

ANTALYA 2050: İKLİM DİRENÇLİLİĞİ VE YEŞİL DÖNÜŞÜM RAPORU

COP31 Ekseninde İklim Riskleri, Kentsel Adaptasyon, Su Güvenliği ve Sektörel Karbon Yönetimi

COP31 Vizyonu Doğrultusunda 2050 Düşük Karbonlu, İklim Dirençli ve Sürdürülebilir Kalkınma Stratejisi & Politika Eylem Planı

Akademik Koordinasyon:	Prof. Dr. İbrahim ATMACA (Akdeniz Üniversitesi) Prof. Dr. Ethem Karadirek (Akdeniz Üniversitesi) Doç. Dr. Güray Doğan (Akdeniz Üniversitesi)
Çalışma Grupları & Raporlama:	- İklim Direnci, Kentleşme ve Afet Yönetimi Çalışma Grubu - Enerji, Enerji Verimliliği, Dijital ve Yeşil Dönüşüm Grubu - İklim Dirençli Entegre Su Yönetimi Uzman Grubu - Sürdürülebilir Tarım, Ekosistem ve Turizm Çalışma Grubu
Katkı Sağlayan Kurum ve Kuruluşlar:	Akdeniz Üniversitesi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Alanya Alaaddin Keykubat Üniversitesi, ANSIAD, BAKA, TMMOB Çevre Mühendisleri Odası, TMMOB Makina Mühendisleri Odası, TMMOB Mimarlar Odası, TMMOB Ziraat Mühendisleri Odası, TMMOB Peyzaj Mimarları Odası, ASAT, ATSO, BAİB, AOSB Teknopark, ANTEV, ANTGIAD, ANTİKAD, ARD, KEMİAD, MÜSİAD Antalya
Yayın Tarihi & Lokasyon:	Ağustos 2026 Antalya, Türkiye

İÇİNDEKİLER

PROJE ÖZETİ

1. Raporun Amacı, Kapsamı ve Stratejik Önemi

BÖLÜM 1: ANTALYA'DA İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ RİSKLERİ VE SEKTÖREL ETKİLERİ

- 1.1. Antalya'da İklimsel Tehditler ve Güncel Göstergeler
 - 1.1.1. Aşırı Yağış, Taşkın ve Yüzeysel Akış Riskleri
 - 1.1.2. Şiddetli Fırtına, Hortum ve Ekstrem Hava Olayları
 - 1.1.3. Ani Soğuk Hava Dalgaları ve Zirai Don Riskleri
 - 1.1.4. Deniz Seviyesinde Yükselme ve Kıyı Alan Kayıpları
 - 1.1.5. Sıcak Hava Dalgaları, Kentsel Isı Adası ve Kuraklık
 - 1.1.6. Orman Yangınları, Mega Yangın Dinamikleri ve Yangın Sonrası Taşkınlar
 - 1.1.7. Yüzeysel ve Yeraltı Sularının Kirlenmesi
 - 1.1.8. Bulaşıcı ve Vektör Kaynaklı Hastalıklar
- 1.2. Akdeniz Havzası ve Antalya İklim Değişikliği Projeksiyonları (IPCC, MedECC)
- 1.3. İklimsel Tehditlerin Kentleşmeye, Yapı Stoğuna ve Mekânsal Planlamaya Etkisi
 - 1.3.1. Risk ve Taşıma Kapasitesine Dayalı Kentsel Yoğunluk Modeli
 - 1.3.2. Yapı Ölçeğinde Gökyüzü Görüş Faktörü (SVF) ve Biyoklimatik Tasarım
 - 1.3.3. İklim Risklerine Duyarlı İmar Planları ve Plan Notları
 - 1.3.4. Isı Adası Etkisini Azaltan Kentsel Tasarım ve Soğuk Çatı (Cool Roof) Programı
- 1.4. Mevcut Yapı Stoğunun Afetlere ve Depreme Karşı Güçlendirilmesi
- 1.5. Kentsel Dönüşüm Süreçlerinin Risk Temelli ve Sosyal Odaklı Yürütülmesi
- 1.6. İklim Krizi ve Afet Risklerine Karşı Veri Odaklı Akıllı Şehir Stratejileri
 - 1.6.1. CBS Tabanlı Erken Uyarı ve Karar Destek Sistemleri
 - 1.6.2. Yapay Zekâ Destekli Yapı Sağlığı İzleme Sensörleri ve Açık Veri Platformu
- 1.7. Ulaşım Sistemlerinin İklim ve Afet Dayanıklılığı
- 1.8. Afet Dirençli Altyapı Yatırımları ve Enerji Şebekesi Güvenliği
- 1.9. Su Duyarlı Kentsel Tasarım (WSUD) ve Taşkın Risk Yönetimi
- 1.10. Kıyı Kentlerinde İklim Adaptasyonu ve Traverten Falezlerinin Korunması
- 1.11. Sağlık ve Toplum Temelli Afet Direnci (Afet Eğitimleri ve Mahalle Ağları)
- 1.12. Havza Su Kalitesi ve Mavi Bayrak Statüsünün Korunması
- 1.13. Karasal ve Denizel Ekosistem Hizmetleri ile Biyolojik Çeşitlilik
 - 1.13.1. Denizel Isınma, Okyanus Asitlenmesi ve İstilacı Türler
 - 1.13.2. Posidonia oceanica (Deniz Eriştesi) Çayırıları ve Mavi Karbon Kapasitesi
 - 1.13.3. Yangın Sonrası Erozyon Kontrolü ve Riparian Koruma Zonları
 - 1.13.4. Tatlısu Sulak Alanları ve Uluslararası Kuş Göç Yolları

BÖLÜM 2: ENERJİ, ENERJİ VERİMLİLİĞİ, DİJİTAL VE YEŞİL DÖNÜŞÜM

- 2.1. Giriş: Antalya 2050 Enerji, Enerji Verimliliği, Dijital ve Yeşil Dönüşüm Vizyonu
- 2.2. Yerel Karbon Azaltım Hedeflerinin Belirlenmesi ve SECAP (2030 ve 2050)
- 2.3. Ticari Binalarda ve Konaklama Tesislerinde Enerji Verimliliği ve Karbon Azaltımı
 - 2.3.1. Güncellenen TS 825:2024 ve nSEB (Neredeyse Sıfır Enerjili Binalar)
 - 2.3.2. Atık Su Kaynaklı Isı Pompaları ve Trijenerasyon Uygulamaları
- 2.4. Tarımda Enerji Verimliliği ve Karbon Azaltımı
 - 2.4.1. Seralarda Enerji Verimliliği, Isı Perdeleri ve İklim Kontrolü
 - 2.4.2. Tarımsal Üretimde Yenilenebilir Enerji ve Agrivoltaik (TarımGES)
 - 2.4.3. Tarım Makinelerinde Elektrifikasyon ve Düşük Karbonlu Mekanizasyon
 - 2.4.4. Sulama Sistemlerinde Enerji Verimliliği ve Güneş Enerjili Pompalar
- 2.5. Sanayide Enerji Verimliliği, Endüstriyel Simbiyoz ve Yeşil OSB Dönüşümü
 - 2.5.1. Antalya OSB Gümüş Seviye Yeşil OSB Başarısı ve Yaygınlaştırılması
 - 2.5.2. Organize Sanayi Bölgelerinde Enerji Dönüşümü ve Ortak GES Modelleri
 - 2.5.3. Endüstriyel Mikro Şebekeler, Ada Modu ve Enerji Depolama Sistemleri (BESS)
- 2.6. KOBİ'lerin Yeşil Dönüşüme Entegrasyonu ve Yeşil Finansman
- 2.7. İhracat ve Karbon Düzenlemeleri (AB SKDM/CBAM, Kapsam 1-2-3 ve Yeşil Tedarik)

- 2.8. Ulaşımında Enerji Verimliliği, Şehir İçi Elektrifikasyon ve Mikromobilité
- 2.9. Yenilenebilir Enerji Yatırımlarının Artırılması (Çatı GES Seferberliği ve Solar Carport)
- 2.10. Enerji Kooperatifleri ve Yerel Katılımlı Temiz Enerji Modelleri
- 2.11. Yeşil Hidrojen Potansiyeli ve Stratejik Kullanım Alanları
- 2.12. Döngüsel Ekonomi ve Organik Atıklardan Enerji Üretimi
- 2.13. Yerel Yönetimlerin Enerji Politikaları ve Akıllı Şehir Enerji Yönetimi
- 2.14. Karbon Piyasaları, Karbon Kredisi Mekanizmaları ve Yeşil Finansman Araçları
- 2.15. Enerji Yoksulluğuyla Mücadele, Adil Geçiş ve Sosyal Destek Mekanizmaları

BÖLÜM 3: İKLİM DİRENÇLİ ENTEGRE SU YÖNETİMİ: ANTALYA

- 3.1. Giriş ve Antalya Su Güvenliği Çerçevesi
- 3.2. Su Arz Güvenliği, Karstik Kaynaklar ve Kıyı Akiferlerinin Korunması
- 3.3. Kentsel Su Yönetimi, ASAT Şebeke Dirençliliği ve Su Kayıplarının Yönetimi
 - 3.3.1. Fiziki Su Kayıpları, Basınç Yönetimi ve Aktif Sızıntı Kontrolü
 - 3.3.2. İdari Su Kayıpları, Ölçüm Doğruluğu ve Sayaç Otomasyonu
- 3.4. Sünger Şehir (Sponge City) Yaklaşımı ve Suya Duyarlı Kentsel Tasarım
- 3.5. Arıtılmış Atıksuyun Yeniden Kullanımı (Reclaimed Water) ve Gri Su Sistemleri
- 3.6. Tarımsal Su Yönetimi, Modern Sulama ve Kuraklık Uyumlu Ürün Deseni
- 3.7. Turizm ve Endüstri Sektörlerinde Su Verimliliği ve Alt Suyaçlandırma
- 3.8. Çok Kademeli Su Yönetişim Modeli, Mevzuat ve Kurumsal Koordinasyon
- 3.9. Çok Katmanlı Karar Destek Mekanizması ve Dinamik Su Tahsis Protokolleri

BÖLÜM 4: SÜRDÜRÜLEBİLİR TARIM, TOPRAK VE EKOSİSTEM YÖNETİMİ

- 4.1. Antalya Tarımının Tarihsel Gelişimi, Mevcut Durumu ve 2050 Vizyonu
- 4.2. Tarım Alanlarının Korunması ve Sürdürülebilir Arazi Yönetimi
- 4.3. Kıyı ve Sulak Alanların Sürdürülebilir Yönetimi (Deltalar, Lagünler ve Kuş Göç Yolları)
- 4.4. Tarımsal Üretimde Çevre Dostu Girdi Yönetimi (Kimyasal Gübre ve Pestisit Azaltımı)
- 4.5. Tarımsal Atıkların Sürdürülebilir Yönetimi (Kompost, Biyoçar ve Tarım Plastikleri)
- 4.6. Toprak Sağlığının Korunması, Erozyon Kontrolü ve Toprak Organik Karbonu
- 4.7. Su – Tarım – Ekosistem Dengesi ve Su Ayak İzi Yönetimi
- 4.8. İklim Değişikliğine Dayanıklı Tarım ve Hayvancılık Sistemleri
- 4.9. Agroekoloji ve Doğa Temelli Üretim Modelleri
- 4.10. Biyolojik Çeşitliliğin, Doğal Yaşam Alanlarının ve Tozlayıcıların Korunması
- 4.11. Seracılıkta Sürdürülebilirlik, Enerji/Su Tasarrufu ve Atık Döngüselliliği
- 4.12. Kırsal Kalkınma, Küçük Aile İşletmelerinin Güçlendirilmesi ve Değer Zincirleri
- 4.13. Tarım ve Turizm Etkileşimi (Agro-Turizm, Gastronomi ve Yerel Ürün Entegrasyonu)

BÖLÜM 5: SÜRDÜRÜLEBİLİR, DÜŞÜK KARBONLU VE DİRENÇLİ TURİZM

- 5.1. Antalya Turizminin Tarihsel Gelişimi, Hizmet Konseptleri ve 2050 Vizyonu
- 5.2. Her Şey Dahil Sisteminin Yapısal Analizi ve Sürdürülebilir Dönüşümü
- 5.3. Düşük Karbonlu Turizm Modeli ve Kapsam 1-2-3 Emisyon Yönetimi
- 5.4. Yeşil Sertifikasyon Sistemleri (GSTC, Türkiye Sürdürülebilir Turizm Programı)
- 5.5. Turizm Tesislerinde Su Yönetimi, Su Ayak İzi ve İleri Geri Kazanım
- 5.6. Turizmde Enerji Dönüşümü (Isı Pompaları, BIPV ve Termal Depolama)
- 5.7. Atık Yönetimi, Sıfır Atık ve Döngüsel Turizm (Gıda İsrafının Önlenmesi)
- 5.8. Turizm Bölgelerinde Ekosistem Koruma ve Mavi Bayrak Standartları
- 5.9. İklim Değişikliğine Dayanıklı Turizm ve Sezonluk Hareketlilik Yönetimi
- 5.10. Turizm Lojistiği ve Ulaşımın Karbonsuzlaştırılması (Yeşil Mobilité)
- 5.11. Büyük Veri, IoT ve Dijitalleşme Destekli Turizm Yönetimi (Kentsel Dijital İkiz)
- 5.12. Aşırı Turizm (Overtourism) ve Havza Bazlı Taşıma Kapasitesi Yönetimi
- 5.13. Turizmde Sosyal Sürdürülebilirlik, Yeşil Beceriler ve Yerel Halk Refahı
- 5.14. Sürdürülebilir Marina, Yatçılık ve Kıyısız Deniz Turizmi
- 5.15. Turizmde İklim Finansmanı Araçları (Yeşil Tahviller, ESG Fonları, ESCO)
- 5.16. Dirençli Turizm Kentleri, İklim Sağlığı ve Acil Durum/Afet Yönetimi

PROJE ÖZETİ

Bu rapor, Antalya'nın iklim değişikliği karşısındaki mevcut ve gelecekteki kırılganlıklarını çok sektörlü bir yaklaşımla değerlendirmek ve kentin iklim dirençliliğini artıracak uygulanabilir politika, planlama ve yatırım önerileri geliştirmek amacıyla hazırlanmıştır. Antalya'nın kıyı kenti niteliği; yoğun turizm hareketliliği, güçlü tarımsal üretimi, hızlı kentleşmesi, orman alanları, su kaynakları ve biyolojik çeşitliliğinin aynı coğrafyada yoğunlaşması nedeniyle iklim değişikliğinin etkileri kent genelinde birbirini besleyen çoklu riskler oluşturmaktadır.

Çalışmada aşırı yağış ve taşkınlar, sıcak hava dalgaları, kuraklık, orman yangınları, deniz seviyesinin yükselmesi, kıyı erozyonu, su kalitesindeki bozulma ve aşırı hava olayları temel iklim tehditleri olarak ele alınmıştır. Bu risklerin kentleşme ve mekânsal planlama, yapı stoku ve altyapı, enerji, su yönetimi, tarım, sanayi, turizm, kıyı alanları, ekosistemler ve halk sağlığı üzerindeki etkileri değerlendirilmiştir. Temel yaklaşım, iklim risklerinin yalnızca afet sonrası müdahale konusu değil, planlama ve yatırım kararlarını yönlendiren temel bir girdi olarak ele alınmasıdır.

Enerji alanında verimlilik, yenilenebilir enerji, enerji depolama, yeşil hidrojen, döngüsel ekonomi, sanayi ve organize sanayi bölgelerinde düşük karbonlu dönüşüm, karbon piyasaları ve yeşil finansman öne çıkmaktadır. Su yönetiminde su arz güvenliği, kayıp-kaçakların azaltılması, sünger şehir uygulamaları, atıksu geri kazanımı, modern sulama, turizm ve endüstride su verimliliği ile veri temelli karar destek sistemleri önceliklidir. Tarım ve turizmde ise sürdürülebilir seracılık, biyolojik çeşitliliğin korunması, kaynak verimliliği, yeşil turizm ve dirençli altyapı yatırımları temel dönüşüm alanları olarak değerlendirilmiştir.

Raporun genel sonucu; Antalya için tekil ve parçalı projeler yerine ölçülebilir hedeflere, ortak veri altyapısına, kurumsal koordinasyona ve sürdürülebilir finansmana dayanan bütünleşik bir iklim dirençliliği modelinin kurulması gerektiğidir. Kentsel gelişme kararlarının iklim risk haritalarıyla ilişkilendirilmesi, mevcut yapı ve altyapının güçlendirilmesi, su ve enerji talebinin etkin yönetilmesi, doğa temelli çözümlerin yaygınlaştırılması ve düşük karbonlu üretim modellerinin desteklenmesiyle Antalya'nın afetlere karşı dayanıklılığının ve ekonomik sürdürülebilirliğinin güçlendirilmesi hedeflenmektedir.

Öncelikli Eylem Alanları

- İklim risklerinin imar, ulaşım, altyapı ve yatırım kararlarına entegre edilmesi.
- Su güvenliği, enerji verimliliği ve yenilenebilir enerji dönüşümünün ortak programlarla yürütülmesi.
- Tarım, turizm ve sanayide düşük karbonlu, kaynak verimli ve döngüsel modellerin yaygınlaştırılması.
- Kıyı, orman, tarım alanları ve biyolojik çeşitlilik açısından hassas bölgelerin risk temelli korunması.
- İklim finansmanı ile ortak veri, izleme ve karar destek sistemlerinin güçlendirilmesi.

BÖLÜM

01

ANTALYA
2050

ANTALYA 2050 / COP31

ANTALYA'DA İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ RİSKLERİ VE SEKTÖREL ETKİLERİ

İKLİM DİRENCİ • KENTLEŞME • AFET YÖNETİMİ

- İklimsel tehditler
- Kentsel adaptasyon
- Ekosistem ve toplum

COP31 Vizyonu Doğrultusunda 2050 Düşük Karbonlu,
İklim Dirençli ve Sürdürülebilir Kalkınma Stratejisi

Antalya’da İklim Değişikliği Riskleri ve Risklerinin Sektörlere Etkisi

1. Antalya’da İklimsel Tehditler

Antalya; Akdeniz Havzası’nın iklim değişikliğinden en kırılgan biçimde etkilenecek bölgeleri arasında yer alan Güney Avrupa–Doğu Akdeniz iklim kuşağında bulunmaktadır. IPCC değerlendirmeleri, Akdeniz’i “iklim değişikliğinin sıcak noktası (climate hotspot)” olarak tanımlamakta; sıcaklık artışı, yağış rejimindeki bozulma, aşırı hava olayları, kuraklık, orman yangınları ve deniz seviyesindeki yükselmenin bu bölgede küresel ortalamadan daha hızlı ilerlediğini ortaya koymaktadır. Antalya ise bu kırılganlığın Türkiye’deki en yoğun hissedildiği illerden biridir. Turizm, tarım, kıyı yerleşimleri, orman varlığı, biyolojik çeşitlilik ve su kaynaklarının aynı coğrafyada yoğunlaşması, kenti çoklu iklim risklerine açık hale getirmektedir.

Antalya Büyükşehir Belediyesi SECAP çalışmaları, Antalya İl Afet Risk Azaltma Planı (IRAP), MGM gözlemleri, akademik çalışmalar ve son yıllarda yaşanan afet kayıtları birlikte değerlendirildiğinde; kentte iklimsel tehditlerin artık geleceğe ilişkin bir senaryo değil, güncel ve ölçülebilir bir gerçeklik olduğu görülmektedir. Özellikle 2018–2026 döneminde yaşanan sel, hortum, aşırı yağış, orman yangını, sıcak hava dalgası ve kuraklık olayları Antalya’nın iklim rejiminde ciddi bir değişime işaret etmektedir.

1.1. Aşırı Yağış ve Taşkın

Antalya’da kısa süreli ve yüksek şiddetli yağış olaylarının sıklığında belirgin bir artış gözlenmektedir. Özellikle sonbahar ve kış aylarında birkaç saat içinde aylık yağış miktarına yaklaşan yağışların gerçekleşmesi; kent merkezinde taşkın, kırsal alanlarda ise sel ve yüzey akışı kaynaklı erozyon risklerini artırmaktadır. Antalya’nın topoğrafik yapısı, hızlı kentleşme, geçirimsiz yüzeylerin artması, dere yataklarına müdahaleler ve yetersiz yağmur suyu altyapısı taşkın riskini daha da büyötmektedir.

2018, 2019, 2021, 2024, 2025 ve 2026 yıllarında Antalya merkez, Serik, Aksu, Kemer ve Manavgat ilçelerinde meydana gelen aşırı yağışlar; alt geçitlerin su altında kalmasına, tarım alanlarının zarar görmesine, seraların yıkılmasına, kıyı taşkınlarına ve ciddi ekonomik kayıplara neden olmuştur. Özellikle turizm sezonunda gerçekleşen taşkınlar; ulaşım altyapısı, oteller, marinalar ve kıyı tesisleri üzerinde önemli ekonomik baskılar yaratmaktadır.

Aşırı yağışların bir diğer önemli sonucu, kirleticilerin yüzeysel akışla su ortamlarına taşınmasıdır. Tarım alanlarından taşınan pestisit ve gübre kalıntıları; kent merkezinden taşınan ağır metaller, mikroplastikler ve hidrokarbonlar kıyı sularında kalite bozulmasına neden olmaktadır. Bu durum yalnızca ekolojik değil, halk sağlığı ve turizm ekonomisi açısından da önemli riskler doğurmaktadır.

Son yıllarda ASAT tarafından yürütülen yağmur suyu drenaj hattı yenilemeleri, birleşik sistemlerin ayrıştırılması, taşkın kapasitesi düşük hatların rehabilitasyonu ve içme suyu altyapısının yenilenmesi; mevcut risklerin azaltılmasına yönelik önemli uyum uygulamaları arasında yer almaktadır. Bununla birlikte artan aşırı yağış frekansı dikkate alındığında mevcut altyapının gelecekte yetersiz kalma riski bulunmaktadır.

1.2. Aşırı Hava Olayları

Antalya, Türkiye’de hortum ve şiddetli fırtına olaylarının en sık görüldüğü illerden biri haline gelmiştir. Akdeniz’de deniz yüzey sıcaklıklarının yükselmesi; atmosferik nemin artması ve konvektif sistemlerin güçlenmesi, hortum oluşumu için uygun koşullar yaratmaktadır.

2019 yılında Antalya Havalimanı çevresinde meydana gelen hortum afeti; seralar, araçlar, uçaklar ve enerji altyapısında milyonlarca dolarlık zarara neden olmuş; çok sayıda kişi yaralanmış ve can kayıpları yaşanmıştır. Benzer biçimde Kumluca, Finike, Serik ve Aksu ilçelerinde sıklaşan dolu, fırtına ve hortum olayları özellikle örtü altı tarım üzerinde ciddi ekonomik kayıplar yaratmaktadır.

Tarım sigortaları verileri incelendiğinde, Antalya’da iklim kaynaklı afet hasarlarının önemli bölümünü artık dolu, hortum ve aşırı yağış olaylarının oluşturduğu görülmektedir. Seracılık sektöründeki yapısal hasarlar yalnızca ekonomik kayıp yaratmamakta; aynı zamanda gıda arz güvenliği üzerinde de baskı oluşturmaktadır.

Kıyı bölgelerinde görülen fırtına kabarmaları ise marina altyapıları, sahil düzenlemeleri ve turizm tesisleri açısından büyüyen bir risk oluşturmaktadır. Özellikle kıyı erozyonu süreçlerinin hızlanmasında bu olayların etkisi bulunmaktadır.

1.3. Soğuk Hava Dalgası

Akdeniz iklim kuşağında yer almasına rağmen Antalya’da ani sıcaklık düşüşleri ve ekstrem don olayları tamamen ortadan kalkmamıştır. Özellikle iç kesimlerde ve yüksek rakımlı ilçelerde meydana gelen ani soğuk hava dalgaları tarımsal üretim üzerinde ciddi etkilere neden olmaktadır.

İklim değişikliği yalnızca sıcaklık artışı anlamına gelmemekte; atmosferik dolaşım sistemlerindeki düzensizlik nedeniyle aşırı sıcak ve aşırı soğuk olaylarının birlikte görülme olasılığını da artırmaktadır. Antalya’da turuncgil, avokado ve tropik meyve üretimindeki artış; tarımsal sistemleri ani don olaylarına karşı daha kırılgan hale getirmiştir.

Özellikle erken çiçeklenme sonrası yaşanan ani sıcaklık düşüşleri ürün kayıplarını artırmaktadır. Bu durum hem çiftçi gelirleri hem de bölgesel gıda ekonomisi üzerinde baskı oluşturmaktadır.

1.4. Deniz Seviyesinde Yükselme

Deniz seviyesindeki yükselme Antalya için uzun vadeli ancak son derece kritik tehditlerden biridir. Antalya Körfezi’nde yapılan çalışmalar; deniz seviyesindeki yükselmenin kıyı çizgisinde geri çekilme, kıyı taşkınları, tuzlu su girişi ve arazi kayıplarına yol açacağını göstermektedir.

Uydu verileri ve sayısal yükseklik modelleri kullanılarak yapılan çalışmalarda, Antalya Körfezi'nde gelecek 60–80 yıl içerisinde 250 km²'den fazla alan kaybı oluşabileceği belirtilmektedir. Bu risk özellikle alçak kotlu kıyı alanları, deltalar, sulak alanlar, turizm tesisleri ve kıyı tarım alanları açısından önemlidir.

Deniz seviyesindeki yükselmenin en kritik sonuçlarından biri kıyı akiferlerinde tuzlu su girişiminin artmasıdır. Antalya'da özellikle Aksu, Serik ve Manavgat ovalarında yoğun yeraltı suyu kullanımı nedeniyle zaten baskı altında olan akiferler, deniz suyu girişimine karşı daha kırılgan hale gelmektedir. Tuzlanma; içme suyu kaynakları, sulama suyu kalitesi ve tarımsal verim üzerinde uzun vadeli etkiler yaratmaktadır.

Bunun yanında kıyı sulak alanlarının kaybı; önemli karbon yutak alanlarının azalması anlamına gelmektedir. Sulak alanlar, sazlıklar ve kıyı ekosistemleri yalnızca biyolojik çeşitlilik açısından değil, karbon depolama kapasitesi bakımından da kritik öneme sahiptir. Deniz seviyesinin yükselmesiyle bu alanların kaybı, Antalya'nın doğal karbon tutma kapasitesini azaltacaktır.

1.5. Sıcak Hava Dalgaları ve Kuraklık

Antalya'da en hızlı artış gösteren iklimsel tehditlerden biri sıcak hava dalgalarıdır. Son yıllarda tropikal gece sayılarında, yüksek sıcaklık süresinde ve hissedilen sıcaklıklarda ciddi artış gözlenmektedir. Kentleşme ve betonlaşma ile birlikte gelişen kentsel ısı adası etkisi; özellikle Muratpaşa, Kepez ve Konyaaltı gibi yoğun yapılaşmış alanlarda gece sıcaklıklarının düşmesini engellemektedir.

Bu durum halk sağlığı açısından önemli riskler doğurmaktadır. Yaşlılar, çocuklar, açık alanda çalışanlar ve kronik hastalığı bulunan bireyler sıcak stresine karşı daha kırılgan hale gelmektedir. Artan klima kullanımı ise enerji talebini yükselterek dolaylı karbon emisyonlarını artırmaktadır.

Kuraklık ise Antalya'da su güvenliği açısından kritik bir baskı oluşturmaktadır. Yağış rejimindeki düzensizlik, kar örtüsündeki azalma, buharlaşmanın artması ve yeraltı suyu çekimlerinin yoğunlaşması; özellikle tarım ve turizm sektörleri üzerinde baskı yaratmaktadır.

Turizm sezonunda nüfusun birkaç kat artması; içme ve kullanma suyu talebini dramatik biçimde yükseltmektedir. Golf sahaları, oteller ve yoğun peyzaj sulamaları su tüketimini artırırken; kuraklık dönemlerinde tarım ve kentsel kullanım arasında rekabet oluşmaktadır.

Kuraklık aynı zamanda orman ekosistemlerini zayıflatmakta; zararlı organizmaların yayılımını kolaylaştırmakta ve yangın riskini artırmaktadır.

1.6. Orman Yangınları

Antalya, Türkiye'nin orman yangınlarından en fazla etkilenen illerinden biridir. Özellikle 2021 Manavgat yangınları; yalnızca Türkiye'nin değil Akdeniz Havzası'nın en büyük iklim kaynaklı afetlerinden biri olarak değerlendirilmiştir.

Yangınlar sonucunda geniş orman alanları yok olmuş; çok sayıda yerleşim etkilenmiş; tarım alanları, seralar, hayvancılık faaliyetleri ve turizm tesisleri zarar görmüştür. Ormanların kaybı yalnızca ağaç kaybı anlamına gelmemektedir. Aynı zamanda karbon yutak alanlarının azalması, habitat parçalanması, biyolojik çeşitlilik kaybı, toprak erozyonu ve hidrolojik döngü bozulması anlamına gelmektedir.

Yanan alanlarda toprak organik maddesi azalmakta; yağış sonrası yüzey akışı ve sel riski artmaktadır. Bu durum “yangın-sonrası taşkın” riskini de beraberinde getirmektedir.

Antalya’daki kızılçam ormanları Akdeniz yangın rejimine uyumlu ekosistemler olsa da artan sıcaklıklar, düşük nem ve uzun kurak dönemler yangın davranışını daha yıkıcı hale getirmektedir. Özellikle yüksek sıcaklık ve kuvvetli rüzgâr kombinasyonu mega-yangın riskini artırmaktadır.

1.7. Suların Kirlenmesi

İklim değişikliği Antalya’da su kalitesi üzerinde çok boyutlu etkiler oluşturmaktadır. Azalan akımlar ve yükselen sıcaklıklar; sucul ortamlarda çözünmüş oksijen miktarını düşürmekte ve ötrofikasyon riskini artırmaktadır.

Aşırı yağış dönemlerinde kanalizasyon taşmaları, yüzey akışı ve arıtılmamış deşarjlar özellikle kıyı sularında mikrobiyolojik kirlilik riskini artırmaktadır. Bu durum turizm açısından önemli olan mavi bayraklı plajlar için de risk oluşturmaktadır.

Kuraklık dönemlerinde debilerin düşmesi; kirleticilerin seyrelme kapasitesini azaltmakta ve kirlenme etkilerini daha görünür hale getirmektedir. Yeraltı suyu seviyelerinin düşmesi ise nitrat, tuzluluk ve ağır metal konsantrasyonlarını artırabilmektedir.

Ayrıca deniz suyu sıcaklıklarının artması; istilacı türlerin yayılımını hızlandırmakta ve kıyı ekosistemlerinde ekolojik dengenin değişmesine neden olmaktadır.

1.8. Bulaşıcı Hastalıklar

İklim değişikliği Antalya’da halk sağlığı açısından da yeni risk alanları oluşturmaktadır. Artan sıcaklıklar ve değişen nem koşulları; sivrisinek ve diğer vektör canlıların yaşam alanlarını genişletmektedir.

Batı Nil Virüsü, dang humması benzeri vektör kaynaklı hastalıkların Akdeniz Havzası’nda yayılım riski artmaktadır. Uzayan sıcak dönemler; vektörlerin üreme süresini artırmakta ve bulaşma dönemlerini uzatmaktadır.

Aşırı yağış ve taşkınlar sonrası oluşan su birikintileri; vektör popülasyonlarını artırırken, kanalizasyon taşmaları ve içme suyu sistemlerindeki riskler su kaynaklı hastalıkların görülme ihtimalini yükseltmektedir.

Özellikle sıcak hava dalgaları sırasında yaşanan hava kalitesi bozulmaları ve ozon oluşumu; solunum yolu hastalıklarını artırabilmektedir. Antalya gibi yaşlı nüfusun yoğun olduğu ve yaz

aylarında nüfusu dramatik biçimde artan bir kentte bu durum sağlık sistemleri üzerinde ek baskı oluşturmaktadır.

2. Antalya’da İklim Değişikliği Projeksiyonları

Akdeniz Havzası, küresel ölçekte iklim değişikliğinden en fazla etkilenmesi beklenen bölgeler arasında yer almakta ve uluslararası literatürde “iklim değişikliği sıcak noktası (climate hotspot)” olarak tanımlanmaktadır. IPCC (Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli), MedECC (Mediterranean Experts on Climate and Environmental Change), UNEP/MAP ve Avrupa Çevre Ajansı tarafından yayımlanan raporlar; Akdeniz’de sıcaklık artışının küresel ortalamanın üzerinde gerçekleşeceğini, yağış rejiminin ciddi biçimde değişeceğini ve bölgenin su stresi, kuraklık, aşırı hava olayları, orman yangınları ve kıyı baskıları açısından dünyanın en kırılgan coğrafyalarından biri haline geleceğini ortaya koymaktadır. Antalya ise sahip olduğu kıyı sistemi, yoğun turizm faaliyetleri, tarımsal üretim kapasitesi, orman alanları ve hızla artan nüfus baskısı nedeniyle bu değişimlerden Türkiye’de en yoğun etkilenecek kentlerden biri olarak değerlendirilmektedir.

Bilimsel projeksiyonlara göre Akdeniz Havzası’nda sıcaklık artışı küresel ortalamanın yaklaşık %20 daha üzerinde seyredecektir. Sanayi öncesi döneme göre küresel sıcaklık artışı günümüzde yaklaşık 1,1–1,3°C düzeyinde iken Akdeniz Havzası’nda bu artış şimdiden 1,5°C seviyelerine yaklaşmıştır. Yüksek sera gazı emisyonlarının devam ettiği senaryolarda yüzyıl sonunda Akdeniz’de ortalama sıcaklıkların 4–6°C arasında artabileceği öngörülmektedir. Bu artış yalnızca daha sıcak yazlar anlamına gelmemekte; sıcak hava dalgalarının süresi, sıklığı ve şiddeti üzerinde de belirleyici olmaktadır. Özellikle Antalya gibi yüksek nemin etkili olduğu kıyı kentlerinde hissedilen sıcaklıkların insan sağlığını tehdit edecek düzeylere ulaşabileceği değerlendirilmektedir.

Önümüzdeki süreçte Antalya’da tropikal gece olarak tanımlanan, gece sıcaklıklarının 20°C’nin altına düşmediği gün sayısında ciddi artış beklenmektedir. Bu durum özellikle yaşlılar, çocuklar, kronik hastalığı bulunan bireyler ve açık alanda çalışanlar açısından önemli sağlık riskleri doğuracaktır. Kent merkezlerinde yoğun yapılaşmaya bağlı olarak oluşan kentsel ısı adası etkisi de gece sıcaklıklarının düşmesini engelleyerek sıcaklık stresini artıracaktır. Bu süreç aynı zamanda enerji tüketimini de doğrudan etkileyecektir. Özellikle yaz aylarında klima kullanımındaki artış nedeniyle elektrik talebinin önemli ölçüde yükselmesi beklenmektedir. Bu durum enerji altyapıları üzerinde baskı oluştururken, enerji maliyetlerinin artmasına ve dolaylı karbon emisyonlarının büyümesine neden olabilecektir.

Akdeniz için en güçlü bilimsel uzlaşma alanlarından biri de kuraklık ve su kaynakları üzerindeki baskıdır. MedECC raporlarına göre bölgede yağış miktarlarında %10 ila %30 arasında azalma beklenmektedir. Bunun yanında yağışların yıl içerisindeki dağılımı da değişecek; uzun kurak dönemlerin ardından kısa süreli ancak aşırı şiddetli yağışlar daha sık görülmeye başlanacaktır. Antalya açısından değerlendirildiğinde asıl risk yalnızca yağış miktarındaki azalma değildir. Artan sıcaklıklarla birlikte buharlaşmanın yükselmesi, kar örtüsünün azalması, yeraltı suyu

besleniminin düşmesi ve su talebinin artması; kentin su güvenliği açısından ciddi baskılar oluşturacaktır.

Turizm sektörünün yoğun olduğu Antalya’da yaz aylarında nüfusun birkaç katına çıkması, iklim değişikliğinin su kaynakları üzerindeki etkisini daha kritik hale getirmektedir. Özellikle golf turizmi, peyzaj sulamaları, otellerin yüksek su tüketimi ve tarımsal sulama faaliyetleri birlikte düşünüldüğünde, gelecekte su arz-talep dengesinin daha kırılgan hale gelmesi beklenmektedir. Yeraltı su seviyelerindeki düşüşün devam etmesi halinde kıyı akiferlerinde deniz suyu girişimi artabilecek, bu durum Aksu, Serik ve Manavgat ovalarında tuzlanma sorununu büyütebilecektir. Tuzlu su girişimi yalnızca tarımsal verim kaybına neden olmayacak; aynı zamanda içme suyu kaynaklarının kalitesini de tehdit edecektir.

İklim değişikliğinin Antalya üzerindeki en önemli etkilerinden biri de orman yangınları olacaktır. IPCC ve Akdeniz iklim projeksiyonları; sıcak hava dalgalarının uzaması, düşük nem koşulları ve uzun kurak dönemler nedeniyle Akdeniz’de yangın riskinin belirgin biçimde artacağını ortaya koymaktadır. Antalya’da özellikle kızılçam ormanlarının hâkim olduğu alanlarda gelecekte daha büyük ve kontrol edilmesi daha zor yangınların görülmesi beklenmektedir. 2021 yılında Manavgat’ta yaşanan büyük yangınlar, bilim insanları tarafından gelecekteki yangın rejiminin erken göstergelerinden biri olarak değerlendirilmektedir. Gelecekte yangın sezonunun uzaması, aynı anda birden fazla büyük yangının meydana gelmesi ve yangınların gece saatlerinde dahi yüksek enerjiyle devam etmesi olası görülmektedir.

Bu durum yalnızca orman kaybı anlamına gelmemektedir. Ormanlar aynı zamanda önemli karbon yutak alanlarıdır. Büyük yangınlar sonucunda depolanan karbon atmosfere geri salınmakta, ayrıca gelecekte karbon tutabilecek ekosistemler de kaybedilmektedir. Bunun yanında habitat parçalanması, biyolojik çeşitlilik kaybı, toprak erozyonu ve hidrolojik döngüde bozulmalar da yangınların dolaylı etkileri arasında yer almaktadır. Yangın sonrası bitki örtüsünü kaybeden alanlarda ani yağışlarla birlikte sel ve taşkın risklerinin büyümesi de beklenmektedir.

Akdeniz Havzası için öngörülen bir diğer önemli değişim deniz seviyesindeki yükselmedir. IPCC senaryolarına göre yüzyıl sonunda deniz seviyesinde yaklaşık 0,5 ila 1 metre arasında yükselme gerçekleşebileceği değerlendirilmektedir. Antalya açısından bu durum kıyı erozyonu, kıyı taşkınları, sulak alan kayıpları ve kıyı altyapılarının zarar görmesi anlamına gelmektedir. Özellikle Lara, Belek, Konyaaltı ve delta alanlarının bulunduğu kıyı sistemlerinin daha kırılgan hale gelmesi beklenmektedir. Deniz seviyesindeki yükselme ile birlikte fırtına kabarmalarının etkisinin artması, turizm tesisleri ve kıyı yatırımları açısından ekonomik riskleri büyütecektir.

Kıyı sistemlerinde meydana gelecek değişimler yalnızca fiziksel alan kayıplarıyla sınırlı kalmayacaktır. Kıyı sulak alanları, sazlıklar ve deniz çayırıları önemli karbon yutak alanlarıdır. Bu ekosistemlerin zarar görmesi Antalya’nın doğal karbon depolama kapasitesini azaltacaktır. Ayrıca deniz seviyesindeki yükselme ve tuzlu su girişimi kıyı tarım alanlarında verim kayıplarına neden olabilecektir.

Deniz ekosistemleri açısından bakıldığında Akdeniz’de deniz suyu sıcaklıklarının hızla yükseldiği görülmektedir. Son yıllarda denizel sıcak hava dalgaları daha sık yaşanmakta ve

Akdeniz’de tropikleşme eğilimi güçlenmektedir. Bu süreç Antalya Körfezi’nde denizel biyolojik çeşitlilik üzerinde önemli değişimlere yol açabilecektir. Tropik kökenli istilacı türlerin yayılması, bazı yerli türlerin azalması, balık popülasyonlarının dağılımının değişmesi ve denizel ekosistemlerde oksijen azalması beklenen başlıca etkiler arasında yer almaktadır. Deniz suyu sıcaklıklarının artması aynı zamanda hortum ve şiddetli konvektif sistemler için gerekli atmosferik enerjiyi de artırmaktadır.

Aşırı hava olayları gelecekte Antalya’nın en belirgin iklim risklerinden biri olacaktır. Bilimsel çalışmalar Akdeniz’de atmosferin daha fazla nem tutması nedeniyle kısa süreli ancak çok şiddetli yağışların artacağını göstermektedir. Bu durum Antalya’da ani sel, taşkın, dolu, hortum ve şiddetli fırtına olaylarının daha sık görülmesine neden olabilecektir. Özellikle kentleşmenin yoğun olduğu bölgelerde geçirimsiz yüzeylerin artması, yağmur sularının toprağa sızmasını engelleyerek taşkın etkisini büyütecektir. Son yıllarda Antalya’da yaşanan hortum ve aşırı yağış olayları, gelecekte bu tür afetlerin daha sık ve daha yıkıcı olabileceğine işaret etmektedir.

İklim değişikliğinin ekonomik etkileri de Antalya açısından oldukça önemlidir. Turizm, tarım ve kıyı ekonomisine dayalı bir kent olan Antalya’da iklim kaynaklı afetlerin sigorta maliyetlerini artırması, altyapı hasarlarını büyümesi ve ekonomik kırılganlığı artırması beklenmektedir. Özellikle sıcak hava dalgaları nedeniyle yaz turizminin konfor düzeyinin düşmesi, bazı dönemlerde açık hava aktivitelerinin zorlaşması ve su kaynakları üzerindeki baskının büyümesi turizm sektörünü doğrudan etkileyebilecektir. Tarım sektöründe ise kuraklık, sıcak stresine bağlı verim kayıpları, zararlı organizmaların yayılımı ve sulama maliyetlerinin artması önemli sorunlar arasında yer alacaktır.

Sonuç olarak uluslararası iklim projeksiyonları, Akdeniz Havzası ve Antalya’nın önümüzdeki on yıllarda çok boyutlu iklim baskılarıyla karşı karşıya kalacağını açık biçimde göstermektedir. Daha sıcak yazlar, daha uzun kuraklık dönemleri, daha büyük orman yangınları, daha sık aşırı hava olayları, deniz seviyesinde yükselme, su kaynakları üzerindeki baskı ve biyolojik çeşitlilik kayıpları Antalya’nın geleceğini şekillendirecek temel iklimsel tehditler olarak öne çıkmaktadır. Bugün yaşanan afetler artık olağanüstü olaylar değil; geleceğin iklim rejiminin erken sinyalleri olarak değerlendirilmektedir.

3. Antalya’da İklimsel Tehditlerin Kentleşmeye Etkisi

Kentleşme ve iklim direnci tartışması büyük ölçüde imar planı ve kentsel altyapı ölçeğinde yürümektedir. Ancak mekânsal kararların iklim performansını belirleyen kritik bir katman vardır: yapı ölçeği ve bina kabuğu. Kentsel sıcaklık haritaları, taşkın hasarı istatistikleri ve deprem sonrası hasar değerlendirmeleri incelendiğinde, makro plan kararlarının yanı sıra bireysel binaların biçimi, yüzey malzemeleri, kabuk detayları ve zemin kat kurgusunun da iklim kırılganlığında doğrudan belirleyici olduğu görülmektedir.

Bu bölümde, iklim değişikliğinin kentleşme, mekânsal planlama, ulaşım, enerji ve altyapı sistemleri, kıyı alanları ile kentsel su döngüsü üzerindeki etkileri değerlendirilmektedir. Amaç, mühendislik projeleri veya ayrıntılı fizibilite raporları üretmekten ziyade, iklim risklerinin plan kararlarına, plan notlarına, uygulama araçlarına ve kentsel gelişme stratejilerine tasarım ilkeleri aracılığıyla nasıl yansıtılması gerektiğini de ortaya koymaktır.

Kentsel iklim direncinin güçlendirilmesi yalnızca üst ölçekli planlama ve imar kararlarıyla değil; her yapının iklim koşullarına uygun biçimde tasarlanması, enerji ve su verimliliğini destekleyen malzemelerle inşa edilmesi ve çevresindeki açık alan, yeşil altyapı ve kamusal mekânlarla bütüncül bir ilişki kurmasıyla mümkün olabilmektedir. Bu nedenle mimari tasarım kararları, iklim değişikliğine uyum ve afet risklerinin azaltılmasında planlama kararlarını tamamlayan temel araçlardan biri olarak ele alınmaktadır [1, 2].

Şehir planlama açısından temel sorun, iklim risklerinin yalnızca afet yönetimi, altyapı veya çevre yönetimi başlıkları altında ele alınması değil; arazi kullanım kararları, yer seçimi, yapı yoğunlukları, ulaşım sistemleri, açık ve yeşil alan ağları, kıyı alanlarının kullanımı, altyapı kapasitesi, doğal kaynakların korunması, kentsel dönüşüm uygulamaları ve mekânsal gelişme stratejileri ile bütüncül bir şekilde değerlendirilmesidir.

İklim değişikliğinin etkileri, kentsel mekânın tüm bileşenlerini doğrudan etkilediğinden, planlama süreçlerinin şehir plancıları, çevre mühendisleri, inşaat mühendisleri ve harita mühendisleri başta olmak üzere farklı disiplinlerin ortak çalışmasıyla yürütülmesi gerekmektedir. Çevre mühendisliği; su kaynaklarının korunması, atıksu ve yağmur suyu yönetimi, hava kalitesi ve ekosistem hizmetlerinin sürdürülebilirliği açısından kritik katkılar sağlarken, inşaat mühendisliği dirençli altyapı sistemlerinin, ulaşım ağlarının ve yapı stokunun iklim risklerine uyumlu şekilde tasarlanmasında önemli rol üstlenmektedir.

Harita mühendisliği ise coğrafi bilgi sistemleri, uzaktan algılama, sayısal yükseklik modelleri ve afet risk haritaları aracılığıyla karar vericilere bilimsel veri desteği sunarak risklerin mekânsal olarak analiz edilmesini mümkün kılmaktadır.

Bu çerçevede iklim değişikliğine uyum ve afet risklerinin azaltılması hedefleri; mekânsal planlama kararlarının merkezine yerleştirilmeli, taşkın, kuraklık, sıcak hava dalgaları, orman yangınları, deniz seviyesi yükselmesi ve kıyı erozyonu gibi riskler üst ölçekli planlardan uygulama imar planlarına kadar tüm planlama kademelerinde dikkate alınmalıdır. Antalya gibi hızlı büyüyen, turizm baskısı yüksek ve iklim değişikliğinden doğrudan etkilenen kentlerde; doğal eşiklerin korunması, mavi-yeşil altyapı sistemlerinin geliştirilmesi, su duyarlı kentsel tasarım yaklaşımlarının yaygınlaştırılması, enerji verimli ve düşük karbonlu yerleşimlerin teşvik edilmesi, ulaşım kaynaklı emisyonların azaltılması ve afetlere dayanıklı kentsel altyapının oluşturulması temel öncelikler arasında yer almalıdır.

Bu nedenle aşağıdaki başlıklarda önerilen yaklaşımlar, yalnızca fiziksel planlama kararlarını değil, çevresel sürdürülebilirliği, mühendislik çözümlerini, mekânsal veri yönetimini ve afet risk

azaltımını bütünleştiren, Antalya’da iklim dirençli kentleşmeye yönelik kapsamlı bir planlama çerçevesi geliştirmeyi amaçlamaktadır.

3.1. Kentleşme, Mekânsal Planlama ve İklim Direnci

3.1.1.Kapsam ve Mevcut Durum

Antalya, kıyı kenti niteliği, turizm ve hizmet sektörünün yoğunluğu, hızlı nüfus artışı, tarım alanları ve orman-kent arayüzleri ile iklim değişikliği etkilerine açık bir kentleşme yapısına sahiptir. Aşırı yağış ve taşkın, sıcak hava dalgaları, kuraklık, orman yangınları, deniz seviyesinde yükselme ve kıyı taşkınları gibi iklimsel tehditler; yalnızca çevresel riskler olarak değil, doğrudan mekânsal gelişme kararlarını etkileyen planlama girdileri olarak ele alınmalıdır.

Mekânsal planlama disiplini açısından iklim direnci, kentin yalnızca afet sonrasında toparlanma kapasitesini değil, afet öncesinde risk üretmeyen bir arazi kullanım modeli kurma kapasitesini ifade eder. Bu nedenle imar planlarının, plan açıklama raporlarının ve plan notlarının; taşkın tehlikesi, kentsel ısı adası etkisi, su kıtlığı, kıyı riskleri, yangın riski, altyapı kapasitesi ve ulaşım sürekliliği gibi katmanlarla birlikte hazırlanması gerekir. Plan kademelenmesi ilkesi uyarınca üst ölçekli stratejik kararların alt ölçekli uygulama planlarını yönlendirmesi, iklim risklerinin parçacı plan değişiklikleri ile görünmez hale gelmesini önlemek bakımından kritik önemdedir.

Antalya'da iklim dirençli planlama yaklaşımının odağı, bir yandan gelişme baskısını yönetmek, diğer yandan mevcut yerleşik alanlarda riskleri azaltacak dönüşüm ve iyileştirme stratejilerini üretmek olmalıdır. Bu kapsamda iklim risklerinin planlama hiyerarşisine, kentsel yoğunluk kararlarına, gelişme alanı seçimlerine, açık-yeşil alan sistemine, kentsel tasarım ilkelerine ve izleme-değerlendirme mekanizmalarına aktarılması gerekmektedir.

Bunun yanında, iklim direnci yalnızca arazi kullanım kararlarıyla sınırlı görülmemeli; yapı adalarının biçimlenmesi, bina yükseklikleri, sokak geometrisi ve gökyüzü görüş faktörü (SVF) gibi mimari tasarım parametreleri de doğal havalandırma ve kentsel ısı adası oluşumunu doğrudan etkileyen unsurlar olarak planlama sürecine dâhil edilmelidir. Benzer şekilde taşkın riski taşıyan alanlarda zemin kat kotları, bodrum kullanımı, yapı malzemeleri ve teknik altyapının konumlandırılması gibi taşkın dirençli mimari ilkeleri ile mevcut yapı stokunda serin çatı ve yüksek yansıtıcılıklı cephe uygulamaları gibi pasif iklim uyum çözümleri, kentsel dirençliliği artıran tamamlayıcı araçlar olarak değerlendirilmelidir. Böylece iklim değişikliğine uyum, yalnızca plan ölçeğinde değil, yapı ve kentsel tasarım ölçeğinde de bütüncül bir yaklaşımla ele alınabilecektir.

3.1.2.Sorunların Tespiti

- **İklim risklerinin plan kararlarına bağlayıcı biçimde aktarılmaması:** Taşkın, ısı adası, kıyı taşkını, kuraklık ve yangın riski gibi veriler çoğu zaman plan açıklama raporlarında sınırlı biçimde yer almakta; ancak arazi kullanım kararları, yoğunluk kararları ve plan notları üzerinde yeterince belirleyici olmamaktadır.
- **Parçacı plan değişiklikleri ve yoğunluk artışları:** Ada/parsel ölçeğinde yapılan yoğunluk, kullanım ve yapılaşma değişiklikleri; altyapı kapasitesi, açık alan gereksinimi, ulaşım yükü ve iklim riskleriyle birlikte değerlendirilmediğinde kentsel kırılganlığı artırmaktadır.
- **Gelişme alanlarının risk ve taşıma kapasitesi temelinde seçilmemesi:** Yeni yerleşim alanları belirlenirken su kaynakları, drenaj kapasitesi, taşkın alanları, orman-kent arayüzü, tarımsal üretim alanları, ulaşım erişilebilirliği ve afet durumundaki tahliye kapasitesi birlikte ele alınmalıdır.
- **Isı adası ve mikroiklim etkilerinin planlama ölçeğinde yeterince dikkate alınmaması:** Sert zemin oranı yüksek, gölgesiz, yeşil alan sürekliliği zayıf ve rüzgâr koridorları kesintiye uğramış kentsel dokular, sıcak hava dalgalarının etkisini artırmaktadır.
- **Planlama ile afet yönetimi verileri arasındaki kurumsal kopukluk:** AFAD, belediye, altyapı kurumları, çevre ve iklim birimleri tarafından üretilen verilerin ortak CBS tabanında plan kararlarına dönüştürülmesinde standartlaşma eksikliği bulunmaktadır.
- **Sosyal kırılganlığın iklim riskleriyle birlikte okunmaması:** Yaşlı nüfus, çocuklar, düşük gelir grupları, ulaşım erişimi sınırlı mahalleler ve yoğun yapılaşmış bölgeler iklim risklerinden farklı düzeylerde etkilenmektedir. Planlama kararları bu farklılaşmayı görünür kılmalıdır.
- Yapı ruhsatı ve imar uygulamalarında bina yönlenmesi, cephe-yükseklik oranı ve yapı aralığı; yalnızca güneş ışığı hakları (gün ışığı mesafeleri) açısından değerlendirilmekte, kentsel kanyon geometrisinin termal etkisi hesaba katılmamaktadır.
- Yeni konut ve karma kullanımlı yapı adalarında binaların hâkim rüzgâr yönüne dik konumlandırılmaması; doğal havalandırma potansiyelinin tasarım aşamasında değerlendirilmemesi.
- Yapı adası ölçeğinde geçirgen zemin oranı ve yeşil yüzey oranının mimari proje onay süreçlerinde denetlenmemesi; taşkın ve ısı adası etkisine katkıda bulunan sert zemin baskısının önlenememesi.

- Mimarlık eğitiminde ve meslek pratiğinde biyoklimatik tasarım ve kentsel iklim okuryazarlığının hâlâ seçmeli bir alan olarak kalması; iklim performansı hesaplamalarının mimari proje sürecine sistematik biçimde entegre edilmemesi.
- Türkiye'de bina ölçeğinde taşkın dirençli mimari tasarım kriterlerini belirleyen bağlayıcı bir standart ya da yönetmelik bulunmamaktadır. Zemin kat kotu kararları taşkın risk analizi değil, genel imar planı kırmızı kotlarına göre belirlenmektedir.
- Taşkın riskli alanlarda bodrum kat uygulamaları ruhsat süreçlerinde kısıtlanmamakta; kritik mekanik ve elektrik altyapısı —trafolar, pompa odaları, elektrik dağıtım panoları — bodrum katlara yerleştirilmeye devam etmektedir. Bu durum; taşkın sonrası onarım maliyetini katlamakta, binaların kısa sürede işlev kazanmasını geciktirmektedir [4].
- Kıyı bölgelerinde mimari proje onay sürecinde fırtına kabarması ve deniz seviyesi yükselmesi senaryolarına göre hesaplanmış yapı yaklaşma sınırları ve minimum zemin kat kotu gereklilikleri bulunmamaktadır.
- İklim senaryolarını dikkate alan mimari ön değerlendirme (Pre-Design Climate Assessment), Türkiye ruhsat süreçlerinde henüz bir gereklilik olarak tanımlanmamıştır; proje müellifinin bireysel inisiyatifine bırakılmaktadır.
- Türkiye imar yönetmeliklerinde çatı ve cephe malzemeleri için minimum solar reflektans (güneş yansıtıcılığı) değeri tanımlanmamıştır. Yapı ruhsatı sürecinde çatı kaplama malzemesinin ısıl performansı denetlenmemektedir.
- Mevcut yapı stoğunda koyu renkli bitüm membran ve kiremit çatı kaplamalarının baskın olması; bu malzemelerin gün içinde 70–80°C'ye ulaşan yüzey sıcaklıklarıyla hem binanın soğutma yükünü hem de kentsel ısı birikimini artırması.
- Yeşil çatı sistemlerinin imar yönetmelikleri ve yapı ruhsatı süreçlerinde teşvik edici bir mekanizmaya kavuşturulmaması; ek yükleme hesabı ve su yalıtım katmanı koordinasyonu konusunda mimar-müteahhit bilgi eksikliğinin bu sistemlerin yaygınlaşmasını engellemesi.
- Yeşil cephe (living wall) uygulamalarının Antalya'nın nemli yaz koşullarında taşıyabileceği biyolojik risk —küf, zararlı— ve bakım yükü konusunda kullanıcıların ve proje müelliflerinin yeterli teknik bilgiye sahip olmaması.

- Kamusal alanlarda gölgeleme tasarımının; estetik, güvenlik ve bakım maliyeti gerekçesiyle ikincil planda tutulması. Çocuk oyun alanları, duraklar ve yaya akslarında yoğun güneş altında termal konforun sağlanmaması.

3.1.3.Çözüm Önerileri

Kentsel Yoğunluk ve Planlama

- **Risk ve taşıma kapasitesine dayalı yoğunluk modeli:** Nüfus yoğunluğu, emsal, yapı yüksekliği ve kullanım kararları; yalnızca mülkiyet ve yatırım talepleri üzerinden değil, su ve kanalizasyon kapasitesi, yağmur suyu drenajı, ulaşım kapasitesi, açık-yeşil alan yeterliliği, afet toplanma alanı erişimi ve mikroiklim koşulları üzerinden belirlenmelidir. Mimari ruhsatlama süreçlerine doğrudan müdahil olunmalı, oluşacak bağımsız birim ve net inşaat miktarı üzerinden tüm hesaplamalar yapılmalıdır.
- **Dengeli kent gelişimi ve gelişme baskısının yönetilmesi:** Kentsel büyüme, ekolojik eşikler ve afet riskleri dikkate alınarak yönlendirilmelidir. Dere yatakları, taşkın riski yüksek alanlar, kıyı hassasiyet zonları, orman-kent arayüzleri ve tarımsal niteliği korunması gereken alanlar gelişme baskısına karşı plan kararlarıyla korunmalıdır. Antalya kent bütününde kademeli ruhsatlandırma ve yerleşim modeline geçilmelidir.
- **Yeni yerleşim alanları için iklim uygunluk analizi:** Yeni gelişme alanlarında eğim, jeoloji, hidroloji, taşkın, yangın, ulaşım erişilebilirliği, altyapı hizmet sunumu ve su kaynakları açısından çok ölçütlü uygunluk analizi yapılmalıdır. Bu analiz sonucunda uygun olmayan alanlar plan dışı bırakılmalı veya düşük yoğunluklu, kontrollü ve iklim uyumlu kullanımlarla sınırlandırılmalıdır.
- **Kentsel yayılmayı azaltan ancak aşırı yoğunlaşmayı önleyen planlama:** İklim dirençli kentleşme, kontrolsüz yayılmayı engellerken, yeşil alanı, hava koridorlarını ve sosyal donatıları yok eden aşırı yoğunlaşmayı da önlemelidir. Bu nedenle kompakt kent yaklaşımı, ekolojik ve sosyal altyapı standartlarıyla birlikte uygulanmalıdır. Yoğunluk artıran tüm plan uygulamalarında farklı etki değerlendirme türleri göz önünde bulundurulmalı bir zorunluluk olarak yatırımcı ve idareye sunulmalıdır.
- **Yapı ölçeğinde SKY VIEW FACTOR (SVF) standardı:** Antalya'nın güneybatı-kuzeydoğu hâkim rüzgâr ekseninde yeni gelişme alanlarında yapı adası düzenini belirleyen mimari tasarım rehberi hazırlanmalıdır. Bu rehber; yapı-yükseklik/sokak-genişliği oranı için üst limit (maksimum cephe yüksekliği / sokak genişliği $\leq 1:1$ sıcak iklim uygun eşiği), yapı yönlenmesi için bölgesel hâkim rüzgâr eksenine duyarlı

minimum aç ı tanımı ve yapı adası içinde açık hava akış koridoru zorunluluğunu içermelidir [2, 3].

- **Bina biçimi ve iklim uyumluluk sertifikası:** Belirli büyüklüğün üzerindeki yeni yapılarda (örneğin 2.000 m² ve üzeri) mimari projenin biyoklimatik tasarım kriterlerini karşıladığını belgeleyen "Mimari İklim Uyumluluk Beyanı" ruhsat eki olarak aranmalıdır. Bu belge; bina yönlenmesi, güneş kontrolü çözümleri, cephe-yükseklik geometrisi, doğal havalandırma stratejisi ve zemin geçirgenlik oranını içermeli; Mimarlar Odası onaylı proje müellifleri tarafından imzalanmalıdır. Böylece iklim performansı planlama kararından bağımsız olarak bireysel bina ölçeğinde de güvence altına alınmış olacaktır [1, 2].
- **Biyoklimatik tasarım zorunlu mesleki gelişim programı:** İlgili kurumlar Türkiye'nin Akdeniz iklim kuşağındaki tüm illeri kapsayacak biçimde "Sıcak ve Nemli İklimde Biyoklimatik Mimarlık" sertifika programını tasarlamalı ve bu programı mesleki yetkinlik kapsamına almalıdır. Program; SVF analizi, güneş kırıcı boyutlandırma, doğal havalandırma simülasyonu ve yeşil yüzey entegrasyonu konularını uygulamalı atölyelerle içermelidir. Bu öneri; mevcut yapı stoku sorunlarını çözmek için değil, önümüzdeki yıllarda inşa edilecek binaların başlangıçtan itibaren doğru tasarlanmasını sağlamak için kritiktir [1].

İklim Risklerine Duyarlı İmar Planları

- **İklim risk haritalarının plan eki haline getirilmesi:** Taşkın, sel, sıcaklık stresi, yangın, kıyı taşkını, kuraklık ve altyapı kırılganlığı haritaları plan açıklama raporlarında yalnızca bilgi olarak değil, plan kararlarını yönlendiren analiz paftaları olarak yer almalıdır.
- **Plan notlarında iklim uyum hükümleri:** Uygulama imar planlarında geçirgen yüzey oranı, gölgelendirme, yağmur suyu yönetimi, yeşil çatı/yeşil duvar olanakları, ağaçlandırma, açık alan sürekliliği, otopark yüzeyleri, yenilenebilir enerji altyapısı ve afet erişimi gibi konulara ilişkin açık hükümler geliştirilmelidir.
- **Plan değişiklikleri için iklim etkisi değerlendirmesi:** Yoğunluk artıran, kullanım değiştiren veya kıyı, dere yatağı, tarım alanı ve orman-kent arayüzü gibi hassas alanları etkileyen plan değişikliklerinde iklim riski ve afet etkisi değerlendirmesi zorunlu hale getirilmelidir.

- **Kademeli birliktelik içinde risk aktarımı:** Üst ölçekli planlarda belirlenen iklim riskleri, 1/5000 ölçekli nazım imar planlarında arazi kullanım ve yoğunluk kararlarına; 1/1000 ölçekli uygulama imar planlarında ise yapılaşma koşulları, yapı yaklaşma mesafeleri, açık alan kararları ve plan notlarına aktarılmalıdır.
- **CBS tabanlı izleme sistemi:** Plan kararları ile afet ve iklim riskleri aynı veri tabanında izlenmeli; plan değişiklikleri bu veri tabanına işlenerek kentin risk yükündeki artış veya azalış periyodik olarak raporlanmalıdır.
- **Taşkın dirençli mimari tasarım kriterleri rehberi:** Türkiye'nin kendi taşkın rejimi ve yapı stoğu koşullarına uyarlanmış, ASCE 24-24'ten ilham alan ancak yerel imar sistemiyle uyumlu bir "Taşkın Riskli Alanlarda Mimari Tasarım Rehberi" hazırlanmalıdır. Bu rehber; taşkın risk derecesine göre minimum zemin kat kotu, bodrum kat kullanım kısıtlamaları (yalnızca otopark ve teknik hacim — su baskınına karşı dayanımlı malzemeye), kritik mekanik-elektrik altyapısının minimum yerleşim kotları ve taşkın kapıları/bariyerleri için standart detayları içermelidir.
- **Kıyı yapıları için mimari iklim uyum protokolü:** Antalya kıyı bandında yeni yapı ruhsatı başvurularında; en az 50 yıllık perspektifle hazırlanmış deniz seviyesi yükselmesi ve fırtına kabarması senaryolarını içeren bir "Kıyı Riski Mimari Değerlendirmesi" mimari onay sürecine eklenmeli, ilgili kurumlar bu değerlendirmenin standartlarını belirlemelidir. Bu yaklaşım; kıyı koruma bantlarını şehir plancıları, bina kotlarını ise mimarlar ölçeğinde ele alarak disiplinlerarası sorumluluk netleştirmesine de katkı sağlayacaktır [4, 6].
- **Kuraklık uyumlu yapı tasarımı ve su verimliliği standartları:** Artan kuraklık baskısı karşısında; yeni binalarda yağmur suyu toplama ve geri kullanım sistemlerinin mimari projenin zorunlu bileşeni olarak tanımlanması için Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı nezdinde girişimde bulunulmalıdır. Bu sistemlerin çatı alanı, depo hacmi ve kullanım amacına göre hesaplanmasını içeren mimari hesap notu standartlaştırılmalıdır. Türkiye'nin mevcut Binalarda Enerji Performansı Yönetmeliği (BEP-TR) kapsamının su verimliliğini de içerecek biçimde genişletilmesi için politika önerisi hazırlanmalıdır [1, 6].

Isı Adası Etkisini Azaltan Kentsel Tasarım

- **Isı riski öncelikli mahallelerin belirlenmesi:** Yüzey sıcaklığı, yapı yoğunluğu, yeşil alan erişimi, gölge sürekliliği, yaşlı nüfus oranı ve sosyal kırılmalık göstergeleri birlikte değerlendirilerek ısı riski yüksek mahalleler önceliklendirilmelidir.
- **Yeşil-mavi altyapı sürekliliği:** Parklar, kent ormanları, dere koridorları, kıyı bandı, refüjler, yaya aksları ve kamusal açık alanlar birbirinden kopuk yeşil lekeler olarak değil, kentsel serinletme ve hava dolaşımı sağlayan bütünleşik bir sistem olarak planlanmalıdır.
- **Gölgeli kamusal alan tasarımı:** Yaya yolları, durak çevreleri, meydanlar, okul çevreleri, sağlık tesisleri çevresi ve afet toplanma alanlarında doğal ve yapısal gölgelendirme standartları geliştirilmelidir.
- **Yüzey malzemesi ve geçirgenlik kararları:** Otoparklar, meydanlar, yaya yolları ve geniş sert zeminlerde yüksek yansıtıcılı, ısı depolama kapasitesi düşük ve mümkün olduğunda geçirgen malzemeler tercih edilmelidir. Bu konu plan notları ve kentsel tasarım rehberleriyle desteklenmelidir.
- **Rüzgâr koridorlarının korunması:** Özellikle yoğun yapılaşmış alanlarda hava akımını kesen yapılaşma kararlarından kaçınılmalı; vadiler, açık alanlar ve kıyı-kent bağlantıları serinletici hava dolaşımını destekleyecek biçimde ele alınmalıdır.
- **Antalya Soğuk Çatı Programı — Cool Roof Uygulama Kılavuzu:** İlgili kurumlar; Antalya'nın sıcak ve nemli iklim koşullarına özel bir "Soğuk Çatı Uygulama Kılavuzu" hazırlamalıdır. Bu kılavuz; mevcut çatı tiplerine (düz çatı, eğimli kiremit, çatı terası) göre uygulanabilir malzeme seçeneklerini, uygulama detaylarını ve maliyet-kazanım analizini içermelidir. Önerilen minimum değer: yeni binalarda solar reflektans $\geq 0,65$ (SRI ≥ 78). Araştırmalar; soğuk çatıların iklimlendirmesiz binalarda iç mekân sıcaklığını 1,2–3,3°C düşürdüğünü ve bu etkinin iklim krizinin derinleştiği yıllarda giderek artacağını ortaya koymaktadır. Kılavuz; Antalya Büyükşehir Belediyesi'nin mevcut yapı stoku yenileme programlarıyla entegre edilerek geniş ölçekte uygulanmalıdır [8, 9, 10].
- **Akdeniz iklimine özel yeşil çatı tasarım ve uygulama standardı:** Yeşil çatı teknolojisi Akdeniz ikliminde incelendiğinde; güneyde yaz kuraklığı koşullarında bakım ve sulama gereksiniminin kuzey Avrupa uygulamalarından farklılaştığı görülmektedir. Akdeniz iklimine özgü araştırmalar; yeşil çatıların yaz soğutma yükünü yüzde 9,6–15,1 arasında azaltabildiğini, yeşil çatı ile yeşil cephenin birlikte uygulandığı senaryoda ise bu azaltımın yüzde 36,8'e ulaşabildiğini göstermektedir. Biochar katkılı substrat içeren yenilikçi yeşil çatı sistemlerinde çatı yüzey sıcaklığı geleneksel çatıya kıyasla 9,8°C düşürülebildiği belgelenmiştir [11, 12]. Antalya ikliminde kuraklığa dayanıklı türlere dayanan "minimum sulama gerektiren yeşil çatı" standart detaylarını hazırlanmalı, yapı

ruhsatı sürecinde zemin cinsine ve strüktürel kapasiteye göre uygulanabilirlik değerlendirmesini sistematik hale getirmelidir.

- **Kamusal alanda gölge sürekliliği:** Mimari gölgeleme elemanları standardı: Okul bahçeleri, sağlık tesisi girişleri, yaya bölgeleri ve ulaşım odakları için minimum gölge sürekliliği sağlayan mimari tasarım standartları geliştirmelidir. Standart; pik güneş saatlerinde (10:00–16:00) yürüme yüzeyinin en az yüzde yetmişinin gölge altında olmasını hedef değer olarak belirlemelidir. Gölgeleme elemanı seçiminde —brise-soleil, geçirgen fotovoltaik paneller, pergola, ağaç— iklim konforu, bakım kolaylığı ve olası taşkın-fırtına yük kombinasyonları birlikte değerlendirilmelidir. Gölge kamusal alanların kent genelindeki dağılımı; ısı kırılganlık haritasıyla çakıştırılarak öncelikli müdahale alanları belirlenmelidir [2, 10].
- **Kent içi ağaçlandırma:** Mimari proje entegrasyonu ve tür standartları: Ağaçlandırma kararları yalnızca peyzaj projesinin değil, mimari projenin bütünleşik parçası olmalıdır. Bu kapsamda, bina güneş kontrol hesabında çevre ağaç gölgesinin dikkate alınması, otopark ve açık alan düzenlemelerinde kök gelişimine uygun zemin profili ve drene hacmi sağlanması ile ağaç kökleri ile yapı temel ve altyapı hatları arasında güvenli mesafelerin mimari projede gösterilmesi konularında standart belirleme yetkisi ilgili kurumlar tarafından kullanılmalıdır. Ayrıca; Antalya'nın kuru yaz koşullarına dayanıklı, düşük su tüketen ve kentsel ısıyı azaltan yerli ağaç türlerinin (Akdeniz meşesi, zeytin, dut, Anadolu karaçamı gibi) tercih edilmesi için iş birliğiyle yerel tür rehberi hazırlanmalıdır [2, 10].

3.1.4.Sonuç

Kentleşme, mekânsal planlama ve iklim direnci başlığında temel sonuç; Antalya'da iklim risklerinin planlama sürecinin dışsal bir girdisi değil, doğrudan arazi kullanım kararlarını belirleyen ana unsur olarak kabul edilmesi gerektiğidir. İklim risklerine duyarlı planlama yaklaşımı hayata geçirildiğinde, yeni risk üretiminin azaltılması, mevcut risklerin kademeli olarak düşürülmesi, kamusal açık alan kalitesinin artırılması, altyapı yatırımlarının daha rasyonel yönlendirilmesi ve afet sonrası toparlanma kapasitesinin güçlendirilmesi mümkün olacaktır. Bu dönüşüm, yalnızca çevresel bir hedef değil, aynı zamanda kamu yararı, sağlıklı kentleşme ve sosyal adalet meselesidir.

3.2. Mevcut Yapı Stokunun Afetlere Karşı Güçlendirilmesi

3.2.1.Kapsam ve Mevcut Durum

Türkiye'nin önemli bir bölümü aktif deprem kuşağında yer almakta olup geçmiş depremlerde yaşanan can ve mal kayıpları, mevcut yapı stokunun afet riskleri açısından yeniden değerlendirilmesini zorunlu hale getirmiştir. Mevcut yapıların önemli bir kısmı güncel deprem yönetmelikleri öncesinde inşa edilmiş olup, Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği (TBDY 2018) kapsamında öngörülen performans ve güvenlik kriterlerini tam olarak karşılamamaktadır. Bunun yanında zaman içerisinde gerçekleştirilen kullanım amacı değişiklikleri, ruhsatsız müdahaleler, bakım eksiklikleri ve denetimsiz tadilatlar yapı güvenliğini olumsuz etkileyebilmektedir.

Afetlere dirençli kentlerin oluşturulabilmesi için mevcut yapı stokunun bilimsel yöntemlerle ortaya konulması, risk düzeylerinin belirlenmesi ve gerekli güçlendirme veya dönüşüm uygulamalarının planlanması gerekmektedir. Yapı güvenliği günümüzde yalnızca deprem dayanımı ile sınırlı değerlendirilmemekte; enerji verimliliği, çevresel sürdürülebilirlik ve iklim değişikliğine uyum kriterleri de dönüşüm süreçlerinin temel bileşenleri arasında yer almaktadır.

Antalya'da kentsel dönüşüm bölgelerindeki uygulamalar incelendiğinde; güçlendirme ve yeniden yapım süreçlerinin büyük bölümünde enerji verimliliği ve biyoklimatik tasarım hedeflerinin göz ardı edildiği, yıkılıp yeniden inşa edilen yapıların güncel BEP-TR sınıflandırmalarını karşılar biçimde tasarlanıp tasarlanmadığının sistematik olarak denetlenmediği görülmektedir.

Antalya özelinde ise hızlı kentleşme, yoğun göç hareketleri, mevsimsel nüfus artışı ve farklı dönemlerde yaşanan denetim eksiklikleri nedeniyle yapı stokunun güncel durumunun ortaya konulması önem taşımaktadır. Antalya'nın deprem tehlikesi taşıyan bir bölgede bulunması, yüksek sıcaklık ve nem koşullarına maruz kalması ve enerji tüketiminin yüksek olması, yapı güvenliği ile enerji verimliliğinin birlikte ele alınmasını gerekli kılmaktadır.

3.2.2.Sorunların Tespiti

- Mevcut yapı stokunun önemli bir bölümünün eski deprem yönetmeliklerine göre inşa edilmiş olması.
- Antalya genelinde güncel ve kapsamlı yapı envanteri çalışmalarının bulunmaması veya yetersiz olması.
- **2000 yılı öncesinde inşa edilmiş yapılarda düşük beton dayanımı, yetersiz donatı detaylandırması, yumuşak kat düzensizliği ve projeye aykırı uygulamaların yaygın olması.**
- Kaçak yapılaşma ve geçmiş imar afları nedeniyle yapı güvenliğine ilişkin belirsizliklerin bulunması.
- Yapım sürecinde yeterli mühendislik ve denetim hizmeti almamış yapıların varlığı.
- Zaman içerisinde yapılan ruhsatsız tadilatlar, kullanım amacı değişiklikleri ve taşıyıcı sisteme müdahalelerin yapı performansını olumsuz etkilemesi.

- Yapıların bakım ve onarım eksiklikleri nedeniyle yapısal dayanımlarının azalması.
- Riskli yapıların belirlenmesine yönelik hızlı tarama ve performans analizlerinin yeterince yaygınlaştırılamamış olması.
- Güçlendirme maliyetlerinin yüksek olması nedeniyle yapı sahiplerinin gerekli müdahaleleri erteleme.
- Mevcut yapı stokunun enerji verimliliği, su verimliliği ve iklim değişikliğine uyum açısından düşük performans göstermesi.
- Güçlendirme ve dönüşüm süreçlerinde teknik, mali ve idari destek mekanizmalarının yetersiz kalması.
- Kentsel dönüşüm kapsamında yıkılıp yeniden inşa edilen yapılarda mimari proje onayının salt yapısal norm ve imar kriteri uyumunu denetlemesi; iklim performansı, bina yönelmesi ve pasif tasarım kriterlerinin değerlendirilmemesi.
- Tarihi yapı stoğunun —özellikle Antalya'nın Kaleiçi ve Muratpaşa bölgelerindeki geleneksel dokusunun— güçlendirme ya da dönüşüm süreçlerinde mimari miras değerleriyle iklim uyumu hedeflerini birlikte ele alan bütünleşik bir çerçeveden yoksun olması.
- Güçlendirme projelerinin çoğunlukla bodrum kat ve taşıyıcı sistem müdahalesiyle sınırlı kalması; bina kabuğunun —dış duvar, çatı, pencere sistemleri— TS 825:2024 gereklilikleri doğrultusunda aynı süreçte yenilenmemesi.
- Yapı dönüşümü süreçlerinde proje müellifi mimarın koordinasyon rolünün net tanımlanmaması; mimarın güçlendirme projesi koordinasyonundan fiilen dışlanabilmesi.

3.2.3.Çözüm Önerileri

- Antalya genelinde kapsamlı yapı stoku envanteri oluşturulmalı ve Antalya Deprem Master Planı tamamlanmalıdır.
- Riskli yapıların belirlenmesi amacıyla hızlı tarama yöntemleri, performans analizleri ve detaylı mühendislik incelemeleri yaygınlaştırılmalıdır.
- Yapılar risk düzeylerine göre önceliklendirilerek bölgesel güçlendirme ve dönüşüm programları hazırlanmalıdır.
- Güçlendirme veya yeniden yapım kararları teknik, ekonomik ve sosyal kriterler birlikte değerlendirilerek verilmelidir.
- Betonarme mantolama, çelik güçlendirme, karbon lifli polimer uygulamaları, perde duvar ilavesi ve zemin iyileştirme yöntemleri gibi mühendislik çözümleri yaygınlaştırılmalıdır.
- Güçlendirme projeleri deprem performans analizleri, malzeme testleri ve zemin etütleri temelinde yetkin mühendisler tarafından hazırlanmalı ve denetlenmelidir.
- Düşük faizli krediler, uzun vadeli finansman modelleri, vergi ve harç indirimleri ile sigorta teşvikleri gibi ekonomik destek mekanizmaları geliştirilmelidir.

- Yerel yönetimler tarafından vatandaşlara yönelik teknik danışmanlık ve rehberlik hizmetleri sunulmalıdır.
- Güçlendirme ve dönüşüm süreçleri enerji verimliliği ve iklim uyum hedefleriyle birlikte ele alınmalıdır.
- Isı yalıtımı uygulamaları, yenilenebilir enerji sistemleri, su verimliliği çözümleri ve çevre dostu yapı malzemelerinin kullanımı teşvik edilmelidir.
- Yeşil bina uygulamaları ve düşük karbonlu yapılaşma yaklaşımları desteklenmelidir.
- Merkezi yönetim, yerel yönetimler, üniversiteler, kamu kurumları, meslek odaları ve sivil toplum kuruluşları arasında kurumsal iş birliği mekanizmaları güçlendirilmelidir.
- Toplumun yapı güvenliği, afet riski ve güçlendirme uygulamaları konusunda bilinç düzeyini artıracak eğitim ve farkındalık çalışmaları yaygınlaştırılmalıdır.
- **Kentsel dönüşüm projelerinde zorunlu bütünleşik mimari proje:** Riskli yapı tespiti kapsamındaki tüm güçlendirme ve yeniden yapım projelerinde; yapısal müdahale projesiyle eş zamanlı hazırlanan ve bina kabuğu yenileme (TS 825:2024 uyumlu yalıtım, pencere, çatı), yenilenebilir enerji entegrasyonu ve biyoklimatik yönlenme kararlarını içeren bir "Bütünleşik Mimari Dönüşüm Projesi" ruhsat koşulu haline getirilmelidir. Bu proje; proje müellifi mimar tarafından hazırlanmalı ve Mimarlar Odası vize onayına tabi tutulmalıdır [1, 7].
- **Antalya geleneksel yapı stoğu için iklim uyumlu koruma rehberi:** Kaleiçi, Muratpaşa ve diğer tarihi mahallelerdeki geleneksel yapı stoğunun; özgün mimari karakterini ve tescilli değerlerini koruyarak enerji verimliliği ve iklim direncini artıracak müdahale tekniklerini tanımlayan bir "Antalya Tarihi Yapı Stoğu İklim Uyum Rehberi" hazırlanmalıdır. Bu rehber; geri dönüşümlü ve iklim uyumlu malzeme seçeneklerini, özgün cephe elemanlarını bozmadan yapılabilecek ek yalıtım tekniklerini ve tarihi çatı strüktürlerine uyarlanmış güneş enerjisi sistemlerini içermelidir [1].
- **Yapı tipoloji haritası ve dönüşüm öncelik kademesi:** Mimarlar Odası; İMO'nun yapısal risk envanterine paralel olarak Antalya'nın farklı mahallelerinde baskın yapı tipolojilerini —yapım dönemi, cephe tipi, kat sayısı, bina biçimi— belgeleyen bir "Mimari Tipoloji Haritası" hazırlamalıdır. Bu harita; hangi tipolojilerin en düşük enerji performansına sahip olduğunu, hangi bölgelerde sistematik cephe yenileme müdahalesinin en büyük toplam etkiyi yaratacağını belirleyecek ve yatırım önceliklendirmesine somut mimari altlık sağlayacaktır [1, 7].

3.2.4.Sonuç

Mevcut yapı stokunun afetlere karşı güçlendirilmesi, can ve mal güvenliğinin sağlanmasının yanı sıra sürdürülebilir ve dirençli kentlerin oluşturulmasının temel koşullarından biridir. Antalya'da yapı envanterinin ortaya konulması, riskli yapıların bilimsel yöntemlerle belirlenmesi ve öncelikli alanlarda güçlendirme veya dönüşüm programlarının uygulanması büyük önem taşımaktadır. Bu sürecin başarılı olabilmesi için merkezi yönetim, yerel yönetimler,

üniversiteler, meslek odaları ve ilgili tüm paydaşların iş birliği içerisinde hareket etmesi gerekmektedir. Yapı güvenliği ile enerji verimliliği ve iklim değişikliğine uyum hedeflerinin birlikte ele alınması, Antalya'nın daha güvenli, sürdürülebilir ve afetlere dirençli bir kent haline gelmesine önemli katkı sağlayacaktır.

