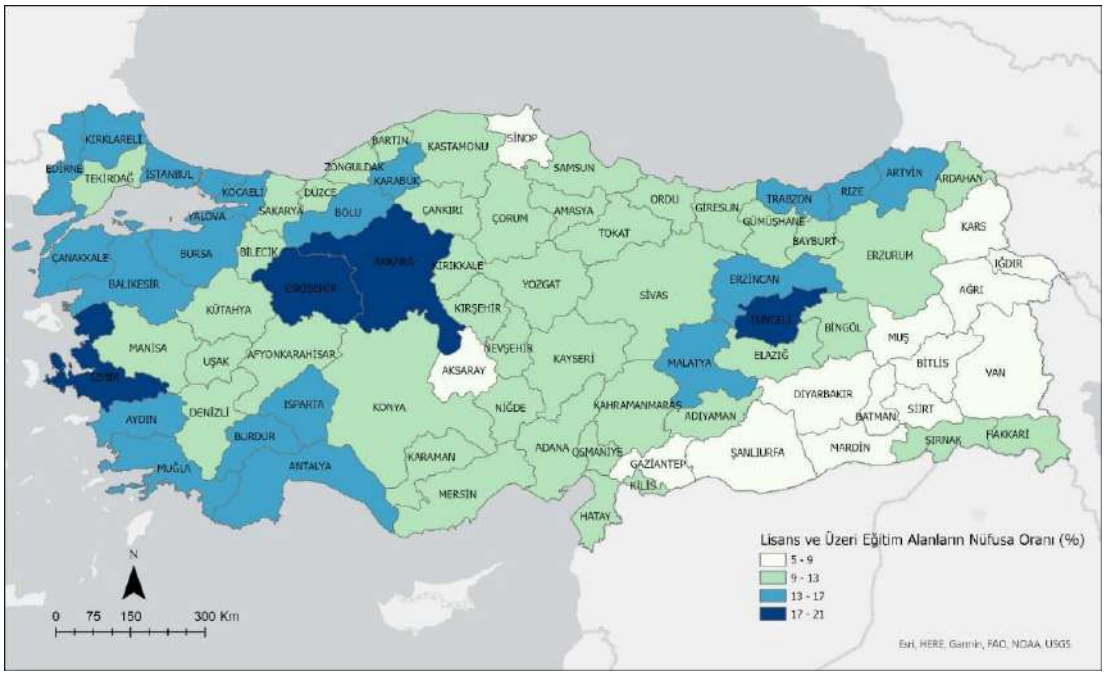
Eğitim Durumu	Frekans	Yüzde (%)
İlkokul	22	78.57
Ortaokul	1	3.57
Lise	4	14.29
Üniversite (Önlisans)	1	3.57
Toplam	28	100.00

Tablo 14-3, Karasu balıkçılarının **eşlerinin** eğitim durumuna dair verileri içermektedir.

Tablo 14-3: Karasu balıkçılarının eşlerinin eğitim durumu

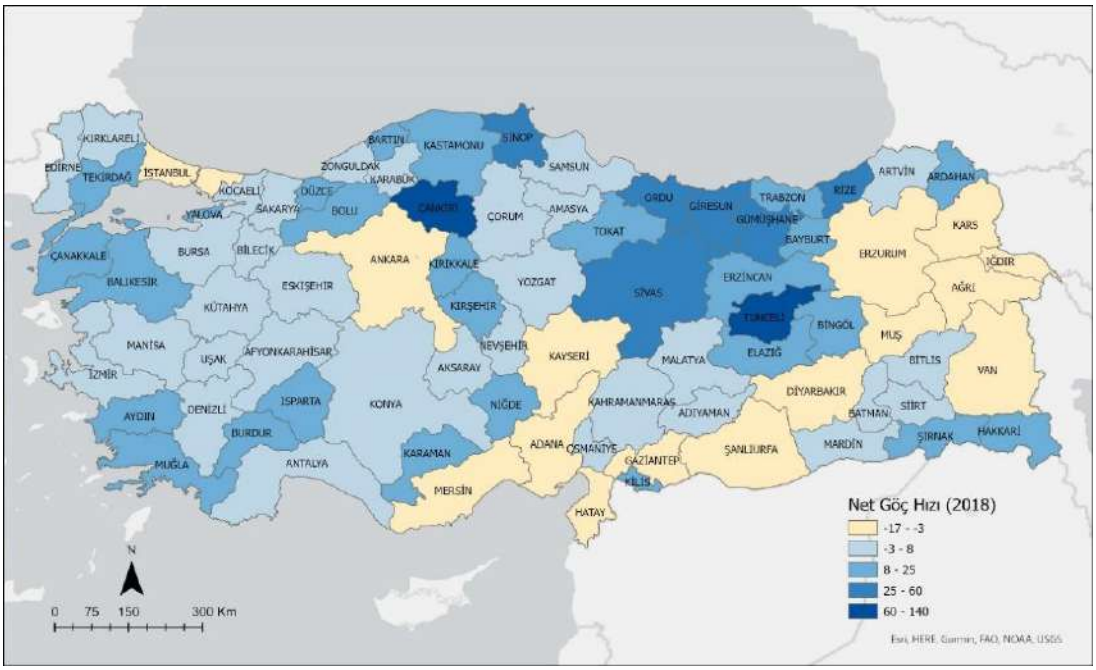
Eğitim Durumu	Frekans	Yüzde (%)
Okuryazar	3	11.54
İlkokul	22	84.62
Üniversite (Ön lisans)	1	3.84
Toplam	26	100.00

Şekil 14-8, Türkiye'de iller itibariyle lisans ve üzeri eğitim alanların nüfusa oranlarını göstermektedir. Buna göre Sakarya ilinde lisans ve üzeri eğitim alanların oranı düşüktür.



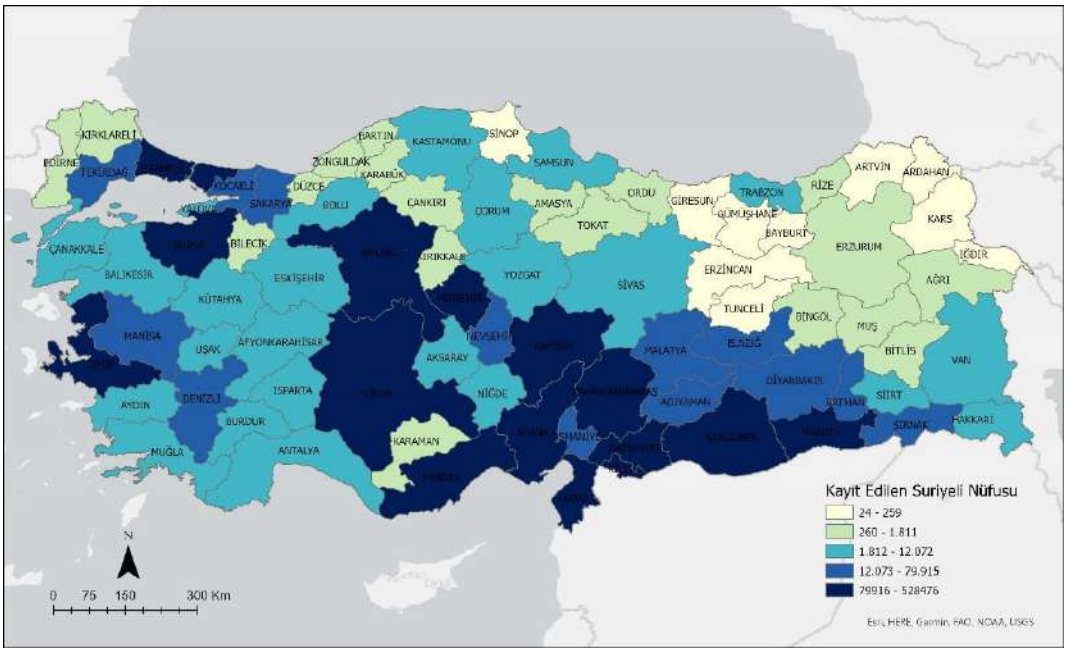
Şekil 14-8: Türkiye'de iller itibariyle lisans ve üzeri eğitim alanların nüfusa oranları (TÜİK, 2018)

Şekil 14-9, Türkiye'de illerin net göç hızını göstermektedir. Haritada Sakarya'da net göç hızının düşük olduğu görülmektedir.



Şekil 14-9: Türkiye'de illerin net göç hızı (TÜİK, 2018)

Error! Reference source not found., Türkiye'de iller itibariyle geçici koruma kapsamında Suriyeli **göçmen** nüfusu gösterilmektedir (T.C. İçişleri Bakanlığı Göç İdaresi Başkanlığı, 2021). Buna göre Sakarya ili yüksek düzeyde Suriyeli göçmen barındırmaktadır.



Şekil 14-10: Türkiye'de iller itibariyle kayıt altında olan Suriyeli göçmen nüfus (TÜİK, 2018)

Sosyal etkilenebilirlikle dolaylı ilgisi bakımından Sakarya'da 'engelli, engelli yakını aylığı' ilgili ilçeler bazında (2012-2021) güncel veriler mevcuttur. **Error! Reference source not found.**'te Sakarya ilçelerinin son beş yıl içinde aldığı engelli ve engelli yakını aylığı sayıları verilmiştir.

Tablo 14-4: İlçelerin Engelli ve Engelli Yakını Aylığı Alma Durumu İlçeler

	2017	2018	2019	2020	2021
Adapazarı	1315	1374	1507	1568	1471
Akyazı	855	881	878	844	529
Arifiye	218	181	195	207	191
Erenler	382	361	395	396	340
Ferizli	144	150	153	152	138
Geyve	375	400	433	439	408
Hendek	502	534	567	532	487
Karapürçek	154	147	140	139	127
Karasu	333	385	415	461	452
Kaynarca	239	227	134	123	110
Kocaali	119	126	133	130	127
Pamukova	214	242	267	280	264
Sapanca	219	208	214	241	222
Serdivan	256	297	329	336	294
Söğütlü	123	134	151	151	139
Taraklı	77	81	80	81	75

Kaynak: Sakarya Valiliği

Sakarya'da **engelli nüfus**un iklim değişikliğinden etkilenebilirliğini analiz etmek için engelli nüfusun sınıflandırılmış (ortopedik engelli, işitme engelli, konuşma engelli ve diğer) ve yaş ve cinsiyete göre ayrıştırılmış verilerin analizinin daha kapsamlı yapılabilmesi için ihtiyaç vardır.

Sosyal etkilenebilirlikle dolaylı ilgisi bakımından Sakarya'da '**sosyal yardımlar**' hakkında ilçeler bazında (2012-2021) güncel veriler mevcuttur. Sakarya'da yerel kamu yönetim aktörlerinin muhtaç toplum kesimlerine yönelik sosyal yardım hizmetlerine (bu hizmetlerin kimlere, hangi içerikle ve il düzeyinde nerelerde verildiği) dair veriler iklim değişikliğinin sosyal etkilerini analiz etmek açısından nispeten baz olabilecektir. **Error! Reference source not found.**'te Sakarya ilçelerinin son beş yıl içinde aldığı sosyal yardımların sayısı verilmiştir.

Tablo 14-5: İlçelerin Sosyal Yardım Alma Durumu

İlçeler	2017	2018	2019	2020	2021
Adapazarı	10.984	10.986	10.320	17.759	13.673
Akyazı	4.416	3.989	3.659	5.751	4.640
Arifiye	1.164	1.156	1.251	2.423	1.953
Erenler	2.204	2.423	2.309	5.372	3.695
Ferizli	944	1.033	942	1.511	1.029
Geyve	2.141	2.184	2.135	2.747	1.735
Hendek	2.715	2.813	2.885	7.068	4.951
Karpürçek	668	651	676	1.349	988
Karasu	2.014	2.277	2.226	7.684	5.109
Kaynarca	771	796	616	938	716
Kocaali	839	903	896	1.892	1.262
Pamukova	1.187	1.368	1.451	3.005	1.693
Sapanca	1.093	1.278	1.294	3.578	1.984
Serdivan	2.117	2.238	2.149	6.269	3.092
Söğütlü	573	576	558	829	628
Taraklı	420	423	410	579	461

Kaynak: Sakarya Valiliği

Sakarya Valiliği verilerine göre ilde 2021 yılı itibariyle 78 sosyal hizmet uzmanı görev yapmaktadır. Bu sayının verileri mevcut olan bazı ilçelere göre dağılımı Tablo 14-6'de verilmiştir. Buna göre Adapazarı ve Arifiye ilçelerinde sosyal hizmet uzmanı sayısının yüksekliği dikkat çekmektedir. Adapazarı ilçesi yıllar itibariyle en çok sosyal yardım alan ilçe olarak dikkat çekmektedir (**Error! Reference source not found.**)

Tablo 14-6: İlçelerde Sosyal Hizmet Uzmanı İstihdamı

İlçeler	2021
Adapazarı	43
Akyazı	6
Arifiye	11
Erenler	4
Geyve	5
Hendek	3
Karasu	6
Toplam	**78**

Kaynak: Sakarya Valiliği

Sosyal hizmet uzmanı istihdamı geçmiş yıl verilerine göre il düzeyinde; 2020'da 77, 2019'da 48, 2018'de 45, 2017'de 20 kişidir.