3.3. Kentsel dönüşüm süreçlerinin risk temelli yürütülmesi

3.3.1.Kapsam ve Mevcut Durum

Küresel iklim krizinin tetiklediği aşırı hava olayları (sel, taşkın, fırtına, orman yangınları) ve jeolojik afetler (depremler), kentlerimizin sosyo-ekonomik altyapısı üzerinde geri dönülemez tehditler oluşturmaktadır. Bu dinamikler arasında can ve mal kaybı açısından en yüksek risk faktörünü barındıran deprem tehlikesine karşı kentleri dirençli hale getirmek, küresel sürdürülebilir kalkınma amaçlarının temel bir parçasıdır. Bu doğrultuda, mevcut yapı stokunun iklim ve afet risklerine uyumlu hale getirilmesi için kentsel dönüşüm stratejilerinin zaman kaybetmeden hayata geçirilmesi ulusal ve yerel bir zorunluluktur.

Akdeniz Havzası'nın kırılgan ekosisteminde yer alan Antalya ölçeğinde ise; 1950 sonrasındaki yoğun göç dalgaları ve 1970-1990 yılları arasındaki kontrolsüz turizm odaklı büyüme, kentte düzensiz bir yapılaşma mirası bırakmıştır. Bugün merkez nüfusu 3 milyona yakın kentin büyümesi hızla devam etmektedir. Şehrin merkezi yerleşim alanları görece olarak modern standartlara sahipken, kentin tarihsel çekirdeğini oluşturan bölgeler iklim değişikliğine karşı çoklu riskler barındırmaktadır. Kentte geçmiş dönemde yerel yönetimler ve TOKİ iş birliğiyle çeşitli kentsel dönüşüm projeleri yürütülmüş olsa da, makro ölçekte iklim dirençliliğini ve afet vizyonunu bütüncül olarak ortaya koyacak mekanizmalar henüz olgunlaşmamıştır.

3.3.2.Sorunların Tespiti

Yürütülen kentsel dönüşüm süreçlerinde karşılaşılan temel ve kronik sorunlar şu şekilde tespit edilmiştir:

- **Bölgesel Strateji ve İklim Vizyonu Eksikliği:** Makro ölçekte, afet risklerini ve iklim senaryolarını referans alan bütüncül bir kentsel dönüşüm vizyonu ortaya konulamamaktadır. Mevcut çalıştaylar ve yerel planlama süreçleri, ilçe ve mahalle bazında "öncelikli ve riskli alanların" belirlenmesinde somut ve sonuç odaklı eylemlere dönüşmemektedir.

Kurumlar Arası Koordinasyon ve Veri Paylaşımı Yetersizliği: Bilimsel altlık oluşturan akademik odaların ve sivil toplumun hazırladığı kentsel dönüşüm raporları, karar verici yerel idareler tarafından yeterince konsolide edilememekte; kurumsal duyarsızlık nedeniyle çok paydaşlı bir yönetim modeli tesis edilememektedir.

- **Parsel Bazlı Yaklaşım ve Ekolojik Altyapı Kaybı:** Dönüşümün ada veya mahalle ölçeğinde değil, parsel bazında yürütülmesi, süreci derinlikli bir kentsel dönüşümden

ziyade "yık-yeniden yap" pratiğine indirgemektedir. Bu durum ekolojik altyapıyı, sosyal donatı alanlarını ve kent içi yeşil koridorları yok ederek kentleri karbon yoğun "beton adalara" dönüştürmektedir.

- **Mülkiyet Hakları ve Şeffaflık:** Sürdürülebilir dönüşümün temel taşı, insan odaklı yaklaşım ve mülkiyet hakkının korunmasıdır. 6306 sayılı kanun kapsamında uygulanan arsa payı çoğunluğu kuralı, uygulamada finansal gücü yüksek aktörlerin lehine işleyebilmekte ve azınlığın haklarını kırılgan hale getirebilmektedir. Hukuki süreçlerde ihtiyati tedbir kararlarının eksikliği, telafisi imkânsız mülkiyet kayıplarına yol açmakta ve kamu otoriteleri üzerinde ciddi mali ve hukuki tazminat yükleri oluşturmaktadır.
- **Soylulaştırma ve Sosyal Kırılganlık:** Projelerin yarattığı yüksek gayrimenkul değer artışları, sosyo-ekonomik açıdan dezavantajlı olan mevcut hak sahiplerinin (alt gelir gruplarının) alan dışına itilmesine, dolayısıyla kentsel yerinden edilmeye ve sosyal ayrılmaya neden olmaktadır.

3.3.3.Çözüm Önerileri

Tespit edilen sorunların giderilmesi ve kentsel dönüşümün risk temelli, adil ve sürdürülebilir bir yapıya kavuşturulması için şu çözüm modelleri uygulanmalıdır:

- **Amacına Uygun Arazi Yönetimi ve Bütüncü Planlama:** Kentsel dönüşüm, mülkiyet odaklı dar bir perspektiften çıkarılarak, coğrafi bilgi sistemlerine dayalı, disiplinler arası bir "Arazi Yönetimi" modeliyle ele alınmalıdır. Projeler parsel ölçeğinde değil, karbon nötr ve yeşil altyapı odaklı, en az ada veya mahalle bazında kurgulanmalıdır.
- **Acil Eylem Vizyonu:** Afet dinamikleri ve iklim krizi, insanoğlunun tedbir almasını beklemeksizin ilerlemektedir. Kentlerimizin risk azaltımı ve dönüşüm konusunda kaybedecek zamanı yoktur. Deprem riskine karşı alınacak önlemler ivedilikle hayata geçirilmeli, kentsel dirençlilik yatırımları ile dönüşüm projeleri bürokratik süreçlere takılmaksızın "Acil Eylem Planı" kapsamında öncelikle tamamlanmalıdır.
- **Toplumcu ve Şeffaf Uygulamalar:** Dönüşüm süreçlerinin başlangıcında, hak sahipliği modelleri ve imar hakları adil ve şeffaf bir biçimde tanımlanmalıdır. Projeler; yerel toplulukların, sivil toplumun ve akademik paydaşların katılımıyla, aşağıdan yukarıya bir yaklaşımla tasarlanmalıdır.
- **Kentsel Rantın ve Değer Artışının Adil Paylaşımı:** Riskli alanların rehabilitasyonu neticesinde ortaya çıkan kentsel değer artışı (rant), kamu yararı gözetilerek adil bir biçimde dağıtılmalı ve kentsel dirençlilik fonlarının finansmanında döngüsel bir kaynak olarak kullanılmalıdır.

- **Mülkiyet Odaklı Mevzuat Revizyonu:** 6306 sayılı kanun ve ilgili kentsel dönüşüm mevzuatı; mülkiyet hakkını, azınlık haklarını ve toplumsal adaleti güvence altına alacak şekilde, kamu yararı ile bireysel haklar arasındaki dengeyi koruyan bir vizyonla revize edilmelidir.
- **Uygulamaların Sürekliliğinin Sağlanması:** Projelerin tamamlanmasının ardından çevresel, sosyal ve ekonomik etkiler sürekli olarak izlenmeli; iklim parametreleri ve değişen kent dinamikleri doğrultusunda planlar esnek bir yaklaşımla güncellenmelidir.
- **İklim Dirençli Öncelikli Dönüşüm Alanlarının Tespiti:** Kentin yaşlı yapı stoku, ekolojik kırılganlığı ve kronik mülkiyet karmaşası analiz edilerek; "Öncelikli İklim Dirençli Dönüşüm Alanı" ilan edilerek projelendirilmelidir.

3.4. İklim Krizi ve Afet Risklerine Karşı Veri Odaklı Akıllı Şehir Stratejileri

3.4.1.Kapsam ve Mevcut Durum

Hızlı nüfus artışı, kırsal alanlardan kentlere yönelen yoğun talep, küresel sosyo-ekonomik gelişmeler ve iklim değişikliği, kentlerimizi yönetilmesi güç yapısal krizlerle karşı karşıya bırakmaktadır. Planlama süreçlerinin küresel standartlarda yönetilemediği durumlarda kentler; ulaşım sorunları, altyapı yetersizlikleri, su stresi, barınma ve konuta erişim zorlukları, halk sağlığı riskleri, enerji krizleri, çevre kirliliği ve güvenlik zafiyetleri gibi birbirleriyle bağlantılı kronik sorunlarla yüzleşmektedir.

21. yüzyılın getirdiği bu karmaşık dinamiklere karşı, daha yaşanabilir, kaynakları verimli kullanan ve sürdürülebilir yaşam alanları inşa etme arayışı, "Akıllı Şehir" kavramını küresel bir vizyon olarak ön plana çıkarmıştır. Akıllı şehir; en temel tanımıyla şehircilik hizmetlerinin ileri teknolojiye entegre edilerek, çevrim içi (online) platformlar üzerinden kent halkına kesintisiz, kaliteli, kolay ve ucuz bir şekilde sunulabildiği sistemler bütünüdür.

Kentlerin iklim değişikliğinin yıkıcı etkilerine ve bu etkilere bağlı olarak gelişen afet risklerine karşı dirençli hale getirilmesi, Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi Taraflar Konferansı'nın (COP31) ve Sürdürülebilir Kalkınma Amaçları'nın (özellikle SKA 11) merkezinde yer almaktadır. Türkiye'de akıllı kent çalışmaları makro politika düzeyinde henüz gelişim aşamasında olup, ulusal stratejilerin yerel uygulamalarla bütünleştirilmesi ihtiyacı devam etmektedir. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı'nın stratejik planlarında ve "2020-2023 Ulusal Akıllı Şehirler Stratejisi ve Eylem Planı" kapsamında yer alan Eylem 26; kentsel dönüşüm ve gelişim alanlarının "akıllı bölgeler" olarak tanımlanmasını ve bu alanların gelişmekte olan diğer kentler için birer ekolojik ve teknolojik rehber olmasını hedeflemektedir.

Dünya kenti ve küresel bir marka olma potansiyeline sahip olan Antalya ölçeğinde ise, tarihsel süreçteki kentleşme pratiğinin ne yazık ki arzu edilen bilimsel ve planlı seviyeye ulaşamadığı

görülmektedir. Kentin geleceğini iklim dirençli kılmak adına; yeni yapılaşmaya açılacak alanların ilk andan itibaren akıllı şehir teknolojileriyle tasarlanması, mevcut yapılaşmış alanlarda ise her türlü siyasi çekişme ve rantsal beklenti bir kenara bırakılarak, akıllı şehir sistemleriyle entegre kentsel dönüşüm projelerinin mutlak suretle hayata geçirilmesi zorunludur.

3.4.2.Sorunların Tespiti:

COP31 küresel iklim ve dirençlilik hedefleri ışığında yapılan değerlendirmelerde, akıllı şehir teknolojilerinin afet risk azaltımı ve iklim uyum süreçlerinde etkin bir araç olarak kullanılamamasının önündeki majör engeller şu şekilde tespit edilmiştir:

- **Konumsal Veri Standartı ve Güvenirliği:** Akıllı şehir mimarisinin ve afet senaryolarının temel altlığını oluşturan "konumsal veri" (spatial data) altyapısında ciddi eksiklikler bulunmaktadır. Birçok farklı meslek disiplininin ortak çalışmasını gerektiren bu projelerde, verinin anlık olarak güncellenememesi ve doğruluk testlerinden geçirilememesi, karar destek sistemlerinin yanlış çıktı üretmesine yol açmaktadır.
- **Kurumlar Arası Koordinasyon ve Veri Paylaşım:** Yerel yönetimler, merkezi idari birimler, özel sektör ve sivil toplum kuruluşları arasında planlama, koordinasyon ve haberleşme süreçleri zayıftır. Üretilen teknik bilgi ve şehircilik hizmetleri kurumlar arasında paylaşılamamakta; açık veri paylaşım platformlarının bulunmaması nedeniyle kurumsal körlük ve mükerrer yatırımlar oluşmaktadır. Teknolojik altyapının yerel yönetimlerdeki diğer mevcut sistemlerle entegre edilememesi, bütünsel çalışma prensiplerini sekteye uğratmaktadır.
- **Sivil Toplum ve Meslek Odalarının Sürece Dahil Edilmesi:** Geliştirilen akıllı şehir projeleri, en başta kent sakinleri olmak üzere akademik odalar ve diğer kent paydaşları sürecin dışarısında bırakılarak tasarlandığında, toplum tarafından benimsenmemektedir. Vatandaşların kullanmadığı ve sahiplenmediği çözümler, kamu kaynakları açısından telafisi güç birer zaman ve finans kaybına dönüşmektedir.
- **Nitelikli İnsan Kaynağı Kapasitesinin Yetersizliği:** Akıllı şehircilik hizmetlerinin tasarımı, büyük verinin analizi ve ileri sistemlerin işletilmesi aşamalarında görev alacak nitelikli, uzmanlaşmış insan kaynağı kapasitesi hem ulusal hem de yerel düzeyde yetersizdir.
- **Karar Alma Süreçlerine Teknolojinin Entegre Edilmemesi:** Arz-talep analizleri, piyasa ihtiyaçları ve kentsel risk tahminleri, Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) tabanlı canlı verilerle analiz edilmek yerine statik, geleneksel ve dijital olmayan yöntemlerle yürütülmekte; bu durum afet anında reaktif kalınmasına neden olmaktadır.

3.4.3.Çözüm Önerileri

Sürdürülebilir, iklim uyumlu ve afetlere karşı korunaklı geleceğin akıllı kenti Antalya'yı inşa etmek amacıyla, uluslararası kriterler (Eden Strategy Institute parametreleri: Vizyon, Liderlik, Bütçe, Finansal Teşvikler, Destek Programları, İnovasyon Ekosistemleri ve Politikalar) doğrultusunda şu stratejik eylemler ve küresel iyi uygulama örnekleri önerilmektedir:

- **CBS Tabanlı Erken Uyarı Sistemleri:** Akıllı şehirlerin kurulması ve afet risklerinin minimize edilmesi mutlak suretle Coğrafi Bilgi Sistemlerinden (CBS) geçmektedir. Bilgilerin ve yapısal verilerin konumla ilişkilendirilmesi sayesinde; deprem, sel, taşkın ve orman yangını gibi iklim odaklı afet riskleri, kentin bütününde anlık olarak simüle edilmelidir. Elde edilen konumsal verilerle yapılacak analizler, afet anında idarelerin ve acil müdahale ekiplerinin (örneğin ambulans, itfaiye ve arama-kurtarma) doğru karar almasını, en hızlı ve güvenli güzergahları saniyeler içinde belirlemesini sağlamalıdır.
- **Yapı Envanteri ile Riskli Yapı Tespiti:** Kentsel dönüşüm süreçleri, binaların afetlere karşı dirençliliğini ölçmek için teknolojik bir fırsat alanıdır. Dönüşüme uğrayan riskli bölgelerde inşa edilecek yeni nesil kamu binalarına ve konut projelerine, pilot uygulama olarak yapay zekâ destekli "Yapı Sağlığı İzleme Sensörleri" entegre edilmelidir. Olası bir sismik hareketlilik veya sarsıntı anında binanın yapısal hasar durumunu, beton ve demir yorgunluğunu anlık veri olarak Kent Veri Merkezi'ne aktaran bu akıllı sistemler; afet sonrası arama-kurtarma operasyonlarında hangi binaya öncelik verilmesi gerektiğini nesnel verilerle ortaya koyacaktır.
- **CBS Tabanlı "Açık Veri Paylaşım Platformları" ve Konumsal Veri Altyapısı:** Bilgi çağının ve akıllı şehirciliğin en stratejik hammaddesi veridir. Tüm kentsel dönüşüm ve afet yönetim sistemleri, konumsal veri altyapısı tamamlanmış Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) üzerine kurulmalıdır. Bilgilerin konumla ilişkilendirilmesi; doğru arz-talep analizlerinin yapılmasına, piyasa ihtiyaçlarının belirlenmesine ve riskli alanlarda saniyeler içinde doğru kararlar alınmasına olanak tanır. Bu doğrultuda, verinin sürekliliğini, güncelliğini ve doğruluğunu garanti altına alacak yerel "Açık Veri Paylaşım Platformları" derhal kurulmalıdır.
- **Küresel En İyi Uygulama Örneği – LONDRA:** Küresel akıllı şehir endekslerinde zirvede yer alan Londra, stratejik vizyonu kapsamında internet erişimi olmayan insan sayısını her yıl %20 oranında azaltmayı taahhüt etmiştir. Bu doğrultuda şehir, iklim değişikliği kaynaklı risklere karşı teknolojik altyapıyı inşa ederken akıllı şehir uygulamalarında dijital katılımı ve bilgiye adil erişimi temel esas olarak benimsemiştir.
- **Küresel En İyi Uygulama Örneği – SİNGAPUR:** Singapur, "Productivity Solutions Grant" gibi kamu teşvik mekanizmalarıyla, akıllı teknoloji geliştiren ve süreçlerinde dijitalleşmeye giden küçük ve orta ölçekli işletmelerin (KOBİ) maliyetlerinin %70'ine

kadar olan kısmını finanse etmektedir. Kent, bu veriye dayalı ekosistemi akıllı trafik yönetimi ve proaktif sağlık sistemlerinde başarıyla uygulamaktadır. Kentler için hazırlanacak "Yerel Akıllı Şehir Stratejisi ve Yol Haritası" kapsamında, sismik risk azaltımı ve iklim uyumu teknolojileri üreten yerel girişimler ve KOBİ'ler benzer finansal teşvik programları ve sübvansiyonlarla desteklenmelidir.

- **Akıllı Kent Vizyonu ve Sivil Toplum:** Geleceğin akıllı kentinde, her vatandaşa kararlara aktif katılma hakkı veren interaktif bir yönetim modeli tesis edilmelidir. Şehir yönetimlerinin bünyesinde bu süreci Ar-Ge düzeyinde yönetecek özel kurul veya kurullar görevlendirilmelidir. Gerçekleştirilecek olan akıllı kent-dönüşüm projelerinde, karar verici uygulayıcı kurumlar; bilimsel veri sağlayıcısı ve kentsel teknik uzman konumunda olan üniversiteler, özel sektör ve sivil toplum örgütleri ile kurumsal ve hukuki ortaklıklar kurmalıdır.
- **Pilot "Akıllı Bölge" ve Modüler Dönüşüm Uygulamaları:** Kentsel dönüşüm süreçleri, akıllı şehircilik yaklaşımlarının sahada uygulanması açısından önemli fırsatlar barındırmaktadır. Yıkılacak riskli binaların yerine, afetlere ve iklim krizine dayanıklı yeni yapılar inşa edilirken; bu alanlar akıllı şebekeler, enerji verimli sistemler ve CBS entegreli altyapılarla donatılarak "pilot akıllı bölgeler" olarak kurgulanmalıdır. Bu mikro alanlardan elde edilecek geri bildirimler ve veri kazanımları, sistemin kent geneline yayılması için bilimsel bir rehber teşkil edecektir.
- **Nitelikli İnsan Kaynağı ve Eğitim Programları:** Teknolojik araçların tek başına yeterli olmadığı bilinciyle, şehircilik hizmetlerinin geliştirilmesinde yer alan idari ve teknik personelin "nitelikli insan kaynağı kapasitesi" özel eğitim programlarıyla artırılmalıdır. Eş zamanlı olarak, şehir sakinlerinin bilgi ve iletişim teknolojilerine erişimlerini kolaylaştıracak ve bu teknolojileri afet risk azaltımında kullanmalarını sağlayacak dijital yetenek ve davranış değişikliği eğitimleri mahalle konseyleri düzeyinde yaygınlaştırılmalıdır.

3.4.4.Sonuç

Antalya'nın geleceği, yalnızca yeni fiziksel altyapı yatırımlarıyla değil; veriye dayalı, katılımcı, teknoloji destekli ve iklim dirençli bir kent yönetimi anlayışıyla güvence altına alınabilir. İklim krizinin etkilerinin giderek arttığı, aşırı hava olaylarının daha sık ve daha şiddetli yaşandığı günümüzde; afet risklerinin azaltılması, kaynakların etkin yönetimi ve kent yaşam kalitesinin yükseltilmesi için akıllı şehir uygulamaları stratejik bir gereklilik haline gelmiştir.

Akıllı şehir yaklaşımı; afetler meydana geldikten sonra müdahale etmeyi değil, riskleri önceden belirleyerek zararları azaltmayı esas alan proaktif bir yönetim modelini mümkün kılmaktadır. Coğrafi Bilgi Sistemleri, sensör ağları, yapay zekâ destekli analizler, açık veri platformları ve

dijital katılım mekanizmaları sayesinde kentler, iklim değişikliğinin neden olduğu tehditleri daha doğru öngörebilmekte ve karar alma süreçlerini bilimsel veriler ışığında şekillendirebilmektedir.

Bu çerçevede Antalya’da; konumsal veri altyapısının güçlendirilmesi, kurumlar arası veri paylaşımının geliştirilmesi, afet risklerinin gerçek zamanlı izlenmesi, kentsel dönüşüm süreçlerinin akıllı şehir ilkeleriyle bütünleştirilmesi ve vatandaşların karar süreçlerine aktif katılımının sağlanması öncelikli hedefler arasında yer almalıdır. Özellikle yeni gelişim alanlarının ve dönüşüm bölgelerinin “akıllı bölge” yaklaşımıyla planlanması, kentin gelecekte karşılaşacağı iklim ve afet risklerine karşı önemli bir dirençlilik kapasitesi oluşturacaktır.

Sonuç olarak Antalya’nın iklim değişikliğine uyum sağlayan, afetlere karşı dayanıklı, kaynaklarını verimli kullanan ve yaşam kalitesi yüksek bir dünya kenti olabilmesi; teknoloji, veri, bilimsel bilgi ve katılımcı yönetimi bir araya getiren bütüncül bir akıllı şehir vizyonunun kararlılıkla uygulanmasına bağlıdır. Bu dönüşüm yalnızca teknolojik bir modernleşme süreci değil; aynı zamanda sürdürülebilir kalkınma, toplumsal refah ve gelecek nesillerin yaşam güvencesi açısından stratejik bir zorunluluktur.

3.5. Ulaşım Sistemlerinin Dayanıklılığı

3.5.1.Kapsam ve Mevcut Durum

Ulaşım sistemi, iklim değişikliği ve afetler karşısında kentin en kritik altyapı bileşenlerinden biridir. Aşırı yağışlar, taşkınlar, sıcak hava dalgaları, orman yangınları, heyelanlar ve kıyı taşkınları; yolların, köprülerin, kavşakların, alt geçitlerin, toplu taşıma sistemlerinin ve acil erişim güzergâhlarının işlevselliğini doğrudan etkileyebilmektedir. Bu nedenle ulaşım planlaması yalnızca günlük hareketlilik ihtiyacını karşılayan bir hizmet alanı olarak değil, afet anında erişim, tahliye, lojistik destek ve temel hizmetlerin sürekliliğini sağlayan stratejik bir dirençlilik altyapısı olarak değerlendirilmelidir.

Afet durumlarında ulaşım sürekliliği; arama-kurtarma faaliyetlerinin yürütülmesi, yaralı tahliyesi, insani yardım ulaştırılması ve kritik kamu hizmetlerinin devamlılığı açısından yaşamsal öneme sahiptir. Ulaşım ağlarının dayanıklılığı yalnızca fiziksel altyapının sağlamlığı ile sınırlı olmayıp alternatif güzergâhlar, modlar arası entegrasyon ve lojistik planlama kapasitesi ile de ilişkilidir.

Bu kapsamda afet yönetimi döngüsünün zarar azaltma, hazırlık, müdahale ve iyileştirme aşamalarında ulaşım sistemlerinin işlevselliğinin korunması hedeflenmelidir. Acil ulaşım koridorları, alternatif güzergâhlar, lojistik merkezler ve farklı ulaşım türleri arasında geçiş sağlayan sistemler afetlere dirençli ulaşım planlamasının temel bileşenlerini oluşturmaktadır.

Özellikle demiryolu sistemleri, yüksek taşıma kapasitesi, hava koşullarından görece daha az etkilenmesi ve güvenilir işletme özellikleri nedeniyle afet durumlarında stratejik öneme sahiptir.

Karayolu ağının hasar gördüğü veya erişilemez hale geldiği durumlarda raylı sistemler, yardım malzemeleri ve insan hareketliliği için kritik bir alternatif oluşturmaktadır.

Kent planlaması açısından temel hedef; otomobil bağımlılığını azaltan, toplu taşımayı güçlendiren, yaya ve bisiklet erişimini destekleyen, kritik hizmet alanlarına erişimi güvence altına alan ve afet durumlarında alternatif ulaşım seçenekleri sunabilen bütünleşik bir ulaşım sistemi oluşturmaktır. Düşük karbonlu ulaşım hedefleri ile afet dirençliliği birbirini tamamlayan ve birlikte ele alınması gereken politika alanlarıdır.

3.5.2.Sorunların Tespiti

- Karayolu ağına yüksek düzeyde bağımlılık bulunmakta, alternatif ulaşım güzergâhları ve ulaşım modları yeterince geliştirilmemektedir.
- Taşkın, aşırı yağış ve kıyı taşkınlarından etkilenebilecek alt geçitler, dere geçişleri ve düşük kotlu ulaşım bağlantıları ulaşım sürekliliği açısından risk oluşturmaktadır.
- Kritik köprüler, viyadükler ve ulaşım altyapısının afet dayanıklılığı her bölgede yeterli düzeyde değildir.
- Hastaneler, itfaiye istasyonları, afet toplanma alanları, lojistik merkezler ve turizm bölgeleri için acil erişim ve tahliye güzergâhları yeterince tanımlanmamış veya bütüncül biçimde planlanmamıştır.
- Afet anında kullanılacak alternatif ulaşım türleri (demiryolu, denizyolu ve hava ulaşımı) ile entegrasyon düzeyi sınırlıdır.
- Yardım malzemelerinin depolanması ve dağıtılması için kullanılacak lojistik düğüm ve aktarma merkezlerinin planlanmasında eksiklikler bulunmaktadır.
- Toplu taşıma, yaya ve bisiklet altyapısı hem erişilebilirlik hem de iklim konforu açısından yeterli düzeyde değildir.
- Gölgeci duraklar, kesintisiz yaya bağlantıları, bisiklet ağı ve sıcaklık stresini azaltan kentsel tasarım uygulamaları yaygın değildir.
- Elektrikli ulaşım altyapısı ile enerji altyapısının mekânsal planlama süreçleriyle entegrasyonu yetersizdir.
- Turizm sezonunda artan hareketlilik ile afet tahliye gereksinimleri birlikte değerlendirilmediğinden özellikle kıyı alanlarında ulaşım baskısı oluşabilmektedir.

3.5.3.Çözüm Önerileri

- Ana ulaşım koridorları, köprüler, kavşaklar, alt geçitler ve kritik erişim ağı iklim değişikliği ve afet senaryoları altında test edilerek ulaşım sürekliliği analizleri gerçekleştirilmelidir.
- Kritik köprüler, viyadükler ve ulaşım altyapısı güçlendirilerek afetlere karşı dayanıklılık artırılmalıdır.
- AFAD, itfaiye, sağlık ekipleri ve diğer acil müdahale birimleri için öncelikli acil ulaşım koridorları belirlenmeli ve bu güzergâhların sürekli erişilebilirliği sağlanmalıdır.

- Ana yolların hizmet dışı kalması durumunda kullanılacak ikincil ve üçüncül alternatif güzergâhlar önceden tanımlanmalı ve düzenli olarak güncellenmelidir.
- Demiryolu, denizyolu ve hava ulaşımını içeren modlar arası ulaşım sistemleri geliştirilerek afet dönemlerinde alternatif erişim olanakları oluşturulmalıdır.
- Yardım malzemelerinin depolanması ve dağıtılması amacıyla güvenli bölgelerde lojistik merkezler ve aktarma noktaları planlanmalıdır.
- Yeni gelişme alanları ve kentsel dönüşüm bölgeleri, toplu taşıma odaklı gelişme, karma kullanım ve yaya-bisiklet erişimi ilkeleri doğrultusunda planlanmalıdır.
- Toplu taşıma sistemleri güçlendirilmeli; yaya ve bisiklet ulaşım ağları kesintisiz ve güvenli şekilde kurgulanmalıdır.
- Duraklar, aktarma merkezleri, okul ve sağlık tesisleri çevresinde gölgeleme, ağaçlandırma, geçirgen yüzeyler ve serinletici kamusal alan uygulamaları yaygınlaştırılmalıdır.
- Elektrikli araç şarj altyapısı, elektrikli toplu taşıma sistemleri ve yenilenebilir enerji destekli ulaşım çözümleri imar ve ulaşım planlarına entegre edilmelidir.
- Kıyı bölgeleri ve turizm alanları için sezonluk hareketlilik yönetimi planları hazırlanmalı; toplu taşıma, deniz ulaşımı, otopark yönetimi ve tahliye senaryoları birlikte değerlendirilmelidir.
- Acil ulaşım yolları ve tahliye koridorları dijital haritalar ile afet yönetim sistemlerine entegre edilerek güncel tutulmalıdır.

3.5.4.Sonuç

İklim değişikliği ve afet riskleri karşısında ulaşım sistemlerinin dayanıklılığının artırılması, yalnızca mevcut yol altyapısının güçlendirilmesiyle sınırlı değildir. Aynı zamanda ulaşımın arazi kullanımı, yerleşim deseni, enerji altyapısı, afet yönetimi, lojistik sistemler ve kamusal hizmetlerle bütünleşik olarak planlanmasını gerektirmektedir. Antalya’da afetlere karşı dirençli, düşük karbonlu, erişilebilir ve sürdürülebilir bir ulaşım sistemi oluşturulması; hem kent yaşamının sürekliliğini sağlayacak hem de afetlere hazırlık kapasitesi ile iklim değişikliğine uyum hedeflerine önemli katkı sunacaktır.

3.6. Enerji ve Altyapı

3.6.1.Afet Dirençli Altyapı Yatırımları

3.6.1.1.Kapsam ve Mevcut Durum

Enerji, su, kanalizasyon, yağmur suyu, haberleşme, ulaşım ve atık yönetimi gibi teknik altyapı sistemleri, iklim değişikliği karşısında kentlerin en kırılgan bileşenleri arasındadır. Sıcak hava dalgaları enerji talebini artırırken, aşırı yağışlar ve taşkınlar drenaj, kanalizasyon ve ulaşım altyapısını zorlamakta; yangınlar ve fırtınalar enerji iletim hatları ve haberleşme sistemleri üzerinde risk oluşturmaktadır. Bu nedenle altyapı yatırımları, yalnızca teknik kapasite hesabı olarak değil, çoklu afet riskleri ve mekânsal gelişme kararlarıyla birlikte değerlendirilmelidir.

Şehir planlama bakımından bu başlıkta temel sorumluluk; kritik altyapıların yer seçimi, koruma kuşakları, gelişme alanlarıyla kapasite uyumu, yenilenebilir enerji alanları, mikro şebeke olanakları, elektrikli ulaşım altyapısı ve afet durumunda hizmet sürekliliği sağlayacak mekânsal kararların planlara aktarılmasıdır.

3.6.1.2.Sorunların Tespiti

- **Altyapı kapasitesi ile plan yoğunlukları arasındaki kopukluk:** Plan değişiklikleriyle artan nüfus ve kullanım yoğunluğu, çoğu zaman yağmur suyu, kanalizasyon, içme suyu, enerji ve ulaşım altyapısı kapasitesiyle birlikte değerlendirilmemektedir.
- **Kritik altyapıların çoklu risk analizine tabi tutulmaması:** Trafo merkezleri, enerji hatları, pompa istasyonları, arıtma tesisleri, haberleşme altyapısı ve acil hizmet yapıları taşkın, yangın, sıcaklık ve kıyı riskleri açısından bütünleşik olarak analiz edilmelidir.
- **Enerji altyapısının iklim risklerine karşı kırılganlığı:** Aşırı sıcaklar, fırtına, yangın ve taşkın gibi etkiler elektrik altyapısında kesintilere neden olabilir. Bu durum özellikle sağlık, afet yönetimi, su temini, ulaşım ve haberleşme hizmetleri açısından kritik sonuçlar doğurur.
- **Yenilenebilir enerji ve mikro şebeke kararlarının planlama sistemine yeterince aktarılmaması:** Çatı GES, kamu yapılarında enerji üretimi, enerji depolama, elektrikli ulaşım şarj altyapısı ve mikro şebeke sistemleri plan kararlarıyla desteklenmediğinde uygulama parçalı kalmaktadır.
- **Veri tabanı ve kurumlar arası eşgüdüm eksikliği:** Altyapı hatları, riskli noktalar, kapasite sorunları ve plan kararları ortak bir CBS altyapısında izlenmediğinde yatırım öncelikleri sağlıklı belirlenmemektedir.

3.6.1.3.Çözüm Önerileri

Afet Dirençli Altyapı Yatırımları ve Kritik Altyapıların Risk Analizi

- **Kritik altyapı envanteri:** Enerji, su, kanalizasyon, yağmur suyu, haberleşme, ulaşım ve atık altyapılarına ilişkin kritik tesis ve hatlar CBS ortamında envanterlenmelidir.
- **Çoklu risk matrisi:** Kritik altyapılar; taşkın, kıyı taşkını, yangın, sıcak hava dalgası, deprem, heyelan ve altyapı arızası gibi tehlikelere göre sınıflandırılmalı; öncelikli güçlendirme alanları belirlenmelidir.
- **Plan kararlarıyla kapasite uyumu:** Yeni gelişme alanları veya yoğunluk artırıcı plan değişiklikleri, ilgili altyapı kurumlarından alınacak kapasite analizleriyle birlikte değerlendirilmelidir. Kapasite yetersizliği bulunan alanlarda yoğunluk artışı plan kararı haline getirilmemelidir.
- **Koruma kuşakları ve erişim sürekliliği:** Trafo merkezleri, pompa istasyonları, arıtma tesisleri, itfaiye ve afet lojistik alanları gibi kritik tesislerin çevresinde erişim, güvenlik, taşkın koruması ve yangın riski bakımından gerekli plan kararları oluşturulmalıdır.

Enerji Dirençli Şehir Altyapısı

- **Elektrik altyapısının iklim risklerine karşı güçlendirilmesi:** Enerji iletim ve dağıtım altyapısı, yangın, aşırı sıcak, fırtına ve taşkın riskleriyle birlikte analiz edilmeli; kritik kesinti noktaları belirlenmelidir.
- **Kamu yapıları ve afet merkezleri için enerji sürekliliği:** Hastaneler, itfaiye, afet koordinasyon merkezleri, su pompaları, haberleşme merkezleri, okul ve spor salonu gibi geçici barınma alanları için yedek enerji ve yenilenebilir enerji destekli sistemler planlanmalıdır.
- **Yenilenebilir enerji entegrasyonu:** Kamu binaları, otoparklar, toplu taşıma tesisleri, pazar alanları ve uygun çatı yüzeylerinde güneş enerjisi kullanımını destekleyen plan notları ve uygulama rehberleri hazırlanmalıdır.
- **Mikro şebeke ve enerji depolama alanları:** Afet anında hizmet sürekliliği sağlayacak mikro şebeke sistemleri için öncelikli kamu alanları, teknik altyapı alanları ve tesis yer seçimleri planlama sürecinde belirlenmelidir.
- **Elektrikli ulaşım altyapısı ile eşgüdüm:** Elektrikli otobüs, servis, taksi ve özel araç şarj altyapısı, ulaşım planlaması ve enerji altyapısı kapasitesiyle birlikte ele alınmalıdır.

3.6.1.4.Sonuç

Enerji ve altyapı başlığında şehir planlama disiplininin katkısı, teknik altyapı yatırımlarını mekânsal gelişme kararlarıyla eşgüdümlü hale getirmektir. Kritik altyapı risk analizleri, yenilenebilir enerji entegrasyonu, mikro şebeke olanakları, kıyı adaptasyonu ve su duyarlı şehir tasarımı birlikte ele alındığında, Antalya'nın iklim değişikliğine uyum kapasitesi artacak; afet anında hizmet sürekliliği güçlenecek; altyapı yatırımları daha doğru önceliklendirilecektir. Bu başlıktaki yatırım maliyetleri, alanın büyüklüğü, altyapı durumu, zemin ve hidrolojik koşullar, uygulama yöntemi ve kurumlar arası eşgüdüm düzeyine göre değişeceğinden bu metinde ayrıntılı fizibiliteye girilmemiştir.

3.6.2.Su Duyarlı Kentsel Tasarım ve Taşkın Risk Yönetimi

3.6.2.1.Kapsam ve Mevcut Durum

Antalya, iklim değişikliğinin etkisiyle bir yandan kuraklık ve su stresi, diğer yandan ise kısa süreli ve yüksek şiddetli yağışlardan kaynaklanan taşkın riskleriyle karşı karşıyadır. Kentleşme sürecinde artan geçirimsiz yüzeyler, doğal drenaj sistemlerinin bozulması ve bazı bölgelerdeki altyapı yetersizlikleri, yağışların yüzey akışına dönüşmesini hızlandırmakta ve kentsel taşkın riskini artırmaktadır.

Bu nedenle yağmur suyu yönetimi, yalnızca suyun kentten uzaklaştırılmasına dayalı klasik drenaj anlayışıyla değil; yağmur suyunun tutulması, depolanması, yeraltı suyuna kazandırılması ve kontrollü biçimde yönlendirilmesini esas alan su duyarlı şehir yaklaşımı çerçevesinde ele alınmalıdır. Aynı zamanda su ve enerji altyapılarının afetlere karşı dayanıklılığı, taşkın yönetimi,

kıyı koruma önlemleri, yeşil altyapı sistemleri ve sürdürülebilir su kullanımı birlikte değerlendirilmelidir.

Antalya'da son yıllarda yaşanan taşkın olayları, mevcut drenaj sistemlerinin iklim değişikliği koşulları altında yeniden değerlendirilmesini gerekli kılmaktadır. Kentin topoğrafik yapısı, yoğun yapılaşma baskısı, doğal drenaj koridorlarının daralması ve geçirimsiz yüzeylerin artması, gelecekte taşkın risklerinin daha da büyümesine neden olabilecek temel kırılganlık alanlarını oluşturmaktadır.

Su duyarlı şehir yaklaşımı (Water Sensitive Cities), yağmur suyunu yalnızca uzaklaştırılması gereken bir drenaj problemi olarak değil, kentsel ekosistemin ve iklim uyumunun bir bileşeni olarak ele almaktadır. Antalya gibi hem ani taşkınlara hem de kuraklık ve su kıtlığı risklerine maruz kalan kentlerde, yağmur suyunun tutulması, yeraltı suyunun beslenmesi, yüzeysel akışın azaltılması, yeniden kullanım sistemlerinin geliştirilmesi ve mavi-yeşil altyapının güçlendirilmesi temel planlama hedefleri arasında yer almalıdır. Bu kapsamda kentsel su döngüsünün korunması, taşkın yönetimi ile su kaynaklarının sürdürülebilir kullanımını birlikte ele alan bütüncül bir yaklaşım gerektirmektedir.

3.6.2.2.Sorunların Tespiti

- Mevcut yağmur suyu drenaj sistemlerinin artan yağış şiddetleri ve iklim değişikliği senaryolarına göre yetersiz kalabilmesi.
- Alt geçitler, düşük kotlu yollar, dere geçişleri ve yoğun yapılaşmış bölgelerde taşkın riskinin yüksek olması.
- Kentleşme ve betonlaşma nedeniyle doğal drenaj yollarının ve yağmur suyunun toprağa sızma kapasitesinin azalması.
- Geçirimsiz yüzey oranlarının artması sonucu yüzeysel akışın ve ani taşkınların büyümesi.
- Taşkın koridorları ve taşkın yayılım alanlarının geçmişte yapılaşma baskısına maruz kalmış olması.
- Yağmur suyu yönetiminin havza ölçeğinde değil, çoğunlukla noktasal altyapı çözümleri üzerinden ele alınması.
- Su ve enerji altyapılarının taşkın, deprem, yangın, aşırı sıcaklık ve fırtına risklerine karşı yeterince dayanıklı olmaması.
- Kritik kamu hizmetlerini destekleyen tesislerde alternatif enerji ve su temin sistemlerinin sınırlı olması.
- Yağmur suyu hasadı uygulamalarının yaygın olmaması ve mevcut yapı stokunda yeterince kullanılmaması.
- Kıyı alanlarında deniz seviyesi yükselmesi, kıyı erozyonu ve fırtına kabarması risklerinin altyapı planlamasına yeterince yansıtılamaması.
- İmar uygulamalarında kullanılan kırmızı kot kararlarının taşkın risk analizleriyle yeterince ilişkilendirilmemesi.

- Taşkın riski bulunan alanlarda bodrum ve zemin katların su baskınlarına açık şekilde planlanabilmesi.
- Yeşil altyapı uygulamalarının ve geçirgen yüzey kullanımının kent genelinde yeterince yaygınlaşmamış olması.
- Havza ve alt havza ölçeğinde yağmur suyu yönetimi anlayışının planlama süreçlerine yeterince entegre edilmemiş olması.
- Dere yatakları, taşkın koridorları ve doğal drenaj sistemlerinin yapılaşma baskısı nedeniyle işlev kaybına uğraması.
- Yeraltı suyu beslenimini destekleyen doğal sızma alanlarının azalması.
- Mavi-yeşil altyapı sistemlerinin kent genelinde bütüncül bir ağ şeklinde planlanmamış olması.
- Yağmur suyu, gri su ve yeniden kullanım uygulamalarının sınırlı düzeyde kalması.
- Su tüketimi yüksek peyzaj uygulamalarının kuraklık risklerini artırması.

3.6.2.3.Çözüm Önerileri

- Yağmur suyu drenaj sistemleri iklim değişikliği senaryoları, aşırı yağış projeksiyonları ve gelecekteki yapılaşma koşulları dikkate alınarak yeniden projelendirilmelidir.
- Taşkın riski yüksek bölgelerde hidrolik kapasite analizleri yapılarak öncelikli altyapı yenileme ve rehabilitasyon programları hazırlanmalıdır.
- Havza ölçeğinde yağış-akış modellemeleri gerçekleştirilerek taşkın yönetimi bütüncül bir yaklaşımla ele alınmalıdır.
- Dere yatakları, doğal drenaj koridorları ve taşkın yayılım alanları korunmalı; bu alanlarda yeni yapılaşmalar sınırlandırılmalıdır.
- CBS tabanlı taşkın risk haritaları hazırlanarak planlama ve ruhsat süreçlerine entegre edilmelidir.
- Kritik bölgelerde geciktirme havuzları, taşkın depolama alanları, ters akış önleme sistemleri ve akış kontrol yapıları oluşturulmalıdır.
- Yeni gelişme alanları ve kentsel dönüşüm bölgelerinde su duyarlı şehir tasarımı ilkeleri zorunlu hale getirilmelidir.
- Kamu binaları, turizm tesisleri, sanayi alanları ve büyük ölçekli yerleşimlerde yağmur suyu toplama sistemleri yaygınlaştırılmalıdır.
- Toplanan yağmur sularının peyzaj sulama, temizlik, yangın rezervi ve uygun koşullarda gri su sistemlerinde kullanılması teşvik edilmelidir.
- Uygulama imar planlarında minimum geçirgen yüzey oranları tanımlanmalı ve bu oranların artırılması sağlanmalıdır.
- Otoparklar, meydanlar, kaldırımlar ve açık alanlarda geçirgen kaplama sistemleri yaygınlaştırılmalıdır.

- Yağmur bahçeleri, biyolojik hendekler, yeşil çatılar, gölgelikli yaya aksları ve doğal drenaj sistemleri gibi yeşil altyapı uygulamaları desteklenmelidir.
- Su ve enerji altyapılarında yedek enerji sistemleri, alternatif besleme hatları, uzaktan izleme ve otomasyon uygulamaları geliştirilmelidir.
- Hastaneler, afet koordinasyon merkezleri, itfaiye tesisleri, içme suyu sistemleri ve barınma alanları öncelikli dayanıklılık programlarına alınmalıdır.
- Kıyı alanlarında deniz seviyesi yükselmesi, taşkın ve erozyon riskleri dikkate alınarak koruma ve uyum stratejileri geliştirilmelidir.
- Taşkın riski bulunan bölgelerde bilimsel modellemelere dayalı kırmızı kot projeleri hazırlanmalı ve ruhsat süreçlerinde zorunlu olarak uygulanmalıdır.
- Belediye imar yönetmeliklerine taşkın riskli alanlarda yapılaşma koşullarını düzenleyen bağlayıcı hükümler eklenmelidir.
- Yağmur suyu yönetimi havza ve alt havza ölçeğinde ele alınmalı; dere sistemleri, taşkın koridorları ve doğal drenaj ağları planlama kararlarının temel girdileri haline getirilmelidir.
- Yeni gelişme alanlarında ve kentsel dönüşüm bölgelerinde Su Duyarlı Şehir Tasarımı (Water Sensitive Cities) ilkeleri zorunlu planlama kriterleri olarak uygulanmalıdır.
- Otoparklar, meydanlar, yaya yolları, site içi açık alanlar ve kamu alanlarında minimum geçirgen yüzey oranları belirlenmeli ve plan notlarına işlenmelidir.
- Yağmur bahçeleri, biyolojik hendekler, sızdırma alanları, yağmur suyu depoları ve geciktirme havuzları gibi yağmur suyu tutma sistemleri yaygınlaştırılmalıdır.
- Dere koridorları ve taşkın alanları korunarak kent genelinde birbirine bağlı bir mavi-yeşil altyapı ağı oluşturulmalıdır.
- Kentsel açık ve yeşil alanlar yalnızca rekreasyon amaçlı değil, suyu tutan, depolayan ve yönlendiren iklim uyum altyapıları olarak planlanmalıdır.
- Yeraltı suyu beslenimini artıran uygulamalar teşvik edilmeli, yüzeysel akışı azaltacak doğal infiltrasyon alanları korunmalıdır.
- Gri su ve yağmur suyu yeniden kullanım sistemleri yeni yapılarda ve büyük ölçekli tesislerde yaygınlaştırılmalıdır.
- Kuraklığa dayanıklı bitki türleri, akıllı sulama sistemleri ve su verimli peyzaj tasarımları teşvik edilmelidir.

3.6.2.4.Sonuç

Su duyarlı kentsel tasarım ve taşkın risk yönetimi, Antalya'nın iklim değişikliğine uyum kapasitesinin artırılmasında temel politika alanlarından biridir. Yağmur suyunun bir atık olarak değil değerli bir kaynak olarak değerlendirilmesi, doğal su döngüsünün korunması, taşkın risklerinin azaltılması ve kritik altyapıların dayanıklılığının artırılması birlikte ele alınmalıdır. Su yönetimi, arazi kullanımı, altyapı planlaması ve afet yönetimi süreçlerinin bütünleşik

biçimde değerlendirilmesiyle Antalya'nın hem taşkınlara hem de kuraklık risklerine karşı daha dirençli, sürdürülebilir ve yaşanabilir bir kent haline gelmesi mümkün olacaktır.

Antalya'nın iklim değişikliğine uyum kapasitesinin artırılabilmesi için taşkın yönetimi, yağmur suyu hasadı, yeraltı suyu beslenimi, mavi-yeşil altyapı sistemleri ve su tasarruflu kentsel tasarım uygulamaları birlikte değerlendirilmelidir. Su duyarlı şehir yaklaşımının planlama ve uygulama süreçlerine entegre edilmesi, kentin hem taşkın hem de kuraklık risklerine karşı daha dirençli hale gelmesini sağlayacaktır.

3.6.3.Kıyı Kentlerinde İklim Adaptasyonu

3.6.3.1.Kapsam ve Mevcut Durum

Antalya'nın kıyı kenti kimliği, iklim değişikliğinin etkilerine karşı özel bir hassasiyet oluşturmaktadır. Deniz seviyesi yükselmesi, kıyı taşkınları, kıyı erozyonu, fırtına kabarmaları ve dalga etkileri gibi süreçler, kıyı alanlarının kullanımını ve güvenliğini doğrudan etkilemektedir. Bu nedenle kıyılar yalnızca turizm ve rekreasyon alanları olarak değil; ekolojik süreklilik, kamusal erişim, afet güvenliği ve kritik altyapıların korunması açısından bütüncül bir yaklaşımla değerlendirilmelidir.

Antalya, Akdeniz Havzası'nın en özgün kıyı sistemlerinden biri olan traverten falezleri üzerinde gelişmiş bir kenttir. Bu jeomorfolojik yapı, kıyı alanlarına özgün bir karakter kazandırırken aynı zamanda iklim değişikliği ve jeolojik süreçler karşısında kırılganlık oluşturmaktadır. Deniz dalgalarının falez tabanlarında oluşturduğu aşındırma, yeraltı suyu drenajındaki bozulmalar ve bölgedeki sismik hareketlilik, falezlerde deformasyonlara ve kütle hareketlerine neden olabilmektedir.

Özellikle falezlerin üst kesimlerinde yer alan yapılaşmalar, turizm tesisleri ve kamusal kullanım alanları açısından kıyı deformasyonları önemli güvenlik riskleri oluşturmaktadır. Bu nedenle kıyı alanlarının geleceğe yönelik planlanmasında iklim değişikliği etkileri, jeolojik riskler ve afet yönetimi birlikte ele alınmalıdır.

3.6.3.2.Sorunların Tespiti

- Deniz seviyesi yükselmesi, kıyı taşkınları, fırtına kabarmaları ve kıyı erozyonu risklerinin mekânsal planlama süreçlerine yeterince entegre edilmemesi.
- Kıyı alanlarında iklim değişikliği etkilerine yönelik senaryo temelli risk zonlarının yeterince tanımlanmamış olması.
- Antalya falezlerinde dalga aşındırması, drenaj sorunları ve sismik hareketler nedeniyle deformasyon ve heyelan risklerinin artması.
- Kıyı deformasyonlarının düzenli ve bütüncül şekilde izlenmesine yönelik sürekli çalışan bir izleme sisteminin bulunmaması.
- Falezlerin üst kesimlerinde yer alan yapılaşmaların jeolojik kırılganlık ve deformasyon riskleri dikkate alınmadan gelişmiş olması.

- Kıyı alanlarında yoğun turizm kullanımları, teknik altyapılar ve kamusal kullanımların afet riskleriyle birlikte değerlendirilmemesi.
- Kıyı yolları, plajlar, liman çevreleri ve turizm alanları için afet anında erişim ve tahliye planlarının yetersiz olması.
- Kıyı koruma uygulamalarında doğa temelli çözümler yerine yalnızca mühendislik yapılarının ön plana çıkabilmesi.
- Kıyı ekosistemleri ile kamusal erişimin korunmasına yönelik planlama yaklaşımlarının yeterince bütünleşik olmaması.

3.6.3.3.Çözüm Önerileri

- Deniz seviyesi yükselmesi, kıyı taşkınları, erozyon ve fırtına etkilerini dikkate alan senaryo temelli kıyı risk zonları oluşturulmalı ve bu alanlar imar planlarına işlenmelidir.
- Kıyı bandında yeni yapılaşma, dolgu alanları, turizm tesisleri, otoparklar ve teknik altyapılar risk zonlarına göre sınırlandırılmalı veya yeniden değerlendirilmelidir.
- Her kıyı kesimi için geri çekilme, uyum sağlama, doğa temelli koruma ve kontrollü mühendislik önlemlerini birlikte içeren kıyı adaptasyon stratejileri geliştirilmelidir.
- Kıyı alanlarında kamusal erişim, açık alan sürekliliği ve kıyı ekosistemlerinin korunması planlama kararlarının temel bileşeni haline getirilmelidir.
- Kıyı yolları, limanlar, plajlar, turizm alanları ve yoğun kullanım bölgeleri için afet anında erişim ve tahliye senaryoları hazırlanmalıdır.
- Antalya falezleri boyunca sürekli çalışan bir "Entegre Kıyı İzleme Sistemi" kurulmalıdır.
- GNSS istasyonları, InSAR teknolojileri ve LiDAR sistemleri kullanılarak falezlerdeki deformasyonlar, çökmeler ve kaymalar sürekli izlenmelidir.
- Uydu görüntüleri ve uzaktan algılama teknolojileri ile kıyı deformasyonları düzenli olarak analiz edilmeli ve risk haritaları güncellenmelidir.
- İnsansız hava araçları ve LiDAR sistemleri ile falezlerin üç boyutlu modelleri oluşturularak olası kaya düşmeleri ve kütle hareketleri erken aşamada tespit edilmelidir.
- Falezlerin jeolojik kırılganlık durumuna göre kıyı koruma bantları ve yapı yaklaşma sınırları yeniden belirlenmelidir.
- Kritik deformasyon riski taşıyan bölgelerde bulunan yapılar öncelikli olarak kentsel dönüşüm programlarına alınmalıdır.
- Riskli kıyı alanları yapılaşmadan arındırılarak yeşil koridorlar, rekreasyon alanları ve ekolojik tampon bölgeler olarak değerlendirilmelidir.

3.6.3.4.Sonuç

Kıyı kentlerinde iklim değişikliğine uyum, yalnızca kıyı koruma yapıları inşa etmekten ibaret değildir. Deniz seviyesi yükselmesi, kıyı taşkınları, erozyon, falez deformasyonları ve afet riskleri; arazi kullanımı, yapılaşma kararları, turizm faaliyetleri, altyapı sistemleri ve ekolojik değerlerle birlikte ele alınmalıdır. Antalya özelinde traverten falezlerinin korunması, kıyı

deformasyonlarının bilimsel yöntemlerle izlenmesi ve risk temelli kıyı planlama yaklaşımlarının uygulanması; hem insan güvenliğinin sağlanması hem de kentin doğal ve kültürel kıyı kimliğinin gelecek kuşaklara aktarılması açısından büyük önem taşımaktadır. Bu doğrultuda geliştirilecek bütünleşik kıyı adaptasyon stratejileri, Antalya'nın iklim değişikliğine karşı dirençli ve sürdürülebilir bir kıyı kenti olarak gelişmesine önemli katkı sağlayacaktır.

3.7. Sağlık ve Afet Yönetimi

3.7.1. Toplum Temelli Afet Direnci – Afet Eğitimleri

3.7.1.1. Kapsam ve Mevcut Durum

Toplum temelli afet direnci yaklaşımı, afetlerin yalnızca devlet kurumlarının müdahale alanı olmadığını; bireyler, yerel yönetimler, sivil toplum kuruluşları ve özel sektörün birlikte sorumluluk üstlenmesi gerektiğini vurgulamaktadır.

Türkiye’de afet yönetimi kapsamında;

- Okullar, kamu kurumları ve STK’lar aracılığıyla afet eğitimleri verilmektedir.
- Temel davranış modelleri (çök–kapan–tutun, yerinde sığınak, kilitlen ve yat, tahliye) öğretilmektedir.
- AFAD AFAD başta olmak üzere çeşitli kurumlar farkındalık çalışmaları yürütmektedir.
- Uluslararası iyi uygulamalar (FEMA, American Red Cross, National Weather Service) temel davranış eğitimlerinde referans alınmaktadır.
- Afet politikaları, küresel çerçevede Sendai Framework for Disaster Risk Reduction ve Hyogo Framework for Action gibi uluslararası stratejilerle yönlendirilmektedir.

Buna rağmen mevcut eğitimler çoğunlukla bilgi aktarımı düzeyinde kalmakta, uygulamalı beceri geliştirme ve davranış dönüşümünü yeterince sağlayamamaktadır.

3.7.1.2. Sorunların Tespiti

- Afet eğitimleri sistematik ve standartlaştırılmış bir ulusal çerçeveye yeterince sahip değildir.
- Eğitimler çoğunlukla teorik olup davranış kazandırma (beceri temelli öğrenme) zayıftır.
- Kurumlar arası koordinasyon (yerel yönetim–STK–merkezi idare) yeterince entegre değildir.
- Afet farkındalık programları süreklilik göstermemekte, çoğunlukla afet sonrası dönemlere sıkışmaktadır.
- Toplumda ortak ve doğru afet davranış standartları tam olarak yerleşmemiştir.
- Eğitici eğitimleri ve materyal kalitesi yeterince denetlenmemektedir.
- Yerel dayanışma ve mahalle bazlı örgütlenme yapıları zayıftır.
- Afet yönetimi uygulamaları (ör. TAMP ve IRAP) toplum düzeyine yeterince indirgenememiştir.

- Afet bilinci, eğitim sistemi içinde erken yaşta ve sürekli bir yapı olarak yer almamaktadır.
- Medya ve dijital platformlarda sürdürülebilir afet farkındalığı içerikleri sınırlıdır.

3.7.1.3.Çözüm Önerileri

- Afet eğitimleri ulusal ölçekte standartlaştırılmalı ve beceri temelli hale getirilmelidir.
- “Çök–kapan–tutun” gibi temel davranışlar düzenli tatbikatlarla refleks haline getirilmelidir.
- Yerel yönetimler, STK’lar ve özel sektör arasında entegre afet yönetim ağı kurulmalıdır.
- Mahalle ve kurum düzeyinde yerel afet dayanışma ağları oluşturulmalıdır.
- Eğitici eğitimleri için sertifikalı ve denetimli bir sistem geliştirilmelidir.
- Okul müfredatına erken yaşta zorunlu afet farkındalık eğitimi eklenmelidir.
- Toplum genelinde ortak afet davranış standartları oluşturulmalı ve yaygınlaştırılmalıdır.
- Afet iletişimi için medya, sosyal medya ve dijital platformlar sürekli kullanılmalıdır.
- Afet yönetimi planları (TAMP, IRAP) yerel ölçeğe indirgenerek uygulanabilir hale getirilmelidir.
- Afet direnci yaklaşımı; fiziksel, sosyal, ekonomik ve çevresel boyutlarıyla bütünleşik ele alınmalıdır.
- Şehirler “afet dirençli kent” yaklaşımıyla planlanmalı ve yapı denetimleri sıklaştırılmalıdır.
- Uluslararası iyi uygulamalar (FEMA, Red Cross vb.) yerel sistemlere adapte edilmelidir.

3.7.1.4.Sonuç

Toplum temelli afet direnci, yalnızca müdahale kapasitesine değil; eğitim, farkındalık ve davranış dönüşümüne dayalı bir sistem gerektirir.

Türkiye’de afet risklerinin azaltılabilmesi için:

- Eğitimlerin standardize edilmesi,
- Kurumlar arası koordinasyonun güçlendirilmesi,
- Yerel dayanışma ağlarının geliştirilmesi,
- **Toplumun her kesiminde sürdürülebilir afet bilincinin oluşturulması**

zorunludur.

Afetlere karşı dirençli bir toplum, ancak bireysel farkındalığın kurumsal yapı ile birleştiği bütünleşik bir afet yönetim sistemi ile mümkündür.

3.7.2.Suların Kirlenmesi

3.7.2.1.Kapsam ve Mevcut Durum

Antalya Havzası, sahip olduğu zengin su kaynakları, eşsiz karstik hidrolojik yapısı ve hassas Akdeniz ekosistemi ile Türkiye'nin en kritik çevresel, tarımsal ve turistik bölgelerinden biridir. Ancak havza, günümüzde küresel iklim değişikliği ve antropojenik (insan kaynaklı) baskıların kesişim noktasında derinleşen bir su kalitesi kriziyle karşı karşıyadır. Mevcut durumda Antalya, bir yandan şiddetli kuraklık ve azalan akarsu debileri ile mücadele ederken, diğer yandan iklim değişikliğinin karakteristik bir sonucu olan ani ve aşırı yağışların yarattığı altyapı çökmeleri ve taşkınlarla yüzleşmektedir.

Turizm ekonomisinin belkemiğini oluşturan deniz suyu kalitesi, uluslararası standartlarda izlenmektedir. 2025 yılı itibarıyla Antalya, 233 Mavi Bayraklı plaj, 13 turizm teknesi ve 6 marina ile dünyada ve Türkiye'de bu alandaki liderliğini korumaktadır¹. Türkiye'nin sahip olduğu 577 Mavi Bayraklı plajın yaklaşık %40'ına ev sahipliği yapan kent için kıyı sularının korunması, makroekonomik bir güvenlik meselesidir³. Bu doğrultuda Antalya Büyükşehir Belediyesi ve Antalya Su ve Atıksu İdaresi (ASAT) tarafından atıksu altyapısını güçlendirmek amacıyla 2019-2025 yılları arasında 5,96 milyar TL tutarında yatırım yapılmış, 36 atıksu arıtma tesisi ile günlük ortalama 770 bin metreküp atıksuyun biyolojik olarak arıtılması sağlanmıştır⁵.

Aşağıdaki tablo, Antalya'nın Türkiye genelindeki Mavi Bayrak başarı oranını ve turizm altyapısındaki kapasitesini özetlemektedir:

Kategori	Türkiye Geneli (2025)	Antalya (2025)	Antalya'nın Payı (%)
Mavi Bayraklı Plaj	577	233	~ 40.3
Marina	29	6	~ 20.6
Turizm Teknesi	18	13	~ 72.2

Bu yatırımlara ve başarılarla rağmen, iklim değişikliğine bağlı meteorolojik uç olaylar, kentin atıksu yönetimini ve deniz suyu kalitesini tehdit etmektedir. Şubat 2024'te Kepez ve Muratpaşa ilçelerinde 12 saat içinde metrekareye 330 kilogram yağış düşmesi (bölgenin 3 aylık yağış ortalamasına denk bir hacim), taşkınların yıkıcı boyutunu gözler önüne sermiştir⁶. Konyaaltı gibi yüksek yapılaşma baskısı altındaki ilçelerde, kentleşme nedeniyle 48,75 kilometre uzunluğunda akarsu ağının, 24 hektar sulak alanın ve 82 hektar kıyı ekosisteminin kaybedilmesi, doğal mavi-yeşil altyapının suyu sönümleme kapasitesini yok etmiştir⁸.

Sadece Boğaçay ve Sarısu taşkın risk bölgesinde 1038,88 hektarlık alanın geçirimsiz yüzeylerle kaplanması, yüzey sularının yeraltına süzülmesini engellemekte ve yüzeysel akış katsayısını dramatik şekilde artırmaktadır⁸. Bu durum, taşkın sularının birleşik kanalizasyon hatlarına karışmasına, arıtma tesislerinin kapasite fazlası (overload) nedeniyle by-pass edilmesine ve kısmen arıtılmış veya arıtılmamış suların denize deşarj edilmesine yol açmaktadır. Sonuç olarak, Mavi Bayrak statüsünü doğrudan tehdit eden geçici deniz suyu kirlilikleri (köpüklenme, mikrobiyolojik yük, koku) ortaya çıkmaktadır.

Tarımsal kirlilik bağlamında Antalya, Türkiye'de en yoğun kimyasal gübre ve pestisit kullanılan havzaların başında gelmektedir. Resmi verilere göre, Türkiye genelinde 57 bin tonu aşan yıllık pestisit kullanımının yaklaşık 4.460 tonu Antalya'da gerçekleşmekte olup, il Adana'nın ardından ikinci sırada yer almaktadır.

Hektar başına 14 kilogramı bulan bu yoğun kimyasal kullanımı, bitki besin maddesi olan azot ve fosfor bazlı kompoze gübrelerin bilinçsiz tüketimiyle birleşmektedir¹³. Özellikle Kumluca, Serik ve Aksu gibi örtüaltı tarımın yoğun olduğu bölgelerde, aşırı yağışlarla birlikte tarımsal alanlardan yıkanan (runoff) bu kimyasallar doğrudan Aksu Çayı, Alara Çayı ve Düden Şelalesi gibi yüzeysel su kaynaklarına karışmaktadır¹⁵. Çiftçilerin %65,6'sının Maksimum Kalıntı Limiti (MRL) kavramını bilmemesi, %44,4'ünün artan ilaçlı suları bahçe kenarlarına boşaltması ve ambalaj atıklarını çevreye terk etmesi, yayılı kirliliğin (non-point source pollution) boyutunu şiddetlendirmektedir.

Kirliliğin yıkıcı etkisi, kuraklık sebebiyle azalan akarsu debilerinde daha net görülmektedir. İklim değişikliği projeksiyonları, Antalya Havzası'nda yüzyıl sonuna kadar yıllık ortalama sıcaklıkların iyimser senaryolarda dahi 14-16 derece bandına çıkacağını ve ortalama nem oranlarının %60-66 seviyelerinden %62-64 aralığına gerileyerek daha kurak bir yapıya dönüşeceğini öngörmektedir¹⁹. Standartlaştırılmış Yağış İndeksi (SPI) analizleri, Manavgat Çayı gibi Türkiye'nin en büyük tatlı su kaynaklarından birinin bile aşırı kuraklık riski altında olduğunu göstermektedir²¹.

Toplam su talebinin %73,36'sını (yıllık 1751,89 hm³) oluşturan aşırı tarımsal sulama baskısı da eklendiğinde²³, nehirlerin kirleticileri absorbe etme ve "seyrelme kapasitesi" (dilution capacity) tamamen yok olmaktadır. Aksu Çayı üzerinde yapılan su kalitesi çalışmaları, kurşun, bakır, demir ve nikel gibi ağır metal iyonlarının toksik limitleri aştığını ve su kütlelerinin "çok kirli su" sınıfına gerilediğini kanıtlamaktadır.

3.7.2.2.Sorunların Tespiti

Saha araştırmaları ve bilimsel raporları ışığında Antalya havzasında tespit edilen ana sorunlar şunlardır:

- **Aşırı Yağışlar ve Atıksu Altyapısının Hidrolik Çöküşü:** Plansız kentleşme ve artan geçirimsiz kentsel yüzeyler, şiddetli sağanak yağışlarda yüzeysel akışı hızlandırmaktadır. Mevcut birleşik kanalizasyon sistemleri (yağmur suyu ve evsel atıksuyun aynı hatta taşındığı sistemler) ve terfi istasyonları, pik debiler (örneğin Boğaçay'da 1899,94 m³/sn seviyelerine çıkan akışlar) altında hidrolik kapasitelerini aşmakta, taşkın suları kanalizasyonla birleşerek kentsel alanlara ve denize kontrolsüz şekilde yayılmaktadır⁷.
- **Mavi Bayrak Statüsüne Yönelik Çevresel Tehditler:** Altyapı çökmeleri ve taşkınlar sırasında arıtma tesislerinin devreden çıkması veya derelerden gelen yoğun tarımsal/evsel kirleticiler, kıyı sularında geçici ama şiddetli mikrobiyolojik kirlenmeye, köpüklenmeye ve kokuya neden olmaktadır. Bu durum, Mavi Bayrak kriterleri gereği yüzme alanlarının geçici olarak kapatılmasına ve uluslararası turizm prestijinin zedelenmesine yol açmaktadır⁹.

- **Karstik Sistemin Kırılganlığı ve Doğal Filtreleme Eksikliği:** Antalya'nın jeolojik yapısını karakterize eden karstik boşluklar (örneğin Döşemealtı bölgesindeki Kırkgöz ve Kestel düdenleri), yüzeydeki kirliliği herhangi bir doğal toprak filtrasyonundan geçirmeden doğrudan yeraltı sularına iletmektedir. Kaçak endüstriyel deşarjlar, vahşi çöp dökümleri ve atıksu sızıntıları, Düden Şelalesi üzerinden doğrudan Akdeniz'e ulaşarak bölgesel balık ölümlerine ve toksik köpüklenmelere neden olmaktadır¹⁷.
- **Tarımsal Kaynaklı Yayılı Kirliliğin Toksik Etkileri:** Hektar başına 14 kg pestisit kullanımı, dünya ortalamalarının çok üzerindedir¹⁴. Aşırı dozda kullanılan N-P (Azot-Fosfor) bazlı kimyasal gübreler, toprak tarafından asimile edilememekte ve yağışlarla birlikte Aksu, Alara ve Düden gibi yüzey sularına yıkanarak ötrofikasyon, alg patlamaları ve dip çamuru zehirlenmelerine neden olmaktadır¹³.
- **Kuraklık Kaynaklı Seyrelme Kapasitesinin Kaybı:** İklim değişikliği ve (özellikle tropikal meyve yetiştiriciliği gibi yüksek su ayak izine sahip) tarımsal desen değişiklikleri nedeniyle aşırı çekim yapılan yeraltı suları ve azalan akarsu debileri, su kütlelerinin deşarj edilen kirleticileri seyreltme (dilution) yeteneğini ortadan kaldırmaktadır. Seyreltilemeyen evsel ve tarımsal deşarjlar, akarsulardaki ağır metal ve pestisit derişimlerini ölümcül limitlerin üzerine taşımakta, bu sularla yapılan tarımsal üretimde bölgesel ekonomik kayıplara (buğdayda 24,52 TL/da, mısırdan 88,66 TL/da) sebep olmaktadır²⁴.
- **Mavi-Yeşil Altyapı ve Doğal Drenaj Kaybı:** Konyaaltı ve Kepez örneklerinde görüldüğü üzere, taşkın yataklarının, sulak alanların ve doğal drenaj kollarının betonlaştırılarak yapılaşmaya açılması, kentin kendi kendini arıtma ve sel sularını sönümleme mekanizmasını felç etmiştir. Doğal su döngüsünün kesintiye uğraması, habitat parçalanmasını hızlandırmaktadır⁷.

3.7.2.3.Çözüm Önerileri

Antalya'da su kaynaklarının nicelik ve nitelik olarak korunabilmesi için iklim dirençli, doğa tabanlı ve proaktif çevresel yönetim stratejileri acilen devreye alınmalıdır. Tespiti yapılan sorunlara yönelik geliştirilen mühendislik ve politika tabanlı çözüm önerileri şunlardır:

- **Yağmursuyu ve Kanalizasyon Hatlarının Ayrıştırılması (Ayrık Sistem):** Şiddetli yağışların kanalizasyon sistemini çökertmesini önlemek amacıyla, kent genelinde yağmur suyu drenaj hatları ile atıksu kanalizasyon hatları tamamen birbirinden ayrılmalıdır. Altyapı kapasiteleri, iklim değişikliğine bağlı güncellenmiş "tekerrürlü taşkın debileri" (örneğin 100 yıllık pik debiler) hesaplanarak revize edilmelidir³³.
- **Sürdürülebilir Kentsel Drenaj Sistemleri (SUDS) ve Mavi-Yeşil Altyapı:** Betonlaşan geçirimsiz yüzeylerin baskısını kırmak için, su geçirgen asfalt/beton uygulamaları, yağmur bahçeleri, yeşil çatılar ve biyolojik hendekler (bioswales) kentsel tasarımın zorunlu bir parçası haline getirilmelidir. Kapatılan dere yatakları ve sulak alanlar restore edilerek suyun düştüğü yerde yeraltına süzülmesi (infiltrasyon) sağlanmalıdır⁸.
- **Karstik Beslenme Alanlarında Mutlak Koruma Zonları Oluşturulması:** Düden Çayı'nı besleyen Kırkgöz ve Kestel düdenleri başta olmak üzere, karstik yeraltı suyu

beslenim havzalarında sanayi tesisleri, vahşi depolama alanları ve yoğun gübreli tarım faaliyetleri yasaklanmalı; bu alanlarda acil kanalizasyon şebekesi tamamlanarak foseptik kullanımı sonlandırılmalıdır¹⁷.

- **Tarımsal Kirliliğin Kaynağında Kontrolü ve Entegre Zararlı Yönetimi (IPM):** Yıllık 4.460 tona ulaşan pestisit kullanımı, sıkı bir karekod takip sistemi ve e-reçete zorunluluğu ile sınırlandırılmalıdır. Çiftçiler, iyi tarım uygulamaları, kalıntı limitleri (MRL) ve biyolojik/biyoteknik mücadele yöntemleri konusunda eğitilmeli; boş kimyasal ambalajlar için depozitolu geri kazanım sistemi kurulmalıdır¹².
- **İklim Uyumlu Ürün Deseni Planlaması:** Artan sıcaklık ve azalan nem projeksiyonları dikkate alınarak, çok yüksek su tüketen tropikal meyve (muz, ejder meyvesi) üretiminin havza bazında lisanslanarak sınırlandırılması gerekmektedir. Bunun yerine, kuraklığa dayanıklı ve yarı kurak Akdeniz ikliminin doğal florasına uygun geleneksel türlerin (zeytin, keçiboynuzu) ekimi teşvik edilmelidir²⁰.
- **Deşarj Limitlerinin Dinamik Seyrelme Kapasitesine Göre Revizyonu:** Nehir debilerinin yaz ve sonbahar aylarında kritik seviyelere düşmesi sebebiyle, arıtma tesislerinin sabit deşarj limitleri terk edilmelidir. Bunun yerine, nehrin o anki debisine bağlı Toplam Maksimum Günlük Yük (TMDL) modeli uygulanarak, kurak dönemlerde deşarj kriterleri çok daha sıkı (ileri arıtım gerektirecek) hale getirilmelidir²⁴.
- **Atıksuların Geri Kazanımı ve Akıllı İzleme Sistemleri:** Arıtma tesislerinden çıkan sular (Reclaimed Water), ileri filtrasyon teknikleriyle sulama suyu standartlarına getirilerek tarımda ve kentsel peyzajda kullanılmalıdır³⁷. Ayrıca, Elektronik Gemi Denetleme Sistemi (EGDS) modeli karasal sulara entegre edilerek, derelere ve deşarj noktalarına sürekli ölçüm yapan (TOC, Azot, Fosfor) SCADA sensörleri yerleştirilmeli; Mavi Bayrak plajlarını etkileyecek kirlilik şokları önceden tespit edilmelidir³⁵.

3.7.2.4.Sonuçlar

Antalya havzası özelinde gerçekleştirilen incelemeler, küresel iklim değişikliğinin su kaynakları üzerinde yarattığı baskının, yalnızca fiziksel bir su kıtlığı (kuraklık) veya taşkın (sel) sorunu olmadığını; aynı zamanda kompleks ve çok katmanlı bir "su kalitesi krizine" dönüştüğünü kanıtlamaktadır. Çevre Mühendisleri Odası ve Akdeniz Üniversitesi raporları ışığında derlenen bu kapsamlı veri seti, aşırı uçlarda seyreden meteorolojik olayların, kentin mevcut gri altyapısını ve çevresel taşıma kapasitesini tamamen aştığını göstermektedir.

Sistemik analizler, iki zıt iklim karakteristiğinin birbirini nasıl beslediğini ortaya koymaktadır: Bir yanda, aylar süren şiddetli kuraklık dönemleri, nehirlerdeki seyrelme kapasitesini (assimilative capacity) sıfırlayarak tarımsal alanlardan gelen binlerce ton pestisit ve ağır metalin ekosistemde ölümcül dozlarda birikmesine (Düden Çayı'ndaki toplu balık ölümleri gibi) neden olmaktadır. Diğer yanda ise, kuruyan ve geçirimsizleşen yüzeylere saatler içinde düşen aylar boyu yağış yükü, bu yüksek derişimli zehirleri doğrudan taşkın sularıyla birleştirerek altyapıyı çökertmekte; birleşik kanalizasyon sistemlerinden taşan foseptik sularıyla birlikte Akdeniz'e kusulmasına yol açmaktadır.

Karstik jeolojik yapının doğal bir filtre işlevi görmemesi, bu kirlilik transferini hızlandıran en tehlikeli katalizördür. Kıyı sularına ulaşan bu şok kirlilik dalgaları, Türkiye'nin prestiji olan 233 Mavi Bayraklı plaj statüsünü geçici iptallerle riske sokarak kentin ana geçim kaynağı olan turizm ekonomisini doğrudan baltalamaktadır.

Bu durum, tarım, turizm, kentleşme ve hidroloji döngüsünün birbirinden bağımsız yönetilemeyeceğini açıkça ortaya koymaktadır. Klasik, reaktif ve uç uca eklenmiş boru sistemlerine dayalı mühendislik (end-of-pipe solutions) çözümlerinin dönemi kapanmıştır. Su kirliliğinin seyreltilerek yok edilmesi ("dilution is the solution to pollution") mantığı, iklim değişikliği çağında iflas etmiştir. Antalya'nın geleceği, yağmur sularını yük değil kaynak olarak gören ayrık sistemlerin inşasına, mavi-yeşil doğa tabanlı altyapıların restorasyonuna, tarımda sıfır kirlilik prensibine dayalı döngüsel ekonomiye ve karar alma mekanizmalarında bilimsel verilerin radikal bir kararlılıkla uygulanmasına bağlıdır. Su kaynaklarının ve denizlerin korunması, Antalya için yalnızca çevresel bir tercih değil, sürdürülebilir yaşanabilirliğin ve ekonomik istikrarın yegane garantisidir.

3.7.3.Ekosistem Hizmetleri ve Biyoçeşitlilik

3.7.3.1.Kapsam ve Mevcut Durum

Antalya, karasal ve denizel biyolojik çeşitliliğin kesişim noktasında, Doğu Akdeniz'in en hassas ekolojik koridorlarından birini oluşturmaktadır. Ancak küresel iklim değişikliğinin hızlanan etkileri, kentin sağladığı kritik ekosistem hizmetlerini derin bir krizle karşı karşıya bırakmaktadır. Bu bağlamda, deniz suyu yüzey sıcaklıklarının rekor seviyelere ulaşması, okyanus asitlenmesi, deniz çayırılarının kaybı, orman yangınları sonrası gelişen toprak bozunumu ve sulak alanların kuruması birbiriyle bağlantılı zincirleme çevresel riskler doğurmaktadır.

Küresel iklim değişikliği nedeniyle Akdeniz Havzası'ndaki deniz suyu sıcaklıkları, sanayi öncesi döneme göre şimdiden 1,4°C artış göstermiştir. Antalya Körfezi'nde yapılan sualtı ölçümleri, geçmiş yıllarda maksimum 28°C olan deniz suyu yüzey sıcaklığının son dönemde rekor kırarak 31°C ila 32°C seviyesine ulaştığını kanıtlamaktadır. Bu aşırı ısınmaya, fosil yakıt kullanımıyla atmosfere salınan karbondioksitin (CO₂) deniz suyu tarafından emilmesiyle tetiklenen okyanus asitlenmesi eşlik etmektedir.

CO₂'nin deniz suyunda çözünmesi sonucu oluşan karbonik asit, pH değerini düşürerek asitliği artırmakta, kokolitler gibi kalsiyum karbonat biriktiren planktonların kalkerli kabuk kalınlıklarında ciddi azalmaya yol açmaktadır. Akdeniz'in ısınması ve asitlenmesi, Süveyş Kanalı yoluyla Kızıldeniz kökenli lessepsiye (istilacı) türlerin bölgeye göçünü dramatik şekilde hızlandırmıştır. Türkiye kıyılarında tespit edilen yabancı tür sayısı bini aşarken, Antalya Körfezi'ne ulaşan istilacı tür sayısı 67'ye yükselmiştir.

Popülasyonu hızla artan balon balığı (*Lagocephalus sceleratus*) ve aslan balığı (*Pterois miles*) gibi zehirli ve yırtıcı türler, yerli orfoz ve lagos türlerinin yaşam alanlarını daraltmakta, yerli biyoçeşitliliği çökerterek yerel balıkçılık ekonomisini baltalamaktadır.

Yalnızca Akdeniz ekosistemine özgü endemik bir çiçekli deniz bitkisi olan *Posidonia oceanica* (deniz eriştesi), denizlerin "akciğerleri" ve kıyısız biyoçeşitliliğin omurgası kabul edilmektedir. Metrekarede günde 14 litreden fazla oksijen üreten bu çayırar, karasal ormanlara kıyasla 4 ila 6 kat daha fazla karbon depolama kapasitesine (mavi karbon) sahiptir. Hektar başına yaklaşık 2.000 ton karbon depolayabilen *Posidonia* çayırarının, Sanayi Devrimi'nden bu yana Akdeniz ülkelerinin toplam CO2 emisyonlarının %11 ila %42'sini absorbe ettiği tahmin edilmektedir.

Türkiye denizlerindeki çayırar yılda yaklaşık 150 bin ton karbon depolayarak 6 milyon ağacın karbon yutak kapasitesine denk bir hizmet sunmaktadır. Ancak bu kritik habitatlar, deniz suyu sıcaklığındaki aşırı artış, kontrolsüz yat demirlemeleri (çapa tahribatı), dip trol avcılığı ve kıyı dolgu çalışmaları nedeniyle yok olma sınırındadır. Çapa atılan bölgelerde *Posidonia* canlı örtüsü %85-90 düzeyinden %50-60'a gerilemekte, Akdeniz genelinde popülasyonda %90'a varan lokal tahribatlar raporlanmaktadır.

Bu krize karşı Nisan 2026'da Ekosistemi Koruma Derneği (EKOS) ve Lara Turizm Yatırımcıları Birliği (LATUYAB) iş birliğiyle "Lara Kıyılarında Deniz Eriştesi Çayırarının İzlenmesi, Haritalanması ve Sürdürülebilir Yönetimi Projesi" başlatılmıştır.

2021 yılında yaşanan mega-yanğınlar, başta Manavgat olmak üzere Antalya'nın kızılçam (*Pinus brutia*) ormanlarında büyük bir ekolojik yıkıma yol açmıştır. Yanğınlar, bölgedeki ortalama karbon depolama miktarını %10,51 oranında düşürerek ciddi bir karbon salımına neden olmuştur. Yanğın sonrasında maki bitki örtüsünün (örneğin hayıt çiçeği) bir hafta gibi kısa bir sürede yeniden filizlendiği görülmüş, kuşların (baştankara, ötleğen vb.) yanmış dalları tünek olarak kullanarak taşıdıkları dışkılar ve tohumlar sayesinde doğal restorasyon süreçleri başlamıştır.

Antalya Orman Bölge Müdürlüğü tarafından yürütülen yapay gençleştirme ve rehabilitasyon çalışmalarında, dikilen fidanların başarı oranı ilk kış %95 olarak kaydedilmiş ve fidanlar 3 yıl içinde ortalama 50-60 santimetre boya ulaşmıştır. Ancak yanğın sonrası en büyük çevre mühendisliği sorunu, örtüsüz kalan dik yamaçlarda yağışlarla tetiklenen şiddetli toprak erozyonudur. Bitki örtüsünün yok olmasıyla birlikte karbon yönetimi, toprak verimliliği ve mikroorganizma faaliyetleri çökmekte, toprak degradasyonu (bozunumu) ve riparian (dere kenarı) koruma alanlarının kaybı nehir kalitesini bozmaktadır.

Tatlısu ve Sulak Alan Ekosistemlerinde Kuruma, Ötrofikasyon ve Kuş Göç Yolları: Antalya, Batı Palearktık bölgedeki 4 önemli kuş göç yolundan ikisinin kesişim noktasında yer alan kritik bir sulak alan ağına sahiptir. Kentteki sulak alanlardan Boğazkent 235, Manavgat Nehir Ağzı 222, Denizkent 182 ve Boğaçay 179 kuş türüne ev sahipliği yapmaktadır. Boğazkent Kuş Halkalama İstasyonu'nda halkalanan göçmen kuşların İskandinav ülkelerine (Norveç, İsveç, Finlandiya) kadar göç ettiği bilimsel olarak kanıtlanmıştır. Ancak bu sulak alanlar; küresel kuraklık, aşırı tarımsal su çekimi, kaçak moloz dökümleri ve imar baskısı altında can çekmektedir.

Yamansaz Sulak Alanı çevresindeki arazilerin yapılaşmaya açılması ve moloz dökülmesi alanın hidrolojik karakterini bozmuştur. Avlan Gölü gibi geçmişte kurutulan ve ardından restore edilen

alanlar ile Düden Çayı'nı besleyen Kırkgöz kaynakları, iklim stresi ve kentsel atık deşarjları nedeniyle ötrofikasyon riskiyle karşı karşıyadır. Akarsu debilerinin düşmesi ve sıcaklık artışı sulak alanlarda alg patlamalarını tetiklemekte, çözünmüş oksijeni tüketerek su kuşlarının beslenme ve üreme habitatlarını yok etmektedir.

3.7.3.2.Sorunların Tespiti

- **Denizel Isınma ve İstilacı Tür Dominansı:** Antalya Körfezi'nde deniz suyu yüzey sıcaklığının 32°C sınırına ulaşması, yerli balık türlerinin (ispari, mırmır, melanur, kırmızı lagos) serin sulara göç etmesine veya yok olmasına yol açmakta; onların bıraktığı ekolojik boşluğu balon ve aslan balığı gibi 67 istilacı tür doldurmaktadır.
- **Hızlanan Okyanus Asitlenmesi:** Atmosferik CO₂ emisyonlarının Akdeniz sularında karbonik aside dönüşmesiyle pH seviyeleri düşmekte, bu asitlenme denizel besin zincirinin temelini oluşturan kalkerli organizmaların kabuk gelişimini ve balıkların koku alma/yön bulma duyularını bozmaktadır.
- **Posidonia Çayırlarının Fiziksel Tahribatı:** Ticari yatlar, turizm tekneleri ve kruvaziyer gemilerinin çapa atma faaliyetleri, yıllık büyüme hızı yalnızca 1 ila 6 cm olan bu hassas çayırları köklerinden sökerek yok etmektedir. Kıyasal kirlilik ve sediment birikimiyle birleşen bu durum, yerel Posidonia popülasyonlarında %90'a varan geri döndürülemez kayıplara yol açmıştır.
- **Mavi Karbon Depolama Kapasitesinin Kaybı:** Posidonia çayırlarının tahribatı, hektar başına 2.000 ton karbon depolayarak iklim değişikliğini sönümleyen devasa karbon yutak alanlarının karbon kaynağına dönüşmesine neden olmaktadır.
- **Yangın Sonrası Erozyon ve Toprak Kaybı:** Orman yangınları sonrasında koruyucu bitki örtüsünün yok olması, eğimli karstik arazilerde erozyonla taşınan toprak miktarını artırmakta, verimli üst toprak tabakasının (organik madde) kaybına ve akarsularda sedimantasyona sebep olmaktadır.
- **Ormanlarda Karbon Stoklarının Azalması:** Manavgat orman yangınlarında geniş kızılçam sahalarının yanması, bölgedeki karbon depolama kapasitesinde %10,51 oranında ani bir düşüşe yol açarak sera gazı dengesini bozmuştur.
- **Tekdüze (Monokültür) Ağaçlandırma Baskısı:** Rehabilitasyon çalışmalarında yangına hassas kızılçam türlerinin tekdüze ekilmesi, gelecekteki olası poyraz fırtınalarında ormanların yeniden mega-yangınlara maruz kalma riskini %60 oranında artırmaktadır.
- **Sulak Alanların Yapılaşma ve Atık Baskısıyla Kuruması:** Yamansaz ve Boğazkent gibi birinci sınıf sulak alanların imar planlarıyla inşaata açılması, moloz dökülerek doldurulması ve drenaj kanallarıyla kurutulması kentsel ekosistemi kırılganlaştırmaktadır.
- **Uluslararası Kuş Göç Yollarının Tahribatı:** Boğazkent gibi İskandinavya'ya kadar uzanan göç rotasında köprü görevi gören sulak alanların bozulması, 235 göçmen kuş türünün göç yorgunluğu ve habitat kaybı nedeniyle toplu ölümlerine yol açmaktadır.

3.7.3.3.Çözüm Önerileri

- **İstilacı Türlerin Avcılık Teşviki ve Ekonomiye Kazandırılması:** Balon balığı türleriyle mücadele kapsamında uygulanan adet başına destekleme ödemeleri (örneğin türüne göre 10-35 TL bandındaki teşvikler) bütçe artırılarak sürdürülmeli; aslan balığı gibi lezzetli ve tüketilebilir türlerin gastronomiye kazandırılması için eğitimler düzenlenmelidir.
- **Eko-Dostu Mapa ve Şamandıra Sistemlerinin Kurulması:** Posidonia çayırlarının yayılım gösterdiği Lara, Konyaaltı ve Kaş kıyı şeridinde teknelerin çapa atarak dibi taramasını engellemek amacıyla kalıcı düşük etkili şamandıra ve demirleme teknolojileri (eko-tonozlar) kurulmalıdır.
- **Deniz Çayırı Hassas Alan Sınırlandırılması:** 15 metreden büyük gemi ve yatların Posidonia çayırları üzerinde demirlemesi ulusal mevzuatla yasaklanmalı, bu alanlar dijital hidrografik haritalara "Demirlemeye Kapalı Hassas Deniz Koruma Alanı" olarak işlenmelidir.
- **Lara Deniz Çayırı Projesinin Genişletilmesi:** EKOS ve LATUYAB tarafından Lara kıyılarında başlatılan bilimsel izleme, envanter ve CBS tabanlı haritalama projesi tüm Antalya Körfezi kıyılarına entegre edilerek yapay zekâ destekli izleme ağları kurulmalıdır.
- **Yangına Dirençli "Karışık Orman" Restorasyonu:** Yanan kızılçam sahalarında tekdüze ağaçlandırma yerine, kurutucu poyraz rüzgârlarının hızını ve yangının şiddetini %60 oranında kesen, yangına dayanıklı servi (Cupressus) türlerinden yeşil rüzgâr perdeleri ve ekosistem temelli karışık orman şeritleri oluşturulmalıdır.
- **Erozyon Önleme ve Riparian Tampon Zonları:** Yangın geçiren havzalarda ilk kış öncesi mikro-havza bazında toprak muhafaza ve erozyon kontrol çalışmaları tamamlanmalı; nehir ve dere yataklarına paralel olarak en az 35 metre genişliğinde ağaçlandıramayan doğal riparian (dere kenarı) koruma zonları bırakılmalıdır.
- **Sulak Alanların Mutlak Korunması ve Restorasyonu:** Yamansaz, Boğazkent ve Kırkgöz sulak alanlarında her türlü yapılaşma ve moloz dökümü faaliyetleri yasal olarak engellenmeli; daha önce kurutulan göller (Avlan örneğinde olduğu gibi) ekolojik restorasyon projeleriyle yeniden su tutar hale getirilmelidir.
- **Kuş Göç Dönemlerinde İnsan Baskısının Sınırlandırılması:** Göçmen kuşların en yoğun geçiş yaptığı ilkbahar (Şubat-Haziran) döneminde, Boğazkent ve Manavgat nehir ağzı gibi hassas bölgelerde gürültü kirliliği yaratan turizm, inşaat ve avcılık faaliyetlerine katı kotalar getirilerek denetimler artırılmalıdır.

3.7.3.4.Sonuçlar

Antalya'nın sahip olduğu kara ve deniz ekosistemleri, iklim değişikliğinin yıkıcı etkilerinin en hızlı ve en şiddetli hissedildiği ekolojik "erime noktalarıdır". Gerçekleştirilen analizler; deniz suyu sıcaklıklarının 32°C'ye ulaşması, okyanus asitlenmesi, Posidonia çayırlarının çapa tahribatıyla %90 oranında yok olması, mega-yangınlar sonrası yaşanan toprak kaybı ve sulak alanların imar baskısıyla kurutulması gibi sorunların birbirinden bağımsız olmadığını, aksine tek bir sistemik çöküşün parçaları olduğunu göstermektedir.

Sualtındaki ormanlarımız olan Posidonia çayırılarının kaybı, kentin karbon tutma kapasitesini çökerterek küresel ısınmayı hızlandırırken; karadaki ormanlarımızın mega-yangınlarla yanması hem toprak erozyonunu artırmakta hem de suları kirletmektedir. Ekolojik dengenin bozulması, kentin biyoçeşitlilik kalkanını yok etmekte ve Antalya'yı salgın hastalıklara, istilacı türlerin ekonomik zararlarına ve çevre felaketlerine karşı tamamen korumasız bırakmaktadır. Antalya'nın sürdürülebilir geleceği, ekosistem hizmetlerini kar marjlı projelerin önünde tutan radikal ve korumacı bir yönetim anlayışının benimsenmesine; kara, deniz ve sulak alanların entegre bir "ekolojik güvenlik alanı" olarak yönetilmesine bağlıdır.

4. SONUÇ

Antalya'nın iklimsel riskleri çeşitlenmiştir. Aşırı yağış, sıcaklık dalgaları, kuraklık ve deniz seviyesindeki yükselme gibi tehditler; altyapı, tarım, turizm ve ekosistemler üzerinde artan olumsuz etkilere neden olmaktadır. Acil eylem gereklidir.

Planlama süreçleri ve altyapılar iklim değişikliğine uyumlu hale getirilmelidir. Kentsel planlar afet-iklim verileriyle bütünleşmeli; kentsel dönüşüm ve yapı güçlendirme çalışmaları risk temelli önceliklendirilmeli, yeşil-mavi altyapı entegrasyonu sağlanmalıdır.

Veri paylaşımı ve kurumsal iş birliği geliştirilmelidir. Belediyeler, kamu kurumları ve özel sektör arasında koordinasyon artırılmalı; akıllı şehir çözümleri ve dijital altyapılar ile iklim riski haritaları, açık veri platformları kullanılmalıdır.

Ekosistem ve su kaynakları korunmalıdır. Orman yangınları sonrası rehabilitasyon, sulak alan koruması, sürdürülebilir tarım uygulamaları hayata geçirilmeli; su kirliliği ve istilacı türlerle mücadele edilmelidir. Bu adımlar Antalya'nın doğal savunmasını güçlendirecektir.

Eylem adımları: Düzenli risk haritaları güncellenmeli, yenilenebilir enerji ve dayanıklı altyapı projeleri desteklenmelidir. Katılımcı yöntemlerle halk eğitimi ve bilinçlendirme artırılmalı, çok sektörlü “Afet-İklim” koordinasyon yapıları oluşturulmalıdır.

BÖLÜM

02

ANTALYA
2050

ANTALYA 2050 / COP31

ENERJİ, ENERJİ VERİMLİLİĞİ, DİJİTAL VE YEŞİL DÖNÜŞÜM

DÜŞÜK KARBON • YENİLENEBİLİR ENERJİ •
DİJİTALLEŞME

- Enerji verimliliği
- Temiz enerji
- Yeşil dönüşüm

COP31 Vizyonu Doğrultusunda 2050 Düşük Karbonlu,
İklim Dirençli ve Sürdürülebilir Kalkınma Stratejisi

ENERJİ, ENERJİ VERİMLİLİĞİ, DİJİTAL ve YEŞİL DÖNÜŞÜM

Akademik Koordinatör: Prof. Dr. İbrahim ATMACA

Bölüm Yazarları:

GİRİŞ: Antalya 2050 Enerji, Enerji Verimliliği, Dijital ve Yeşil Dönüşüm Vizyonu

Prof. Dr. İbrahim ATMACA

Bölüm 1: Yerel Karbon Azaltım Hedeflerinin Belirlenmesi

Doç. Dr. Güray DOĞAN, Ceren ŞAHİN

Bölüm 2: Ticari Binalarda Enerji Verimliliği ve Karbon Azaltımı

**Dr. Sezgi KOÇAK SOYLU, Devrim KILIÇ, Fatma Gül YALÇINKAYA, Buse Zehra
TEKİN**

Bölüm 3: Tarımda Enerji Verimliliği ve Karbon Azaltımı

Ebru KAÇIN, Devrim KILIÇ, Dr. Sezgi KOÇAK SOYLU, Ahmet ÖZDEMİR

Bölüm 4: Sanayide Enerji Verimliliği ve Karbon Azaltımı

**Dr. Aylin TÜMAY, Devrim KILIÇ, Dr. Sezgi KOÇAK SOYLU, Gonca DÜLGER, Ceren
ŞAHİN, Doç. Dr. Güray DOĞAN, Doç. Dr. Selda LİMON, Hande TIĞLI, Sehel SERİN TÜRK,
Fatma KOTANAK**

Bölüm 5: Ulaşımında Enerji Verimliliği ve Karbon Azaltımı

Mustafa BALCI, Ceren ŞAHİN, Doç. Dr. Güray DOĞAN

Bölüm 6: Yenilenebilir Enerji Yatırımlarının Artırılması ve Enerji Depolama Sistemleri **Gonca DÜLGER**

Bölüm 7: Yeşil hidrojen Potansiyeli

Ceren ŞAHİN, Doç. Dr. Güray DOĞAN, Dr. Sezgi KOÇAK SOYLU

Bölüm 8: Döngüsel Ekonomi ve Enerji

Dr. Aylin TÜMAY, Ceren ŞAHİN, Doç. Dr. Güray DOĞAN

Bölüm 9: Yerel Yönetimlerin Enerji Politikaları

Gonca DÜLGER, Doç. Dr. Selda LİMON, Hande TIĞLI

Bölüm 10: Karbon Piyasaları ve Finansman

Gülen İKİZOĞLU

Bölüm 11: Enerji Yoksulluğu

Gülen İKİZOĞLU

Çalışmaya Katkı Sağlayan Kurum ve Kuruluşlar (harf Sırasıyla)

Akdeniz Reklamcılar Derneği ARD

Antalya Eğitim ve Araştırma Vakfı ANTEV

Antalya Genç İş İnsanları Derneği ANTĞİAD

Antalya İş Kadınları Derneği ANTİKAD

Antalya Organize Sanayi Bölgesi Teknopark A.Ş.

Antalya Sanayici ve İş İnsanları Derneği ANSİAD

Antalya Teknokent A.Ş.

Batı Akdeniz Sanayi ve İş Dünyası Federasyonu BAKSİFED

Kemer Turizmci ve İş İnsanları Derneği KEMİAD

Müstakil Sanayici ve İşadamları Derneği MÜSİAD Antalya Şube

Süleyman Demirel Üniversitesi

TMMOB Çevre Mühendisleri Odası Antalya Şubesi

TMMOB Makina Mühendisleri Odası Antalya Şubesi

TMMOB Mimarlar Odası Antalya Şubesi

TMMOB Ziraat Mühendisleri Odası Antalya Şubesi

GİRİŞ: Antalya 2050 Enerji, Enerji Verimliliği, Dijital ve Yeşil Dönüşüm Vizyonu

Antalya, sahip olduğu doğal kaynaklar, güçlü turizm altyapısı, tarımsal üretim kapasitesi, genç nüfusu ve yüksek yenilenebilir enerji potansiyeli ile Akdeniz Havzası'nın en önemli kentlerinden biridir. Ancak iklim değişikliği, artan enerji talebi, su kaynakları üzerindeki baskılar, karbon düzenlemeleri ve küresel rekabet koşulları kentlerin yeni bir kalkınma anlayışını benimsemesini zorunlu hale getirmektedir.

2050 vizyonumuz, ekonomik büyüme, çevresel sürdürülebilirlik ve toplumsal refahı birlikte gözeten, düşük karbonlu ve dirençli bir Antalya oluşturmaktır. Bu kapsamda Antalya'nın enerji, ulaşım, sanayi, tarım, turizm ve bina sektörlerinde kaynak verimliliğini esas alan bir dönüşüm sürecini hayata geçirmesi hedeflenmektedir.

Bu vizyon doğrultusunda Antalya'nın öncelikli hedefleri, enerji verimliliğinin artırılması, yenilenebilir enerji kullanımının yaygınlaştırılması, dijital teknolojilerle desteklenen veri temelli yönetim modellerinin geliştirilmesi, sürdürülebilir ulaşım sistemlerinin güçlendirilmesi, yeşil sanayi uygulamalarının yaygınlaştırılması ve döngüsel ekonomi yaklaşımının tüm sektörlerde benimsenmesidir. Bu vizyonun hayata geçirilmesine katkı sağlayacak politika önerileri, uygulama alanları ve dönüşüm stratejileri rapor kapsamında ayrıntılı olarak ele alınmıştır.

Antalya'nın 2050 vizyonu değerlendirilirken enerji verimliliği ve karbon azaltım hedeflerinin yanı sıra, nüfus artışına bağlı olarak ortaya çıkacak enerji talebi ve arz güvenliği gereksinimlerinin de göz önünde bulundurulması gerekmektedir.

Yaklaşık 2,8 milyon nüfusa sahip Antalya'da yıllık toplam enerji tüketiminin 28,6 TWh (sanayi dahil) ve 21,5 TWh (sanayi hariç) düzeyinde olduğu hesaplanmaktadır. Toplam enerji tüketimi içerisinde elektrik enerjisinin payı yaklaşık 12,8 TWh/yıl seviyesindedir. Mevcut elektrik tüketim verileri esas alındığında kişi başına yıllık elektrik tüketiminin yaklaşık 4.600 kWh düzeyinde olduğu tahmin edilmektedir. Turizm faaliyetleri ve mevsimsel nüfus hareketleri nedeniyle bu değer Türkiye ortalamasının üzerinde seyretmektedir.

Türkiye'de tüketilen nihai enerjinin yaklaşık %40'ı binalarda kullanılmakta, bunun %70'inden fazlası ise ısıtma, soğutma, havalandırma ve sıhhi sıcak su ihtiyaçlarının karşılanması için harcanmaktadır. Başka bir ifadeyle, ülkemizde tüketilen toplam enerjinin dörtte birinden fazlası doğrudan yaşam alanlarımızdaki konfor koşullarının sağlanmasına ayrılmaktadır. Antalya özelinde bakıldığında ise karbon salınımlarının yaklaşık yarısı (%47,7) bina sektöründen kaynaklanmaktadır. Geleneksel Anadolu kentlerinde sanayi ve ulaşımın başı çektiği görülürken, Antalya'da binaların bu denli yüksek emisyonu sahip olması, turizm tesislerinin özellikle yaz aylarında olmak üzere yıl boyu çok yüksek iklimlendirme, aydınlatma ve su ısıtma taleplerinden kaynaklanmaktadır. Binaların hemen ardından ulaşım sektörünün (%30,2) gelmesi, kentin doğu-batı aksında uzayan coğrafi yapısının ve yüksek bireysel araç sahipliğinin bir sonucudur.

Kullanılan senaryolara bağlı olarak 2050 yılında Antalya' da nüfusun bugüne göre yüzde 35'in üzerinde artabileceği, bazı yüksek büyüme senaryolarında ise mevcut nüfusun iki katına yaklaşabileceği veya aşabileceği öngörülmektedir.

Enerji verimliliği kapsamında önerilen dönüşümlerin önemli bir bölümü, karbon emisyonlarının azaltılması amacıyla fosil yakıt kullanan sistemlerin elektrikli sistemlerle değiştirilmesine dayanmaktadır. Isı pompaları, elektrikli araçlar ve elektrik temelli endüstriyel süreçlerin yaygınlaşması, enerji verimliliğinde sağlanacak kazanımlara rağmen elektrik talebinin artmasına neden olacaktır. Diğer taraftan, elektrikli sistemlerin daha yüksek verimle çalışması toplam enerji tüketiminin ve karbon emisyonlarının azalmasına katkı sağlayacaktır. Bu nedenle

geleceğin enerji sistemlerinde temel hedef enerji tüketimini azaltmak değil, enerjiyi daha verimli ve düşük karbonlu kaynaklarla kullanmak olacaktır.

Antalya nüfusunun 2050 yılına kadar önemli ölçüde artacağı öngörülmektedir. En muhafazakâr senaryolarda dahi nüfus artışının %35 seviyesinin üzerinde gerçekleşmesi beklenmektedir. Bu durumda kişi başına elektrik tüketiminin bugünkü seviyelerde kalması halinde dahi kentin toplam elektrik talebinde en az aynı oranda bir artış yaşanacağı açıktır. Ayrıca ulaşım, ısıtma-soğutma ve sanayi sektörlerinde karbon azaltım hedefleri doğrultusunda hızlanması beklenen elektrikleşme süreci, elektrik talebini daha da artıracaktır.

Teknolojik gelişmelerin eksponansiyel bir hızla ilerlediği günümüzde uzay tabanlı güneş enerjisi sistemleri ve benzeri yenilikçi çözümler tartışılmakla birlikte, 2050 yılına kadar olan dönemde enerji arz güvenliğinin büyük ölçüde günümüzde ticari olarak uygulanabilen teknolojiler üzerinden planlanması gerekmektedir. Bu nedenle Antalya'nın gelecekte oluşacak elektrik talebini karşılayabilmesi için üretim, iletim, dağıtım ve enerji depolama altyapılarında önemli yatırımlar yapılması gerekmektedir. Söz konusu yatırımların enerji verimliliği yüksek, düşük karbon salınlı ve sürdürülebilir teknolojilere dayandırılması ise kritik öneme sahiptir.

2050 yılına kadar oluşması beklenen ilave elektrik talebinin sürdürülebilir şekilde karşılanabilmesi için günümüzde uygulanabilir ve ekonomik açıdan olgunlaşmış teknolojilere yönelik aşağıdaki stratejiler önerilmektedir.

1. Dağıtık Enerji Üretimi ve Kojenerasyon/Trijenerasyon Sistemleri

Binalarda ve endüstriyel tesislerde yüksek verimli kojenerasyon ve trijenerasyon sistemlerinin yaygınlaştırılması, enerji verimliliğinin artırılmasına önemli katkı sağlayacaktır. Bu sistemler sayesinde elektrik üretimi ile birlikte ısıtma, soğutma ve sıhhi sıcak su ihtiyaçları da aynı yakıt girdisi üzerinden karşılanabilmekte, böylece toplam sistem verimi geleneksel üretim yöntemlerine göre önemli ölçüde yükselmektedir. Elektrik enerjisinin tüketildiği noktaya yakın üretilmesi, iletim ve dağıtım kayıplarını azaltırken enerji arz güvenliğini de güçlendirmektedir.

Özellikle yıl boyunca yüksek enerji talebine sahip turizm tesisleri, hastaneler, alışveriş merkezleri ve büyük hizmet binaları için kojenerasyon ve trijenerasyon uygulamalarının teşvik edilmesi faydalı olacaktır. Benzer şekilde, proseslerinde buhar ve sıcak su ihtiyacı bulunan sanayi tesislerinde de bu sistemlerin yaygınlaştırılması hem enerji maliyetlerini düşürecek hem de birim üretim başına düşen karbon emisyonlarının azaltılmasına katkı sağlayacaktır. Bu kapsamda kojenerasyon ve trijenerasyon uygulamalarının uygun sektörlerde yönetmelikler, teşvik mekanizmaları ve finansman modelleri ile desteklenmesi önerilmektedir.

2. Güneş Enerjisi Sistemlerinin Yaygınlaştırılması

Antalya'nın sahip olduğu yüksek güneş enerjisi potansiyelinden azami düzeyde faydalanılabilmesi amacıyla çatı tipi ve arazi tipi güneş enerjisi sistemlerinin yaygınlaştırılması sağlanmalıdır. Özellikle konutlar, turizm tesisleri, sanayi kuruluşları, tarımsal işletmeler ve kamu binalarında öz tüketim amaçlı güneş enerjisi yatırımları teşvik edilmelidir. Mevzuat ve

izin süreçleri sadeleştirilmeli, yatırımcıların karşılaştığı bürokratik engeller azaltılmalı ve dağıtık enerji üretimini destekleyen düzenlemeler geliştirilmelidir. Ayrıca enerji depolama sistemleri ile entegre güneş enerjisi uygulamalarının yaygınlaştırılması, şebeke üzerindeki yüklerin azaltılmasına ve enerji arz güvenliğinin artırılmasına katkı sağlayacaktır.

3. Rüzgâr Enerjisi Potansiyelinin Değerlendirilmesi

Antalya genelinde rüzgâr enerjisi potansiyeline sahip bölgeler güncel meteorolojik veriler ve teknik fizibilite çalışmaları doğrultusunda belirlenmelidir. Özellikle ekonomik olarak uygulanabilir rüzgâr enerjisi sahalarının tespit edilmesi, yenilenebilir enerji kaynaklarının çeşitlendirilmesine ve enerji arz güvenliğinin artırılmasına katkı sağlayacaktır. Bu kapsamda uygun lokasyonlarda rüzgâr enerjisi yatırımlarının önünü açacak planlama, izin ve teşvik mekanizmaları geliştirilmeli, şebeke bağlantı altyapısı güçlendirilmelidir. Rüzgâr enerjisi sistemleri, güneş enerjisi uygulamalarını tamamlayıcı bir kaynak olarak değerlendirilmeli ve Antalya'nın düşük karbonlu enerji dönüşümünün önemli bileşenlerinden biri haline getirilmelidir.

4. Yüksek Verimli Kombine Çevrim ve Atık Isı Değerlendirme Sistemleri

Yeni üretim yatırımlarına ihtiyaç duyulması halinde, yalnızca elektrik üreten tesisler yerine atık ısı geri kazanımına imkân veren yüksek verimli entegre enerji üretim sistemleri tercih edilmelidir. Doğal gaz çevrim santrali yatırımlarının gündeme gelmesi durumunda, tesislerin yalnızca elektrik üretimine odaklanması yerine kojenerasyon veya trijenerasyon prensibine uygun şekilde tasarlanması teşvik edilmelidir. Bu kapsamda santral bünyesinde açığa çıkan atık ısınn sıcak su, buhar veya soğutma enerjisi üretiminde değerlendirilmesi sağlanarak toplam sistem verimi artırılabilir.

Özellikle organize sanayi bölgeleri, turizm tesisleri kümelenmeleri ve yüksek enerji yoğunluğuna sahip yerleşim alanlarında bölgesel ısıtma-soğutma uygulamaları ile entegre çözümler geliştirilmesi önemli faydalar sağlayacaktır. Böylece aynı miktarda yakıt kullanılarak daha fazla faydalı enerji elde edilebilecek, enerji arz güvenliği güçlendirilirken birim enerji başına düşen karbon emisyonları ve enerji maliyetleri de azaltılabilecektir.

5. Enerji Depolama Sistemleri

Güneş ve rüzgâr enerjisi gibi kesintili yenilenebilir enerji kaynaklarının elektrik sistemine daha yüksek oranlarda entegre edilebilmesi için enerji depolama teknolojilerinin yaygınlaştırılması gerekmektedir. Özellikle batarya enerji depolama sistemleri ve gelecekte uygulanabilir hale gelebilecek diğer depolama teknolojileri, arz-talep dengesinin sağlanmasına ve şebeke esnekliğinin artırılmasına katkı sağlayacaktır. Yeni yenilenebilir enerji yatırımlarının enerji depolama sistemleri ile birlikte planlanması teşvik edilmelidir.

6. Atık Su ve Atıklardan Enerji Geri Kazanımı

Antalya'da oluşan evsel atık sular, organik atıklar ve arıtma çamurları önemli bir enerji potansiyeli barındırmaktadır. Atık su kaynaklı ısı geri kazanımı, biyogaz üretimi ve atıktan enerji uygulamalarının yaygınlaştırılması ile hem enerji üretimine katkı sağlanabilir hem de sera gazı emisyonları azaltılabilir. Özellikle turizm tesisleri, büyük ölçekli konut alanları ve atık su arıtma tesislerinde enerji geri kazanım uygulamalarının desteklenmesi önerilmektedir.

Kaynaklar

[1] TÜİK Adrese Dayalı Nüfus Kayıt Sistemi Sonuçları (2025)

[2]https://www.antalyahurses.com/2024-yazinda-antalya-da-tum-zamanlarin-elektrik-tuketim-rekору/501507?utm_source=chatgpt.com

[3] Antalya Büyükşehir Belediyesi Sürdürülebilir Enerji ve İklim Eylem Planı (SECAP), 2019 Baz Yılı Sera Gazı Envanteri ve Enerji Tüketim Verileri.

[4]<https://www.ih.com.tr/antalya-haberleri/muhendislik-fakultesi-ogretim-uyesi-atmacadan-enerji-verimlilik-uyarisi-433913794>

1. Yerel Karbon Azaltım Hedeflerinin Belirlenmesi

Kapsam ve Mevcut Durum

Küresel iklim değişikliği ile mücadele kapsamında kentsel alanlar hem sorunun temel kaynağı hem de çözümün merkez üssü konumundadır. Modern kentsel metabolizma, devasa miktarda enerji, su ve materyal girdisi talep ederken, bunun karşılığında atık ve emisyon üretmektedir. Şehirler, dünya genelinde enerji tüketiminin yaklaşık %75'inden ve antropojenik sera gazı emisyonlarının %70'inden fazlasından sorumlu tutulmaktadır.

Bu yapısal gerçeklik, özellikle Akdeniz Havzası gibi iklim değişikliğine karşı yüksek kırılganlık gösteren ve uluslararası literatürde "iklim sıcak noktası (climate hotspot)" olarak tanımlanan bölgelerde, karbon yönetimini yalnızca çevresel bir zorunluluk olmaktan çıkarmaktadır. Doğru kurgulanmış bir iklim eylemi, ekonomik stabilitenin, halk sağlığının ve mekânsal sürdürülebilirliğin temel ön koşulu haline gelmiştir. Antalya özelinde, sahip olunan turizm, tarım, hizmet ve lojistik sektörlerinin yoğunluğu; bölgesel sıcaklık artışları, ekstrem hava olayları, su stresi ve orman yangınları risklerine karşı şehri çok boyutlu bir tehdit altında bırakmaktadır.

Akdeniz Havzası'nda yer alan Antalya için enerji talebi, özellikle yaz aylarında artan turistik faaliyetler, geçici nüfus yoğunluğundaki dramatik artışlar ve yüksek iklimlendirme gereksinimleri nedeniyle asimetrik bir profil sergilemektedir. Küresel veri setleri incelendiğinde, sıcak iklim kuşaklarında soğutma amaçlı enerji tüketiminin toplam elektrik talebinin %50'sine kadar ulaşabildiği gözlemlenmektedir. Bu asimetrik talep, yerel şebeke üzerinde ciddi baskılar oluşturmakta ve fosil yakıta dayalı pik yük santrallerinin (peak load power plants) devreye girmesine neden olarak kentin dolaylı emisyon faktörünü artırmaktadır. Türkiye'nin ulusal ölçekte belirlediği 2053 Net Sıfır Emisyon vizyonu çerçevesinde, Antalya gibi makro-ekonomik düğüm noktalarında "şehir ölçekli" karbon azaltım politikalarının bilimsel bir zeminde, veri odaklı ve ölçülebilir şekilde kurgulanması kaçınılmazdır.

Antalya Büyükşehir Belediyesi ve ilçe belediyelerinin son dönemde ivme kazanan çalışmaları, şehrin iklim krizine karşı reaktif bir konumdan proaktif bir konuma geçtiğini kanıtlamaktadır. Bu bağlamda, Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi Taraflar Konferansı'nın 31. ayağı olan COP31 zirvesinin 2026 yılında Antalya'da düzenlenmesi yönündeki diplomatik girişimler ve altyapı hazırlıkları, kentin iklim eylemi konusundaki küresel entegrasyon hedeflerini hızlandırmıştır. Antalya, salt bir turizm destinasyonu olmanın ötesine geçerek, "İklim Dirençli Şehir" modelini kurgulayan, karbon bütçesini sınırlandıran ve sürdürülebilir kalkınma hedeflerini yerelleştiren bir test alanı niteliği kazanmıştır.

Antalya'nın Sürdürülebilir Enerji ve İklim Eylem Planı (SECAP) çalışmaları kapsamında sera gazı envanteri oluşturulurken temel referans (baz) olarak 2019 yılı kabul edilmiştir. Kapsamlı hesaplamalara göre, 2019 yılı için sanayi sektörü dahil olmak üzere ilin toplam sera gazı salımı 10.683.551 tCO₂e (ton karbondioksit eşdeğeri) olarak tespit edilmiştir. Bu devasa emisyonu yol açan toplam enerji tüketimi ise 28.623.531 MWh olarak kayıtlara geçmiştir. Ancak yerel yönetimlerin iklim aksiyonlarını kurgularken doğrudan etki ve yetki alanında bulunan azaltım hedeflerini belirlemeleri gerekmektedir.

Ağır sanayi emisyonları genellikle ulusal çevre politikalarının, merkezi enerji bakanlıklarının ve Emisyon Ticaret Sistemi (ETS) gibi makro-ekonomik araçların konusu olduğundan, kentsel envanter projeksiyonlarında sanayi hariç tutularak farklı bir referans değeri oluşturulması metodolojik bir standarttır. Sanayi sektörü dışarıda bırakıldığında, 2019 yılı için Antalya'nın toplam kentsel sera gazı emisyonu 8.232.919 tCO₂e olarak hesaplanmıştır. Nüfusun envanterin oluşturulduğu baz yılı itibarıyla 2.511.700 kişi olduğu göz önüne alındığında, şehirdeki karbon yoğunluğunun kişi başına düşen payı oldukça net bir biçimde ortaya çıkmaktadır.

Antalya'da kişi başı sera gazı emisyonu sanayi hariç tutulduğunda 3,28 tCO₂e/kişi olarak gerçekleşmiştir. Sanayi sektörü de toplam emisyonu dahil edildiğinde bu rakam 4,25 tCO₂e/kişi seviyesine yükselmektedir. Türkiye ulusal ortalamasının yaklaşık 6,1 tCO₂e olduğu düşünüldüğünde, Antalya'nın kişi başı karbon ayak izinin ülke ortalamasının oldukça altında seyrettiği görülmektedir. Bu durum, şehrin çevresel performansının mutlak mükemmelliğinden ziyade, bölgede karbon yoğun ağır sanayi yatırımlarının görece düşük olmasından ve hizmet sektörünün (turizm, perakende, ticaret) baskın ekonomik karakter olmasından kaynaklanmaktadır.

Kentsel karbon bütçesinin neredeyse yarısı (%47,7) bina stoğundan kaynaklanmaktadır. Geleneksel Anadolu kentlerinde sanayi ve ulaşımın başı çektiği görülürken, Antalya'da binaların bu denli yüksek emisyonu sahip olması, turizm tesislerinin yıl boyu (özellikle yaz aylarında) devasa iklimlendirme, aydınlatma ve su ısıtma taleplerinden kaynaklanmaktadır. Binaların hemen ardından ulaşım sektörünün (%30,2) gelmesi, kentin doğu-batı aksında uzayan coğrafi yapısının ve yüksek bireysel araç sahipliğinin bir sonucudur. Bu sektörel dağılım, politika yapıcılar için müdahale edilmesi gereken öncelikli iki alanı açıkça tanımlamaktadır: Enerji verimli binalara geçiş ve toplu taşımanın karbondan arındırılması. Bunların yanı sıra enerji üretimi (%8,5), atık ve atıksu prosesleri (%8,2) ve tarım ve hayvancılık sektörleride (%6,0) diğer emisyon kaynakları olarak görülmektedir.

Antalya Büyükşehir Belediyesi, Avrupa Belediye Başkanları Sözleşmesi'ne (Covenant of Mayors) taraf olarak küresel iklim taahhütlerini kurumsal ve coğrafi sınırları içerisine entegre etmiştir. Bu küresel inisiyatif, yerel yönetimlerin iklim krizine karşı kendi sınırları içinde somut, ölçülebilir ve zamana bağlı taahhütler vermesini gerektirmektedir. Bu bağlamda Antalya'nın ana karbondan arındırma hedefleri iki ana zaman çizelgesi üzerine inşa edilmiştir.

Kısa ve orta vadeli strateji kapsamında Antalya Büyükşehir Belediyesi, 2030 yılı sonuna kadar sera gazı emisyonlarında 2019 baz yılına kıyasla %40 oranında mutlak bir azaltım gerçekleştirmeyi taahhüt etmektedir. %40'lık genel azaltım hedefine ulaşmada taşıyıcı kolon vazifesi gören alanın 4,5 milyon tonu aşan potansiyeliyle binalar sektörü olduğu görülmektedir. Bu durum, Antalya'da inşaat ruhsatlandırma süreçlerinden kentsel dönüşüm (urban regeneration) projelerine kadar her aşamada sıkı enerji kodlarının (energy codes) ve net sıfır enerji standartlarının uygulanmasının hayati önem taşıdığını göstermektedir.

Uzun vadeli vizyon olarak Antalya Büyükşehir Belediyesi, 2050 yılına kadar karbon emisyon oranını tamamen sıfıra indirmeyi, yani "karbon nötr" şehir statüsüne ulaşmayı amaçlamaktadır. %40'lık azaltımdan mutlak sıfıra geçiş, yalnızca enerji verimliliği önlemleriyle ulaşılabilecek bir ufuk değildir; kentsel sistemlerde radikal bir paradigma değişimini gerektirmektedir. Karbon nötrlük; kentsel alanlarda %100 oranında yenilenebilir enerji arzının sağlanmasını, endüstriyel ve evsel atıkların tamamen döngüsel ekonomiye entegre edilmesini ve azaltılamayan kaçınılmaz (residual) emisyonların doğa temelli çözümler (ormanlaştırma, mavi karbon yutakları, sulak alan restorasyonu) ile telafi edilmesini zorunlu kılmaktadır.

Günümüzde Antalya Büyükşehir Belediye sınırları dahilindeki alanlardaki tüm tesisler kaynaklı karbon ayakzının hesaplanması ve uyum çalışmalarının gerçekleştirilerek SECAP çalışmaları yenilenmektedir. Bina ölçeğinde ise "Sıfır Enerjili Binalar (ZEB)" modeli benimsenmektedir. Antalya'nın envanterindeki %47,7'lik bina emisyon yükünü eritmek için pasif ev tasarımları, doğal havalandırma ve izolasyon stratejileri öne çıkarılmaktadır. Güneş termal (gün ısı) sistemleri, bina emisyonlarını radikal biçimde düşürme potansiyeline sahiptir.

Sorunların Tespiti

Mevcut durumda yerel karbon yönetimi ve azaltım hedefleri açısından çeşitli yapısal sorunlar bulunmaktadır:

- Antalya ölçeğinde güncel ve bütünleşik karbon envanteri eksikliği bulunmaktadır.
- Çalışmaların başarı durumunu gösterir herhangi bir bulgu bulunmamaktadır.
- Birçok ilçe henüz SECAP veya benzeri bir çalışma gerçekleştirmemiştir.
- Sektör bazlı emisyon verileri yeterince ayrıştırılamamaktadır.
- Yerel yönetimler ile özel sektör arasında veri paylaşımı sınırlıdır.
- Turizm sektörünün mevsimsel enerji yükleri karbon planlamasına yeterince entegre edilmemektedir.
- Dijital karbon izleme sistemleri yaygın değildir.
- Karbon azaltım hedefleri finansman mekanizmaları ile yeterince desteklenmemektedir.
- İklim uyum politikaları ile emisyon azaltım politikaları birlikte ele alınmamaktadır.
- Yenilenebilir enerji kullanım oranı şehir ölçeğinde istenilen seviyeye ulaşamamıştır.

Bu durum enerji yönetiminde verimsizliklere ve şehir ölçeğinde karbon azaltım politikalarının ölçülebilir şekilde uygulanamamasına neden olmaktadır.

Çözüm Önerileri

Yerel karbon azaltım hedeflerinin etkin şekilde uygulanabilmesi için aşağıdaki çözüm önerileri öne çıkmaktadır:

- **Şehir Ölçeğinde Karbon Envanteri Oluşturulması:** Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli (Intergovernmental Panel on Climate Change- IPCC) metodolojileri ile uyumlu, sektör bazlı sera gazı envanteri hazırlanmalıdır.
- **Antalya Karbon Bütçesi Modeli:** 2030 ve 2050 hedeflerini kapsayan şehir ölçekli karbon bütçesi oluşturulmalıdır.
- **Dijital Karbon İzleme Platformu:** Belediyeler, organize sanayi bölgeleri ve büyük işletmelerin entegre olacağı veri tabanlı karbon izleme sistemi kurulmalıdır.
- **Turizm Sektöründe Düşük Karbonlu Dönüşüm:** Oteller ve turizm tesisleri için karbon yoğunluğu ölçüm ve sertifikasyon sistemleri geliştirilmelidir.
- **Yenilenebilir Enerji Entegrasyonu:** Çatı tipi güneş enerjisi sistemleri ve enerji depolama çözümleri yaygınlaştırılmalıdır.
- **Karbon Finansmanı Mekanizmaları:** Yeşil tahvil, karbon kredisi ve uluslararası iklim fonları aktif şekilde kullanılmalıdır.
- **Yerel İklim Eylem Planları:** Enerji, ulaşım, atık yönetimi, su yönetimi ve turizm sektörlerini kapsayan entegre iklim planları hazırlanmalıdır.
- **Üniversite-Sanayi-Kamu İş Birliği:** Akademik kurumlar ile veri analitiği ve karbon modelleme çalışmaları geliştirilmelidir.

Sonuç

Önerilen uygulamaların hayata geçirilmesi ile:

- Şehir ölçeğinde enerji tüketiminde %20–30 oranında azalma,

- Turizm sektöründe karbon yoğunluğunda önemli düşüş,
- Yenilenebilir enerji kullanımında artış,
- Karbon emisyonlarının ölçülebilir hale gelmesi,
- Uluslararası iklim fonlarına erişim kapasitesinin artması,
- Antalya'nın sürdürülebilir şehir modeli olarak konumlanması sağlanabilir.

Antalya özelinde uygulanacak bilimsel temelli karbon yönetimi yaklaşımı; şehrin iklim direncini artıracak, sürdürülebilir turizm altyapısını güçlendirecek ve COP31 sürecinde örnek şehir modellerinden biri olmasına katkı sağlayacaktır.

Not: Karbon azaltım projelerine ilişkin yatırım maliyetleri; proje ölçeği, teknoloji seçimi, enerji fiyatları ve finansman koşullarına bağlı olarak değişkenlik gösterebilmektedir. Bu nedenle detaylı fizibilite çalışmalarının proje bazında ayrıca yapılması gerekmektedir

Kaynaklar

[1] IPCC, **Climate Change 2023: Synthesis Report**, 2023.

[2] IEA, **Net Zero by 2050 – A Roadmap for the Global Energy Sector**, 2023.

[3] UNEP, **Emissions Gap Report 2024**.

[4] UN Habitat, **Cities and Climate Action Report**, 2022.

[5] T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, **Türkiye Uzun Dönem İklim Stratejisi**, 2024.

[6] Antalya Büyükşehir Belediyesi, **Sürdürülebilir Enerji ve İklim Eylem Planı Çalışmaları**, 2024.

[7] Muratpaşa Belediyesi, **Sürdürülebilir Enerji ve İklim Eylem Planı Çalışmaları**, 2025

2. Ticari Binalarda Enerji Verimliliği ve Karbon Azaltımı

Kapsam ve Mevcut Durum

Enerji tüketiminin ve karbon emisyonlarının önemli bir kısmını oluşturan ticari ve endüstriyel binalar, iklim değişikliği ile mücadelede kritik bir rol oynamaktadır. Uluslararası Enerji Ajansı (IEA) 2025 yılı verilerine göre bina sektörü, küresel enerji talebinin yaklaşık %30'unu oluşturmaktadır ve 2019 yılından bu yana toplam enerji talebindeki artışın yaklaşık %20'sine katkı sağlamıştır. Konut sektörü, binalardaki toplam enerji talebinin yaklaşık %70'ini oluştururken, geri kalan %30'luk bölüm ticari ve kamu binalarında kullanılmaktadır [1]. Türkiye'de ise bina sektörü toplam nihai enerji tüketiminin yaklaşık %37'sini kullanmakta olup, bu binaların operasyonel süreçlerinden kaynaklı karbon salınımının toplam sera gazı emisyonlarındaki etkisi %30 civarındadır [2].

Antalya, Türkiye'nin en önemli turizm merkezlerinden biri olup, yılda 17 milyonu aşan ziyaretçi sayısı ile büyük ölçekli ticari bina stoğuna sahiptir. Kültür ve Turizm Bakanlığı verilerine göre Antalya, yaklaşık 655 bin yatak kapasitesi ile Türkiye'nin en yüksek konaklama kapasitesine

sahip turizm destinasyonudur [3]. Antalya gibi turizm yoğun bölgelerde; oteller, alışveriş merkezleri ve büyük ölçekli ticari yapılar, yüksek soğutma yükleri, yıl boyunca değişken doluluk oranları ve kesintisiz işletme gereksinimleri nedeniyle önemli düzeyde enerji tüketmektedir.

Antalya'da yıllık ortalama 3000 saati aşan güneşlenme süresi, binalardaki soğutma enerji yükünü ısıtma yükünden belirgin biçimde büyük kılmakta; Mayıs–Ekim turizm sezonunda ticari ve konaklama tesislerinin enerji talebi şebeke kapasitesini zorlamaktadır. Tüm bu nedenlerle, enerji kullanımının yoğun olduğu konaklama tesislerinde enerji tasarrufu ve enerji verimliliğinin artırılmasına yönelik önlemlerin belirlenmesi ve uygulanması büyük önem taşımaktadır [4]. 2025 sonu itibarıyla Türkiye'deki Yeşil Anahtar ödüllü tesislerin 73'ü Antalya'da bulunmaktadır.

Bu rakam olumlu bir tablo ortaya koymakla birlikte, Antalya'nın toplam konaklama kapasitesiyle kıyaslandığında sertifikalı tesis oranının hâlâ sınırlı düzeyde kaldığını göstermektedir. Mevcut yapı stoğunun büyük bölümü; yalıtım yetersizliği, düşük verimli mekanik ekipman ve enerji yönetim sistemi eksikliği gibi yapısal sorunlarla maluldür.

Türkiye'de yürürlükte olan Bina Enerji Performans Yönetmeliği ve Enerji Kimlik Belgesi uygulamaları, enerji verimliliği açısından önemli bir çerçeve sunmaktadır. Bununla birlikte, mevcut bina stoğunun önemli bir kısmı bu standartların gerisinde kalmaktadır [5]. 2025 yılı Türkiye bina enerji mevzuatında kritik değişikliklerin hayata geçirildiği bir yıl olmuştur. 1 Nisan 2025'te yürürlüğe giren güncellenmiş TS 825:2024 standardı, iklim bölgesi sayısını dörtten altıya çıkarmış; soğutma enerji hesabını ilk kez standart kapsamına almıştır. Aynı tarihte 2000 m² ve üzeri yeni binalarda Neredeyse Sıfır Enerjili Bina (nSEB) zorunluluğu başlamış, 30 Haziran 2025'te ise BEP-TR hesaplama yöntemi köklü biçimde güncellenmiştir [6, 7].

Sorunların Tespiti

Mevcut durumda, ticari ve endüstriyel binalarda enerji verimliliğinin artırılmasının önünde aşağıda sıralanan yapısal ve işletme kaynaklı sorunlar bulunmaktadır:

- Mevcut binaların önemli bir kısmında yalıtım ve sistem verimliliği yetersizdir.
- HVAC sistemleri çoğu zaman optimal olmayan koşullarda çalışmaktadır.
- Akıllı bina ve otomasyon sistemleri ya kurulmamış ya da etkin şekilde kullanılmamaktadır.
- Yetkin teknik personel eksikliği nedeniyle sistemler verimli işletilememektedir.
- Yenilenebilir enerji sistemleri yeterince yaygın değildir.
- Enerji izleme ve veri yönetimi sistemleri sınırlıdır.
- Atık ısı geri kazanım sistemlerinin kullanım oranı düşüktür.
- Pasif tasarım ilkeleri (yönlenme, gölgeleme, bina formu, kabuk optimizasyonu) mimari tasarım süreçlerinin sistematik bir parçası hâline getirilmemiştir. Antalya ikliminde soğutma yükü pasif tasarım ilkelerinde temel parametre olarak ele alınmamaktadır.

- Enerji Kimlik Belgesi (EKB) uygulaması denetim mekanizması bakımından yetersiz kalmakta; D sınıfının altındaki ticari yapılar için herhangi bir iyileştirme yükümlülüğü bulunmamaktadır.
- Mevcut yapı stoğunu kapsayan enerji dönüşümü için uygun maliyetli finansman mekanizmalarına (yeşil kredi, ESCO modeli, hibe programları) erişim kısıtlıdır; orta ölçekli tesis sahipleri bu araçlardan büyük ölçüde yararlanamamaktadır.
- Küresel yıllık bina yenileme oranı yaklaşık yüzde bir düzeyinde olup net sıfır hedefleri için gereken yüzde iki buçuğun çok gerisinde kalmaktadır. Türkiye'de bu oran daha da düşüktür [8].

Bu sorunlar, yapılan yatırımlardan beklenen verimin alınamamasına, enerji maliyetlerinin artmasına ve karbon emisyonlarının yüksek seviyelerde kalmasına neden olmaktadır.

Çözüm Önerileri

Ticari ve endüstriyel binalarda enerji verimliliği ve karbon azaltımı için aşağıdaki çözüm önerileri öne çıkmaktadır:

- **Akıllı Bina Sistemlerinin Yaygınlaştırılması:** Enerji tüketiminin akıllı sayaçlar ve veri yönetim sistemleri aracılığıyla izlenmesi ve kontrol edilmesi sağlanmalıdır. PLC, SCADA ve IoT tabanlı sistemlerle gerçek zamanlı enerji yönetimi uygulanmalıdır.
- **HVAC Sistemlerinin Optimizasyonu:** Yüksek verimli cihazlar, değişken debili sistemler ve doğru kapasite seçimi ile enerji tüketimi azaltılmalıdır.
- **Isı Geri Kazanım Sistemleri:** Havalandırma sistemlerinde ısı geri kazanım cihazlarının kullanımı yaygınlaştırılmalıdır.
- **Isı Pompası Uygulamaları:** Özellikle sıcak su üretimi ve iklimlendirme sistemlerinde yüksek verimli ısı pompaları tercih edilmelidir.
- **Trijenerasyon Sistemleri:** Büyük ölçekli tesislerde elektrik, ısıtma ve soğutma üretimini birlikte sağlayan sistemler teşvik edilmelidir.
- **Yenilenebilir Enerji Entegrasyonu:** Çatı tipi güneş enerjisi sistemleri ile enerji ihtiyacının bir kısmı yerinde karşılanmalıdır.
- **Yetkin Teknik Personel İstihdamı:** Sistemlerin verimli işletilmesi için uzman mühendis istihdamı artırılmalı ve sürekli eğitim programları uygulanmalıdır.
- **Mevcut Binalarda Enerji Verimliliği Dönüşümü:** Mevcut yapı stoğu için kapsamlı dönüşüm programları hayata geçirilmelidir. Bu programlar dört bileşeni birlikte içermelidir: bina kabuğu yenileme (dış duvar, çatı, pencere sistemleri güncellenmiş TS 825:2024 U-değer limitlerini karşılayacak biçimde), mekanik sistem yenileme (yüksek sezonluk verimlilik katsayılı ısı pompası tabanlı veya değişken debili VRF/VRV sistemler), aydınlatma dönüşümü (LED ve gün ışığı sensörlü kontrol) ve yenilenebilir enerji entegrasyonu (çatı tipi fotovoltaiik, güneş enerjili sıcak su). Bu dört bileşenin

birlikte uygulanması bina enerji tüketimini yüzde otuz ile altmış arasında azaltabilmektedir [1].

- **Isı Yalıtımı ve Pasif Bina Tasarımları:** TS 825:2024' e göre Antalya 6. iklim bölgesindedir ve soğutma yükü pasif tasarımın temel parametresi olarak ele alınmalıdır. Pasif tasarım stratejileri uygulandığında soğutma enerji yükü yüzde 20 ile 40 arasında azaltılabilmektedir. Bu stratejiler şunlardır: güneye yönelme ve bina formu optimizasyonu; yatay saçak ve brise-soleil ile güneş kontrolü; yüksek yansıtıcılıklı (soğuk çatı) malzeme seçimi; çapraz havalandırma imkânı sağlayan plan kurgusu. Yeni standarda uygun binalarda yıllık enerji faturasının yüzde 25 azalması, Türkiye genelinde yılda yaklaşık 120.000 TEP tasarruf ve yaklaşık 100 milyon dolar ekonomik kazanım beklenmektedir [7].
- **Turizm Tesislerine Yönelik Enerji Verimliliği Uygulamaları:** Otellerde kartlı enerji kontrol sistemleri, gri su ve atık ısı geri kazanım uygulamaları yaygınlaştırılmalı; yeşil yıldız ve sürdürülebilir turizm sertifikasyon süreçleri teşvik edilmelidir. Atık su kaynaklı ısı pompası uygulaması otel ölçeğinde özellikle avantajlıdır: Sıcak su temini için kazanlı sistemlerin maliyeti yaklaşık 63.000 dolar iken ısı pompalı sistem maliyeti 190.000 dolara yükselmekte, ancak sistem kendini 3,5 yılda geri ödeyebilmektedir. Dahası doğalgaz kazanlı sisteme kıyasla 1,6–2,2 kat daha az karbondioksit salınımı gerçekleşmektedir [9]. Antalya'nın yüksek doluluk oranına sahip büyük otelleri hem bol su tüketimi hem de sürekli sıcak su ihtiyacıyla bu teknoloji için en elverişli koşullara sahip tesisler arasındadır.
- **Yeni Binalarda nSEB Standartlarının Tam Uygulanması:** 1 Ocak 2025 itibarıyla 2000 m² ve üzeri yeni binaları kapsayan Neredeyse Sıfır Enerjili Bina (nSEB) zorunluluğu, tasarım sürecinin başından itibaren bütünsel tasarım yaklaşımıyla uygulanmalıdır. Enerji performans simülasyonları (EnergyPlus, DesignBuilder) ön proje aşamasında yapılmalı; mimar, makine ve elektrik mühendisi eş zamanlı çalışmalıdır. Yeni binalarda kullanılan enerjinin asgari yüzde 10' unun yenilenebilir kaynaklardan sağlanması zorunlu olup bu oran artırılmalıdır. Enerji Kimlik Belgesi'nin gerçek tüketim verileriyle karşılaştırılmalı olarak izlenmesi tasarım-performans açığının kapatılmasını sağlayacaktır [6].

Sonuç

Önerilen uygulamaların hayata geçirilmesi ile:

- Enerji tüketiminde %20–40 oranında azalma,
- Karbon emisyonlarında önemli oranda düşüş,
- İşletme maliyetlerinde tasarruf,
- Enerji arz güvenliğinde artış sağlanabilir.

Antalya özelinde bu dönüşüm:

- Turizm sektörünün sürdürülebilirliğini güçlendirecek,
- Uluslararası rekabet gücünü artıracak,
- Düşük karbonlu şehir modeline katkı sağlayacaktır.

Verilen maliyet ve diğer rakamsal bilgilerinin birçok değişkene (tesisın büyüklüğü, mevcut altyapı durumu, kullanılan ekipman markası, enerji fiyatları) bağlı olarak önemli ölçüde değişebileceği göz önünde bulundurulmalı; her proje için detaylı fizibilite çalışması yapılması gerektiği unutulmamalıdır.

Kaynaklar

- [1] International Energy Agency (IEA), Energy Efficiency Market Report: Buildings, 2025. (<https://www.iea.org/reports/energy-efficiency-2025/buildings#abstract>)
- [2] T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, Türkiye Bina Sektörü Karbonsuzlaşma Yol Haritası, 2023. (https://webdosya.csb.gov.tr/db/mesleki hizmetler/menu/turkiye_bina_sektoru_karbonsuzlasma_yol_haritasi_-v1_20231218095757.pdf)
- [3] <https://yigm.ktb.gov.tr/TR-201121/bakanlik-belgeli-tesis-konaklama-istatistikleri.html>
- [4] Seren Öykü Yazgan ve Sezgi Koçak Soylu. “Otellerde Enerji Verimliliğini İyileştirmeye Yönelik Çeşitli Yaklaşımların Tasarruf Oranlarına Etkisinin Karşılaştırılması: Antalya Örneği”. Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi, c. 10, sy 4, Aralık 2022, ss. 1375-88, doi:10.21923/jesd.1063248.
- [5] İbrahim Atmaca, “İklim Krizi ve Karbonsuzlaşma Sürecinde, Ticari Binalar için Enerji Etkin Sistemler”, Mühendis ve Makina Güncel, Eylül 2022.
- [6] Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı. (2025). Binalarda Enerji Performansı Yönetmeliği: nSEB zorunluluğu ve yenilenebilir enerji oranı. <https://csb.gov.tr>
- [7] Şantiye Dergisi. (2025). 10 soruda ısı yalıtım standardındaki (TS 825) güncellemeler. <https://www.santiye.com.tr/10-soruda-isi-yalitim-standardindaki-ts-825-guncellemeler>
- [8] REN21. (2025). Global Status Report 2025 — Buildings. Paris: REN21 Secretariat. <https://www.ren21.net/gsr-2025/sectors/buildings>
- [9] İbrahim Atmaca, Ahmet Çağlar, Sezgi Koçak Soylu, Furkan Evlice, Nasuh Özdemir, “Comprehensive 4E assessment of wastewater-source heat pumps for domestic hot water in tourism facilities”, Journal of Building Engineering, 121, 2026.

3. Tarımda Enerji Verimliliği ve Karbon Azaltımı

3.1. Genel Giriş

Tarım sektörü; gıda üretimi, kırsal kalkınma ve ekonomik sürdürülebilirlik açısından stratejik öneme sahiptir. Özellikle mekanizasyon, sulama, sera iklimlendirmesi, ürün işleme ve depolama süreçleri nedeniyle önemli düzeyde enerji girdisine ihtiyaç duymaktadır. Küresel iklim

değişikliğiyle mücadele kapsamında tarım sektöründe enerji verimliliğinin artırılması ve karbon emisyonlarının azaltılması kritik hale gelmiştir.

Türkiye, örtü altı yetiştiriciliği açısından dünya genelinde önde gelen ülkeler arasında yer almakta olup, 2019 yılı itibarıyla Avrupa'da İspanya'nın ardından ikinci sırada bulunmaktadır. Uygun iklim koşullarının etkisiyle örtü altı yetiştiriciliği özellikle Akdeniz kıyı şeridinde yoğunlaşmış; toplam sera alanlarının yaklaşık %86,5'i Akdeniz Bölgesi'nde konumlanmıştır. Antalya tek başına Türkiye'deki örtü altı üretim alanlarının yaklaşık %40–41'ine sahiptir ve yaklaşık 32.700 hektarlık sera alanı ile ülkenin en önemli sera üretim merkezidir [1]. Sera üretim sistemlerinde enerji tüketimi; ısıtma, soğutma, havalandırma, aydınlatma ve sulama süreçlerinde yoğunlaşmakta olup, ürün verimliliği ve yetiştirme koşullarının sürdürülebilirliği açısından kritik bir öneme sahiptir.

Türkiye'de tarımsal faaliyetlerde kullanılan enerjinin büyük bölümü fosil yakıt temelli kaynaklardan karşılanmakta olup, özellikle tarımsal mekanizasyonda dizel yakıt, sulama sistemleri ve kontrollü üretim uygulamalarında ise elektrik enerjisi yoğun olarak kullanılmaktadır [2]. Tarım ve hayvancılık sektörünün toplam nihai enerji tüketimi içerisindeki payı 2023 yılı için yaklaşık %4–5 seviyelerinde seyretmekte olup [3], enerji tüketiminin önemli bir kısmı traktörler ve tarım makinelerinde kullanılan sıvı yakıtlar ile sulama ve sera uygulamalarında tüketilen elektrikten oluşmaktadır.

Tarım sektörü Türkiye'nin en büyük makine parklarından birine sahiptir. T. C. Tarım ve Orman Bakanlığı verilerine göre 2024 yılında ülkedeki traktör sayısı 1,6 milyon adede ulaşmıştır. Trafiğe kayıtlı toplam traktör sayısı ise 2,2 milyonun üzerindedir [4]. Bu büyüklük, gelecekte elektrikli ve hibrit traktör teknolojilerinin yaygınlaşması durumunda önemli karbon azaltım potansiyeli bulunduğunu göstermektedir.

Bununla birlikte, artan enerji maliyetleri ve sürdürülebilir üretim gereksinimleri doğrultusunda biyokütle, güneş ve jeotermal enerji gibi yenilenebilir enerji kaynaklarının tarımsal uygulamadaki kullanımı giderek önem kazanmaktadır [5]. Türkiye son yıllarda yenilenebilir enerji yatırımlarında önemli ilerleme kaydetmiştir. 2026 yılı başı itibarıyla güneş enerjisi kurulu gücü 25.827 MW seviyesine ulaşmıştır [6]. Yenilenebilir enerji kaynaklarının toplam elektrik kurulu gücü içindeki payı %62'nin üzerine çıkmıştır [7]. Bu gelişmeler tarımsal sulama sistemleri, tarımsal işletmeler ve sera tesislerinde yenilenebilir enerji kullanımının yaygınlaştırılması açısından önemli fırsatlar sunmaktadır.

TÜİK tarafından yayımlanan 2024 yılı Ulusal Sera Gazı Envanteri verilerine göre Türkiye'nin toplam sera gazı emisyonu 584,5 milyon ton CO₂ eşdeğeri olarak gerçekleşmiştir. Tarım sektörü toplam emisyonların yaklaşık %12,6'sını oluşturmakta olup yaklaşık 73,5 milyon ton CO₂ eşdeğeri emisyon üretmektedir [8]. Bu durum tarım sektöründe enerji verimliliği uygulamaları ve düşük karbonlu teknolojilerin yaygınlaştırılmasının iklim değişikliğiyle mücadele açısından önemli olduğunu göstermektedir.

3.2. Seralarda Enerji Verimliliği ve Karbon Azaltımı

Kapsam ve Mevcut Durum

Sera üretimi, yıl boyunca kontrollü tarımsal üretim yapılmasına olanak sağlaması nedeniyle modern tarımın en önemli bileşenlerinden biridir. Ancak seralarda kullanılan ısıtma, soğutma, havalandırma, sulama, gübreleme ve aydınlatma sistemleri önemli miktarda enerji tüketmektedir. Özellikle örtü altı yetiştiriciliğin yoğun olarak yapıldığı Antalya, Türkiye sera varlığının en yüksek olduğu illerden biri olup, seracılık faaliyetleri bölgesel enerji tüketiminde önemli bir paya sahiptir.

Bununla birlikte sera işletmelerinin önemli bir kısmında enerji yönetimi yeterince etkin değildir. Özellikle kış aylarında kullanılan fosil yakıt kaynaklı ısıtma sistemleri, yüksek enerji maliyetlerine ve karbon emisyonlarına neden olmaktadır. Yaz aylarında ise havalandırma ve soğutma sistemleri önemli miktarda elektrik enerjisi tüketmektedir.

Uluslararası Enerji Ajansı (IEA) ve FAO verileri, tarımsal üretimde enerji verimliliğinin artırılmasının hem üretim maliyetlerini düşürdüğünü hem de sera gazı emisyonlarını önemli ölçüde azalttığını ortaya koymaktadır. Antalya gibi yoğun sera üretiminin yapıldığı bölgelerde enerji verimliliği uygulamaları, iklim değişikliği ile mücadele açısından önemli bir fırsat oluşturmaktadır.

Sorunların Tespiti

Mevcut durumda sera işletmelerinde enerji verimliliğini sınırlayan temel sorunlar aşağıda özetlenmiştir:

- Seraların önemli bir kısmında tek kat plastik örtü kullanımı nedeniyle yüksek enerji kayıpları yaşanmaktadır.
- Fosil yakıt kullanan kazan sistemleri yaygın olup karbon emisyonları yüksektir.
- Isıtma sistemlerinde otomasyon ve sıcaklık kontrolü yeterli düzeyde değildir.
- Havalandırma sistemleri çoğu zaman enerji verimliliği esas alınmadan işletilmektedir.
- Yenilenebilir enerji sistemlerinin kullanım oranı sınırlıdır.
- Enerji tüketimi çoğu işletmede düzenli olarak izlenmemekte ve analiz edilmemektedir.
- Teknik personel eksikliği nedeniyle enerji yönetimi uygulamaları etkin şekilde yürütülememektedir.
- Modern iklim kontrol sistemleri ve sensör teknolojileri yeterince yaygın değildir.
- Karbon ayak izinin ölçülmesine yönelik uygulamalar oldukça sınırlıdır.

Bu sorunlar hem üretim maliyetlerini artırmakta hem de sera gazı emisyonlarının yüksek seviyelerde kalmasına neden olmaktadır.

Çözüm Önerileri

Sera işletmelerinde enerji verimliliğinin artırılması ve karbon emisyonlarının azaltılması amacıyla aşağıdaki uygulamaların yaygınlaştırılması önerilmektedir:

- **Yüksek Performanslı Sera Örtü Sistemleri:** Çift kat örtü, termal perde ve enerji tasarruflu sera kaplama malzemeleri kullanılarak ısı kayıpları azaltılmalıdır.
- **Akıllı İklim Kontrol Sistemleri:** Sıcaklık, nem, CO₂ ve ışık seviyelerini sürekli izleyen otomasyon sistemleri yaygınlaştırılmalıdır. Sensör tabanlı yönetim sayesinde gereksiz enerji tüketimi önlenir.
- **Isı Depolama ve Isı Geri Kazanım Sistemleri:** Gündüz depolanan ısınn gece kullanılması veya havalandırma sistemlerinden atılan enerjinin geri kazanılması sağlanmalıdır.
- **Isı Pompası Teknolojilerinin Kullanılması:** Yüksek verimli ısı pompaları ile sera ısıtma sistemlerinde fosil yakıt kullanımı azaltılmalıdır.
- **Jeotermal Enerji Uygulamaları:** Jeotermal kaynaklara yakın bölgelerde sera ısıtmasında yenilenebilir enerji kullanımı teşvik edilmelidir.
- **Güneş Enerjisi Sistemleri:** Uygun alanlarda kurulacak güneş enerjisi sistemleri ile elektrik ihtiyacının bir kısmı yerinde karşılanmalıdır.
- **Enerji Verimli Fan ve Pompa Sistemleri:** Değişken hızlı sürücülere sahip fan ve pompalar kullanılarak elektrik tüketimi azaltılmalıdır.
- **Enerji İzleme ve Yönetim Sistemleri:** Gerçek zamanlı enerji tüketimi takibi sağlayan dijital platformlar yaygınlaştırılmalıdır.
- **Karbon Ayak İzi İzleme Sistemleri:** Sera işletmelerinde karbon emisyonlarının düzenli olarak hesaplanması ve raporlanması teşvik edilmelidir.
- **Teknik Eğitim ve Kapasite Geliştirme:** Sera yöneticileri ve teknik personelin enerji yönetimi konusunda eğitim almaları sağlanmalıdır.

Sonuç

Sera işletmelerinde uygulanacak enerji verimliliği yatırımları sayesinde:

- Enerji tüketiminde %20–50 arasında azalma sağlanabilir.
- Isıtma kaynaklı karbon emisyonları önemli ölçüde azaltılabilir.
- Üretim maliyetleri düşürülebilir.
- İşletmelerin enerji fiyatlarındaki dalgalanmalara karşı dayanıklılığı artırılabilir.
- Tarımsal üretimin sürdürülebilirliği güçlendirilebilir.

Antalya özelinde değerlendirildiğinde, sera sektöründe gerçekleştirilecek enerji verimliliği yatırımları hem bölgesel kalkınmaya hem de Türkiye'nin net sıfır emisyon hedeflerine katkı sağlayacaktır. Özellikle güneş enerjisi destekli sera sistemleri, akıllı iklim kontrol uygulamaları ve yüksek verimli ısıtma teknolojileri bölge için önemli fırsatlar sunmaktadır.

Örnek olarak modern bir 5 hektarlık serada uygulanacak termal perde sistemi ve otomasyon yatırımlarının yatırım büyüklüğü proje özelliklerine bağlı olarak yaklaşık 80.000–250.000 ABD Doları arasında değişebilmektedir. Bu tür yatırımların geri ödeme süreleri enerji fiyatları, sera büyüklüğü ve iklim koşullarına bağlı olarak genellikle 3–7 yıl arasında gerçekleşmektedir. Ancak bu maliyet ve geri ödeme süreleri proje özelindeki teknik ve ekonomik koşullara göre

önemli farklılıklar gösterebilmektedir. Bu nedenle kesin yatırım kararları öncesinde detaylı fizibilite çalışması yapılması gerekmektedir.

3.3. Tarımsal Üretimde Yenilenebilir Enerji Kullanımı

Kapsam ve Mevcut Durum

Tarımsal üretim faaliyetlerinde enerji kullanımı; sulama, ürün işleme, soğuk hava depolama, sera işletmeciliği, hayvancılık tesisleri ve tarım makineleri gibi birçok alanda önemli bir girdi oluşturmaktadır. Enerji maliyetlerindeki artış ve iklim değişikliği ile mücadele kapsamında tarım sektöründe yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı giderek daha fazla önem kazanmaktadır.

Türkiye, özellikle güneş enerjisi bakımından önemli bir potansiyele sahiptir. Türkiye'nin yıllık ortalama güneşlenme süresi yaklaşık 2.741 saat, yıllık ortalama güneş radyasyonu ise yaklaşık 1.527 kWh/m² düzeyindedir. Antalya ise yıllık yaklaşık 3.000 saate yaklaşan güneşlenme süresi ile ülkenin güneş enerjisi açısından en avantajlı bölgeleri arasında yer almaktadır.

Tarım sektörü, yenilenebilir enerji uygulamaları için önemli fırsatlar sunmaktadır. Güneş enerjisi sistemleri, biyogaz tesisleri, biyokütle enerji üretimi ve tarımsal atıklardan enerji geri kazanımı uygulamaları hem enerji maliyetlerini azaltmakta hem de karbon emisyonlarının düşürülmesine katkı sağlamaktadır.

Bununla birlikte Türkiye'de tarımsal işletmelerin önemli bir bölümünde enerji ihtiyacı halen şebeke elektriği ve fosil yakıtlarla karşılanmaktadır. Özellikle sulama sistemleri, soğuk hava depoları ve tarımsal işleme tesisleri yüksek enerji tüketimi nedeniyle önemli işletme maliyetleri oluşturmaktadır.

Antalya özelinde değerlendirildiğinde, yoğun tarımsal üretim faaliyetleri, gelişmiş sera sektörü, örtü altı üretim alanları, meyve-sebze işleme tesisleri ve yüksek güneş enerjisi potansiyeli yenilenebilir enerji yatırımları açısından önemli avantajlar sunmaktadır.

Sorunların Tespiti

Tarımsal üretimde yenilenebilir enerji kullanımının yaygınlaşmasını sınırlayan başlıca sorunlar aşağıda özetlenmiştir:

- Tarımsal işletmelerde enerji maliyetleri yüksek olmasına rağmen yenilenebilir enerji yatırımları yeterince yaygın değildir. İlk yatırım maliyetleri birçok üretici için önemli bir finansman yükü oluşturmaktadır.
- Küçük ve orta ölçekli işletmelerde teknik bilgi ve proje geliştirme kapasitesi yetersizdir.
- Tarımsal atıklardan enerji üretimi uygulamaları sınırlı düzeydedir.
- Biyogaz ve biyokütle tesislerinin sayısı potansiyele göre oldukça düşüktür.

- Çatı tipi ve arazi tipi güneş enerjisi sistemlerinin yaygınlaşması önünde çeşitli finansal ve teknik engeller bulunmaktadır.
- Enerji depolama sistemlerinin maliyetleri halen yüksektir.
- Yenilenebilir enerji yatırımlarına yönelik teknik danışmanlık hizmetleri yeterince yaygın değildir.
- Tarımsal işletmelerde karbon ayak izi hesaplama ve raporlama uygulamaları sınırlıdır.

Bu durum, tarımsal üretimde enerji maliyetlerinin yüksek kalmasına ve sektörün karbon azaltım potansiyelinin tam olarak değerlendirilememesine neden olmaktadır.

Çözüm Önerileri

Tarımsal üretimde yenilenebilir enerji kullanımının yaygınlaştırılması amacıyla aşağıdaki uygulamaların desteklenmesi önerilmektedir:

- **Tarımsal Güneş Enerjisi Sistemlerinin Yaygınlaştırılması:** Sulama sistemleri, soğuk hava depoları ve tarımsal işleme tesislerinde çatı tipi veya arazi tipi güneş enerjisi sistemleri kurulmalıdır.
- **Agrivoltaik Sistemlerin Teşvik Edilmesi:** Aynı alanda hem tarımsal üretime hem de elektrik üretimine olanak sağlayan agrivoltaik uygulamalar, avantaj ve dezavantajları bütüncül bir yaklaşımla değerlendirilerek desteklenmelidir. Uygulama öncesinde; panellerin yerden yüksek kurulmasının yatırım maliyetine etkisi, tam güneş ışığına ihtiyaç duyan ürünlerde oluşabilecek verim kayıpları, tarımsal ekipmanların hareket kabiliyetinin kısıtlanması, panel sıra aralıkları ile gölgeleme tasarımının tarımsal üretime etkileri ayrıntılı olarak analiz edilmelidir.

Özellikle panel yerleşiminin ve gölgelemenin doğru planlanmaması durumunda, tarım topraklarında yıllar içerisinde ortaya çıkabilecek verim kayıpları, toprak ve ekosistem sağlığı ile insan yaşamı ve yaşam konforu üzerindeki etkiler (yansıma ve yerel sıcaklık artışı gibi) dikkate alınmalı ve proje tasarımları ürün deseni ile bölgesel iklim koşullarına uygun şekilde gerçekleştirilmelidir. Buna karşılık, uygun ürün deseni ve doğru sistem tasarımıyla agrivoltaik uygulamalar bazı bölgelerde toprak neminin korunmasına katkı sağlayarak sulama suyu ihtiyacını azaltabilmekte ve iklim değişikliğine uyum açısından önemli avantajlar sunabilmektedir.

Özellikle hayvancılık faaliyetlerinin yürütüldüğü mera alanları, otlatma faaliyetlerinin sürdürülebilmesine imkân tanırken aynı zamanda yenilenebilir enerji üretimine de olanak sağlaması bakımından agrivoltaik uygulamalar için önemli bir potansiyel sunmaktadır.

- **Sulama Amaçlı Güneş Enerjili Pompa Sistemleri:** Tarımsal sulamada kullanılan elektrikli veya dizel pompaların yerine güneş enerjisi destekli sistemler yaygınlaştırılmalıdır.
- **Tarımsal Atıklardan Biyogaz Üretimi:** Hayvansal atıklar, bitkisel üretim artıkları ve organik atıklar biyogaz tesislerinde değerlendirilerek enerji üretimine kazandırılmalıdır.
- **Biyokütle Enerji Sistemleri:** Budama artıkları, sera bitki atıkları ve tarımsal üretim kalıntılarından enerji elde edilmesine yönelik yatırımlar teşvik edilmelidir.

- **Enerji Depolama Sistemlerinin Desteklenmesi:** Batarya ve enerji depolama çözümleri ile yenilenebilir enerji kaynaklarının verimli kullanımı artırılmalıdır.
- **Karbon Kredisi ve Yeşil Finansman Mekanizmaları:** Yenilenebilir enerji yatırımı yapan tarımsal işletmelerin karbon piyasalarına erişimi kolaylaştırılmalıdır.
- **Kooperatif Temelli Enerji Üretim Modelleri:** Üretici birlikleri ve kooperatifler aracılığıyla ortak yenilenebilir enerji yatırımları teşvik edilmelidir.
- **Teknik Eğitim ve Danışmanlık Hizmetleri:** Üreticilerin yenilenebilir enerji yatırımlarına ilişkin bilgi ve proje geliştirme kapasitesi artırılmalıdır.

Sonuç

Tarımsal üretimde yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımının yaygınlaştırılması ile:

- Enerji maliyetlerinde %30–70 arasında azalma sağlanabilir.
- Fosil yakıt tüketimi önemli ölçüde azaltılabilir.
- Tarımsal üretimin karbon ayak izi düşürülebilir.
- Üreticilerin enerji fiyatlarındaki dalgalanmalara karşı dayanıklılığı artırılabilir.
- Kırsal bölgelerde enerji arz güvenliği güçlendirilebilir.
- Türkiye'nin net sıfır emisyon hedeflerine katkı sağlanabilir.

Antalya özelinde değerlendirildiğinde, yüksek güneş enerjisi potansiyeli ve yoğun tarımsal faaliyetler nedeniyle yenilenebilir enerji yatırımları önemli fırsatlar sunmaktadır. Özellikle sulama sistemlerinde güneş enerjisi kullanımı, tarımsal işletme çatılarına kurulacak güneş enerji santralleri ve tarımsal atıklardan enerji üretimi uygulamaları bölgenin sürdürülebilir kalkınmasına önemli katkılar sağlayacaktır.

Örnek olarak, yaklaşık 1 MW kurulu güce sahip bir tarımsal güneş enerji santralinin yatırım maliyeti teknoloji, ekipman seçimi, arazi koşulları ve piyasa şartlarına bağlı olarak yaklaşık 600.000–900.000 ABD Doları arasında değişebilmektedir. Benzer şekilde biyogaz tesislerinde yatırım maliyetleri tesis kapasitesine göre önemli farklılık göstermektedir. Bu nedenle yatırım kararları öncesinde teknik, ekonomik ve çevresel açıdan detaylı fizibilite çalışması yapılması gerekmektedir.

3.4. Tarım Makinelerinde Elektrikleşme ve Düşük Karbonlu Mekanizasyon

Kapsam ve Mevcut Durum

Tarımsal üretimde mekanizasyon, verimliliğin artırılması ve iş gücü ihtiyacının azaltılması açısından büyük önem taşımaktadır. Ancak günümüzde kullanılan tarım makinelerinin büyük bölümü dizel yakıtla çalışmakta olup, yakıt tüketimi nedeniyle önemli miktarda sera gazı emisyonuna neden olmaktadır. Özellikle traktörler, biçerdöverler, hasat makineleri, yükleyiciler ve çeşitli tarımsal ekipmanlar tarım sektörünün doğrudan karbon emisyonlarının önemli kaynakları arasında yer almaktadır.

İklim değışikliğı ile mücadele kapsamında dünya genelinde ulaşım sektöründe başlayan elektrikleşme dönüşümü, tarım makineleri sektöründe de hız kazanmaktadır. Başta Avrupa Birliğı ülkeleri olmak üzere birçok ülkede elektrikli traktörler, hibrit tarım makineleri ve otonom tarımsal araçlar geliştirilmekte ve kullanılmaya başlanmaktadır.

Türkiye'de ise tarımsal mekanizasyon büyük ölçüde dizel yakıt temelli olarak sürdürölmektedir. Tarım işletmelerinin önemli kısmında kullanılan traktör parkının yaş ortalaması yüksektir ve enerji verimliliğı bakımından yeni nesil teknolojilerin gerisinde kalmaktadır. Bunun yanında akıllı tarım uygulamaları ve hassas tarım teknolojilerinin kullanım oranı da henüz istenilen seviyeye ulaşmamıştır.

Antalya özelinde değeriendirildiğinde, yoğun meyve, sebze ve örtü altı üretimi nedeniyle tarım makineleri yıl boyunca aktif olarak kullanılmaktadır. Bu durum yakıt tüketimini artırmakta ve tarımsal faaliyetlerden kaynaklanan karbon emisyonlarının yükselmesine neden olmaktadır. Tarım makinelerinde elektrikleşme ve düşük karbonlu mekanizasyon uygulamaları, bölgesel sürdürülebilirlik hedeflerine katkı sağlayabilecek önemli dönüşüm alanlarından biri olarak öne çıkmaktadır.

Sorunların Tespiti

Mevcut durumda tarım makinelerinde enerji verimliliğı ve karbon azaltımı önünde bulunan temel sorunlar aşağıda sıralanmıştır:

- Tarım makinelerinin büyük çoğunluğu fosil yakıtla çalışmaktadır.
- Traktör parkının önemli bir bölümü ekonomik ömrünü doldurmaya yaklaşmış eski teknolojilerden oluşmaktadır.
- Yakıt tüketimi ve bakım maliyetleri üreticiler üzerinde önemli ekonomik yük oluşturmaktadır.
- Elektrikli ve hibrit tarım makinelerinin yaygınlığı oldukça düşüktür.
- Şarj altyapısı ve enerji destek sistemleri yeterince gelişmemiştir.
- Hassas tarım uygulamaları ve dijital teknolojilerin kullanım oranı sınırlıdır.
- Tarımsal faaliyetlerde karbon emisyonlarının ölçölmesi ve raporlanması yaygın değildir.
- Elektrikli ekipmanlara yönelik teknik servis ve bakım altyapısı yeterli düzeyde değildir.
- Üreticilerin yeni teknolojilere erişimi ve finansman imkânları sınırlı kalabilmektedir.

Bu durum hem üretim maliyetlerinin yüksek seyretmesine hem de tarımsal faaliyetlerden kaynaklanan sera gazı emisyonlarının azaltılmasını zorlaştırmaktadır.