İlin iklime uyum eylemi amaçları doğrultusunda ne gibi verilerin üretileceği bilgileri sosyal etkilenebilirliği ölçmek açısından önemlidir. Tablo 14-7'da iklim değişikliğinin sosyal etkilenebilirliğinin analizi için gerekli veri ve bilgilerin ele edilebileceği ve/veya üretilebileceği **yerel yetkili kuruluşlar** yer almaktadır.

Tablo 14-7: Sakarya'da iklim değişikliğinin topluma etkileri ile ilgili yerel otoriteler

Belediyeler	Yerel Kamu Kuruluşları
Büyükşehir Belediyesi BB Çevre Koruma ve Kontrol Dairesi Başkanlığı BB Sosyal Hizmetler Dairesi Başkanlığı BB Tarımsal Hizmetler Dairesi Başkanlığı BB Sağlık İşleri Dairesi Başkanlığı BB Muhtarlık İşleri Dairesi Başkanlığı İl/ilçe Fen İşleri Başkanlıkları Müdürlükleri Sakarya Su ve Kanalizasyon İdaresi Genel Müdürlüğü İlçe Belediyeleri Sosyal Destek Hizmetleri Müdürlükleri İlçe Belediyeleri Muhtarlık İşleri Müdürlükleri İlçe Belediyeleri Tarım Hizmetleri Müdürlükleri İlçe Belediyesi Kadın ve Aile Hizmetleri Müdürlüğü Sakarya Büyükşehir Belediyesi Kent Konseyi İlçe B Kent Konseyleri	Valilik Valilik İl Sosyal Etüt ve Proje Müdürlüğü Valilik Açık Kapı Şube Müdürlüğü İlçe Kaymakamlıkları İl ve İlçe Nüfus Müdürlükleri İl Çevre ve Şehircilik Müdürlüğü İl Aile, Çalışma ve Sosyal Hizmetler Müdürlüğü İl Milli Eğitim Müdürlüğü İl Tarım ve Orman Müdürlüğü İl Sosyal Güvenlik Müdürlüğü İl Afet ve Acil Durum Müdürlüğü İlçe Afet ve Acil Durum Yönetim Merkezleri İl Sağlık Müdürlüğü İl Göç İdaresi Müdürlüğü İŞKUR Sakarya İl Müdürlüğü Adapazarı İlçe Sosyal Yardımlaşma ve Dayanışma Vakfı İlçe Afet ve Acil Durum Yönetim Merkezleri İlçe Kaymakamlıkları Türkiye İstatistik Kurumu Kocaeli Bölge Müdürlüğü Meteoroloji İstasyon Müdürlüğü

Sakarya Büyükşehir Belediyesi Kent Konseyinin karar organlarının hemen tamamının erkeklerden oluştuğu görülmektedir (Sakarya Esnaf ve Zanaatkarlar Odası Birliği, t, y.). Bu durum iklim mücadelesi dahil diğer konularda hakkaniyet ve eşitliğin (toplumsal cinsiyet eşitliği ve adil uyum normları açısından) sağlanamadığına bir işarettir. Çalışma kapsamında söz konusu kent konseyinin işlevsel olmadığına dair bilgiler edinilmiştir. İlçelerde de kent konseylerinin varlığı ya da faaliyetleri konusunda hiçbir bilgi edinilememiştir.

14.2.2. Sektörler, Sosyal Etkilenebilirlik

Sakarya'da iklim değişikliği nedeniyle etkileneceği öngörülen sektörler başta tarım (balıkçılık ve diğer) olmak üzere, ekosistemler, biyolojik çeşitlilik ve su kaynakları olmak üzere kentleşme/altyapı, ulaşım, sağlık olmak üzere sıralanabilir.

Sakarya'da iklim değişikliğinin sosyal boyutu kapsamında ele alınan toplum temelli değerlendirmelerde bahse konu sektörlerin tek tek ya da çoklu/bütünleşik etkilenebilirlik değerlendirmelerinin de dikkate alınması önemlidir. Ancak iklim değişikliğinden etkilenen/etkilenecek sektörler nezdinde toplumsal etkilerin genelde dikkate alınmadığı gözlemlenmektedir.

Toplumsal etkilenebilirliğin karmaşıklığı ve analiz edilmesinin zorluğu burada da ortaya çıkmaktadır. Bir sektörün iklim değişikliğine karşı duyarlılığı, o sektörde hayatını idame ettiren toplumları/bireylerin duyarlılığını etkileyebilir.

Sektörel açıdan bakıldığında sıcak hava dalgaları nedeniyle kent merkezlerinde ve yoğun yerleşim alanlarında toplumun yaşam kalitesi ve kentsel altyapı (ulaşım vd.) sektöründe yaşanacak hizmet sorunları nedeniyle toplumun etkilenmesi söz konusudur.

Tarım sektörünün Sakarya'da hem kuraklık hem de deniz suyunun ısınması ve deniz seviyesinin yükselmesi gibi tehlikeler nedeniyle sektördeki insanlar açısından üretim, gıda güvenliği, gelir ve geçim kaynakları etkilenebilecektir.

Su seviyelerindeki ve su sıcaklığındaki değişiklikler ve artan su kıtlığı, geçim kaynakları su ekosistemlerine bağlı olan kırsal nüfusları (örneğin deltalarda yaşayan ve burada geçim kaynağı sağlayanları) etkileyebilecektir.

İl genelinde mal ya da hizmet üreten tüm sektörlerin iklim değişikliğinden etkilenebilirliği üzerinden, bu sektörlerde çalışan toplum kesimlerinin (mevsimlik tarım işçileri, kadın, çocuk vb.) hakkında ayrıntılı verilere ulaşılamamış olmakla beraber, sektörler düzeyinde çalışma hayatı mevcut verileri ile iklim değişikliğinin sosyal boyutu için değerlendirmelere gidilebilir.

İklim değişikliği nedeniyle birçok sektörde ortaya çıkacak olan kaynak kıtlığı, insanların yer değiştirmelerine neden olabilecek ve göç dinamikleri değişebilecektir.

Sakarya göç dinamikleri araştırmaları bu bakışla çeşitlendirilmelidir. Bu çerçevede ildeki sektörel çalışmalar genel olarak incelendiğinde iklim değişikliğinin sektörlere etkilerinin sosyal boyutunu değerlendirmek için araştırma ve veri yetersizliği göze çarpmaktadır. Sektörler nezdinde tekil ve /veya kesişen sosyal etki analizlerine ihtiyaç vardır.

Türkiye'de kentsel bölgeler/iller aşırı nüfus yoğunluğu, güvensiz altyapı, yetersiz planlama, yetersiz yeşil alan sistemleri ve sektörel risk yönetim mekanizmaları gibi nedenlerle iklim değişikliğinin artan afet risklerine karşı daha savunmasızdır.

Bu koşullar Sakarya için benzer olup, illerin iklim değişikliğin karşı sosyal etkilenebilirlik ve risk düzeylerini ayrıca yükseltmektedir.

14.3. Sosyal Kalkınma Sektörü Etkilenebilirlik ve Risk Analizi

Bu bölümde Sakarya'da iklim değişikliğinin topluma olan etkileri ve risklerini analiz etmek amacıyla aşağıda sunulan etki zinciri ile ilk olarak mevcut ve gelecek dönemde il geneli için çok önemli bir risk olacağı öngörülen sıcak hava dalgaları tehlike bileşeni olarak ele alınmıştır.

14.3.1. Sıcak Hava Dalgası Riski

Etkilenebilirlik ve risk analizi metodolojisine göre, Sakarya'da risk bileşenlerini sosyal açıdan sıcak hava dalgaları riskine açık faktörleri tanımlayan maruziyet bileşeni ve sırasıyla bu tehlikeden etkilenebilir hassas toplumsal unsurlar (duyarlılık) ve toplumun mevcut ve muhtemel risklere karşı uyum sağlama kapasitelerini (uyum Kapasitesi) yansıtan etkenlerle etki zinciri şeması hazırlanmıştır.[32]

Sakarya'da il düzeyinde sıcak hava dalgaları dolayısıyla oluşacak tehlikelerin sosyal kalkınma boyutu ile bir arada nasıl ele alınabileceği Şekil 14-11'deki etki zincirinde genel olarak değerlendirilmiştir. İl düzeyinde olduğu gibi ilçeler düzeyinde de iklim duyarlılığını tespit etmek, iklim değişikliğine karşı riski azaltmak ve uyum kapasitesini artırmak için sosyal kalkınma unsurları önemli belirleyicilerdir. Risk analizlerinde kullanılan göstergeler, göstergelerin ait olduğu kurum bilgisi ve her bir göstergenin risk analizindeki ağırlıkları EK-01 bölümünde sunulmuştur.

TEHLİKE		MARUZİYET	ETKİLENEBİLİRLİK		RİSK
İklim Sinyali	İklim Etkisi		Duyarlılık	Uyum Kapasitesi	
Ortalama sıcaklık artışı	Ardışık sıcak gün sayısında artış	0-14 yaş çocuk nüfus oranı	Nüfus artış hızı	Sosyo-Ekonomik Gelişmişlik Endeksi skoru	Kentsel altyapılarda bozulma
Aşırı sıcak gün sayısında artış	Sıcak hava dalgası	Nüfus yoğunluğu	Sürekli ve süreksiz şehir alanları oranı	Rekreasyon ve park alanları oranı	Su kıtlığı
		65 yaş üstü yaşlı nüfus oranı*	Sosyal yardım alanların oranı	Karışık orman alanları oranı	Halk sağlığının bozulması
		Balıkçılıkla geçinen nüfus oranı*	Göçmen nüfus oranı	Sosyal hizmetler uzmanı sayısı	Hava kalitesinde bozulma
		Su kaynaklarına bağlı geçinen nüfus oranı*	Okuma yazma bilmeyen ve bilen ama okul bitirmemişlerin 6+ yaş nüfus oranı	Engelli ve engelli yakını aylığı alanların sayısı	Rekreasyon ve park alanlarının çoraklaşması
		Tarımla geçinen nüfus oranı*	Düşük gelir düzeyi oranı	Faal dernek sayısı*	Orman tahsisleri nedeniyle geçim sıkıntısı
		Mevsimlik tarım işçileri*	Kentsel gelişme eğilimi	Lise ve üzeri eğitim alan nüfus oranı	Kentsel ısı adası etkisi nedeniyle yaşanacak sağlık sorunları
			Doğal kaynaklara bağımlı nüfus oranı*	İlçelerdeki İklim Eylem Planı durumu*	Gelir istikrarsızlığı
			Delta biyoçeşitliliğiyle geçinen nüfus oranı*	Erken uyarı sistemlerinin ulaştığı nüfus*	İş kaybı
				İnsani Gelişmişlik Endeksi*	Göç zorunluluğu
				Kooperatif sayısı*	Genç işsizlik
				Orman alanları oranı*	Kadın işsizlik

[32] "Duyarlılık" ve "Uyum Kapasitesi" bileşenlerini karşılıklı etkileşim içinde "Etkilenebilirlik" başlığı altında değerlendirmek metodolojinin bir parçasıdır.

Şekil 14-11: Etki Zinciri: Sosyal Kalkınma Sektörü ve Sıcak Hava Dalgası İlişkisi

** sembolü ile risk analizlerinde kullanılmayan göstergeler belirtilmiştir.*

Bu çerçevede Sakarya'nın ilçelerinin sosyal kalkınma unsurları ile etki zincirindeki süreç bileşenleri (maruziyet, duyarlılık ve uyum kapasitesi) ağırlıklandırılıp, analiz sonuçları ilçeler düzeyinde haritalandırılmıştır. Her ilçe için bu bileşenlerdeki göstergeler üzerinden değerlendirme yapılmıştır. Değerlendirmede sosyal kalkınma bulgularının yeterince somut olmaması düşüncesiyle etkilenme derecelerinin tümü ele alınmamış, ilk üç kademe olan çok yüksek, yüksek, orta üzerinde daha çok durulmuştur.