Çözüm Önerileri

Tarım makinelerinde elektrikleşmenin ve düşük karbonlu mekanizasyon uygulamalarının yaygınlaştırılması amacıyla aşağıdaki çözüm önerileri öne çıkmaktadır:

- **Elektrikli Traktörlerin Yaygınlaştırılması:** Özellikle küçük ve orta ölçekli işletmelerde kullanılabilecek elektrikli traktörlerin teşvik edilmesi sağlanmalıdır. Elektrikli traktörler işletme maliyetlerini azaltırken karbon emisyonlarını da önemli ölçüde düşürebilmektedir.
- **Hibrit Tarım Makinelerinin Desteklenmesi:** Tam elektrikli çözümlerin henüz yaygınlaşmadığı alanlarda hibrit sistemlere sahip tarım makinelerinin kullanımı teşvik edilmelidir.
- **Hassas Tarım Teknolojilerinin Yaygınlaştırılması:** GPS destekli yönlendirme sistemleri, otomatik dümenleme, sensör teknolojileri ve değişken oranlı uygulama sistemleri kullanılarak yakıt tüketimi azaltılmalıdır.
- **Otonom Tarım Araçları ve Robotik Sistemler:** Yeni nesil otonom tarım makineleri sayesinde daha verimli çalışma planlaması yapılmalı ve gereksiz enerji tüketimi azaltılmalıdır.
- **Tarımsal İşletmelerde Şarj Altyapısının Kurulması:** Elektrikli tarım makinelerinin kullanımını desteklemek amacıyla kırsal bölgelerde şarj altyapısı geliştirilmelidir.
- **Yenilenebilir Enerji ile Entegre Mekanizasyon:** Tarımsal işletmelerde kurulan güneş enerjisi sistemleri ile elektrikli makinelerin enerji ihtiyacının karşılanması desteklenmelidir.
- **Akıllı Filo Yönetimi Sistemleri:** Makine kullanım süreleri, yakıt tüketimi ve bakım ihtiyaçlarının dijital sistemlerle izlenmesi sağlanmalıdır.
- **Düşük Karbonlu Yakıt Alternatifleri:** Elektrifikasyonun kısa vadede mümkün olmadığı alanlarda biyodizel, biyometan ve diğer düşük karbonlu yakıt seçenekleri değerlendirilmelidir.
- **Makine Yenileme ve Modernizasyon Programları:** Enerji verimliliği düşük eski makinelerin yenilenmesine yönelik teşvik programları uygulanmalıdır.
- **Teknik Eğitim ve Kapasite Geliştirme:** Üreticilerin yeni nesil mekanizasyon teknolojileri konusunda bilinçlendirilmesi ve eğitim faaliyetlerinin artırılması sağlanmalıdır.

Sonuç

Tarım makinelerinde elektrikleşme ve düşük karbonlu mekanizasyon uygulamalarının yaygınlaştırılması ile:

- Yakıt tüketiminde %20–60 arasında azalma sağlanabilir.
- Tarımsal faaliyetlerden kaynaklanan karbon emisyonları önemli ölçüde düşürülebilir.
- İşletme ve bakım maliyetleri azaltılabilir.
- Hassas tarım uygulamaları sayesinde girdi kullanımı optimize edilebilir.
- Üretim verimliliği ve rekabet gücü artırılabilir.
- Tarım sektörünün iklim değişikliğine uyum kapasitesi güçlendirilebilir.

Antalya özelinde değerlendirildiğinde, özellikle meyvecilik, sebzeçilik ve örtü altı üretim işletmelerinde elektrikli ve akıllı tarım makinelerinin kullanımının yaygınlaştırılması önemli

çevresel ve ekonomik faydalar sağlayacaktır. Tarımsal üretimin yenilenebilir enerji sistemleri ile entegre edilmesi sayesinde bölgesel karbon azaltım hedeflerine önemli katkılar sunulabilecektir.

Örnek olarak, günümüzde piyasaya sunulan bazı elektrikli kompakt traktörlerin yatırım maliyetleri eşdeğer dizel modellere göre daha yüksek olmakla birlikte, yakıt ve bakım giderlerindeki azalma sayesinde işletme ölçeğine bağlı olarak 5–10 yıl arasında geri ödeme süreleri oluşabilmektedir. Ancak yatırım maliyetleri; makine gücü, batarya kapasitesi, kullanım yoğunluğu, enerji fiyatları ve teknolojik gelişmelere bağlı olarak önemli ölçüde değişebilmektedir. Bu nedenle her yatırım için ayrı teknik ve ekonomik değerlendirme yapılması gerekmektedir.

3.5. Sulama Sistemlerinde Enerji Verimliliği ve Karbon Azaltımı

Kapsam ve Mevcut Durum

Tarımsal üretimde su, verimliliğin temel girdilerinden biri olup, sulama faaliyetleri birçok bölgede tarımsal üretimin sürdürülebilirliği açısından kritik öneme sahiptir. Ancak sulama sistemlerinde kullanılan pompalar, basınçlandırma ekipmanları ve su dağıtım altyapıları önemli miktarda enerji tüketmektedir. Bu nedenle sulama sistemlerinde enerji verimliliğinin artırılması hem tarımsal üretim maliyetlerinin azaltılması hem de sera gazı emisyonlarının düşürülmesi açısından büyük önem taşımaktadır.

Türkiye, iklim değişikliğinin etkileri nedeniyle artan kuraklık riski ve su kaynakları üzerindeki baskılarla karşı karşıyadır. Tarım sektörü ülkemizde toplam su tüketiminin yaklaşık %75'ini oluşturmaktadır. Bu nedenle sulama sistemlerinde hem su verimliliğinin hem de enerji verimliliğinin artırılması stratejik bir gereklilik haline gelmiştir.

Antalya ili, yoğun örtü altı üretim alanları, meyvecilik faaliyetleri ve yüksek katma değerli tarımsal üretimi nedeniyle sulama ihtiyacının yüksek olduğu bölgeler arasında yer almaktadır. Özellikle yeraltı suyu kullanımına dayalı sulama sistemlerinde pompa kaynaklı enerji tüketimi işletme maliyetleri üzerinde önemli bir yük oluşturmaktadır. Bunun yanında iklim değişikliği nedeniyle artan sıcaklıklar ve düzensiz yağış rejimi, sulama ihtiyacını daha da artırmaktadır.

Günümüzde birçok işletmede enerji verimliliği düşük pompalar, uygun olmayan boru sistemleri ve geleneksel sulama yöntemleri kullanılmaya devam etmektedir. Bu durum hem gereksiz enerji tüketimine hem de su kaynaklarının verimsiz kullanılmasına neden olmaktadır.

Sorunların Tespiti

Sulama sistemlerinde enerji verimliliğini sınırlayan temel sorunlar aşağıda özetlenmiştir:

- Tarımsal sulamada enerji verimliliği düşük pompa sistemleri yaygın olarak kullanılmaktadır.
- Sulama altyapılarında basınç kayıplarına neden olan eski veya uygun olmayan boru sistemleri bulunmaktadır.

- Vahşi sulama ve salma sulama yöntemleri bazı bölgelerde halen kullanılmaktadır.
- Sulama sistemlerinde otomasyon ve uzaktan izleme uygulamaları yeterince yaygın değildir.
- Su ihtiyacına göre sulama planlaması çoğu zaman yapılmamaktadır.
- Yeraltı suyu kullanımına bağlı olarak yüksek enerji tüketimi ortaya çıkmaktadır.
- Güneş enerjili sulama sistemlerinin kullanım oranı sınırlıdır.
- Sulama sistemlerinin bakım ve performans kontrolleri düzenli olarak yapılmamaktadır.
- Üreticilerin enerji ve su verimliliği konusundaki teknik bilgi düzeyi yetersiz kalabilmektedir.
- Enerji tüketimi ile su tüketiminin birlikte izlenmesini sağlayan sistemler yaygın değildir.

Bu durum hem üretim maliyetlerini artırmakta hem de su kaynakları ile enerji kaynaklarının etkin kullanımını sınırlandırmaktadır.

Çözüm Önerileri

Sulama sistemlerinde enerji verimliliğinin artırılması ve karbon emisyonlarının azaltılması amacıyla aşağıdaki uygulamaların yaygınlaştırılması önerilmektedir:

- **Basınçlı Sulama Sistemlerinin Yaygınlaştırılması:** Damla sulama ve yağmurlama sulama gibi modern basınçlı sistemler desteklenerek su ve enerji kullanım verimliliği artırılmalıdır.
- **Yüksek Verimli Pompa Sistemleri:** Enerji verimlilik sınıfı yüksek pompalar kullanılarak elektrik tüketimi azaltılmalıdır.
- **Değişken Hız Sürücüler (VFD):** Pompa motorlarında değişken hız sürücülerinin kullanılmasıyla enerji tüketimi ihtiyaca göre optimize edilmelidir.
- **Güneş Enerjili Sulama Sistemleri:** Sulama pompalarının enerji ihtiyacı güneş enerjisi sistemleri ile karşılanarak işletme maliyetleri ve karbon emisyonları azaltılmalıdır.
- **Akıllı Sulama Otomasyonu:** Toprak nem sensörleri, meteorolojik veri sistemleri ve uzaktan kontrol teknolojileri kullanılarak ihtiyaç kadar sulama yapılmalıdır.
- **Sulama Altyapısının Modernizasyonu:** Borulama sistemleri ve su iletim hatları yenilenerek basınç kayıpları azaltılmalıdır.
- **Enerji ve Su İzleme Sistemleri:** Sulama sistemlerinde enerji tüketimi ve su kullanımını birlikte izleyen dijital platformlar kurulmalıdır.
- **Yeraltı Suyu Yönetiminin İyileştirilmesi:** Derin kuyulardan yapılan sulamalarda enerji tüketimini azaltacak planlama ve yönetim uygulamaları geliştirilmelidir.
- **Hassas Tarım Teknolojilerinin Entegrasyonu:** Uydu görüntüleri, sensör sistemleri ve veri analitiği kullanılarak sulama kararları optimize edilmelidir.
- **Eğitim ve Teknik Danışmanlık Hizmetleri:** Üreticilere enerji verimli sulama teknikleri konusunda eğitim ve danışmanlık desteği sağlanmalıdır.

Sonuç

Sulama sistemlerinde enerji verimliliği uygulamalarının yaygınlaştırılması ile:

- Sulama kaynaklı enerji tüketiminde %20–50 oranında azalma sağlanabilir.
- Su kullanım verimliliğinde önemli iyileşmeler elde edilebilir.
- Tarımsal üretim maliyetleri düşürülebilir.
- Yeraltı suyu kaynakları üzerindeki baskı azaltılabilir.
- Karbon emisyonları önemli ölçüde düşürülebilir.
- İklim değişikliğine uyum kapasitesi artırılabilir.

Antalya özelinde değerlendirildiğinde, yüksek güneş enerjisi potansiyeli ile modern sulama teknolojilerinin birlikte kullanılması önemli fırsatlar sunmaktadır. Özellikle güneş enerjili sulama sistemleri, akıllı sulama otomasyonu ve yüksek verimli pompa uygulamaları sayesinde hem enerji maliyetleri azaltılabilecek hem de su kaynaklarının daha sürdürülebilir yönetimi sağlanabilecektir.

Örnek olarak, tarımsal sulamada kullanılan güneş enerjili pompa sistemlerinin yatırım maliyetleri pompa kapasitesi, kuyu derinliği, sulama alanı büyüklüğü ve güneş enerjisi sisteminin kurulu gücüne bağlı olarak önemli farklılıklar gösterebilmektedir. Bununla birlikte birçok uygulamada enerji giderlerindeki düşüş sayesinde yatırımın geri ödeme süresi 3–7 yıl arasında gerçekleşebilmektedir. Ancak yatırım maliyetleri ve ekonomik performans, proje koşullarına bağlı olarak değişeceğinden her yatırım için detaylı teknik ve mali fizibilite çalışması yapılması gerekmektedir.

Kaynaklar

[1] Bati Akdeniz Kalkınma Ajansı, Örtü Altı Üretim ve Yenilikçi Tarım İhtisas Komisyonu Raporu, 2022. (<https://baka.gov.tr/assets/upload/dosyalar/tr61-bolgesi-ortu-alti-uretim-ve-yenilikci-tarim-ihtisas-komisyonu-raporu.pdf>)

[2] TMMOB Ziraat Mühendisleri Odası, Tarımda Enerji Kullanımı ve Verimlilik Raporu, 2021. https://www.zmo.org.tr/uploads/portal/resimler/ekler/ce30eeb956b8bbd_ek.pdf

[3] <https://cevreselgostergeler.csib.gov.tr/sektorlere-gore-nihai-enerji-tuketimi-85804>

[4] T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı, Tarım Reformu Genel Müdürlüğü İstatistik Bülteni, Tarımsal Alet ve Makine İstatistikleri, 2024. (<https://istatistik.tarimorman.gov.tr/Sayfa/Detay/1992>)

[5] Cahit Güngör, “Energy Consumption in Agricultural of Turkey”, European Journal of Agriculture and Food Sciences, 5(3), 2023. (<https://doi.org/10.24018/ejfood.2023.5.3.672>)

[6] <https://enerji.gov.tr/haber-detay?id=31781>

[7] <https://enerji.gov.tr/haber-detay?id=31809>

- [8] Türkiye İstatistik Kurumu, Sera Gazı Emisyon İstatistikleri, 1990-2024. (<https://veriportali.tuik.gov.tr/tr/press/58000>)
- [9] TÜİK, Bitkisel Üretim İstatistikleri ve Örtü Altı Tarım Verileri, 2024.
- [10] FAO, Energy-Smart Food for People and Climate, Rome, 2023.
- [11] International Energy Agency (IEA), Energy Efficiency 2024 Report.
- [12] Tarım ve Orman Bakanlığı, Örtü Altı Tarım Sektör Raporları.
- [13] Atmaca, İ., Şaşmaz, C. (2017). Energy Analysis of Simultaneous Space Cooling and Hot Water Supply Using Heat Pump. Journal of Engineering Technology and Applied Sciences, 2(3), 145-151. DOI:10.30931/jetas.337969.
- [14] Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, Türkiye Güneş Enerjisi Potansiyeli Atlası (GEPA).
- [15] Tarım ve Orman Bakanlığı, Tarımda Yenilenebilir Enerji ve Sürdürülebilirlik Raporları.
- [16] International Renewable Energy Agency (IRENA), Renewable Energy in Agriculture, 2024.
- [17] Food and Agriculture Organization (FAO), Renewable Energy for Agri-Food Systems, 2023.
- [18] Uluslararası Enerji Ajansı (IEA), Renewables 2025 Report.
- [19] Antalya İl Tarım ve Orman Müdürlüğü, Tarımsal Üretim ve Sürdürülebilirlik Verileri.
- [20] FAO, Mechanization for Rural Development: A Review of Patterns and Progress, 2023.**
- [21] International Energy Agency (IEA), Net Zero Roadmap Update, 2024.
- [22] European Agricultural Machinery Association (CEMA), Sustainable Agricultural Machinery Report, 2025.
- [23] Tarım ve Orman Bakanlığı, Tarımsal Mekanizasyon ve Teknoloji Politikaları Raporları.
- [24] TÜİK, Tarımsal Alet ve Makine İstatistikleri.
- [25] International Renewable Energy Agency (IRENA), Renewable Energy and Electrification in Agriculture, 2024.
- [26] Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü (DSİ), Türkiye Su ve Sulama İstatistikleri.
- [27] Tarım ve Orman Bakanlığı, Tarımsal Sulama ve Su Verimliliği Strateji Belgeleri.
- [28] FAO, Water-Energy-Food Nexus in Agriculture, 2023.
- [29] International Energy Agency (IEA), Energy Efficiency in Agriculture Report, 2024.
- [30] TÜİK, Tarımsal Yapı ve Sulama İstatistikleri.
- [31] Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü (FAO), Sustainable Irrigation and Energy Management Guidelines.

4. Sanayide Enerji Verimliliği ve Karbon Azaltımı

4.1. Sanayide Enerji Verimliliği, Karbon Azaltımı, Endüstriyel Simbiyoz ve Yeşil OSB Dönüşümü

Kapsam ve Mevcut Durum

Sanayi sektörü, Türkiye'nin toplam enerji tüketimi ve sera gazı emisyonlarının önemli bir bölümünü oluşturmaktadır. Avrupa Birliği Yeşil Mutabakatı ve Sınırdaki Karbon Düzenleme Mekanizması (SKDM) gibi düzenlemeler, sanayi işletmelerinin enerji verimliliği, karbon yönetimi ve sürdürülebilir üretim uygulamalarını hızla hayata geçirmelerini zorunlu hale getirmektedir.

Yeşil Organize Sanayi Bölgeleri (Yeşil OSB), düşük karbonlu üretim, yenilenebilir enerji kullanımı, enerji ve su verimliliği, döngüsel ekonomi ve endüstriyel simbiyoz ilkeleri üzerine kurulu yeni nesil sanayi bölgeleri olarak öne çıkmaktadır.

Antalya Organize Sanayi Bölgesi, Yeşil OSB dönüşümü kapsamında birtakım öncü uygulamalara imza atmıştır. Bu kapsamda;

- TS EN ISO 50001 Enerji Yönetim Sistemi,
- TS EN ISO 14001 Çevre Yönetim Sistemi,
- TS ISO 46001 Su Verimliliği Yönetim Sistemi,

- **Sera Gazı Emisyon Raporu Doğrulaması**

belgelendirmeleri tamamlanmıştır.

Antalya OSB, TSE tarafından belirlenen kriterler doğrultusunda gerçekleştirilen değerlendirmeler sonucunda Türkiye’de "Gümüş Seviye Yeşil OSB" unvanına da sahiptir.

Bölgede yürütülen temiz üretim etütleri sonucunda, yalnızca 13 firmada gerçekleştirilecek enerji verimliliği iyileştirmeleri ile yıllık yaklaşık 1.450 ton CO₂ eşdeğeri emisyonun önlenebileceği ve yaklaşık 12 milyon TL ekonomik tasarruf sağlanabileceği ortaya konulmuştur.

Ayrıca;

- **114 adet lisanssız güneş enerjisi santrali işletmede bulunmaktadır.**
- Toplam kurulu güç 93 MW seviyesine ulaşmıştır.
- Solar Çamur Kurutma Tesisi ile atık çamurlar alternatif yakıt olarak değerlendirilmektedir.
- SCADA tabanlı dijital enerji ve kaynak yönetim sistemleri kullanılmaktadır.
- Endüstriyel simbiyoz çalışmaları kapsamında işletmeler arası kaynak verimliliği ve döngüsel ekonomi uygulamaları geliştirilmiştir.
- Organik atıkların kompostlaştırılması yoluyla karbon ayak izi azaltımı ve kaynak geri kazanımı sağlanmaktadır.

Birleşmiş Milletler Sanayi Kalkınma Teşkilatı (United Nations Industrial Development Organization UNIDO) çalışmalarına göre endüstriyel simbiyoz uygulamaları enerji kullanımında %10-20 seviyelerinde verimlilik artışı sağlayabilmektedir.

Sorunların Tespiti

Enerji Verimliliği ve Karbon Yönetimi kapsamında;

- Sanayi tesislerinde enerji verimliliği potansiyeli tam olarak değerlendirilememektedir.
- Eski ve düşük verimli ekipmanlar enerji kayıplarına neden olmaktadır.
- Atık ısı geri kazanım uygulamaları yeterince yaygın değildir.
- Karbon emisyonlarının düzenli ölçülmesi ve raporlanması tüm işletmelerde uygulanmamaktadır.
- Elektrifikasyon ve fosil yakıtlardan çıkış süreçleri yavaş ilerlemektedir.

Yeşil OSB Dönüşümü kapsamında;

- Enerji yönetimi bütüncül ve bölgesel ölçekte yeterince uygulanmamaktadır.
- Yenilenebilir enerji kullanım oranı istenilen seviyeye ulaşmamıştır.
- Ortak enerji altyapıları ve enerji paylaşım modelleri yeterince gelişmemiştir.
- Su geri kazanım ve yeniden kullanım sistemleri sınırlıdır.
- Dijital enerji yönetim sistemleri tüm işletmelerde yaygın değildir.

Endüstriyel Simbiyoz ve Döngüsel Ekonomi kapsamında;

- İşletmeler arası veri paylaşımı yetersizdir.
- Atık ve yan ürün envanterleri güncel ve erişilebilir değildir.
- Kaynak paylaşımına yönelik dijital platformlar bulunmamaktadır.
- Döngüsel ekonomi konusunda teknik bilgi ve farkındalık eksikliği bulunmaktadır.
- Mevzuat süreçleri bazı simbiyotik uygulamaların hayata geçirilmesini zorlaştırmaktadır.

Finansman ve Rekabetçilik kapsamında;

- Enerji verimliliği yatırımlarının ilk yatırım maliyetleri yüksektir.
- Firmalar teşvik, hibe ve finansman mekanizmalarına erişimde güçlük yaşayabilmektedir.
- SKDM ve karbon düzenlemeleri konusunda teknik kapasite farklılıkları bulunmaktadır.
- Karbon raporlama ve sürdürülebilirlik belgelendirme süreçleri özellikle KOBİ'ler için ilave maliyet oluşturmaktadır.

Çözüm Önerileri

Enerji Verimliliği ve Karbon Azaltımı kapsamında:

- Tüm işletmelerde düzenli enerji etütleri gerçekleştirilmelidir.
- Verimsiz motorlar ve ekipmanlar yüksek verimli teknolojilerle değiştirilmelidir.
- Atık ısı geri kazanım sistemleri yaygınlaştırılmalıdır.
- Elektrifikasyon uygulamaları desteklenmeli ve fosil yakıt bağımlılığı azaltılmalıdır.
- Karbon ayak izi hesaplama ve raporlama sistemleri yaygınlaştırılmalıdır.

Yeşil OSB Modelinin Yaygınlaştırılması kapsamında:

- Karbon nötr OSB hedefleri belirlenmelidir.
- Çatı ve arazi tipi ortak güneş enerjisi sistemleri kurulmalıdır.
- Enerji depolama ve akıllı şebeke uygulamaları geliştirilmelidir.
- SCADA ve dijital enerji yönetim sistemleri yaygınlaştırılmalıdır.
- Yağmur suyu hasadı, gri su kullanımı ve atıksu geri kazanımı projeleri desteklenmelidir.
- Merkezi geri dönüşüm ve biyolojik atık değerlendirme tesisleri kurulmalıdır.

Endüstriyel Simbiyoz ve Döngüsel Ekonomi kapsamında:

- OSB bünyesinde Endüstriyel Simbiyoz Veri Tabanı oluşturulmalıdır.
- İşletmelerin atık, enerji ve su verilerini paylaşabileceği dijital platformlar kurulmalıdır.
- Atık ısı sanayi, sera ve bölgesel enerji sistemlerinde değerlendirilmelidir.
- Kaynak paylaşımına dayalı sektörel kümelenmeler oluşturulmalıdır.
- Üniversite-sanayi iş birlikleri ile Ar-Ge ve pilot uygulamalar desteklenmelidir.
- Döngüsel ekonomi eğitimleri ve kapasite geliştirme programları yaygınlaştırılmalıdır.

AB Yeşil Mutabakatı ve SKDM Uyum Süreci kapsamında:

- Organize sanayi bölgelerinde ortak karbon veri yönetim sistemleri kurulmalıdır.
- Merkezi karbon izleme ve raporlama altyapıları geliştirilmelidir.
- Firmalara yönelik ortak eğitim ve danışmanlık merkezleri oluşturulmalıdır.
- Yeşil dönüşüm yatırımlarına yönelik teşvik ve finansman mekanizmaları güçlendirilmelidir.
- Karbon azaltımı sağlayan yatırımların yeşil finansman kaynaklarına erişimi kolaylaştırılmalıdır.

Sonuç

Enerji verimliliği, karbon azaltımı, endüstriyel simbiyoz ve Yeşil OSB uygulamaları Antalya sanayisinin sürdürülebilir dönüşümünde kritik araçlar olarak öne çıkmaktadır. Bu uygulamaların yaygınlaştırılması ile;

- Enerji tüketiminde ve maliyetlerde azalma,
- Karbon emisyonlarında önemli düşüş,
- Yenilenebilir enerji kullanımında artış,
- Su ve hammadde verimliliğinde iyileşme,
- Atık oluşumunda azalma,
- Döngüsel ekonomi uygulamalarının yaygınlaşması,
- Uluslararası pazarlarda rekabet gücünün artması,
- **AB Yeşil Mutabakatı ve SKDM süreçlerine uyumun kolaylaşması**

sağlanabilecektir.

Antalya Organize Sanayi Bölgesi'nde gerçekleştirilen uygulamalar, Türkiye'de düşük karbonlu sanayi dönüşümüne yönelik başarılı ve ölçeklenebilir bir model oluşturmaktadır.

Kaynaklar

- [1] International Energy Agency (IEA), Industrial Decarbonisation Report, 2023.
- [2] UNIDO, Industrial Symbiosis Resource Efficiency Study, 2022.
- [3] OECD, Circular Economy and Cities Report, 2020.
- [4] Ellen MacArthur Foundation, Circular Economy Toolkit, 2022.
- [5] World Economic Forum, Net-Zero Industry Tracker, 2024.
- [6] Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı, Yeşil OSB Çerçeve Uygulama Kriterleri.
- [7] Antalya Organize Sanayi Bölgesi Yeşil OSB Çalışmaları ve Faaliyet Raporları.

4.2. Organize Sanayi Bölgelerinde Enerji Dönüşümü

Kapsam ve Mevcut Durum

Organize Sanayi Bölgeleri, sahip oldukları geniş çatı alanları, endüstriyel tesislerin etrafındaki atıl araziler ve ortak rekreasyon alanları ile yenilenebilir enerji entegrasyonu için muazzam bir mekânsal potansiyel barındırmaktadır. Sanayi tesislerinin kendi tükettikleri enerjiyi, tüketim noktasında üretmeleri ilkesine dayanan 'yerinde üretim ve öz tüketim' modeli, iletim ve dağıtım hatlarındaki kayıp-kaçak oranlarını minimize ederken, ulusal şebeke üzerindeki tepe (puant) yük baskısını da hafifletmektedir. Ancak her çatı bunun için uygun olmayabilir ya da mevcut Güneş Enerjisi Santrali olan firmalar daha fazlasına ihtiyaç duyabilir.

OSB'lerde yenilenebilir enerji entegrasyonu salt standart fabrika çatılarıyla sınırlı kalmamalıdır. Alan kullanım verimliliğini maksimize etmek için; fabrika ve OSB otoparklarının güneş panelli sundurmalarla donatılması, OSB atıksu arıtma tesisi havuzları üzerinde buharlaşmayı da önleyen yüzer güneş enerjisi sistemlerinin kurulması ve yeni inşa edilecek tesislerde binaya entegre fotovoltaik mimari tasarımların zorunlu hale getirilmesi gerekmektedir.

Yerinde üretim modeli, sanayicinin enerji tedarik maliyetlerini sabitleyerek küresel enerji krizlerindeki fiyat dalgalanmalarına karşı güçlü bir kalkan oluşturur. Bu durum, özellikle yüksek enerji yoğunluklu sektörlerde birim üretim maliyetlerini düşürerek ihracat rekabetçiliğini artırır. Aynı zamanda, üretilen her birim enerjinin yeşil olması, Avrupa Birliği Sınırda Karbon Düzenleme Mekanizması (SKDM) kriterleri kapsamında üretilen nihai ürünün karbon ayak izini doğrudan küçültür. Temiz enerjiyle üretilmiş ürünler, uluslararası pazarlara girişte Antalya sanayicisine adeta yeni imkânlar sağlar.

Antalya gibi özellikle yaz aylarında turizm kaynaklı iklimlendirme talebinin elektrik şebekesini uç noktalara zorladığı bir bölgede, OSB'lerin kendi enerjisini üreten "enerji adaları" haline gelmesi kritik önemdedir. Üretim ve tüketimin aynı noktada gerçekleşmesi, trafo merkezlerindeki aşırı ısınmaları engeller ve kentin genel enerji güvenliği ile arz sürekliliği için stratejik bir tampon görevi görür.

Her sanayi tesisinin çatı yapısı, statik dayanımı, uygun yönelimi veya bireysel bir GES kurmaya yetecek finansal gücü bulunmayabilir. Bu noktada 'Ortak Güneş Enerjisi Santralleri' ve 'Enerji Kooperatifleri' modeli yenilikçi bir çözüm olarak devreye girmektedir. OSB tüzel kişiliği liderliğinde veya bölgedeki sanayicilerin bir araya gelerek oluşturduğu konsorsiyumlar aracılığıyla, OSB sınırları içindeki tahsis edilmemiş arazilerde, marjinal arazilerde veya bütünleşik büyük sundurma çatı sistemlerinde ortak ölçekli santraller kurulması hedeflenmelidir.

Ortak Güneş Enerjisi Santralleri modeli yalnızca büyük sermayeli firmalara ek olarak ortak enerji santralleri modeli ile yeşil enerjiyi tabana yayarak KOBİ'ler için fırsat eşitliği de yaratabilir. Kiracı statüsünde olduğu için çatılarına yatırım yapamayan veya üretim prosesi gereği binası uygun olmayan (örneğin titreşimli ağır makinelerin çalıştığı fabrikalar, mermer

işleme fabrikaları vs.) işletmeler, bu model sayesinde "yeşil yatırımcı" statüsü kazanabilir. Böylece OSB içindeki en küçük atölyeden en büyük entegre tesise kadar herkes, Sınırdaki Karbon Düzenleme Mekanizması (SKDM) yükümlülüklerine karşı korunmuş olur.

Bireysel olarak 30 farklı fabrikanın kendi çatısına kuracağı 30 küçük kapasiteli sistem yerine, tek bir alanda devasa bir ortak santral kurmak birim maliyetleri radikal biçimde düşürebilir. Güneş paneli, inverter ve trafo tedarikinde sağlanan toplu alım gücü ilk yatırım (CAPEX) maliyetlerini aşağı çekerken; güvenlik, temizlik, sigorta ve periyodik bakım (OPEX) giderleri tek merkezden yönetildiği için operasyonel verimlilik maksimize edilir. Ayrıca, bu tür büyük ölçekli ve çok paydaşlı kooperatif projeleri, uluslararası "Yeşil İklim Fonları" ve düşük faizli kredileri almak için çok daha cazip ve güvenilir bir profil çizer.

Ortak santralde üretilen elektriğin fiziki olarak doğrudan fabrikalara kablo ile çekilmesi gerekmez. "Sanal Mahsuplaşma" yöntemiyle, santralin ana şebekeye verdiği elektrik, kooperatif üyesi KOBİ'lerin elektrik sayaçlarından hisseleri oranında otomatik olarak düşülür. Geleceğin COP31 vizyonuna uygun olarak, bu enerji paylaşımlarının dijital sözleşmeler (smart contracts) ve blokzincir teknolojisi üzerinden anlık, şeffaf ve güvenli bir şekilde dağıtılması, sistemin güvenilirliğini artıracaktır.

OSB'lerdeki 21. yüzyıl enerji dönüşümünün donanımsal ve yazılımsal altyapısını 'Mikro Şebekeler (Microgrids)' oluşturmaktadır. Mikro şebeke; belirli bir coğrafi sınır içerisindeki dağıtık enerji kaynaklarını (çatı güneş panelleri, rüzgâr türbinleri, biyokütle), enerji depolama sistemlerini ve akıllı enerji tüketim noktalarını entegre bir biçimde yöneten; ana elektrik şebekesine paralel veya ondan tamamen bağımsız çalışabilen yerel enerji ağıdır. Bu sistemler anlık enerji üretimi ile tüketimi optimize ederek kayıpları engeller.

Enerji Arz Güvenliği ve "Ada Modu" Antalya'nın iklim krizi kaynaklı kırılganlıkları (aşırı sıcak dalgaları, orman yangınları veya turizm sezonundaki ani nüfus artışlarına bağlı şebeke aşırı yüklenmeleri) göz önüne alındığında, mikro şebekeler sanayiciler için eşsiz bir güvenlik kalkanıdır. Ulusal şebekede bir arıza, voltaj dalgalanması veya kesinti yaşandığında, sistem saniyeler içinde kendini izole ederek "ada moduna" geçer. Bu otonom çalışma yeteneği sayesinde; elektrik kesintisine tahammülü olmayan soğuk hava depoları, hassas CNC tezgahları, sürekli döküm fırınları veya otomasyon hatları durmaz, milyonlarca liralık ürün ve hammadde firesi engellenmiş olur.

Yapay zekâ (AI) ve akıllı yük yönetimi ile mikro şebekeler sadece fiziksel kablo ağlarından oluşmaz nesnelerin interneti (IoT) ve ileri veri analitiği ile şebeke yönetimini rahatlatır. Akıllı sayaçlar, meteorolojik verileri (örneğin yarınki bulutlanma oranı veya rüzgâr şiddeti) anlık olarak işleyen Yapay Zeka (AI) algoritmaları ile birleşerek ertesi günün enerji arz-talep dengesini tahmin eder. Şebekeden çekilen elektriğin en pahalı olduğu "puant" saatlerde sistem otomatik olarak tesisin enerji yükünü kısar (demand response) ve daha önceden depolanmış yeşil enerjiyi devreye sokarak maliyetleri minimize eder.

Blokzincir (blockchain) altyapısı ve akıllı dijital sözleşmeler kullanılarak, OSB içerisindeki tesisler arasında aracısız, şeffaf ve anlık enerji alım-satım piyasaları oluşturulur. Bu durum endüstriyel ekolojinin en üst aşaması olan "enerji simbiyozunu" hayata geçirir.

Güneş ve rüzgâr enerjisinin kesintili doğası, 7/24 kesintisiz ve kararlı güç talep eden sanayi sektörü için yeşil dönüşümdeki en büyük teknik handikaptır. Bu problemin nihai çözüm merkezi Enerji Depolama Sistemleridir. OSB'ler içerisinde kurulacak endüstriyel ölçekli lityum-iyon batarya parkları, akışkan bataryalar veya termal depolama tesisleri; gündüz güneşten elde edilen arz fazlası enerjiyi depolayarak gece vardiyalarında kullanım imkânı sunar ve tüm OSB'nin enerji kalitesini artırır.

Puant Tıraşlama (Peak Shaving) ve Enerji Arbitraj sayesinde enerji depolama sistemleri, sanayiciler için yalnızca bir "yedek güç" deposu değil, aynı zamanda aktif bir finansal yönetim aracı haline gelebilir. Tesislerin, elektriğin şebekeden çekilmesinin en pahalı olduğu yoğun saatlerde (puant saatler) şebekeden enerji almayı durdurup kendi bataryalarındaki enerjiyi kullandığı "puant tıraşlama" yöntemi ile işletmelerin elektrik faturalarında radikal düşüşler sağlar. Ayrıca, elektriğin ucuz olduğu gece saatlerinde bataryaların şebekeden doldurulup, pahalı olduğu akşam saatlerinde üretime verilmesi prensibine dayanan "enerji arbitrajı", OSB'lere maliyet optimizasyonunda büyük esneklik sunar.

Depolama teknolojisi ile enerji kalitesinde artış ve hassas üretimde güvenliği sağlayarak ağır sanayi tesislerinde otomasyona dayalı üretim hatlarında milisaniyelik voltaj dalgalanmaları veya frekans kaymaları bile olmadan CNC tezgahlarında, robotik kollarda ve hassas elektronik kartlarda kalıcı hasarlara sebep olmadan üretimde devamlılık sağlanır. Endüstriyel batarya sistemleri, şebeke frekansının düzenlenmesi ve reaktif güç kompanzasyonu gibi yan hizmetlerde devasa bir dengeleyici olarak çalışır. Gelen elektriğin kalitesini anlık olarak filtreleyerek tesislere her an pürüzsüz ve kararlı bir enerji sunar.

Kısa süreli dengelemeler için lityum-iyon teknolojileri vazgeçilmezken, ağır sanayinin %100 yenilenebilir enerjiyle çalışabilmesi için daha uzun süreli deşarj kapasitelerine ihtiyaç vardır. Bu kapsamda Vanadyum Redoks Akışkan Bataryalar (VRFB) veya endüstriyel proseslerden çıkan atık ısının özel alaşımlarda tutulduğu "Termal Bataryalar", OSB'lerin Net Sıfır (Karbon Nötr) hedefine ulaşmasındaki eksik yapboz parçasını tamamlamaktadır.

Avrupa Birliği Sınırdaki Karbon Düzenleme Mekanizması (SKDM/CBAM) kapsamında, Avrupa'ya ihracat yapan sanayiciler için sınırdaki ağır karbon vergileri ödememek adına 'OSB Bazlı Bütüncül Karbon Azaltım Planları' mutlak bir zorunluluk haline gelmiştir. Bu planlar kağıt üzerinde kalan niyet beyanları değil; dijital karbon envanterlerinin çıkarıldığı, sektörel azaltım rotalarının netleştirildiği ve döngüsel ekonomi prensiplerinin tesisler arasına fiziksel olarak entegre edildiği finansal katma değeri yüksek projelerdir.

Veri odaklı dijital karbon muhasebesi ile bir OSB'nin karbon ayak izini yönetebilmesi için öncelikle onu anlık olarak ölçebilmesi gerekir. Geleneksel yıllık manuel raporlamalar yerine, Nesnelerin İnterneti (IoT) sensörleri ve bulut tabanlı yazılımlar aracılığıyla OSB'nin "Dijital İkizi (Digital Twin)" oluşturulmalıdır. Bu sayede işletmelerin Kapsam 1 (doğrudan yakıt),

Kapsam 2 (satın alınan elektrik) ve Kapsam 3 (tedarik zinciri, lojistik ve atık) emisyonları ISO 14064 standartlarına uygun olarak anlık izlenir, doğrulanır ve uluslararası alıcılara şeffaf bir şekilde raporlanarak "yeşil tedarikçi" statüsü güvence altına alınır.

Sorunların Tespiti

- 1. Sanayicilerin tüketimini karşılayacağı kadar bile GES kurabilecek yeterli bağlanabilir kapasite bulunmaması günümüz sanayicilerinin en büyük sorunları arasındadır.**
- 2. Yenilenebilir enerji sistemleri, endüstriyel lityum-iyon batarya depolama altyapıları ve akıllı sayaç ağları, genellikle döviz endeksli ve yüksek ilk yatırım (CAPEX) maliyetleri gerektirmektedir. Özellikle sermaye birikimi kısıtlı ve günlük nakit akışını yönetmeye odaklanmış KOBİ'ler için bu durum ciddi bir finansal bariyerdir. Geleneksel bankacılık ekosisteminin risk algısı nedeniyle, proje bazlı, uzun vadeli ve düşük faizli "yeşil kredi (green loan)" mekanizmalarını henüz tabana yayamamış olması, sanayicinin dönüşüm iştahını frenlemektedir.**
- 3. Mevcut elektrik dağıtım şebekeleri, elektriğin merkezden tüketiciye doğru "tek yönlü" aktığı geleneksel modele göre tasarlanmıştır. Ancak OSB'lerdeki binlerce çatı GES'ten ve depolama tesisinden gelecek yüksek kapasiteli dağıtık üretimin yaratacağı anlık voltaj dalgalanmalarını ve "iki yönlü" enerji akışını kaldıracak modern bir altyapı eksikliği vardır. Mevcut trafo merkezlerinin, sensörlerin ve SCADA sistemlerinin bu karmaşık trafiği yönetecek "akıllı şebeke (smart grid)" kapasitesinden yoksun olması, yeşil enerjinin sisteme entegrasyonunda teknik bir kilitlenme yaratmaktadır.**
- 4. Enerji teknolojilerindeki hızlı ilerleme, mevcut yasal çerçevenin çok önünde gitmektedir. OSB tüzel kişilikleri veya sanayiciler tarafından kurulmak istenen "Ortak GES" projeleri, Enerji Kooperatifleri ve özellikle mikro şebekeler üzerinden gerçekleştirilecek eşler arası (peer-to-peer) enerji ticareti modelleri; mevcut enerji piyasası mevzuatında gri alanlarda kalmaktadır. Mülkiyet haklarının devri, şebeke kullanım bedellerinin vergilendirilmesi ve birden fazla işletme arasındaki finansal sanal mahsuplaşma süreçlerindeki katı kurallar ve yavaş işleyen bürokrasi, yenilikçi iş modellerinin sahada uygulanmasını zorlaştırmaktadır.**
- 5. Avrupa Birliği Sınırdaki Karbon Düzenleme Mekanizması (SKDM) gibi uluslararası yaptırımlar devreye girerken, sanayiciler arasında karbon ayak izi hesaplama, Kapsam 1-2-3 emisyon yönetimi ve bu verilerin uluslararası standartlarda doğrulanması (verification) konularında derin bir bilgi asimetrisi bulunmaktadır. Süreç, işletmeler tarafından stratejik bir dönüşümden ziyade bir evrak işi olarak algılanabilmektedir. İşletme bünyelerinde bu dönüşümü içselleştirecek, dijital karbon envanterini yönetecek ve enerji optimizasyonunu sağlayacak uzman "yeşil yakalı" (enerji sistemleri mühendisleri, sürdürülebilirlik uzmanları) insan kaynağının yetersiz olması en kritik operasyonel zafiyetlerden biridir.**

Çözüm Önerileri

Antalya'da Organize Sanayi Bölgelerinin enerji dönüşümü, sadece yerel bir çevre koruma inisiyatifi değil; kentin ihracat gücünü, istihdam kapasitesini ve küresel piyasalardaki

rekabetçiliğini koruyacak en büyük makro-ekonomik kalkınma hamlesidir. Endüstri 4.0 bileşenleri, döngüsel ekonomi ağları ve dijital yeşil sertifikasyon sistemleri ile desteklenen bir dönüşüm, Antalya'yı geleneksel sanayi algısının ötesine taşıyarak teknoloji ve iklim inovasyonunun bölgesel bir merkezi hâline getirme potansiyeline sahiptir.

Önümüzde duran COP31 hazırlık sürecinde OSB'lerde hayata geçirilecek ortak yenilenebilir enerji tesisleri, mikro şebeke ağları, yüksek kapasiteli enerji depolama yatırımları ve net, ölçülebilir OSB bazlı karbon azaltım planları; Antalya'yı Doğu Akdeniz Havzası'nda; Düşük Karbonlu Endüstri Merkezi olarak konumlandıracaktır. Doğru planlanmış, yasal altyapısı sağlamlaştırılmış ve sürdürülebilir yeşil finansmanla desteklenmiş bir enerji dönüşümü; ağır sanayiden ziyade katma değeri yüksek, turizm, lojistik ve modern tarım ile organik bağlar kurabilen entegre bir sanayi profiline sahip olan Antalya'nın 2053 Net Sıfır emisyon vizyonuna ulaşmasında en güçlü ve dönüştürücü kaldıraç görevi görecektir.

Sonuç

Sonuç olarak aşağıda 4 farklı uygulama örneği sunulmuştur. Uygulama örneklerinde verilen değerler; proje ölçeği, teknoloji seçimi, enerji fiyatları ve finansman koşullarına bağlı olarak değişkenlik gösterebilmektedir. Bu nedenle detaylı fizibilite çalışmalarının proje bazında ayrıca yapılması gerektiği unutulmamalıdır.

1. Antalya OSB'deki atıksu arıtma tesisi veya sulama göletleri üzerine 2 MW kapasiteli bir yüzer GES projesinin entegre edilmesi su yüzeyinin serinletici etkisi sayesinde panellerin enerji üretim verimliliği %10-15 oranında artırırken, gölet yüzeyinin kapatılmasıyla yaz aylarında milyonlarca litre suyun buharlaşması önlenir. Arıtma tesisinin 7/24 ihtiyaç duyduğu yüksek enerji, bu sistemden doğrudan ve sıfır emisyonla karşılanarak atık su işletme maliyetleri sıfırlanabilir.
2. Antalya OSB'de faaliyet gösteren, ancak çatıları GES kurulumuna teknik olarak uygun olmayan (veya kiracı olan) 30 farklı KOBİ'nin, OSB Bölge Müdürlüğü garantörlüğünde bir 'Yeşil Enerji Kooperatifi' kurması düşünülebilir. OSB sınırları içindeki atıl ve kayalık 100 dönümlük bir araziye kurulan 10 MW kapasiteli ortak santral, dijital bir altyapıyla yönetilebilir. Üretilen enerji, ay sonunda sanayicilerin işletme büyüklüklerine göre satın aldıkları hisseler oranında faturalarından düşülür. KOBİ'ler, Avrupa'ya yapacakları ihracatta ürünlerinin karbon ayak izini sıfırladıklarını, bu kooperatiftan aldıkları "Yeşil Enerji Menşe Garantisi (YEK-G)" sertifikası ile kanıtlayarak rekabet avantajını da sağlayacaktır.
3. Antalya OSB'de hafta sonları üretim yapmayan ve kapalı olan bir ambalaj tesisinin çatısındaki güneş panellerinden elde edilen fazla enerjinin, mikro

şebeke ve akıllı yazılımlar sayesinde ana şebekeye düşük bedelle satılmak yerine; 7/24 kesintisiz üretim yapmak zorunda olan komşu bir plastik enjeksiyon fabrikasına doğrudan ve anlık satılması (peer-to-peer/eşler arası enerji ticareti) sayesinde plastik fabrikası, hafta sonu mesaisindeki yoğun enerji ihtiyacını tamamen yerel, sıfır karbonlu ve şebekeye göre daha uygun maliyetli bir kaynaktan sağlarken; ambalaj fabrikası da atıl duran çatı kapasitesinden ekstra gelir elde etmiş olur.

4. Antalya OSB'nin ana trafo merkezine, Yapay Zeka (AI) destekli akıllı şebeke yazılımlarıyla entegre edilmiş 10 MWh kapasiteli endüstriyel lityum-iyon batarya parkı kurulması ile gündüz OSB çatılarındaki panellerin en yoğun üretim yaptığı ve enerjinin "bol ve ucuz" olduğu saatlerde bu pillerin şarj edilmesi ile turizm sezonunun zirvesinde, otellerin aşırı iklimlendirme yükü nedeniyle ulusal şebekede en büyük baskının yaşandığı ve elektriğin en pahalı olduğu 18:00-22:00 saatleri arasında, bataryalardaki bu enerjinin sanayi tesislerine aktarılmasıyla ciddi bir tasarruf sağlanabilir. Yalnızca sistemin kurulması sayesinde bile sanayici devasa fatura tasarrufu sağlamanın yanında Antalya kenti genelindeki trafo çökme veya voltaj düşümü riski de büyük ölçüde engellenmiş olur.

Kaynaklar

[1] Uluslararası Raporlar ve Strateji Belgeleri

[2] **International Energy Agency (IEA):** Net Zero by 2050 – A Roadmap for the Global Energy Sector (2023) ve Industrial Decarbonisation Report (2023). (Küresel enerji dönüşümü, sıfır emisyon rotası ve ağır sanayinin karbonsuzlaşma stratejileri için temel alınmıştır)

[3] **Avrupa Komisyonu (European Commission):** Carbon Border Adjustment Mechanism (CBAM) Regulation (2023). (İhracatçı sanayicilerin Sınırdaki Karbon Düzenleme Mekanizmasına uyum zorunlulukları ve vergi yükümlülükleri çerçevesi için kullanılmıştır)

[4] **UNIDO (Birleşmiş Milletler Sınai Kalkınma Örgütü):** Industrial Symbiosis Resource Efficiency Study (2022). (OSB'lerde atık ısının, organik posaların ve atıksuyun işletmeler arası paylaşımını öngören 'Endüstriyel Simbiyoz' modelleri için referans alınmıştır)

[5] **World Economic Forum (WEF):** Net-Zero Industry Tracker (2024). (Sanayi tesislerinin dijital karbon muhasebesi ve emisyon izleme metrikleri için kullanılmıştır)

[6] **OECD:** Circular Economy and Cities Report (2020). (Kent ve sanayi ekosistemlerinde kapalı döngü ekonomi modelleri için referans alınmıştır)

[7] **IPCC (Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli):** Climate Change 2023: Synthesis Report (2023). (İklim krizinin aciliyeti ve sanayi emisyonlarının düşürülmesi gerekliliğine dair bilimsel çerçeve için kullanılmıştır)

[8] **Ellen MacArthur Foundation:** Circular Economy Toolkit (2022). (Döngüsel ekonomi prensiplerinin pratiğe dökülmesi için kaynak sağlanmıştır)

[9] Ulusal ve Yerel Politika Belgeleri

[10] **T.C. Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı:** Yeşil OSB Çerçeve Uygulama Kriterleri. (Antalya'daki sanayi bölgelerinin Türkiye'nin ulusal yeşil standartlarına uyumu ve Gümüş/Altın Seviye OSB sertifikasyon süreçleri için temel alınmıştır)

[11] **Antalya Organize Sanayi Bölgesi (AOSB):** Yeşil OSB Çalışmaları ve Sürdürülebilirlik Faaliyet Raporları. (Antalya OSB'nin güncel durumu; 114 adet lisanssız GES'in varlığı, 93 MW kurulu kapasite, Solar Çamur Kurutma Tesisi yatırımları ve ISO yönetim sistemleri belgelerine dair sahadan somut veriler buradan alınmıştır)

[12] **Batı Akdeniz Kalkınma Ajansı (BAKA):** TR61 Bölge Planı 2024–2028. (Bölgesel kalkınma hedefleri, yeşil finansman tahsisi ve ortak projelerin pilotlama aşamaları için referans gösterilmiştir)

[13] **T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı:** Türkiye Enerji Verimliliği 2030 Stratejisi ve II. Ulusal Enerji Verimliliği Eylem Planı (2024). (Enerji verimliliği hedefleri ve elektrifikasyon stratejileri için kullanılmıştır)

4.3. KOBİ'lerin Yeşil Dönüşüme Entegrasyonu

Kapsam ve Mevcut Durum

Antalya ekonomisi büyük ölçüde küçük ve orta ölçekli işletmelerden (KOBİ) oluşmaktadır. Turizm, tarım, gıda işleme, lojistik, hizmetler ve küçük ölçekli imalat sektörlerinde faaliyet gösteren KOBİ'ler; istihdam, üretim ve ihracat açısından ilin ekonomik yapısının temelini oluşturmaktadır.

Küresel ölçekte hızlanan yeşil dönüşüm süreci, Avrupa Birliği Yeşil Mutabakatı ve Sınırdan Karbon Düzenleme Mekanizması (SKDM) ile birlikte işletmeler için yeni yükümlülükler doğurmaktadır. Karbon ayak izinin ölçülmesi, enerji verimliliğinin artırılması, kaynak kullanımının azaltılması ve sürdürülebilir üretim modellerine geçiş artık yalnızca çevresel bir tercih değil, aynı zamanda rekabetçilik ve ihracat kapasitesi açısından zorunluluk haline gelmiştir.

Antalya'nın ekonomik yapısı dikkate alındığında, yeşil dönüşümün öncelikli sektörleri turizm tesisleri, örtü altı tarım işletmeleri, gıda işleme tesisleri, soğuk zincir ve lojistik işletmeleri ile küçük ve orta ölçekli üretim tesisleridir. Özellikle enerji maliyetlerindeki artış, uluslararası pazarlarda karbon yoğun ürünlere yönelik düzenlemeler ve sürdürülebilirlik kriterlerinin tedarik zincirlerine entegre edilmesi, KOBİ'lerin dönüşümünü hızlandırmaktadır.

Türkiye'de ve Antalya'da birçok KOBİ enerji yönetimi, karbon raporlama, yeşil finansman ve sürdürülebilir üretim uygulamaları konusunda yeterli teknik kapasiteye sahip değildir. Bu nedenle yeşil dönüşümün başarılı olabilmesi için teknik destek, finansman, eğitim ve rehberlik mekanizmalarının birlikte geliştirilmesi gerekmektedir.

Sorunların Tespiti

- KOBİ'lerde enerji yönetim sistemleri ve enerji verimliliği uygulamaları yeterince yaygın değildir.
- Enerji tüketimlerinin düzenli izlenmesi ve analiz edilmesine yönelik dijital altyapılar sınırlıdır.
- Karbon ayak izi hesaplama ve raporlama kapasitesi düşüktür.
- Avrupa Birliği Yeşil Mutabakatı ve SKDM süreçleri konusunda farkındalık eksikliği bulunmaktadır.
- Karbon emisyonlarının ölçülmesi için gerekli veri toplama sistemleri birçok işletmede bulunmamaktadır.
- KOBİ'lerin önemli bir bölümü yeşil finansman ve teşvik mekanizmalarına erişimde zorluk yaşamaktadır.
- Enerji verimliliği ve yenilenebilir enerji yatırımlarının ilk yatırım maliyetleri işletmeler açısından yüksek görülmektedir.
- Yeşil dönüşüm konusunda uzman danışmanlık ve teknik destek hizmetlerine erişim sınırlıdır.

- Döngüsel ekonomi, kaynak verimliliği ve sürdürülebilir üretim uygulamalarına ilişkin bilgi eksikliği bulunmaktadır.
- Sektör bazlı karbon yönetimi rehberleri ve uygulama kılavuzları yetersizdir.
- Turizm, tarım ve hizmet sektörlerinde karbon yönetimi uygulamaları sanayi sektörüne göre daha geri düzeydedir.
- KOBİ'lerin önemli bir kısmında sürdürülebilirlik ve karbon yönetimine yönelik kurumsal organizasyon yapısı bulunmamaktadır.

Çözüm Önerileri

KOBİ'ler İçin Enerji Verimliliği Programları kapsamında;

- KOBİ'lere yönelik enerji verimliliği destek programları yaygınlaştırılmalıdır.
- Enerji etütleri ve enerji performans analizleri düzenli olarak gerçekleştirilmelidir.
- LED dönüşümü, yüksek verimli motor sistemleri, otomasyon uygulamaları ve değişken hızlı sürücüler teşvik edilmelidir.
- Turizm tesislerinde iklimlendirme (HVAC), sıcak su sistemleri ve aydınlatma verimliliği projeleri desteklenmelidir.
- Tarımsal işletmelerde sulama sistemleri, pompa verimliliği ve sera iklimlendirme uygulamalarının modernizasyonu sağlanmalıdır.
- Çatı tipi güneş enerjisi sistemleri ve yerinde yenilenebilir enerji üretimi desteklenmelidir.
- Enerji tüketimlerinin izlenebilmesi amacıyla dijital enerji yönetim sistemleri yaygınlaştırılmalıdır.

Karbon Ayak İzi Hesaplama Araçları kapsamında;

- Antalya ölçeğinde ortak bir dijital karbon hesaplama ve raporlama platformu oluşturulmalıdır.
- KOBİ'lerin kolay kullanabileceği sektör bazlı karbon hesaplama araçları geliştirilmelidir.
- Karbon emisyonlarının ölçülmesi için standart veri toplama sistemleri oluşturulmalıdır.
- İşletmelere yönelik karbon muhasebesi ve emisyon raporlama eğitimleri verilmelidir.
- Tedarik zincirlerinde talep edilen karbon verilerinin yönetilebilmesi için ortak veri altyapıları kurulmalıdır.

Yeşil Finansmana Erişim kapsamında;

- KOBİ'lerin yeşil kredi, hibe ve teşvik programlarına erişimini kolaylaştıracak danışmanlık mekanizmaları kurulmalıdır.
- KOSGEB, kalkınma ajansları, TÜBİTAK, TKDK ve uluslararası finans kuruluşlarının destekleri konusunda bilgilendirme faaliyetleri yürütülmelidir.
- Yeşil dönüşüm yatırımlarına yönelik düşük faizli finansman modelleri geliştirilmelidir.
- Bankalar ile KOBİ'ler arasında yeşil yatırım eşleştirme programları oluşturulmalıdır.

- Karbon azaltım projelerinin yeşil finansman araçlarıyla desteklenmesi sağlanmalıdır.

Yeşil Üretim Danışmanlık Destekleri kapsamında;

- Üniversite-sanayi iş birliği kapsamında sürdürülebilir üretim danışmanlık merkezleri kurulmalıdır.
- KOBİ'lere yönelik enerji, su ve kaynak verimliliği analizleri yapılmalıdır.
- Döngüsel ekonomi ve endüstriyel simbiyoz uygulamalarına yönelik teknik destek mekanizmaları oluşturulmalıdır.
- Sektörel mentorluk ve uygulamalı eğitim programları geliştirilmelidir.
- Pilot işletmelerde gerçekleştirilecek iyi uygulama örnekleri yaygınlaştırılmalıdır.

KOBİ'lere Yönelik Karbon Yönetimi Rehberleri kapsamında;

- Antalya'ya özgü sektör bazlı karbon yönetimi rehberleri hazırlanmalıdır.
- İşletmelerin hangi verileri toplaması gerektiği ve karbon hesaplamalarının nasıl yapılacağı açık şekilde tanımlanmalıdır.
- Enerji, su, atık ve lojistik kaynaklı emisyonların yönetimine yönelik uygulama kılavuzları geliştirilmelidir.
- Karbon azaltım önlemlerinin maliyet-fayda analizlerini içeren rehber dokümanlar hazırlanmalıdır.
- Turizm, tarım, lojistik ve imalat sektörlerine özel yol haritaları oluşturulmalıdır.

Kurumsal ve Bölgesel Yapılanma kapsamında;

- Antalya Yeşil Dönüşüm Merkezi kurulmalıdır.
- Üniversiteler, meslek odaları, kalkınma ajansları, organize sanayi bölgeleri ve yerel yönetimler arasında iş birliği mekanizmaları geliştirilmelidir.
- KOBİ'lere yönelik sürdürülebilirlik ve karbon yönetimi sertifika programları oluşturulmalıdır.
- Turizm ve tarım sektörlerinde örnek pilot dönüşüm projeleri uygulanmalıdır.
- Antalya genelinde sürdürülebilir üretim ağları ve bilgi paylaşım platformları kurulmalıdır.

Sonuç

KOBİ'lerin yeşil dönüşüme entegrasyonu, Antalya'nın sürdürülebilir kalkınma hedeflerine ulaşması, uluslararası pazarlardaki rekabet gücünü koruması ve iklim değişikliği ile mücadele hedeflerine katkı sağlaması açısından kritik öneme sahiptir.

Önerilen uygulamaların hayata geçirilmesiyle;

- KOBİ'lerin enerji maliyetlerinde önemli düşüşler sağlanabilecek,
- Karbon emisyonları azaltılabilecek,
- Yenilenebilir enerji kullanımı yaygınlaşabilecek,

- Kaynak verimliliği artırılabilir,
- Uluslararası tedarik zincirlerine uyum kolaylaşabilir,
- Yeşil finansmana erişim güçlenebilir,
- İhracat kapasitesi ve rekabet gücü artırılabilir.

Yeşil dönüşüm, Antalya'daki KOBİ'ler açısından yalnızca çevresel bir yükümlülük değil; aynı zamanda ekonomik dayanıklılık, yatırım çekebilme kapasitesi ve sürdürülebilir büyüme için stratejik bir fırsat olarak değerlendirilmelidir.

Kaynaklar

- [1] European Commission, Carbon Border Adjustment Mechanism (CBAM) Regulation, 2023.
- [2] TÜİK, Küçük ve Orta Büyüklükteki Girişim İstatistikleri, 2024.
- [3] Batı Akdeniz Kalkınma Ajansı (BAKA), TR61 Bölge Planı 2024–2028.
- [4] Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, Türkiye Enerji Verimliliği 2030 Stratejisi ve II. Ulusal Enerji Verimliliği Eylem Planı, 2024.
- [5] KOSGEB, Yeşil Sanayi Destek Programı.
- [6] IFC, Green Finance Opportunities for SMEs, 2023.
- [7] GHG Protocol, Calculation Tools and Guidance.
- [8] TÜBİTAK Yeşil Mentör Programı.
- [9] UNIDO, Green Industry Platform Report, 2022.
- [10] OECD, SMEs and Green Transition Report, 2023.

4.4. İhracat ve Karbon Düzenlemeleri

Kapsam ve Mevcut Durum

AB Sınırda Karbon Düzenleme Mekanizması (SKDM/CBAM), Avrupa Birliği'nin ithal edilen karbon yoğun ürünlerin üretimi sırasında ortaya çıkan gömülü emisyonlara adil bir karbon fiyatı uygulanmasını amaçlayan iklim politikası aracıdır. Mekanizma 1 Ekim 2023 tarihinde geçiş dönemiyle başlamıştır. 2026 itibarıyla nihai uygulama dönemine geçmiştir. CBAM ilk aşamada çimento, demir-çelik, alüminyum, gübre, elektrik ve hidrojen ile seçilmiş öncül ürünleri kapsamaktadır [1].

Geçiş döneminde esas yükümlülük raporlama iken, 2026 sonrası dönemde AB ithalatçıları veya dolaylı gümrük temsilcileri gömülü emisyonları beyan etmek ve ilgili CBAM sertifikalarını teslim etmek zorundadır. Sertifika fiyatı AB Emisyon Ticaret Sistemi (ETS) karbon fiyatı ile

ilişkilidir. AB dışındaki üretim aşamasında ödenmiş bir karbon fiyatı belgelendirilebilirse bu tutar düşülebilmektedir [1]. Bu nedenle Türkiye'deki ihracatçıların doğrudan CBAM sertifikası satın alma yükümlülüğü çoğu durumda AB ithalatçısında görünse de, ihracatçıların güvenilir emisyon verisi sağlama, doğrulama altyapısı kurma ve düşük karbonlu üretime geçme baskısı artmaktadır.

Antalya açısından konu yalnızca CBAM kapsamındaki sanayi ürünleriyle sınırlı değildir. Antalya İl Tarım ve Orman Müdürlüğü verilerine göre Antalya'nın 2024 yılı toplam ihracatı yaklaşık 2,2 milyar ABD dolarıdır; bunun 1,2 milyar ABD doları, yani yaklaşık %56'sı tarım sektöründen gelmiştir. Sanayi ve madencilik ihracatı ise yaklaşık 956 milyon ABD dolarıdır [3]. Ayrıca Türkiye'nin 2024 yılı toplam yaş meyve ve sebze ihracatının 680 milyon ABD doları, süs bitkileri ihracatının ise 58 milyon ABD doları Antalya'dan yapılmıştır [3]. Bu tablo Antalya'da doğrudan CBAM riskinin sanayi, madencilik, metal, alüminyum, çimento, gübre ve enerji yoğun üretimlerde, dolaylı karbon riskinin ise tarım, örtüaltı üretim, soğuk zincir, ambalaj, lojistik ve tedarik zinciri süreçlerinde yoğunlaştığını göstermektedir.

Yeşil tedarik zincirleri, ihracatçı firmalar için giderek daha belirleyici hale gelmektedir. AB'de sürdürülebilirlik raporlaması, kurumsal sürdürülebilirlik durum tespiti, Scope 3 emisyonları ve tedarikçi performansı gibi alanlarda beklentiler artmaktadır. GHG Protocol Scope 3 Standardı şirketlerin değer zinciri emisyonlarını hesaplaması ve azaltım önceliklerini belirlemesi için kullanılan temel çerçevelerden biridir [5]. ISO 14064-1 ise kuruluş düzeyinde sera gazı emisyonlarının hesaplanması, raporlanması ve doğrulanmasına ilişkin uluslararası bir standart sunmaktadır [6]. Dolayısıyla Antalya ihracatçılarının rekabet gücü, yalnızca ürün kalitesi ve fiyatla değil, ölçülebilir, doğrulanabilir ve düşük karbonlu üretim kapasitesiyle de belirlenecektir.

Sorunların Tespiti

Antalya ihracat sektörlerinin CBAM ve yeşil tedarik zinciri süreçlerine uyumunda aşağıdaki sorun alanları öne çıkmaktadır:

- Sektör ve ürün düzeyinde CBAM risk haritası henüz yeterince sistematik değildir.
- Firmaların kurumsal karbon ayak izi, ürün karbon ayak izi, enerji tüketimi ve tedarikçi emisyon verileri çoğu zaman düzenli, doğrulanabilir ve karşılaştırılabilir formatta değildir.
- KOBİ'lerde enerji izleme, dijital veri yönetimi, emisyon hesaplama yazılımları, sürdürülebilirlik raporlaması ve doğrulama hizmetlerine erişim sınırlıdır.
- Sanayi ve madencilik işletmelerinde enerji yoğun süreçler, elektrik tüketimi, fosil yakıt kullanımı, proses emisyonları ve lojistik kaynaklı emisyonlar maliyet riskini artırmaktadır.
- Yeşil tedarik zinciri beklentileri henüz tedarikçi sözleşmelerine, satın alma kriterlerine ve performans göstergelerine yeterince yansımamıştır.
- Firmaların yeşil dönüşüm yatırımları için uygun finansmana, kamu desteklerine ve teknik danışmanlığa erişimi parçalıdır. TÜBİTAK 1831/1832 destekleri ve KOSGEB Yeşil Sanayi

Destek Programı gibi araçlar bulunmasına rağmen bunların Antalya ihracatçıları tarafından kullanımının artırılması gerekmektedir [8], [9], [10].

- Kurumsal koordinasyon ihtiyacı yüksektir. BAİB, ATSO, ANSİAD, OSB'ler, belediyeler, üniversiteler ve kamu kurumları arasında ortak veri, eğitim, danışmanlık ve izleme altyapısı kurulmadan firmaların dönüşümü hızlandırılamaz.

Çözüm Önerileri

İhracat ve karbon düzenlemeleri başlığında Antalya'nın COP31 sürecine somut katkı sunabilmesi için aşağıdaki çözüm önerileri geliştirilebilir:

- Antalya CBAM ve Yeşil İhracat Risk Envanteri hazırlanmalıdır. Bu envanter, sektör, ürün grubu, AB pazarına bağımlılık, enerji yoğunluğu, emisyon hesaplama kapasitesi, tedarik zinciri kırılganlığı ve finansman ihtiyacı göstergelerini içermelidir.

-Sektörel risk sınıflandırması yapılmalıdır. Sanayi ve madencilik, metal/alüminyum/çimento/gübre bağlantılı üretimler ve enerji yoğun işletmeler yüksek riskli; yaş meyve-sebze, süs bitkileri, gıda ve örtüaltı üretim orta düzey dolaylı riskli; düşük enerji yoğun hizmet ve ticaret faaliyetleri ise izleme gerektiren düşük riskli alanlar olarak değerlendirilebilir. Bu sınıflandırma, güncel BAİB ve TİM verileriyle düzenli olarak yenilenmelidir.

- Firmalar için karbon muhasebesi ve doğrulama programı başlatılmalıdır. ISO 14064-1 ve GHG Protocol temelli kurumsal emisyon envanteri, ürün karbon ayak izi, enerji tüketim analizi ve tedarikçi veri toplama süreçleri için ortak eğitim ve danışmanlık paketleri hazırlanmalıdır.

- Antalya Yeşil Tedarik Zinciri Protokolü oluşturulmalıdır. Bu protokolde tedarikçi emisyon beyanı, enerji verimliliği kriterleri, çevresel satın alma şartları, ambalaj azaltımı, lojistik optimizasyonu, geri dönüştürülmüş girdi kullanımı ve izlenebilirlik ilkeleri yer almalıdır.

- CBAM Uyum Masası kurulmalıdır. ANSİAD, BAİB, ATSO, SDÜ, Akdeniz Üniversitesi ve ilgili kamu kurumlarının katkısıyla firmalara ürün kapsam kontrolü, emisyon veri formatı, AB müşterilerine veri iletimi, doğrulama süreçleri ve destek programlarına başvuru konularında tek noktadan rehberlik sağlanmalıdır.

- Öncelikli yeşil dönüşüm yatırımları belirlenmelidir. Sanayi ve madencilikte enerji verimliliği, yenilenebilir enerji, atık ısı geri kazanımı, elektrikli ekipman kullanımı ve temiz üretim, tarımda ise sera enerji verimliliği, sulama verimliliği, gübre optimizasyonu, soğuk zincir verimliliği, düşük karbonlu ambalaj ve lojistik öncelikli yatırım alanları olmalıdır.

- Yeşil finansman erişimi güçlendirilmelidir. Ticaret Bakanlığı Responsible Programı, KOSGEB Yeşil Sanayi Destek Programı, TÜBİTAK 1831 Yeşil İnovasyon Teknoloji Mentörlük Çağrısı ve TÜBİTAK 1832 Sanayide Yeşil Dönüşüm Çağrısı firmalara tanıtılmalı; uygun firmalar için başvuru takvimi ve proje havuzu oluşturulmalıdır [8], [9], [10].

- Pilot sektör uygulamaları başlatılmalıdır. İlk aşamada sanayi/madencilik, örtüaltı tarım, yaş meyve-sebze paketleme, süs bitkileri ve lojistik sektörlerinde 5-10 öncü işletme seçilerek karbon envanteri, enerji etüdü, tedarikçi veri toplama ve yeşil yatırım yol haritası hazırlanmalıdır.

- Antalya Yeşil İhracat İzleme Paneli geliştirilebilir. Bu panelde sektör bazlı ihracat, AB pazarı payı, karbon riski, karbon envanteri yapan firma sayısı, doğrulama alan firma sayısı, kullanılan destekler ve azaltım projeleri izlenmelidir.

- COP31 sürecinde Antalya Yeşil İhracat Taahhüdü ilan edilebilir. Bu taahhüt, ihracatçı firmaların karbon verisini ölçmesi, enerji verimliliği yatırımlarını artırması, tedarik zinciri şeffaflığını geliştirmesi ve yeşil finansman araçlarından yararlanması için ortak bir yerel dönüşüm çağrısı niteliği taşımaktadır.

Sonuç

CBAM ve yeşil tedarik zinciri düzenlemeleri Antalya için yalnızca bir mevzuat uyum konusu değil, aynı zamanda ihracatın geleceğini şekillendirecek stratejik bir rekabet alanıdır. Antalya'nın ihracat yapısı tarım, sanayi ve madencilik ekseninde çeşitlilik göstermekte; bu yapı doğrudan ve dolaylı karbon risklerinin birlikte ele alınmasını gerektirmektedir.

Önerilen eylemlerin hayata geçirilmesiyle Antalya'da ihracatçı firmaların AB pazarına erişim riskleri azaltılabilir, karbon maliyetlerine hazırlık güçlendirilebilir, enerji ve kaynak verimliliği artırılabilir, yeşil finansman kullanımı yaygınlaştırılabilir ve kent COP31 sürecinde düşük karbonlu ihracat modeli geliştiren öncü destinasyonlardan biri haline gelebilir.

Bu başlıkta temel hedef, Antalya ihracat sektörlerinin CBAM karşısında savunmacı bir uyum yaklaşımıyla sınırlı kalmaması; ölçen, raporlayan, azaltan, doğrulayan ve yeşil tedarik zincirlerine entegre olan rekabetçi bir üretim ve ihracat ekosistemine dönüşmesidir.

Kaynaklar

- [1] European Commission. Carbon Border Adjustment Mechanism (CBAM). https://taxation-customs.ec.europa.eu/carbon-border-adjustment-mechanism_en
- [2] T.C. Ticaret Bakanlığı. AB Sınırdaki Karbon Düzenleme Mekanizması. <https://ticaret.gov.tr/dis-iliskiler/yesil-mutabakat/ab-sinirda-karbon-duzenleme-mekanizmasi>
- [3] Antalya İl Tarım ve Orman Müdürlüğü. Antalya İlinin Tarımsal Görünümü / 2025 sunumu. <https://antalya.tarimorman.gov.tr/>
- [4] Türkiye İhracatçılar Meclisi (TİM). İhracat Rakamları. <https://tim.org.tr/tr/ihracat-rakamlari>
- [5] GHG Protocol. Corporate Value Chain (Scope 3) Standard. <https://ghgprotocol.org/corporate-value-chain-scope-3-standard>
- [6] International Organization for Standardization (ISO). ISO 14064-1:2018 Greenhouse gases - Part 1. <https://www.iso.org/standard/66453.html>
- [7] OECD. Towards more environmentally sustainable supply chains: The role of trade agreements and sustainability initiatives. OECD Trade Policy Papers No. 293, 2025. <https://doi.org/10.1787/8bf5cb62-en>

- [8] T.C. Ticaret Bakanlığı. Yeşil Mutabakata Uyum Projesi Desteği - Responsible® Programı. <https://ticaret.gov.tr/dis-iliskiler/yesil-mutabakat/yesil-mutabakata-uyum-projesi-destegi-responsible-programi>
- [9] KOSGEB. Yeşil Sanayi Destek Programı. <https://www.kosgeb.gov.tr/site/tr/genel/destekdetay/9022/yesil-sanayi-destek-programi>
- [10] TÜBİTAK. 1831 Yeşil İnovasyon Teknoloji Mentörlük Çağrısı ve 1832 Sanayide Yeşil Dönüşüm Çağrısı. <https://tubitak.gov.tr/>

5. Ulaşımda Enerji Verimliliği ve Karbon Azaltımı

Kapsam ve Mevcut Durum

Ulaşım sektörü, küresel sera gazı emisyonlarının yaklaşık dörtte birinden sorumlu olup iklim değişikliğiyle mücadelede öncelikli sektörlerden biridir. Antalya’da turizm faaliyetleri, yaz aylarında artan nüfus yoğunluğu, kent merkezine yönelik günlük hareketlilik ve özel araç kullanım oranlarının yüksek olması ulaşım kaynaklı enerji tüketimi ve karbon emisyonlarını artırmaktadır.

Antalya Havalimanı, turizm bölgeleri, şehir merkezi, limanlar ve tarımsal üretim alanları arasında gerçekleşen yoğun ulaşım faaliyetleri, düşük karbonlu ulaşım sistemlerine geçiş ihtiyacını daha da önemli hale getirmektedir. Kentte mevcut raylı sistem ve toplu taşıma

yatırımları bulunmasına rağmen özel araç kullanımının yüksekliği, trafik yoğunluğu, yakıt tüketimi ve hava kirliliği açısından önemli baskılar oluşturmaktadır.

Dünya genelinde elektrikli araçlar, elektrikli toplu taşıma sistemleri, bisiklet ve mikromobilité çözümleri ile akıllı ulaşım uygulamaları kentlerin karbon nötr hedeflerine ulaşmasında temel araçlar olarak görülmektedir. Antalya'nın sürdürülebilir turizm hedefleri doğrultusunda ulaşım sektöründe enerji verimliliği ve karbon azaltımına yönelik dönüşümün hızlandırılması gerekmektedir.

Bu kapsamda Antalya için öncelikli dönüşüm alanları;

- Elektrikli araç altyapısının geliştirilmesi,
- Şehir içi ulaşımın elektrifikasyonu,
- Bisiklet ve mikromobilité sistemlerinin yaygınlaştırılması,
- Toplu taşımanın güçlendirilmesi,
- Turizm bölgelerinde düşük karbonlu ulaşım çözümlerinin uygulanmasıdır.

Sorunların Tespiti

Elektrikli Araç Altyapısı kapsamında;

- Elektrikli araç kullanımındaki artışa rağmen şarj istasyonu sayısı ve dağılımı yeterli seviyede değildir.
- Turizm bölgeleri, kırsal alanlar ve ilçeler arasında şarj altyapısında dengesizlik bulunmaktadır.
- Hızlı şarj istasyonlarının yaygınlığı sınırlıdır.
- Elektrikli araç kullanıcılarının menzil kaygıları devam etmektedir.
- Şarj altyapısının enerji yönetimi ve yenilenebilir enerji entegrasyonu yeterince gelişmemiştir.

Şehir İçi Ulaşımın Elektrifikasyonu kapsamında;

- Toplu taşıma araç filosunda fosil yakıtlı araçların payı yüksektir.
- Elektrikli otobüs ve düşük emisyonlu toplu taşıma araçlarının kullanım oranı sınırlıdır.
- Elektrifikasyon yatırımları için gerekli enerji ve şarj altyapısı yeterince gelişmemiştir.
- Elektrik şebekesinin artan araç yüklerine hazırlanması gerekmektedir.

Bisiklet ve Mikromobilité kapsamında;

- Bisiklet yolları kesintisiz ve bütünleşik bir ağ oluşturmamaktadır.
- Güvenli bisiklet park alanları yetersizdir.
- Bisiklet ve toplu taşıma entegrasyonu sınırlıdır.
- Paylaşımlı bisiklet ve scooter sistemlerinin yaygınlığı yeterli değildir.
- Kısa mesafeli yolculuklarda dahi motorlu araç kullanımı yaygındır.

Toplu Taşımanın Güçlendirilmesi kapsamında;

- Toplu taşımanın kent içi ulaşım payı istenen seviyede değildir.
- Turizm bölgeleri ile kent merkezi arasındaki toplu taşıma bağlantıları bazı dönemlerde yetersiz kalmaktadır.
- Raylı sistem ağının kapsamı sınırlıdır.
- Toplu taşıma araçlarında enerji verimliliği uygulamaları yeterince yaygın değildir.
- Farklı ulaşım modları arasında entegrasyon eksiklikleri bulunmaktadır.

Turizm Bölgelerinde Düşük Karbonlu Ulaşım kapsamında;

- Turizm bölgelerinde özel araç ve transfer araçlarına bağımlılık yüksektir.
- Havalimanı-turizm bölgesi bağlantılarında karbon yoğun ulaşım yöntemleri yaygındır.
- Oteller ve turizm tesislerinde elektrikli ulaşım altyapısı sınırlıdır.
- Yaya ve bisiklet dostu ulaşım planlamaları yeterince gelişmemiştir.
- Düşük emisyonlu ulaşım bölgeleri uygulamaları bulunmamaktadır.

Çözüm Önerileri

Elektrikli Araç Altyapısının Geliştirilmesi kapsamında;

- Antalya genelinde hızlı ve ultra hızlı şarj istasyonu ağları yaygınlaştırılmalıdır.
- Havalimanı, otogar, marina, alışveriş merkezleri ve turizm bölgeleri öncelikli şarj noktaları olarak planlanmalıdır.
- Yeni otopark ve büyük yapı projelerinde şarj altyapısı zorunlu hale getirilmelidir.
- Şarj istasyonlarının güneş enerjisi sistemleriyle desteklenmesi teşvik edilmelidir.
- Elektrikli araç kullanıcılarına yönelik dijital yönlendirme ve rezervasyon sistemleri geliştirilmelidir.

Şehir İçi Ulaşımın Elektrifikasyonu kapsamında;

- Belediye otobüs filolarında elektrikli araç dönüşümü hızlandırılmalıdır.
- Elektrikli minibüs ve servis araçları kullanımına yönelik teşvik mekanizmaları oluşturulmalıdır.
- Raylı sistem yatırımları artırılarak düşük karbonlu toplu taşıma kapasitesi güçlendirilmelidir.
- Elektrikli toplu taşıma araçlarının enerji ihtiyacının yenilenebilir enerji kaynaklarından karşılanması hedeflenmelidir.
- Akıllı enerji yönetim sistemleri ile şarj süreçleri optimize edilmelidir.

Bisiklet ve Mikromobilité Sistemlerinin Yaygınlaştırılması kapsamında;

- Kent genelinde kesintisiz ve güvenli bisiklet yolu ağı oluşturulmalıdır.
- Bisiklet yolları toplu taşıma sistemleri ile entegre edilmelidir.

- Elektrikli bisiklet ve scooter paylaşım sistemleri yaygınlaştırılmalıdır.
- Üniversiteler, kamu kurumları ve turizm bölgelerinde mikromobilité kullanımını teşvik eden uygulamalar geliştirilmelidir.
- Bisiklet park alanları ve güvenli depolama altyapısı artırılmalıdır.

Toplu Taşımanın Güçlendirilmesi kapsamında;

- Raylı sistem ağının genişletilmesi ve yeni hatların planlanması sağlanmalıdır.
- Toplu taşıma araçlarında enerji verimliliği uygulamaları yaygınlaştırılmalıdır.
- Akıllı ulaşım sistemleri ile trafik yönetimi optimize edilmelidir.
- Toplu taşıma, bisiklet ve mikromobilité sistemleri arasında tam entegrasyon sağlanmalıdır.
- Tek kart ve dijital ulaşım platformları ile erişilebilirlik artırılmalıdır.

Turizm Bölgelerinde Düşük Karbonlu Ulaşım kapsamında;

- Havalimanı, turizm bölgeleri ve kent merkezi arasında elektrikli toplu taşıma sistemleri oluşturulmalıdır.
- Otellerde elektrikli araç şarj istasyonlarının kurulumu teşvik edilmelidir.
- Turizm bölgelerinde elektrikli servis araçları ve elektrikli minibüsler kullanılmalıdır.
- Bisiklet ve yaya öncelikli ulaşım koridorları oluşturulmalıdır.
- Düşük emisyon bölgeleri ve araçsız turizm alanları pilot uygulamalarla hayata geçirilmelidir.
- Sürdürülebilir turizm sertifikasyon sistemlerine ulaşım kaynaklı karbon azaltım kriterleri eklenmelidir.

Sonuç

Antalya’da ulaşım sektörünün düşük karbonlu bir yapıya dönüştürülmesi; iklim değişikliğiyle mücadele, hava kalitesinin iyileştirilmesi, enerji güvenliğinin artırılması ve sürdürülebilir turizm hedeflerinin desteklenmesi açısından stratejik önem taşımaktadır.

Elektrikli araç altyapısının geliştirilmesi, şehir içi ulaşımın elektrifikasyonu, bisiklet ve mikromobilité sistemlerinin yaygınlaştırılması, toplu taşımanın güçlendirilmesi ve turizm bölgelerinde düşük karbonlu ulaşım uygulamalarının hayata geçirilmesi ile:

- Ulaşım kaynaklı sera gazı emisyonlarında önemli azalma,
- Fosil yakıt tüketiminde düşüş,
- Hava ve gürültü kirliliğinde azalma,
- Trafik yoğunluğunun azaltılması,
- Kent yaşam kalitesinin yükselmesi,
- Antalya’nın sürdürülebilir turizm destinasyonu kimliğinin güçlenmesi,

- **Enerji verimliliği ve ekonomik tasarrufların artırılması**

sağlanabilecektir.

Antalya'nın düşük karbonlu ulaşım dönüşümü, kentin iklim dirençliliğini artıracak ve sürdürülebilir kalkınma hedeflerine ulaşmasında önemli katkılar sağlayacaktır.

Kaynaklar

- [1] International Energy Agency (IEA), Global EV Outlook 2024.
- [2] International Transport Forum (ITF), Decarbonising Urban Mobility Report, 2023.
- [3] UN-Habitat, Sustainable Urban Mobility Report, 2022.
- [4] T.C. Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı, Elektrikli Araçlar ve Şarj Altyapısı Stratejileri.
- [5] Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu (EPDK), Şarj Hizmeti Mevzuatı ve Elektrikli Araç Altyapı Verileri.
- [6] T.C. Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı, Sürdürülebilir Kentsel Hareketlilik Planları (SKUP) Rehberleri.
- [7] Avrupa Çevre Ajansı (EEA), Transport and Environment Report.
- [8] European Commission, Sustainable and Smart Mobility Strategy.

6. Yenilenebilir Enerji Yatırımlarının Artırılması ve Enerji Depolama Sistemleri

Kapsam ve Mevcut Durum

Yenilenebilir enerji yatırımlarının artırılması; Antalya'nın 2030 emisyon azaltım hedefleri, 2050 karbon nötr kent vizyonu, enerji arz güvenliği ve sürdürülebilir turizm kimliği açısından temel politika alanlarından biridir. Küresel ölçekte yenilenebilir enerji dönüşümü hızlanmaktadır bu

kapsamda IRENA verilerine göre 2025 yılında dünyada yenilenebilir elektrik kapasitesi 692 GW artarak 5.149 GW seviyesine ulaşmış, bu artışın yaklaşık dörtte üçü güneş enerjisinden kaynaklı olmuştur. Aynı yıl güneş enerjisinde 511 GW yeni kapasite devreye alınmış ve küresel güneş kurulu gücü 2.392 GW seviyesine yükselmiştir [1].

Türkiye’de de güneş ve rüzgâr yatırımları elektrik sisteminin ana büyüme alanı haline gelmiştir. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı verilerine göre 2026 Ocak sonu itibarıyla Türkiye elektrik kurulu gücünde güneş enerjisinin payı 25.827 MW ile %20,9’a, rüzgâr enerjisinin payı ise 14.862 MW ile %12,1’e ulaşmıştır. Böylece güneş ve rüzgârın toplam kurulu gücü 40.689 MW seviyesine çıkmıştır [2]. Bu tablo, Antalya gibi yüksek güneş potansiyeline sahip illerde dağıtık güneş yatırımlarının artık yalnızca çevresel değil, ekonomik ve stratejik bir zorunluluk olduğunu göstermektedir.

Antalya, Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı Güneş Enerjisi Potansiyel Atlası’na göre Türkiye’nin en avantajlı güneşlenme bölgelerinden biridir. İl genelinde yıllık güneşlenme süresi yaklaşık 3.000 saat, yıllık toplam global radyasyon değeri ise yaklaşık 1.600–1.700 kWh/m²-yıl aralığındadır [3]. Bu potansiyel; çatı tipi güneş enerjisi sistemleri, turizm tesislerinde öz tüketim odaklı GES yatırımları, tarımsal sulama amaçlı güneş enerjisi, enerji kooperatifleri ve yerel yönetim projeleri için güçlü bir teknik zemin oluşturmaktadır.

Antalya’nın mevcut enerji ve karbon profili de bu dönüşümü gerekli kılmaktadır. Mevcut COP31 çalışma taslağında, Antalya’da 2019 baz yılı için sanayi hariç kentsel sera gazı emisyonu 8.232.919 tCO₂e, kişi başı emisyon 3,28 tCO₂e/kişi olarak verilmiştir. Aynı taslakta bina kaynaklı emisyonların toplam kentsel karbon bütçesinin %47,7’sini oluşturduğu belirtilmektedir. Bu nedenle çatı GES, güneş termal sistemler, depolama ve dijital enerji yönetimi özellikle binalar ve turizm tesisleri için öncelikli azaltım araçlarıdır [7].

Çatı tipi güneş enerjisi sistemleri, dağıtık üretimin en hızlı uygulanabilir araçlarından. Konutlar, apartmanlar, ticari işletmeler, sanayi tesisleri, kamu binaları, otoparklar, AVM’ler ve okul çatıları Antalya’da önemli bir atıl yüzey potansiyeli oluşturmaktadır. 10 kW gücünde bir konut çatı GES’i Antalya koşullarında yılda yaklaşık 15.000–17.000 kWh elektrik üretebilir. Bu üretim, elektrikli ev aletleri, klima kullanımı ve kısmi elektrikli araç şarjı dahil olmak üzere birçok hanenin yıllık tüketiminin önemli bölümünü karşılayabilecek düzeydedir. Ancak apartmanlarda hane başına düşen bu dağılım yetersizdir ancak ve ancak ortak alanları karşılayabilecek durumdadır. Bireysel müstakil villa vb yapılarda ise uygun çatı cephe uyumuna göre yapılan yerleşim konut enerjisinin tamamını karşıladığı gibi fazlasını da satabilir hale gelmek mümkündür.

Çatı GES yatırımlarının Antalya açısından başlıca avantajı, üretimin tüketim noktasında gerçekleşmesidir. Bu sayede iletim-dağıtım kayıpları en aza iner, özellikle yaz aylarında klima kaynaklı pik yüklerin şebeke üzerindeki baskısı hafifler ve işletmelerin de elektrik maliyetleri düşer. Dünya Bankası’nın Türkiye’de dağıtık güneş piyasasının hızlandırılmasına yönelik programı yaklaşık 1 GW dağıtık güneş kapasitesini desteklemeyi ve 14 milyon ton CO₂

emisyona azaltımı sağlamayı hedeflemektedir [4]. Bu ölçek, çatı GES'in yalnızca bireysel bir yatırım değil, ulusal emisyon azaltım stratejisinin önemli bir parçası olduğunu göstermektedir.

Antalya için çatı GES uygulamalarında öncelikli alanlar; kamu binaları, belediye hizmet alanları, okul ve üniversite yapıları, hastaneler, oteller, soğuk hava depoları, sera işletmeleri, alışveriş merkezleri ve sanayi tesisleridir. Örnek olarak Antalya OSB'de 114 adet lisanssız GES'in işletmede olduğu ve toplam kurulu gücün 93 MW seviyesine ulaştığı belirtilmektedir [7]. Bu model, çatı ve işletme ölçekli GES yatırımlarının bölgesel rekabetçilik açısından doğrudan katkı sunduğunu göstermektedir.

Antalya'da turizm sektörü; yüksek elektrik tüketimi, sıcak su ihtiyacı, soğutma yükleri, aydınlatma sistemleri ve yoğun sezonluk enerji talebi nedeniyle yenilenebilir enerji dönüşümünün en kritik uygulama alanlarından biridir. Özellikle yaz aylarında artan konaklama yoğunluğu ile birlikte klima sistemleri, havuz pompaları, mutfak ekipmanları, çamaşırhaneler, soğuk hava depoları, aydınlatma ve sıcak su sistemleri otel işletmelerinin enerji giderlerinde önemli bir pay oluşturmaktadır. Bu nedenle turizm tesislerinde güneş enerjisi yatırımları yalnızca elektrik üretimi odaklı değil; enerji verimliliği, sıcak su üretimi, ısı pompası kullanımı, batarya depolama ve akıllı enerji yönetimi ile birlikte bütünsel bir model olarak ele alınmalıdır.

Antalya gibi güneşlenme süresi yüksek olan bölgelerde otellerin çatıları, otopark alanları, teknik hacim üzerleri ve uygun yardımcı alanları güneş enerjisi üretimi açısından önemli bir potansiyel taşımaktadır. Turizm tesislerinde kurulacak çatı tipi GES sistemleri, tesisin gündüz saatlerinde oluşan elektrik tüketiminin önemli bir bölümünü yerinde karşılayabilir. Bu durum hem şebekeden çekilen elektrik miktarını azaltır hem de işletmelerin enerji maliyetlerini öngörülebilir hale getirir. Bununla birlikte birçok büyük ölçekli otelde çatı alanı, tesisin toplam elektrik ihtiyacını karşılamak için tek başına yeterli olmayabilmektedir. Bu durumda çatı GES uygulamalarına ek olarak arazi GES, otopark üstü solar carport sistemleri ve enerji depolama çözümleri birlikte değerlendirilmelidir.

Turizm tesisleri için güneş enerjisi yatırımları yalnızca elektrik maliyetlerini azaltan teknik yatırımlar değildir. Aynı zamanda sürdürülebilir turizm sertifikasyonları, yeşil otel kriterleri, uluslararası tur operatörlerinin çevresel beklentileri, karbon ayak izi raporlaması ve misafir algısı açısından da önemli bir rekabet avantajı sağlar. Günümüzde özellikle Avrupa pazarından gelen turistler ve kurumsal seyahat sağlayıcıları, konaklama tercihinde çevresel duyarlılık, karbon azaltımı, yenilenebilir enerji kullanımı ve sürdürülebilirlik performansını daha fazla dikkate almaktadır. Bu nedenle güneş enerjisi yatırımları, Antalya turizminin uluslararası pazardaki sürdürülebilir destinasyon kimliğini güçlendirecek stratejik araçlardan biri olarak değerlendirilmelidir.

Antalya özelinde büyük ölçekli örneklerden biri, Elmalı'da 85 hektarlık alanda hayata geçirilen 60 MW kapasiteli şebeke bağlantılı fotovoltaik güneş parkıdır. Bu yatırım sayesinde ilgili oteller zincirinin elektrik ihtiyacının önemli bir bölümü yenilenebilir enerji kaynaklarından karşılanmaktadır [8]. Bu ölçekteki projeler, turizm sektörünün yalnızca tüketici konumunda

kalmayıp kendi enerji ihtiyacını yenilenebilir kaynaklarla dengeleyebileceğini ve büyük ölçekli karbon azaltımına katkı sağlayabileceğini göstermektedir. Benzer modeller, Antalya'daki büyük otel grupları, tatil köyleri, golf tesisleri ve zincir konaklama işletmeleri için örnek teşkil edebilir.

Turizm tesislerinde ideal uygulama modeli, öncelikle detaylı bir enerji verimliliği etüdü yapılmasıyla başlamalıdır. Bu etüt kapsamında tesisin saatlik elektrik tüketimi, soğutma yükü, sıcak su ihtiyacı, mutfak ve çamaşırhane tüketimleri, pompaların çalışma süreleri, aydınlatma sistemleri ve sezonluk enerji profili analiz edilmelidir. Ardından tesisin çatı, otopark, açık alan ve varsa uygun arazi potansiyeli değerlendirilerek en uygun güneş enerjisi yatırım modeli belirlenmelidir. Çatı alanı uygun olan tesislerde öncelik çatı tipi GES uygulamalarına verilmelidir. Çatı alanının yetersiz kaldığı veya tüketimin çok yüksek olduğu tesislerde ise arazi GES yatırımları, enerji depolama sistemleri ve uzaktan tüketim dengeleme modelleri gündeme alınmalıdır.

Otel otoparklarında uygulanacak solar carport sistemleri, turizm tesisleri için çok yönlü fayda sağlayan yenilikçi çözümlerden biridir. Bu sistemler bir yandan elektrik üretimi sağlarken diğer yandan araçlar için gölgelendirme alanı oluşturarak otopark konforunu artırır. Antalya gibi yaz aylarında yüksek sıcaklıkların görüldüğü bölgelerde solar carport uygulamaları, araç içi sıcaklıkların düşürülmesi ve kullanıcı deneyiminin iyileştirilmesi açısından da avantaj sağlar. Ayrıca bu sistemlerin elektrikli araç şarj istasyonları ile entegre edilmesi, düşük karbonlu turizm ulaşımı için önemli bir altyapı oluşturur. Böylece oteller, yalnızca kendi elektrik tüketimini azaltmakla kalmaz; elektrikli transfer araçları, misafir araçları ve servis filoları için yenilenebilir enerji destekli şarj imkânı da sunabilir.

Enerji depolama sistemleri de turizm tesislerinde yenilenebilir enerji kullanımını artıran önemli teknolojiler arasında yer almaktadır. Otellerde elektrik tüketimi günün farklı saatlerine ve sezon yoğunluğuna göre değişmektedir. GES üretiminin yüksek olduğu gündüz saatlerinde üretilen fazla elektrik, batarya sistemlerinde depolanarak akşam saatlerinde, pik tüketim dönemlerinde veya şebeke kesintilerinde kullanılabilir. Bu durum hem enerji arz güvenliğini artırır hem de tesislerin elektrik maliyetlerini daha etkin yönetmesini sağlar. Özellikle büyük ölçekli resort oteller, sağlık ve spa tesisleri, kongre otelleri ve yıl boyu çalışan konaklama tesisleri için batarya destekli GES sistemleri stratejik bir çözüm olarak öne çıkmaktadır.

Turizm tesislerinde yenilenebilir enerji yatırımlarının başarıya ulaşabilmesi için yalnızca kurulum yapılması yeterli değildir. Kurulan sistemlerin dijital enerji izleme altyapısı ile takip edilmesi, üretim-tüketim dengesinin düzenli analiz edilmesi ve karbon azaltım etkisinin raporlanması gerekmektedir. Akıllı enerji yönetim sistemleri sayesinde oteller hangi saatlerde ne kadar enerji tükettiklerini, GES üretiminin tüketimi ne oranda karşıladığını, hangi ekipmanların daha fazla enerji harcadığını ve hangi alanlarda iyileştirme yapılabileceğini düzenli olarak izleyebilir. Bu veriler aynı zamanda karbon ayak izi raporlaması, sürdürülebilir turizm belgeleri ve kurumsal sürdürülebilirlik raporları için güçlü bir altyapı oluşturur.

Antalya'da tarım sektörü; örtü altı üretim, sulama pompaları, soğuk hava depoları, paketleme tesisleri ve tarımsal işleme süreçleri nedeniyle enerji tüketimi konusunda yoğun bir yapıya

sahiptir. Özellikle sebze, meyve, narenciye ve örtü altı üretimin yaygın olduğu bölgelerde elektrik tüketimi yalnızca üretim aşamasında değil, ürünlerin depolanması, soğutulması, paketlenmesi ve pazara hazırlanması süreçlerinde de önemli bir maliyet kalemi oluşturmaktadır. Bu nedenle tarımsal üretimde enerji maliyetlerinin azaltılması, hem çiftçi gelirlerinin korunması hem de gıda arz güvenliğinin güçlendirilmesi açısından stratejik öneme sahiptir.

Tarımsal sulama, Antalya’da enerji tüketiminin en kritik alt başlıklarından biridir. Sulama sezonunda pompaların yoğun kullanımı nedeniyle elektrik tüketiminde dönemsel pikler oluşmakta, bu durum hem çiftçilerin üretim maliyetlerini artırmakta hem de yerel elektrik şebekesi üzerinde ilave yük oluşturmaktadır. Güneş enerjisi üretiminin en yüksek olduğu dönemlerin sulama ihtiyacının arttığı ilkbahar ve yaz aylarıyla örtüşmesi, tarımsal sulamada güneş enerjisini Antalya için doğal ve yüksek verimli bir çözüm haline getirmektedir. Bu açıdan bakıldığında tarımsal sulamada GES kullanımı yalnızca bir enerji yatırımı değil; aynı zamanda iklim uyumu, su yönetimi, kırsal kalkınma ve üretici refahı açısından bütünsel bir dönüşüm aracıdır.

Tarımsal sulamada güneş enerjisi uygulamaları farklı modellerle hayata geçirilebilir. Küçük ölçekli üreticiler için bireysel sulama pompalarına entegre edilen güneş enerjisi sistemleri uygun bir çözüm sunarken, daha büyük üretim alanları için sulama birlikleri, tarımsal kalkınma kooperatifleri ve belediyeler tarafından ortak GES yatırımları geliştirilebilir. Bu modelde enerji üretimi merkezi bir GES tesisinden sağlanabilir ve sulama kooperatiflerinin elektrik tüketimi mahsuplaşma yoluyla azaltılabilir. Böylece küçük üreticilerin tek başına karşılamakta zorlanacağı yatırım maliyetleri ortak finansman, kamu desteği veya belediye-çiftçi iş birliğiyle yönetilebilir.

Tarımsal sulamada güneş enerjisi yatırımları, yalnızca enerji üretimiyle sınırlı düşünülmemelidir. Verimsiz pompaların yüksek verimli pompalarla değiştirilmesi, değişken hızlı sürücülerin kullanılması, basınç kontrol sistemlerinin kurulması, damla sulama ve akıllı sulama teknolojilerinin yaygınlaştırılması GES yatırımlarının etkisini artıracaktır. Çünkü enerji verimliliği sağlanmadan kurulacak yenilenebilir enerji sistemleri, gereğinden büyük kapasite ihtiyacı doğurabilir ve yatırım maliyetlerini artırabilir. Bu nedenle en doğru yaklaşım, önce sulama sistemlerinde enerji ve su verimliliğinin sağlanması, ardından kalan enerji ihtiyacının güneş enerjisi ile karşılanmasıdır.

Örtü altı üretim yapan işletmelerde de güneş enerjisi önemli bir potansiyel sunmaktadır. Seralarda havalandırma, otomasyon, sulama, sisleme, gübreleme ve iklimlendirme sistemleri elektrik tüketimini artırmaktadır. Özellikle modern seralarda kullanılan otomasyon sistemleri, pompalar ve soğutma ekipmanları için güneş enerjisi entegrasyonu maliyet avantajı sağlayabilir. Bununla birlikte sera çatılarına yapılacak GES uygulamalarında gölgeleme etkisi, ürün verimi ve ışık geçirgenliği dikkatle analiz edilmelidir. Bu nedenle seralar için klasik çatı GES yerine, uygun durumlarda tarımsal üretimle elektrik üretimini birlikte ele alan agrivoltaik modeller değerlendirilebilir.

TarımGES sistemleri ise tarım arazilerinde ürün üretimi ile güneş enerjisi üretimini aynı alanda birleştiren yenilikçi bir uygulamalardır. Bu sistemlerde panellerin yüksekliği, açıları ve yerleşim biçimi tarımsal üretimi engellemeyecek şekilde tasarlanır. Akdeniz ikliminde bazı ürünler için kontrollü gölgeleme, aşırı sıcaklık stresini azaltabilir ve su tüketimini düşürebilir. Bu nedenle Antalya’da tarımGES pilot uygulamalar; turuncgillerde, fide üretimi, tıbbi aromatik bitkiler, yem bitkileri, açık alan sebzeciliği ve düşük gölge toleransına sahip ürün grupları dikkate alınarak araştırılmalıdır. Bu yaklaşım, hem enerji üretimini hem de iklim değişikliğine uyumlu tarım modellerini destekleyebilir.

Soğuk hava depoları, paketleme tesisleri ve tarımsal işleme tesisleri de güneş enerjisi yatırımları açısından önemli bir uygulama alanıdır. Antalya’da yaş meyve-sebze üretiminin yoğunluğu nedeniyle ürünlerin hasat sonrası soğutulması ve depolanması gıda kayıplarının azaltılması açısından kritik öneme sahiptir. Ancak soğuk hava depoları yüksek elektrik tüketen tesislerdir. Bu tesislerin çatılarına veya uygun arazilerine kurulacak GES sistemleri, ürün muhafaza maliyetlerini azaltabilir ve tarımsal tedarik zincirinin karbon ayak izini düşürebilir. Böylece yenilenebilir enerji yatırımları yalnızca üretim aşamasında değil, tarımsal lojistik ve gıda güvenliği süreçlerinde de katkı sağlar.

Enerji kooperatifleri, yenilenebilir enerji yatırımlarını yalnızca büyük sermaye gruplarının ve merkezi yatırımcıların gerçekleştirebildiği projeler olmaktan çıkararak vatandaşların, çiftçilerin, esnafın, küçük işletmelerin, apartman ve site yönetimlerinin, yerel toplulukların ve üretici birliklerinin de doğrudan katılabildiği demokratik bir enerji yatırım modeline dönüştürmektedir. Bu model, enerji dönüşümünün toplumsallaşmasını sağlamakta; yerel halkın yalnızca enerji tüketicisi değil, aynı zamanda enerji üreticisi ve yatırım ortağı olmasına imkân tanımaktadır.

Enerji kooperatiflerinin temel yaklaşımı, ortakların bir araya gelerek yenilenebilir enerji üretim tesisi kurması ve bu tesis aracılığıyla elektrik tüketimlerinin tamamını veya bir bölümünü temiz enerji kaynaklarından karşılamasıdır. Böylece katılımcılar hem enerji maliyetlerini daha öngörülebilir hale getirmekte hem de fosil yakıtlara dayalı elektrik tüketiminden kaynaklanan karbon ayak izlerini azaltmaktadır. Bu yönüyle enerji kooperatifleri; iklim değişikliğiyle mücadele, yerel kalkınma, enerji arz güvenliği, gelir adaleti ve toplumsal katılım açısından önemli bir araçtır.

Antalya özelinde enerji kooperatifleri oldukça güçlü bir potansiyel taşımaktadır. Kentin ekonomik yapısı incelendiğinde turizm, tarım, hizmetler, küçük sanayi ve konut alanlarının enerji talebinde belirleyici olduğu görülmektedir. Bu nedenle enerji kooperatifleri; sulama kooperatifleri, tarımsal üretici birlikleri, küçük sanayi siteleri, otel kümeleri, organize turizm bölgeleri, apartman ve site yönetimleri, kırsal mahalleler ve yerel işletmeler için uygulanabilir bir model olarak değerlendirilebilir.

Özellikle enerji tüketiminin ortaklaştığı ve üyelerin benzer ihtiyaçlara sahip olduğu yapılar, kooperatif modeli açısından uygun bir zemin oluşturmaktadır. Antalya’da tarımsal sulama kooperatifleri enerji kooperatifleri için en somut uygulama alanlarından biridir. Sulama pompalarının yoğun elektrik tüketimi, üreticilerin maliyetlerini artırmakta ve özellikle yaz

aylarında enerji talebinde pik yükler oluşturmaktadır. Sulama kooperatifleri tarafından kurulacak ortak GES yatırımları sayesinde çiftçilerin sulama kaynaklı elektrik giderleri azaltılabilir, tarımsal üretimde maliyet baskısı hafifletilebilir ve kırsal kalkınma desteklenebilir. Bu model aynı zamanda küçük üreticilerin tek başına gerçekleştirmekte zorlanacağı yenilenebilir enerji yatırımlarına ortaklaşa erişimini sağlayarak enerji dönüşümünde sosyal adalet boyutunu güçlendirir.

Enerji kooperatifleri küçük sanayi siteleri ve esnaf grupları için de önemli fırsatlar sunmaktadır. Antalya’da mobilya, gıda işleme, metal işleme, soğuk zincir, lojistik, tamir-bakım ve küçük ölçekli üretim alanlarında faaliyet gösteren işletmeler, artan elektrik maliyetlerinden doğrudan etkilenmektedir. Küçük sanayi sitelerinde ortak çatı GES, otopark üstü solar carport veya uygun alanlarda arazi GES yatırımları kooperatif modeliyle geliştirilebilir. Böylece küçük işletmelerin enerji giderleri düşerken, karbon ayak izi azaltımı ve yeşil dönüşüme uyum kapasitesi de artacaktır.

Turizm sektörü açısından bakıldığında, enerji kooperatifleri özellikle aynı bölgede faaliyet gösteren otel kümeleri, tatil köyleri, butik oteller ve turizm işletmeleri için yenilikçi bir ortak yatırım modeli sunabilir. Antalya’da turizm tesislerinin elektrik tüketimi, özellikle yaz aylarında soğutma, aydınlatma, sıcak su, havuz pompaları ve mutfak ekipmanları nedeniyle oldukça yükselmektedir. Aynı turizm bölgesinde yer alan tesislerin birlikte kuracağı yenilenebilir enerji kooperatifleri, ortak arazi GES yatırımları veya bölgesel enerji paylaşım modelleriyle desteklenebilir. Bu yaklaşım hem işletme maliyetlerini azaltacak hem de Antalya’nın sürdürülebilir turizm destinasyonu kimliğini güçlendirecektir.

Apartman ve site yönetimleri de enerji kooperatifleri açısından değerlendirilmesi gereken önemli bir gruptur. Antalya’da özellikle çok bloklu siteler, rezidanslar ve büyük konut yerleşimleri; ortak alan aydınlatması, asansörler, hidroforlar, havuz pompaları, güvenlik sistemleri ve peyzaj sulaması nedeniyle düzenli elektrik tüketimine sahiptir. Bu yapılarda kurulacak çatı tipi GES veya ortak enerji kooperatifi modelleri, site aidatlarının enerji kaynaklı bölümünü azaltabilir. Bu modelin yaygınlaşması, kent ölçeğinde çatı güneşi potansiyelinin değerlendirilmesine ve vatandaşların enerji dönüşümüne doğrudan katılımına katkı sağlayacaktır.

Avrupa’da Almanya ve Danimarka gibi ülkelerde enerji kooperatifleri, yenilenebilir enerji yatırımlarının toplumsal kabulünü artıran temel araçlardan biri olmuştur. Almanya’da vatandaş enerjisi modeli, özellikle güneş ve rüzgâr yatırımlarında yerel halkın projelere ortak olmasını sağlamış; Danimarka’da ise rüzgâr enerjisi kooperatifleri, yerel mülkiyet ve gelir paylaşımı yaklaşımıyla yenilenebilir enerji projelerinin benimsenmesini kolaylaştırmıştır.

Bu örnekler, enerji dönüşümünün yalnızca teknik bir altyapı meselesi olmadığını; aynı zamanda mülkiyet, katılım, gelir paylaşımı ve yerel kabul süreçleriyle doğrudan ilişkili olduğunu göstermektedir. Antalya’da enerji kooperatiflerinin yaygınlaştırılması için güçlü bir kurumsal ve finansal çerçeveye ihtiyaç bulunmaktadır. Öncelikle yerel yönetimler, ticaret ve sanayi odaları,

ziraat odaları, sulama birlikleri, turizm birlikleri, kalkınma ajansları ve finans kuruluşları arasında iş birliği mekanizmaları kurulmalıdır.

Kooperatiflerin proje geliştirme, fizibilite, izin süreçleri, şebeke bağlantısı, finansman, mühendislik, işletme ve bakım aşamalarında teknik danışmanlık alabilmesi için yerel ölçekte rehberlik mekanizmaları oluşturulmalıdır. Ayrıca kooperatif üyelerinin yatırım süreçlerini anlayabilmesi için finansal okuryazarlık, enerji mevzuatı ve karbon azaltımı konularında eğitim programları düzenlenmelidir.

Finansman açısından enerji kooperatifleri, yeşil kredi, düşük faizli yatırım finansmanı, kalkınma ajansı destekleri, belediye öncülüğünde ortak yatırım modelleri, uluslararası iklim fonları ve karbon finansmanı mekanizmaları ile desteklenebilir. Özellikle küçük üreticilerin ve düşük gelirli hanelerin enerji dönüşümüne katılabilmesi için üyelik paylarının erişilebilir seviyede tutulması, sosyal fayda odaklı finansman modellerinin geliştirilmesi ve kamu destekli garanti mekanizmalarının oluşturulması önemlidir.

Böylece enerji kooperatifleri yalnızca ekonomik getirisi olan yatırım modelleri değil, aynı zamanda enerji yoksulluğuyla mücadele eden sosyal politika araçları haline gelebilir. Enerji kooperatiflerinin başarılı olabilmesi için şeffaf yönetim yapısı da kritik öneme sahiptir. Ortakların üretim, tüketim, gelir, gider ve karbon azaltım verilerini düzenli olarak takip edebileceği dijital izleme sistemleri kurulmalıdır. Kooperatiflerde karar alma süreçleri katılımcı olmalı, gelir paylaşımı ve maliyet azaltım modeli açık şekilde tanımlanmalıdır. Ayrıca kurulan yenilenebilir enerji tesislerinin performansı düzenli olarak izlenmeli, bakım süreçleri profesyonel şekilde yürütülmeli ve elde edilen karbon azaltım etkisi raporlanmalıdır.

Yerel yönetimler, iklim değişikliğiyle mücadelede hem doğrudan enerji tüketicisi hem de kent ölçeğinde dönüşümü yönlendiren kamu otoritesi konumundadır. Belediyeler; hizmet binaları, su ve atıksu pompaj tesisleri, arıtma tesisleri, katı atık tesisleri, otobüs garajları, mezbahalar, pazar yerleri, spor tesisleri, otoparklar, sosyal hizmet binaları, park-bahçe sulama sistemleri ve sokak aydınlatmaları aracılığıyla önemli miktarda enerji tüketmektedir. Bu nedenle yerel yönetimlerin kendi tesislerinde yenilenebilir enerji yatırımlarını artırması hem kamu bütçesinde tasarruf sağlayacak hem de kentteki özel sektör, vatandaşlar ve kurumlar için örnek oluşturacaktır.

Pazar yerleri ve otoparklar, Antalya'da yerel yönetimlerin güneş enerjisi yatırımları için en uygun alanlardan biridir. Kapalı pazar yerlerinin çatıları ve açık otoparkların üzeri solar carport sistemleriyle değerlendirilebilir. Bu uygulamalar bir yandan belediyeye elektrik üretimi sağlarken diğer yandan vatandaşlara gölgelendirilmiş, konforlu ve iklim koşullarına daha dayanıklı kamusal alanlar sunar. Özellikle yaz aylarında yüksek sıcaklıkların görüldüğü Antalya'da solar carport uygulamaları, hem kentsel ısı adası etkisinin azaltılmasına hem de elektrikli araç şarj altyapısının yenilenebilir enerjiyle desteklenmesine katkı sağlayacaktır.

Toplu taşıma altyapısı da yerel yönetimlerin yenilenebilir enerji projeleriyle birlikte ele alınmalıdır. Elektrikli otobüs garajları, bakım tesisleri ve aktarma merkezlerinin çatılarına GES kurulması; elektrikli otobüslerin ve belediye hizmet araçlarının yenilenebilir enerjiyle şarj

edilmesini mümkün hale getirebilir. Bu model, ulaşımda karbon azaltımı ile yenilenebilir enerji üretimini aynı çatı altında birleştiren güçlü bir uygulama olacaktır. Antalya’da havaalanı, otogar, raylı sistem durakları, otobüs depolama alanları ve belediye araç filoları için güneş enerjisi destekli şarj altyapısı planlanabilir.

Katı atık tesisleri ve arıtma tesisleri de yerel yönetimlerin enerji dönüşümünde öncelikli alanlardır. Belediyeler bu tesislerde hem güneş enerjisi hem de biyogaz, biyokütle ve atık ısı geri kazanımı gibi farklı temiz enerji kaynaklarını birlikte kullanabilir. Organik atıklardan biyogaz üretimi, arıtma çamurlarının enerjiye dönüştürülmesi ve atık ısı geri kazanımı, döngüsel ekonomi ile yenilenebilir enerji politikalarını bütünleştiren önemli uygulamalardır. Antalya Büyükşehir Belediyesi’nin biyokütle ve atık ısı geri kazanım tesisleri bu kapsamda ölçeklenebilir bir yerel model olarak değerlendirilebilir.

Yerel yönetimlerin yenilenebilir enerji projelerinde bir diğer önemli başlık da kırsal mahalleler ve tarımsal üretim alanlarıdır. Belediyeler, sulama kooperatifleri ve üretici birlikleriyle iş birliği yaparak tarımsal sulama amaçlı GES projeleri geliştirebilir. Bu projeler çiftçilerin enerji maliyetlerini azaltırken, kırsal kalkınmaya ve enerji yoksulluğuyla mücadeleye katkı sağlar. Ayrıca belediyeler, düşük gelirli hanelerin ortak alan elektrik tüketimini azaltmak amacıyla sosyal konutlar, halk ekmek tesisleri, kreşler, yaşlı bakım merkezleri ve sosyal yardım tesislerinde güneş enerjisi uygulamalarını yaygınlaştırabilir.

Sorunların Tespiti

Antalya’da yenilenebilir enerji yatırımlarının artmasının önünde teknik, finansal, mevzuatsal ve kurumsal çeşitli engeller bulunmaktadır:

Dağıtık GES yatırımlarında bağlantı kapasitesi ve trafo uygunluğu birçok bölgede sınırlayıcı unsur haline gelmektedir.

Konut, apartman ve site ölçeğinde çatı GES farkındalığı düşük; teknik danışmanlık, statik uygunluk ve ortak karar alma süreçleri zayıftır.

Turizm tesislerinde enerji etütleri, tüketim profili analizi ve GES-depolama fizibiliteleri yeterince yaygın değildir.

Tarımsal sulamada elektrik tüketimi yüksek olmasına rağmen sulama birlikleri ve kooperatiflerin finansmana erişimi sınırlıdır.

Enerji kooperatifleri konusunda mevzuat, uygulama modeli, muhasebe ve bağlantı süreçleri yeterince bilinmemektedir.

Yerel yönetimlerin yenilenebilir enerji projelerinde yatırım bütçesi, teknik personel ve proje geliştirme kapasitesi sınırlı kalabilmektedir.

Şehir ölçeğinde çatı potansiyel envanteri, tüketim haritası ve dijital yenilenebilir enerji izleme platformu bulunmamaktadır.

Depolama, akıllı sayaç, talep tarafı yönetimi ve mikro şebeke uygulamaları henüz pilot düzeyde kalmaktadır.

Çözüm Önerileri

Antalya Çatı GES Seferberliği kapsamında;

Kamu binaları, okullar, hastaneler, belediye tesisleri, OSB çatıları, oteller ve ticari binalar için “Antalya Çatı GES Envanteri” hazırlanmalıdır.

Uydu görüntüleri ve CBS tabanlı analizlerle uygun çatı alanları, gölgelenme durumu, yaklaşık kurulu güç ve üretim potansiyeli hesaplanmalıdır.

10 kW konut, 100 kW ticari bina, 1 MW sanayi/turizm tesisi gibi tip projeler için standart fizibilite rehberleri hazırlanmalıdır.

Yeni yapı ruhsatlarında GES’e hazır çatı, kablo güzergâhı, inverter alanı ve elektrikli araç şarj altyapısı şartı getirilmelidir.

Turizm Tesisleri İçin Güneş Enerjisi ve Karbon Azaltım Programı kapsamında;

Otellerde yıllık enerji etüdü, karbon ayak izi ölçümü ve yenilenebilir enerji yol haritası zorunlu/teşvikli hale getirilmelidir.

Çatı GES, otopark üstü GES, arazi GES, güneş termal sistem, ısı pompası ve batarya depolama birlikte planlanmalıdır.

Sürdürülebilir turizm sertifikalarına yenilenebilir enerji kullanım oranı, elektrikli şarj altyapısı ve karbon azaltım göstergeleri eklenmelidir.

Turizm bölgelerinde otel kümeleri için ortak GES veya enerji kooperatifi modelleri geliştirilmelidir.

Tarımsal Sulamada GES ve Yüzer GES Pilotları kapsamında;

Sulama kooperatifleri ve birlikleri için belediye destekli toplu GES yatırım modeli oluşturulmalıdır.

Pompa modernizasyonu, damla sulama, akıllı sulama otomasyonu ve GES yatırımları birlikte değerlendirilmelidir.

Baraj ve göletlerde çevresel etki, ekolojik taşıma kapasitesi ve şebeke bağlantısı analiz edilerek yüzer GES pilotları başlatılmalıdır.

Tarımsal sulama GES projelerinde çiftçi katkı payı, belediye desteği, kalkınma ajansı hibesi ve yeşil kredi birlikte kurgulanmalıdır.

Enerji Kooperatifleri ve Yerel Katılım kapsamında;

Antalya’da tarımsal sulama, küçük sanayi sitesi, site/apartman ve turizm kümeleri için ayrı enerji kooperatifi rehberleri hazırlanmalıdır.

Kooperatiflere proje geliştirme, bağlantı başvurusu, finansman, işletme ve bakım konularında teknik destek verilmelidir.

Düşük gelirli hanelerin enerji maliyetlerini azaltmak için sosyal enerji kooperatifleri ve belediye destekli ortak GES modelleri denenmelidir.

Yerel Yönetimler İçin Yenilenebilir Enerji Yol Haritası kapsamında;

Antalya Büyükşehir Belediyesi ve ilçe belediyeleri için 2030'a kadar belediye elektrik tüketiminin en az %50'sinin yenilenebilir kaynaklardan karşılanması hedeflenmelidir.

Su ve atıksu pompaj tesisleri, ulaşım garajları, hizmet binaları, pazar yerleri ve otoparklarda GES yatırımları önceliklendirilmelidir.

Belediyelerde enerji üretimi, tüketimi ve emisyon azaltımını izleyen dijital enerji yönetim platformu kurulmalıdır.

Uluslararası iklim fonları, yeşil tahvil, performansa dayalı enerji hizmet sözleşmeleri ve kamu-özel iş birliği modelleri aktif kullanılmalıdır.

Sonuç

Yukarıdaki uygulamaların hayata geçirilmesiyle Antalya'da yenilenebilir enerji yatırımlarının iklim, ekonomi ve sosyal refah boyutlarında önemli katkılar üretmesi beklenmektedir. 2030 yılına kadar çatı GES, turizm tesisleri GES'i, tarımsal sulama GES'i ve belediye projeleri birlikte ele alındığında Antalya'da yüzlerce MW düzeyinde yeni dağıtık güneş kapasitesi oluşturulabilir. Antalya koşullarında her 1 MW güneş enerjisi kapasitesi yaklaşık 1,5–1,7 milyon kWh/yıl elektrik üretme potansiyeline sahiptir.

Bu nedenle 500 MW düzeyinde yeni dağıtık GES kapasitesi teorik olarak yılda yaklaşık 750–850 milyon kWh temiz elektrik üretimi anlamına gelebilir. Bu üretim; elektrik faturalarında azalma, fosil yakıt ithalatına bağımlılığın düşmesi, turizm sektöründe yeşil destinasyon algısının güçlenmesi, çiftçilerin sulama maliyetlerinin azalması ve belediye bütçelerinde enerji giderlerinin düşürülmesi gibi doğrudan faydalar sağlayacaktır. Ayrıca yenilenebilir enerji yatırımları, mühendislik, montaj, bakım-onarım, yazılım, enerji yönetimi ve finansman alanlarında nitelikli yerel istihdam yaratacaktır.

Önerilen programların ölçülebilir performans göstergeleri şunlar olmalıdır:

2030'a kadar il genelinde yeni dağıtık GES kapasitesi: en az 500 MW.

Belediye tesislerinde yenilenebilir elektrik karşılama oranı: en az %50.

Turizm tesislerinde GES veya güneş termal sistem kullanan tesis oranı: en az %60.

Tarımsal sulama elektrik tüketiminde yenilenebilir kaynak payı: en az %50.

Enerji kooperatifi pilot uygulamaları: en az 10 farklı kooperatif/küme modeli.

Dijital enerji izleme platformuna dahil tesis sayısı: en az 1.000 tüketim/üretim noktası.

Antalya'nın COP31 sürecinde güçlü bir iklim liderliği ortaya koyabilmesi için yenilenebilir enerji yatırımları merkezi bir politika başlığı olarak ele alınmalıdır. Güneş enerjisi potansiyeli, turizm ve tarım sektörlerinin yüksek enerji ihtiyacı, belediyelerin mevcut temiz enerji deneyimi ve OSB ölçeğinde gelişen GES altyapısı Antalya'yı Türkiye'de örnek bir dağıtık yenilenebilir enerji kenti haline getirebilecek niteliktedir.

Çatı tipi güneş enerjisi sistemleri, turizm tesislerinde güneş enerjisi, tarımsal sulamada GES, enerji kooperatifleri ve yerel yönetim projeleri birlikte değerlendirildiğinde Antalya için bütünsel bir yenilenebilir enerji dönüşüm modeli oluşturulabilir. Bu model yalnızca karbon azaltımı sağlamayacak; aynı zamanda enerji maliyetlerini düşürecek, çiftçiyi ve işletmeleri destekleyecek, turizmde sürdürülebilirlik değerini artıracak ve yerel ekonomiye yeni yatırım alanları kazandıracaktır.

COP31 Antalya vizyonu kapsamında önerilen yaklaşım; veri temelli planlama, yerel katılım, finansman çeşitliliği, dijital izleme ve sektör bazlı uygulama rehberleri üzerine kurulmalıdır. Böylece Antalya, Akdeniz Havzası'nda iklim dirençli, düşük karbonlu ve yenilenebilir enerji odaklı şehir modelinin öncü örneklerinden biri haline gelebilecektir.

Kaynaklar

- [1] IRENA, Renewable Capacity Highlights 2026, 2026.
- [2] T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, "Güneş ve Rüzgâr Kurulu Gücü Toplamı 40 Bin Megavatı Aştı", 23.02.2026.
- [3] T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, Güneş Enerjisi Potansiyel Atlası (GEPA), Antalya İl Verileri.
- [4] World Bank, "Can distributed solar power light up Türkiye's clean energy transition?", 2024.
- [5] Antalya Büyükşehir Belediyesi, Temiz Enerji Tesisleri ve Tarımsal Sulamada Güneş Enerjisi Uygulamaları.
- [6] Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü, "Yüzer GES'lerle Hem Temiz Enerji Hem Su Tasarrufu", 2024.
- [7] COP31 Antalya 3. Grup / Enerji Verimliliği, Dijital ve Yeşil Dönüşüm Çalışma Taslağı, 2026.
- [8] Özaltın Holding, Antalya Elmalı 60 MW Güneş Enerjisi Santrali Proje Bilgileri.
- [9] **International Energy Agency (IEA), Global Energy Review 2026: Solar PV and Wind.**
- [10] GHG Protocol, Corporate Standard and Scope 2 Guidance.

7. Yeşil Hidrojen Potansiyeli

Kapsam ve Mevcut Durum

Yeşil hidrojen; yenilenebilir enerji kaynakları kullanılarak elektroliz yöntemiyle üretilen düşük karbonlu enerji taşıyıcısıdır. IRENA verilerine göre yenilenebilir enerji maliyetlerindeki düşüş yenilenebilir enerji destekli hidrojen teknolojilerinin yaygınlaşmasını hızlandırmaktadır.

Türkiye özellikle enerji ithalatını azaltma ve sanayide karbonsuzlaşma amacıyla yeşil hidrojeni stratejik alan olarak görmektedir. Sanayide demir-çelik, gübre, petrokimya ve rafineri sektörlerinde kullanılabileceği gibi ulaşım alanında ağır taşıtlar, otobüsler, denizcilik ve tren sistemleri yakıt hücresi tabanlı çözümler için değerlendirilebilir. T.C Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı tarafından hazırlanan “Türkiye Hidrojen Teknolojileri Stratejisi ve Yol Haritası”, bu doğrultuda yapılabilecekleri belirlemiştir [4]. Türkiye Hidrojen Teknolojileri Stratejisi ve Yol Haritası kapsamında belirlenen temel hedefler arasında, yeşil hidrojen üretim maliyetinin 2035 yılına kadar 2,4 ABD\$/kgH₂'nin, 2053 yılına kadar ise 1,2 ABD\$/kgH₂'nin altına düşürülmesi yer almaktadır. Ayrıca elektrolizör kurulu gücünün 2030 yılında 2 GW'a, 2035 yılında 5 GW'a ve 2053 yılında 70 GW'a çıkarılması hedeflenmektedir.

Türkiye’de yeşil hidrojen üretimi konusunda atılan en somut adımlardan bir tanesi Güney Marmara Kalkınma Ajansı’nın koordinatör olarak yer aldığı uluslararası ortaklı 16 üyeli konsorsiyumun hazırladığı “HYSouthMarmara Projesi” dir. İlgili proje Ufuk Avrupa Clean Hydrogen Partnership (Temiz Hidrojen Ortaklığı) 2022 Yılı Çağrısı kapsamında desteklenmeye hak kazanmıştır ve 5 yıl sürecek olan proje kapsamında Türkiye’nin ilk Yeşil Hidrojen Vadisi’nin oluşturulması amaçlanmaktadır [5].

Avrupa Birliği’nin hidrojen stratejileri doğrultusunda Akdeniz bölgesi önemli üretim potansiyeline sahiptir. Bu bağlamda Antalya; yüksek güneşlenme süresi, yenilenebilir enerji kapasitesi ve liman bağlantıları sayesinde yeşil hidrojen yatırımları açısından stratejik konumdadır. Ayrıca turizm ve karbon nötr hedefleri doğrultusunda oteller karbon ayak izi azaltımı, sürdürülebilir enerji sertifikaları ve yeşil dönüşüm nedenleriyle de gelecekte hidrojen teknolojilerinin potansiyel kullanıcıları arasında yer alabilir. Özellikle büyük resort oteller, marina sistemleri ve havaalanı lojistiği potansiyel kullanım alanlarıdır. Antalya’daki sera üretimi, sulama sistemleri ve tarımsal soğuk zincir altyapıları, yenilenebilir enerji destekli hidrojen üretim ve depolama sistemleriyle entegre edilebilir. Bu konu özellikle enerji sürekliliği ve dizel bağımlılığını azaltma açısından önemlidir.

Antalya’nın liman altyapısı, turizm faaliyetleri ve tarımsal üretim yapısı yeşil hidrojen uygulamaları açısından önemli fırsatlar sunmaktadır. Liman operasyonlarında kullanılan ekipmanların yakıt hücreli sistemlere dönüştürülmesi, kıyı elektrifikasyonu uygulamaları ve gelecekte hidrojen türevli yakıtların lojistik süreçlerde kullanılması potansiyel uygulama alanları arasında yer almaktadır. Bunun yanında Organize Sanayi Bölgeleri, soğuk hava depoları ve tarımsal lojistik tesislerinde yenilenebilir enerji destekli hidrojen sistemleri enerji depolama ve yedek güç amacıyla değerlendirilebilir. Ancak elektroliz süreçlerinin su gereksinimi dikkate

alınarak arıtılmış atık su ve alternatif su kaynaklarının kullanımı da planlama sürecine dahil edilmelidir.

Sorunların Tespiti

Mevcut durumda, yeşil hidrojen üretiminin yaygınlaşmasının önünde aşağıda sıralanan sorunlar bulunmaktadır:

- Hidrojen altyapısı yeterince gelişmemiştir.
- Yüksek yatırım maliyetleri bulunmaktadır.
- Teknik uzmanlık eksikliği vardır.
- Yenilenebilir enerji-hidrojen entegrasyonu sınırlıdır.
- Mevzuat altyapısı gelişim aşamasındadır.
- Elektroliz süreçlerinde kullanılacak su kaynaklarının sürdürülebilir yönetimi ve alternatif olarak arıtılmış atık su veya deniz suyu arıtma teknolojilerinin değerlendirilmesi gerekmektedir.

Çözüm Önerileri

- **Pilot Yeşil Hidrojen Projeleri:** Liman, OSB ve turizm tesislerinde pilot uygulamalar geliştirilmelidir.
- **Güneş Enerjisi Destekli Elektroliz Sistemleri:** Bölgenin yüksek güneş potansiyeli değerlendirilmelidir.
- **Sanayi ve Ulaşım Entegrasyonu:** Ağır taşımacılık ve endüstriyel proseslerde hidrojen kullanımı desteklenmelidir.
- **Üniversite-Sanayi Ar-Ge Programları:** Hidrojen teknolojileri için araştırma altyapıları oluşturulmalıdır.

Sonuç

Önerilen uygulamalar ile:

- Düşük karbonlu enerji dönüşümü hızlanabilir,
- Yenilenebilir enerji kullanım oranı artabilir,
- Enerji arz güvenliği güçlenebilir,

Antalya, sahip olduğu yenilenebilir enerji potansiyeli ve stratejik konumu sayesinde hidrojen teknolojilerinin geliştirilmesi ve yaygınlaştırılması açısından öncü bölgelerden biri olma potansiyeline sahiptir. Bu kapsamda yeşil hidrojen, Antalya'nın sürdürülebilir kalkınma hedefleri, enerji arz güvenliği ve düşük karbonlu ekonomi dönüşümü açısından değerlendirilmesi gereken stratejik teknolojiler arasında yer almaktadır.

Kaynaklar

- [1] IRENA, Green Hydrogen Cost Reduction Report, 2023.
- [2] Hydrogen Council, Hydrogen Insights Report 2024.
- [3] IEA, Global Hydrogen Review, 2024.
- [4] T.C Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, Türkiye Hidrojen Teknolojileri Stratejisi ve Yol Haritası, 2023.
- [5] <https://www.gmka.gov.tr/haber/turkiyenin-ilk-yesil-hidrojen-vadisi-kuruluyor>

8. Döngüsel Ekonomi ve Enerji

Kapsam ve Mevcut Durum

Döngüsel ekonomi yaklaşımı; kaynak kullanımını azaltmayı, atıkları yeniden değerlendirmeyi ve enerji geri kazanımını esas alan sürdürülebilir kalkınma modelidir.

Antalya’da turizm, tarım ve hizmet sektörlerinden kaynaklanan organik atık miktarı oldukça yüksektir. Bu durum biyogaz, atıktan enerji üretimi ve organik atık değerlendirme sistemleri açısından önemli fırsatlar sunmaktadır.

OECD verilerine göre döngüsel ekonomi uygulamaları şehir ölçeğinde kaynak verimliliğini ciddi oranda artırabilmektedir.

Sorunların Tespiti

- Organik atıkların büyük kısmı depolamaya gitmektedir.
- Atıktan enerji üretim kapasitesi sınırlıdır.
- Kaynakta ayrıştırma sistemleri yeterince yaygın değildir.
- Biyogaz yatırımları için teknik kapasite eksikliği bulunmaktadır.
- Finansman mekanizmaları sınırlıdır.

Çözüm Önerileri

- **Atıktan Enerji Üretimi:** Belediye ve turizm kaynaklı organik atıklar enerji üretiminde değerlendirilmelidir.
- **Bölgesel Biyogaz Tesisleri:** Tarımsal ve hayvansal atıklardan enerji üretimi desteklenmelidir.
- **Organik Atık Ayrıştırma Sistemleri:** Oteller ve büyük işletmeler için zorunlu ayrıştırma sistemleri oluşturulmalıdır.
- **Sıfır Atık Politikaları:** Yerel yönetim destekli geri dönüşüm ve atık azaltım politikaları güçlendirilmelidir.

Sonuç

Önerilen uygulamalar ile:

- Metan emisyonlarında azalma,
- Enerji üretim kapasitesinde artış,
- Düzenli depolama yükünde azalma,
- Kaynak verimliliğinde iyileşme sağlanabilir.

Döngüsel ekonomi uygulamaları Antalya'nın sürdürülebilir enerji dönüşümünü destekleyecek önemli araçlardan biri olacaktır.

Kaynaklar

[1] OECD, Circular Economy and Cities Report, 2020.

[2] UNEP, Global Waste Management Outlook, 2024.

[3] Ellen MacArthur Foundation, Circular Economy in Cities Toolkit, 2022.

9. Yerel Yönetimlerin Enerji Politikaları

Kapsam ve Mevcut Durum

Yerel yönetimler, iklim değişikliğiyle mücadelede kent ölçeğinde en kritik uygulayıcı aktörlerdir. Belediyeler, bina stoku, ulaşım, atık yönetimi, içme suyu ve atıksu hizmetleri, sokak aydınlatması, park-bahçe sulaması, imar ve kentsel dönüşüm kararları, afet yönetimi, dijital altyapı ve kamusal satın alma süreçleri üzerinden hem doğrudan hem de dolaylı sera gazı emisyonlarını etkileyebilmektedir. Bu nedenle belediyelerin enerji politikaları yalnızca kurumsal elektrik ve yakıt tüketimini azaltmaya dönük teknik bir alan olarak değil, kent ölçeğinde karbon yönetimi, yenilenebilir enerji yatırımları ve akıllı şehir uygulamalarının birlikte tasarlandığı bütüncül bir yönetim alanı olarak ele alınmalıdır.

Türkiye’de ulusal iklim politikası açısından önemli bir kurumsal çerçeve oluşmaktadır. İklim Değişikliği Başkanlığı tarafından yayımlanan 2024-2030 İklim Değişikliği Azaltım Stratejisi ve Eylem Planı ile 2024-2030 İklim Değişikliğine Uyum Stratejisi ve Eylem Planı, azaltım ve uyum politikalarının ulusal düzeyde yönünü belirlemektedir [1]. 7552 sayılı İklim Kanunu ile yerel iklim değişikliği eylem planlarının her ilin bütüncül planı olacak şekilde hazırlanması, büyükşehirlerde büyükşehir belediyelerinin sürece doğrudan dahil olması ve planların İl İklim Değişikliği Koordinasyon Kuruluna sunulması öngörülmüştür [2]. Bu durum belediyelerin enerji, karbon, veri ve yatırım yönetimi kapasitesini güçlendirmesini zorunlu hale getirmektedir.

Antalya açısından mevcut durum, yerel enerji politikalarının COP31 süreciyle doğrudan ilişkilendirilebileceğini göstermektedir. Antalya Büyükşehir Belediyesi, 2013 yılında Belediye Başkanları Sözleşmesi’ni imzalamış, kurumsal ve kent ölçeğinde sera gazı envanteri çalışmaları yürütmüş; Sürdürülebilir Enerji Eylem Planı ile 2019 temel yılına göre 2030 yılında kişi başı emisyonlarda yaklaşık %40 azaltım hedefi ortaya koymuştur [3]. Antalya’nın turizm, tarım, liman, serbest bölge, organize sanayi, ulaşım ve hızlı nüfus artışı gibi özellikleri, belediye enerji politikalarının yalnızca belediye hizmet binalarıyla sınırlı kalmaması, kent ölçeğinde enerji talebi, karbon azaltımı, veri izleme ve iklim dirençliliğiyle birlikte planlanması gerektiğini göstermektedir.

Belediye binalarında yenilenebilir enerji kullanımı, yerel yönetimlerin görünür ve ölçülebilir dönüşüm alanlarından biridir. Hizmet binaları, sosyal tesisler, kültür merkezleri, otogarlar, su ve atıksu tesisleri, hal kompleksleri, spor tesisleri ve otoparklar, çatı tipi güneş enerjisi sistemleri, enerji verimli aydınlatma, ısı pompası, bina otomasyonu, enerji izleme yazılımları ve depolama uygulamaları için uygun alanlar sunmaktadır. Bu yatırımlar belediye enerji maliyetlerini azaltırken yerel halka ve özel sektöre örnek teşkil etmektedir.

Akıllı şehir enerji yönetimi ise belediyelerin karbon azaltım kapasitesini veri temelli hale getiren ana araçtır. 2024-2030 Ulusal Akıllı Şehirler Stratejisi ve Eylem Planı taslak şeması, ileri teknoloji, sürdürülebilir dünya ve dirençli dünya eksenlerini öne çıkarmakta, dijitalleşme, yapay zekâ algılayıcılar ve akıllı şehir uygulamalarıyla kaynakların dengeli kullanılmasını ve çevresel-sosyal şoklara dayanıklılığın artırılmasını hedeflemektedir [4]. Bu çerçevede akıllı sayaçlar, IoT tabanlı izleme, coğrafi bilgi sistemleri, bina enerji yönetim sistemleri, akıllı aydınlatma, su

kayıp-kaçak izleme, elektrikli araç şarj altyapısı ve kent ölçeğinde karbon veri panelleri belediye enerji politikasının temel bileşenleri haline gelmelidir.

Sorunların Tespiti

Yerel yönetimlerin enerji politikalarında aşağıdaki sorun alanları öne çıkmaktadır:

- Belediyelerde kurumsal karbon ayak izi ve kent ölçeğinde sera gazı envanteri çalışmaları çoğu zaman düzenli, güncel, doğrulanabilir ve karşılaştırılabilir veri setleriyle desteklenmemektedir.
- Enerji tüketimi, hizmet binaları, park-bahçe aydınlatması, su-atıksu tesisleri, ulaşım hizmetleri, sosyal tesisler ve bağlı şirketler düzeyinde parçalı biçimde izlenmekte; bütünlüklü bir enerji yönetim sistemi her zaman bulunmamaktadır.
- Belediye binalarında enerji verimliliği potansiyeli yüksek olmasına rağmen enerji etütleri, bina otomasyonu, LED dönüşümü, ısı yalıtımı ve yenilenebilir enerji yatırımları bütüncül bir yatırım programına bağlanmamaktadır.
- Çatı tipi güneş enerjisi, otopark üstü güneş enerjisi, su-atıksu tesislerinde yenilenebilir enerji kullanımı ve belediye mülkiyetindeki uygun alanlarda enerji üretimi uygulamaları yaygınlaştırılmaya ihtiyaç duymaktadır.
- Akıllı şehir uygulamaları çoğu zaman ulaşım, güvenlik, altyapı veya vatandaş hizmetleri odaklı tasarlanmakta, enerji verimliliği, karbon azaltımı ve iklim uyumu göstergeleriyle yeterince ilişkilendirilmemektedir.
- Belediye bilgi sistemleri, coğrafi bilgi sistemleri, sayaç verileri, araç filosu verileri, bina enerji tüketimi ve karbon hesaplama verileri arasında entegrasyon eksikliği bulunmaktadır.
- Enerji yatırımları için finansman modeli, teknik fizibilite, geri ödeme süresi, bakım-onarım kapasitesi ve performans takibi konularında kurumsal kapasitenin güçlendirilmesi gerekmektedir.
- İlçe belediyeleri ile büyükşehir belediyesi arasında veri paylaşımı, ortak standart, ortak gösterge seti ve ortak yatırım önceliklendirmesi yeterince sistematik yürütülmediğinde kent ölçeğinde karbon yönetimi zayıflamaktadır.
- Vatandaş, özel sektör, OSB, turizm tesisleri, üniversiteler ve meslek odalarıyla enerji dönüşümü konusunda sürekli ve veri temelli katılım mekanizmaları yeterince kurumsallaşmamıştır.

Çözüm Önerileri

Yerel yönetimlerin enerji politikalarının COP31 sürecinde görünür, ölçülebilir ve uygulanabilir bir modele dönüşebilmesi için aşağıdaki çözüm önerileri geliştirilebilir:

- **Belediye Karbon Yönetim Sistemi kurulabilir:** Büyükşehir ve ilçe belediyeleri için kurumsal karbon ayak izi, kent ölçeğinde emisyon envanteri, yıllık azaltım hedefleri, sektör bazlı veri toplama yöntemi ve izleme-raporlama takvimi tanımlanabilir. Hesaplama yaklaşımı ulusal strateji belgeleri, IPCC metodolojisi, GHG Protocol ve yerel iklim eylem planı gereklilikleriyle uyumlu olabilir.

- **Antalya Yerel Enerji ve Karbon Veri Paneli oluşturulabilir:** Belediye binaları, sokak aydınlatması, su-atıksu tesisleri, ulaşım filosu, yenilenebilir enerji üretimi, elektrikli araç şarj noktaları ve enerji verimliliği yatırımları tek bir dijital gösterge panelinde izlenebilir. Panel, karar vericiler için yönetim ekranı; kamuoyu için ise sadeleştirilmiş şeffaflık ekranı olarak iki seviyede tasarlanabilir.

- **Belediye binaları için enerji etüdü ve dönüşüm programı başlatılabilir:** Öncelikli binalar enerji tüketimi, kullanım yoğunluğu, çatı GES potansiyeli, soğutma yükü, bakım ihtiyacı ve geri ödeme süresine göre sınıflandırılmalıdır. İlk aşamada yüksek tüketimli belediye hizmet binaları, sosyal tesisler, spor tesisleri, kültür merkezleri, otogarlar, haller ve otoparklar ele alınabilir.

- **Belediye binalarında yenilenebilir enerji yatırımları yaygınlaştırılabilir:** Çatı tipi ve otopark üstü güneş enerjisi sistemleri, batarya depolama, ısı pompası, güneş enerjili sıcak su sistemleri ve enerji verimli aydınlatma uygulamaları önceliklendirilebilir. Su ve atıksu tesisleri gibi sürekli enerji tüketen belediye tesisleri, yenilenebilir enerji uygulamaları için pilot alan olarak değerlendirilebilir.

- **Akıllı aydınlatma ve enerji verimli kamusal alan dönüşümü yapılabilir:** Sokak, park, sahil bandı, meydan ve yürüyüş yollarında LED dönüşümü, zamanlama, hareket/yoğunluk sensörü, uzaktan izleme ve arıza yönetimi sistemleri kullanılmalıdır. Bu uygulamalar hem enerji tasarrufu hem de bakım maliyeti azaltımı sağlayacaktır.

- **Akıllı şehir enerji yönetimi, iklim hedefleriyle ilişkilendirilebilir:** Akıllı şehir projelerinde performans göstergeleri yalnızca hizmet kalitesi veya dijitalleşme düzeyiyle sınırlı kalmamalı, kWh tasarrufu, CO₂e azaltımı, yenilenebilir enerji üretimi, su tasarrufu, yoğunluk yönetimi ve afet/iklim dirençliliği göstergeleri de zorunlu hale getirilebilir.

- **Belediye araç filusunda düşük karbonlu dönüşüm planlanabilir:** Hizmet araçları, toplu taşıma destek araçları, bakım-onarım araçları ve hafif ticari araçlar için elektrikli/hibrid

dönüşüm takvimi hazırlanabilir. Şarj altyapısı belediye binaları, otoparklar, turizm yoğun bölgeler ve toplu taşıma aktarma noktalarıyla bütünleşik planlanabilir.

- **Yeşil satın alma ve düşük karbonlu ihale kriterleri uygulanabilir:** Belediyelerin mal ve hizmet alımlarında enerji verimliliği sınıfı, yaşam döngüsü maliyeti, karbon ayak izi, geri dönüştürülmüş içerik, bakım-onarım verimliliği ve ürün ömrü gibi kriterler ihale şartnamelerine dahil edilebilir.

- **İlçe belediyeleriyle ortak standart ve kapasite programı geliştirilebilir:** Büyükşehir belediyesi koordinasyonunda ilçe belediyeleri için karbon muhasebesi, enerji yönetimi, yenilenebilir enerji fizibilitesi, akıllı şehir verisi ve iklim eylem planı hazırlama konularında ortak eğitim ve rehberlik programı oluşturulabilir.

- **Finansman ve proje havuzu hazırlanabilir:** Enerji verimliliği ve yenilenebilir enerji yatırımları için belediye bütçesi, ulusal destekler, kalkınma ajansı programları, uluslararası iklim finansmanı, performans dayalı enerji hizmet sözleşmeleri ve kamu-özel iş birliği modelleri birlikte değerlendirilebilir. Her proje için yatırım tutarı, beklenen enerji tasarrufu, emisyon azaltımı, geri ödeme süresi ve sosyal fayda göstergeleri yer alabilir.

- **COP31 için Antalya Yerel Yönetimler Enerji Politikaları Pilot Programı tasarlanabilir:** COP31 sürecinde Antalya'dan seçilecek belediye binaları, akıllı aydınlatma bölgeleri, yenilenebilir enerji tesisleri ve dijital enerji izleme uygulamaları “gösterim projeleri” olarak kurgulanabilir. Bu projeler hem teknik başarı hem de iletişim değeri yüksek olacak şekilde raporlanmalı ve ulusal/uluslararası paydaşlarla paylaşılmalıdır.

Sonuç

Yerel yönetimlerin enerji politikaları, Antalya'nın COP31 sürecinde yalnızca çevresel bir gündem değil, aynı zamanda ekonomik verimlilik, kurumsal kapasite, teknolojik dönüşüm ve kent direnci gündemidir. Belediyelerde karbon yönetimi, belediye binalarında yenilenebilir enerji ve akıllı şehir enerji yönetimi birlikte ele alındığında; enerji maliyetlerinin azaltılması, sera gazı emisyonlarının düşürülmesi, kamu hizmetlerinde verimliliğin artırılması ve iklim krizine karşı daha dirençli bir kent yapısının kurulması mümkündür.

Antalya'nın daha önce sürdürülebilir enerji eylem planı hazırlamış olması ve 2030 için karbon azaltım hedefi ortaya koyması önemli bir başlangıçtır. Ancak COP31 süreci bu çalışmalarını daha ileri taşıyarak büyükşehir ve ilçe belediyelerini kapsayan, veri temelli, yatırım odaklı, ölçülebilir ve şeffaf bir yerel enerji politikası modelinin geliştirilmesi için fırsat sunmaktadır. Bu model; belediye binalarında yenilenebilir enerji yatırımlarını, akıllı şehir enerji yönetimini, kent

ölçeğinde karbon veri panelini ve ilçe belediyeleriyle ortak uygulama kapasitesini aynı çatı altında birleştirmelidir.

Önerilen uygulamalar hayata geçirildiğinde Antalya; turizm, tarım, sanayi ve kent yaşamı baskılarının yoğun olduğu bir büyükşehirde yerel yönetimlerin enerji dönüşümünü nasıl yöneteceğini gösteren örnek bir COP31 kenti haline gelebilir. Böylece belediyeler, hem kendi kurumsal emisyonlarını azaltan hem de kentteki diğer aktörleri düşük karbonlu dönüşüme yönlendiren öncü kurumlar olarak konumlanacaktır.

Kaynaklar

- [1] T.C. İklim Değişikliği Başkanlığı. (2024). İklim Değişikliği Azaltım Stratejisi ve Eylem Planı (2024-2030) ve İklim Değişikliğine Uyum Stratejisi ve Eylem Planı (2024-2030). Erişim: <https://iklim.gov.tr/eylem-planlari-i-19>
- [2] 7552 sayılı İklim Kanunu. (2025). Resmî Gazete, 9 Temmuz 2025. Yerel iklim değişikliği eylem planları ve İl İklim Değişikliği Koordinasyon Kurulu hükümleri.
- [3] Antalya Büyükşehir Belediyesi. (2021). Sürdürülebilir Enerji Eylem Planı. Antalya Büyükşehir Belediyesi Çevre Koruma ve Kontrol Dairesi Başkanlığı, İklim Değişikliği ve Temiz Enerji Şube Müdürlüğü.
- [4] Antalya Büyükşehir Belediyesi. (2022). Sürdürülebilir Enerji ve İklim Eylem Planı (SECAP).
- [5] T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, Akıllı Şehirler Dairesi Başkanlığı. (2026). 2024-2030 Ulusal Akıllı Şehirler Stratejisi ve Eylem Planı Taslak Şeması.
- [6] Türkiye Belediyeler Birliği. (2026). Belediyeler iklim değişikliği eylem planlarını paylaştı. Erişim: <https://www.tbb.gov.tr/tr/haberler/belediyeler-iklim-degisikligi-eylem-planlarini-paylasti>
- [7] Global Covenant of Mayors for Climate & Energy. Common Reporting Framework and city climate action guidance documents. Erişim: <https://www.globalcovenantofmayors.org>
- [8] ICLEI. Global Protocol for Community-Scale Greenhouse Gas Inventories (GPC) ve yerel yönetimler için sera gazı envanteri yaklaşımı. Erişim: <https://iclei.org>
- [9] ISO 50001 Energy Management Systems. Enerji yönetim sistemleri için uluslararası standart yaklaşımı.
- [10] GHG Protocol. (2014). Global Protocol for Community-Scale Greenhouse Gas Emission Inventories.

10. Karbon Piyasaları ve Finansman

10.1. Gönüllü Karbon Piyasaları

Kapsam ve Mevcut Durum

Karbon piyasaları, Paris Anlaşması'nın uygulanmasında ve küresel net sıfır emisyon hedeflerine ulaşılmasında temel piyasa araçlarından biri olarak kabul edilmektedir. Karbon fiyatlandırma mekanizmaları ve karbon kredisi piyasaları, emisyon azaltım yatırımlarına ekonomik değer kazandırarak özel sektörün iklim finansmanına katılımını artırmaktadır.

Dünya Bankası'nın 2026 tarihli State and Trends of Carbon Pricing raporuna göre, 2026 yılı itibarıyla dünya genelinde uygulanmakta olan 87 karbon fiyatlandırma politikası (ETS ve karbon vergileri dahil) küresel sera gazı emisyonlarının yaklaşık %29'unu kapsamaktadır [World Bank, 2026, s.5]. Bu oran 2016 yılında yaklaşık %12 seviyesinde olup son on yılda kapsam alanı iki kattan fazla büyümüştür [World Bank, 2026, s.5-9].

Türkiye açısından önemli bir gelişme olarak 7552 Sayılı İklim Kanunu ile gönüllü karbon piyasaları ilk kez açık biçimde ulusal mevzuat kapsamında tanımlanmıştır. Kanunda gönüllü karbon piyasaları; “karbon kredilerinin gönüllülük esasına göre alım satımının yapıldığı piyasalar” olarak tanımlanmaktadır [7552 Sayılı İklim Kanunu, md.2/i].

Aynı Kanunda karbon kredisi ise “sera gazı emisyonlarının azaltım veya giderim faaliyetlerinin bağımsız kuruluşlar tarafından doğrulanması ve standart kuruluşlarca belgelendirilmesi sonucu elde edilen ve bir ton karbondioksit eşdeğeri cinsinden ifade edilen kredi” olarak tanımlanmıştır [7552 Sayılı İklim Kanunu, md.2/ö].

Bu tanımlar, Türkiye'nin gönüllü karbon piyasalarını ve karbon kredisi mekanizmalarını ilk kez kapsamlı bir iklim mevzuatı çerçevesine dahil ettiğini göstermektedir.

Paris Anlaşması'nın 6. Maddesi kapsamında yürütülen çalışmalar sonucunda uluslararası karbon piyasalarının hukuki ve teknik altyapısı önemli ölçüde netleşmiştir. Dünya Bankası raporu, COP29 sonrasında Madde 6 hükümlerinin uluslararası karbon piyasaları için temel işleyiş çerçevesi haline geldiğini belirtmektedir [World Bank, 2026, s.9].

Güncel Piyasa Eğilimleri (2024–2026)

Dünya Bankası verilerine göre karbon kredisi ihraçları 2024–2025 döneminde %8 artış göstermiştir [World Bank, 2026, s.6].

Aynı raporda:

- Karbon kredisi ihraçlarının 2025 yılında 2024'e göre %8 arttığı,
- Devlet destekli karbon kredisi mekanizmalarının son 10 yılda 24'ten 34'e yükseldiği,
- Karbon kredisi kullanımının %80'den fazlasının halen gönüllü amaçlarla gerçekleştiği,

belirlenmektedir [World Bank, 2026, s.6].

Buna ek olarak rapor, karbon kredilerine yönelik gelecekteki talebin göstergesi olarak 2025 yılında yaklaşık 12 milyar ABD doları tutarında ileri vadeli karbon kredisi satın alma anlaşması (offtake agreement) imzalandığını ortaya koymaktadır [World Bank, 2026, s.6].

Türkiye Açısından Stratejik Önemi

Türkiye'nin net sıfır emisyon hedefi doğrultusunda;

- Yenilenebilir enerji projeleri,
- Ormanlaştırma ve yeniden ormanlaştırma projeleri,
- Tarımsal karbon tutma uygulamaları,
- Atık yönetimi ve biyogaz projeleri,
- Enerji verimliliği uygulamaları,

önümüzdeki dönemde gönüllü karbon piyasaları açısından önemli karbon kredisi üretim alanları olarak değerlendirilmektedir.

7552 Sayılı İklim Kanunu'nun uluslararası karbon piyasalarını da tanımlamış olması, Türkiye'nin gelecekte Madde 6 kapsamındaki piyasalara entegrasyonunu destekleyen hukuki zemini oluşturmuştur [7552 Sayılı İklim Kanunu, md.2/ff].

Sorunların Tespiti

Mevcut durumda aşağıdaki sorun alanları öne çıkmaktadır:

- Ulusal gönüllü karbon piyasası kayıt sisteminin henüz kurulmamış olması.
- Karbon kredilerinde çifte sayım riskinin tamamen ortadan kaldırılamamış olması.
- Karbon projelerinin geliştirilmesinde teknik uzman eksikliği.
- KOBİ'lerin proje geliştirme maliyetlerini karşılamakta zorlanması.
- Gönüllü karbon piyasalarında kalite ve güvenilirlik tartışmalarının devam etmesi.
- Uluslararası standartlar ile ulusal düzenlemeler arasında uyum ihtiyacı.

Çözüm Önerileri

- Ulusal Gönüllü Karbon Piyasası Kayıt Sistemi kurulmalıdır.
- Dijital MRV (İzleme-Raporlama-Doğrulama) altyapısı oluşturulmalıdır.

- Karbon kredisi üretiminde uluslararası standartlarla uyumlu metodolojiler kullanılmalıdır.
- Yerel yönetimlere yönelik karbon proje geliştirme destek programları uygulanmalıdır.
- Tarım, ormancılık ve mavi karbon projeleri için özel teşvik mekanizmaları geliştirilmelidir.
- Türkiye ETS ile gönüllü karbon piyasaları arasındaki ilişki açık şekilde tanımlanmalıdır.

Sonuç

Gönüllü karbon piyasaları, kamu bütçesi dışında ilave iklim finansmanı yaratabilen önemli araçlardır. Dünya Bankası verileri karbon kredisi piyasalarının büyümeye devam ettiğini ve özellikle yüksek çevresel bütünlüğe sahip projelere yönelik talebin arttığını göstermektedir [World Bank, 2026, s.6].

Türkiye açısından gönüllü karbon piyasaları; net sıfır hedefi, kırsal kalkınma, doğal yutak alanların korunması ve uluslararası iklim finansmanına erişim bakımından önemli fırsatlar sunmaktadır.

10.2. Karbon Kredisi Mekanizmaları

Kapsam ve Mevcut Durum

Karbon kredisi mekanizmaları, sera gazı emisyonlarının azaltılması veya atmosferden uzaklaştırılması sonucunda ortaya çıkan emisyon azaltımlarının ölçülmesi, doğrulanması, sertifikalandırılması ve ticarete konu edilmesini sağlayan piyasa araçlarıdır. Bu mekanizmalar hem gönüllü karbon piyasalarında hem de belirli koşullar altında uyum (compliance) piyasalarında kullanılabilmektedir.

Paris Anlaşması'nın 6. Maddesi, Kyoto Protokolü dönemindeki mekanizmalardan farklı olarak, ülkelerin Ulusal Katkı Beyanları (NDC) doğrultusunda iş birliği yapmalarına ve emisyon azaltımlarını uluslararası düzeyde transfer etmelerine olanak sağlamaktadır. Dünya Bankası'nın 2026 tarihli değerlendirmesine göre, COP29 sonrasında Madde 6 hükümleri uluslararası karbon piyasalarının temel yönetim çerçevesi haline gelmiştir [World Bank, 2026, s.9].

Karbon kredileri günümüzde yalnızca gönüllü dengeleme aracı olarak değil, aynı zamanda uluslararası havacılık sektörü (CORSIA), uluslararası iş birliği mekanizmaları ve bazı emisyon ticaret sistemlerinde denkleştirme aracı olarak kullanılmaktadır.

Türkiye açısından karbon kredisi mekanizmaları ilk kez 7552 Sayılı İklim Kanunu ile açık biçimde tanımlanmıştır. Kanuna göre karbon kredisi; sera gazı emisyonlarının azaltım veya giderim faaliyetlerinin bağımsız kuruluşlar tarafından doğrulanması ve standart kuruluşlar tarafından belgelendirilmesi sonucunda elde edilen, bir ton CO₂ eşdeğerini temsil eden kredi olarak tanımlanmaktadır [7552 Sayılı İklim Kanunu, md.2/ö].

Aynı Kanun, denkleştirme kavramını da ilk kez tanımlamış ve karbon kredilerinin ETS kapsamında veya gönüllü yükümlülüklerin yerine getirilmesinde kullanılabileceğini hüküm altına almıştır [7552 Sayılı İklim Kanunu, md.2/f].

Bu durum, Türkiye'nin gelecekte ulusal ETS ile karbon kredisi mekanizmalarını entegre etme yönünde politika geliştireceğini göstermektedir.

Küresel Eğilimler ve COP29 Sonrası Gelişmeler

Dünya Bankası'nın 2026 raporuna göre karbon kredisi ihraçları 2024–2025 döneminde %8 artmıştır [World Bank, 2026, s.6].

Rapora göre:

- Karbon kredisi mekanizmalarının sayısı son 10 yılda 24'ten 34'e yükselmiştir [World Bank, 2026, s.6].
- Karbon kredilerinin gönüllü kullanım amaçlı emeklilikleri toplam kullanımın %80'inden fazlasını oluşturmaktadır [World Bank, 2026, s.6].
- **2025 yılında gelecekte teslim edilmek üzere yaklaşık 12 milyar ABD doları tutarında karbon kredisi alım anlaşması yapılmıştır [World Bank, 2026, s.6].**

Dünya Bankası ayrıca, Paris Anlaşması Kredi Mekanizması (PACM) kapsamında ilk kredilerin Myanmar'daki temiz pişirme teknolojileri projesi için geçici olarak ihraç edildiğini belirtmektedir [World Bank, 2026, s.6].

Bu gelişme, Paris Anlaşması Madde 6.4 mekanizmasının operasyonel hale gelmeye başladığını göstermektedir.

Karbon piyasalarının uluslararasılaşması açısından bir diğer önemli gelişme ise CORSIA kapsamındaki kredilerdir. Dünya Bankası verilerine göre CORSIA uygun kredileri 2025 yılında ton başına 15–22 ABD doları arasında işlem görmüş ve diğer birçok karbon kredisi türüne göre fiyat primi oluşturmuştur [World Bank, 2026, s.6].

Türkiye ETS ve Karbon Kredileri Arasındaki İlişki

7552 Sayılı İklim Kanunu, Türkiye'de Emisyon Ticaret Sistemi'nin kurulmasına hukuki temel sağlamıştır.

Kanuna göre ETS:

“Sera gazı emisyonlarına net sıfır emisyon hedefine uygun bir üst sınır belirlenmesi ilkesine dayalı olarak çalışan ve tahsisatların alınıp satılması suretiyle sera gazı emisyonu azaltımını teşvik eden piyasa temelli mekanizma” olarak tanımlanmaktadır [7552 Sayılı İklim Kanunu, md.2/g].

Türkiye ETS Yönetmelik Taslağı ise ETS'nin teknik işleyişini düzenlemektedir. Taslakta:

- ETS'nin emisyon yoğunluğu temelli üst sınır yaklaşımıyla çalışacağı belirtilmektedir [TR ETS Taslağı, md.11].
- ETS kapsamına Kategori B ve Kategori C tesislerinin dahil olduğu hüküm altına alınmıştır [TR ETS Taslağı, md.5].
- Karbon kredilerinin ETS kapsamında denkleştirme amacıyla kullanılabileceği tanımlanmıştır [TR ETS Taslağı, md.4/10].

Bu hükümler Türkiye'nin gelecekte ETS ile karbon kredisi mekanizmalarını birlikte kullanabileceğini göstermektedir.

Sorunların Tespiti

Mevcut durumda aşağıdaki sorun alanları öne çıkmaktadır:

- Uluslararası Madde 6 mekanizmalarına ilişkin kurumsal kapasite henüz gelişim aşamasındadır.
- Karbon kredilerinin ulusal envanter ve NDC hedefleri ile ilişkilendirilmesi gerekmektedir.
- Çifte sayım risklerinin yönetimine yönelik teknik altyapı oluşturulmalıdır.
- Karbon kredilerinin ETS kapsamındaki kullanım kuralları henüz belirlenmemiştir.
- Karbon giderim projeleri için ulusal metodolojiler bulunmamaktadır.
- Karbon piyasalarına yönelik uzman insan kaynağı ihtiyacı devam etmektedir.

Çözüm Önerileri

- Ulusal Karbon Kredi Kayıt Sistemi kurulmalıdır.
- Madde 6 transferleri için ulusal yetkilendirme mekanizması oluşturulmalıdır.
- ETS ve karbon kredileri arasındaki denkleştirme kuralları açık biçimde tanımlanmalıdır.
- Karbon giderim projeleri için ulusal metodolojiler geliştirilmelidir.
- Dijital MRV ve işlem kayıt sistemleri kurulmalıdır.
- Karbon kredisi geliştirme kapasitesi için üniversiteler, kamu kurumları ve özel sektör arasında iş birliği mekanizmaları oluşturulmalıdır.
- Türkiye'nin COP31 kapsamında bölgesel karbon piyasaları kapasite geliştirme merkezi kurması değerlendirilmelidir.

Sonuç

Karbon kredisi mekanizmaları, Türkiye'nin 2053 net sıfır hedefi doğrultusunda ihtiyaç duyduğu finansmanın mobilize edilmesi açısından stratejik öneme sahiptir. Dünya Bankası verileri, uluslararası karbon piyasalarının büyümeye devam ettiğini ve Paris Anlaşması

mekanizmalarının operasyonel hale gelmeye başladığını göstermektedir [World Bank, 2026, s.6-9].

Türkiye'nin ETS altyapısını karbon kredisi mekanizmaları ile uyumlu şekilde geliştirmesi durumunda, hem ulusal emisyon azaltım hedeflerine ulaşması hem de uluslararası iklim finansmanından daha fazla pay alması mümkün olacaktır.

10.3. Yeşil Finansman Araçları

Kapsam ve Mevcut Durum

İklim değişikliği ile mücadelede gerekli dönüşüm yatırımlarının gerçekleştirilmesi yalnızca karbon fiyatlandırma mekanizmaları ile mümkün değildir. Enerji dönüşümü, sanayi dekarbonizasyonu, sürdürülebilir ulaşım, döngüsel ekonomi, doğal yutak alanların korunması ve iklim değişikliğine uyum yatırımları için büyük ölçekli finansman ihtiyacı bulunmaktadır. Bu nedenle karbon piyasalarının etkinliği, yeşil finansman araçlarının gelişmişliği ile doğrudan ilişkilidir.

7552 Sayılı İklim Kanunu, iklim finansmanını ilk kez kapsamlı biçimde ulusal mevzuata dahil etmiştir. Kanuna göre iklim finansmanı; sera gazı emisyonlarının azaltılması ve iklim değişikliğine uyum faaliyetlerini desteklemek amacıyla kamu, özel ve alternatif finansman kaynaklarından sağlanan yerel, ulusal veya uluslararası finansman olarak tanımlanmaktadır [7552 Sayılı İklim Kanunu, md.2/m].