Sakarya'da toplumun ilçelere göre farklı düzeylerdeki maruziyet seviyeleri Şekil 14-12 ile gösterilmektedir. İlde ilçe düzeyi nüfus yoğunluğu, tarım (mevsimlik işçilik dahil) ve su kaynaklarına bağlı geçinen nüfus, yeşil alanlar gibi göstergelere göre analiz edilen maruziyet durumuna bakıldığında, Adapazarı ve Serdivan ilçelerinin **en yüksek** maruziyet seviyesinde olduğu görülmektedir. Adapazarı'nda yoğun şehirleşme ve nüfusun artıyor olması (ayrıca Suriyeli göçmenlerin çokluğu) maruziyetin çok yüksek düzeyde olmasına neden olmaktadır. Serdivan ve Adapazarı diğer ilçelerle karşılaştırıldığında sırasıyla en yüksek nüfus yoğunluğuna sahip ilçelerdir. Arifiye ve Erenler ilçelerinin maruziyeti ise **yüksek** seviyededir. Her iki ilçede hem nüfus artış hızı hem de 14 yaş altı nüfusun ilçe nüfusuna oranı diğer ilçelerle kıyaslandığında yüksektir.



Şekil 14-12: Sosyal Kalkınma Sektörü Maruziyet Haritası



Şekil 14-13: Sosyal Kalkınma Sektörü Duyarlılık Haritası

Sakarya'da ilçelerin sosyal kalkınma boyutunda analiz edilen duyarlılık seviyeleri Şekil 14-13 ile verilmiştir. Buna göre Adapazarı ve Taraklı ilçelerinin **en yüksek** duyarlılığa sahip olduğu tespit edilmiştir. Adapazarı'nın nüfusu artmaya ve dış göçmen almaya devam etmekte olup, nüfus yoğunluğu yüksektir. Taraklı ilçesinde nüfusun yoğunluğu düşük olmakla beraber, 65 yaş üstü nüfus diğer ilçelere göre çok yüksektir. Taraklı'da sosyal yardım alan nüfus da çok yüksektir, bu durum yoksulluk ve iklime duyarlılık bağının kurulması açısından ayrıca değerlendirilmelidir. SES (Sosyo-Ekonomik Statü) Analizi sınıflandırması C+D Grubu göstergeleri ile (örneğin D Grubu: %70'i ilkokul mezunu) analiz edilen duyarlılık durumuna bakıldığında, Taraklı'nın yüksek duyarlılık seviyesinde olduğu görülmektedir.

Sakarya'da toplumun **yüksek** seviyede duyarlı olduğu ilçeler Karasu, Geyve, Akyazı ve Karapürçek ilçeleridir. Bu ilçelerde nüfus artış hızı yüksektir. Bu ilçelerin SES ve C+D Grubu göstergelerine göre zayıf değerlere sahip olması duyarlılıklarını yükseltmektedir. Bu ilçeler eğitim durumu göstergeleri ile analiz edildiğinde orta ve altı değerlerle duyarlılığa sahip oldukları görülmektedir. Hendek, Ferizli, Söğütlü, Sapanca ve Pamukova ilçeleri **orta** derecede duyarlılığa sahip ilçelerdir. Bu ilçelerin SES sınıflandırması işgücü durumu göstergeleri (Örneğin düşük ve düzensiz gelir grubuna sahip, çoğunlukla parça başı çalışan işçilerin oranı yüksek) ile analiz edildiğinde orta (ve nispeten üstü) duyarlılık seviyelerinde oldukları tespit edilmiştir.

İklim değişikliği nedeniyle yaşanacak sıcak hava dalgalarına uyum sağlama kapasitesi açısından bakıldığında Sakarya'da **çok yüksek** yanıt verme yeteneği olan tek ilçe Adapazarı'dır (Şekil 14-14). Bu ilçenin nüfus yoğunluğu ve artış hızı yüksek olmakla beraber, SEGE skoru, nüfusun eğitim durumu, sosyal yardım altyapısının (sosyal hizmet uzmanı sayısının olması vb.) güçlü olması, sivil toplum kuruluşlarının çokluğu gibi sosyal kalkınmayı olumlu yönde destekleyici göstergelere bakıldığında bu sonuç şaşırtıcı görünmemektedir. Akyazı'da ise uyum kapasitesi **orta** seviyededir. Akyazı, Geyve ilçesinden sonra en çok orman alanına sahip ilçedir. Bu durum yutak alan hesaplamalarında uyum kapasitesini olumlu etkileyen faktörlerdendir.

Sakarya'da ilçelerin sosyal kalkınma boyutunda duyarlılık ve uyum kapasitesi bileşenleri ile analiz edilen etkilenebilirlik seviyeleri Şekil 14-15 ile verilmiştir. İlçelerde yaşayan bireylerin/toplumların iklim değişikliğinden kaynaklanan aşırı sıcaklar nedeniyle mevcut ya da potansiyel zararlara karşı güçlü olması etkilenebilirliklerine de olumlu yansıyacaktır. Uyum kapasitelerinin bu anlamda gelişmiş olması toplumsal duyarlılık faktörlerine (şehir yapısı, okuma yazma durumu, nüfus artış hızı, sosyal yardım alan nüfus, göçmen nüfusu vb.) bağlıdır.



Şekil 14-14: Sosyal Kalkınma Sektörü Uyum Kapasitesi Haritası



Şekil 14-15: Sosyal Kalkınma Sektörü Etkilenebilirlik Haritası

Sakarya'da ilçelerin etkilenebilirlik analizine bakıldığında, tek bir ilçe **çok yüksek** derecede etkilenmiştir. Bu ilçe Taraklı'dır. Taraklı ilçesinin en yüksek derecede duyarlılığa sahip olduğu (Şekil 14-13) dikkate alındığında bu tespit şaşırtıcı değildir. İlçeye ait uyum kapasitesi göstergelerine bakıldığında da aynı durum söz konusu olup, SEGE skorunun "-0,54" ile il genelinde en düşük değere sahip olması, kentsel

yeşil alan değerlerinin yok denecek düzeyde olması, sosyal hizmet uzmanının olmaması, engelli aylığı alan kişi olmaması gibi faktörler bu durumu doğrulamaktadır.

Sosyal etkilenebilirlik analizine göre Karasu ilçesinin **yüksek** derecede etkilendiği tespit edilmiştir. Karasu nüfus artış hız yüksek olan bir ilçedir. Bu durum duyarlılığını arttıran bir faktördür. Karasu SEGE skoru düşük olan ve sosyal hizmet alma açısından diğer ilçelere göre oldukça şansız bir ilçedir. Yine savunmasız toplum kesimlerinden olan engelli nüfusun çokluğuna işaret eden engelli aylığı alan kişi sayısı göstergesi ile analiz edilen etkilenebilirlik durumuna bakıldığında Karasu'nun etkilenebilirlik seviyesinin yüksek olduğu görülmektedir. Ferizli, Söğütlü, Geyve ve Pamukova ilçeleri **orta** derecede sıcak hava dalgalarından etkilenen ilçeler olarak tanımlanmıştır. Bu ilçelerin genel olarak duyarlılıkları yüksektir. Uyum kapasitesi göstergeleri açısından bakıldığında Ferizli rekreasyon ve park alanları oranı açısından yüksek değerlere sahip olup, Geyve'de karışık orman alanları fazladır. Bu durum ormancılık sektöründen geçinen Sakaryalılara avantaj sağlamaktadır.

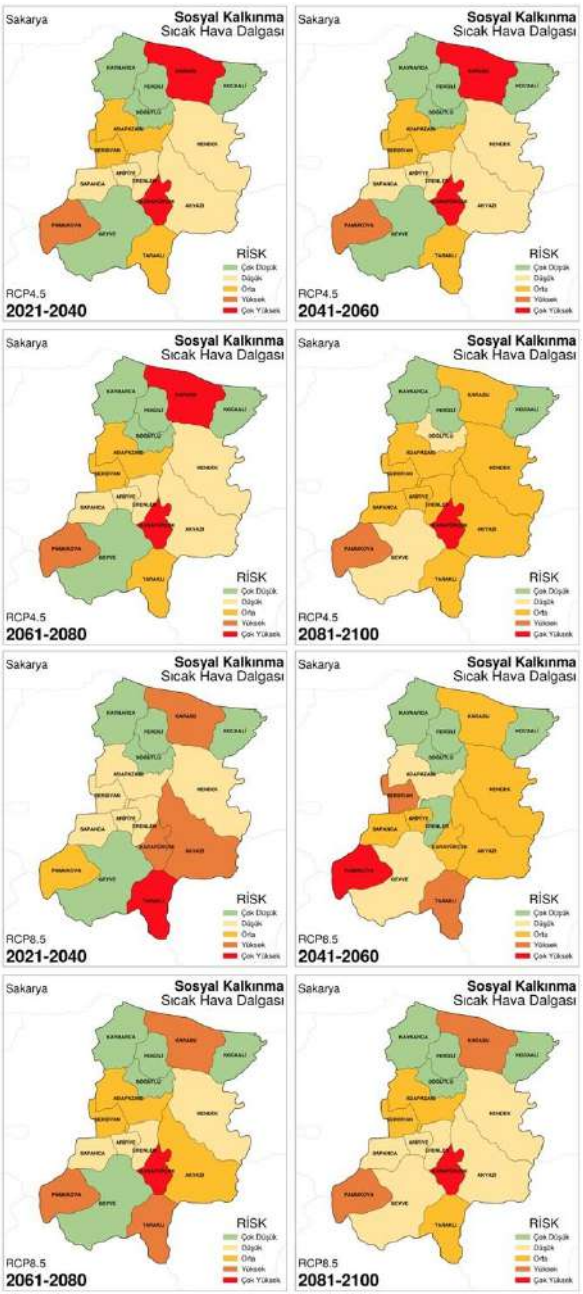
Tüm bileşenler bir arada değerlendirilerek risk analizi yapılmıştır. Elde edilen risk haritası Şekil 14-16 ile sunulmaktadır. Sakarya'da 1990-2019 döneminde sosyal kalkınma açısından sıcak hava dalgası riski **en yüksek** olan ilçe Karasu ilçesidir. Etkilenebilirliği yüksek seviyede olan Karasu, uyum kapasitesi açısından SEGE skoru düşük, orman alanları az, yeşil alanları çok az, sosyal yardımlardan yeterli düzeyde yararlanamayan, dolayısıyla sosyal hizmet uzmanı olmayan, aynı zamanda sivil toplum kuruluşları az olan bir ilçedir.



Şekil 14-16: Sosyal Kalkınma Sektörü Mevcut Dönem Sıcak Hava Dalgası Risk Haritası

Bu çalışmada **Sakarya**'da farklı **iklim senaryoları** (RCP4.5 iyimser, RCP8.5 kötümser senaryo) doğrultusunda, 2021-2100 gelecek dönemi için öngörülen **sıcak hava dalgası** tehlikesi ile gelecek dönem risk analizi yapılmıştır. Her ilçe için gelecekteki iklim tehlikeleri, mevcut sosyal kalkınma unsurlarına dair veriler ile çakıştırılarak toplumun etkilenebilirliği için risk analizleri yapılmış. Böylece iyimser ve kötümser senaryolara göre ilçelerdeki çeşitli toplum kesimlerini n(örneğin tarımla geçinen, su kaynaklarına bağımlı, kent merkezlerindeki yoğun nüfus, sosyo-ekonomik gelişmişlik düzeyi düşük, yoksul, engelli, yaşlı nüfus, göçmenler, kadınlar, çocuklar vb.) ne ölçüde etkileneceği üzerine bir fikir edinilmiştir. İlçelerde bu bulgular üzerinden oluşturulan risk haritaları Şekil 14-17 ile verilmiştir.

Elde edilen sonuçlara göre, RCP4.5 iyimser senaryosuna göre 2100 itibariyle Karapürçek ilçesinde **çok yüksek**; Pamukova'da **yüksek**, Karasu, Hendek, Adapazarı, Akyazı, Serdivan, Arifiye, Erenler, Sapanca ve Taraklı ilçelerinde **orta** derecede toplumsal açıdan sıcak hava dalgası **risk**i oluşacağı öngörülmektedir. RCP8.5 kötümser senaryosuna göre 2100 itibariyle, Karapürçek ilçesinde **çok yüksek**; Pamukova ve Karasu'da **yüksek** ve Adapazarı, Serdivan ve Taraklı ilçelerinde ise **orta** derecede **risk** oluşturacağı öngörülmektedir.



Şekil 14-17: RCP4.5 ve RCP8.5 Senaryolarına göre Gelecek Dönem Sosyal Kalkınma Sektörü Risk Haritaları

İklim çalışmalarında çeşitli nedenlerden (doğal değişkenlik, model kısıtlamaları vb.) dolayı belirsizlikler vardır. Belirsizlik kaynaklarının nedenlerinden biri de **sosyal kalkınma** faktörüdür. Sakarya ili ve ilçelerinde sosyo-ekonomik, demografik durum vb. çalışmalarında (gözlemlenen ve öngörülen sosyal verilerde) iklim değişikliğinin gelecekte Sakaryalılara olası etkilerinin henüz dikkate alınmıyor olması da

belirsizlik faktörlerindendir. Doğrudan iklim ile ilgili olmayan bu sosyal belirleyicilerin (gelir adaletsizliği, toplumsal cinsiyet eşitliliği, hakkaniyet vb.) gelecekteki durumu ve gelişimi, iklim değişikliğinin Sakarya'da yaşayan insanları başlangıçta dolaylı etkiler gibi görünse de, nasıl doğrudan etkilediğini görme ihtiyacı saklı tutulmalıdır.

14.4. Sosyal Etkilenebilirlik Eylem Alanları

Yukarıda Sakarya ilinde iklim değişikliği etki zincirindeki bileşenler ve bu bileşenleri etkileyen göstergeler üzerinden ilçeler düzeyinde haritalandırılan mevcut ve geleceğe dair, aşırı sıcak hava dalgaları üzerinden yapılan etkilenebilirlik ve risk analizlerinin bilimsel tabanda güvenilir yapılmasını sağlamak, sosyal boyutu kriz yönetimi yaklaşımından ziyade risk yönetimi yaklaşımı açısından ele almak, ihtiyaç duyulan veriyi üretmek, var olanların güncelliğini, güvenilirliğini ve kalitesini kritik etmek için atılacak öncelikli adımlar sırasıyla aşağıda verilmiştir:

- İl bütününün ve ilçelerin nüfus verilerinin öngörülen etkilenebilirliği yüksek ve baş etme/uyum sağlama kapasitesi düşük olma niteliklerine göre, yaş, cinsiyet, savunmasız gruplar vb. olarak sınıflandırılarak derlenmesi, mevcut değilse üretilmesi
- Niteliklerine göre sınıflandırılmış demografik verilerin yerleşim yeri bazında (il/ilçeler/mahalle sınırları düzeyinde) mekansallaştırma çalışmalarının yapılması, Bunun için savunmasız nüfus kategorilerinin Mekânsal Adres Kayıt Sistemi'ne (MAKS) entegrasyon uygulamaları çerçevesinde yerleşim yerleri baz alınarak istatistiklerinin üretilmesi, ilde Coğrafi Bilgi Sistemine sahip yerel kamu kurumlar var ise, bu kurumların verileri ile entegrasyonun sağlanması
- İlde/ilçelerde iklim değişikliğinden etkilenebilirliği yüksek olması muhtemel toplum kesimlerinin yaşadığı alanların arazi kullanım verileri ile coğrafi olarak çakıştırılması
- İlin farklı iklim değişikliğinin etkilerinin (ve gelecek için zamansal değişimlerin) neden olduğu iklimsel tehlikelerin (aşırı sıcak hava dalgalarının merkezlerde kent ısı adasına kırsalda tarım, gıda orman vb. sektörlerine) uzaktan algılama yöntemleri ve iklim modelleri ile uzun vadeli projekte edilmesi ve varsa (çalışma kapsamında elde edilen tüm veriler/bilgiler rapora yansıtılmıştır.) ulusal/bölgesel ve yerel ölçeklerde mevcut bilimsel verilerin, savunmasız toplum kesimlerinin mekânsal verileriyle çakıştırılarak iklim değişikliği sonuçlarından toplumsal etkilenebilirliğinin mekânsal haritalarının oluşturulması.

Bu değerlendirmeler ışığında Sakarya'da iklim değişikliğinden kaynaklanan sosyal etkilerinin analiz edilerek ölçülmesinin iç içe geçmiş bir alan olduğu gerçeği dikkate alındığında; eylemlerin mevcut bulgular ışığında önceliklerle ilerlenerek tespit edilmesinin faydalı olacağı düşünülmektedir. Analiz süreci ve geleceğe dair öngörüler doğrultusunda Sakarya'da iklim değişikliğinin toplumu etkileyen tehlike risklerinin belirlenmesi için en başta kavramsal olarak yumuşak uyum eylemlerinin (yasal, yönetsel, politika ve planlama düzenlemeleri vb.) öne çıkacağı değerlendirilmektedir. Bu çerçevede bazı eylem önerileri aşağıda verilmiştir:

- İlgili il (varsa ilçe) düzeyi güncel politika belgelerinin iklim değişikliğinin sosyal etkilenebilirlik yaklaşımı dahil edilerek revize edilmesi,
- Özellikle kent merkezlerinde yaşayan (ilçeler dahil) engelli (hangi engeli olduğu) nüfusun, cinsiyet sınıflandırılması ile mekânsal verilerinin üretilmesi, Örnek olarak kent merkezlerinde yaşayan (ilçeler dahil) *fiziki engelli* nüfusun cinsiyet sınıflandırılması ile birlikte mekânsal verilerinin üretimi ve CBS uygulamaları kullanılarak iklim tehlikeleriyle çakışan örnek bir vaka çalışmasının yapılması,
- İçişleri Bakanlığı Nüfus ve Vatandaşlık İşleri Genel Müdürlüğü tarafından yürütülmekte olan "Mekansal Adres Kayıt Sistemi (MAKS) Veri Üretimi ve Yaygınlaştırma Projesi" kapsamında Sakarya Valiliği'nin MAKS çalışmalarının iklim değişikliğinin sosyal boyutu için ihtiyaç duyulacak demografik veriler ile bağının kurulması çalışması,

- Yerel kamu kurumlarının sosyal etkilenebilirliğin tespitine aracılık edebilecek sosyal koruma mekanizmalarının/programlarının ve hizmetlerinin iklim değişikliği ile savaşım bağlamında incelenmesi,
- İldeki/ilçelerdeki mevcut sosyal yardım hizmetlerin iklime uyum eylemi ile bağdaştırılması ve mevcut sosyal verilerin uygunluğu halinde kullanılabilmesini teminen "Sakarya İklime Uyum Stratejisi ve Eylem Planı" hazırlık sürecinde yerel kurumların (Büyükşehir belediyeleri ve ilçe belediyeleri sosyal hizmet birimleri, aile ve sosyal hizmetleri il müdürlükleri, AFAD il müdürlükleri, ilçe afet yönetim merkezleri, il/ilçe insan hakları kurulu, kaymakamlıklar, muhtarlıklar, işlevselliği güçlü ilçe kent konseyleri, STK'lar, sendikalar, yerel üniversitelerin ilgili fakülte/birimleri vb.) bir araya geleceği ilk aşamada geçici bir yerel iklim değişikliği ve sosyal kalkınma komisyonunun kurulması,
- Sosyo-mekansal yaklaşımlarla, ilçe/mahalle düzeyinde hanelerin geçim kaynakları, refah düzeyi ve yaşam kalitesi profillerine göre coğrafi ve kültürel anlamda sınırlandırılmış/belirlenmiş alanların iklim değişikliğine karşı savunmasızlık ve dayanıklılık unsurları çerçevesinde incelenmesine zemin oluşturacak araştırmaların yapılması,
- Her ne kadar bazı ilçelerin iklim değişikliğinden etkilenebilirlik ve risk düzeyleri "düşük" ya da "çok düşük" derecede hesaplansa da geleceğe dair planlamalarda sosyo-ekonomik yapının iklim tehlikeleriyle bağlamını iyi kurgulamak açısından bu ilçeler için ayrıntılı sosyal etkilenebilirilk araştırmalarının yapılması (Örneğin balıkçılıkla geçinen ilçeler/mahalleler için),
- Büyükşehir ve ilçe belediyeleri, valilik ve ilçe mülki amirlikleri (kaymakamlıklar) başta olmak üzere diğer paydaşların sosyal kalkınma ile ilgili iç kurumsal yapılarının amaca yönelik olarak yönetsel yetki ve sorumluluklarının incelenmesi,
- Temel misyonu yerel kamu kurumları ve vatandaşlar arasında bağlantı yolları öngörmek, sivil toplum kuruluşları, meslek örgütleri, savunmasız kesimleri ve diğer paydaşları bir araya getirmek ve belediyelerin (BB + ilçe belediyeleri ölçeğinde) karar alma sürecine katkıda bulunmak olan kent konseylerinin, Sakarya'da iklim değişikliğinin sosyal boyutunu doğrudan ele alan ve konseylerin iklim değişikliği ile mücadele yaklaşımı ile işlevselliğini güçlendirecek çalışmaların yapılması,
- İklim değişikliğinin önemli bir sosyal belirleyicisi olan toplumsal cinsiyet eşitliği ile ilgili verilerin temini ve /veya üretilmesi için araştırmaların yapılması,
- Büyükşehir, ilçe belediyeleri ve mülki amirlikler (valilik, kaymakamlıklar) olmak üzere ildeki diğer yerel paydaşların halka sundukları hizmet alanlarının (sosyal koruma hizmetleri, afet risklerini önleme) iklim tehlikeleri bağlamında bir envanterinin çıkarılması,
- Kentsel altyapının yetersiz olduğu bölgelerde oturan insanların genelde yoksul kesimler olduğu değerlendirilerek büyükşehir belediyesinin ve ilçe belediyelerinin fen işleri başkanlıkları/müdürlükleri tarafından yenilenmesi gereken kritik kentsel alt yapı bölgelerinin/ mahallerinin envanterinin çıkarılması,
- Kent merkezlerinde yaşayan (ilçeler dahil) yaşlı nüfusun cinsiyet sınıflandırılması ile birlikte mekânsal verilerin üretimi ve CBS uygulamaları kullanılarak aşırı sıcak hava dalgaları tehlikesiyle çakışan örnek bir vaka çalışmasının yapılması,
- Yerel yönetimler tarafından iklim değişikliğinin sosyal boyutunun kapsamlı bir planlama anlayışıyla özyönetim süreçlerine dahil edilmesi için hukuki, idari vb. araçlar geliştirilmesi ve uygulama pratiklerinin raporlanması,
- Mikro ölçekte etki, etkilenebilirlik ve risk analizlerinin önemine binaen, ilçeler iklim modelleri çıktıların sosyo-mekansal düzeye indirgenmesi için bir ilçede pilot bir çalışmanın yapılması, (İklim modellemelerinden üretilen aşırı sıcaklık vb. tehlike verilerinin, mekânsal yoksulluk vb. toplumsal verilerle çakıştırılması/ilişkilendirilmesi)
- İlde arazi örtüsü verileri kullanılarak iklim değişikliğine hassas olan ekosistemlere ve doğal kaynaklara bağımlı olan nüfus kesiminin yaş, cinsiyet, göçmen sınıflandırılması yapılarak araştırılması ve bu meyanda mekânsal haritalarının oluşturulması,

- İl ve ilçeler düzeyinde mevcut sosyal kalkınma parametrelerinin (SEGE, SKA, İnsani Gelişmişlik Endeksi[33] vb.) iklim değişikliği risklerine entegre edilmesi amacıyla sistematik bir çalışmanın yapılması,
- İklim tehlikeleriyle başa çıkmak için mevcut sosyal ağların önemine binaen il ve ilçeleri düzeyinde mevcut toplumsal gönüllü oluşumların (örneğin varsa yerel göçmen ağları) varlığı/ilgi alanları konusunda bir araştırma yapılması,

14.4.1. Sektörlerde sosyal etkilenebilirlik analizi için bazı eylem alanları:

- Sakarya'da iklim değişikliğinin çeşitli sektörler nezdindeki etkilerinin topluma yansımaları ile ilgili araştırmaların yetersizliği dikkate alınarak, il ve ilçeler düzeyinde iklim değişikliği nedeniyle toplumun en çok hangi sektörlerde (turizm, tarım, hayvancılık, turizm, ekosistem, afet, sağlık ve diğer) etkileneceğine dair karşılaştırılmalı bir ön araştırmanın yapılması
- Sektörel politikalar ile sosyal etkilenebilirlik arasındaki bağların kurulması için ön çalışmalar (savunmasız gruplar olarak değerlendirilebilecek çiftçi nüfusunun; mevsimlik işçiler (kadın, genç kız, çocuk) ya da kadın tarım işçileri ya da orman köylülerinin tarım ile uğraşan kesimi olabilir) yetiştirdikleri tarımsal ürünler ve bu ürünlerin iklimden etkilenebilirliğini değerlendiren bir envanter çalışması gibi,
- Gelecekte adil geçiş ve adil uyum şartlarının oluşturulması amacıyla sektörel çeşitliliği dikkate alan (enerji, tarım, turizm, ulaştırma, sağlık vd.) verilerin üretilmesi için araştırmaların teşvik edilmesi,
- İklim değişikliğinin sektörel etkileri, dayanıklılık ve uyum sağlama konularında toplumun ilgili kesimlerine eğitimlerin verilmesi[34] ,
- Sakarya'da iklim değişikliği nedeniyle toplumun en çok hangi sektörlerde (turizm, tarım, gıda, balıkçılık, ekosistem hizmetleri ve diğer) etkileneceğine dair karşılaştırılmalı bir araştırmanın yapılması (sektörlerin iklim değişikliğinin sosyal boyutunu ele alma içeriği, sosyal etki değerlendirmesi üzerine çalışmalar, sektörlere özgü mevcut rehber ve araçlarda sosyal boyut taraması vb.) ,
- İlde çeşitli sektörlere dair büyük ölçekli ve uluslararası kredili yatırımlar için yapılması gereken 'sosyal etki değerlendirmesi' çalışmalarını iklim değişikliğinin sosyal etkilenebilirliği yaklaşımı açısından raporlanması.