Kanun ayrıca Türkiye Yeşil Taksonomisini;

“iklim değişikliği ile mücadeleye katkı sağlayan ekonomik faaliyetlere ilişkin ilkeler ve kriterler belirleyerek iklim finansmanının harekete geçirilmesine katkıda bulunan sınıflandırma sistemi” olarak tanımlamaktadır [7552 Sayılı İklim Kanunu, md.2/çç].

Bu düzenlemeler Türkiye’de karbon piyasaları ile finansman mekanizmalarının birlikte tasarlanacağı yeni dönemin hukuki temelini oluşturmaktadır.

Küresel Finansman İhtiyacı ve Eğilimler

İklim yatırımlarına yönelik finansman ihtiyacı küresel ölçekte hızla artmaktadır. Karbon fiyatlandırma mekanizmalarının sağladığı gelirler bu ihtiyacın yalnızca bir bölümünü karşılayabilmektedir.

Dünya Bankası’nın 2026 raporuna göre ETS ve karbon vergilerinden elde edilen kamu gelirleri 2025 yılında 107 milyar ABD dolarını aşmıştır [World Bank, 2026, s.5].

Aynı rapor, karbon fiyatlandırmasından elde edilen gelirlerin 2016 yılında 30 milyar ABD dolarının altında iken 2021 sonrasında yıllık 100 milyar ABD doların üzerinde gerçekleştiğini ortaya koymaktadır [World Bank, 2026, s.5].

Bununla birlikte Dünya Bankası raporu, küresel fosil yakıt teşviklerinin 2024 yılında 900 milyar ABD dolarının üzerinde olduğunu göstermektedir [World Bank, 2026, s.11].

Bu durum iklim finansmanının büyümesine rağmen karbon yoğun ekonomik faaliyetlere sağlanan desteklerin halen çok yüksek düzeyde olduğunu göstermektedir.

Karbon piyasaları ile yeşil finansman arasındaki ilişki açısından bir diğer önemli veri karbon kredisi yatırımlarıdır. Dünya Bankası raporuna göre gelecekte teslim edilmek üzere yapılan karbon kredisi yatırım taahhütleri 2025 yılında yaklaşık 12–16 milyar ABD doları seviyesine ulaşmıştır [World Bank, 2026, s.11].

Bu durum özel sektörün karbon azaltım projelerine yönelik ilgisinin devam ettiğini göstermektedir.

Türkiye Açısından Yeşil Finansman Araçları

Türkiye'nin 2053 net sıfır emisyon hedefi doğrultusunda önümüzdeki yıllarda önemli ölçekte yatırım ihtiyacı oluşacaktır.

Bu dönüşüm kapsamında:

- Yenilenebilir enerji yatırımları,
- Enerji depolama sistemleri,
- Şebeke modernizasyonu,
- Sanayi dekarbonizasyonu,
- Yeşil hidrojen teknolojileri,
- Sürdürülebilir ulaşım sistemleri,
- Döngüsel ekonomi uygulamaları,
- **İklim uyum altyapıları**

öncelikli yatırım alanları olarak değerlendirilmektedir.

7552 Sayılı İklim Kanunu, karbon fiyatlandırma araçlarını ETS ve karbon esaslı vergiler dahil olmak üzere piyasa temelli mekanizmalar olarak tanımlamaktadır [7552 Sayılı İklim Kanunu, md.2/o].

Aynı zamanda Kanun, Başkanlığa karbon fiyatlandırmasına ilişkin piyasa mekanizmalarını düzenleme yetkisi vermektedir [7552 Sayılı İklim Kanunu, md.4/2].

Bu durum ETS gelirlerinin gelecekte iklim yatırımlarının finansmanında kullanılabilmesine yönelik kurumsal altyapının oluştuğunu göstermektedir.

COP31 Açısından Stratejik Fırsatlar

COP31 sürecinde Türkiye açısından yeşil finansman başlığında aşağıdaki alanlar öne çıkmaktadır:

1. ETS Gelirlerinin İklim Yatırımlarına Yönlendirilmesi

Karbon fiyatlandırma gelirleri;

- Sanayi dönüşümü,
- Enerji verimliliği,
- Yenilenebilir enerji,
- Adil geçiş programları,
- **İklim uyum yatırımları**

için kullanılabilir.

Uluslararası uygulamalarda karbon fiyatlandırma gelirlerinin önemli bölümü yeniden iklim yatırımlarına yönlendirilmektedir [World Bank, 2026, s.5].

2. Türkiye Yeşil Taksonomisinin Uygulanması

Yeşil Taksonomi, sürdürülebilir yatırımların tanımlanmasını ve finansman akışlarının yönlendirilmesini sağlayacaktır.

Bu sistem:

- Yeşil tahvil piyasalarının gelişmesini,
- Bankacılık sektörünün iklim risklerini yönetmesini,
- **Uluslararası yatırımcıların Türkiye piyasalarına erişimini**

kolaylaştırabilir.

3. Uluslararası İklim Finansmanına Erişim

Türkiye;

- Yeşil İklim Fonu,
- Çok taraflı kalkınma bankaları,
- Karma finansman mekanizmaları,
- **Karbon piyasası gelirleri**

aracılığıyla daha büyük ölçekte iklim finansmanına erişebilir.

4. Yerel Yönetim Finansmanı

Belediyelerin;

- Enerji verimliliği,
- Sıfır atık,
- Sürdürülebilir ulaşım,
- Su yönetimi,

- **İklim uyum projeleri**

için yeşil finansman araçlarına erişiminin kolaylaştırılması gerekmektedir.

Sorunların Tespiti

Mevcut durumda aşağıdaki sorun alanları öne çıkmaktadır:

- Uzun vadeli iklim finansmanı kaynakları yetersizdir.
- KOBİ'lerin yeşil finansmana erişimi sınırlıdır.
- Yerel yönetimlerin proje hazırlama kapasitesi düşüktür.
- Karbon piyasaları ile finansman mekanizmaları arasındaki entegrasyon henüz oluşmamıştır.
- İklim risklerinin finansal sistem içerisinde fiyatlandırılması sınırlı düzeydedir.
- Türkiye Yeşil Taksonomisinin uygulama altyapısı tamamlanma aşamasındadır.

Çözüm Önerileri

- ETS gelirlerinin belirli oranı iklim yatırımlarına tahsis edilmelidir.
- Türkiye Yeşil Taksonomisi hızla uygulamaya alınmalıdır.
- KOBİ'lere yönelik düşük maliyetli yeşil dönüşüm kredileri geliştirilmelidir.
- Yerel yönetimlere yönelik iklim proje hazırlama destek programları oluşturulmalıdır.
- Yeşil tahvil ve sürdürülebilir finansman araçlarının kullanımı teşvik edilmelidir.
- Karbon piyasaları ile sürdürülebilir finansman politikaları birlikte planlanmalıdır.
- COP31 kapsamında bölgesel iklim finansmanı platformu kurulması değerlendirilmelidir.

Sonuç

Karbon piyasaları ve yeşil finansman araçları birbirini tamamlayan iki temel politika alanıdır. Dünya Bankası verileri karbon fiyatlandırma gelirlerinin artık yıllık 107 milyar ABD dolarını aştığını göstermektedir [World Bank, 2026, s.5].

Türkiye açısından ETS'nin kurulması, karbon kredisi mekanizmalarının geliştirilmesi ve Türkiye Yeşil Taksonomisinin uygulanması birlikte değerlendirildiğinde; düşük karbonlu kalkınma, sanayi dönüşümü ve uluslararası iklim finansmanına erişim açısından önemli fırsatlar ortaya çıkmaktadır.

COP31 sürecinde karbon piyasaları ile finansman mekanizmalarının birlikte ele alınması, Türkiye'nin bölgesel iklim finansmanı merkezi olma hedefini destekleyebilecek stratejik bir yaklaşım olarak değerlendirilmektedir.

Metodolojik Not

Bu bölümde kullanılan tüm sayısal veriler yüklenen Dünya Bankası State and Trends of Carbon Pricing 2026 raporundan veya 7552 Sayılı İklim Kanunundan doğrulanmıştır. OECD iklim finansmanı raporları, Climate Bonds Initiative sürdürülebilir borç piyasası raporları ve COP29 NCQG karar metinleri doğrudan kaynak kontrolü yapılamadığından y bu kaynaklardan elde edilen ikincil veriler rapora dahil edilmemiştir. Nihai COP31 raporunda söz konusu kaynaklara da ulaşılarak birincil kaynak doğrulamasının yapılması ve ihtiyaç halinde rapora dahil edilmesi tavsiye edilmektedir.

Kaynaklar

Doğrulanmış Birincil Kaynaklar

World Bank. (2026). State And Trends Of Carbon Pricing 2026. World Bank Group. <https://doi.org/10.1596/42265>

Türkiye Cumhuriyeti. (2025, 9 Temmuz). 7552 sayılı İklim Kanunu. Resmî Gazete.

T.C. İklim Değişikliği Başkanlığı. (2025). Türkiye Emisyon Ticaret Sistemi Yönetmelik Taslağı. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı.

Uluslararası Kurumsal Raporlar

Climate Bonds Initiative. (2025). Sustainable Debt Global State Of The Market 2025. Climate Bonds Initiative. <https://www.climatebonds.net>

Climate Bonds Initiative. (2025). Green Bond Market Summary 2025. Climate Bonds Initiative. <https://www.climatebonds.net>

Ecosystem Marketplace. (2025). State Of The Voluntary Carbon Markets 2025. Forest Trends Association. <https://www.ecosystemmarketplace.com>

Gold Standard Foundation. (2025). Gold Standard For The Global Goals Requirements. Gold Standard Foundation. <https://www.goldstandard.org>

Integrity Council For The Voluntary Carbon Market (ICVCM). (2024). Core Carbon Principles Assessment Framework. ICVCM. <https://icvcm.org>

International Carbon Reduction And Offset Alliance (ICROA). (2024). High Integrity Carbon Market Principles. ICROA. <https://www.icroa.org>

International Energy Agency. (2023). Net Zero Roadmap: A Global Pathway To Keep The 1.5°C Goal In Reach. IEA. <https://www.iea.org/reports/net-zero-roadmap-a-global-pathway-to-keep-the-15-c-goal-in-reach>

International Energy Agency. (2024). World Energy Investment 2024. IEA. <https://www.iea.org/reports/world-energy-investment-2024>

Organisation For Economic Co-Operation And Development. (2024). Green Finance And Investment Outlook 2024. OECD Publishing. <https://www.oecd.org>

Organisation For Economic Co-Operation And Development. (2025). Climate Finance Provided And Mobilised By Developed Countries In 2013–2024. OECD Publishing. <https://www.oecd.org>

United Nations Environment Programme. (2024). Emissions Gap Report 2024. UNEP. <https://www.unep.org/resources/emissions-gap-report>

United Nations Environment Programme Finance Initiative. (2024). Climate Risk And Responsible Banking Guidance. UNEP FI. <https://www.unepfi.org>

Verra. (2025). Verified Carbon Standard (VCS) Program Guide. Verra. <https://verra.org>

World Bank. (2025). Carbon Pricing Dashboard. World Bank Group. <https://carbonpricingdashboard.worldbank.org>

UNFCCC, COP VE Paris Anlaşması Belgeleri

United Nations Framework Convention On Climate Change. (2015). Paris Agreement. United Nations. <https://unfccc.int/Process-And-Meetings/The-Paris-Agreement/The-Paris-Agreement>

United Nations Framework Convention On Climate Change. (2024). Article 6 Implementation Guidelines And International Carbon Market Standards. United Nations. <https://unfccc.int/Process/The-Paris-Agreement/Cooperative-Implementation>

United Nations Framework Convention On Climate Change. (2024). Report Of The Conference Of The Parties Serving As The Meeting Of The Parties To The Paris Agreement (CMA) At Its Sixth Session (COP29). United Nations. <https://unfccc.int>

United Nations Framework Convention On Climate Change. (2024). New Collective Quantified Goal On Climate Finance (NCQG). United Nations. <https://unfccc.int>

United Nations Framework Convention On Climate Change. (2025). COP30 Presidency Papers And Technical Documents On Article 6 Implementation. United Nations. <https://unfccc.int/Cop30>

Türkiye’de İklim Politikaları Ve Sürdürülebilir Finansman

Bankacılık Düzenleme Ve Denetleme Kurumu. (2024). Sürdürülebilir Bankacılık Stratejileri Ve İklim Riskleri Rehberleri. BDDK.

Sermaye Piyasası Kurulu. (2024). Yeşil Borçlanma Aracı, Sürdürülebilir Borçlanma Aracı, Sürdürülebilirlik Bağlantılı Borçlanma Aracı Ve Yeşil Kira Sertifikası Rehberi. SPK.

T.C. Çevre, Şehircilik Ve İklim Değişikliği Bakanlığı. (2024). Türkiye’nin Güncellenmiş Ulusal Katkı Beyanı (NDC). Ankara.

T.C. Çevre, Şehircilik Ve İklim Değişikliği Bakanlığı. (2024). Türkiye Uzun Dönem İklim Stratejisi. Ankara.

T.C. Hazine Ve Maliye Bakanlığı. (2024). Sürdürülebilir Finansman Çerçevesi. Ankara.

Türkiye Cumhuriyet Merkez Bankası. (2024). İklim Değişikliği Ve Sürdürülebilir Finans Raporları. Ankara.

11. Enerji Yoksulluğu

11.1. Genel Giriş

Enerji yoksulluğu; bireylerin ve hane halklarının yeterli, güvenilir, temiz ve ekonomik enerji hizmetlerine erişememesi veya enerji giderlerinin gelirleri üzerinde aşırı yük oluşturmaları durumu olarak tanımlanmaktadır. Günümüzde enerji yoksulluğu yalnızca sosyal refah sorunu olarak değil; enerji güvenliği, halk sağlığı, hava kalitesi, iklim değişikliği ve adil geçiş politikalarının kesişim noktasında yer alan çok boyutlu bir kalkınma sorunu olarak değerlendirilmektedir.

Türkiye'nin 2053 Net Sıfır Emisyon Hedefi doğrultusunda enerji dönüşümünün hızlandırılması gerekmektedir. Ancak bu dönüşüm sürecinin enerji yoksulluğunu artırmadan gerçekleştirilmesi kritik öneme sahiptir. Özellikle düşük gelirli hanelerde halen devam eden kömür ve diğer fosil yakıt kullanımlarının azaltılması ile enerjiye erişimin korunması arasında dengeli bir politika yaklaşımına ihtiyaç bulunmaktadır.

Bu rapor enerji yoksulluğunu; düşük gelirli hanelerde enerji erişimi, enerji maliyetlerinin azaltılması ve sosyal destek mekanizmaları çerçevesinde değerlendirmekte; aynı zamanda kömürden çıkış ve adil geçiş perspektiflerini politika önerilerine entegre etmektedir.

11.2. Düşük Gelirli Hanelerde Enerji Erişimi

Kapsam ve Mevcut Durum

Enerjiye erişim yalnızca elektrik bağlantısına sahip olmayı değil; güvenilir, sürekli, temiz ve karşılanabilir enerji hizmetlerine erişebilmeyi ifade etmektedir.

Türkiye’de elektrik erişimi büyük ölçüde sağlanmış olmakla birlikte, düşük gelirli haneler, gelirlerinin önemli bir kısmını ısıtma, sıcak su ve elektrik giderlerine ayırmak zorunda kalmaktadır. Enerji yoksulluğu özellikle enerji hizmetlerinin karşılanabilirliği ve temiz enerjiye erişim açısından önemini korumaktadır.

Özellikle kırsal bölgelerde, küçük yerleşimlerde ve düşük gelir gruplarında odun, kömür, linyit ve diğer katı yakıtların kullanımının devam ettiği görülmektedir. Enerji maliyetlerini düşürme amacıyla tercih edilen bu yakıtlar kısa vadede ekonomik avantaj sağlasa da;

- Sera gazı emisyonlarını artırmakta,
- Hava kalitesini olumsuz etkilemekte,
- İklim değişikliğini hızlandırmaktadır.

Bu durum enerji yoksulluğu ile iklim politikaları arasında doğrudan bir ilişki kurmaktadır.

Türkiye’nin 2053 Net Sıfır Emisyon Hedefi doğrultusunda konut sektöründeki fosil yakıt kullanımının azaltılması gerekmektedir. Ancak bu dönüşümün düşük gelirli haneleri mağdur etmeyecek şekilde planlanması önem taşımaktadır.

Sorunların Tespiti

- Düşük gelirli hanelerin enerji harcamalarının bütçe içindeki payı yüksektir.
- Enerji verimsiz konutlar enerji giderlerini artırmaktadır.
- Enerji verimsiz cihazlar da enerji giderlerini artırmaktadır.
- Bazı bölgelerde odun, kömür ve düşük kaliteli katı yakıt kullanımı devam etmektedir.
- Temiz enerji teknolojilerine erişim gelir düzeyine bağlı olarak değişmektedir.
- Kırsal bölgelerde enerji dönüşüm yatırımları sınırlı kalabilmektedir.
- Yaşlılar, engelliler ve kırılgan gruplar enerji fiyat artışlarından daha fazla etkilenmektedir.
- İklim değişikliğine bağlı sıcaklık artışları ve dengesizlikleri enerji talebini yükseltmektedir. Enerji Talebi sadece ısınmak için olan enerji Talebi olmaktan çıkmış ısınmak ve serinlemek olmak üzere iki ayrı dalda değerlendirilir hale gelmiştir.

Çözüm Önerileri

- **Enerji yoksulluğunun ulusal düzeyde tanımlanması ve düzenli ölçülmesi gerekmektedir**
- Hanelerin enerji haritası çıkartılmalı ve hane halkı kullanımının karbon emisyonuna olan etkisi belirlenmelidir
- Hane kullanımındaki enerji verimli olarak tanımlanamayacak cihazların haritası çıkarılmalı ve enerji verimli cihazlara geçiş hızlandırılmalıdır.
- Düşük gelirli haneler için enerji verimli konut programlarının geliştirilmelidir.
- **Sosyal konutlarda fosil yakıtsız ısınma sistemlerinin yaygınlaştırılmalıdır**
- **Çatı tipi güneş enerjisi sistemlerinin sosyal konut projelerine entegre edilmelidir**
- Kömür kullanımının yoğun olduğu bölgelerde temiz enerji dönüşüm programları uygulanmalı, bilinçlendirme çalışmaları yapılmalı, dönüşümün sağlanması için uzun vadeli ve erişimi kolay mali destekler sağlanmalıdır.
- Sosyal yardımlarda odun ve kömür dağıtımının engellenmesi gerekmektedir.
- Kırsal bölgelerde yenilenebilir enerji temelli çözümler desteklenmelidir.

Sonuç

2053 Perspektifi ile değerlendirme;

2025–2030 döneminde enerji yoksulluğu haritaları oluşturulmalı ve kömür kullanımının yoğun olduğu bölgeler belirlenmeli, enerji ihtiyacının niteliği belirlenmeli, yeni yapılacak yapılarda temiz ve yenilenebilir olmayan tüm enerji kaynaklarının kullanılmasının engellenmesine ilişkin regulasyonlar devreye alınmalıdır.

2030–2040 döneminde tüm yeni konutlarda tamamen yenilenebilir ve temiz enerji kullanımına geçilmeli, enerji yoksulluğu ile karşı karşıya kalan mevcut konutlar ve sosyal konutların yenilenebilir ve temiz enerjiye geçişleri için alternatif projeler geliştirilmeli, finansal kaynaklar yaratılmalıdır.

2040–2050 döneminde 2030 öncesi yapılan yenilenebilir ve temiz enerji ile enerji ihtiyacını karşılamayan tüm konutlardaki dönüşüm sağlanmalıdır.

11.3. Enerji Maliyetlerinin Azaltılması

Kapsam ve Mevcut Durum

Enerji yoksulluğunun temel nedenlerinden biri enerji maliyetlerinin hane gelirlerine göre yüksek olmasıdır. Enerji fiyatlarında yaşanan dalgalanmalar özellikle düşük gelirli haneler üzerinde daha büyük etkiler yaratmaktadır.

Kömür kullanımının devam etmesinin temel nedenlerinden biri başlangıç maliyetlerinin görece düşük olmasıdır. Ancak uzun vadede düşük verimli kömürlü ısınma sistemleri daha yüksek enerji tüketimine, sağlık maliyetlerine ve çevresel maliyetlere yol açmaktadır.

Fosil yakıtlara göre alternatif olarak kullanılan ve aslen bir biyokütle yakıtı olan odun ise her ne kadar görece sürdürülebilir olsa dahi, yanma sırasında ortaya çıkan sera gazları ve partiküller sebebi ile yüksek karbon ayak izine sahiptir.

Türkiye'nin net sıfır hedefleri doğrultusunda enerji maliyetlerinin azaltılması yalnızca fiyat destekleriyle değil;

- Enerji verimliliği,
- Bina yalıtımı,
- Isı pompası teknolojileri,
- Yenilenebilir enerji uygulamaları,
- **Akıllı enerji yönetimi**

gibi yapısal dönüşüm araçlarıyla sağlanmalıdır.

Sorunların Tespiti

- Düşük gelirli haneler enerji verimliliği yatırımlarına erişmekte zorlanmaktadır.
- Eski yapı stoğu yüksek enerji tüketimine neden olmaktadır.
- Kömür kullanan haneler temiz teknolojilere geçiş için gerekli yatırımları karşılayamamaktadır.
- Enerji tasarruflu ekipmanların ilk yatırım maliyetleri yüksektir.
- Enerji maliyetlerindeki dalgalanmalar kırılgan grupları olumsuz etkilemektedir.
- Karbon fiyatlandırma mekanizmalarının sosyal etkileri yeterince değerlendirilmemektedir.

Çözüm Önerileri

- Düşük gelirli hanelere yönelik yalıtım destek programları uygulanmalıdır.
- Isı pompası ve yüksek verimli elektrikli ısıtma sistemleri teşvik edilmelidir.
- Enerji verimli beyaz eşya ve cihazlara erişim desteklenmelidir.

- Karbon fiyatlandırma gelirlerinin belirli bölümü enerji yoksulluğu ile mücadeleye ayrılmalıdır.
- Sosyal konutlarda yenilenebilir enerji sistemleri yaygınlaştırılmalıdır.
- Kömürden çıkış süreci aşamalı ve sosyal etkiler gözetilerek planlanmalıdır.

11.4. Sosyal Destek Mekanizmaları

Kapsam ve Mevcut Durum

Enerji yoksulluğu ile mücadelede sosyal destek mekanizmaları kritik öneme sahiptir. Düşük gelirli hanelerin enerji hizmetlerinden mahrum kalmasını önlemek amacıyla birçok ülkede enerji yardımları, sosyal tarifeler ve doğrudan gelir destekleri uygulanmaktadır.

Türkiye’de çeşitli sosyal yardım mekanizmaları aracılığıyla enerji destekleri sağlanmaktadır. Bununla birlikte enerji dönüşümünün hızlanması ve net sıfır hedefleri doğrultusunda mevcut desteklerin uzun vadeli dönüşüm hedefleri ile uyumlu hale getirilmesi gerekmektedir.

Özellikle sosyal amaçlı kömür yardımlarının zaman içerisinde temiz enerji dönüşümünü destekleyen mekanizmalara evrilmesi önem taşımaktadır.

Sorunların Tespiti

- Sosyal destekler ile enerji dönüşümü politikaları arasında yeterli entegrasyon bulunmamaktadır.
- Enerji yoksulluğuna ilişkin veri altyapısı sınırlıdır.
- Kömür yardımları kısa vadeli çözüm sağlarken uzun vadeli dönüşümü desteklememektedir.
- Yerel yönetimlerin enerji destek programlarındaki rolü sınırlıdır.

Çözüm Önerileri

- Ulusal Enerji Yoksulluğu Stratejisi hazırlanmalıdır.
- Enerji yardımları temiz enerji dönüşümünü teşvik edecek şekilde yeniden tasarlanmalıdır.
- Sosyal destek programları enerji verimliliği yatırımlarıyla entegre edilmelidir.
- Karbon fiyatlandırma gelirlerinin belirli bölümü kırılgan gruplara yönlendirilmelidir.
- Kömür yardımlarının aşamalı olarak temiz enerji ekipman desteklerine dönüştürülmesi değerlendirilmelidir.
- Yerel yönetimlerin enerji dönüşümü destek programları güçlendirilmelidir.

Sonuç

Enerji dönüşümünün maliyeti düşük gelirli hanelere yüklenmemelidir. Sosyal destek mekanizmalarının amacı yalnızca mevcut enerji giderlerini karşılamak değil; aynı zamanda hanelerin temiz enerji teknolojilerine erişimini sağlayarak kalıcı çözümler üretmek olmalıdır.

11.5. Genel Sonuç

Enerji yoksulluğu ile mücadele, enerji dönüşümü ve iklim politikalarının ayrılmaz bir parçasıdır. Düşük gelirli hanelerde enerji erişiminin güçlendirilmesi, enerji maliyetlerinin azaltılması ve sosyal destek mekanizmalarının geliştirilmesi; Türkiye'nin 2053 Net Sıfır Emisyon Hedefi doğrultusunda kömür kullanımının azaltılması ve temiz enerjiye geçiş süreçleriyle birlikte değerlendirilmelidir.

COP31 sürecinde enerji yoksulluğu yalnızca sosyal politika konusu olarak değil; adil geçiş, enerji güvenliği, halk sağlığı ve iklim finansmanı başlıklarıyla birlikte ele alınmalıdır. Bu yaklaşım hem emisyon azaltım hedeflerine ulaşılmasını hem de enerji dönüşümünün toplumun tüm kesimleri için kapsayıcı ve adil şekilde gerçekleşmesini sağlayacaktır.

Kaynaklar

Doğrulanmış Birincil Kaynaklar

International Energy Agency. (2021). Turkey 2021 Energy Policy Review. Paris: International Energy Agency.

International Energy Agency, United Nations Development Programme & United Nations Industrial Development Organization. (2010). Energy Poverty: How to Make Modern Energy Access Universal. Paris/New York/Vienna.

Organisation for Economic Co-operation and Development. (2019). OECD Environmental Performance Reviews: Turkey 2019. Paris:

European Environment Agency. (2025). Energy Poverty – Türkiye Country Profile. Copenhagen: European Environment Agency.

T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı Türkiye 2053 Uzun Dönem İklim Stratejisi

T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı Ulusal Katkı Beyanı (NDC)

İkincil Kaynaklar (Akademik Çalışmalar)

Selçuk, İ. Ş., Gölçek, A. G., & Köktaş, A. M. (2019). Energy Poverty in Turkey. *Sosyoekonomi*, 27(42), 283–299.

Energy Poverty Advisory Hub. (2021). Perspectives on Energy Poverty in Turkey.

United Nations Development Programme. (2022). Energy Poverty Assessment and Support Mechanisms Report.

Bouzarovski, S., & Petrova, S. (2015). A Global Perspective on Domestic Energy Deprivation: Overcoming the Energy Poverty–Fuel Poverty Binary. Energy Research & Social Science.

Lenz, N., & Grgurev, I. (2017). Energy Poverty in EU Candidate Countries.

Özcan, K. M., Gülay, E., & Üçdoğruk, Ş. (2013). Determinants of Household Energy Choices in Turkey.

Yapay Zeka Veri Araştırma Sonuçları

TÜİK Hane Halkı Bütçe Araştırmaları, Gelir ve Yaşam Koşulları Araştırmaları, Yoksulluk ve Yaşam Koşulları İstatistikleri (yapay zekâ ile araştırmalardan anlamlı veri çıkartılması sağlanmıştır)

T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı Ulusal Enerji Planı ve Türkiye Enerji Görünümü Raporları (yapay zekâ ile araştırmalardan anlamlı veri çıkartılması sağlanmıştır)

T.C. Aile ve Sosyal Hizmetler Bakanlığı Sosyal Yardım İstatistikleri ve Yakacak Yardımı Programları (yapay zekâ ile araştırmalardan anlamlı veri çıkartılması sağlanmıştır)

BÖLÜM

03

ANTALYA
2050

ANTALYA 2050 / COP31

İKLİM DİRENÇLİ ENTEGRE SU YÖNETİMİ: ANTALYA

SU GÜVENLİĞİ • VERİMLİLİK • ALTYAPI DİRENÇİ

- Su arz güvenliği
- Kayıp-kaçak yönetimi
- Yeniden kullanım

COP31 Vizyonu Doğrultusunda 2050 Düşük Karbonlu,
İklim Dirençli ve Sürdürülebilir Kalkınma Stratejisi

İklim Dirençli Entegre Su Yönetimi: Antalya

1. Giriş

Antalya, sahip olduğu karstik su kaynakları, kıyı akiferleri, güçlü tarımsal üretim kapasitesi, yoğun turizm hareketliliği ve hızla gelişen kentsel yapısı nedeniyle su yönetiminin çok boyutlu ele alınması gereken illerin başında gelmektedir. Kentin su güvenliği yalnızca mevcut su potansiyeliyle değil; yeraltı suyu çekimleri, su kayıpları, dönemsel nüfus ve turizm baskısı, tarımsal sulama talebi, atıksu geri kazanımı olanakları ve iklim değişikliğinin kuraklık-taşkın döngüsü üzerindeki etkileriyle birlikte değerlendirilmelidir. Bu nedenle Antalya için geleneksel kaynak geliştirme yaklaşımı tek başına yeterli değildir; mevcut kaynakların korunması, talebin yönetilmesi, kayıpların azaltılması ve alternatif su kaynaklarının sistematik biçimde devreye alınması gerekmektedir.

Bu rapor, Antalya’da iklim dirençli entegre su yönetimi anlayışının geliştirilmesine katkı sağlamak amacıyla hazırlanmıştır. Çalışmada su arz güvenliği ve kaynak sürdürülebilirliği, kentsel su yönetimi ve altyapı dirençliliği, tarımsal su yönetimi, turizm ve endüstride su verimliliği, yönetim-finansman-katılım yapısı ve karar destek mekanizması bütüncül biçimde ele alınmıştır. Raporun temel yaklaşımı, Antalya’nın su yönetiminde yalnızca bugünkü sorunlara çözüm üretmek değil, iklim değişikliğiyle büyümesi beklenen risklere karşı uygulanabilir, izlenebilir ve kurumlar arası koordinasyonu güçlendiren bir yönetim çerçevesi ortaya koymaktır.

2. Su Arz Güvenliği ve Kaynak Sürdürülebilirliği

2.1. Mevcut Durum

Antalya’nın su arz güvenliği, yüzeysel su varlığı, karstik kaynaklar, kıyı akiferleri, yeraltı suyu çekimleri ve dönemsel talep dalgalanmalarının birlikte belirlediği bir konudur. Antalya Havzası Kuraklık Yönetim Planı’nda havza su bilançosu yağış, dış beslenme, baz akım, yüzeysel akış, denize yeraltı suyu akışı, buharlaşma ve içme suyu amaçlı yeraltı suyu tüketimi gibi bileşenlerle değerlendirilmiştir. Plan verilerine göre havzada yıllık toplam beslenme ve boşalım 21.567,75 hm³/yıl olarak dengelenmekte, ancak bu bilanço, yeraltı suyu çekiminin mekânsal dağılımı ve kalite baskıları açısından tek başına yeterli güvence sağlamamaktadır [1].

Antalya’nın hidrojelolojik yapısı karstik sistemlerin baskın olduğu, yeraltı ve yüzey suyu ilişkilerinin klasik kapalı havza yaklaşımıyla her zaman kolay açıklanamadığı bir yapı göstermektedir. Özellikle karstik yapı nedeniyle havza dışı beslenme ve kaynak boşalımları önemli bir husus olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu nedenle Antalya’da kaynak sürdürülebilirliği için yalnızca toplam yıllık potansiyel değil, alt havza bazında çekim, beslenme, kalite, kıyı etkisi ve ekosistem ihtiyacı birlikte izlenmelidir [1].

Antalya’nın başlıca yüzeysel su kaynakları arasında Düden, Aksu, Köprüçay, Manavgat ve Alara gibi akarsular öne çıkmakta, akarsu rejimlerinin düzensiz olduğu ve yaz döneminde debilerin ciddi biçimde azaldığı belirtilmektedir [2]. İçme-kullanma suyu temininde ise kaynak, kuyu ve

sınırlı düzeyde baraj suyu birlikte kullanılmaktadır. Antalya ili genelinde içme-kullanma suyu amacıyla sisteme verilen suyun büyük bölümünün yeraltı suyundan sağlanması, özellikle kıyı ve ova kesimlerinde çekim-kalite dengesinin yönetilmesini stratejik hale getirmektedir.

Yeraltı suyu açısından iki risk birlikte düşünülmelidir. Birincisi aşırı çekimdir. Havza planı, bazı alanlarda tarımsal sulamanın tamamen veya büyük ölçüde yeraltı suyuna dayandığını, ruhsatlı ve kooperatif kuyularının önemli miktarda tahsis oluşturduğunu göstermektedir [1]. İkincisi kalite riskidir. Antalya İli 2024 Çevre Durum Raporu’nda bazı yeraltı suyu izleme noktalarında yüksek nitrat değerleri bildirilmiş, bu durum tarımsal kaynaklı yayılı kirliliğin ve hassas beslenme alanlarının korunmasının önemini ortaya koymuştur [2]. Kıyı akiferlerinde aşırı çekim ve deniz suyu girişi riski ayrıca yönetilmelidir.

İklim değişikliği bu tabloyu daha kırılgan hale getirmektedir. IPCC Akdeniz değerlendirmeleri, 1,5-2 °C küresel ısınma aralığında kuraklık sıklığı, kuraklık süresi ve su kıtlığı riskinin belirgin şekilde artacağını, tarımsal üretimde ek sulama ihtiyacının da artabileceğini göstermektedir [3]. Avrupa Çevre Ajansı da Güney Avrupa ve yoğun nüfuslu alanlarda su stresi, kuraklık, taşkın ve tuzlu su girişi risklerinin güçlendiğini belirtmektedir [4]. Antalya için bu bulgular, su arz planlamasında geçmiş ortalamalara dayalı güvenlik anlayışının artık yeterli olmadığını göstermektedir.

2.1. Teknik Değerlendirme

Antalya’da arz güvenliğinin güçlendirilmesi yeni kaynak arayışından önce “mevcut kaynağın korunması ve talebin yönetilmesi” ilkesiyle yürütülmelidir. Özellikle Kırkgöz, Duraliler, Boğaçayı, Doyran, Aksu ve benzeri hassas içme suyu kaynak alanlarında koruma bantları, atıksu altyapısı, tarımsal kimyasal kullanımı ve kaçak kuyu denetimi birlikte ele alınmalıdır. Koruma alanı kararları yalnızca harita üzerinde kalmamalı; denetim, ruhsatlandırma, atıksu bağlantısı, tarımsal danışmanlık ve arazi kullanım kararlarına bağlanmalıdır.

Uzun vadeli su bütçesi, havza ve il ölçeklerinde farklı çalışılmalıdır. Havza ölçeğinde tarımsal tüketim, yüzeysel/yeraltı suyu dengesi ve ekosistem ihtiyacı belirleyicidir. İl ve kentsel sistem ölçeğinde ise su kayıpları, turizm sezonu pikleri, kentsel nüfus artışı ve enerji maliyeti öne çıkar. Bu nedenle Antalya için tek bir “su varlığı” sayısı yerine, alt havza bazında dinamik su bütçesi ve senaryo tabanlı arz güvenliği yaklaşımı kullanılmalıdır.

Dönem	Öneriler	Sorumlu kurumlar ve izleme göstergeleri
Kısa vadeli (0-2 yıl)	İçme suyu kaynak koruma alanlarının güncel arazi kullanımı, atıksu altyapısı, tarımsal faaliyet ve kuyu envanteri ile birlikte yeniden gözden geçirilmesi. Kritik kaynaklar için koruma-denetim listeleri hazırlanması, kaçak kuyu ve izinsiz çekimlerin CBS tabanlı kayıt altına alınması, mevcut yeraltı suyu seviye ve kalite izleme noktalarının nitrat, iletkenlik, klorür ve debi verileriyle güçlendirilmesi.	ASAT, DSİ, İl Tarım ve Orman Müdürlüğü, Çevre Şehircilik ve İklim Değişikliği İl Müdürlüğü, belediyeler. Göstergeler: izlenen kuyu sayısı, kapatılan/ruhsatlandırılan kaçak kuyu sayısı, nitrat ve iletkenlik trendi, kaynak koruma ihlal sayısı.

Dönem	Öneriler	Sorumlu kurumlar ve izleme göstergeleri
Orta vadeli (3-5 yıl)	Alt havza bazında su bütçesi tablolarının güncellenmesi, Kıyı akiferleri için tuzlu su girişi erken uyarı noktalarının kurulması, Tarım, içme suyu, turizm ve sanayi için kurak dönem tahsis önceliklerinin önceden tanımlanması. Kentsel yeşil alan sulamasında yeraltı suyu yerine arıtılmış atıksu ve yağmur suyu kullanımına geçişin pilot bölgelerde başlatılması.	DSİ, ASAT, Büyükşehir Belediyesi, sulama birlikleri, turizm birlikleri, organize sanayi bölgeleri. Göstergeler: alt havza su kullanım indeksi, arıtılmış atıksu kullanım hacmi, kıyı gözlem kuyularında klorür/iletkenlik değişimi.
Uzun vadeli (5+ yıl)	İklim senaryolarına dayalı Antalya Su Güvenliği Planı hazırlanması, Emniyetli yeraltı suyu rezervi, ekosistem su ihtiyacı, kuraklık eşikleri ve sektörel tahsis kurallarının tek bir karar destek sistemi içinde birleştirilmesi. Yeni kaynak yatırımları, önce kayıp azaltımı ve yeniden kullanım hedeflerinin gerçekleştirme düzeyiyle ilişkilendirilmesi.	Valilik koordinasyonu, ASAT, DSİ, Bakanlıklar, üniversiteler. Göstergeler: kuraklıkta hizmet sürekliliği, kişi başı sistem giriş hacmi, toplam çekim/emniyetli rezerv oranı, iklim senaryosu yatırım gerçekleşmesi.

3. Kentsel Su Yönetimi ve Altyapı Dirençliliği

3.1. Mevcut Durum

Antalya’da kentsel su yönetimi, genişleyen büyükşehir hizmet alanı, yüksek yaz nüfusu, turizm baskısı, değişken topoğrafya, yaşlanan alt yapı sistemleri ve enerji yoğun su temini nedeniyle çok boyutlu bir konudur. ASAT’ın 2025 yılı su kayıpları raporu, 2025 yılında sistem giriş hacmini 396,44 milyon m³/yıl, izinli tüketimi 259,38 milyon m³/yıl, su kayıplarını 137,06 milyon m³/yıl ve su kaybı oranını %34,57 olarak raporlamaktadır. Aynı raporda gelir getirmeyen su %45,93 olarak verilmiştir [5]. Bu değerler, Antalya’da kentsel su arz güvenliğinin yalnızca kaynak yatırımlarıyla değil, mevcut şebekenin ölçüm, basınç, arıza ve sızıntı performansının iyileştirilmesiyle doğrudan ilişkili olduğunu göstermektedir.

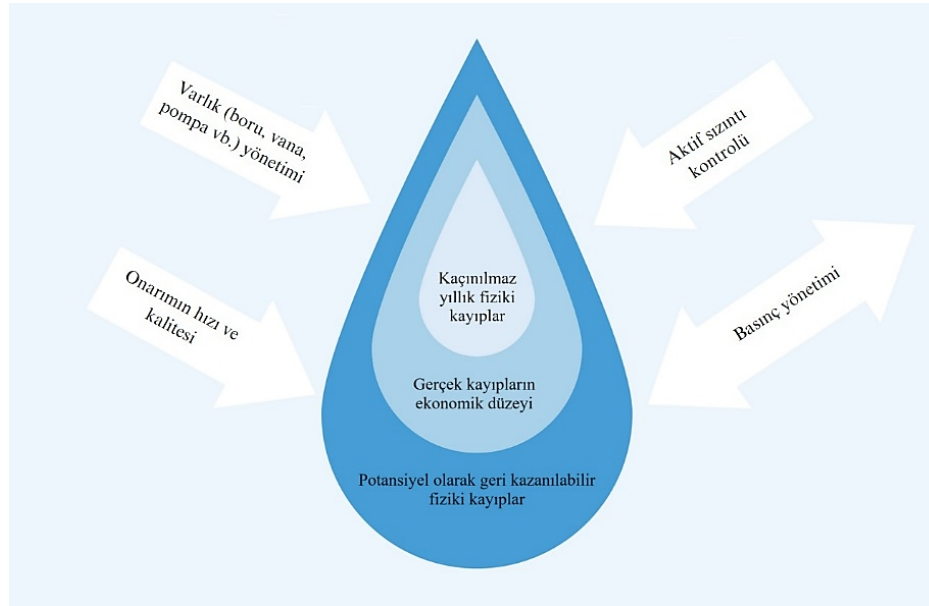
Su kaybı azaltımı, Antalya için yalnızca su tasarrufu değil, aynı zamanda enerji ve karbon yönetimi konusudur. ASAT’ın 2025 raporunda içme suyu temin, iletim ve dağıtım sistemlerinde yıllık elektrik tüketimi 327,22 GWh olarak verilmiştir [5]. Bu nedenle her bir m³ kayıp su, sadece su kaynağı kaybı değil, aynı zamanda pompaj, iletim, bakım ve sera gazı emisyonu maliyetidir. Antalya Büyükşehir Belediyesi’nin 2030 yılı için %40 sera gazı azaltım hedefi dikkate alındığında su altyapısı enerji verimliliği iklim politikasıyla doğrudan ilişkilidir [6].

Altyapı dirençliliği taşkın ve aşırı yağışlar açısından da değerlendirilmelidir. Kentleşme sürecinde dere yatakları, vadiler ve geçirimsiz yüzeylerin doğal drenaj fonksiyonunu azalttığı ve bunun kentsel taşkın ve yüzeysel akış problemlerini artırdığı bilinmektedir. İklim değişikliğine uyum çalışmalarında sel alanlarının korunması, yeşil altyapı ve altyapı adaptasyonu öne çıkan başlıklardır [6,7].

3.2. Su Kayıplarının Yönetimi

Su kayıplarının azaltılmasında sadece toplam kayıp oranına bakmak yeterli değildir. Fiziki kayıplar ve idari kayıplar ayrı izlenmeli, raporlanmalı ve değerlendirilmelidir.

Fiziki su kayıpları, suyun kullanıcıya ulaştırılmadan fiziksel olarak kaybedilen su hacmini ifade eden su kayıpları bileşenidir. Su temin sistemlerinde kullanılan boruların cinsine, yaşına, işletme basınca, toprak özelliklerine, trafik yükü gibi çevresel faktörlere, servis bağlantı sayısı ve uzunluğuna bağlı oluşan fiziki su kayıpları konumuna göre; temin ve dağıtım hatları ile servis bağlantılarında oluşan kayıplar ve depolarda oluşan kayıplar olarak sınıflandırılmaktadır. Meydana gelen fiziki su kayıpları Şekil 1’de görüldüğü üzere belirli bir ekonomik seviyeye kadar basınç yönetimi, aktif sızıntı kontrolü, varlık yönetimi ile onarım hızı ve kalitesiyle azaltılabilir. Azaltılamayan kısım ise kaçınılmaz yıllık fiziki kayıplar olarak adlandırılmaktadır.



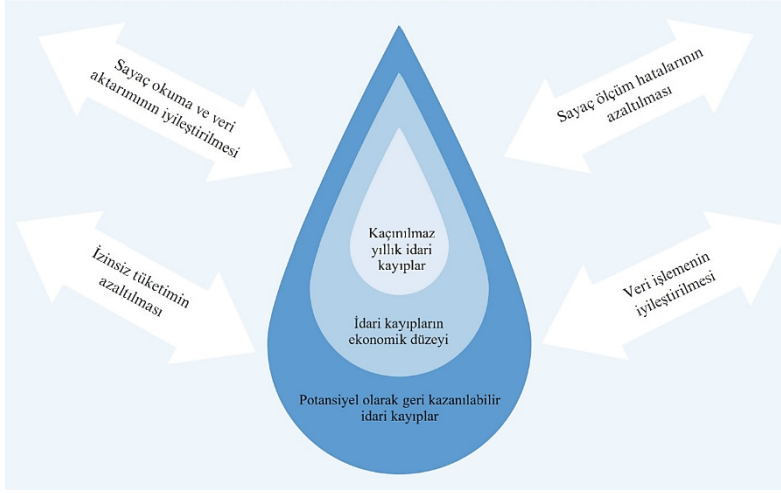
Şekil 1. Fiziki su kayıpları yönetimi için müdahale araçları [8]

İdari kayıplar, suyun tüketiciye ulaştırıldığı fakat tüketici tarafından kullanılan suyun (doğru) ölçülememesi ve/veya kayıt altına alınamaması sonucunda su idareleri/belediyeler tarafından ekonomik karşılığının alınamadığı su kayıpları bileşenidir.

İdari kayıplar, suyun tüketiciye ulaştırıldığı fakat tüketici tarafından kullanılan suyun (doğru) ölçülememesi ve/veya kayıt altına alınamaması sonucunda su idareleri/belediyeler tarafından ekonomik karşılığının alınamadığı su kayıpları bileşenidir. İdari su kayıplarının bileşeni olan izinsiz tüketim; yasadışı bağlantılar, sayaçların tahrip edilmesi ve yangın musluklarından izinsiz su kullanılması sonucu oluşmaktadır. Yasadışı bağlantılar, sayaçların tahrip edilmesi ve yangın musluklarından izinsiz su kullanılması sonucunda kullanılan su sayaçtan geçmediği için ölçülemeyerek ve/veya kayıt altına alınamayarak idari su kayıplarını oluşturmaktadır.

İdari su kayıpları Şekil 2’de görüldüğü üzere belirli bir ekonomik seviyeye kadar izinsiz tüketimin azaltılması, sayaç ölçüm hatalarının azaltılması, sayaç okuma ve veri aktarımının

iyileştirilmesi, veri işlemenin iyileştirilmesi ile azaltılabilir. Azaltılamayan kısım ise kaçınılmaz yıllık idari su kayıpları olarak adlandırılmaktadır.



Şekil 2 İdari su kayıpları yönetimi için müdahale araçları [8]

Su temin sistemlerinde su kayıplarının azaltılması entegre ve sürdürülebilir bir yönetim anlayışıyla mümkün olabilir.

3.3. Sünger Şehir ve Suyu Duyarlı Kentsel Tasarım

Sünger şehir yaklaşımı Antalya için “estetik peyzaj” değil, taşkın azaltımı, yeraltı suyu beslenimi, kentsel ısı adası etkisinin azaltılması ve drenaj sisteminin rahatlatılması açısından altyapı bileşenidir. Yağmur bahçeleri, biyolojik hendekler, geçirgen kaplamalar, yeşil çatılar, yağmur suyu depoları, küçük ölçekli bekletme havuzları, dere koridoru restorasyonu ve riparian tamponlar birlikte düşünülmelidir. Antalya’da özellikle yoğun yapılaşmış merkezi ilçeler, kıyı turizm alanları ve yeni gelişme bölgeleri için imar kararlarıyla bağlantılı yağmur suyu yönetim kriterleri oluşturulmalıdır.

Sünger şehir modelinin başarılı olması için klasik yağmursuyu şebekesi ile mavi-yeşil altyapı yarışan değil, birbirini tamamlayan sistemler olarak tasarlanmalıdır. Yeni parsel ve alan geliştirmelerinde “yağmur suyunun ilk 20-30 mm’lik kısmının yerinde tutulması veya geciktirilmesi”, geçirimsiz yüzey oranının sınırlandırılması ve otopark/sert zeminlerde geçirgen malzeme zorunluluğu gibi ölçülebilir kriterler tanımlanmalıdır. Bu değerlerin kesin boyutu, Antalya yağış şiddet-süre-frekans eğrileri ve yerel zemin geçirgenliğiyle mühendislik tasarımında netleştirilmelidir.

3.4. Atıksu Geri Kazanımı

Atıksu geri kazanımı Antalya için iki nedenle stratejiktir. Birincisi, temiz su kaynakları üzerindeki baskıyı azaltır. İkincisi, kıyısız deşarj ve alıcı ortam yükünü düşürerek çevresel kaliteye katkı sağlar. Arıtılmış atıksuların park ve rekreasyon alanları, golf sahaları, yangınla

mücadele, endüstriyel proses/soğutma suyu, tarımsal sulama ve kontrollü yeraltı/yerüstü suyu besleme gibi alanlarda değerlendirilebilir.

Geri kazanım projelerinde temel ilke “tek tesis, tek deşarj” anlayışından çıkıp arıtma tesislerinin yakınındaki talep odaklarını görmektir. Kentsel yeşil alanlar, refüj ve park sulaması, turizm tesisleri peyzajı, golf sahaları, sanayi prosesleri ve uygun tarımsal alanlar için kaynak-talep eşleştirmesi yapılmalıdır. Bu eşleştirme, kalite sınıfı, mevsimsel talep, depolama ihtiyacı, iletim maliyeti, enerji tüketimi ve halk sağlığı kriterleriyle birlikte değerlendirilmelidir.

Dönem	Öneriler	Sorumlu kurumlar ve izleme göstergeleri
Kısa vadeli (0-2 yıl)	Su kayıpları çalışmalarının hızlandırılması, Kritik depo ve ana iletim hatlarında debi-basınç ölçüm noktalarının artırılması. Yeni kentsel projelerde yağmur suyu hasadı ve yerinde tutma kriterlerinin ruhsat süreçlerine teknik şart olarak eklenmesi.	ASAT, Büyükşehir Belediyesi, ilçe belediyeleri. Göstergeler: Arıza/100 km-yıl, su kaybı %, kayıp hacmi, kWh/m ³ , yağmur suyu hasadı uygulama sayısı.
Orta vadeli (3-5 yıl)	Basınç yönetimi ve boru yenileme programının arıza, basınç, boru yaşı, malzeme ve kritik kullanıcı verileriyle önceliklendirilmesi. Merkezi ve turizm yoğun bölgelerde park-bahçe sulaması için arıtılmış atıksu pilot şebekelerinin kurulması. Yeni gelişme alanlarında sünger şehir pilot mahalleleri tasarlanması.	ASAT, Büyükşehir Belediyesi, İller Bankası, üniversiteler, turizm birlikleri. Göstergeler: yenilenen şebeke km, geri kazanılan atıksu m ³ /yıl, yeraltı suyu ile sulanan yeşil alan oranı.
Uzun vadeli (5+ yıl)	İl geneli dijital ikiz/hidrolik model, SCADA, CBS, arıza yönetimi ve abone verilerinin tek platformda birleştirilmesi. Yağmursuyu, içme suyu ve atıksu altyapılarının iklim senaryolarına göre kapasite değerlendirmesi. Arıtılmış atıksu kullanımının turizm, kentsel peyzaj ve sanayi için ana alternatif kaynak haline getirilmesi.	ASAT, Büyükşehir Belediyesi, Bakanlıklar, finans kuruluşları. Göstergeler: iklim senaryolu yatırım portföyü, geri kullanım oranı, taşkın hasarı/olay sayısı, enerji yoğunluğu, karbon eşdeğeri azaltım.

4. Tarımsal Su Yönetimi

4.1. Mevcut Durum

Antalya Havzası’nda su kullanımının ana belirleyicisi tarımdır. Antalya havzası genelinde sektörel su kullanımı içerisinde tarım en yüksek paya sahiptir [1]. Bu büyüklük, tarımsal su yönetimini yalnızca kırsal kalkınma konusu değil, Antalya’nın toplam su güvenliğinin merkezindeki konu haline getirmektedir.

Tarımsal kullanımın bir bölümü yüzeysel sulama sistemlerine, bir bölümü ise yeraltı suyuna dayanmaktadır. Özellikle yüzey sulamasının bulunmadığı alanlarda yeraltı suyunun ana kaynak haline gelmesi hem seviye düşümü hem de kalite bozulması açısından önemlidir [1]. Yeraltı suyu noktalarının bir kısmında yüksek nitrat değerleri yer almakta, bu da gübreleme, drenaj, sera yoğunluğu ve sulama yönetimi arasındaki ilişkinin göz ardı edilemeyeceğini göstermektedir [2].

Antalya tarımı iklim değışikliğı karşısında çift yönlü risk altındadır. Sıcaklık artışı ve kurak dönemlerin uzaması sulama ihtiyacını artırabilir; diğer yandan ani ve şiddetli yağışlar erozyon, yüzeysel akış, drenaj ve taşkın risklerini artırır. IPCC Akdeniz değerlendirmeleri, birçok bölgede ürün verimlerinin yüksek sıcaklık ve kısa büyüme dönemi nedeniyle baskı altında kalacağını, pek çok ürün için ek sulama ihtiyacının artacağını belirtmektedir [9].

Bu nedenle Antalya’da tarımsal su yönetiminin hedefi sadece “damlama sulamaya geçiş” olarak daraltılmamalıdır. Modern sulama sistemleri, ürün deseni, toprak nemi izleme, sulama zamanlaması, drenaj ve tuzluluk kontrolü, gübreleme optimizasyonu, yeniden kullanım suyu ve çiftçi eğitimleri birlikte yürütülmelidir.

4.2. Modern Sulama Sistemleri ve Dijital Tarım

Modern sulama sistemlerine geçiş, Antalya’da yalnızca ekipman yatırımı olarak değil, su hakkı, enerji maliyeti, bakım kapasitesi ve sulama programlaması ile birlikte ele alınmalıdır. Damlama veya yağmurlama sistemi kurulu olsa bile, toprak nemi, bitki su tüketimi ve iklim verileriyle desteklenmeyen sulama işletmesi beklenen tasarrufu sağlamayabilir. Bu nedenle dijital tarım uygulamalarında birinci basamak, çiftçi ölçeğinde basit ve güvenilir sulama takvimi, ikinci basamak ise sensör, meteorolojik veri ve uzaktan izleme ile karar destek sistemidir.

Tarımsal sulamada su tasarrufu ile verim kaybı arasındaki denge iyi kurulmalıdır. Su kısıtı dönemlerinde her ürün için aynı oranda kısıntı uygulamak doğru değildir. Alt havza bazında ürün deseni, ekonomik değer, su tüketimi, istihdam etkisi ve gıda güvenliği birlikte değerlendirilmelidir. Bu yaklaşım, dinamik tahsis protokolünün de temelini oluşturmaktadır.

4.3. Ürün Deseni ve Kuraklık Uyumlu Tarım

Ürün deseni planlaması, Antalya’da teknik olduğu kadar sosyal ve ekonomik bir konudur. Su yoğun ürünlerden daha az su tüketen stratejik ürünlere geçiş, çiftçinin geliri ve pazar yapısı dikkate alınmadan önerildiğinde uygulanabilir olmaz. Bu nedenle ürün deseni değışimi, destekleme politikaları, alım garantisi, kooperatifleşme, sulama tarifesi ve danışmanlık hizmetleriyle birlikte tasarlanmalıdır.

Sera tarımı, açık alan tarımı ve meyvecilik için su verimliliği önlemleri farklıdır. Sera alanlarında kapalı devre besin çözültisi, drenaj suyu izleme, tuzluluk kontrolü ve dezenfeksiyon sonrası geri kullanım öncelikli olabilir. Açık alanlarda ise yağış hasadı, toprak organik maddesinin artırılması, malçlama, uygun toprak işleme, basınçlı sulama ve drenaj-tuzluluk yönetimi daha belirleyici olacaktır.

Dönem	Öneriler	Sorumlu kurumlar ve izleme göstergeleri
Kısa vadeli (0-2 yıl)	Alt havza bazında sulanan alan, ürün deseni, su kaynağı, kuyu envanteri ve sulama yöntemi veri tabanının güncellenmesi. Kritik yeraltı suyu alanlarında kaçak kuyu denetimi ve nitrat-tuzluluk izleme programının güçlendirilmesi. Çiftçilere sulama zamanı, toprak nemi, gübreleme ve drenaj konularında uygulamalı eğitim verilmesi.	DSİ, İl Tarım ve Orman Müdürlüğü, sulama birlikleri, ziraat odaları, üniversiteler. Göstergeler: güncel kuyu envanteri, eğitim alan çiftçi sayısı, izlenen nitrat/EC noktası, basınçlı sulama oranı.
Orta vadeli (3-5 yıl)	Damlama/basınçlı sulamanın işletme kalitesini artıracak sensör destekli pilot alanlar kurulması. Su bütçesine göre ürün deseni senaryolarının hazırlanması ve destekleme mekanizmalarıyla ilişkilendirilmesi. Arıtılmış atıksu ile tarımsal sulama için kalite, depolama, iletim ve çiftçi kabulü açısından pilot projeler geliştirilmesi.	Tarım ve Orman Bakanlığı, DSİ, ASAT, belediyeler, kooperatifler. Göstergeler: m ³ /da su tüketimi, ürün başına su verimliliği, pilot geri kullanım alanı, yeraltı suyu seviye trendi.
Uzun vadeli (5+ yıl)	Alt havza dinamik tahsis modeli kurulması; kuraklık dönemlerinde ürün, bölge ve kaynak bazlı önceliklendirme kurallarının yürürlüğe alınması. Tarımsal su verimliliği, enerji verimliliği ve gübre kirliliği yönetiminin entegre izlenmesi. Kıyı akiferleri ve ovalar için yeraltı suyu çekimi üst sınırlarının iklim senaryolarına göre güncellenmesi.	Valilik, Bakanlıklar, DSİ, ASAT, üniversiteler, üretici örgütleri. Göstergeler: tahsis/çekim oranı, tarımsal su verimliliği, nitrat azaltım trendi, kuraklıkta öncelikli ürün alanı.

5. Turizm ve Endüstride Su Yönetimi

5.1. Mevcut Durum

Antalya’da turizm su yönetimi, yıl boyunca sabit bir talep değil, yüksek sezon pikleriyle çalışan bir su sistemi problemi olarak ele alınmalıdır. Kültür ve Turizm Bakanlığı’nın 2025 yılı verilerine göre Antalya Ocak-Ekim döneminde 16,3 milyondan fazla yabancı ziyaretçiye ulaşmıştır [10]. Bu büyüklük, konaklama tesislerinin yalnızca işletme içi su verimliliğini değil, kentsel sistem pik talebi, atıksu altyapısı, peyzaj sulaması ve enerji tüketimi açısından da önemli kılar.

Antalya’daki konaklama tesislerine ilişkin akademik çalışma, 20 tesiste doğrudan su tüketiminin 103-1209 L/geceleme aralığında değiştiğini göstermiştir [11]. Bu geniş aralık, su tüketiminin tesis sınıfı, doluluk, peyzaj alanı, çamaşırhane uygulamaları, mutfak işletmesi, oda ekipmanları, havuz ve sulama yönetimi gibi faktörlerden güçlü biçimde etkilendiğini ortaya koymaktadır. Çalışmada bir 5 yıldızlı tesiste yapılan ayrıntılı ölçümde doğrudan tüketim alt birimlere ayrılmış; sulama, odalar, mutfak, çamaşırhane, genel alanlar ve havuz gibi kullanım kalemlerinin ayrı yönetilmesi gerektiği görülmüştür [11].

ASAT’ın 2025 abone tüketim verilerinde otel ve pansiyon abonelerinin ölçülen tüketimi 44,62 milyon m³/yıl olarak yer almaktadır [5]. Bu değer, turizm sektöründe su verimliliği

programlarının yalnızca çevresel duyarlılık faaliyeti değil, Antalya'nın içme suyu sistemi ve atıksu yönetimi üzerinde doğrudan etkili bir talep yönetimi aracı olduğunu göstermektedir.

Endüstride ise Antalya Organize Sanayi Bölgesi ve diğer sanayi kullanımları, sektör türüne göre değişen proses, soğutma, temizlik ve peyzaj kullanımlarını içerir. İl Çevre Durum Raporu'nda Antalya OSB'nin su kullanımına ilişkin veri verilmekte; ancak il geneli endüstriyel su kaynak dağılımı için veri eksikliği olduğu görülmektedir [2]. Bu durum, endüstriyel su verimliliği açısından envanter ve izleme ihtiyacını ortaya koymaktadır.

5.2. Otellerde Su Verimliliği, Gri Su ve Yeniden Kullanım

Turizm tesislerinde su verimliliği, oda ekipmanlarının düşük debili armatürlerle değiştirilmesinden ibaret değildir. Gerçek tasarruf; alt sayaçlandırma, bölüm bazlı su bütçesi, peyzaj sulama optimizasyonu, çamaşırhane yük yönetimi, havuz ters yıkama suyunun azaltılması, mutfak ekipmanlarının verimliliği ve personel eğitimiyle sağlanır. Her tesis için geceleme başına su tüketimi, doluluk oranı, peyzaj alanı ve hizmet konseptiyle birlikte izlenmelidir.

Gri su kullanımı ve artırılmış atıksu ile peyzaj sulaması, turizm bölgeleri için özellikle değerlidir. Ancak uygulamada halk sağlığı, koku, depolama, iletim, kalite sınıfı, bakım ve kullanıcı kabulü konuları dikkate alınmalıdır. Turizm bölgelerinde merkezi artırılmış atıksu dağıtım hatları, tesis bazlı gri su sistemlerinden daha güvenli ve izlenebilir olabilir. Buna karşılık büyük ve izole tesislerde tesis içi gri su sistemi, teknik işletme kapasitesi varsa uygun bir çözüm olabilir.

Kapalı devre sistemler endüstride ve büyük turizm tesislerinde öncelikli değerlendirilmelidir. Soğutma sularında çevrim sayısının artırılması, ters yıkama ve filtre temizleme sularının geri kazanılması, mutfak ve çamaşırhane ekipmanlarında otomasyon, kondens suyu kullanımı ve yağmur suyu depolama uygulamaları, kaynak üzerindeki pik talebi azaltabilir.

Dönem	Öneriler	Sorumlu kurumlar ve izleme göstergeleri
Kısa vadeli (0-2 yıl)	Turizm tesisleri için geceleme başına su tüketimi, alt kullanım alanları ve doluluk oranını içeren gönüllü/teşvikli su verimliliği izleme programı başlatılması. Büyük tesislerde alt sayaçlandırma ve peyzaj sulama denetimi zorunlu hale getirilmesi. OSB ve büyük endüstriyel kullanıcılar için su kullanım envanteri hazırlanması.	ASAT, İl Kültür ve Turizm Müdürlüğü, turizm birlikleri, OSB, belediyeler. Göstergeler: L/geceleme, alt sayaçlı tesis oranı, otel/pansiyon toplam tüketimi, endüstriyel m ³ /ürün veya m ³ /ciro göstergeleri.
Orta vadeli (3-5 yıl)	Turizm bölgelerinde artırılmış atıksu ile peyzaj sulaması pilot hatlarının kurulması. Büyük otellerde su verimliliği etütlerinin teşvik/sertifikaşyon sistemine bağlanması. Endüstride kapalı devre soğutma, proses suyu geri kazanımı ve yağmur suyu kullanımı için sektörel rehber hazırlanması.	ASAT, turizm işletmeleri, Bakanlıklar, OSB, üniversiteler. Göstergeler: yeniden kullanılan su m ³ /yıl, sertifikalı tesis sayısı.

Dönem	Öneriler	Sorumlu kurumlar ve izleme göstergeleri
Uzun vadeli (5+ yıl)	Turizm ve sanayi bölgeleri için alternatif su kaynakları master planı hazırlanması. Yeni büyük turizm yatırımlarında arıtılmış atıksu/yağmur suyu/gri su kullanımı, su bütçesi ve pik talep azaltımı imar ve çevresel izin süreçlerine entegre edilmesi. Endüstriyel simbiyoz ile bir işletmenin çıkış suyunun uygun kaliteyle başka proseste kullanılması.	Büyükşehir Belediyesi, ASAT, Bakanlıklar, sektör birlikleri. Göstergeler: kişi/geceleme başı tüketim trendi, alternatif su payı, pik gün talebi, endüstriyel geri kazanım oranı.

6. Yönetişim, Kurumsal Yapı, Finansman ve Katılım

6.1. Mevcut Durum

Antalya’da su yönetimi ülkemizde de olduğu gibi çok kurumlu bir yapıya sahiptir. DSİ, ASAT, Büyükşehir Belediyesi, ilçe belediyeleri, Tarım ve Orman İl Müdürlüğü, Çevre Şehircilik ve İklim Değişikliği İl Müdürlüğü, sulama birlikleri, turizm ve sanayi örgütleri, üniversiteler ve sivil toplum aynı su döngüsünün farklı parçalarında yetki ve sorumluluk taşımaktadır. Bu çok kurumlu yapı, koordinasyon sağlandığında güçlü bir kapasite; koordinasyon zayıf kaldığında ise veri uyumsuzluğu, yatırım tekrarları ve gecikmiş müdahale riski üretir.

Finansman boyutu, su yönetiminin genellikle en zayıf görünen fakat en belirleyici bileşenidir. Su kaybı azaltımı, boru yenileme, SCADA, atıksu geri kazanımı, yağmursuyu altyapısı, yeşil altyapı ve tarımsal sulama modernizasyonu farklı finansman modelleri gerektirir. Antalya için yatırım önceliği, yalnızca inşaat maliyetine göre değil, su tasarrufu, enerji tasarrufu, karbon azaltımı, taşkın zararı azaltımı, ekosistem faydası ve sosyal kabul kriterleriyle belirlenmelidir.

Katılım mekanizmaları teknik doğruluğun sahada uygulanabilmesi için gereklidir. Çiftçiler, otel işletmecileri, sanayi kullanıcıları, mahalle sakinleri, meslek odaları ve üniversiteler karar süreçlerine erken dahil edilmelidir. Su kısıtı dönemlerinde alınacak önlemler önceden anlatılmazsa, kriz anında uygulanabilirliği düşer. Bu nedenle kuraklık iletişimi ve talep yönetimi Antalya su yönetişiminin temel araçları arasında yer almalıdır.

6.2. Su Yönetişim Modeli

Antalya için önerilen yönetim modeli üç kademelidir. Birinci kademe, havza düzeyinde su bütçesi, kuraklık, ekosistem ve tahsis kararlarını koordine eden stratejik kurul yapısıdır. İkinci kademe, ASAT ve belediyeler üzerinden içme suyu, atıksu, yağmursuyu, yeşil altyapı ve kentsel planlama uygulamalarını yürüten teknik uygulama yapısıdır. Üçüncü kademe ise tarım, turizm, sanayi ve mahalle düzeyinde talep yönetimi ve davranış değişikliğini sağlayan sektörel katılım platformlarıdır.

Bu modelin başarısı için her kurumun elindeki veri tek bir formatta paylaşılamasa bile, asgari ortak gösterge seti tanımlanmalıdır. Aylık sistem giriş hacmi, izinli tüketim, su kaybı, yeraltı

suyu seviyesi, su kalitesi, arıtılmış atıksu miktarı, tarımsal sulama hacmi, turizm tüketimi, enerji tüketimi ve kuraklık indeksleri aynı yönetim panelinde izlenmelidir.

6.3. Politika ve Mevzuat Uyumunu

Politika ve mevzuat uyumu ulusal ve yerel düzeyde birlikte ele alınmalıdır. Ulusal İklim Değişikliğine Uyum Stratejisi ve Eylem Planı, su kaynakları yönetiminde iklim risklerinin dikkate alınmasını, uyum kapasitesinin güçlendirilmesini ve sektörel planlara entegrasyonu hedeflemektedir [7]. Yerel düzeyde Antalya Büyükşehir Belediyesi'nin iklim azaltım ve uyum çalışmaları, kentsel su yönetiminde taşkın, yeşil altyapı ve altyapı adaptasyonu başlıklarını desteklemektedir [6].

Mevzuat uyumunda en kritik konu, suya duyarlı kentsel tasarım ve alternatif su kullanımının imar, ruhsat, çevresel izin ve altyapı kabul süreçlerine nasıl entegre edileceğidir. Yağmur suyu hasadı, gri su kullanımı, arıtılmış atıksu ile sulama, geçirgen yüzey zorunlulukları ve büyük kullanıcı su verimliliği etütleri uygulamada net teknik şartnamelere bağlanmalıdır.

Dönem	Öneriler	Sorumlu kurumlar ve izleme göstergeleri
Kısa vadeli (0-2 yıl)	Antalya Su Yönetimi Koordinasyon Platformu kurulması veya mevcut kurul yapılarının düzenli teknik gündemle çalıştırılması. Kurumlar arası asgari veri paylaşım protokolü hazırlanması. Su kaybı, kuraklık, tarım, turizm ve yeniden kullanım için ortak gösterge seti belirlenmesi. Kamuoyu için yıllık Antalya Su Durumu Bülteni yayımlanması.	Valilik, ASAT, DSİ, Büyükşehir Belediyesi, İl Müdürlükleri, üniversiteler. Göstergeler: toplantı sayısı, paylaşılan veri seti, yayımlanan bülten, katılımcı kurum sayısı.
Orta vadeli (3-5 yıl)	Su yatırımlarının çok kriterli önceliklendirme yöntemiyle seçilmesi. Yağmur suyu hasadı, arıtılmış atıksu kullanımı ve su verimliliği etütleri için yerel teknik rehberlerin hazırlanması. Tarım, turizm ve sanayi için sektörel su verimliliği protokolleri geliştirilmesi.	Büyükşehir Belediyesi, ASAT, Bakanlıklar, meslek odaları, sektör birlikleri. Göstergeler: rehber sayısı, protokol sayısı, finanse edilen proje sayısı, yatırım başına tasarruf m ³ .
Uzun vadeli (5+ yıl)	Antalya İklim Dirençli Su Yönetimi Master Planı'nın yasal/kurumsal sahiplikle yürürlüğe alınması. Su tarifeleri, teşvikler, fonlar ve performans hedeflerinin talep yönetimini destekleyecek şekilde düzenlenmesi. Kuraklık dönemlerinde uygulanacak kademeli önlem ve tahsis protokolünün önceden ilan edilmesi.	Valilik, Bakanlıklar, ASAT, DSİ, Büyükşehir Belediyesi. Göstergeler: master plan uygulama oranı, kaynak tahsis uyumu, kuraklık müdahale süresi, sektör bazlı tasarruf.

7. Karar Destek Mekanizması

Antalya'da su yönetimine ilişkin çok sayıda veri üretilmekte, ancak bu verilerin stratejik, bütünleşik ve karar alma süreçlerini doğrudan destekleyecek biçimde kullanılması ayrı bir önem

taşımaktadır. Karar destek mekanizmasının temel işlevi, farklı kurumlar ve sektörler tarafından üretilen verileri yalnızca izlemek veya arşivlemek değil, bunları zamanında ve uygulanabilir yönetim kararlarına dönüştürmektir. Örneğin kuraklık uyarısının yalnızca meteorolojik kuraklık indekslerine dayandırılması, içme-kullanma suyu temini ve tarımsal üretim açısından yeterli bir değerlendirme sağlamayabilir.

Yağış açığı, akarsu akımları, yeraltı suyu seviyeleri, baraj ve depo dolulukları, tüketim eğilimleri, turizm doluluk oranları, sulama talebi ve arıtılmış atıksu potansiyeli birlikte değerlendirildiğinde çok daha gerçekçi, sahaya karşılığı olan ve erken müdahaleye imkân veren bir uyarı sistemi kurulabilir. Bu nedenle Antalya için veri entegrasyonu çok katmanlı bir yapıda ele alınmalıdır. İlk katmanda debi, basınç, su seviyesi, su kalitesi, enerji tüketimi, yağış, toprak nemi ve arıtma tesisi çıkış kalitesi gibi saha ölçümleri yer almalıdır.

İkinci katman, CBS tabanlı mekânsal veri altyapısından oluşmalı, alt havza sınırları, boru hatları, depolar, arıtma tesisleri, kuyular, sulama alanları, turizm tesisleri ve hassas ekosistemler aynı veri tabanı içinde ilişkilendirilmelidir. Üçüncü katmanda su bütçesi, hidrolik modelleme, kuraklık indeksleri, talep tahminleri ve risk haritaları gibi analitik araçlar bulunmalıdır. Dördüncü katman ise uyarı üretimi, önceliklendirme ve performans takibini mümkün kılan karar paneli olmalıdır.

İzleme ağı tasarlanırken “her yere sensör yerleştirme” yaklaşımı yerine, risk temelli ve yönetim ihtiyacına doğrudan karşılık veren ölçüm noktaları seçilmelidir. Bu kapsamda kıyı akiferlerinde tuzluluk, yoğun tarım alanlarında nitrat ve elektriksel iletkenlik, yüksek basınç bölgelerinde basınç ve debi, turizm bölgelerinde pik tüketim, taşkın riski bulunan alanlarda ise yağış ve su seviyesi düzenli olarak izlenmelidir. Böylece veri yatırımları doğrudan sahadaki yönetim sorunlarıyla ilişkilendirilmiş olur.

Karar destek mekanizmasının önemli bileşenlerinden biri de sektörel su tahsisidir. Antalya’da su tahsisi, normal yıl ve kurak yıl koşulları için farklı kurallara sahip olmalıdır. Normal yıllarda temel hedef su verimliliğinin artırılması, kaynak kalitesinin korunması ve sektörel taleplerin sürdürülebilir biçimde karşılanması olmalıdır. Kurak yıllarda ise içme-kullanma suyu, ekosistem ihtiyacı, kritik tarımsal üretim, turizm ve sanayi kullanımları arasında önceden tanımlanmış eşik değerlere dayalı kademeli önlemler devreye girmelidir.

Bu eşikler bilimsel veriyle tanımlanmadığı sürece kuraklık yönetimi planlı bir risk yönetimi olmaktan çıkarak kriz yönetimine dönüşür. Tarımsal su kullanımında ürün deseni optimizasyonu, su tahsis modelinin en kritik unsurlarından biridir; ancak bu optimizasyon yalnızca en az su tüketen ürünlerin seçilmesi şeklinde değerlendirilmemelidir. Ürün tercihinde su tüketimiyle birlikte gelir, istihdam, ihracat potansiyeli, gıda güvenliği, ekosistem üzerindeki etkiler ve çiftçi kabulü birlikte dikkate alınmalıdır. Turizm sektöründe ise geceleme başına su tüketimi ve tesislerin su verimliliği sınıfları, talep yönetimi, teşvik mekanizmaları ve sürdürülebilir turizm uygulamaları için kullanılabilir göstergeler hâline getirilmelidir.

Antalya Su Yönetimi Paneli, kamu kurumları ve yetkili teknik ekipler tarafından kullanılacak kapalı bir yönetim ekranı ile kamuoyuna açık, sade ve anlaşılır bir bilgilendirme ekranı olmak

üzere iki seviyede tasarlanmalıdır. Teknik yönetim ekranında alt havza su bütçesi, ASAT sistem giriş hacmi, tüketim ve kayıp verileri, arıza yoğunlukları, yeraltı suyu seviye ve kalite eğilimleri, arıtılmış atıksu potansiyeli, turizm kaynaklı dönemsel talep ve tarımsal sulama ihtiyacı birlikte izlenmelidir.

Kamuoyuna açık ekranda ise mevcut su durumu, tasarruf çağrıları, kuraklık seviyesi ve alınan önlemler teknik ayrıntıya boğulmadan anlaşılır şekilde paylaşılmalıdır. Erken uyarı sistemi yalnızca alarm üreten pasif bir yapı olmamalı, hangi eşik değeri aşıldığında hangi kurumun hangi eylemi başlatacağını da açık biçimde tanımlamalıdır. Örneğin yeraltı suyu seviyesi kritik eşiklerin altına düştüğünde kaçak kuyu denetimleri, sulama kısıtları, alternatif kaynakların devreye alınması ve kamuoyu bilgilendirme kampanyaları eş zamanlı olarak başlatılabilir.

Bu yönüyle karar destek mekanizması yalnızca teknik bir izleme ve analiz aracı değil, aynı zamanda kurumlar arası koordinasyonu güçlendiren, sorumlulukları belirginleştiren ve su yönetimini veri temelli hâle getiren stratejik bir yönetim aracıdır.

Dönem	Öneriler	Sorumlu kurumlar ve izleme göstergeleri
Kısa vadeli (0-2 yıl)	Mevcut veri kaynaklarının envanteri çıkarılmalı, ASAT, DSİ, meteoroloji, tarım, turizm ve atıksu verileri için ortak gösterge sözlüğü hazırlanmalı. Kritik bölgelerde debi-basınç-seviye-kalite verileri önceliklendirilerek ölçüm boşlukları kapatılmalı. Basit bir Antalya Su Durumu gösterge paneli pilot olarak kurulmalı.	ASAT, DSİ, MGM, İl Tarım ve Orman Müdürlüğü, Büyükşehir Belediyesi, üniversiteler. Göstergeler: entegre veri seti sayısı, ölçüm boşluğu, panel güncelleme sıklığı.
Orta vadeli (3-5 yıl)	Yeraltı suyu seviye-kalite izleme ağı ile kuraklık indekslerinin aynı platformda izlenmesi. Tarım ve turizm için talep tahmin modülleri geliştirilmesi. Kuraklık eşiklerine bağlı sektörel eylem protokolü hazırlanması.	ASAT, DSİ, üniversiteler, sektör birlikleri. Göstergeler: model kalibrasyon başarısı, tahmin hatası, kuraklık eşiği uygulama süresi, veri paylaşım protokolü.
Uzun vadeli (5+ yıl)	Alt havza su bütçesi, kentsel şebeke, atıksu geri kazanımı, yağmursuyu, tarım ve turizm talebinin iklim senaryolarıyla birlikte analiz edilmesi. Yatırım programlarının karar destek çıktılarıyla ilişkilendirilmesi.	Valilik, ASAT, DSİ, Bakanlıklar, üniversiteler. Göstergeler: dijital ikiz kapsamı, senaryo analizi sayısı, yatırım kararlarında model kullanımı, erken uyarı doğruluğu.

8. Sonuç

Antalya'nın su yönetiminde öncelikli mesele, gelecekte ortaya çıkabilecek kaynak yetersizliğini beklemek değil, mevcut baskıların iklim değişikliği, nüfus artışı, turizm yoğunluğu ve tarımsal su talebiyle birlikte nasıl büyüyeceğini bugünden dikkate almaktır. Yeraltı suyu bağımlılığı, kıyı akiferlerinde tuzlanma riski, bazı bölgelerde kalite baskıları, yüksek su kayıpları, turizm sezonunda oluşan pik tüketimler ve tarımsal sulama ihtiyacı, Antalya'nın su güvenliğini belirleyen temel unsurlardır. Bu nedenle su yönetimi, tekil altyapı yatırımlarına indirgenmeden

havza, kent, tarım, turizm ve ekosistem ölçeklerini birlikte kapsayan entegre bir yaklaşımla yürütülmelidir.

Antalya’da “arzı artırma” odaklı geleneksel yaklaşımın, güçlü bir “talep ve kayıp yönetimi” yaklaşımıyla tamamlanması gerektiği önemli bir husustur. Su kayıplarının azaltılması, basınç ve arıza yönetiminin güçlendirilmesi, arıtılmış atıksuyun yeniden kullanılması, yağmur suyunun kent içinde tutulması, tarımsal sulamanın veri temelli yönetilmesi, turizm ve sanayide birim su tüketiminin düşürülmesi ve kaynak koruma alanlarının etkin biçimde denetlenmesi, Antalya’nın iklim dirençli su geleceği açısından kritik önemdedir. Bu başlıkların her biri ayrı bir proje alanı olmakla birlikte, asıl başarı bunların ortak veri, ortak hedef ve ortak izleme sistemi altında birleştirilebilmesine bağlıdır.

Uygulama açısından en gerçekçi başlangıç, mevcut kurumlar arasında ortak gösterge seti, veri paylaşım protokolü ve karar destek mekanizması kurulmasıdır. Bu geçiş hem su kaynaklarının korunması hem de kentin tarım, turizm, sanayi ve yaşam kalitesi açısından geleceğe hazırlanması için en güvenilir yoldur.

KAYNAKLAR

[1] T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı, Su Yönetimi Genel Müdürlüğü. Antalya Havzası Kuraklık Yönetim Planı Nihai Rapor. Ankara, 2018.

<https://www.tarimorman.gov.tr/SYGM/Belgeler/KURAKLIK%20Y%C3%96NET%C4%B0M%20PLANLARI%2009.01.2023/Antalya%20Havzas%C4%B1%20Kurakl%C4%B1k%20Y%C3%B6netim%20Plan%C4%B1%20Nihai%20Rapor.pdf>

[2] T.C. Antalya Valiliği, Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği İl Müdürlüğü. Antalya İli 2024 Yılı Çevre Durum Raporu. Antalya, 2025.

https://webdosya.csb.gov.tr/v2/ced/2026/01/Antalya_icdr2024-20260114131405.pdf

[3] IPCC.ClimateChange2022:Impacts, AdaptationandVulnerability. AR6 WGII, Cross-ChapterPaper4:MediterraneanRegion.<https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg2/>

[4] European Environment Agency (EEA). Water and climate impacts; Water scarcity conditions in Europe indicators. 2025.

https://www.eea.europa.eu/en/analysis/publications/monitoring-report-on-progress-towards-the-8th-eap-objectives-2025/indicators/24-water-scarcity-conditions-in-europe-water-exploitation-index-plus-_indic.pdf/@download/file

[5] Antalya Su ve Atıksu İdaresi Genel Müdürlüğü (ASAT). 2025 Yılı İçme Suyu Su Kayıpları Yıllık Raporu. Rapor tarihi: 28.02.2026.

<https://www.asat.gov.tr/FileUpload/MediaFolder/e61482a8-b480-4d87-923b-5eee594e5edb.pdf>

[6]Antalya Büyükşehir Belediyesi. Sera Gazı Azaltımı ve İklim Değişikliğine Uyum.<https://www.antalya.bel.tr/tr/sera-gazi-azaltimi-ve-iklim-degisikligine-uyum>

[7]T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, İklim Değişikliği Başkanlığı. İklim Değişikliğine Uyum Stratejisi ve Eylem Planı (2024-2030).<https://iklim.gov.tr/>

[8] Baader, J., Fallis, P., Hübschen, K., Klingel, P., Knobloch, A., Laures, C., Oertlé, E., Trujillo Alvarez, R., ve Ziegler, D. (2011). Guidelines for water loss reduction - a focus on pressure management. Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH.