Sakarya'da toplumun iklim değişikliğinden etkilenebilirliği ve riskler ile ilgili eylemlerin maliyet hesaplamalarının yapılmasının henüz erken olduğu düşünülmektedir. Türkiye'nin diğer illerinde olduğu gibi Sakarya için il ve ilçe genelinde muhtaç ve savunmasız kesimlere yapılan sosyal yardımların maliyet bilgileri istatistiki ve güncel olsa da, söz konusu kesimlere yapılan bu yardımların iklim değişikliğinin sosyal etkilenebilirliği bağlamında destek olarak anlaşılması için risk yönetimi yaklaşımlarıyla etkinleştirilmesi gerekir.

[33] Türkiye Ekonomi Politikaları Araştırma Vakfı (TEPAV), Birleşmiş Milletler Kalkınma Programı'nın (UNDP) 2020 yılı İnsani Gelişme Raporuna göre Sakarya Ankara, İstanbul, Kocaeli, Antalya, İzmir'den sonra 6. Sırada yer almaktadır.

[34] Sektörler nezdinde uyum sağlama önlemleri genelde toplum kesimlerinin iklim değişikliğinin olumsuz etkilerine maruz kalmalarını ve etkilenebilirliklerini azaltacağından, uyum sağlama tedbirlerinden olarak toplumun eğitim düzeyinin ilgili sektörel alanlarda güçlendirilmesi, onların duyarlılığını azaltabilir. Örneğin, tarımda su tasarrufu sağlayan damla sulama sistemleri, basınçlı sulama vb. teknikleri hakkında çiftçilere eğitimler verilerek çiftçilerin duyarlılığı azaltılabilir, tarımda su kaynaklarının iklim dostu yönetimi hakkında verilecek eğitimlerle de çiftçilerin uygulama kapasitesi artırılabilir.

KAYNAKÇA: BÖLÜM 14

European Environment Agency. (2018). Corine Land Cover. CLC 2018: https://land.copernicus.eu/pan-european/corine-land-cover/clc2018 adresinden alındı.

T.C. İçişleri Bakanlığı Göç İdaresi Başkanlığı. (2021, Kasım). T.C. İçişleri Bakanlığı Göç İdaresi Başkanlığı. Geçici Koruma: https://www.goc.gov.tr/gecici-koruma5638 adresinden alındı

Sakarya Büyükşehir Belediyesi. (2019). Sakarya Büyükşehir Belediyesi Sürdürülebilir Enerji Eylem Planı. https://samek.sakarya.bel.tr/uploads/stratejik/SlME5OSTDp.pdf adresinden alındı.

Sakarya Büyükşehir Belediyesi. (2019). Sakarya Büyükşehir Belediyesi Stratejik Planı (2020-2024). https://www.sakarya.bel.tr/uploads/stratejik/Kki37LN1A5.pdf adresinden alındı.

Sakarya Esnaf ve Zanaatkarlar Odası Birliği. (n.d.). Sakarya Kent Konseyi 3. Olağan Genel Kurulu. Retrieved from Sakarya Esnaf ve Zanaatkarlar Odası Birliği: https://www.sesob.org.tr/sakarya-kent-konseyi-3-olagan-genel-kurulu.html

SESAM. (2020). Sakarya'nın Sosyo-Ekonomik Analizi (IV) (2017-2018 Dönemi). Sakarya Üniversitesi. https://sesam.sakarya.edu.tr/sites/sesam.sakarya.edu.tr/file/sakaryanin_sosyo_ekonomik_analizi_4.pdf adresinden alındı.

T.C. Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı Kalkınma Ajansları Genel Müdürlüğü. (2019). İlçelerin Sosyo-Ekonomik Gelişmişlik Sıralaması Araştırması. https://www.bebka.org.tr/admin/datas/sayfas/89/lce-sege-2017_1598265107.pdf adresinden alındı.

Türkiye Ekonomi Araştırmaları Politikaları Araştırma Vakfı. (2020, Aralık). 81 İlde İnsani Gelişme Endeksi ve Türkiye'nin 2020 Küresel Performansı. TEPAV: https://www.tepav.org.tr/tr/yayin/s/1564 adresinden alındı

Uzmanoğlu, S., Soylu, M. Karasu (2006). Karasu (Sakarya) Bölgesi Deniz Balıkçılarının Sosyo-Ekonomik Yapısı. İstanbul E.Ü Su Ürünleri Dergisi 23, 515-518. http://www.egejfas.org/tr/download/article-file/57770 adresinden alındı.

15. SONUÇ VE DEĞERLENDİRME

Çalışma kapsamında yapılan etkilenebilirlik ve risk analizleri, IPCC'nin 5. Değerlendirme Raporu'nda sunulmuş olan risk çerçevesi kullanılarak hazırlanmıştır. Bu bağlamda, proje kapsamında belirlenen 1990-2019 mevcut dönemine göre maruziyet, duyarlılık ve uyum kapasitesi bileşenlerine göre on sektör için göstergeler tanımlanmış, bu göstergelerden kısa süre zarfında ulaşılabilen veriler kullanılarak analizler gerçekleştirilmiştir. Sektörel risk analizleri için Sakarya ilinin mevcut iklim koşulları gözetilerek, her sektör için örnek bir iklim tehlikesi seçilmiş olup, analizler bu doğrultuda yapılmıştır. Sektörlere göre tehlike seçimi bazen elde edilebilen verilere göre yapılmış olup, ihtiyaç duyulan verilerin temin edilmesi ya da bir sonraki yapılacak çalışmalar için temin edilebilecek verilerle yenilenmesi oldukça önem taşımaktadır.

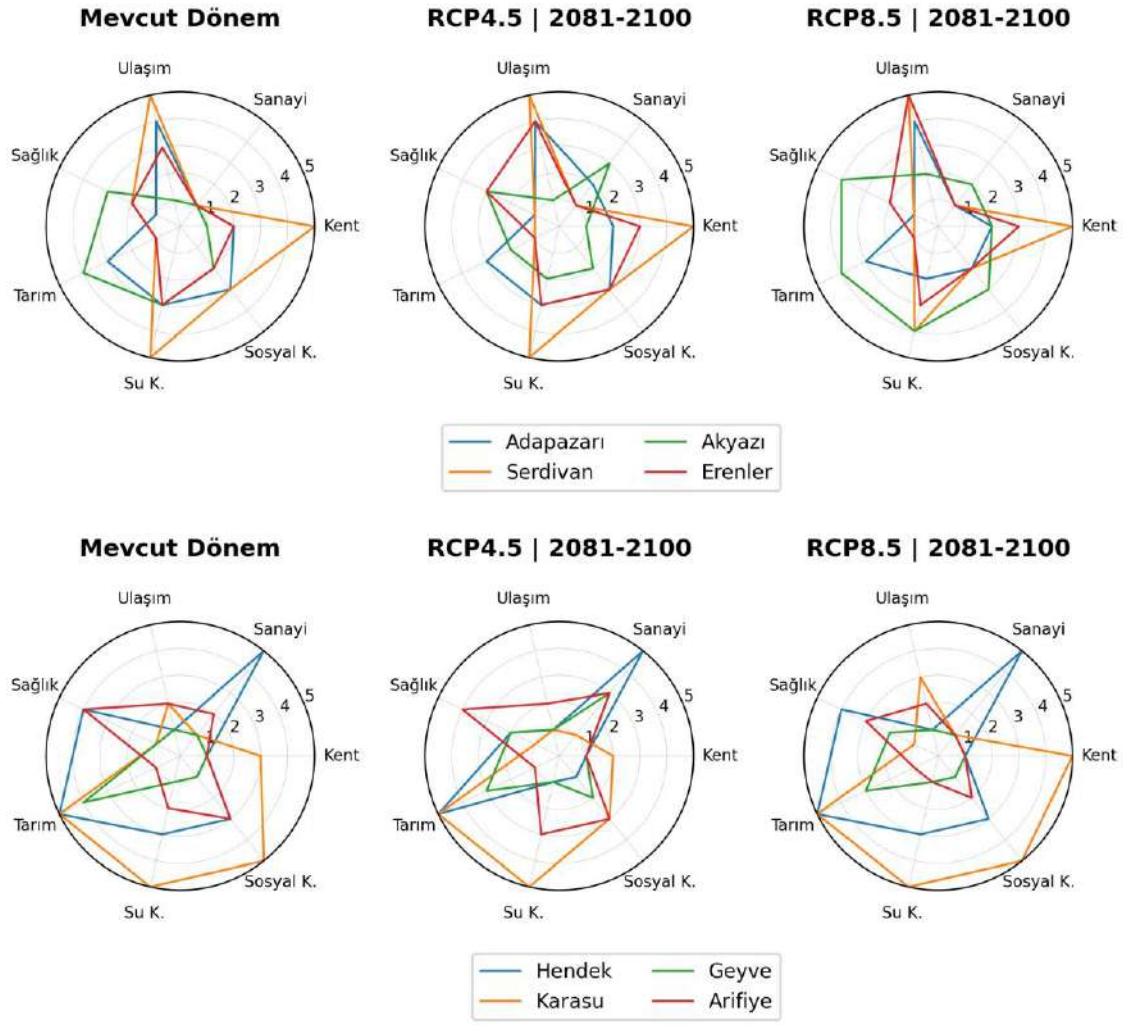
Çalışma kapsamında iklim değişikliğinden zarar görebilecek canlı türleri, ekosistem, doğal kaynaklar ya da yapılar, vb. gibi koşullar gözetilerek seçilen maruziyet göstergeleri ile öncelikli olarak sektörlerin Sakarya ili ilçelerine göre maruziyet durumları analiz edilmiştir. Daha sonra seçilen iklim tehlikesi için iklim değişikliğinden doğrudan etkilenebilecek faktörlere göre, daha duyarlı veya kırılgan yapı, sistem, varlıklar, vb. gibi koşullar gözetilerek ilçelerin duyarlılık bileşenleri analiz edilmiştir. Bunun üzerine sektörün, toplumun, kurum ve kuruluşların iklim değişikliğine karşı mücadele edebilmesi, uyum sağlayabilmesi ya da başa çıkabilmesini sağlayan koşullar bir araya getirilerek her bir ilçe için uyum kapasitesi bileşeni analiz edilmiştir. Duyarlılık ve uyum kapasitesi bileşenleri bir arada değerlendirilerek elde edilen etkilenebilirlik sonuçları, her bir ilçenin ilgili iklim tehlikesine göre ne kadar etkilenebilir olduğunu göstermiştir. Son olarak, tüm bileşenler bir araya getirilerek her bir ilçe ve sektör için risk analizleri yapılmış, risk seviyelerine göre derecelendirilmiş ve göreceli olarak ilçeler birbirleri ile kıyaslanarak koşullara göre en yüksek ve en düşük riskli ilçeler ortaya çıkarılmıştır.

Risk analizlerinin doğası gereği veri kullanımı oldukça önemlidir. Veri, her bir ilçeye ya da sektöre göre riskin doğru tanımlanmasını sağlayan olmazsa olmaz bir değişkendir. Risk analizlerinin veriye dayalı sonuçları yorumlanırken, verinin güvenilirliği veya temsiliyeti oldukça önem kazanmaktadır. Bu nedenle, analiz sonuçları değerlendirilirken bu kıstas mutlaka gözetilmelidir.

Çalışma kapsamında her bir sektör için yapılan risk analizleri raporun ilgili bölümlerinde sunulmuştur. Bu bölümde ise yapılan paydaş toplantıları doğrultusunda en öne çıkan şiddetli yağış tehlikesine göre Sakarya ili ilçelerinin sektörel riskleri karşılaştırılmıştır. Her bir ilçe için elde edilen toplam riske, sektörlerin katkısı analiz edilmiştir. Elde edilen risk sonucu, 1'den 5'e kadar skorlanmış olup, 5 en yüksek risk seviyesini ifade ederken; 1 ise en düşük risk seviyesini göstermektedir.

Mevcut dönemde, şiddetli yağış risk analizi hazırlanan ulaşım, sanayi, kent, sosyal kalkınma, su kaynakları, tarım, hayvancılık ve sağlık sektörlerinin risk durumu analiz edilmiştir. İlk olarak, nüfus yoğunluğunun en fazla olduğu ilçelerden Adapazarı, Serdivan, Akyazı, Erenler, Hendek, Geyve, Karasu ve Arifiye ilçeleri karşılaştırılmıştır. Buna göre mevcut dönemde, Sakarya'nın merkez ilçesi Adapazarı'nda en riskli sektörün ulaşım sektörü olduğu ve risk düzeyinin yüksek seviye olduğu görülmüştür. Bununla birlikte ilde ulaşım sektöründe risk her iki senaryoya göre de gelecek dönemde aynı seviyede olacağı öngörülmektedir. Bir diğer merkez ilçe olan Serdivan'da mevcut dönemde risk ulaşım, kent ve su kaynaklarında en yüksek seviyededir. Gelecek dönemde de bu sektörlerde risk yüksek-çok yüksek seviyelerinde öngörülmektedir. Erenler'de mevcut dönemde risk göreceli düşük-orta seviyelerinde seyrederken, iklim değişikliği doğrultusunda öngörülen tehlike düzeyinin değişmesi ile özellikle ulaşım sektöründe yüksek-çok yüksek seviyesine; sağlık ve kent sektöründe düşük seviyelerden orta seviyeye yükselmesi, su kaynaklarında ise orta seviyede kalması beklenmektedir.

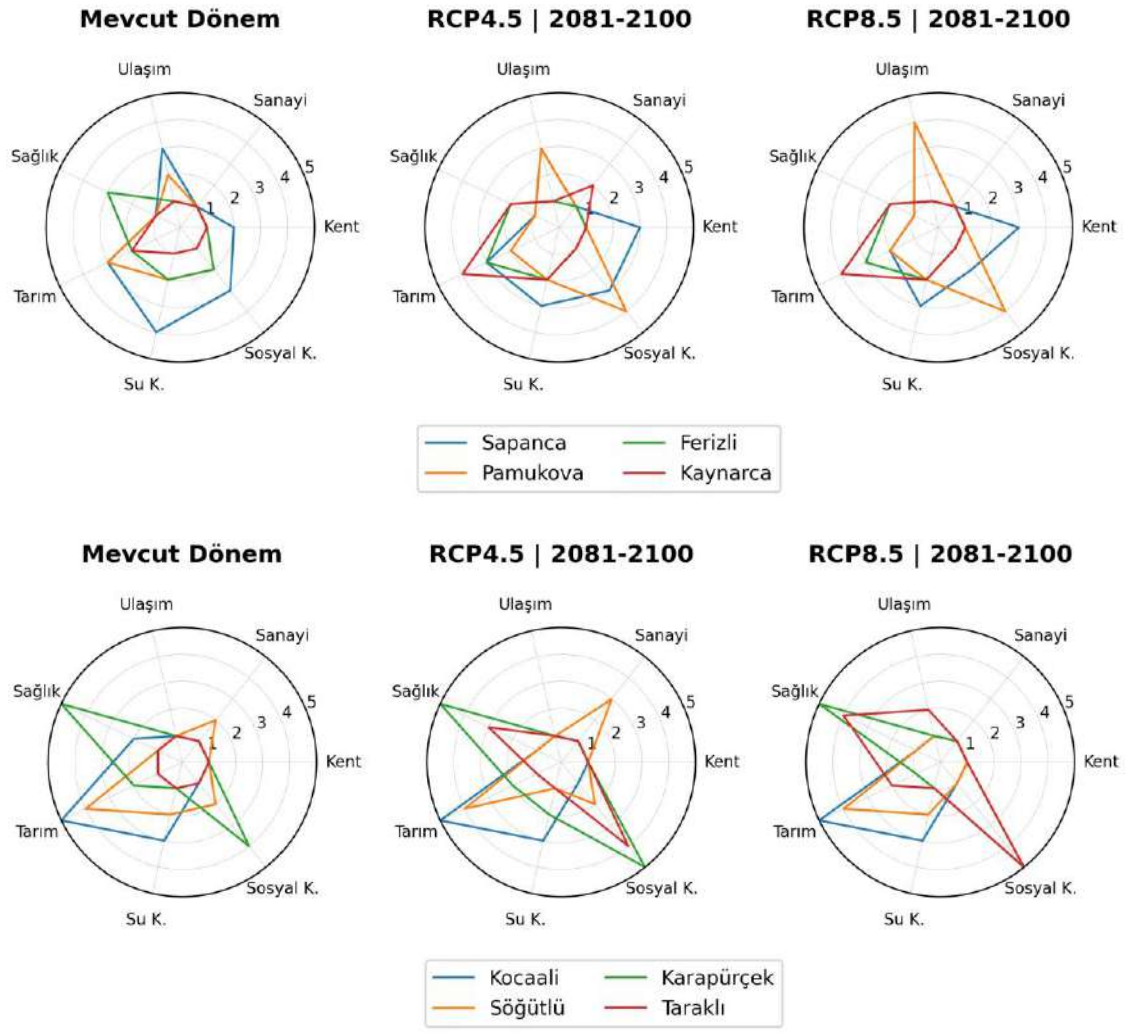
Akyazı'da mevcut dönemde yüksek seviyede riske sahip tarım sektörü ile orta seviyede riske sahip sağlık ve su kaynakları sektörleri öne çıkmaktadır. Gelecek dönemde ise özellikle kötümser senaryoya göre sağlık, tarım ve su kaynakları sektörlerinde yüksek; sosyal kalkınmada ise orta seviyede risk öngörülmektedir. Mevcut dönemde yüksek sağlık riskine sahip Arifiye'nin gelecek dönemde risk seviyesini yüksek-orta seviyelerinde koruduğu; orta seviyede riske sahip sosyal kalkınma sektöründe ise riskin düşeceği öngörülmektedir. Hendek ilçesinde en yüksek risk seviyesi ile öne çıkan sanayi ve tarım sektörlerinin gelecek dönemde risk seviyesini koruyacağı öngörülmektedir. İlçede mevcut dönemde sağlık riski yüksek seviyede tespit edilmiş, iyimser senaryoya göre riskin düşeceği; kötümser senaryoya göre ise risk seviyesini koruyacağı öngörülmüştür. Aynı şekilde Karasu ilçesinde de mevcut dönemde şiddetli yağış riski en yüksek seviyede olan sosyal kalkınma, su kaynakları ve tarım sektörlerinde, kötümser senaryoya göre riskin aynı seviyede olacağı ve mevcut dönemde orta seviyede olan kent sektöründe ise riskin en yüksek seviyeye yükseleceği tahmin edilmektedir. Son olarak Geyve'de şiddetli yağış riskinin yüksek seviyede belirlendiği tarım sektöründe riskin gelecekte orta seviyeye gerileyeceği beklenmektedir.



Şekil 14-1. Şiddetli Yağış Tehlikesine göre Sektörel Risklerin Karşılaştırılması-Grup 1

Sakarya ilinde nüfusu göreceli daha düşük olan Sapanca, Pamukova, Ferizli, Kaynarca, Kocaali, Söğütlü, Karapürçek ve Taraklı ilçelerindeki sektörlerin şiddetli yağış risklerine bakıldığında, Mevcut dönemde

şiddetli yağış riski yüksek olan su kaynakları sektöründe gelecekte riskin orta seviyeye düşeceği, ulaşım sektöründe orta seviyede belirlenen riskin ise düşük seviyelere ulaşacağı beklenmektedir. , Ferizli ilçesinde genel olarak hem mevcut hem de gelecek dönemde sektörel riskin orta-düşük düzeyde tespit edildiği görülmüştür. Pamukova'da mevcut dönemde düşük-orta seviyelerindeki risklere karşın, gelecek dönemde özellikle sosyal kalkınma ve ulaşım sektörünün risk düzeyini yüksek seviyeye taşıyacağı beklenmektedir. Kaynarca'da ise mevcut dönemde düşük-çok düşük seviye risk belirlenmiş olmasına rağmen, gelecek dönemde tarım sektöründe riskin yüksek seviyeye ulaşması öngörülmektedir. Tarım sektöründe şiddetli yağış riski en yüksek seviyede olan Kocaali ile yüksek seviyede riske sahip Söğütlü ilçelerinde gelecek dönem risklerinin değişmeyeceği öngörülmektedir. Mevcut dönemde sağlık sektöründe en yüksek, sosyal kalkınmada ise yüksek seviyede riske sahip Karapürçek ilçesinde, gelecek dönemde risk seviyelerinin değişmeyeceği beklenmektedir. Son olarak, Sakarya ilinin en düşük nüfusa sahip Taraklı ilçesinde ise her ne kadar mevcut dönem riskleri en düşük seviyelerde olsa da gelecek dönemde sağlık ve sosyal kalkınmada yüksek seviyede riskin oluşacağı öngörülmektedir.

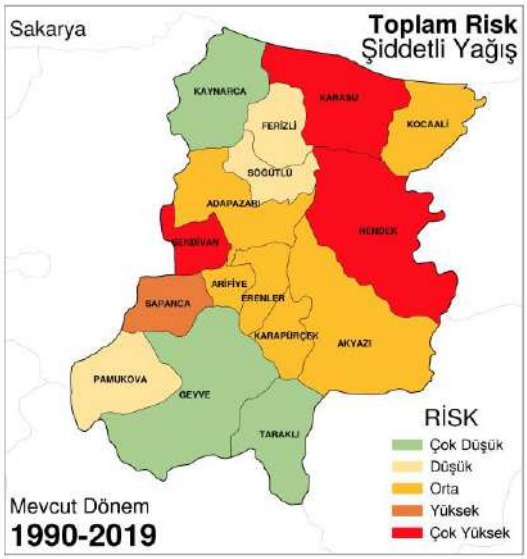


Şekil 14-2. Şiddetli Yağış Tehlikesine göre Sektörel Risklerin Karşılaştırılması- Grup 2

Sakarya ilinde mevcut dönemde şiddetli yağış tehlikesi ile çalışılan tüm sektörlerin toplam riske katkısı analiz edilmiştir. Buna göre toplam riske en fazla katkı veren sektörler %23 ile su kaynakları ve %17 ile

sosyal kalkınmadır. Daha sonra %14 ile kent ve tarım, %12 ile sağlık ve sanayi sektörleri gelmektedir. Toplam riske en az katkı veren sektör ise %7 ile ulaşım sektörüdür.

İlçelerin toplam şiddetli yağış risk düzeylerine bakıldığında, en yüksek risk ile Karasu, Hendek ve Serdivan ilçeleri öne çıkmaktadır. Sapanca ilçesi ise yüksek risk seviyesi ile takip etmektedir. Bu nedenle eylem planı hazırlıklarında Sakarya ili için öncelikli değerlendirilmesi gereken ilçeler Karasu, Hendek, Serdivan ve Sapanca'dır. Adapazarı, Arifiye, Erenler, Karapürçek, Akyazı ve Kocaali ilçelerinin toplam riski orta seviyededir. Kaynarca, Geyve ve Taraklı ilçelerinde toplam risk en düşük, diğer ilçelerde ise düşük seviyede görülmüştür. Sakarya'nın toplam risk analiz sonucu değerlendirilirken gözetilmesi gereken birkaç kriter vardır. Bu kriterlerden en önemlisi, tüm sektörlerin şiddetli yağış tehlikesi ile çalışmadığı ve diğer sektörlerin toplam riske olan katkılarının analiz edilmemesidir. Bir diğer kriter ise, risk analizlerinin sadece elde edilebilen veriler ışığında yapılabilmiş olmasıdır. Özellikle şiddetli yağış tehlikesi özelinde sektörlere göre belirlenecek veriler ile analiz sonuçları değişebilmektedir.