[9]IPCC.ClimateChange2022:Impacts, AdaptationandVulnerability. AR6 WGII, Cross-ChapterPaper4:MediterraneanRegion.<https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg2/>

[10]T.C. Kültür ve Turizm Bakanlığı. “Antalya Ekim Ayında Zirve Yaptı, 10 Ayda 16 Milyon Turisti Aştı.” Basın açıklaması, 7 Kasım 2025.<https://basin.ktb.gov.tr/TR-408282/>

[11] Şahin, H., Topkaya, B., Civelekoğlu, G. (2024). Antalya Bölgesindeki Konaklama Tesislerinde Doğrudan Su Kullanımının İncelenmesi. Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi, 12(1), 217-229. DOI: 10.21923/jesd.1438629.

		I. Toplantı	II. Toplantı	III. Toplantı	IV. Toplantı
I D	4.Grup / Sürdürülebilir Tarım, Sürdürülebilir Ekosistem ve Sürdürülebilir Turizm Çalışma Grubu	Online	Online	ANSİAD Yüzyüze	ANSİAD Yüzyüze
		30.04	14.05	04.06	25.06
		14.30	14.30	14.30	14.30
1	Zafer ALKAYA -AKTOB Yönetim Kurulu Üyesi	Hayır			
2	Doç. Dr. Güray DOĞAN- Akdeniz Üniversitesi Mühendislik Fakültesi, Çevre Mühendisliği Bölümü Öğr. Üyesi Çevre Müh. Odası YK Üyesi	Evet	Evet	Evet	Evet
3	Gökçen ATMACA- AGİDER Yönetim Kurulu Başkanı	Hayır		Hayır	
4	Doç. Dr. Selda LİMON - Süleyman Demirel Üniversitesi Ulusal ve Uluslararası Proje Koordinatörü				
5	Öğr. Gör. Hande TİĞLİ- Süleyman Demirel Üniversitesi Ulusal ve Uluslararası Proje Koordinatörü	Evet		Hayır	
6	Ebru KAÇIN- TMMOB Ziraat Mühendisleri Odası Antalya Şubesi Başkanı	Evet			
7	Yusuf AKGÜL – MÜSİAD Antalya Şube Başkanı				
8	Bensu CÜCE – TMMOB Peyzaj Mimarları Odası Antalya Şubesi Başkanı				
9	Prof. Dr. Mehmet KILIÇ – ALKÜ Öğretim Üyesi				

10	Çağla TİTİZ KÖSE- ANSİAD Uluslararası İlişkiler ve AB Çalışma Masası Bşk. C ANSİAD İklim Değişikliği ve Çevre Çalışma Masası Üyesi		Evet	Hayır	
11	Lütfi GÖBÜŞ - ANSİAD Tarım ve Gıda Çalışma Masası Üyesi				
12	Ergün DURAN- ANSİAD Tarım ve Gıda Çalışma Masası Başkanı	Evet	Evet	Evet	
13	Aysel DAL CENGİZ -ANSİAD Tarım ve Gıda Çalışma Masası Üyesi	Evet	Evet	Evet	Evet
14	Ahmet ÖZDEMİR-TMMOB Ziraat Mühendisleri Odası Üyesi		Evet	Evet	Evet
15	Dr. Elçin Kökdemir Ünşar- TMMOB ÇMO Üyesi				
ID	4.Grup / Sürdürülebilir Tarım, Sürdürülebilir Ekosistem ve Sürdürülebilir Turizm Çalışma Grubu	Katkı Koyduğu Bölümler			
2	Doç. Dr. Güray DOĞAN- Akdeniz Üniversitesi Mühendislik Fakültesi, Çevre Mühendisliği Bölümü Öğr. Üyesi Çevre Müh. Odası YK Üyesi	1.2, 1.3, 1.6, 2 ve Bölüm Koordinasyonu			
6	Ebru KAÇIN- TMMOB Ziraat Mühendisleri Odası Antalya Şubesi Başkanı	1.1, 1.3, 1.5, 1.6, 1.7, 1.8, 1.9, 1.10, 1.11 ve 1.12			
12	Ergün DURAN- ANSİAD Tarım ve Gıda Çalışma Masası Başkanı	1.1, 1.3, 1.6, 1.7, 1.8, 1.10, 1.11 ve 1.12			
13	Aysel DAL CENGİZ -ANSİAD Tarım ve Gıda Çalışma Masası Üyesi	2			
14	Ahmet ÖZDEMİR-TMMOB Ziraat Mühendisleri Odası Üyesi	1, 1.1, 1.3, 1.5, 1.6, 1.7, 1.8, 1.9, 1.10, 1.11 ve 1.12			
15	Dr. Elçin Kökdemir Ünşar- TMMOB ÇMO Üyesi	1.4			

COP31 Antalya

Sürdürülebilir Tarım, Sürdürülebilir Ekosistem ve Sürdürülebilir Turizm Çalışma Grubu

BÖLÜM

04

ANTALYA
2050

ANTALYA 2050 / COP31

SÜRDÜRÜLEBİLİR TARIM, TOPRAK VE EKOSİSTEM YÖNETİMİ

TOPRAK • BİYOLOJİK ÇEŞİTLİLİK • İKLİM
DİRENÇLİ ÜRETİM

- Sürdürülebilir üretim
- Toprak ve su dengesi
- Doğa temelli çözümler

COP31 Vizyonu Doğrultusunda 2050 Düşük Karbonlu,
İklim Dirençli ve Sürdürülebilir Kalkınma Stratejisi

SÜRDÜRÜLEBİLİR TARIM VE EKOSİSTEM

Antalya Tarımının Tarihsel Gelişimi

Antalya, binlerce yıllık tarımsal geçmişe sahip, Anadolu'nun en önemli üretim merkezlerinden biridir. Verimli kıyı ovaları, zengin alüvyal toprakları, uygun iklim koşulları ve su kaynakları sayesinde tarih boyunca tarımsal üretimin kesintisiz sürdürüldüğü bölgeler arasında yer almıştır.

Antik Çağ'da Pamfilya, Likya ve Pisidya uygarlıkları döneminde Antalya Ovası başta olmak üzere kıyı düzlüklerinde tahıl, üzüm, zeytin, incir ve çeşitli meyve türleri yetiştirilmiş; bölge aynı zamanda önemli bir ticaret merkezi hâline gelmiştir. Liman kentleri aracılığıyla tarımsal ürünler Akdeniz'in farklı bölgelerine taşınmış, tarım bölge ekonomisinin temel faaliyetlerinden biri olmuştur.

Selçuklu ve Osmanlı dönemlerinde de Antalya'nın tarımsal önemi devam etmiş; narenciye, zeytin, bağcılık, susam, pamuk ve hububat üretimi yaygınlaşmıştır. Yörük kültürünün etkisiyle bitkisel üretim ile hayvancılık uzun yıllar birlikte yürütülmüş, Toroslar'daki yaylacılık sistemi kırsal yaşamın önemli bir parçası olmuştur.

Cumhuriyet'in ilanından sonra tarımsal mekanizasyon, sulama yatırımları ve kooperatifleşme çalışmaları Antalya tarımında yeni bir dönemin başlangıcını oluşturmuştur. Özellikle 1960'lı yıllardan itibaren modern seracılık uygulamalarının başlaması, Antalya tarımında köklü bir dönüşüm yaratmıştır. Plastik örtülü seraların yaygınlaşmasıyla birlikte dört mevsim üretim yapılabilmüş; sebzeçilik ekonomik açıdan büyük ivme kazanmıştır.

1980'li yıllardan sonra ihracata yönelik üretim modeli güçlenmiş; domates, biber, salatalık ve patlıcan başta olmak üzere örtü altı sebze üretimi hızla artmıştır. Aynı dönemde narenciye üretimi genişlemiş; kesme çiçekçilik, fide-fidan üretimi ve süs bitkileri sektörü gelişmeye başlamıştır. 2000'li yıllarla birlikte modern sera teknolojileri, damla sulama sistemleri, biyolojik mücadele yöntemleri ve sertifikalı üretim uygulamaları yaygınlaşmış; Antalya, Türkiye'nin örtü altı üretim merkezi hâline gelmiştir.

Bugün Antalya; yaş meyve ve sebze, örtü altı yetiştiriciliği, narenciye, avokado, mango, muz, süs bitkileri, fide-fidan üretimi ve tohumculuk alanlarında Türkiye'nin öncü ili konumundadır. Gelişmiş lojistik altyapısı ve ihracat kapasitesi sayesinde Avrupa, Rusya, Orta Doğu ve birçok ülkeye tarımsal ürün ihraç etmektedir.

Günümüzde Antalya Tarımı

Günümüzde Antalya tarımı, yüksek üretim kapasitesi ve teknoloji kullanımına rağmen iklim değişikliği, kuraklık, su kaynaklarının azalması, tarım arazilerinin amaç dışı kullanımı, artan üretim maliyetleri ve kırsal nüfusun yaşlanması gibi önemli sorunlarla karşı karşıyadır. Tarımsal sürdürülebilirliğin sağlanabilmesi için üretim kadar doğal kaynakların korunması da öncelikli hâle gelmiştir.

Antalya Tarımının Gelişimi ve 2050 Vizyonu

Antalya, sahip olduğu iklim çeşitliliği, verimli ovaları, gelişmiş sera altyapısı ve ihracata dayalı üretim modeli ile Türkiye tarımının lokomotif illerinden biridir. Örtü altı üretimde ülke lideri olan Antalya; yaş meyve-sebze, süs bitkileri, fide-fidan ve tohumculuk alanlarında yalnızca Türkiye'nin değil, Akdeniz Havzası'nın da en önemli üretim merkezlerinden biri konumundadır. Tarımsal üretim değeri bakımından uzun yıllardır Türkiye'nin ilk sıralarında yer almakta; modern seracılık, sözleşmeli üretim ve dış pazarlara entegrasyon konusunda önemli bir deneyime sahiptir.

Ancak önümüzdeki çeyrek yüzyıl, Antalya tarımı açısından yalnızca üretimin artırılacağı bir dönem olmayacaktır. İklim değişikliği, azalan su kaynakları, artan sıcaklıklar, kuraklık, ekstrem hava olayları, tarım arazilerinin parçalanması, kentleşme baskısı ve kırsal nüfusun yaşlanması gibi yapısal sorunlar, tarımsal üretimin geleceğini doğrudan şekillendirecektir. Artık temel mesele daha fazla üretmekten çok, mevcut doğal kaynakları koruyarak sürdürülebilir üretim yapabilmektir. Antalya'da yürütülen 2050 vizyon çalışmalarında da su yönetimi, iklim dirençliliği ve yeşil dönüşüm geleceğin en kritik başlıkları olarak öne çıkmaktadır.

2050 yılına uzanan süreçte Antalya tarımının temel hedefi; yüksek verimli ancak doğal kaynakları tüketmeyen, dijital teknolojilerle desteklenen, iklim değişikliğine uyum sağlayabilen ve uluslararası rekabet gücünü artıran bir üretim modeline dönüşmek olmalıdır. Bu dönüşüm yalnızca yeni teknolojilerin kullanılmasıyla değil; aynı zamanda toprak, su ve biyolojik çeşitliliğin korunmasını esas alan bütüncül bir kırsal kalkınma anlayışıyla mümkün olacaktır.

Bu kapsamda 2050 Antalya tarım vizyonunun temel yapı taşları şu şekilde özetlenebilir:

- Su verimliliğini esas alan basınçlı sulama sistemlerinin yaygınlaştırılması ve yağmur suyu hasadı uygulamalarının geliştirilmesi,
- Yeraltı suyu kullanımının azaltılması ve havza bazlı su yönetiminin güçlendirilmesi,
- Toprak sağlığını önceleyen organik madde yönetimi, erozyonla mücadele ve hassas tarım uygulamalarının yaygınlaştırılması,
- Dijital tarım teknolojileri, yapay zekâ destekli karar sistemleri, sensörler, uzaktan algılama ve tarımsal veri yönetiminin üretimin ayrılmaz bir parçası hâline gelmesi,
- Yenilenebilir enerji kullanan düşük karbonlu sera işletmelerinin geliştirilmesi,
- Tohumculuk, fide-fidan üretimi, biyolojik mücadele ve biyoteknoloji alanlarında Ar-Ge yatırımlarının artırılması,
- Tarımsal ürünlerin yalnızca ham madde olarak değil, yüksek katma değerli işlenmiş ürünlere dönüştürülmesi,
- Genç çiftçiler, kadın girişimciler ve tarım teknolojileri alanında faaliyet gösteren girişimlerin desteklenmesi,
- Tarım ile turizmin entegre edildiği agro-turizm, yerel ürün markalaşması ve kırsal kalkınma modellerinin yaygınlaştırılması,

- Tarım arazilerinin korunması ve plansız kentleşmenin verimli ovalar üzerindeki baskısının azaltılması.

Sonuç

Yaklaşık iki bin yılı aşkın tarımsal birikimiyle Antalya, geçmişten günümüze Akdeniz'in en önemli üretim merkezlerinden biri olmuştur. Ancak geleceğin başarısı yalnızca üretim miktarına değil; toprağın korunmasına, suyun etkin yönetimine, teknolojik dönüşüme ve iklim değişikliğine uyuma bağlı olacaktır.

2050 yılında hedeflenen Antalya tarımı; doğal kaynaklarını koruyan, dijitalleşmiş, düşük karbonlu, yüksek katma değer üreten ve sürdürülebilir kalkınmayı esas alan bir tarımsal ekosistem olarak şekillenmelidir. Bu dönüşüm, kamu kurumları, üniversiteler, araştırma kuruluşları, üretici örgütleri ve özel sektörün ortak vizyonu ile mümkün olacaktır.

1. Tarım Alanlarının Korunması ve Sürdürülebilir Arazi Yönetimi

1. Kapsam ve Mevcut Durum

Tarım alanları; gıda güvenliğinin sağlanması, doğal kaynakların korunması, kırsal kalkınmanın desteklenmesi ve sürdürülebilir ekonomik yapının oluşturulması açısından stratejik öneme sahiptir. Ancak hızlı kentleşme, nüfus artışı, sanayileşme, turizm yatırımları ve altyapı projeleri, verimli tarım arazileri üzerinde giderek artan bir baskı oluşturmaktadır.

Türkiye genelinde özellikle büyükşehirlerin çevresinde ve kıyı bölgelerinde tarım arazilerinin amaç dışı kullanımı yaygınlaşmaktadır. Antalya özelinde ise turizm gelişimi, ikinci konut yatırımları, ulaşım projeleri ve plansız arazi kullanım değişiklikleri; özellikle sulanabilir ovalar, sera alanları ve yüksek verimli tarım topraklarında ciddi daralmalara yol açabilmektedir.

Bunun yanında miras yoluyla arazi parçalanması, küçük ve ekonomik olmayan işletme yapılarını artırmakta; bu durum tarımsal verimliliği ve modern tarım tekniklerinin uygulanabilirliğini sınırlandırmaktadır. İklim değişikliğinin etkileriyle birlikte su kaynaklarının azalması ve kuraklık riski de tarım alanlarının sürdürülebilir yönetimini daha kritik hale getirmektedir.

Uluslararası ve ulusal politika çerçevesinde; FAO, IPCC, OECD ve Türkiye'de ilgili kurumlar tarafından tarım arazilerinin korunması, arazi kullanım planlaması ve sürdürülebilir üretim sistemleri öncelikli politika alanları arasında yer almaktadır.

2. Sorunların Tespiti

- **Verimli tarım arazileri üzerinde yapılaşma baskısının artması**
- **Tarım arazilerinin imara açılması ve geri dönüşü olmayan arazi kayıpları**
- **Plansız arazi kullanım değişiklikleri ve tarım dışı kullanım eğilimleri**
- **Miras yoluyla arazi parçalanması ve ekonomik ölçek kaybı**
- **Kıyı bölgelerinde turizm ve ikinci konut baskısının artması**
- **Sanayi, enerji ve ulaşım yatırımlarının tarım alanları üzerindeki baskısı**
- **Tarımsal üretim planlamasında iklim değişikliği etkilerinin yeterince dikkate alınmaması**
- **Küçük ve parçalı işletme yapılarının modern tarımı zorlaştırması**
- **Arazi kullanımında denetim ve yaptırım eksiklikleri**
- **Dijital arazi izleme ve veri altyapısının yetersizliği**
- **Uzun vadeli tarım politikalarının bütüncül şekilde uygulanamaması**
- **Su ve toprak kaynaklarının planlamaya yeterince entegre edilmemesi**

3. Çözüm Önerileri

- **Mutlak tarım arazileri ve özel ürün arazilerinin sıkı koruma statüsüne alınması**
- **Tarım dışı kullanım izinlerinin teknik kriterlere ve bilimsel değerlendirmelere bağlanması**
- **Bölgesel ve havza bazlı üretim planlamasının yaygınlaştırılması**
- **Arazi toplulaştırma çalışmalarının hızlandırılması ve desteklenmesi**
- **Miras yoluyla arazi parçalanmasını azaltacak yasal ve yapısal düzenlemelerin güçlendirilmesi**

- **Kooperatifleşme ve ortak üretim modellerinin teşvik edilmesi**
- **Tarımsal üretim alanlarının CBS (Coğrafi Bilgi Sistemleri) tabanlı dijital izlenmesi**
- **İklim değişikliği projeksiyonlarının arazi kullanım planlarına entegre edilmesi**
- **Tarımsal üretim altyapısının iklim uyumlu şekilde yeniden planlanması**
- **Stratejik ürün planlamalarının bölgesel kapasiteye göre yapılması**
- **Tarım alanlarını koruyacak etkin denetim ve yaptırım mekanizmalarının geliştirilmesi**
- **Çiftçilere sürdürülebilir tarım ve modern üretim teknikleri konusunda eğitim verilmesi**

4. Sonuç

Tarım alanlarının korunması, yalnızca tarımsal üretimin devamlılığı açısından değil; gıda güvenliği, kırsal kalkınma, ekosistem dengesi ve ekonomik sürdürülebilirlik açısından da kritik bir zorunluluktur.

Özellikle Antalya gibi tarım, turizm ve kentleşme baskısının aynı anda yoğun yaşandığı bölgelerde, tarım alanlarının korunması stratejik bir planlama yaklaşımı gerektirmektedir. Verimli tarım arazilerinin korunması, arazi parçalanmasının önlenmesi, planlı kullanımın sağlanması ve iklim değişikliğine uyumlu üretim modellerinin geliştirilmesi; uzun vadeli sürdürülebilirlik için temel unsurlardır.

Bu çerçevede geliştirilecek politikalar, yalnızca bugünkü üretim kapasitesini değil, gelecek nesillerin gıda güvenliğini ve doğal kaynakların sürdürülebilirliğini de doğrudan etkileyecektir.

5. Kaynaklar

- **5403 Sayılı Toprak Koruma ve Arazi Kullanımı Kanunu**
- **T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı, Tarım Arazilerinin Korunması ve Arazi Yönetimi Politikaları**
- **FAO, Sustainable Land Management Reports**
- **IPCC, Climate Change and Land Report**
- **OECD, Agricultural Policy Monitoring and Evaluation**
- **Ziraat Mühendisleri Odası yayınları**
- **ANSİAD raporları**
- **Antalya İl Tarım ve Orman Müdürlüğü, bölgesel tarımsal üretim ve arazi kullanım verileri**

Aşağıdaki metinler Antalya Büyükşehir Belediyesi vizyon raporu veya ANSİAD benzeri stratejik raporlarda kullanılabilecek akademik ve teknik dilde hazırlanmıştır. Sayısal veriler ve güncel durum değerlendirmeleri Antalya'nın kıyı ve sulak alan sistemleri, turizm baskıları ve çevresel göstergeleri dikkate alınarak oluşturulmuştur.

2. Kıyı ve Sulak Alanların Sürdürülebilir Yönetimi

1. Kapsam ve Mevcut Durum

Sulak alanlar; biyolojik çeşitliliğin korunması, taşkın kontrolü, karbon depolama, yeraltı suyu beslenimi ve sürdürülebilir turizm açısından kritik ekosistemlerdir. Antalya ili; Aksu Deltası, Boğazkent Kuş Cenneti, Köprülüçay Deltası, Manavgat Nehri Sulak Alanları ve Finike-Demre kıyı sulak alanları gibi çok sayıda önemli sulak alan sistemine ev sahipliği yapmaktadır. Antalya'da ulusal ve yerel ölçekte koruma statüsüne sahip dört önemli sulak alan bulunmaktadır. Antalya, Türkiye'nin en önemli turizm merkezidir.

Özellikle Belek, Kundu, Lara ve Manavgat kıyılarındaki yoğun turizm faaliyetleri sulak alanlar üzerinde önemli baskılar oluşturmaktadır. Son yıllarda iklim değişikliğine bağlı kuraklık, yeraltı suyu çekimleri ve arazi kullanım değişiklikleri nedeniyle bazı sulak alanlarda su seviyelerinde azalmalar gözlenmiştir. Geçmişte önemli sulak alan niteliği taşıyan Yamansaz, Boğazkent ve Aksu Deltası'nın bazı bölümlerinde habitat kayıpları meydana geldiği rapor edilmektedir. Sulak alanlar aynı zamanda Antalya turizminin çeşitlendirilmesi açısından kuş gözlemciliği, doğa turizmi ve ekoturizm faaliyetleri için önemli bir potansiyel oluşturmaktadır.

Lagünler ve deltalar kara ile deniz ekosistemleri arasında geçiş zonları oluşturan, yüksek biyolojik üretkenliğe sahip hassas alanlardır. Antalya kıyılarında Aksu Deltası, Köprüçay Deltası, Manavgat Deltası ve Boğazkent kıyı lagünleri önemli doğal sistemler arasında yer almaktadır. Bu alanlar göçmen kuşlar, balık türleri ve nesli tehlike altındaki canlılar için yaşam

ortamı sağlamaktadır. Belek ve Serik kıyılarında bulunan lagün sistemleri aynı zamanda Caretta caretta yuvalama alanlarıyla ilişkilidir. Ancak son otuz yılda kıyı turizmi yatırımları, golf sahaları, ulaşım altyapıları ve düzensiz kentleşme nedeniyle bu sistemlerin doğal yapısında önemli değişimler meydana gelmiştir. İklim değişikliğine bağlı deniz seviyesi yükselmesi ve kıyı erozyonu da delta ve lagün sistemlerini tehdit etmektedir.

Antalya’da yaz aylarında nüfus birçok ilçede birkaç kat artmaktadır. Bu durum deniz ekosistemleri üzerinde önemli baskılar oluşturmaktadır. Kıyı bölgelerinde evsel atıksuların arıtılması konusunda önemli yatırımlar yapılmış olmakla birlikte marina faaliyetleri, kruvaziyer turizmi, gemi trafiği, tekneler, yağmur suyu deşarjları ve mikroplastikler deniz kirliliğinin önemli kaynakları arasında yer almaktadır. Antalya Büyükşehir Belediyesi tarafından kurulan Elektronik Gemi Denetleme Sistemi ile 2025 yılının ilk altı ayında denizi kirlettiği tespit edilen 17 gemiye idari yaptırım uygulanmıştır. Bu durum gemi kaynaklı kirliliğin halen önemli bir sorun olduğunu göstermektedir.

Antalya kıyılarında kumul sistemleri, kıyı sazlıkları, deniz çayırları (*Posidonia oceanica*), falez ekosistemleri ve kıyı lagünleri önemli habitat tiplerini oluşturmaktadır. Bu habitatlar kıyı erozyonunun önlenmesi, karbon depolama, su kalitesinin korunması ve biyolojik çeşitliliğin sürdürülmesi açısından kritik işlevlere sahiptir. Turizm tesisleri, sahil düzenlemeleri, kıyı yapıları ve yoğun rekreasyon kullanımı nedeniyle Antalya kıyılarındaki doğal habitatlarda parçalanma ve alan kayıpları meydana gelmiştir. Özellikle Lara, Belek ve Kemer kıyılarında insan baskısı yüksektir. İklim değişikliği nedeniyle deniz seviyesi yükselmesi ve aşırı hava olayları da kıyı habitatlarının dayanıklılığını azaltmaktadır.

2. Sorunların Tespiti

Sulak Alan Ekosisteminin Korunması

- Turizm tesisleri ve ikinci konut gelişimleri nedeniyle sulak alanların daralması.
- Yeraltı suyu çekimlerinin sulak alanların hidrolojik rejimini bozması.
- Tarımsal drenaj faaliyetleri sonucu habitat kayıplarının oluşması.
- Kaçak dolgu ve arazi kazanımı uygulamaları.
- Sulak alan yönetim planlarının yetersiz uygulanması.
- İklim değişikliği nedeniyle artan kuraklık ve buharlaşma.
- Biyolojik çeşitlilik kayıpları ve göçmen kuş popülasyonlarında azalma.
- Sulak alanların ekoturizm potansiyelinin yeterince değerlendirilememesi.

Lagün ve Deltaların Korunması

- Delta ve lagünlerin yapılaşma baskısı altında kalması.
- Kıyı dolguları ve kıyı koruma yapılarının doğal sediment taşınımını bozması.
- Golf sahaları ve peyzaj sulamalarının su tüketimini artırması.
- Deniz seviyesi yükselmesine karşı uyum planlarının bulunmaması.

- Habitat parçalanması nedeniyle biyolojik koridorların kesintiye uğraması.
- Kaçak kullanım ve rekreasyon baskıları.

Deniz Kirliliğinin Önlenmesi

- Gemi ve yat kaynaklı atıksu deşarjları.
- Marina ve liman faaliyetlerinden kaynaklanan petrol ve kimyasal kirlilik.
- Mikroplastik ve plastik atık yükündeki artış.
- Turizm sezonunda oluşan yüksek atıksu miktarları.
- Dereler aracılığıyla taşınan kirleticiler.
- Kıyılarda düzensiz rekreasyon faaliyetleri.
- Deniz suyu kalitesinin sürekli izlenmesinde eksiklikler.

Kıyı Habitatlarının Restorasyonu

- Kıyı kumullarının tahrip edilmesi.
- Deniz çayırı yataklarında gerileme.
- Sahil düzenlemeleri nedeniyle doğal habitat kaybı.
- Kıyı erozyonunun artması.
- Turizm faaliyetlerinden kaynaklanan habitat parçalanması.
- İstilacı türlerin yayılımı.
- Restorasyon projelerinin sınırlı kalması.

3. Çözüm Önerileri

Sulak Alan Ekosisteminin Korunması

- Antalya Sulak Alan Yönetim Master Planı hazırlanmalıdır.
- Sulak alanların beslenmesini sağlayan yeraltı ve yüzey suyu kaynakları koruma altına alınmalıdır.
- Sulak alan tampon bölgeleri oluşturulmalı ve yapılaşma sınırlandırılmalıdır.
- Turizm yatırımlarında "Sulak Alan Taşıma Kapasitesi Analizi" zorunlu hale getirilmelidir.
- Boğazkent ve Aksu Deltası için habitat iyileştirme projeleri uygulanmalıdır.
- Kuş gözlem kuleleri, doğa eğitim merkezleri ve ekoturizm rotaları geliştirilmelidir.
- Sulak alanların sürekli izlenmesi amacıyla uzaktan algılama ve CBS tabanlı sistemler kurulmalıdır.
- Yerel yönetimler, turizm sektörü ve sivil toplum kuruluşlarının katıldığı yönetim mekanizmaları oluşturulmalıdır.

Lagün ve Deltaların Korunması

- Aksu ve Köprüçay deltaları için özel koruma ve restorasyon programları hazırlanmalıdır.

- Delta ve lagünlerde yapılaşma sınırları yeniden gözden geçirilmelidir.
- Doğa temelli kıyı koruma uygulamaları teşvik edilmelidir.
- Kıyı kumulları ve sazlık alanlar restore edilmelidir.
- Deniz seviyesi yükselmesine yönelik iklim uyum planları hazırlanmalıdır.
- Hassas alanlarda ziyaretçi taşıma kapasitesi belirlenmelidir.
- Turizm işletmeleri için ekolojik sertifikasyon sistemleri uygulanmalıdır.

Deniz Kirliliğinin Önlenmesi

- Elektronik Gemi Denetleme Sistemi kapsamı genişletilmelidir.
- Marinalarda sıfır atık ve mavi liman uygulamaları yaygınlaştırılmalıdır.
- Mikroplastik izleme programları oluşturulmalıdır.
- Kıyı otellerinde ileri arıtma ve su geri kazanım sistemleri teşvik edilmelidir.
- Yağmur suyu ve kanalizasyon sistemleri ayrıştırılmalıdır.
- Deniz suyu kalite verileri kamuoyuyla gerçek zamanlı paylaşılmalıdır.
- Turizm sektöründe plastik kullanımının azaltılmasına yönelik yerel düzenlemeler geliştirilmelidir.

Kıyı Habitatlarının Restorasyonu

- Antalya Kıyı Habitatları Envanteri hazırlanmalıdır.
- Deniz çayırları için koruma bölgeleri oluşturulmalıdır.
- Bozulmuş kumul sistemlerinde restorasyon projeleri uygulanmalıdır.
- Doğa temelli kıyı koruma çözümleri geliştirilmelidir.
- Kıyı habitatlarının karbon yutak kapasitesi izlenmelidir.
- Turizm yatırımlarında habitat kaybı için ekolojik telafi mekanizmaları uygulanmalıdır.
- Mavi Karbon projeleri geliştirilerek uluslararası fonlardan yararlanılmalıdır.

4. Sonuç

Sulak alanların korunması yalnızca biyolojik çeşitlilik açısından değil, Antalya'nın su güvenliği, iklim değişikliğine uyumu ve sürdürülebilir turizm hedefleri açısından da stratejik öneme sahiptir. Koruma ve kullanım dengesinin sağlanması, Antalya'nın doğal sermayesinin gelecek nesillere aktarılmasında temel bir gerekliliktir.

Lagün ve deltalar Antalya kıyı sistemlerinin ekolojik omurgasını oluşturmaktadır. Bu alanların korunması; biyolojik çeşitlilik, kıyı güvenliği ve sürdürülebilir turizm açısından temel bir gereklilik olup uzun vadeli planlama yaklaşımlarını zorunlu kılmaktadır.

Temiz denizler Antalya'nın turizm ekonomisinin temelini oluşturmaktadır. Deniz kirliliğinin önlenmesi yalnızca çevresel bir gereklilik değil, aynı zamanda destinasyon rekabetçiliği ve ekonomik sürdürülebilirlik açısından da kritik öneme sahiptir.

Kıyı habitatlarının restorasyonu Antalya'nın iklim değişikliğine uyum kapasitesini artırırken aynı zamanda doğal turizm değerlerinin korunmasını sağlayacaktır. Doğa temelli çözümler ve ekosistem restorasyonu yaklaşımları Antalya'nın sürdürülebilir kıyı yönetiminin temel bileşenleri olmalıdır.

5. Kaynaklar

1. Tarım ve Orman Bakanlığı, Sulak Alanlar Yönetimi ve Korunan Alan İstatistikleri, 2025.
2. Kesici, E. (2025). Antalya Sulak Alanlarının Durumu ve Tehditleri.
3. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, Korunan Alanlar Göstergeleri, 2025.
4. Tarım ve Orman Bakanlığı Sulak Alanlar Yönetimi, 2025. ([Tarım Bakanlığı Web TV](#))
5. Kesici, E. Antalya Sulak Alanları ve Delta Sistemleri Değerlendirmesi, 2025. ([akdenizhabercisi.com](#))
6. **Ramsar ve Akdeniz Kıyı Sulak Alanları Koruma Yaklaşımları. (Navigatormap)**
7. Antalya Büyükşehir Belediyesi Elektronik Gemi Denetleme Sistemi Sonuçları, 2025. (Tourism Today)
8. Akdeniz Havzasında Deniz Kirliliği ve Turizm Baskıları Literatürü.
9. UNEP Mediterranean Action Plan Raporları.
10. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı Korunan Alanlar Verileri, 2025. ([Çevre Bakanlığı](#))
11. Akdeniz Kıyı Ekosistemleri ve Mavi Karbon Çalışmaları.
12. UNEP-MAP Akdeniz Kıyı Alanları Yönetimi Rehberleri.

3. Tarımsal Üretimde Çevre Dostu Girdi Yönetimi

1. Kapsam ve Mevcut Durum

Artan dünya nüfusu, değişen tüketim alışkanlıkları ve gıda güvenliği gereksinimleri, tarımsal üretimde verimliliğin artırılmasını zorunlu kılmaktadır. Ancak üretim artışını sağlamak amacıyla kullanılan kimyasal gübreler, pestisitler ve yoğun sulama uygulamaları; toprak kalitesinin bozulması, yer altı ve yüzey sularının kirlenmesi, biyolojik çeşitliliğin azalması ve sera gazı emisyonlarının artması gibi önemli çevresel sorunlara yol açabilmektedir [1],[2].

Türkiye'nin örtü altı tarım merkezi konumundaki Antalya, yaklaşık 67 bin hektarı aşan sera alanı ile ülke sera varlığının önemli bir bölümünü barındırmaktadır. Antalya, Türkiye yaş sebze üretiminin yaklaşık dörtte birini karşılamakta; domates, biber, salatalık, patlıcan, narenciye, avokado ve tropikal meyve üretiminde öncü iller arasında yer almaktadır [3]. Yoğun üretim sistemleri nedeniyle gübre ve pestisit kullanımı Türkiye ortalamasının üzerinde seyredebilmekte, özellikle Aksu, Serik, Kumluca, Finike, Demre ve Manavgat havzalarında yer altı sularında nitrat birikimi ve tarımsal kaynaklı kirlilik riski artmaktadır [4].

Tarım ve Orman Bakanlığı verilerine göre Türkiye’de yıllık kimyasal gübre tüketimi son yıllarda 6–7 milyon ton seviyelerinde gerçekleşirken, örtü altı üretimin yoğun olduğu bölgelerde birim alana düşen gübre kullanımı açık tarım alanlarının birkaç katına ulaşabilmektedir [1]. Benzer şekilde pestisit kullanımı da Akdeniz Bölgesi’nde ülke ortalamasının üzerinde seyretmekte olup özellikle ihracata yönelik üretimde kalıntı yönetimi giderek daha önemli hale gelmektedir [5].

Antalya ekonomisinin temel sektörleri olan tarım ve turizm birbirleriyle doğrudan ilişkilidir. Tarımsal faaliyetlerden kaynaklanan nitrat, fosfor ve pestisit yükleri; yer altı suları, akarsular ve kıyı ekosistemleri üzerinde baskı oluşturarak turizm sektörünün temel kaynakları olan temiz su, doğal peyzaj ve çevresel kaliteyi olumsuz etkileyebilmektedir. Bu nedenle çevre dostu girdi yönetimi yalnızca tarımsal sürdürülebilirlik açısından değil, Antalya’nın turizm rekabet gücünün korunması açısından da stratejik önem taşımaktadır.

Son yıllarda Avrupa Yeşil Mutabakatı, Çiftlikten Sofraya Stratejisi (Farm to Fork), karbon nötr üretim hedefleri ve sürdürülebilir turizm politikaları kapsamında; organik tarım, iyi tarım uygulamaları, biyolojik mücadele yöntemleri, hassas tarım teknolojileri ve döngüsel ekonomi yaklaşımları giderek daha fazla önem kazanmaktadır [2],[6]. Antalya’da özellikle sera üretiminde biyolojik mücadele uygulamalarının yaygınlaşması ve İyi Tarım Uygulamaları kapsamında sertifikalı üretim alanlarının artması olumlu gelişmeler olmakla birlikte, çevre dostu girdi yönetiminin daha geniş ölçekte yaygınlaştırılmasına ihtiyaç bulunmaktadır.

2. Sorunların Tespiti

Mevcut üretim yapısında çevre dostu girdi yönetimi önünde çeşitli teknik, ekonomik ve kurumsal sorunlar bulunmaktadır:

- Kimyasal gübre kullanımı çoğu zaman toprak ve yaprak analizlerine dayanmadan gerçekleştirilmektedir.
- Aşırı azotlu gübre kullanımı nedeniyle yer altı sularında nitrat birikimi oluşabilmektedir.
- Fosfor yükleri yüzeysel su kaynaklarında ötrofikasyon riskini artırmaktadır.
- Pestisit kullanımı bazı üretim bölgelerinde ekonomik zarar eşiği dikkate alınmadan gerçekleştirilebilmektedir.
- Tarımsal ilaç kalıntıları ihracatta geri dönüş riskleri yaratabilmektedir.
- Yararlı böcek popülasyonları azalmakta ve doğal biyolojik denge zayıflamaktadır.
- Toprak organik madde içerikleri birçok üretim alanında sürdürülebilir üretim için gerekli seviyelerin altında kalmaktadır.
- Tarımsal faaliyetlerden kaynaklanan karbon ayak izi yeterince izlenememektedir.
- Çiftçilerin biyolojik mücadele ve entegre mücadele konusundaki teknik bilgi düzeyi yetersiz kalabilmektedir.
- Organik ve iyi tarım uygulamalarında sertifikasyon maliyetleri üreticiler açısından önemli bir yük oluşturabilmektedir.

- Veri temelli ve hassas tarım uygulamaları yeterince yaygın değildir.
- Tarım-turizm etkileşimini dikkate alan bütünleşik çevresel yönetim mekanizmaları yeterince gelişmemiştir.

3. Çözüm Önerileri

Gübre Kullanımının Optimizasyonu

- Gübreleme programları mutlaka toprak ve yaprak analizlerine dayandırılmalıdır.
- Hassas tarım teknolojileri ve sensör tabanlı uygulamalar yaygınlaştırılmalıdır.
- Kontrollü salınımlı ve organomineral gübrelerin kullanımı teşvik edilmelidir.
- Damla sulama ve fertigation sistemleri desteklenmelidir.
- Besin maddesi bütçelemesi ve dijital gübre takip sistemleri oluşturulmalıdır.
- Tarımsal kaynaklı nitrat kirliliğinin izlenmesi için havza bazlı programlar geliştirilmelidir.

Pestisit Kullanımının Azaltılması

- Entegre Zararlı Yönetimi (IPM) uygulamaları yaygınlaştırılmalıdır.
- Pestisit uygulamaları ekonomik zarar eşiğine göre gerçekleştirilmelidir.
- Kalıntı riski yüksek aktif maddelerin kullanımı kademeli olarak azaltılmalıdır.
- Dijital pestisit kayıt sistemleri kurulmalıdır.
- Pestisit kalıntılarının düzenli izlenmesi sağlanmalıdır.
- Tarım-turizm etkileşiminin yoğun olduğu bölgelerde özel koruma programları uygulanmalıdır.

Biyolojik Mücadele Yöntemleri

- Faydalı böcek, predatör ve parazitoit kullanımına yönelik destekler artırılmalıdır.
- Seralarda biyoteknik mücadele yöntemleri yaygınlaştırılmalıdır.
- Feromon tuzakları ve doğal mücadele yöntemleri teşvik edilmelidir.
- Üniversite, araştırma kuruluşları ve üretici örgütleri arasında iş birliği güçlendirilmelidir.
- Yerli biyolojik mücadele etmenlerinin geliştirilmesine yönelik Ar-Ge çalışmaları desteklenmelidir.

Organik ve İyi Tarım Uygulamaları

- Organik üretim yapan işletmelere finansal destekler artırılmalıdır.
- İyi Tarım Uygulamaları kapsamında izlenebilirlik sistemleri yaygınlaştırılmalıdır.
- Sertifikalı üreticilerin ihracat pazarlarına erişimi kolaylaştırılmalıdır.
- Turizm sektöründe organik ve yerel ürün kullanımını teşvik eden mekanizmalar oluşturulmalıdır.

- Çevre dostu üretim yapan işletmelere karbon ve sürdürülebilirlik sertifikaları konusunda destek verilmelidir.

Toprak Sağlığının Korunması

- Organik madde miktarını artırıcı uygulamalar yaygınlaştırılmalıdır.
- Yeşil gübreleme, münavebe ve örtü bitkisi uygulamaları desteklenmelidir.
- Koruyucu toprak işleme teknikleri uygulanmalıdır.
- Tarımsal atıkların kompostlaştırılması teşvik edilmelidir.
- Toprak biyolojik aktivitesini izleyen bölgesel izleme programları oluşturulmalıdır.
- Erozyon riski taşıyan alanlarda arazi kullanım planlamaları yapılmalıdır.

4. Sonuç

Tarımsal üretimde çevre dostu girdi yönetimi; çevresel sürdürülebilirlik, gıda güvenliği, ekonomik verimlilik ve iklim değişikliği ile mücadele açısından stratejik öneme sahiptir. Antalya gibi hem tarım hem de turizm sektörünün yoğun olarak geliştiği bölgelerde bu yaklaşım daha da kritik hale gelmektedir.

Çevre dostu uygulamaların yaygınlaştırılması ile kimyasal gübre ve pestisit kullanımında azalma, toprak verimliliğinde iyileşme, yer altı ve yüzey su kaynaklarının korunması, sera gazı emisyonlarının azaltılması ve biyolojik çeşitliliğin desteklenmesi mümkün olacaktır. Aynı zamanda ihracat pazarlarında rekabet gücü artacak, sürdürülebilir turizm hedefleri desteklenecek ve Antalya'nın doğal kaynakları gelecek nesillere aktarılabilir.

İlgili tüm kurum ve kuruluşların iş birliği içerisinde hareket etmesi; çevre dostu girdi yönetiminin yaygınlaştırılmasında ve sürdürülebilir tarımsal kalkınma hedeflerinin gerçekleştirilmesinde belirleyici olacaktır.

5. Kaynaklar

- [1] Tarım ve Orman Bakanlığı, Bitkisel Üretim Genel Müdürlüğü, Gübre ve Bitki Besleme İstatistikleri.
- [2] FAO (Food and Agriculture Organization), Sustainable Agriculture and Rural Development Reports.
- [3] Antalya İl Tarım ve Orman Müdürlüğü, Antalya Tarımsal Üretim İstatistikleri ve Faaliyet Raporları.
- [4] DSİ ve Tarım ve Orman Bakanlığı, Antalya Havzaları Yer Altı Suyu Kalitesi İzleme Çalışmaları.
- [5] Tarım ve Orman Bakanlığı, Bitki Koruma Ürünleri ve Pestisit Kullanım Verileri.
- [6] Avrupa Komisyonu, Farm to Fork Strategy, European Green Deal.

4. Tarımsal Atıkların Sürdürülebilir Yönetimi

1. Kapsam ve Mevcut Durum

Antalya’da toplam bitkisel üretimin 2024 yılında 8 milyon ton düzeyinde olduğu hesaplanmıştır. Antalya, ülkemizin toplam yaş meyve ve sebze ihracatının %20’sini tek başına karşılayacak düzeyde tarımsal imalat yapmaktadır. Ayrıca tarla bitkileri ve süs bitkileri üretimi de yaygın şekilde yapılmakta ve toplam bitkisel üretimin diğer bileşenlerini oluşturmaktadır [1]. Örtü altı (sera) üretimi için kullanılan tarım alanı Türkiye’de %41 ile en fazla Antalya’dadır. Sera üretimine ek olarak kullanılan yaygın üretim yöntemleri tarla ve açık alan tarımı ile organik tarımdır.

Bu üretime karşılık, Antalya’da yaklaşık 3,5 milyon ton tarımsal üretim kaynaklı organik atık ortaya çıktığı bilinmektedir [2]. Ayrıca oldukça yüksek miktarda plastik atık (polietilen sera örtüleri, sulama boruları, fide viyolleri, ipler vb.) özellikle örtü altı tarımı kaynaklı olmak üzere ortaya çıkmaktadır. Bu atıkların sistematik ve sürdürülebilir yönetimi için yaygın uygulamalar bulunmamakta ve özellikle küçük üreticinin vahşi yakma ya da depolama yolu ile bu atıkları uzaklaştırdığı bilinmektedir.

İlimizde tarımsal üretim sektöründe ikili bir üretici profili gözlenmektedir. Antalya İl Tarım ve Orman Müdürlüğü verilerine göre il genelinde kayıtlı 157.000 çiftçi ailesi bulunmakta ve hane emeği ile küçük üretim yapmaktadırlar. Bununla birlikte, özellikle ihracat ürünlerinin üretiminde büyük ölçekli kurumsal firmalar sektörde yer almakta ve daha yüksek teknolojik yöntemlerle daha yüksek hacimli üretim yapmaktadırlar. Bu ikili yapı sektöre yeniliklerin entegre edilmesi için göz önünde bulundurulması gereken ve farklı yaklaşımlar ile ilerlenmesini zorunlu kılan bir yapıdır. Uygulama ve yaptırımların adaletli şekilde yaygınlaştırılması için bu farklı üretici yapılarının dikkatle analiz edilmesi gerekmektedir.

2. Sorunların Tespiti

Antalya’nın geniş coğrafyasına yayılmış tarımsal üretim alanları, ürün ve üretim yöntemlerinin çeşitliliği ile üretici profillerindeki derin farklılıklar dikkate alındığında tarımsal atıkların sürdürülebilir yönetim uygulamalarının yaygınlaştırılması önünde önemli sorunlar bulunmaktadır. Bu sorunlar aşağıda sıralanmakta olup hem özel sektöre hem de devlet kurumlarına düşen görevler bulunmaktadır.

- **Kaynakta Kontaminasyon:** Seracılık faaliyetleri sonucu üretilen atıkların yaklaşık 3’te birini plastik bağlama ipleri oluşturmaktadır. Sera söküm atıklarının plastik bağlama iplerinden arındırılmaması hem kompost hem de biyogaz tesisleri için ham madde kalitesini düşürmektedir.
- **Vahşi Bertaraf:** Hasat sonrasında yüz binlerce ton yeşil atığın en hızlı ve maliyetsiz yol olan "sera önlerinde yakma" veya "dere yataklarına dökme" yöntemiyle imha edilmesi kronikleşmiş haldedir.

- **Ekonomik Teşvik Eksikliği:** Hane emeği ile üretim yapan çiftçi ailelerin atığı ayrıştırmak ve kompost zincirine dahil etmek için harcayacağı ek iş gücünü karşılayacak bir teşvik/prim sisteminin bulunmaması katılımı sınırlandırmaktadır.
- **Geniş ve Dağınık Üretim Alanı:** Üretim alanlarının Antalya'nın doğu-batı ve kuzey-güney eksenlerine yayılmış geniş bir coğrafyada ve çoğunlukla küçük parseller halinde dağılması, atıkların işleme tesislerine götürülmesi için gerekli maliyetleri küçük ölçekli firmaların karşılayabileceği sınırların üzerine çıkarmaktadır.
- **Organizasyonel Altyapı Yokluğu:** Tarımsal biyokütleyi seradan veya tarladan miktarını kayıt altına alarak yükleyen ve endüstriyel merkezlere taşıyan organize bir iletişim ve lojistik ağının ya da uzmanlaşmış toplama kooperatiflerinin bulunmaması büyük bir boşluktur.
- **Mevsimsel Ham Madde Dalgalanması:** Üretimin yaz aylarında (sera söküm dönemi) zirve yapıp kışın azalması, biyogaz tesisleri gibi biyokimyasal prosesler ile işleyen tesislerin yıl boyu ihtiyaç duyduğu homojen ve kesintisiz ham madde akışının sağlanamamasına sebep olmaktadır.
- **Kimyasal Kalıntısı:** Yoğun ilaçlama nedeniyle bitkisel atıklarda kalan pestisit ve kimyasal kalıntıları, biyogaz tesislerinin bel kemiği olan anaerobik mikroorganizmaların yapısını bozarak gaz verimini düşürmektedir.
- **Zirai Kimyasal Ambalaj Atıkları:** Tehlikeli atık kategorisinde olan ve oldukça yüksek miktarda üretilen bu ambalaj atıklarının organik tarımsal atıklar gibi vahşi yöntemlerle bertaraf ediliyor olması hem toprak hem de hava kirliliği açısından büyük tehlike oluşturmaktadır.
- **Aşırı Kirlilik ve Yüksek İşleme Maliyeti:** Ömrünü tamamlamış sera örtüleri (LDPE), mulç filmleri ve damlama sulama borularının yoğun toprak, çamur ve kimyasalla kaplı olması, geri dönüşüm tesislerinin yıkama ve işletme maliyetlerini katlamaktadır.
- **Kayıt Dışı Yakma ve İzlenemezlik:** Lisanslı toplama zincirine girmeyen tarım plastiklerinin takibini yapacak entegre bir dijital izleme mekanizmasının olmaması, bu nitelikli ham maddelerin merdiven altı yöntemlerle yakılmasına neden olmaktadır.
- **Alternatif ve Döngüsel Yöntemlerin Eksikliği:** Hem organik hem de inorganik tarımsal atıkların inovatif yöntemler ile ham madde olarak değerlendirilmesi ve biyoçar, biyoyağ, pelet, granül ya da kompozit malzeme gibi ürünlerin üretimi için kullanılması yönünde bilgi ve iş birliği eksikliği atıkların tam potansiyeline erişememesine ve küresel ısınmaya katkılarının azaltılamamasına sebep olmaktadır.

Tüm bu sorunlar tarımsal atıkların sahip olduğu ileri dönüşüm ve sürdürülebilirlik potansiyeline ulaşılmasına engel olmakta ve Antalya ekonomisinde yeri tartışılmaz olan tarım sektörünün bütüncül şekilde çağdaşlaşmasının önünde durmaktadır. Atıkların sürdürülebilir yöntemlerle yönetilmemesi ekonomik kayıplara neden olmanın yanı sıra ciddi çevresel kirliliklere ve sera gazı salımlarına sebep olmaktadır.

3. Çözüm Önerileri

Antalya ve dolaylı olarak ülke ekonomisindeki yeri kritik önemde olan tarım sektörü atıkları için değerlendirilmesi gereken çözüm önerileri aşağıda listelenmektedir. Bu çözüm yollarında üreticiye ve özel sektör ile kamuya düşen roller ayrı ayrı ifade edilmeye çalışılmıştır.

- **Kaynakta Kontaminasyon**

Üretici İçin: Söküm esnasında plastik askı ipleri yerine biyobozunur (jüt, kenevir veya nişasta bazlı) ipler ve kelepçeler kullanılmalıdır.

Kamu/Özel Sektör İçin: Tarım ve Orman Bakanlığı, biyobozunur malzeme kullanan üreticilere teşvik ve destek önceliği tanınmalıdır. Biyokütle tesisleri plastik içermeyen temiz atıklar dışında atık kabul etmemelidir. Biyobozunur iplere erişim lojistik ve fiyat açısından elverişli hale getirilmeli gerekirse yerel üretim tesisleri kurulmalıdır.

- **Vahşi Bertaraf**

Üretici İçin: Söküm atıkları yakmak ya da araziye terk etmek yerine belirlenen geçici toplama noktalarına teslim edilmelidir.

Kamu/Özel Sektör İçin: İlçe belediyeleri "Sera Atığı Toplama Noktaları" kurmalı; kaçak döküm ve yakma fiillerini uydu/dron sistemleri ve caydırıcı yaptırımlarla denetlemelidir. Özel sektör mobil atık parçalama hizmetleri sunarak üreticinin işçilik yükünü hafifletecek çözümler üretebilir.

- **Ekonomik Teşvik Eksikliği**

Üretici İçin: Atık kaynağında ayrıştırılarak lisanslı toplama sistemine kayıtlı şekilde teslim edilmelidir.

Kamu/Özel Sektör İçin: Atığını temiz ve ayrıştırılmış getiren çiftçiye kooperatif marketlerinde, akaryakıtta veya vergilerde indirim gibi avantajlar sağlanmalıdır. Büyük fide, tohum, gübre üreticileri gibi firmalar döngüsel çözümler çerçevesinde temiz atığı çiftçiden teslim alarak karşılığında kendi ürünlerinden tedarik ettikleri karşılıklı faydalanılan sistemler kurmalıdırlar.

- **Geniş ve Dağınık Coğrafya**

Üretici İçin: Komşu üreticilerle söküm takvimi ortaklaştırılmalı, atıklar tek bir noktada hacimli olarak biriktirilmelidir.

Kamu/Özel Sektör İçin: Büyükşehir ve ilçe belediyeleri ortaklığıyla, dağınık parsellerdeki atıkları toplayıp merkez tesislere taşıyacak aktarma istasyonları kurulmalıdır. Çiftçi ve aktarma istasyonu arasında yükleme ve taşıma hizmeti verecek küçük firmalar kurularak istihdam artırılabilir ve yerel bir soruna yerel bir çözüm üretilebilir.

- **Organizasyonel Altyapı Yokluğu**

Üretici İçin: Mevcut sulama veya tarımsal kalkınma kooperatifleri bünyesinde "atık yönetimi" departmanları kurulması talep edilmeli.

Kamu/Özel Sektör İçin: Ticaret Borsası ve Ziraat Odaları öncülüğünde, sadece tarımsal atık tedariğine odaklanmış, çiftçi ortaklı uzman toplama kooperatifleri lisanslandırılmalıdır. Atık taşımacılığı ve işlemesi konusunda çalışmak isteyen firmaların lisans ve ruhsat süreçleri kolaylaştırılmalıdır. Atığa erişimi kolaylaştırmak için üreticinin atığın içeriği, miktarı ve lokasyonu hakkında bilgileri işlediği bir platform oluşturulmalıdır.

- **Mevsimsel Ham Madde Dalgalanması**

Üretici İçin: Yaz sökülümünde çıkan fazla atık, tesislerin yönlendirmesiyle sahada doğru silolama teknikleriyle muhafaza edilmelidir. Böylece atık üretimi dalgalı olsa da kullanımı düzenli şekilde uygulanabilir.

Kamu/Özel Sektör İçin: Biyogaz tesisleri, yazın çıkan yoğun atığı kışın da kullanabilmek için endüstriyel kurutma, peletleme ve silolama (ensilaj) yatırımları yapılmalıdır.

- **Kimyasal Kalıntısı**

Üretici İçin: Hasat öncesi ilaçlama takvimine kesinlikle uyulmalı; biyolojik ve entegre zararlı mücadelesine geçiş yapılmalıdır.

Kamu/Özel Sektör İçin: Biyogaz tesisleri, gelen atıkları mikrobiyal yapıyı bozmayacak şekilde evsel/hayvansal atıklarla karıştırarak (ko-substrat) seyrelten reçeteler uygulamalıdır.

- **Zirai Kimyasal Ambalaj Atıkları**

Üretici İçin: Boş ilaç kutularının tekrar kullanımı önlenmeli ve özel kumbaralara atılmalıdır.

Kamu/Özel Sektör İçin: "Depozito" sistemi getirilmelidir; çiftçi boş ilaç kutusunu bayiye geri getirmeden yeni ilaç satın alamamalıdır.

- **Aşırı Kirlilik ve Yüksek İşleme Maliyeti (Tarım Plastikleri)**

Üretici İçin: Sera örtüleri ve damlama boruları söküldüğü an temiz ve rulo halinde toplanmalı, ilgisine teslim edilene kadar temiz muhafaza edilmelidir.

Kamu/Özel Sektör İçin: Geri dönüşüm firmaları, temiz ve kuru plastik getiren çiftçiye tonaj başına daha yüksek ödeme yaparak sahadaki işçilik maliyetini üreticiyle paylaşmalıdır.

- **Kayıt Dışı Yakma ve İzlenemezlik**

Üretici İçin: Seralarda kullanılan plastik ve kimyasal miktarı ÇKS (Çiftçi Kayıt Sistemi) üzerinden güncel tutulmalıdır.

Kamu/Özel Sektör İçin: "Dijital Tarımsal Atık Pasaportu" oluşturulmalıdır; üreticiye satılan sera naylonu ve ambalaj miktarı sisteme işlenmeli, ömrü bittiğinde lisanslı tesise girdi yapıp yapmadığı dijital olarak eşleştirilmelidir. Tarım sektöründe kullanılan plastik malzeme üreticileri

ürünlerinin takip edilebilirliğini sağlayan QR kod, RF-ID gibi sistemleri düşük maliyetlerle ürünlerine entegre etmelidirler. Bu entegrasyon ile yeşil dönüşümü destekleyen fonlardan yararlanmak kolaylaşacaktır.

- **Alternatif ve Döngüsel Yöntemlerin Eksikliği**

Üretici İçin: Komşu üreticilerle iş birliği kurarak atığın hacim ve saflık açısından alıcıya cazip gelecek şekilde hazırlanması sağlanmalıdır. Atıktan üretilen biyobazlı ürünlerin denemesi için üreticiye alan açacak iş birlikleri kurulmalıdır.

Kamu/Özel Sektör İçin: Tarım ve Orman İl Müdürlüğü, ATSO, ziraat odaları ve Akdeniz Üniversitesi gibi konu hakkında teorik ve pratik bilgisi olan, atık tedariği ve ürün değerlendirme gücü olan aktörlerin bir araya getirildiği bir platform oluşturulmalı ve bu platform kendisine döngüsel uygulama hedefleri belirleyerek her yıl somut çıktılar üretmelidir. Kamu alımlarında döngüsel sistemlerle üretilmiş ara ve nihai ürün alımına öncelik verilmelidir.

4. Sonuç

Çözüm önerilerinin hayata geçebilmesi için tüm aktörlerin aktif bir iletişim trafiği içinde olmaları hayati önem taşımaktadır. Önerilen çözümlerin uygulanması halinde gözlenecek çevresel, ekonomik ve iklim değişikliği iyileşmeleri şu şekildedir:

- Antalya genelinde sahada yakılan atıkların engellenmesi halinde tarımsal kaynaklı yaklaşık 900.000 ton CO2 salınımının önüne geçilebilir.
- Piroliz yöntemiyle üretilen yıllık tahmini 40.000 ton biyoçar, toprağa gömüldüğünde karbonu yüzlerce yıl boyunca atmosferden uzakta bloke ederek ya da petrol kökenli yakıtları ikame ederek net-sıfır emisyon hedeflerine doğrudan katkı sunabilir.
- Biyobozunur ipler ve mekanik ayrıştırma sayesinde sera atıklarının doğrudan ham madde olarak değerlendirilmesi mümkün olacaktır. Atıkların üçte birini oluşturan bu devasa plastik hacminin dere yataklarına, yeraltı sularına ve Akdeniz'e ulaşması %100 engellenebilir.
- Sahaya kontrolsüzce atılan tehlikeli zirai ilaç ambalajlarının ve kimyasallı bitki saplarının nehir sularına, yer altı akiferlerine sızması engellenerek, Antalya'nın içme ve tarımsal sulama sularının kalitesi korunabilir.
- Özellikle yaz sonu sökülme dönemlerindeki vahşi yakma nedeniyle Antalya'da oluşan hava kirliliği ortadan kaldırılabilir. Bu durum şehrin küresel turizm imajına doğrudan pozitif yansıtacaktır.
- Yalnızca pilot bölgelerden (örneğin Kumluca bölgesi) toplanacak 160 bin ton sera atığının biyogaz tesislerinde işlenmesiyle, 5 MWh kurulu güçte yılda 40 milyon kWh temiz elektrik enerjisi şebekeye aktarılabilir. (4)
- Endüstriyel kompost ve biyogaz fermente atığı işleme tesisleri sayesinde, ihtiyaç duyulan organik sıvı gübre üretilir. Bu sayede ithal kimyasal gübre bağımlılığı ve çiftçinin girdi maliyetleri düşer.

- Atıklardan üretilecek biyokütle peletleri ve biyogaz, kış aylarında seraların ısıtılmasında alternatif enerji kaynağı olarak kullanılarak, üreticinin en büyük gider kalemi olan kömür/fosil yakıt maliyetini asgariye indirebilir. Fosil yakıt tüketiminden kaynaklanan hava kirliliği ve iklim değişikliği etkilerini ortadan kaldırır.
- Tarım plastiklerinin (sera naylonu, damlama borusu) temiz toplanması, plastik sanayisinde ham madde kırma ve granül işleme maliyetlerini %40 düşürürken, Antalya'da istihdam (lojistik, tesis işletimi vb.) yaratan yeni bir alt ekonomi oluşturabilir.
- Atıktan ürün üretimi teknolojilerine ağırlık verilerek Antalya sürdürülebilir tarım ve atık yönetimi uygulamalarında dünya çapında bir önderlik üstlenebilir.

5. Kaynaklar

1. ANTALYA VALİLİĞİ İL TARIM VE ORMAN MÜDÜRLÜĞÜ
2. Antalya İl Tarım ve Orman Müdürlüğü 2025 Yılı Faaliyet Raporu.pdf

5. Toprak Sağlığının Korunması

1. Kapsam ve Mevcut Durum

Toprak; su döngüsü, bitki besinleri ve ekosistem fonksiyonları açısından kritik bir kaynaktır. Antalya, Toros Dağları'nın eteklerindeki eğimli ve dağlık arazilere sahip olduğu için su ve rüzgâr erozyonu riski altındadır. Bu alanda tarım arazilerinin önemli bir kısmı eğimli yamaçlarda yer almakta ve yoğun işleme ile yerleşim baskısı bulunmaktadır. Türkiye'nin iklim ve topoğrafyası gereği toprak erozyonuna son derece hassas bir coğrafyada yer alması, Antalya'da da toprak kayıplarını artırmaktadır. Ayrıca kıyı şeridindeki rüzgâr erozyonu, tarım alanlarındaki bitki örtüsünün azalmasıyla artmaktadır. Bu durum, hem tarım verimini düşürmekte hem de sediment taşınımıyla su kalitesini olumsuz etkilemektedir.

Toprak organik maddesi (TOM), su tutma kapasitesi, bitki besin dengesi, toprak canlılığı ve verimlilik açısından kritik bir bileşendir. Antalya'nın yoğun sebze üretim ve örtüaltı tarım alanlarında, organik madde oranları genellikle düşük seviyelerdedir. Türkiye genelinde de tarım toprakları organik madde bakımından fakirdir. Antalya'da kimyasal gübre kullanımının yüksek olması ve bitki artıklarının yeterince toprağa kazandırılmaması nedeniyle, toprak organik madde oranı zamanla azalmakta; toprak yapısı bozulmakta ve su tutma kapasitesi düşmektedir. Bu durum, özellikle yaz kuraklığı dönemlerinde tarımsal üretimde sürdürülebilirliği tehdit etmektedir.

Toprak organik karbonu (TOK), toprak sağlığının önemli bir göstergesidir. Tarım toprakları doğru yönetilirse önemli bir karbon yutağı olabilmekte, yanlış uygulamalar sonucunda ise karbon kaynağı haline gelebilmektedir. Antalya havzalarında yapılan haritalama çalışmalarında, toprak organik karbon stoğu ortalama yaklaşık 48 ton C/ha olarak bulunmuştur. Bu değer, uygun

yöntemlerle toprağa karbon ilavesinin ne kadar önemli olduğunu göstermektedir. Küresel iklim hedefleri açısından, tarımsal topraklarda organik karbonun korunması ve artırılması kritik bir role sahiptir.

Sürdürülebilir toprak yönetimi, toprak analizine dayalı gübreleme, hassas tarım teknolojileri, dengeli sulama ve entegre arazi kullanımını içerir. Toprağın uzun vadede verimli kalması için bütüncül bir yaklaşımdır. AB Toprak Stratejisi (EU Soil Strategy 2021) ile toprağın su, hava ve denizle aynı düzeyde korunması hedeflenmiş; toprak sağlığının izlenmesi, organik karbonun korunması ve erozyonun azaltılması vurgulanmıştır. Türkiye’de ve Antalya’da ise henüz toprak sağlığı göstergelerine dayalı yaygın bir izleme ve yönetim sistemi oluşturulamamıştır. Toprak analizine dayalı üretim planlaması, entegre sulama planlaması ve hassas tarım uygulamaları bölgesel ölçekte henüz tam olarak yaygınlaşmamıştır.

2. Sorunların Tespiti

Toprak Erozyonunun Önlenmesi

- Eğimli arazilerde geleneksel tarım aletleriyle yapılan doğru olmayan toprak işleme erozyonu hızlandırmaktadır.
- Koruyucu örtü bitkisi ve kalıcı bitki örtüsü eksikliği, yağış suyu ile yüzeysel akışı artırarak toprak kaybına yol açmaktadır.
- Kıyıya yakın alanlarda rüzgâr erozyonu; çıplak ve kumlu alanlarda toprak taşınımını artırmaktadır.
- Uygun teraslama, kontur sürüm ve drenaj uygulamalarının yaygın olmaması sorunları derinleştirmektedir.
- Erozyonun izlenmesi ve entegre havza yönetimi eksikliği mevcuttur.

Toprak Organik Maddesinin Artırılması

- Toprak organik madde içeriği birçok tarım arazisinde kritik seviyelerin altına inmiştir.
- Aşırı kimyasal gübre ve pestisit kullanımı, toprak mikroorganizmalarını olumsuz etkileyerek organik maddenin hızla ayrışmasına neden olmaktadır.
- Anız yakılması gibi yanlış uygulamalar sonucunda toprak karbonu ve organik madde kaybı yaşanmaktadır.
- Monokültür (aynı ürünün sürekli ekilmesi) toprak yorgunluğunu artırmakta, organik madde dengesini bozup verimliliği düşürmektedir.
- Tarımsal atıklar (bitki artıkları, organik atıklar) yeterince geri dönüştürülmemekte, organik madde potansiyeli değerlendirilememektedir.
- Erozyon ve erozyona bağlı toprak kayıpları, organik madde içeriğini azaltmaktadır.

Toprak Karbonunun Artırılması

- Yoğun işleme ve tarımsal faaliyetler, toprakta organik karbonun hızlı ayrışmasına neden olmakta, karbon stokları azalmaktadır.

- Organik maddeyi toprağa kazandıran biyolojik faaliyetlerin (mikroorganizmalar, kök gelişimi vb.) gerilemesi karbon bağlama kapasitesini düşürmektedir.
- Karbon kredisi veya karbon çiftçiliği mekanizmaları yeterince kullanılmamaktadır.
- Karbon tutucu tarım uygulamaları konusunda teknik bilgi ve uygulama eksikliği bulunmaktadır.

Sürdürülebilir Toprak Yönetimi

- Toprak analizine dayalı gübreleme programları sınırlı düzeydedir; çoğu üretici rastgele veya eksik bilgiyle gübre kullanmaktadır.
- Hassas tarım teknolojileri ve veri destekli karar destek sistemleri yetersiz kullanılmaktadır.
- Sulama planlaması su-toprak-iklim ilişkilere göre yapılmayıp, aşırı sulama ve tuzluluk riski devam etmektedir.
- Toprak sağlığı göstergelerinin (organik madde, pH, karbon vb.) düzenli takibine dayalı üretim planlaması eksiktir.
- Çiftçilerin sürdürülebilir toprak yönetimi konusunda farkındalık ve teknik bilgi düzeyi yetersiz kalmaktadır.
- Tarımsal atıkların büyük bölümü yeniden değerlendirilmeden sistem dışına çıkarılmaktadır.

3. Çözüm Önerileri

Toprak Erozyonunun Önlenmesi

- Eğimli arazilerde kontur sürüm, teraslama ve drenaj kanalları inşa edilmelidir.
- Kalıcı bitki örtüsü koruma (örneğin örtü bitkisi, çayır/mera alanları) uygulamaları teşvik edilmelidir.
- Rüzgâr erozyonuna açık sahillerde ağaçlandırma, çalı bariyerler ve shelterbelt (rüzgâr perdeleri) çalışmaları yapılmalıdır.
- Koruyucu toprak işleme (minimum toprak işleme) yöntemleri ve kısmi ekim sistemleri yaygınlaştırılmalıdır.
- Erozyon hassasiyet haritaları çıkartılıp, havza bazlı erozyon izleme ve yönetim planları uygulanmalıdır.

Toprak Organik Maddesinin Artırılması

- Hayvansal gübre (ahır gübresi), kompost, vermikompost gibi organik materyal kullanımı desteklenmelidir.
- Biçilen veya hasat sonrası kalan bitki artıkları doğrudan toprağa karıştırılarak karbon ve organik madde geri kazanımı sağlanmalıdır.

- Yeşil gübreleme (baklagil benzeri örtü bitkileri ekimi) uygulamaları yaygınlaştırılmalı, münavebe (ürün rotasyonu) ile toprak canlılığı ve organik madde dengesi korunmalıdır.
- Anız yakımı ve toprak yakma gibi uygulamalara yönelik denetimler sıkılaştırılmalıdır.
- Yerel üreticilere toprağa organik madde kazandırma teknikleri (biyogübreler, biyokömür vb.) konusunda eğitim verilmelidir.
- Tarımsal kooperatif ve işletmelerde kompostlaşma tesisleri kurulup organik atıklar değerlendirilmelidir.
- Organik madde kaybını artıran yanlış uygulamalara yönelik denetimler güçlendirilmelidir.

Toprak Karbonunun Artırılması

- Karbon tutucu tarım uygulamaları (azaltılmış/koruyucu işleme, no-till, strip-till) teşvik edilmelidir.
- Çok yıllık baklagil ve çayır bitkileri ile agroforsetry (tarımsal ormancılık) sistemleri desteklenmelidir.
- Biyokömür (biochar) üretimi ve kompost uygulamalarıyla organik karbon toprakta kalıcı hale getirilmelidir.
- Tarımsal atıkların yakılması yerine biyokütle enerji veya karbon çiftçiliği projelerinde kullanımı sağlanmalıdır.
- Çiftçilere karbon çiftçiliği, karbon pazarı, karbon kredisi ve karbon denkleştirme mekanizmaları konusunda teşvik ve eğitim verilmeli ve destek mekanizmaları oluşturulmalıdır.
- Arazi kullanımı planlamasında karbondioksit tutulumunu artıracak kentsel yeşil alan ve agroekosistemler öngörülmalıdır.
- Az toprak işleme ve doğrudan ekim sistemleri yaygınlaştırılmalıdır.

Sürdürülebilir Toprak Yönetimi

- Toprak ve yaprak analizine dayalı gübreleme sistemleri yaygınlaştırılmalı, lisanslı toprak laboratuvarları desteklenmelidir.
- Uzaktan algılama, GPS destekli tarım ve dijital tarım platformları ile veri temelli yönetim (hassas tarım) teşvik edilmelidir.
- Sulama planlaması yapılırken toprak tipleri, su tutma kapasitesi ve iklim verileri dikkate alınmalıdır. Damla sulama ve otomatik sulama sistemleri desteklenmelidir.
- Toprak sağlığı ve kalite göstergelerini izlemek üzere bölgesel veya havza bazlı dijital veri altyapıları oluşturulmalıdır.
- Çiftçilere sürdürülebilir toprak yönetimi, su tasarrufu ve organik uygulamalar konusunda eğitim ve danışmanlık hizmetleri artırılmalıdır.
- Tarım - turizm etkileşiminde toprak koruma önlemleri alınmalı, kırsal kalkınma programlarına toprak iyileştirme bileşenleri eklenmelidir.

4. Sonuç

Toprak erozyonunun önlenmesi, Antalya’da uzun vadeli tarımsal verimliliğin ve su kaynaklarının sürdürülebilirliği için hayati öneme sahiptir. Erozyon kontrolü ile hem tarım alanlarındaki verim kayıpları önlenecek hem de sediment taşınımına bağlı kirlilik ve taşkın riskleri azalacaktır. Sağlamlaştırılmış toprak yapısı ve bitki örtüsü, iklim değişikliğine uyum çerçevesinde bölgenin tarımsal dayanıklılığını artıracaktır.

Toprak organik maddesinin artırılması ile Antalya topraklarının verimliliği ve su tutma kapasitesi iyileşecektir. Artan organik madde ile topraktaki su ve besin dengesi güçlenir; erozyon ve tuzluluk gibi sorunlara karşı daha dirençli hale gelir. Ayrıca toprak karbon stoklarının korunması iklim değişikliğiyle mücadeleye katkı sunar. Organik madde yönetimi, aynı zamanda sürdürülebilir tarım ve kaliteli ürün üretimi hedeflerine de olumlu yansıyacaktır.

Toprakta organik karbonun artırılması, hem iklim değişikliğiyle mücadeleye katkı hem de toprak sağlığının iyileştirilmesi açısından önemlidir. Karbon zengin topraklar; nemi daha iyi tutar, besin maddelerini dengeler ve erozyona karşı dirençli olur. Antalya gibi yoğun tarım yapılan bir bölgede karbon yönetimi uygulamaları; sera gazı salımlarını azaltacak, tarımsal üretimin iklim değişikliğine uyumunu kolaylaştıracak ve sürdürülebilirlik hedefine katkı sağlayacaktır.

Sürdürülebilir toprak yönetimi ile Antalya’da verimli tarım alanları korunacak, gıda güvenliği ve üretim sürekliliği sağlanacaktır. Toprak analizine dayalı kararlar, üretim maliyetlerini düşürürken verimi artıracak; toprak sağlığı ve doğal kaynakların bütünlüğü korunacaktır. Sağlıklı toprak yapısı aynı zamanda iklim değişikliğine uyumu destekleyerek bölge ekonomisinin ve ekosistemlerinin dirençliliğini artıracaktır. Bu kapsamda, Avrupa Birliği ve ulusal stratejilerde vurgulanan toprak sağlığı koruma hedefleri doğrultusunda Antalya’da entegre ve izlenebilir bir toprak yönetim sistemi geliştirilmelidir.

5. Kaynaklar

1. T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı, “Toprak Koruma ve Arazi Yönetimi Çalışmaları”, Ankara.

2. FAO, “Soil Organic Carbon Management”, Food and Agriculture Organization of the United Nations.

3. TMMOB Ziraat Mühendisleri Odası, “Türkiye’de Toprak Erozyonu ve Sürdürülebilir Toprak Yönetimi Raporu”.

4. Avrupa Komisyonu, “EU Soil Strategy for 2030”.

5. Antalya İl Tarım ve Orman Müdürlüğü, bölgesel toprak yapısı ve sürdürülebilir üretim verileri.

6. FAO, Soil Carbon Sequestration for Climate Change Mitigation.

7. T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, Çölleşmeyle Mücadele Ulusal Stratejisi ve Eylem Planı (2019-2030)

6. Su – Tarım – Ekosistem Dengesi

1. Kapsam ve Mevcut Durum

Su kaynakları, tarımsal üretimin sürdürülebilirliği açısından temel stratejik unsurlardan biridir. Ancak iklim değişikliği, nüfus artışı, kentleşme, turizm faaliyetleri ve yanlış su yönetimi uygulamaları nedeniyle su kaynakları üzerindeki baskılar her geçen yıl artmaktadır. Tarım sektörü, Türkiye’de kullanılan suyun yaklaşık %75’ini tüketen en büyük kullanıcı konumundadır [1],[2].

Antalya, Türkiye’nin en önemli tarımsal üretim merkezlerinden biri olmasının yanı sıra yılda yaklaşık 17–18 milyon ziyaretçiyi ağırlayan önemli bir turizm destinasyonudur. Bu durum tarım, turizm ve ekosistemler arasında su kaynakları açısından yoğun bir rekabet yaratmaktadır. Antalya’da yaklaşık 67 bin hektar sera alanı ve yüz binlerce hektarlık sulanabilir tarım alanı bulunmaktadır. Özellikle Kumluca, Finike, Demre, Serik, Aksu ve Manavgat ovalarında sulama suyu talebi oldukça yüksektir [3].

DSİ verilerine göre Antalya’da tarımsal sulamanın önemli bir bölümü yeraltı suyu kuyularından karşılanmaktadır. Kıyı ovalarında yoğun yeraltı suyu çekimleri nedeniyle bazı bölgelerde tuzlu su girişi ve yeraltı su seviyelerinde düşüş gözlenmektedir [2],[4]. Özellikle Finike ve Kumluca ovalarında aşırı çekimlerin uzun dönemli etkileri çeşitli bilimsel çalışmalarda ortaya konulmuştur [5].

İklim değişikliği projeksiyonları, Akdeniz Havzası’nın dünyanın kuraklaşma açısından en hassas bölgelerinden biri olduğunu göstermektedir. Antalya’da son 50 yılda ortalama sıcaklıklarda yaklaşık 1,5–2°C artış gözlenirken, yaz dönemindeki kuraklık süresi ve buharlaşma miktarlarında artış meydana gelmektedir [6]. Bu durum tarımsal sulama ihtiyacını artırırken, mevcut su kaynakları üzerindeki baskıyı daha da yükseltmektedir.

Antalya’da örtü altı yetiştiricilik, narenciye üretimi, tropikal meyve yetiştiriciliği ve açık alan sebzeçiliği yüksek miktarda sulama suyu gerektirmektedir. Tarım ve Orman Bakanlığı verilerine göre modern basınçlı sulama sistemlerinin yaygınlaşmasına rağmen bazı üretim alanlarında halen yüzey sulama yöntemleri kullanılmaktadır [1].

Damla sulama sistemleri geleneksel salma sulamaya göre %30–60 oranında su tasarrufu sağlayabilmekte ve gübre kullanım verimliliğini artırabilmektedir [3],[9]. Antalya’da özellikle sera işletmelerinde damla sulama yaygınlaşmış olsa da açık alan tarımında su verimliliği potansiyeli halen yüksektir.

Bunun yanında tarımsal faaliyetlerden kaynaklanan azot, fosfor ve pestisit yükleri yüzeysel ve yeraltı sularının kalitesini etkileyebilmekte; sulak alanlar, kıyı lagünleri ve kıyısal ekosistemler üzerinde baskı oluşturmaktadır. Antalya'nın önemli doğal alanları arasında bulunan Köprülü Kanyon Havzası, Manavgat Havzası, Aksu Çayı Havzası ve Demre Çayı Havzası gibi ekosistemlerin korunabilmesi için su-tarım-ekosistem dengesinin bütüncül olarak ele alınması gerekmektedir [4],[7].

Avrupa Birliği Su Çerçeve Direktifi, Avrupa Yeşil Mutabakatı ve Türkiye'nin iklim değişikliğine uyum stratejileri kapsamında; su verimliliği yüksek sulama sistemleri, yeraltı suyu yönetimi, kuraklığa dayanıklı üretim sistemleri ve su ayak izi yönetimi giderek daha fazla önem kazanmaktadır [8]. Su ayak izi, bir ürünün üretimi süresince doğrudan ve dolaylı olarak tüketilen toplam tatlı su miktarını ifade etmektedir [10].

2. Sorunların Tespiti

Tarımsal Sulamada Su Verimliliği

- Sulama planlaması çoğu zaman bitkinin gerçek su ihtiyacına göre yapılmamaktadır.
- Sulama suyu kayıpları ve dağıtım verimsizlikleri devam etmektedir.
- Açık kanal sulama sistemlerinde buharlaşma ve sızma kayıpları oluşmaktadır.
- Sulama zamanlamasında meteorolojik veriler yeterince kullanılmamaktadır.
- Sulama birliklerinde dijital izleme altyapıları yetersiz kalabilmektedir.
- Artırılmış atıksuların tarımsal sulamada kullanımı sınırlı düzeydedir.

Yeraltı Suyu Kullanımının Kontrolü

- Ruhsatsız kuyu kullanımları devam etmektedir.
- Yeraltı suyu seviyelerinde dönemsel düşüşler yaşanmaktadır.
- Kıyı akiferlerinde tuzluluk riski artmaktadır.
- Yeraltı suyu beslenme alanları yapılaşma baskısı altındadır.
- Havza bazlı su bütçesi uygulamaları yeterince etkin değildir.
- Su çekim miktarlarının izlenmesinde eksiklikler bulunmaktadır.

Su Ayak İzi Yönetimi

- Üretici bazında su tüketimi kayıtları yeterince tutulmamaktadır.
- Su ayak izi hesaplamaları yaygın değildir.
- Ürün bazında su verimliliği analizleri sınırlıdır.
- Su yoğun ürünlerin planlamasında havza kapasitesi dikkate alınmayabilmektedir.
- İhracat pazarlarında ortaya çıkan sürdürülebilirlik kriterlerine uyum eksiklikleri bulunmaktadır.

3. Çözüm Önerileri

Tarımsal Sulamada Su Verimliliği

- Damla sulama ve basınçlı sulama sistemlerinin yaygınlaştırılması.
- Toprak nem sensörleri ve akıllı sulama sistemlerinin kullanılması.
- Sulama programlarının bitki su tüketimi verilerine göre hazırlanması.
- Sulama şebekelerinde modernizasyon çalışmalarının hızlandırılması.
- Arıtılmış atıksuların güvenli yeniden kullanım projelerinin geliştirilmesi.
- Dijital sulama yönetim sistemlerinin kurulması.

Yeraltı Suyu Kullanımının Kontrolü

- Tüm kuyuların dijital sayaç sistemleri ile izlenmesi.
- Ruhsatsız kullanımlara yönelik denetimlerin artırılması.
- Yeraltı suyu besleme alanlarının koruma altına alınması.
- Yapay besleme projelerinin geliştirilmesi.
- Havza bazlı yeraltı suyu bütçelerinin hazırlanması.
- Yeraltı suyu izleme ağlarının genişletilmesi.

Su Ayak İzi Yönetimi

- Su ayak izi hesaplama sistemlerinin yaygınlaştırılması.
- Üretici bazlı dijital su kayıt sistemlerinin kurulması.
- Ürün desenlerinin havza su bütçesine göre planlanması.
- Sürdürülebilir üretim sertifikasyonlarının desteklenmesi.
- Tarım ve turizm sektörlerinde ortak su verimliliği programlarının geliştirilmesi.

4. Sonuç

Tarımsal sulamada su verimliliğinin artırılması ile su tüketiminde önemli tasarruf sağlanabilecek, üretim maliyetleri düşecek ve kuraklık dönemlerinde tarımsal üretimin sürdürülebilirliği güçlenecektir.

Yeraltı sularının sürdürülebilir yönetimi sağlanmadığı takdirde gelecekte hem tarımsal üretim hem de içme suyu güvenliği risk altına girecektir. Bu nedenle yeraltı suyu yönetimi Antalya için stratejik öncelik olarak değerlendirilmelidir.

Su ayak izi yönetimi sayesinde Antalya’da hem su kaynaklarının korunması hem de ihracat pazarlarında sürdürülebilir üretim avantajı sağlanabilecektir.