Şekil 14-3. Şiddetli Yağış Tehlikesine göre Sakarya İlinde Mevcut Dönemde Toplam Risk

EK-01 GÖSTERGE AĞIRLIKLARI

Kent-Sektörü için Şiddetli Yağış Tehlikesi Risk Analizinde Kullanılan Gösterge Bilgileri

Göstergeler	Kurum	Yön	Maruziyet Ağırlıklar (%)	Duyarlılık Ağırlıklar (%)	Uyum Kapasitesi Ağırlıklar (%)
Kentsel yerleşim yakınında ekosistem varlığı	Kent Uzmanı Analizi, 2021; Google Earth Uydu Görüntüsü, 2021; ÇDP, SV, 2012; ÇDP, ÇŞB, 2021; 25000 NİP, SBB, 2021; 5000 NİP, SBB, 2021	+	17		
Nüfus yoğunluğu (kişi/km^2)	TÜİK, 2020; Kent Uzmanı Analizi, 2021	+	21		
Kent makroform büyüklüğü (ha)	Kent Uzmanı Analizi, 2021; 5000 NİP, SBB, 2021	+	26		
Arkeolojik ve kentsel sit alanları oranı	KTB, 2021	+	10		
Yapay alanların ilçe yüz ölçümüne oranı	Corine, 2018	+	27		
Kentin yerleşim karakteri	Kent Uzmanı Analizi, 2021; Google Earth Uydu Görüntüsü, 2005-2021; UİP, SBB, 2021	+		11	
Kentin formu	Kent Uzmanı Analizi, 2021; Google Earth Uydu Görüntüsü, 2005-2021; 5000 NİP, SBB, 2021, UİP, SBB, 2021; GHSL, 2021	+		13	
Mevcut çevre yolu varlığı	Kent Uzmanı Analizi, 2021; Google Earth Uydu Görüntüsü, 2005-2021; 25000 NİP, SBB, 2021	+		6	
Nüfus artış hızı (2015-2020)	TUİK, 2021	+		14	
Sosyal yardım alanların oranı	ASPB, 2021	+		9	
Suriyeli göçmen sayısı (2015)	TR42 Bölgesi Sosyal Analiz Raporu, MARKA, 2015	+		14	
Bölge planı, global alt bölge 3, dinamik alt bölge 2, çevre alt bölge 1	2014-2023 Bölge Planı, MARKA, 2014	+		9	
Kentsel alan içi su yüzeyleri (ha)	Corine, 2018	+		14	
Farklı yönlerde kentsel gelişme eğilimi	Kent Uzmanı Analizi, 2021; Google Earth Uydu Görüntüsü, 2005-2021; 5000 NİP, SBB, 2021; UİP, SBB, 2021; GHLS, 2021	+		12	

Göstergeler	Kurum	Yön	Maruziyet Ağırlıklar (%)	Duyarlılık Ağırlıklar (%)	Uyum Kapasitesi Ağırlıklar (%)
Sosyo-Ekonomik Gelişmişlik Endeksi skoru	SEGE, 2017	+			24
Faal dernek sayısı	İçişleri Bakanlığı, 2021	+			20
Rekreasyon ve parkların ilçe yüz ölçümüne oranı	Kent Uzmanı Analizi, 2021; 5000 NİP, SBB, 2021	+			18
Planlarda nüfus artış oranı	Kent Uzmanı Analizi, 2021; ÇDP, SV, 2012; ÇDP, ÇŞB, 2021; 25000 NİP, SBB, 2021; 5000 NİP, SBB, 2021	-			7
Nazım imar planında düşünülen yeşil alan oranı	Kent Uzmanı Analizi, 2021; 5000 NİP, SBB, 2021	+			20
Nazım planlarda kentsel yayılma oranı	Kent Uzmanı Analizi, 2021; 25000 NİP, SBB, 2021; 5000 NİP, SBB, 2021	-			11

Not:

SBB: Sakarya Büyükşehir Belediyesi

25000 NİP: 1/25000 Ölçekli Nazım İmar Planı

5000 NİP: 1/5000 Ölçekli Nazım İmar Planı

UİP: Uygulama İmar Planı

ÇDP: Çevre Düzeni Planı

SV: Sakarya Valiliği

KTB: Kültür ve Turizm Bakanlığı

ÇŞB: Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı

ASPB: Aile ve Sosyal Politikalar Bakanlığı

MARKA: Doğu Marmara Kalkınma Ajansı

TUİK: Türkiye İstatistik Kurumu

STB: Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı

Corine: Coordination of Information on the Environment - Arazi Örtüsü/Kullanımı Verisi

GHLS: Global Human Settlement Layer, https://ghsl.jrc.ec.europa.eu/visualisation.php

Su Kaynakları Yönetimi-Sektörü için Şiddetli Yağış Tehlikesi Risk Analizinde Kullanılan Gösterge Bilgileri

Göstergeler	Kurum	Yön	Maruziyet Ağırlıklar (%)	Duyarlılık Ağırlıklar (%)	Uyum Kapasitesi Ağırlıklar (%)
Nüfus yoğunluğu (kişi/km^2)	TÜİK, 2020	+	7		
Su yüzeylerinin ilçe yüz ölçümüne oranı	CORINE, 2018	+	5		
İlde Q_{500} tekerrürlü debide taşkından etkilenen kişi sayısı	SYGM, 2021	+	15		
İlde Q_{500} tekerrürlü debide taşkından etkilenen mülk sayısı	SYGM, 2021	+	19		
İlde Q_{500} tekerrürlü debide taşkından etkilenen ekilebilir alan	SYGM, 2021	+	12		
İlde Q_{500} tekerrürlü debide taşkından etkilenen ekonomik öge sayısı	SYGM, 2021	+	15		
İlde Q_{500} tekerrürlü debide taşkından etkilenen yol uzunluğu (km)	SYGM, 2021	+	19		
Yaşanan toplam sel ve taşkın sayısı	MGM, 2022	+	7		
Yapay alanların ilçe yüz ölçümüne oranı	CORINE, 2018	+		14	
Nüfus artış hızı (2015-2020)	TÜİK, 2020	+		40	
Bağımlı nüfus oranı	TÜİK, 2020	+		5	
Sosyal yardım alanların oranı	TÜİK, 2020	+		40	
Sosyo-Ekonomik Gelişmişlik Endeksi skoru	SEGE, 2017	+			24
Faal dernek sayısı	İç İşleri Bakanlığı, 2021	+			14
Rekreasyon alanları ve parkların ilçe yüz ölçümüne oranı	CORINE, 2018	+			23
Planlardaki yeşil süreklilik alanlarının oranı	Kent Uzmanı Analizi, 2021	+			38

Su Kaynakları Yönetimi-Sektörü için Kuraklık Tehlikesi Risk Analizinde Kullanılan Gösterge Bilgileri

Göstergeler	Kurum	Yön	Maruziyet Ağırlıklar (%)	Duyarlılık Ağırlıklar (%)	Uyum Kapasitesi Ağırlıklar (%)
Nüfus yoğunluğu (kişi/km^2)	TÜİK, 2020	+	23		
Sulama alanları oranı	DSİ, 2019	+	19		
Su yüzeylerinin ilçe yüz ölçümüne oranı	CORINE, 2018	+	26		
Kentsel yerleşim yakınında ekosistem varlığı	Kent Uzmanı Analizi, 2021; Google Earth Uydu Görüntüsü, 2021; ÇDP, SV, 2012; ÇDP, ÇŞB, 2021; 25000 NİP, SBB, 2021; 5000 NİP, SBB, 2021	+	32		
Kişi başı su potansiyeli	İklim Modelleme Uzman Analizi, 2021	+		13	
Gelir getirmeyen su oranı	SYGM, 2021	+		11	
Kişi başına su tüketimi	TÜİK, 2018	+		24	
Yapay alanların ilçe yüz ölçümüne oranı	CORINE, 2018	+		14	
Nüfus artış hızı (2015-2020)	TÜİK, 2020	+		10	
Sosyal yardım alanların oranı	TÜİK, 2020	+		17	
Rekreasyon alanları ve parkların ilçe yüz ölçümüne oranı	CORINE, 2018	+		11	
Sosyo-Ekonomik Gelişmişlik Endeksi skoru	SEGE, 2017	+			29
Planlardaki yeşil süreklilik alanlarının oranı	Kent Uzmanı Analizi, 2021	+			46
Faal dernek sayısı	İç İşleri Bakanlığı, 2021	+			25

Tarım ve Gıda Güvencesi-Sektörü için Şiddetli Yağış Tehlikesi Risk Analizinde Kullanılan Gösterge Bilgileri

Göstergeler	Kurum	Yön	Maruziyet Ağırlıklar (%)	Duyarlılık Ağırlıklar (%)	Uyum Kapasitesi Ağırlıklar (%)
Tarımsal işletme sayısı	TÜİK, 2021	+	10		
Toplam tarımsal alan	TÜİK, 2021	+	16		
İşletme başına toplam sel su baskını ihbar sayısı	TARSİM, 2021	+	8		
Mera alanlarının ilçe yüz ölçümüne oranı	CORINE, 2018	+	10		
Toplam canlı hayvan sayısı	TÜİK, 2020	+	19		
Toplam et tavuğu sayısı	TÜİK, 2020	+	12		
İşletme başına ödenen dosya sayısı (2017-2021 ortalaması)	TARSİM, 2021	+	8		
Toplam süt üretimi	TÜİK, 2020	+	18		
Tarım yoğunlaşma endeksi	Tarım Uzmanı Analizi, 2021	+		30	
Tahıl yoğunlaşma endeksi	Tarım Uzmanı Analizi, 2021	+		19	
Tahıl verim değişkenliği (Mısır, 2004-2020)	Tarım Uzmanı Analizi, 2021	-		25	
Sebzecilik üretim miktarının tarım alanına oranı	TÜİK, 2020	+		10	
Meyvecilik üretim miktarının tarım alanına oranı	TÜİK, 2020	+		17	
İşletme başına poliçe sayısı	TARSİM verilerinden hesaplandı, 2021	+			25
Sosyo-Ekonomik Gelişmişlik Endeksi skoru	SEGE, 2017	+			18
Gıda, tarım, hayvancılık dernek ve kooperatif sayısı	İçişleri Bakanlığı, Sivil Toplumla İlişkiler Müdürlüğü İst., kont Aralık, 2021	+			24
İşletme başına düşen arazi miktarı	TARSİM, 2021	+			33

Biyoçeşitlilik ve Ekosistem Hizmetleri -Sektörü için Sıcak Hava Dalgası Tehlikesi Risk Analizinde Kullanılan Gösterge Bilgileri

Göstergeler	Kurum	Yön	Maruziyet Ağırlıklar (%)	Duyarlılık Ağırlıklar (%)	Uyum Kapasitesi Ağırlıklar (%)
Orman alanlarının ilçe yüz ölçümüne oranı	CORINE, 2018	+	13		
Bitki değişim alanlarının ilçe yüz ölçümüne oranı	CORINE, 2018	+	22		
Sulak alanların ilçe yüz ölçümüne oranı	CORINE, 2018	+	14		
Su kütlelerinin ilçe yüz ölçümüne oranı	CORINE, 2018	+	34		
Toplam kovan sayısı	TÜİK, 2021	+	18		
Doğal bitki örtüsü İle karışık tarım alanlarının ilçe yüz ölçümüne oranı	CORINE, 2018	+		29	
İğne yapraklı orman alanının ilçe yüz ölçümüne oranı	CORINE, 2018	+		13	
Nüfus artış hızı (2015-2020)	TÜİK, 2020	+		18	
Maden çıkarım sahalarının ilçe yüz ölçümüne oranı	CORINE, 2018	+		14	
Köy sayıları	Sakarya Valiliği, 2021	+		6	
Nüfus yoğunluğu (kişi/km^2)	TÜİK, 2020	+		19	
Faal dernek sayısı	İçişleri Bakanlığı, 2021	+			61
İlçelerdeki korunan alan miktarı (ha)	TOB, 2021	+			39

Not:

TOB. (2021). https://www.tarimorman.gov.tr/DKMP/Menu/18/Korunan-Alan-Istatistikleri (Erişim Tarihi: 11 Eylül 2021)

TÜİK. (2021). Sakarya ilçelerinde 2020 yılındaki Kovan sayısı

Sakarya Valiliği (2021). http://www.sakarya.gov.tr/ilcelerimiz

İçişleri Bakanlığı. (2021). İçişleri Bakanlığı Sivil Toplumla İlişkiler Genel Müdürlüğü Dernek sayıları. https://www.siviltoplum.gov.tr/illere-ve-faaliyet-alanlarina-gore-dernekler

Halk Sağlığı-Sektörü için Şiddetli Yağış Tehlikesi Risk Analizinde Kullanılan Gösterge Bilgileri

Göstergeler	Kurum	Yön	Maruziyet Ağırlıklar (%)	Duyarlılık Ağırlıklar (%)	Uyum Kapasitesi Ağırlıklar (%)
Nüfus yoğunluğu (kişi/km^2)	TÜİK, 2020	+	28		
0-4 yaş nüfus oranı	TÜİK, 2020	+	72		
Çocuk bağımlılık oranı (0-14 yaş nüfus/15-64 yaş nüfus x 100)	TÜİK, 2020	+		34	
Kentin yerleşim karakteri	Kent Uzmanı Analizi, 2021; Google Earth Uydu Görüntüsü, 2005-2021; UİP, SBB, 2021	+		23	
Nüfus artış hızı (2015-2020)	TÜİK, 2020	+		17	
Mevcut çevre yolu varlığı	Kent Uzmanı Analizi, 2021; Google Earth Uydu Görüntüsü, 2005-2021; 25000 NİP, SBB, 2021	+		26	
Sosyo-Ekonomik Gelişmişlik Endeksi skoru	SEGE, 2017	+			21
Su yüzeyleri alanlarının ilçe yüz ölçümüne oranı	CORINE, 2018	+			8
Planlarda yeşil süreklilik alanlarının oranı	Kent Uzmanı Analizi, 2021; NİP, SBB, 2021; UİP, KBB, 2021;	+			16
Sosyal hizmet uzmanı sayısı	ASPB, 2021	+			15
Birinci basamak sağlık hizmeti veren kurum sayısı	Sakarya İl Sağlık Müdürlüğü, 2021	+			20
Birinci basamak sağlık hizmeti veren hekim sayısı	Sakarya İl Sağlık Müdürlüğü, 2021	+			19

Enerji-Sektörü için Sıcak Hava Dalgası Tehlikesi Risk Analizinde Kullanılan Gösterge Bilgileri

Göstergeler	Kurum	Yön	Maruziyet Ağırlıklar (%)	Duyarlılık Ağırlıklar (%)	Uyum Kapasitesi Ağırlıklar (%)
Kişi başına toplam elektrik tüketimi	TÜİK, EPDK 2021	+	27		
Brüt tüketim	TEİAŞ	+	42		
Sanayi sektöründe elektrik talebi	EPDK, 2021	+	31		
Termik santrallerinde verimlilik kaybı	Enerji Uzmanı Analizi, 2021	+		23	
Rüzgâr santrallerinde elektrik üretim kaybı	Enerji Uzmanı Analizi, 2021	+		12	
HES'lerde su kaybı nedeniyle elektrik üretimindeki değişim	Enerji Uzmanı Analizi, 2021	+		19	
Konutlarda elektrik talebi	EPDK, 2021	+		3	
Akaryakıt istasyonları sayısı	EPDK, 2021	+		22	
Trafolarda elektrik kaybı	Enerji Uzmanı Analizi, 2021	+		20	
Sosyo-Ekonomik Gelişmişlik Endeksi skoru	SEGE, 2017	+			100

Enerji-Sektörü için Kuraklık Tehlikesi Risk Analizinde Kullanılan Gösterge Bilgileri

Göstergeler	Kurum	Yön	Maruziyet Ağırlıklar (%)	Duyarlılık Ağırlıklar (%)	Uyum Kapasitesi Ağırlıklar (%)
Termik santrallerin kurulu gücü	ETKB, 2021	+	46		
HES'lerin kurulu gücü	ETKB, 2021	+	32		
Biyokütle kurulu güç	EPDK, 2021	+	21		
Termik santrallerinde verimlilik kaybı	Enerji Uzmanı Analizi, 2021	+		37	
HES'lerde su kaybı nedeniyle elektrik üretimindeki değişim	Enerji Uzmanı Analizi, 2021	+		27	
Soğutma suyu talebi	Enerji Uzmanı Analizi, 2021	+		36	
Sosyo-Ekonomik Gelişmişlik Endeksi skoru	SEGE, 2017	+			100

Turizm ve Kültürel Miras-Sektörü için Sıcak Hava Dalgası Tehlikesi Risk Analizinde Kullanılan Gösterge Bilgileri

Göstergeler	Kurum	Yön	Maruziyet Ağırlıklar (%)	Duyarlılık Ağırlıklar (%)	Uyum Kapasitesi Ağırlıklar (%)
Nüfus yoğunluğu (kişi/km^2)	TÜİK, 2020	+	27		
Turizm sektöründe toplam teşvik belgesi sayısı	Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı, 2021	+	21		
Sit alanları sayısı	KTB, 2021	+	22		
Belgeli turizm tesisi sayısı (konaklama + yeme + içme)	TGA, 2021	+	29		
Kültürel varlıkların sayısı	KTB, 2021	+	1		
15-34 arası yaş nüfus oranı	TÜİK, 2020	+		11	
Lise ve altı eğitim seviyesi	TÜİK, 2020	-		20	
Bakanlık ve Belediye belgeli tesiste ortalama kalış süresi toplamı	KTB, 2019	+		11	
Bakanlık belgeli tesiste yabancı geceleme sayısı	KTB, 2019	+		17	
Belediye belgeli tesise yabancı geliş sayısı	KTB, 2019	+		21	
Belediye belgeli tesiste geceleyen yerli ve yabancı toplamı	KTB, 2019	+		21	
Sosyo-Ekonomik Gelişmişlik Endeksi skoru	SEGE, 2017	+			13
Lise ve üzeri eğitim seviyesi	TÜİK, 2020	+			9
Turizm merkezleri ile kültür ve turizm koruma ve gelişim bölgeleri	KTB, 2021	+			4
Bakanlık belgeli tesis sayısı	KTB, 2021	+			10
Kooperatif sayısı	Ticaret Bakanlığı, 2021	+			12
Faal dernek sayısı	İçişleri Bakanlığı, 2021	+			14
Gazete sayısı	BİK, 2021	+			13
Banka şubeleri	TBB, 2021	+			13
Yatırım teşvik belgesi	Sanayi ve Teknoloji Bak, 2021	+			11

Sanayi-Sektörü için Şiddetli Yağış Tehlikesi Risk Analizinde Kullanılan Gösterge Bilgileri

Göstergeler	Kurum	Yön	Maruziyet Ağırlıklar (%)	Duyarlılık Ağırlıklar (%)	Uyum Kapasitesi Ağırlıklar (%)
Nüfus yoğunluğu (kişi/km^2)	TÜİK, 2020	+	14		
OSB'lerde toplam işyeri sayısı	Sanayi İl Durum Raporu, 2020	+	26		
OSB'lerde toplam istihdam sayısı	Sanayi İl Durum Raporu, 2020	+	30		
Endüstriyel ve ticari alanların ilçe yüz ölçümüne oranı	CORINE, 2018	+	30		
Bölge planlarında OSB'lerin varlığı	Sanayi İl Durum Raporu, 2020	+		12	
KSS'lerde toplam işyeri sayısı	Sakarya Valiliği İl Briefingi, 2020	+		20	
KSS'lerde toplam çalışan sayısı	Sanayi İl Durum Raporu, 2020	+		20	
Büyük endüstriyel kaza riski olan tesisler (alt seviye)	Çevre İl Durum Raporu, 2020	+		18	
Büyük endüstriyel kaza riski olan tesisler (üst seviye)	Çevre İl Durum Raporu, 2020	+		21	
Nüfus artış hızı (2015-2020)	TÜİK, 2020	+		9	
OSB, serbest bölgeler ve sanayi sitelerinde atıksu arıtma tesislerinin (AAT) durumu	Bilim Sanayi ve Teknoloji İl Müdürlüğü, 2021	+			27
Faal dernek sayısı	İç İşleri Bakanlığı, 2021	+			32
Sosyo-Ekonomik Gelişmişlik Endeksi skoru	SEGE, 2017	+			41

Ulaşım ve İletişim-Sektörü için Şiddetli Yağış Tehlikesi Risk Analizinde Kullanılan Gösterge Bilgileri

Göstergeler	Kurum	Yön	Maruziyet Ağırlıklar (%)	Duyarlılık Ağırlıklar (%)	Uyum Kapasitesi Ağırlıklar (%)
Nüfus yoğunluğu (kişi/km^2)	TÜİK, 2020	+	24		
Karayolu uzunluğunun ilçe yüz ölçümüne oranı	Kent Uzmanı Analizi, 2021	+	29		
Kent makroform büyüklüğü (ha)	Kent Uzmanı Analizi, 2021; 5000 NİP, SBB, 2021	+	23		
Demiryolu hattı, otoyol ve/veya liman varlığı	Ulaşım Uzmanı Analizi, 2021	+	24		
Kentin yerleşim karakteri	Kent Uzmanı Analizi, 2021; Google Earth Uydu Görüntüsü, 2005-2021; UİP, SBB, 2021	+		22	
Kentin formu	Kent Uzmanı Analizi, 2021; Google Earth Uydu Görüntüsü, 2005-2021; 5000 NİP, SBB, 2021, UİP, SBB, 2021; GHSL, 2021	+		17	
Mevcut çevre yolu varlığı	Ulaşım Uzmanı Analizi, 2021	+		24	
Nüfus artış hızı (2015-2020)	TÜİK, 2020	+		9	
İlçelerdeki yerleşimin mekânsal gelişme eğilimi düzeyi	Kent Uzmanı Analizi, 2021	+		11	
Planlanan demiryolu hattı varlığı	Ulaşım Uzmanı Analizi, 2021	+		19	
Doğal alanların toplam yerleşik alana oranı	CORINE, 2018	+			34
2030'da öngörülen nüfus artış oranı	ÇDP, 2012	-			19
Nazım imar planında ilçede öngörülen yeşil alanların toplam yerleşme ve gelişme alanına oranı	Kent Uzmanı Analizi, 2021; 5000 NİP, SBB, 2021	+			26
Planlarda ilçelerin kentsel mekânsal büyüklüğü ve genişletilme oranı	Kent Uzmanı Analizi, 2021; 25000 NİP, SBB, 2021; 5000 NİP, SBB, 2021	-			21

Sosyal Kalkınma-Sektörü için Sıcak Hava Dalgası Tehlikesi Risk Analizinde Kullanılan Gösterge Bilgileri

Göstergeler	Kurum	Yön	Maruziyet Ağırlıklar (%)	Duyarlılık Ağırlıklar (%)	Uyum Kapasitesi Ağırlıklar (%)
14 yaş altı nüfusun ilçe nüfusuna oranı	TÜİK, 2020	+	27		
Nüfus yoğunluğu (kişi/km^2)	TÜİK, 2020	+	73		
Nüfus artış hızı (2015-2020)	TÜİK, 2020	+		12	
Sürekli ve süreksiz şehir alanlarının ilçe yüz ölçümüne oranı	CORINE, 2018	+		11	
Sosyal yardım alanların oranı	ASPB, 2021	+		31	
Suriyeli göçmen sayısı	TR42 Bölgesi Sosyal Analiz Raporu, MARKA, 2015	+		17	
Okuma yazma bilmeyen ve bilen ama okul bitirmemiş nüfusun 6 yaş üzeri nüfusa oranı	TÜİK, 2020	+		8	
Düşük gelir düzeyi oranı	Endeksa, 2021	+		11	
Farklı yönlerde kentsel gelişme eğilimi	Kent Uzmanı Analizi, 2021; Google Earth Uydu Görüntüsü, 2005-2021; 5000 NİP, SBB, 2021; UİP, SBB, 2021; GHLS, 2021	+		10	
Sosyo-Ekonomik Gelişmişlik Endeksi skoru	SEGE, 2017	+			15
Rekreasyon ve park alanlarının ilçe yüz ölçümüne oranı	Kent Uzmanı Analizi, 2021; 5000 NİP, SBB, 2021	+			12
Karışık orman alanlarının ilçe yüz ölçümüne oranı	CORINE, 2018	+			13
Sosyal hizmet uzmanı sayısı	ASPB, 2021	+			18
Engelli aylığı alan kişi sayısı	Aile ve Sosyal Hizmetler Bakanlığı, 2021	+			23
Faal dernek sayısı	İçişleri Bakanlığı, 2021	+			19