Su–tarım–ekosistem dengesinin korunmasına yönelik uygulamaların yaygınlaştırılması ile:

- Tarımsal su tüketiminde önemli düzeyde tasarruf sağlanması,
- Yeraltı su kaynaklarının korunması,
- Kuraklık riskine karşı tarımsal dayanıklılığın artırılması,
- Sulak alanlar ve sucul ekosistemlerin korunması,
- Tarımsal üretimde sürdürülebilirliğin güçlenmesi,
- Su kaynaklı maliyetlerin azaltılması,
- Turizm ve tarım sektörleri arasında su kullanım çatışmalarının azaltılması mümkün olacaktır.

Antalya gibi tarım, turizm ve doğal ekosistemlerin iç içe geçtiği bir bölgede su kaynaklarının sürdürülebilir yönetimi yalnızca tarımsal üretim açısından değil, ekonomik kalkınma, biyolojik çeşitlilik, iklim değişikliğine uyum ve yaşam kalitesi açısından da stratejik bir zorunluluktur. Bu nedenle ZMO, ÇMO, DSİ, Tarım ve Orman Bakanlığı, yerel yönetimler, üniversiteler ve üretici örgütlerinin ortak hareket ettiği havza bazlı entegre su yönetimi yaklaşımının geliştirilmesi gerekmektedir.

5. Kaynaklar

- [1] Tarım ve Orman Bakanlığı, Tarımsal Sulama ve Su Yönetimi Politikaları.
- [2] DSİ Genel Müdürlüğü, Türkiye Su Kaynakları Yönetimi Raporu.
- [3] Antalya İl Tarım ve Orman Müdürlüğü, Tarımsal Sulama Verileri ve Faaliyet Raporları.
- [4] Antalya Havza Koruma Eylem Planları.
- [5] Akdeniz Kıyı Akiferleri ve Yeraltı Suyu Yönetimi Çalışmaları.
- [6] IPCC Altıncı Değerlendirme Raporu (AR6).
- [7] Tarım ve Orman Bakanlığı, Havza Yönetim Planları.
- [8] Avrupa Komisyonu, Water Framework Directive ve European Green Deal.
- [9] FAO, Water for Sustainable Food and Agriculture.
- [10] Water Footprint Network, Water Footprint Assessment Manual.

7. İklim Değişikliğine Dayanıklı Tarım ve Hayvancılık

1. Kapsam ve Mevcut Durum

İklim değişikliği; sıcaklık artışları, düzensiz yağış rejimi, kuraklık, su stresi, aşırı hava olayları ve ekosistem bozulmaları yoluyla tarım ve hayvancılık sektörünü doğrudan etkileyen en kritik küresel risk alanlarından biridir. Tarımsal üretim doğrudan iklim koşullarına bağlı olduğundan, meydana gelen küçük değişiklikler bile verim, kalite ve üretim sürekliliği üzerinde önemli etkiler oluşturmaktadır [2],[3].

Türkiye, Akdeniz Havzası içinde iklim değişikliğinden en fazla etkilenecek bölgeler arasında yer almakta; özellikle Antalya, bu etkileri hem tarım hem de hayvancılık açısından yoğun şekilde hissetmektedir. Son yıllarda ortalama sıcaklıklarda artış, yağış rejiminde düzensizlik ve yaz kuraklık süresinin uzaması gözlenmektedir. DSİ ve meteorolojik veriler, yeraltı su seviyelerinde düşüş ve bazı kıyı akiferlerinde tuzlanma riskinin arttığını göstermektedir [4],[5].

Antalya’da örtü altı tarım (yaklaşık 67.000 ha sera alanı), açık alan sebzeciliği, narenciye üretimi ve tropikal meyvecilik gibi yüksek ekonomik değerli üretim modelleri yaygındır. Bu üretim sistemleri, özellikle yaz aylarında artan sıcaklık ve su ihtiyacı nedeniyle iklim değişikliğine oldukça hassastır. Aynı zamanda ani dolu, fırtına ve hortum gibi ekstrem hava olayları sera altyapılarında ciddi fiziksel riskler oluşturmaktadır.

Hayvancılık sektöründe ise artan sıcaklıklar; yem tüketiminde azalma, süt ve et veriminde düşüş ve hayvan refahında bozulmaya neden olmaktadır. Isı stresi özellikle yaz aylarında büyükbaş hayvancılıkta önemli ekonomik kayıplar doğurmaktadır [3].

Buna ek olarak iklim değişikliği; zararlı organizmaların, hastalık etmenlerinin ve istilacı türlerin yayılım alanlarını genişleterek tarımsal üretimde ek biyolojik riskler oluşturmaktadır. Bu durum üretim planlamasını daha karmaşık hale getirmekte ve risk yönetimi ihtiyacını artırmaktadır.

Günümüzde FAO ve IPCC raporları doğrultusunda iklim-akıllı tarım (climate-smart agriculture), kuraklığa dayanıklı üretim sistemleri, su verimliliği, agroekolojik yaklaşımlar ve entegre risk yönetimi yaklaşımları giderek daha fazla önem kazanmaktadır [2],[3].

2. Sorunların Tespiti

İklim değişikliğine bağlı olarak tarım ve hayvancılık sektöründe aşağıdaki temel yapısal ve çevresel sorunlar ortaya çıkmaktadır:

- Uzayan kurak dönemler nedeniyle sulama suyu ihtiyacı artmaktadır.
- Yeraltı su seviyelerinde düşüş ve kıyı bölgelerinde tuzlanma riski oluşmaktadır.
- Ani dolu, hortum, fırtına ve sel olayları üretim altyapılarında fiziksel hasara yol açmaktadır.
- Yüksek sıcaklıklar bitkilerde fenolojik döngüyü bozmakta ve verim kayıplarına neden olmaktadır.

- Ekim, çiçeklenme ve hasat dönemleri iklim değişikliğine bağlı olarak kaymaktadır.
- Zararlı ve hastalık etmenlerinin yayılım alanı genişlemektedir.
- Büyükbaş ve küçükbaş hayvancılıkta sıcaklık stresine bağlı verim düşüşü yaşanmaktadır.
- Yem tüketimi azalmakta ve hayvan refahı olumsuz etkilenmektedir.
- Su tüketimi yüksek ürün desenleri kuraklık riski altındaki bölgelerde sürdürülebilirliğini kaybetmektedir.
- İklim risklerine karşı erken uyarı ve veri temelli yönetim sistemleri yeterince yaygın değildir.
- Tarım ve hayvancılıkta risk yönetimi ve sigorta mekanizmaları yeterince etkin kullanılmamaktadır.
- Üretici düzeyinde iklim adaptasyonu konusunda teknik bilgi eksiklikleri bulunmaktadır.

Bu sorunlar, uzun vadede gıda güvenliği, kırsal kalkınma ve ekonomik sürdürülebilirlik açısından ciddi riskler oluşturmaktadır.

3. Çözüm Önerileri

İklim değişikliğine dayanıklı tarım ve hayvancılık sistemlerinin geliştirilmesi için aşağıdaki entegre yaklaşımlar önerilmektedir:

Tarımsal Üretimde İklim Uyum Stratejileri

- Bölgesel iklim projeksiyonlarına dayalı üretim planlaması yapılmalıdır.
- Kuraklığa ve sıcaklık stresine dayanıklı bitki çeşitleri yaygınlaştırılmalıdır.
- Hassas tarım teknolojileri ile veri temelli üretim yönetimi uygulanmalıdır.
- Ekim ve hasat zamanları iklim verilerine göre yeniden düzenlenmelidir.
- Agroforestry ve karma üretim sistemleri teşvik edilmelidir.

İklim Risk Yönetimi

- Tarımsal sigorta sistemleri iklim risklerini kapsayacak şekilde genişletilmelidir.
- Erken uyarı sistemleri (meteorolojik ve biyolojik) yaygınlaştırılmalıdır.
- Afet risk haritaları hazırlanarak üretim planlamasına entegre edilmelidir.
- Üretici bazlı dijital bilgilendirme sistemleri kurulmalıdır.
- Tarımsal kriz yönetim planları geliştirilmelidir.

Yağmur Suyu Hasadı ve Su Yönetimi

- Tarımsal işletmelerde yağmur suyu toplama sistemleri yaygınlaştırılmalıdır.
- Sera çatıları üzerinden su toplama ve depolama sistemleri teşvik edilmelidir.
- Küçük ölçekli su depolama altyapıları desteklenmelidir.
- Yağmur suyu geri kazanım projelerine finansal teşvikler artırılmalıdır.

Kuraklık, Su Stresi ve Yeraltı Suyu Yönetimi

- Yeraltı suyu kullanımı dijital sayaçlarla izlenmelidir.
- Tuzlanma riski olan bölgelerde kontrollü sulama uygulanmalıdır.
- Havza bazlı su yönetimi güçlendirilmelidir.
- Su verimliliği yüksek sulama sistemleri yaygınlaştırılmalıdır.
- Ürün deseni planlaması su bütçesine göre yapılmalıdır.
- **Örtü Altı Tarım ve Aşırı Hava Olaylarına Dayanıklılık**
- Seralarda fırtına, hortum ve doluya dayanıklı konstrüksiyonlar kullanılmalıdır.
- İklim kontrollü otomasyon sistemleri yaygınlaştırılmalıdır.
- Acil durum havalandırma ve enerji sistemleri kurulmalıdır.
- Yapısal dayanıklılık standartları yükseltilmelidir.

Hayvancılıkta İklim Dayanıklılığı

- Gölgeleme ve soğutma sistemleri yaygınlaştırılmalıdır.
- Isı stresine dayanıklı ırklar ve genetik materyaller desteklenmelidir.
- Yem ve su yönetimi iklim koşullarına göre optimize edilmelidir.
- Hayvan refahı standartları güçlendirilmelidir.

Zararlı Yönetimi ve Fenolojik Değişim

- Zararlı ve hastalık izleme sistemleri geliştirilmelidir.
- Biyolojik mücadele yöntemleri yaygınlaştırılmalıdır.
- Dijital tarım veri sistemleri kurulmalıdır.
- Üniversite–kamu–özel sektör iş birlikleri artırılmalıdır.

4. Sonuç

İklim değişikliğine dayanıklı tarım ve hayvancılık uygulamalarının yaygınlaştırılması ile:

- Kuraklık ve su stresi kaynaklı üretim kayıpları azaltılabilir,
- Tarımsal üretimde sürdürülebilirlik güçlendirilebilir,
- Yeraltı su kaynakları korunabilir,
- Aşırı hava olaylarına karşı altyapısal dayanıklılık artırılabilir,
- Hayvancılıkta verim kayıpları azaltılabilir,
- Ekosistem hizmetleri ve biyolojik denge korunabilir,
- Gıda güvenliği daha güçlü hale getirilebilir.

Antalya gibi iklim değişikliğinin etkilerini yoğun yaşayan ve tarım–turizm–ekosistem etkileşiminin güçlü olduğu bölgelerde, iklim dirençli üretim sistemleri yalnızca çevresel değil

aynı zamanda ekonomik ve stratejik bir zorunluluk haline gelmiştir. Bu nedenle ilgili tüm kurumların koordinasyonunda bütüncül bir iklim uyum politikası geliştirilmesi gerekmektedir.

5. Kaynaklar

[1] Tarım ve Orman Bakanlığı, İklim Değişikliği ve Tarım Sektörü Uyum Stratejileri, Ankara.

[2] IPCC, Climate Change and Land Report.

[3] FAO, Climate-Smart Agriculture Sourcebook.

[4] DSİ Genel Müdürlüğü, Kuraklık ve Su Kaynakları Yönetimi Raporu.

[5] Antalya İl Tarım ve Orman Müdürlüğü, Bölgesel Tarım ve İklim Risk Verileri.

[6] FAO, Food Security and Climate Adaptation Reports.

[7] **Akademik literatür:** Akdeniz Havzası iklim değişikliği etkileri ve tarımsal uyum çalışmaları.

8. Agroekoloji ve Doğa Temelli Tarım

1. Kapsam ve Mevcut Durum

Geleneksel tarım sistemlerinin yoğun kimyasal girdi kullanımı, monokültür üretim yapısı ve doğal kaynaklar üzerindeki baskısı; toprak, su ve biyolojik çeşitlilik üzerinde önemli çevresel sorunlara yol açmaktadır. Bu nedenle agroekoloji ve doğa temelli tarım yaklaşımları, üretimi ekosistem süreçleriyle uyumlu hale getiren sürdürülebilir modeller olarak öne çıkmaktadır.

Agroekoloji, tarımsal üretimi yalnızca ekonomik bir faaliyet değil, aynı zamanda ekosistemlerin bir parçası olarak ele alan bütüncül bir yaklaşımı ifade ederken; doğa temelli tarım uygulamaları ise su, karbon ve besin döngülerini taklit eden doğal süreçlerden yararlanan üretim modellerini kapsamaktadır.

Dünya genelinde tarım, insan kaynaklı sera gazı emisyonlarının yaklaşık %20–24’üne katkı sağlamakta; aynı zamanda tarım alanları küresel biyolojik çeşitlilik kaybının önemli bir bölümünden sorumlu olmaktadır [1]. Avrupa Birliği’nde tarım topraklarının yaklaşık %60’ında organik madde kaybı ve habitat parçalanması riski bulunduğu bildirilmektedir [2].

Türkiye’de ise özellikle yoğun tarım alanlarında (özellikle Akdeniz havzası) toprak organik maddesi çoğu bölgede %1,5–2,5 seviyelerinde seyretmekte, bu değer sürdürülebilir üretim için kritik eşiklerin altında kabul edilmektedir [3]. Antalya özelinde örtü altı tarım, narenciye üretimi ve sebze yetiştiriciliği gibi yoğun üretim desenleri; su tüketimi, gübre kullanımı ve pestisit baskısı açısından ekosistem üzerinde önemli yük oluşturmaktadır.

Bununla birlikte Antalya, sahip olduğu mikroklima, yüksek biyolojik çeşitlilik ve yıl boyu üretim potansiyeli sayesinde agroekolojik dönüşüm açısından önemli fırsatlar sunmaktadır. Avrupa Yeşil Mutabakatı ve “Çiftlikten Sofraya” stratejisi kapsamında doğa temelli üretim modelleri giderek daha fazla desteklenmektedir [2].

2. Sorunların Tespiti

Mevcut üretim yapısında agroekolojik dönüşümün önünde çeşitli çevresel ve yapısal sorunlar bulunmaktadır:

- Monokültür üretim sistemleri biyolojik çeşitliliği azaltmaktadır.
- Yoğun pestisit ve kimyasal gübre kullanımı ekosistem dengesini bozmaktadır.
- Tarım alanları ile doğal habitatlar arasındaki ekolojik bağlantılar zayıflamaktadır.
- Yararlı böcek ve tozlayıcı popülasyonlarında azalma gözlenmektedir.
- Toprak biyolojik aktivitesi kimyasal girdiler nedeniyle zayıflamaktadır.
- Tarımsal üretimde geleneksel bilgi ile modern agroekolojik uygulamalar arasında entegrasyon eksiktir.
- Üreticilerin ekonomik baskılar nedeniyle sürdürülebilir üretime geçişi sınırlıdır.
- Agroekolojik üretim konusunda teknik eğitim ve yayım faaliyetleri yetersizdir.
- Ekosistem temelli arazi kullanım planlaması yeterince uygulanmamaktadır.

Bu durum uzun vadede hem üretim kapasitesini hem de doğal kaynakların yenilenme hızını tehdit etmektedir.

3. Çözüm Önerileri

Doğa Temelli Üretim Sistemleri

- Doğal ekosistem süreçlerini taklit eden üretim modelleri yaygınlaştırılmalıdır.
- Tarım alanlarında biyolojik koridorlar ve tampon bölgeler oluşturulmalıdır.
- Agroforestry ve çok katmanlı üretim sistemleri desteklenmelidir.
- Kimyasal girdi kullanımını azaltan sürdürülebilir teknikler teşvik edilmelidir.
- Su, toprak ve biyolojik kaynaklar bütüncül şekilde yönetilmelidir.

Agroekolojik Üretim Modelleri

- Münavebe ve çoklu ürün desenleri yaygınlaştırılmalıdır.
- Biyolojik mücadele yöntemleri üretim sistemlerine entegre edilmelidir.
- Yerel tohum ve genetik kaynakların korunması sağlanmalıdır.
- Organik ve iyi tarım uygulamaları ile agroekolojik sistemler entegre edilmelidir.
- Küçük ölçekli üreticilerin sürdürülebilir üretime erişimi desteklenmelidir.

Tarım ve Biyolojik Çeşitlilik İlişkisi

- Tarım alanlarında habitat yönetimi uygulanmalıdır.
- Tozlayıcı türlerin korunmasına yönelik ekolojik düzenlemeler yapılmalıdır.
- İstilacı türlerin izlenmesi ve kontrolü güçlendirilmelidir.
- Doğal alanlar üzerindeki tarımsal baskı azaltılmalıdır.
- Tarım ve doğa koruma politikaları entegre edilmelidir.

4. Sonuç

Agroekoloji ve doğa temelli tarım uygulamalarının yaygınlaştırılması ile:

- Kimyasal girdi kullanımının azaltılması,
- Toprak ve su kaynaklarının korunması,
- Biyolojik çeşitliliğin sürdürülebilir şekilde yönetilmesi,
- Ekosistem dayanıklılığının artırılması,
- İklim değişikliğine uyum kapasitesinin güçlendirilmesi,
- **Uzun vadeli tarımsal verimlilik ve kalite artışı sağlanması**

mümkün olacaktır.

Antalya gibi yüksek biyolojik çeşitliliğe ve yoğun tarımsal üretime sahip bölgelerde agroekolojik dönüşüm; yalnızca çevresel bir gereklilik değil, aynı zamanda ekonomik rekabet gücü ve ihracat sürdürülebilirliği açısından da stratejik bir zorunluluktur. Ekosistem hizmetlerinin korunması, gelecekte gıda güvenliğinin temel belirleyicisi olacaktır.

5. Kaynaklar

[1] FAO, “Agroecology Knowledge Hub”, Food and Agriculture Organization of the United Nations.

[2] Avrupa Komisyonu, “Farm to Fork Strategy” ve “EU Biodiversity Strategy for 2030”.

[3] Tarım ve Orman Bakanlığı, “Sürdürülebilir Tarım ve Toprak Yönetimi Verileri”, Ankara.

[4] TMMOB Ziraat Mühendisleri Odası, “Agroekoloji ve Sürdürülebilir Tarım Yaklaşımları Raporu”.

[5] Antalya İl Tarım ve Orman Müdürlüğü, bölgesel tarımsal üretim ve biyolojik çeşitlilik değerlendirme verileri.

9. Biyolojik Çeşitliliğin Korunması

1. Kapsam ve Mevcut Durum

Biyolojik çeşitlilik; bitkiler, hayvanlar, mikroorganizmalar ve bunların oluşturduğu ekosistemlerin tamamını kapsayan doğal yaşam zenginliğini ifade etmektedir. Tarımsal üretim sistemleri ise doğrudan biyolojik çeşitlilik ile ilişkilidir. Sağlıklı ekosistemler; toprak verimliliği, su döngüsü, doğal zararlı kontrolü, tozlaşma ve iklim dengesi açısından tarımsal üretimin sürdürülebilirliğinde kritik rol oynamaktadır.

Ancak son yıllarda yoğun tarımsal faaliyetler, monokültür üretim sistemleri, doğal alan kayıpları, pestisit kullanımı, plansız arazi kullanımı ve iklim değişikliği nedeniyle biyolojik çeşitlilik üzerinde ciddi baskılar oluşmaktadır. Tarımsal üretimde verim artışı hedefiyle yapılan yoğun müdahaleler; doğal yaşam alanlarının parçalanmasına, yararlı organizmaların azalmasına ve ekolojik dengenin zayıflamasına neden olabilmektedir.

Türkiye, coğrafi konumu ve iklim çeşitliliği nedeniyle yüksek biyolojik çeşitlilik potansiyeline sahip ülkeler arasında yer almaktadır. Antalya ve çevresi ise Akdeniz ekosisteminin önemli merkezlerinden biri olup; endemik türler, doğal habitatlar, tozlayıcı popülasyonları ve tarımsal üretim alanları açısından stratejik öneme sahiptir. Bununla birlikte yoğun sera üretimi, turizm baskısı, kentleşme ve arazi kullanım değişiklikleri doğal habitatlar üzerinde baskı oluşturabilmektedir.

Özellikle arılar ve diğer tozlayıcı canlılar, tarımsal üretimin devamlılığı açısından kritik rol üstlenmektedir. Ancak pestisit kullanımı, habitat kaybı ve iklim değişikliği nedeniyle tozlayıcı popülasyonlarında azalma riski giderek büyümektedir.

Günümüzde sürdürülebilir tarım politikaları kapsamında; biyolojik çeşitliliğin korunması, habitat sürekliliğinin sağlanması ve doğa dostu üretim modellerinin geliştirilmesi stratejik öncelik haline gelmiştir.

2. Sorunların Tespiti

Mevcut durumda biyolojik çeşitliliğin korunması önünde çeşitli çevresel ve yapısal sorunlar bulunmaktadır:

- Monokültür üretim sistemleri doğal tür çeşitliliğini azaltmaktadır.
- Yoğun pestisit kullanımı yararlı böcek ve tozlayıcı popülasyonlarını olumsuz etkileyebilmektedir.
- Tarım alanlarının genişlemesi doğal habitat kayıplarına neden olabilmektedir.
- Tarım ve yerleşim baskısı nedeniyle ekolojik koridorlar parçalanmaktadır.
- Sulak alanlar ve doğal yaşam alanları çeşitli çevresel baskılar altında kalmaktadır.
- İklim değişikliği türlerin yayılım alanlarını ve ekolojik dengeleri değiştirebilmektedir.
- Tarımsal üretimde biyolojik çeşitlilik odaklı planlama yaklaşımı yeterince yaygın değildir.
- Yerel türler ve genetik kaynaklar yeterince korunamamaktadır.
- Çiftçilerin biyolojik çeşitlilik ve ekosistem hizmetleri konusundaki farkındalık düzeyi sınırlı kalabilmektedir.

Bu durum uzun vadede hem doğal ekosistemlerin sürdürülebilirliğini hem de tarımsal üretim kapasitesini tehdit etmektedir.

3. Çözüm Önerileri

Biyolojik çeşitliliğin korunması ve sürdürülebilir tarım-ekosistem dengesinin güçlendirilmesi amacıyla aşağıdaki uygulamaların yaygınlaştırılması önem taşımaktadır:

Tarım Alanlarında Biyolojik Çeşitlilik

- Çoklu ürün desenleri ve münavebe sistemleri yaygınlaştırılmalıdır.
- Yerel tohum ve genetik kaynakların korunmasına yönelik çalışmalar artırılmalıdır.
- Tarım alanlarında doğal yaşamı destekleyen tampon bölgeler oluşturulmalıdır.

- Kimyasal girdileri azaltan sürdürülebilir üretim modelleri teşvik edilmelidir.
- Agroekolojik üretim sistemleri yaygınlaştırılmalıdır.

Tozlayıcıların Korunması

- Pestisit kullanımına yönelik denetimler güçlendirilmelidir.
- Polen taşıyıcı canlılara zarar veren uygulamalar sınırlandırılmalıdır.
- Arıcılık faaliyetleri ve doğal tozlayıcı habitatları desteklenmelidir.
- Tarım alanlarında çiçek şeritleri ve doğal yaşam koridorları oluşturulmalıdır.
- Tozlayıcı popülasyonlarının izlenmesine yönelik bilimsel çalışmalar artırılmalıdır.

Habitat Kaybının Önlenmesi

- Tarım ve yerleşim planlamasında ekolojik denge dikkate alınmalıdır.
- Doğal alanların parçalanmasını önleyici arazi kullanım politikaları geliştirilmelidir.
- Sulak alanlar, mera alanları ve doğal ekosistemler korunmalıdır.
- Tarım alanları ile doğal yaşam alanları arasındaki geçiş bölgeleri güçlendirilmelidir.
- Ekolojik restorasyon projeleri desteklenmelidir.

4. Sonuç

Biyolojik çeşitliliğin korunmasına yönelik uygulamaların yaygınlaştırılması ile:

- Tarımsal ekosistemlerin sürdürülebilirliğinin güçlenmesi,
- Doğal zararlı kontrol mekanizmalarının desteklenmesi,
- Tozlayıcı popülasyonlarının korunması,
- Toprak ve su kaynaklarının daha etkin korunması,
- Tarımsal üretimde uzun vadeli verimlilik ve kalite artışı sağlanması,
- Ekolojik dengenin korunması mümkün olacaktır.

Özellikle Antalya gibi biyolojik çeşitlilik açısından zengin bölgelerde doğa dostu tarım uygulamalarının yaygınlaştırılması; yalnızca çevresel koruma açısından değil, aynı zamanda sürdürülebilir kırsal kalkınma, turizm, gıda güvenliği ve uluslararası rekabet gücü açısından da stratejik öneme sahiptir. Tarımsal üretim ile doğal ekosistemler arasındaki dengenin korunması, gelecekteki üretim güvenliği açısından kritik bir gereklilik haline gelmiştir.

5. Kaynaklar

- 1. Birleşmiş Milletler Biyolojik Çeşitlilik Sözleşmesi (CBD) raporları.**
- 2. FAO, “Biodiversity for Food and Agriculture”, Food and Agriculture Organization of the United Nations.**
- 3. Avrupa Komisyonu, “EU Biodiversity Strategy for 2030”.**
- 4. Tarım ve Orman Bakanlığı, “Biyolojik Çeşitlilik ve Tarım Politikaları”, Ankara.**
- 5. Antalya İl Tarım ve Orman Müdürlüğü, bölgesel biyolojik çeşitlilik ve tarımsal üretim verileri.**

10. Seracılıkta Sürdürülebilirlik

1. Kapsam ve Mevcut Durum

Seracılık, kontrollü ortamda yıl boyunca üretim yapılmasını sağlayarak tarımsal verimliliği artıran stratejik bir üretim modelidir. Türkiye, örtü altı üretim alanı bakımından dünyada önemli ülkeler arasında yer almakta; Antalya ise toplam sera varlığı ve üretim yoğunluğu açısından ülke lideri konumundadır.

Seracılık sistemleri özellikle sebze, fide, süs bitkileri ve tropikal ürün üretiminde yaygın olarak kullanılmakta olup, yüksek verim ve yıl boyu üretim avantajı sağlamaktadır. Ancak bu sistemler aynı zamanda yüksek enerji tüketimi, yoğun su kullanımı, plastik atık oluşumu ve kimyasal girdi bağımlılığı nedeniyle önemli çevresel baskılar oluşturmaktadır.

Küresel ölçekte örtü altı tarımın enerji tüketiminin büyük kısmı ısıtma ve iklimlendirme süreçlerinden kaynaklanmakta olup, sera üretiminde karbon salımı önemli bir çevresel etki alanı oluşturmaktadır [2]. Türkiye’de ise özellikle Akdeniz Bölgesi’nde sera işletmelerinde yeraltı suyu kullanımının yoğunluğu su kaynakları üzerinde baskı yaratmaktadır [1].

Antalya özelinde yüksek güneşlenme süresi, sıcak iklim koşulları ve artan iklim değişikliği etkileri; seracılığı hem avantajlı hem de kırılgan bir üretim sistemi haline getirmektedir. Özellikle yaz döneminde aşırı sıcaklıklar, kış döneminde ise ani hava olayları sera altyapılarında risk oluşturmaktadır. Bunun yanında plastik örtü atıkları ve enerji maliyetleri sektörün çevresel sürdürülebilirliğini zorlamaktadır.

Günümüzde sürdürülebilir seracılık yaklaşımı; enerji verimliliği, su tasarrufu, yenilenebilir enerji kullanımı ve atık yönetimi ekseninde yeniden şekillenmektedir. Bu dönüşüm yalnızca çevresel değil aynı zamanda ekonomik rekabet gücü açısından da kritik öneme sahiptir.

2. Sorunların Tespiti

Seracılık sektöründe sürdürülebilirlik açısından aşağıdaki temel sorunlar öne çıkmaktadır:

- Seralarda enerji tüketimi özellikle ısıtma ve soğutma nedeniyle yüksektir.
- Geleneksel sulama yöntemleri su kayıplarına neden olmaktadır.
- Yeraltı su kaynakları üzerindeki baskı giderek artmaktadır.
- Plastik sera örtüleri ve tarımsal ambalaj atıkları çevresel kirlilik oluşturmaktadır.
- İklim değişikliğine bağlı aşırı sıcaklık, fırtına ve dolu olayları sera altyapılarını tehdit etmektedir.
- Yenilenebilir enerji kullanım oranı sınırlıdır.
- Eski sera yapılarında yalıtım ve enerji verimliliği düşüktür.
- Dijital otomasyon ve akıllı sera sistemleri yeterince yaygın değildir.
- Atık yönetimi ve geri dönüşüm altyapıları yetersiz kalabilmektedir.
- Sera işletmelerinde su ve enerji kullanımına yönelik izleme sistemleri yeterince gelişmemiştir.

Bu durum üretim maliyetlerini artırmakta, doğal kaynaklar üzerindeki baskıyı büyötmekte ve uzun vadeli çevresel sürdürülebilirliği zayıflatmaktadır.

3. Çözüm Önerileri

Seralarda Enerji Verimliliği

- Enerji verimli sera tasarımları ve yüksek yalıtımlı yapılar yaygınlaştırılmalıdır.
- Isı perdeleri, gölgeleme sistemleri ve ısı kaybını azaltan teknolojiler kullanılmalıdır.
- Akıllı sera otomasyon sistemleri ile enerji tüketimi optimize edilmelidir.
- LED aydınlatma ve yüksek verimli ekipmanlara geçiş desteklenmelidir.
- Isı geri kazanım sistemleri teşvik edilmelidir.

Su Verimliliği

- Damla sulama ve hassas sulama sistemleri yaygınlaştırılmalıdır [1].
- Nem sensörleri ve otomatik sulama sistemleri kullanılmalıdır.
- Yağmur suyu hasadı ve depolama sistemleri seralara entegre edilmelidir.
- Geri kazanılmış su kullanımına yönelik projeler geliştirilmelidir.
- Su tüketim izleme ve kontrol sistemleri kurulmalıdır.

Seralarda Atık Yönetimi

- Plastik sera örtüleri için geri dönüşüm zinciri oluşturulmalıdır.
- Organik atıklar kompost ve biyogübre üretiminde değerlendirilmelidir.
- Kimyasal ambalaj atıkları kontrollü şekilde bertaraf edilmelidir.
- Sıfır atık uygulamaları sera işletmelerinde yaygınlaştırılmalıdır.
- Bölgesel atık toplama ve geri dönüşüm merkezleri kurulmalıdır.

Yenilenebilir Enerji Kullanımı

- Çatı tipi güneş enerjisi sistemleri yaygınlaştırılmalıdır.
- Jeotermal enerji ile sera ısıtma sistemleri desteklenmelidir.
- Biyokütle ve biyogaz sistemleri alternatif enerji kaynağı olarak kullanılmalıdır.
- Hibrit enerji sistemleri ve enerji depolama çözümleri geliştirilmelidir.
- Yenilenebilir enerji yatırımlarına yönelik finansal teşvikler artırılmalıdır [3].

4. Sonuç

Seracılıkta sürdürülebilirlik uygulamalarının yaygınlaştırılması ile:

- Enerji tüketiminde önemli ölçüde azalma,
- Su kaynaklarının daha verimli kullanımı,
- Plastik ve organik atık kaynaklı çevresel yükün azaltılması,
- Karbon salımının düşürülmesi,
- Üretim maliyetlerinde uzun vadeli düşüş,
- **İklim değişikliğine karşı daha dayanıklı üretim altyapılarının oluşturulması**

mümkün olacaktır.

Antalya gibi yoğun örtü altı üretimin yapıldığı bölgelerde sürdürülebilir sera uygulamaları, yalnızca çevresel koruma açısından değil aynı zamanda ihracat kapasitesi, gıda güvenliği ve tarımsal rekabet gücü açısından da stratejik öneme sahiptir. Enerji verimli ve düşük karbonlu sera sistemleri, geleceğin tarımsal üretim modelinin temel bileşenleri arasında yer almaktadır.

5. Kaynaklar

[1] Tarım ve Orman Bakanlığı, “Örtü Altı Tarım ve Sürdürülebilir Seracılık Politikaları”, Ankara.

[2] FAO, “Greenhouse Horticulture and Sustainable Production Systems”, Food and Agriculture Organization of the United Nations.

[3] Avrupa Komisyonu, “Sustainable Greenhouse Farming and Energy Efficiency Policies”.

[4] TMMOB Ziraat Mühendisleri Odası, “Türkiye’de Seracılık ve Sürdürülebilir Üretim Raporu”.

[5] Antalya İl Tarım ve Orman Müdürlüğü, bölgesel sera üretimi ve kaynak kullanım verileri.

11. Kırsal Kalınma ve Sürdürülebilir Tarım

1. Kapsam ve Mevcut Durum

Kırsal kalkınma; tarımsal üretimin sürdürülebilirliği, gıda güvenliğinin sağlanması, bölgesel ekonomik dengenin korunması ve sosyal refahın artırılması açısından stratejik bir politika

alanıdır. Tarım sektörü yalnızca üretim faaliyeti değil; aynı zamanda kırsal istihdam, doğal kaynak yönetimi, ekosistem dengesi ve yerel ekonomik yapının temel belirleyicisidir.

Türkiye’de kırsal alanlar uzun süredir yapısal sorunlarla karşı karşıya olup; küçük ölçekli işletmelerin ağırlığı, gelir dengesizlikleri ve pazara erişim kısıtları önemli sorun alanları oluşturmaktadır. Antalya özelinde ise örtü altı tarım, narenciye üretimi, meyvecilik, hayvancılık ve kırsal turizm gibi faaliyetler kırsal ekonominin temel bileşenlerini oluşturmaktadır. Ancak genç nüfusun kırsaldan kente göçü, üretici örgütlenmesinin zayıflığı ve katma değerli üretim eksikliği kırsal sürdürülebilirliği sınırlamaktadır.

Küçük aile işletmeleri tarımsal üretimin önemli bir kısmını oluşturmalarına rağmen finansmana erişim, teknoloji kullanımı ve pazarlama kanallarına erişimde dezavantajlı durumdadır. Buna karşılık sürdürülebilir kalkınma yaklaşımları; kooperatifleşme, yerel üretim zincirleri, dijital tarım uygulamaları ve kırsal girişimciliği ön plana çıkarmaktadır. Bu yaklaşım, Avrupa Yeşil Mutabakatı ve FAO sürdürülebilir kalkınma hedefleri ile de uyumludur [1][2][3].

2. Sorunların Tespiti

Mevcut kırsal kalkınma yapısında sürdürülebilirliği sınırlayan temel sorunlar aşağıda özetlenmiştir:

- Küçük ölçekli üreticilerin finansmana erişimi sınırlıdır.
- Artan girdi maliyetleri üretim sürekliliğini zorlaştırmaktadır.
- Kooperatifleşme ve üretici örgütlenmesi yeterince gelişmemiştir.
- Yerel ürünlerde katma değerli pazarlama altyapısı zayıftır.
- Kırsaldan kente göç nedeniyle iş gücü kaybı yaşanmaktadır.
- Genç nüfusun tarıma ilgisi giderek azalmaktadır.
- Dijital tarım teknolojilerine erişim sınırlıdır.
- Küçük üreticilerin ihracat ve büyük pazar zincirlerine entegrasyonu düşüktür.
- Kırsal altyapı ve sosyal hizmetler bazı bölgelerde yetersizdir.
- Bölgesel kalkınma dengesizlikleri giderek artmaktadır [1][3][4].

3. Çözüm Önerileri

Kırsal kalkınmanın güçlendirilmesi ve sürdürülebilir tarımın desteklenmesi için aşağıdaki entegre politika ve uygulamalar önerilmektedir:

Küçük Üreticilerin Desteklenmesi

- Küçük aile işletmelerine yönelik finansal destek mekanizmaları güçlendirilmelidir.
- Düşük faizli kredi ve hibe programları yaygınlaştırılmalıdır.
- Tarımsal eğitim, yayım ve teknik danışmanlık hizmetleri artırılmalıdır.
- Genç çiftçi ve kadın üreticilere özel destek programları geliştirilmelidir.
- Dijital tarım teknolojilerine erişim kolaylaştırılmalıdır [1][2].

Yerel Üretim Zincirleri

- Kooperatifleşme ve üretici birlikleri güçlendirilmelidir.
- Yerel ürünlerin markalaşması ve coğrafi işaret süreçleri desteklenmelidir.
- Kısa tedarik zinciri modelleri yaygınlaştırılmalıdır.
- E-ticaret ve dijital pazarlama altyapısı geliştirilmelidir.
- Aracı maliyetlerini azaltan doğrudan satış sistemleri teşvik edilmelidir [2][4].

Kırsal Ekonominin Güçlendirilmesi

- Tarım ile kırsal turizm entegrasyonu desteklenmelidir.
- Katma değerli işleme tesisleri yaygınlaştırılmalıdır.
- Yenilenebilir enerji yatırımları kırsal alanlara yönlendirilmelidir.
- Altyapı ve lojistik sistemler iyileştirilmelidir.
- Bölgesel kalkınma odaklı üretim planlamaları yapılmalıdır [1][3][4].

4. Sonuç

Kırsal kalkınma ve sürdürülebilir tarım politikalarının entegre şekilde uygulanması ile:

- Küçük üreticilerin ekonomik dayanıklılığı artacaktır.
- Tarımsal üretimde sürdürülebilirlik güçlenecektir.
- Yerel üretim zincirleri gelişecektir.
- Kırsal istihdam artacaktır.
- Göç baskısı azalacaktır.
- Bölgesel ekonomik dengeler iyileşecektir.

Özellikle Antalya gibi tarım ve turizm potansiyeli yüksek bölgelerde kırsal kalkınma odaklı politikalar; yalnızca ekonomik büyüme değil, aynı zamanda sosyal denge ve çevresel sürdürülebilirlik açısından da kritik öneme sahiptir. Küçük üreticilerin güçlendirilmesi ve yerel üretim sistemlerinin korunması, uzun vadeli gıda güvenliğinin temel unsurudur.

5. Kaynaklar

[1] Tarım ve Orman Bakanlığı, “Kırsal Kalkınma ve Sürdürülebilir Tarım Politikaları”, Ankara.

[2] TKDK, “İPARD Programı ve Kırsal Kalkınma Destekleri”.

[3] FAO, “Sustainable Rural Development and Smallholder Farming”, Food and Agriculture Organization of the United Nations.

[4] Avrupa Komisyonu, “Rural Development Policy Framework”.

[5] Antalya İl Tarım ve Orman Müdürlüğü, bölgesel kırsal kalkınma ve tarımsal üretim verileri.

12. Tarım ve Turizm Etkileşimi

1. Kapsam ve Mevcut Durum

Tarım ve turizm, ekonomik kalkınma, bölgesel refah ve kültürel sürdürülebilirlik açısından birbirini tamamlayan iki stratejik sektördür. Tarım sektörü kırsal alanlarda üretim ve istihdamın temelini oluştururken, turizm sektörü bu üretimin katma değer kazanmasını, pazara erişimini ve görünürlüğünü artırmaktadır. Özellikle yerel ürünlerin turizm değer zincirine entegre edilmesi, kırsal kalkınmayı güçlendiren önemli bir araçtır.

Türkiye, tarımsal çeşitlilik, iklim zenginliği ve kültürel mirası sayesinde tarım-turizm entegrasyonu açısından yüksek potansiyele sahiptir. Antalya ise yoğun tarımsal üretim (örtü altı sebzeçilik, narenciye, meyvecilik), güçlü turizm altyapısı ve gastronomi çeşitliliği ile bu etkileşimin en belirgin yaşandığı bölgelerden biridir.

Buna karşın mevcut yapıda yerel üreticilerin turizm tedarik zincirine entegrasyonu sınırlı kalmakta, turizm sektörünün ihtiyaç duyduğu ürünlerin önemli kısmı standart ve büyük ölçekli tedarik sistemleri üzerinden karşılanmaktadır. Agro-turizm, gastronomi turizmi ve kırsal turizm uygulamaları gelişmekle birlikte kurumsal kapasite ve yaygınlık açısından henüz istenen düzeye ulaşamamıştır.

Sürdürülebilir turizm politikaları çerçevesinde; kısa tedarik zincirleri, yerel üretim entegrasyonu, gastronomi temelli destinasyon yönetimi ve kırsal kalkınma odaklı turizm modelleri giderek daha fazla önem kazanmaktadır. Bu entegrasyon, ekonomik faydanın yanı sıra çevresel sürdürülebilirlik ve kültürel mirasın korunması açısından da kritik öneme sahiptir [1][2][3].

2. Sorunlar

Tarım ve turizm entegrasyonunun geliştirilmesi önünde çeşitli yapısal ve operasyonel sorunlar bulunmaktadır:

- Yerel üreticilerin turizm sektörüne doğrudan erişimi sınırlıdır.
- Küçük üreticilerde kalite standardizasyonu ve lojistik kapasite yetersizdir.
- Agro-turizm uygulamaları için kurumsal altyapı yeterince gelişmemiştir.
- Yerel ürünlerin markalaşma ve tanıtım çalışmaları zayıftır.
- Gastronomi turizmi potansiyeli yeterince değerlendirilememektedir.
- Turizm ve tarım sektörleri arasında koordinasyon eksikliği bulunmaktadır.
- Kırsal turizm yatırımları bölgesel olarak dengesiz dağılmaktadır.
- Yerel üretim kültürüne yönelik farkındalık yetersizdir.
- Kırsal alanlarda altyapı ve hizmet kalitesi eksiklikleri görülmektedir.
- Tedarik zincirlerinde aracılık maliyetleri yüksek kalmaktadır [1][2][4].

3. Çözüm Önerileri

Tarım ve turizm entegrasyonunun güçlendirilmesi için aşağıdaki bütünleşik stratejiler önerilmektedir:

Agro-Turizm

- Çiftlik ziyaretleri, hasat deneyimleri ve kırsal yaşam aktiviteleri yaygınlaştırılmalıdır.
- Agro-turizm işletmelerine yönelik teşvik ve destek programları artırılmalıdır.
- Ziyaretçi güvenliği ve hizmet standartları oluşturulmalıdır.
- Dijital tanıtım ve rezervasyon sistemleri geliştirilmelidir.
- Deneyim odaklı kırsal turizm modelleri desteklenmelidir [3].

Yerel Ürünlerin Turizm Sektörüne Entegrasyonu

- Otel ve restoranlarda yerel ürün kullanımı teşvik edilmelidir.
- Coğrafi işaretli ürünlerin görünürlüğü artırılmalıdır.
- Üretici-turizm işletmesi iş birlikleri güçlendirilmelidir.
- Kısa tedarik zinciri modelleri yaygınlaştırılmalıdır.
- Yerel ürün tanıtım organizasyonları desteklenmelidir [1][2].

Gastronomi Turizmi

- Bölgesel mutfak kültürü turizm stratejilerine entegre edilmelidir.
- Gastronomi rotaları ve tematik destinasyonlar oluşturulmalıdır.
- Yerel şefler ve üreticiler arasında iş birliği artırılmalıdır.
- Uluslararası gastronomi etkinlikleri teşvik edilmelidir.
- Geleneksel ürünlerin korunması desteklenmelidir [1][4].

Kırsal Turizm ve Üretici Entegrasyonu

- Küçük üreticilerin turizm tedarik zincirine erişimi artırılmalıdır.
- Kooperatifleşme ve üretici birlikleri güçlendirilmelidir.
- Dijital tedarik platformları geliştirilmelidir.
- Kırsal altyapı ve konaklama yatırımları desteklenmelidir.
- Sürdürülebilir ve çevre dostu turizm modelleri yaygınlaştırılmalıdır [2][3][5].

4. Sonuç

Tarım ve turizm sektörleri arasındaki entegrasyonun güçlendirilmesi ile:

- Yerel üreticilerin gelir düzeyi artacaktır.
- Kırsal kalkınma hızlanacaktır.
- Bölgesel markalaşma güçlenecektir.
- Yerel ürünler katma değer kazanacaktır.

- Turizmde sürdürülebilir tedarik zincirleri gelişecektir.
- Gastronomi ve kırsal turizm potansiyeli artacaktır.

Özellikle Antalya gibi tarım ve turizm sektörlerinin yoğun biçimde iç içe geçtiği bölgelerde bu entegrasyon; ekonomik büyümenin yanı sıra kültürel mirasın korunması ve çevresel sürdürülebilirlik açısından da stratejik önem taşımaktadır. Tarım-turizm bütünleşmesi, bölgesel kalkınma ve uluslararası rekabet gücünü artıran temel unsurlardan biridir.

5. Kaynaklar

- [1] Kültür ve Turizm Bakanlığı, “Sürdürülebilir Turizm ve Gastronomi Politikaları”, Ankara.
- [2] Tarım ve Orman Bakanlığı, “Kırsal Kalkınma ve Yerel Üretim Destek Programları”.
- [3] FAO, “Agritourism and Rural Development”, Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- [4] Avrupa Komisyonu, “Sustainable Tourism and Local Food Systems”.
- [5] Antalya İl Tarım ve Orman Müdürlüğü ile Antalya İl Kültür ve Turizm Müdürlüğü bölgesel verileri.

BÖLÜM

05

ANTALYA
2050

ANTALYA 2050 / COP31

SÜRDÜRÜLEBİLİR, DÜŞÜK KARBONLU VE DİRENÇLİ TURİZM

YEŞİL TURİZM • KAYNAK VERİMLİLİĞİ • İKLİM
UYUMU

- Düşük karbon
- Su ve enerji verimliliği
- Dirençli destinasyon

COP31 Vizyonu Doğrultusunda 2050 Düşük Karbonlu,
İklim Dirençli ve Sürdürülebilir Kalkınma Stratejisi

2. Sürdürülebilir Turizm

Antalya’da turizmin tarihsel gelişimi

Antalya turizmi önce doğa, deniz, güneş ve tarih ekseninde gelişti. Kaleiçi, Perge, Aspendos, Side, Termessos, Patara, Olympos gibi kültürel miras alanları; Kemer, Belek, Lara, Alanya, Side ve Kaş gibi kıyı destinasyonları Antalya’nın temel çekim gücünü oluşturdu. 1980 sonrası turizm teşvikleri, hava ulaşımının gelişmesi, sahil bandındaki büyük ölçekli otel yatırımları ve charter uçuşları Antalya’yı Türkiye’nin en güçlü turizm merkezlerinden biri haline getirdi.

Bugün Antalya, yalnızca kıyı turizmi değil; golf, kongre, spor kampları, sağlık, gastronomi, kültür, doğa, yat ve kruvaziyer turizmi açısından da çeşitlenmeye çalışan bir destinasyondur. Resmî verilere göre Antalya’da Bakanlık ve belediye belgeli toplam 1.885 tesis, 208.337 oda ve 460.681 yatak bulunmaktadır. Bu kapasite Antalya’yı Türkiye’nin en büyük konaklama merkezlerinden biri yapmaktadır.

2024 yılında Türkiye turizm geliri 61,1 milyar dolar ile rekor kırmıştır; Antalya bu performansın ana taşıyıcı şehirlerinden biridir. Antalya özelinde 2024’te toplam ziyaretçi sayısı transfer yolcularla birlikte 17 milyon 278 bin 103 olarak açıklanmıştır.

1980’lerle bugünü karşılaştırdığınızda Antalya’nın büyüklüğü gerçekten dikkat çekicidir.

Gösterge	1980’ler	Bugün (2024-2025)
Toplam yatak kapasitesi	Yaklaşık 20-30 bin (1980 başları), 1989’da 80 binin üzerine çıktı.	460.681 bakanlık ve belediye belgeli yatak.
Turist sayısı	Yaklaşık 200-500 bin/yıl seviyeleri. Charter uçuşlarının başlamasıyla hızlı artış yaşandı.	17,3 milyon ziyaretçi (2024).
Turizm geliri	Yaklaşık 100-300 milyon ABD doları seviyelerinde olduğu tahmin edilmektedir; sektör henüz gelişme aşamasındaydı.	Türkiye toplam turizm geliri 61,1 milyar ABD doları; Antalya bunun en büyük payını oluşturan destinasyondur.
Otel tipi	Küçük oteller, pansiyonlar, yarım pansiyon	Büyük resortlar, 5 yıldızlı tesisler, ultra her şey dahil
Ortalama konaklama	Daha uzun süreli ve otel dışına çıkan turist profili	Daha kısa ancak çok daha yüksek hacimli turist profili

En dikkat çekici değişim; 1980’lerde Antalya’nın en büyük avantajı doğal güzelliği idi. Bugün ise en büyük avantajı devasa konaklama altyapısı oldu.

- Yatak kapasitesi yaklaşık 15-20 kat arttı.
- Turist sayısı yaklaşık 40-50 kat arttı.
- Turizm ekonomisi Antalya’nın ana gelir kaynağı haline geldi.

Ancak gelir aynı oranda artmadı. Burada önemli bir nokta var. Yatak kapasitesi ve turist sayısı çok hızlı büyürken turist başına gelir aynı hızda büyümedi.

Bunun başlıca nedenleri:

- **Her şey dahil sisteminin yaygınlaşması**
- **Fiyat rekabeti**
- **Paket tur satışları**
- **Turistin otel dışındaki harcamalarının azalması**

Örneğin 1980’lerde bir turist;

- şehir merkezinde yemek yer,
- alışveriş yapar,
- taksi kullanır,
- yerel işletmeleri ziyaret ederdi.

Bugün birçok turist tatili boyunca otelden hiç çıkmadan dönebiliyor. Bu nedenle turist sayısı rekor kırarken şehir ekonomisine yayılan katma değer aynı oranda artmıyor. Bu durum akademik çalışmalarda da Antalya’nın temel yapısal sorunlarından biri olarak değerlendirilmektedir.

Hizmet konseptlerinin dün, bugün ve yarın

Dün: Antalya turizminin ilk dönemlerinde konaklama daha çok pansiyon, küçük otel, yarım pansiyon ve tam pansiyon mantığıyla yürüyordu. Turist otelden çıkar, kent merkezi, restoran, esnaf ve çevre destinasyonlarla daha fazla temas ederdi.

Bugün: Antalya’da özellikle 4-5 yıldızlı otellerde her şey dahil, ultra her şey dahil, tema otelleri, resort oteller, aquaparklı aile otelleri, golf resortları ve lüks segment konseptleri öne çıktı. Akademik çalışmalarda her şey dahil sistemin Antalya’daki konaklama işletmelerinde çok yaygın olduğu ve turist tercihinde önemli rol oynadığı belirtilmektedir.

Yarın: 2050’ye giderken hizmet konsepti sadece “oda + yemek + deniz” olmamalı. Antalya’nın geleceği şu başlıklara kaymalı:

- 1. Sürdürülebilir turizm: enerji, su, atık ve karbon yönetimi.**
- 2. Deneyim turizmi: gastronomi, yerel üretici, köy rotaları, antik kentler, yürüyüş yolları.**
- 3. Sağlık ve yaşlı turizmi: Avrupa'nın yaşlanan nüfusu için uzun konaklama.**
- 4. Dijital göçebe ve uzun süreli konaklama: kış sezonunu güçlendirecek model.**
- 5. Spor ve kamp turizmi: futbol, bisiklet, tenis, golf, triatlon.**
- 6. İklimle dirençli turizm: yaz sıcakları arttıkça ilkbahar-sonbahar sezonu daha stratejik hale gelecek.**

On İkinci Kalkınma Planı da turizmde çevresel etkilerin azaltılması, su-atık yönetimi, enerji verimliliği, iklim değişikliğine uyum ve yeşil dönüşüm hedeflerini öne çıkarmaktadır.

Her şey dahil sistemin Antalya için artıları

Her şey dahil sistem Antalya'ya büyük ölçekli rekabet avantajı sağlamıştır. En önemli artıları şunlardır:

- **Doluluk ve hacim yaratır:** Antalya'nın milyonlarca turisti çekmesinde fiyatı önceden belli, güvenli ve kolay tatil modeli etkili olmuştur.
- **Aile ve kitle turizmine uygundur:** Özellikle çocuklu aileler için maliyet kontrolü sağlar.
- **Tur operatörleriyle güçlü satış imkânı verir:** Paket tur sistemi sayesinde Avrupa, Rusya ve BDT pazarlarında Antalya güçlü kalmıştır.
- **Turist memnuniyetinde fiyat ve yiyecek-içecek çeşitliliği güçlüdür:** Antalya'da yapılan akademik araştırmada her şey dahil turistlerinin memnun kaldığı ilk unsurlar arasında fiyat, yiyecek-içecek çeşitliliği ve kalite yer almıştır.
- **Büyük tesis yatırımlarını mümkün kılar:** Resort otel modeli, Antalya'da yüksek yatak kapasitesinin oluşmasını sağlamıştır.

Her şey dahil sistemin Antalya için eksileri

Ancak sistemin ciddi yapısal riskleri de vardır:

- * **Turisti otel içine hapseder:** Yerel restoran, esnaf, taksici, rehber, hediyelik eşya ve şehir merkezi daha az pay alır.
- * **Fiyat rekabetini artırır:** Oteller çoğu zaman kalite yerine maliyet düşürmeye odaklanır.
- * **Kişi başı gelir baskılanabilir:** Çok turist gelir ama turist başına harcama istenen seviyeye çıkmayabilir.

* **Yerel kültürle temas zayıflar:** Turist Antalya'yı değil, otelin içindeki yapay tatil deneyimini tüketir.

* **Çevresel yük artar:** Büyük tesisler yüksek su, enerji, gıda ve atık yükü oluşturur.

* **Yenilikçiliği yavaşlatabilir:** BAKA'nın Antalya turizm kümelenme çalışmasında, Antalya'daki işletmelerin her şey dahil sistem nedeniyle maliyet odaklı çalıştığı ve bunun ürün farklılaştırma/yenilikçilik zemininin oluşmasını zorlaştırdığı belirtilmiştir.

2050 vizyonu

Dönem	Turizmin temel başarı göstergesi
1980'ler	Yatak sayısını artırmak (altyapıyı oluşturmak)
1990'lar	Turist sayısını artırmak (kitle turizmini büyütmek)
2000–2025	Turizm gelirini artırmak (daha fazla döviz girdisi sağlamak)
2025–2050 (COP31 vizyonu)	Turist başına gelir, karbon ayak izi, su verimliliği, enerji verimliliği ve yerel ekonomiye bırakılan katma değeri artırmak

1980'lerin hedefi: Büyümek

- Daha fazla otel
- Daha fazla yatak
- Daha fazla turist
- Daha fazla charter uçuş

Bu model Antalya'yı dünyanın en büyük resort destinasyonlarından biri yaptı.

1980'lerde hedefimiz daha fazla yatak kapasitesi oluşturmaktı. 1990'larda daha fazla turist çekmeye odaklandık. 2000'lerden sonra turizm gelirleri ön plana çıktı.

Ancak 2050'de başarı göstergesi şu olmalıdır:

- turist başına gelir
- turist başına karbon emisyonu
- turist başına su tüketimi
- yerel ekonomiye bırakılan katma değer
- sezonun 12 aya yayılması
- iklim değişikliğine dayanıklı turizm

Bugünün sorunu: Büyümek değil, doğru büyüme

Bugün Antalya'nın temel soruları artık şunlar:

- Bir turist ne kadar su tüketiyor?
- Ne kadar enerji kullanılıyor?
- Ne kadar gıda israfı oluyor?
- Kişi başına karbon ayak izi nedir?
- Turist şehir ekonomisine ne kadar katkı bırakıyor?

Her şey dahil sistemi COP31 bakış açısıyla değerlendirecek “Her şey dahil iyi mi kötü mü?” sorusu yerine “Her şey dahil sistemi daha sürdürülebilir hale nasıl getirilir?” diye sormalıyız.

Örneğin;

- güneş enerjisi kullanan oteller,
- gri su geri kazanımı,
- gıda atığının azaltılması,
- yerel üreticiden tedarik,
- karbon ayak izi raporlaması,
- sıfır atık uygulamaları,

artık rekabet avantajı olacaktır.

Bu da COP31'in “uygulama” ve “sürdürülebilir dönüşüm” yaklaşımıyla örtüşmektedir.

2050 Antalya turizm planı için yorumlu öneri

Antalya turizmi tarihsel olarak deniz-güneş-kum turizmiyle büyümüş, 1980’lerde birkaç on bin yatak kapasitesine sahip bir Akdeniz destinasyonuyken, bugün yaklaşık yarım milyon yatağıyla, büyük ölçekli otel yatırımları ve her şey dahil sistemle küresel ölçekte güçlü bir destinasyona dönüşmüştür. Bugün Antalya’nın sorunu turist çekememek değil; gelen turisti daha yüksek katma değere, daha uzun sezona, daha sürdürülebilir tüketime ve yerel ekonomiye daha fazla katkıya yönlendirmektir.

2050'ye giderken Antalya'nın başarısı, her şey dahil sistemin avantajlarını koruyup zararlarını azaltmasına, turizmi otel dışına yaymasına, iklim değişikliğine uyum sağlamasına ve turisti yalnızca konaklayan değil, Antalya'yı deneyimleyen bir ziyaretçiye dönüştürmesine bağlıdır.

Antalya'nın 2050 hedefi yalnızca “daha fazla turist” olmamalı; daha yüksek gelir, daha uzun sezon, daha düşük çevresel baskı ve daha fazla yerel katma değer olmalıdır.

2050 için önerilen ana strateji:

- Her şey dahil sistem tamamen kaldırılmamalı, dönüştürülmeli.

Antalya'nın mevcut pazar gücü bu sistemle oluştu. Ancak model “otel içinde sınırsız tüketim” yapısından “bölgeyle entegre deneyim” modeline çevrilmeli.

- Otel dışı harcama artırılmalı.

Her şey dahil paketlere antik kent bileti, yerel restoran kuponu, köy pazarı, gastronomi rotası, tekne turu, müze ve doğa yürüyüşü gibi dış deneyimler entegre edilmeli.

- Kış sezonu güçlendirilmeli.

Antalya 2050'de sadece yaz destinasyonu kalırsa iklim değişikliği ve aşırı sıcaklar risk oluşturur. Spor, sağlık, kongre, yaşlı turizmi ve dijital göçebe modeliyle sezon 12 aya yayılmalı.

- Su ve enerji yönetimi zorunlu hale gelmeli.

Antalya Büyükşehir Belediyesi'nin iklim çalışmalarında 2030'a kadar sera gazı emisyonlarında %40 azaltım hedefi yer almaktadır. Turizm tesisleri de gri su kullanımı, güneş enerjisi, atık ayrıştırma, gıda israfı azaltımı ve karbon raporlamasına geçmelidir.

- Antalya markası “ucuz tatil” değil “Akdeniz'in sürdürülebilir deneyim başkenti” olmalı.

Belek golf, Kaş doğa-deniz, Side kültür, Alanya aile turizmi, Kemer doğa-spor, Lara lüks resort, Elmalı-Korkuteli yayla/gastronomi gibi alt destinasyonlar ayrı ayrı markalaştırılmalı.

Sonuç

“Antalya, son 40 yılda dünyanın en büyük turizm destinasyonlarından biri olmayı başardı. COP31 ise Antalya'ya yeni bir hedef koyuyor: Dünyanın en büyük turizm merkezi olmak değil; dünyanın en sürdürülebilir, iklim dirençli ve yüksek katma değer üreten turizm destinasyonlarından biri olmak.”

Kaynakça:

Resmî Kaynaklar: Kültür ve Turizm Bakanlığı, TÜİK, SBB, Antalya İl Kültür ve Turizm Müdürlüğü

Uluslararası Kuruluşlar: UNFCCC, UNRIC, WTTC

Akademik Yayınlar: DergiPark, ResearchGate, CAB International

Bölgesel Raporlar: BAKA, Antalya Büyükşehir Belediyesi

2. Düşük Karbonlu Turizm Modeli

1. Kapsam ve Mevcut Durum

Küresel turizm endüstrisi, konaklama, ulaşım ve gıda tedarik zinciri dinamikleriyle birlikte dünyadaki toplam sera gazı (GHG) emisyonlarının önemli bir payından sorumludur. Antalya ili özelinde çevresel altyapının ve kentsel karbon bütçesinin değerlendirildiği Sürdürülebilir Enerji Eylem Planı (SEAP) verilerine göre, 2020 yılı itibarıyla Antalya'nın kentsel salımları 6.450 kton CO₂ eşdeğeri (CO₂e) seviyesinde hesaplanmış olup, bu temel üzerinden %20 oranında bir emisyon azaltım taahhüdü verilmiştir. Turizm faaliyetleri bu salım envanterinin doğrudan merkezinde yer almaktadır.

Çevre mühendisliği bağlamında, konaklama tesislerinin karbon ayak izini ölçebilme ve yönetebilme kapasitesi, sektördeki en kritik "yeşil beceri" (green skill) gereksinimlerinden biridir. Yeşil beceriler, personelin sadece operasyonel cihazları kullanmasını değil, aynı zamanda Yaşam Döngüsü Değerlendirmesi (LCA) gibi analitik yöntemlerle iklim değişikliğine sebep olan gazların üretimini kaynağında minimize edebilmesini ifade eder.

Güncel mikro ölçekli hedeflendirmelere bakıldığında, Antalya'daki bazı tesislerin (örneğin Casativo Hotel) karbon ayak izi tavan hedefini geceleme başına 38 kg CO₂ ve elektrik tüketimi hedefini kişi başı 11 kWh olarak belirlediği görülmektedir. Düşük karbonlu turizm modeli; binaların gömülü karbonundan (embodied carbon), soğutma sistemlerinin termodinamik verimliliğine ve tedarik zincirindeki Scope 3 (Kapsam 3) emisyonlarının yönetimine kadar uzanan bütüncül bir mühendislik dönüşümünü şart koşmaktadır.

2. Sorunların Tespiti

- Konaklama tesislerinde karbon ayak izi hesaplamalarının genellikle sadece Kapsam 1 (doğrudan yakıt kullanımı) ve Kapsam 2 (satın alınan elektrik) ile sınırlı kalması; misafir uçuşları, atık bertarafı ve gıda tedarikinden kaynaklanan yüksek oranlı Kapsam 3 emisyonlarının envanter dışı bırakılması.
- "Yeşil aklama" (greenwashing) eğilimlerinin artması; tesislerin standardize edilmemiş metodolojiler (ISO 14064 standartlarına tam uyumsuzluk) kullanarak karbon nötr olduklarını iddia etmeleri ve bu verilerin bağımsız denetimlerden geçmemesi.
- Tesis içi teknik personelin sera gazı muhasebesi, karbon kredilendirme ve emisyon faktörü analizleri gibi ileri seviye yeşil becerilere sahip olmaması nedeniyle, azaltım stratejilerinin salt ampul değiştirmek gibi yüzeysel eylemlerle sınırlı kalması.

- Yaz aylarında soğutma derecesi gün (Cooling Degree Days - CDD) sayısının aşırı yüksek olması sebebiyle, tesislerin HVAC (Isıtma, Havalandırma ve İklimlendirme) sistemlerine binen tepe (peak) yüklerin şebekedeki yüksek karbon yoğunluklu termik santral enerjisi ile karşılanması.

3. Çözüm Önerileri

- Otellerin tüm operasyonel sınırlarını (system boundaries) kapsayan IoT (Nesnelerin İnterneti) tabanlı gerçek zamanlı emisyon izleme sistemlerinin kurulması ve veri analitiği yapabilen Çevre Mühendisi istihdam edilmesi.
- Turizm tesislerinin "Bilime Dayalı Hedefler (Science Based Targets - SBTi)" inisiyatifine entegre edilerek, sıcaklık artışını 1.5°C ile sınırlandırma senaryolarına uygun, matematiksel olarak doğrulanabilir azaltım patikalarının oluşturulması.
- Tedarik zinciri karbon ayak izini kırmak için tarım potansiyeli yüksek olan Antalya çeperinden hiper-yerel (hyper-local) satın alma algoritmalarının devreye sokulması; gıda lojistiğinin sıfır emisyonlu araçlarla yapılması.
- Tur operatörleri ve otellerin ortak finansmanı, yerel karbon yutak alanlarının (örneğin yanan orman alanlarının veya deniz çayırının) restorasyonunu kapsayan bölgesel ve sertifikalı karbon dengeleme (carbon offset) projelerinin hayata geçirilmesi.

4. Sonuç

Düşük karbonlu turizm, sadece enerji faturasını düşürmeye yönelik bir maliyet eksenli değil, doğrudan destinasyonun varoluşsal direncini artıran bir ekolojik zorunluluktur. Bu dönüşümün hızı, sektörde görev alan her kademedeki personelin iklim krizi farkındalığına ve yeşil becerileri operasyonel süreçlere ne kadar entegre edebildiğine bağlı olarak ivme kazanacaktır.

5. Kaynaklar

Antalya İli Sürdürülebilir Enerji Eylem Planı (SEAP) ve Kentsel Salım Envanteri. Casativo Hotel Sürdürülebilirlik ve Karbon Ayak İzi Raporları.

3. Yeşil Sertifikasyon Sistemleri

1. Kapsam ve Mevcut Durum

Turizm sektöründe tesislerin çevresel ve ekolojik performanslarını standardize etmek, uluslararası geçerliliği olan yeşil sertifikasyon sistemleri ile mümkündür. Küresel Sürdürülebilir Turizm Konseyi (GSTC) kriterlerini baz alan Türkiye Sürdürülebilir Turizm Programı, konaklama tesislerinde zorunlu bir dönüşüm başlatmıştır. Yayımlanan genelgeler ile tüm turizm işletmesi belgeli tesislerin 31 Aralık 2025 tarihine kadar 2. Aşama Belgesini almaları zorunlu kılınmıştır. Sektörel adaptasyon oldukça hızlı ilerlemekte olup, Kasım 2023 itibarıyla Türkiye genelinde 7.000'den fazla tesis 1.

Aşama kriterlerini tamamlamış; Eylül 2025 itibarıyla ise en üst seviye olan 3. Aşama tam sertifikasına sahip tesis sayısı sadece 9 ayda %37 oranında bir büyüme ile 2.005'e ulaşmıştır. Çevre mühendisliği perspektifinden bakıldığında, sertifikasyon sadece bürokratik bir belge alımı değil, işletme içinde yeşil becerilerin kurumsallaşması anlamına gelir. Enerji verimliliği, atıksu kalitesi, biyoçeşitlilik yönetimi ve emisyon kontrollerinin bu standartların çekirdeğini oluşturduğu bilinmektedir.

Sertifikasyon Aşaması	Mevcut Durum Verisi / Tarih	Yasal Zorunluluk ve Gelecek Hedefi
1. Aşama (Başlangıç)	7.000+ Tesis (Kasım 2023)	Süreç tamamlandı / Temel kriterler
2. Aşama (Gelişim)	Kademeli Geçiş Sürüyor	31 Aralık 2025 tarihine kadar zorunlu
3. Aşama (Tam Uyum)	2.005 Tesis (Eylül 2025)	2030 yılına kadar tam entegrasyon

2. Sorunların Tespiti

- Belgelendirme aşamalarındaki denetimlerin periyodik (genellikle yıllık) yapılması nedeniyle, iki denetim dönemi arasında tesislerin enerji, su ve atık performanslarındaki sapmaların veya limit aşımalarının sistem tarafından tespit edilememesi.
- Sürdürülebilirlik koordinatörlüğü görevini üstlenen personelin genellikle idari kadrolardan seçilmesi ve çevre mühendisliği nosyonuna (akışkanlar mekaniği, atık kimyası, proses tasarımı gibi yeşil becerilere) sahip olmamaları nedeniyle kök-neden analizlerinin yapılamaması.
- Bazı alt sertifika sistemlerinin performans göstergelerini şeffaf bir şekilde kamuoyuna açıklamaması, sertifikasyonların çevresel etkiden ziyade bir pazarlama aracı (eco-labeling marketing) olarak kullanılması riskini doğurması.
- Otel tedarikçilerinin ve taşeron hizmet firmalarının (temizlik, peyzaj, güvenlik) aynı GSTC kriterlerine tabi olmaması sebebiyle, sistem sınırı dışından tesise giren çevresel yüklerin kontrolsüz kalması.

3. Çözüm Önerileri

- Belgelendirme kuruluşlarının statik raporlama formatından çıkarak, otellerin enerji analizörleri, su debimetreleri ve atık tartım kantar verilerini API'ler (Uygulama Programlama Arayüzleri) aracılığıyla anlık olarak merkezi bir "Açık Çevre Verisi" platformuna aktaran dinamik sertifikasyona geçmesi.
- Sektörde "Sürdürülebilirlik Yöneticisi" unvanı için üniversitelerin çevre mühendisliği bölümleriyle entegre yürütülen, ISO 14001, ISO 50001 standartları ve LCA analizlerinde uzmanlığı şart koşan ulusal bir yeşil beceri akreditasyon sisteminin kurulması.
- Sertifikasyon puanlamalarında "Döngüsel Ekonomi İndeksi" gibi somut ölçülebilir alt metriklerin ağırlığının artırılması; tesisin kilogram başına ürettiği atık miktarının ulusal ortalamasının altında kalmasının bir vize şartı yapılması.

- Otel misafirlerinin, konakladıkları tesisin anlık karbon tasarrufu ve yenilenebilir enerji üretim yüzdelerini odalarındaki dijital ekranlardan görebilecekleri, şeffaflığı artıran misafir-tesis etkileşim arayüzlerinin geliştirilmesi.

4. Sonuç

Gerçek bir sürdürülebilirlik dönüşümü ancak statik sertifikaların, veriye dayalı dinamik performans izleme sistemlerine evrilmesiyle mümkündür. Antalya'daki yatak kapasitesinin büyüklüğü göz önüne alındığında, yeşil sertifikasyonların doğruluğu, tüm havzanın ekolojik sınırlarının korunmasında en kritik sigorta mekanizmasıdır.

5. Kaynaklar

Türkiye Cumhuriyeti Kültür ve Turizm Bakanlığı, 2024/5 Sıra Sayılı Genelge. T.C. Kültür ve Turizm Bakanlığı, 2023 Yılı Sürdürülebilir Turizm Verileri. Türkiye Sürdürülebilir Turizm Programı 2025 İstatistikleri ve GSTC Raporları.

4. Turizm Tesislerinde Su Yönetimi

1. Kapsam ve Mevcut Durum

Yarı kurak Akdeniz iklim kuşağında yer alan Antalya için su yönetimi, iklim değişikliği adaptasyonunun en hayati boyutudur. Akademik ölçümlere göre, bölgedeki konaklama tesislerinde doğrudan su tüketimi, otelin konsepti ve altyapısına bağlı olarak geceleme başına 103 litre ile 1.209 litre arasında geniş bir skalada değişmektedir. Yapılan detaylı analizlerde 3 yıldızlı otellerin ortalama 225,4 L/gece, 4 yıldızlı otellerin ise 205,2 L/gece su tükettiği saptanmıştır. Turizm türleri arasında su ayak izi en yüksek olanlardan biri golf turizmidir.

Özellikle Belek gibi destinasyonlarda, 130 milyon m³/yıl yüzeysel su ve yaklaşık 182 milyon m³/yıl yeraltı suyu potansiyeli aşırı bir hidrolojik stres altındadır. Kentsel atıksu deşarjlarının yüzeysel sular üzerindeki baskısı, Akarçay Havzası'ndaki Kimyasal Oksijen İhtiyacı (KOİ) ve Biyokimyasal Oksijen İhtiyacı (BOİ) parametrelerinin organik kirlilik açısından Sınıf IV (çok kirlenmiş su) kalitesine düşmesiyle net bir biçimde görülmektedir.

Çevre mühendisliği vizyonunda suyun tek seferlik kullanımı kabul edilemez; suyun arıtılarak endüstriyel simbiyoz çerçevesinde (örneğin otel atıksuyunun golf sahası sulamasında kullanılması) kapalı döngüde tutulması temel yeşil beceridir.

2. Sorunların Tespiti

- Turizm tesislerinin birçoğunda gri su (lavabo ve duşlardan gelen az kirli sular) ile siyah suyun (tuvalet atıkları) aynı kanalizasyon hattında toplanması, dolayısıyla nispeten temiz olan gri suyun yerinde geri kazanım potansiyelinin yok edilmesi.
- Geniş çim yüzeylere sahip lüks oteller ve golf sahalarının peyzaj sulamasında kısıtlı yeraltı suyu rezervlerinin kullanılması; bu durumun kıyı akiferlerinde hidrolik eğimi tersine çevirerek tuzlu deniz suyu girişimine (saltwater intrusion) neden olması.

- Yaz aylarında ani nüfus artışı ile birlikte bölgesel atıksu arıtma tesislerine (AAT) hidrolik ve organik şok yüklerin gelmesi, arıtma veriminin düşerek alıcı deniz ortamına deşarj edilen suyun ekosistemi tehdit etmesi.
- Geniş çatı alanları ve sert zeminlere sahip tesislerde yağmur suyu hasadı (rainwater harvesting) mimarisinin bulunmaması, temiz yağmur sularının yüzey akışıyla doğrudan denize deşarj olarak kaybedilmesi.

3. Çözüm Önerileri

- Çapraz borulama sistemleri ile otel odalarındaki gri suların kaynağında ayrılarak, Membran Biyoreaktör (MBR) veya İleri Oksidasyon Sistemleri (AOP) ile arıtıldıktan sonra tuvalet rezervuarlarında ve peyzaj sulamada yeniden kullanılması.
- Golf sahalarının sulanması için %100 oranında arıtılmış atıksu (Ters Ozmoz ve UV dezenfeksiyonundan geçirilmiş ileri arıtım çıkış suyu) kullanımının yasal zorunluluk haline getirilmesi, yeraltı suyu kuyularının kapatılması veya rezerv amaçlı sınırlandırılması.
- Konaklama tesislerinde kişi başı su tüketim limitlerinin (benchmark) belirlenerek, tüm armatürlerin düşük debili aeratörler, fotoselli bataryalar ve vakumlu sifon sistemleri ile acilen standardize edilmesi.
- Yağmur suyunun toplanarak biyolojik süspansiyonlardan arındırılması ve yeraltı sarnıçlarında depolanması (yağmur suyu hasadı); böylece yaz aylarında buharlaşma (evapotranspirasyon) ile artan peyzaj suyu ihtiyacının şebekeden bağımsız karşılanması.

4. Sonuç

Suyun döngüsel ekonomisi, iklim kriziyle tetiklenen hidrolojik kuraklık dönemlerinde turizm sektörünün hayatta kalmasını sağlayacak yegane emniyet supabıdır. Suyun arıtımı, depolanması ve ileri geri kazanım teknolojilerinin işletilmesi, sektörel personelin edinmesi gereken en hayati yeşil becerilerin başında gelmektedir.

5. Kaynaklar

Antalya Bölgesindeki Konaklama Tesislerinde Doğrudan Su Kullanımının İncelenmesi, Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi, 2024. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, Akarçay Havzası ve Belek Yeraltı Suyu Rezerv Raporları.

5. Turizmde Enerji Dönüşümü

1. Kapsam ve Mevcut Durum

Yüksek yaz sıcaklıklarının hakim olduğu Antalya'da, turizm endüstrisinin enerji profili temel olarak termal konfor (iklimlendirme ve soğutma) ihtiyacı etrafında şekillenmektedir. Antalya'da gerçekleştirilen enerji izleme verilerine göre, özellikle Innvista Hotel gibi geniş ölçekli tesislerde misafir başına elektrik tüketiminin aylık ortalamalarda 64,90 kWh/kişi değerlerine ulaşabildiği ve yıllık tüketim hedeflerinin milyonlarca kWh'i aştığı görülmektedir. Casativo

Hotel örneğinde ise elektrik tüketim hedefi geceleme başına 11 kWh olarak sıkı bir optimizasyona tabi tutulmuştur.

Çevre mühendisliği açısından mevcut durumun en büyük problemi, pik soğutma yüklerinin yaşandığı güneşli ve sıcak yaz günlerinde, fosil yakıtlara (doğalgaz ve linyit kömürü) bağımlı merkezi şebekeden çekilen yüksek karbon yoğunluklu elektriğin kullanılmasıdır. Şehirdeki enerji sarfiyatındaki bölgesel değişimler ve 6.450 kton CO₂e seviyesindeki genel salımın %20 azaltılması hedefi, konaklama tesislerinin çatılarında, otoparklarında ve peyzaj alanlarında "Prosumer" (üreten tüketici) modeline acil geçiş yapmasını gerektirmektedir. İklim değişikliğine sebep olan gazların üretiminin engellenmesi, doğrudan yenilenebilir kaynak entegrasyonu ve enerji depolama ile mümkündür.

2. Sorunların Tespiti

- Turizm mimarisinde estetik kaygılarla düz çatı alanlarının ısıtma-soğutma üniteleriyle (Chiller ve klima santralleri) doldurulması, Fotovoltaik (PV) sistem kurulum alanlarının daraltılması.
- Özellikle sıcak su (DHW) ve kış aylarındaki ısıtma ihtiyaçları için otellerin yüksek emisyonlu fuel-oil, LNG veya doğalgaz kazanlarına bağımlılığının devam etmesi.
- Gündüz saatlerinde üretilebilecek potansiyel güneş enerjisi fazlasını, otelin gece saatlerindeki aydınlatma ve soğutma ihtiyacına kaydırarak batarya (Lityum-iyon vb.) veya termal enerji depolama sistemlerinin ilk yatırım (CAPEX) maliyetlerinin yüksek bulunması.
- Odaların iklimlendirme ünitelerinin misafir inisiyatifine bırakılması; açık balkon kapılarına rağmen çalışan klimaların termodinamik israfa (entalpi kaybına) ve ciddi oranda dolaylı sera gazı emisyonuna sebep olması.

3. Çözüm Önerileri

- Binaların geleneksel fosil yakıtlı kazan sistemlerinin yerine, Performans Katsayısı (COP) 4 ve üzeri olan yüksek verimli Hava/Toprak/Su Kaynaklı Isı Pompası (Heat Pump) sistemlerinin entegre edilerek elektrifikasyon sürecinin tamamlanması.
- Bina Entegre Fotovoltaik (BIPV) uygulamalarının devreye sokulması; otel cephe kaplamaları, balkon gölgelikleri ve geniş açık otoparkların (Solar Carport) elektrik üreten PV panellerden oluşturulması.
- Faz Değiştiren Malzemeler (PCM) kullanılarak termal depolama yapılması; gün ortasındaki fazla güneş elektriğinin, suları veya buz havuzlarını soğutmak için kullanılıp, gece saatlerinde chiller kompresörlerine binen yükün bu yolla hafifletilmesi.
- Tesis yönetiminde, dış ortam entalpisini (sıcaklık ve nem oranını) ölçen sensörlerle desteklenmiş Yapay Zeka tabanlı Bina Yönetim Sistemlerinin (BMS) kurularak HVAC operasyonlarının otonom olarak (insan faktörü olmadan) optimize edilmesi.

4. Sonuç

Turizmde enerji dönüşümü salt bir teknoloji satın alma işi değil, binaların termodinamik sınırlarının yeniden çizilmesidir. Antalya'nın yüksek solar radyasyon avantajının, yenilenebilir sistemler ve enerji verimliliği (yeşil beceriler) ile birleştirilmesi, turizmi karbon nötr hedeflerine taşıyacak ana eksenidir.

5. Kaynaklar

Antalya İli Sürdürülebilir Enerji Eylem Planı (SEAP) ve Kentsel Salım Envanteri. Casativo Hotel Sürdürülebilirlik ve Karbon Ayak İzi Raporları. Innvista Hotel Sürdürülebilirlik Politikası ve Enerji Tüketim Verileri.

6. Atık Yönetimi ve Döngüsel Turizm

1. Kapsam ve Mevcut Durum

Kitle turizminin, özellikle "her şey dahil" (all-inclusive) modelinin doğal bir sonucu olarak kişi başı katı atık üretimi bölgesel taşıma kapasitesini ciddi şekilde zorlamaktadır. Antalya'da atık yönetimi, SEAP raporlarında kentsel salımların azaltılması için belirlenen 6 ana başlıktan biridir. Yaz aylarında milyonlarca turistin yarattığı devasa biyobozunur (organik) atık yükü, düzenli depolama sahalarında anaerobik bozunmaya uğrayarak, karbondioksitten (CO₂) 28 kat daha güçlü bir sera gazı olan Metan (CH₄) gazı üretimine neden olmaktadır.

Döngüsel turizm yaklaşımı ve denizel ekosistemin durumu incelendiğinde, karasal atık yönetimindeki zafiyetlerin denizlere akut yansıdığı görülmektedir. Örneğin; Demre Çayağzı Limanı'nda gönüllü dalgıçlar tarafından yapılan deniz dibi temizliğinde sadece birkaç gün içinde 1 ton atık çıkarılmıştır. Plastik ambalajlar, mikroplastik kirliliğinin ana kaynağını oluşturmaktadır. Otellerin kendi bünyelerinde Casativo Hotel'in "11 kg Evsel Atık" azaltım hedefi gibi operasyonel iyileştirmelere yönelmeleri, atık oluşumunu kaynağında önleyen yeşil becerilerin tesis personeline kazandırılması gerektiğini göstermektedir.

1. Sorunların Tespiti

- "Her şey dahil" sisteminin açık büfe mantığında planlanması nedeniyle yüksek hacimli ve engellenebilir "gıda israfı (food waste)" yaşanması ve bu atıkların kompostlaştırılamaması.
- Otel odalarındaki şampuan/duş jeli gibi ikramlıkların, pipetlerin ve plajlardaki içeceklerin tek kullanımlık (single-use) düşük kaliteli plastiklerden oluşması, geri dönüşüm oranlarının ekonomik değer düşüklüğü nedeniyle sifıra yakın olması.
- Kağıt, cam, metal ve plastik atıkların kaynağında renkli kutularla ayrılrsa dahi, atık toplama lojistiği sırasındaki yetersizlikler sebebiyle kamyonlarda tekrar birbirine karışarak kontamine olması.

- Tadilat, renovasyon ve eski mobilya atıklarının (inşaat ve yıkıntı atıkları) döngüsel ekonomi prensipleriyle (İleri Dönüşüm / Upcycling) sisteme kazandırılmak yerine doğrudan harfiyat sahalarına dökülmesi.

2. Çözüm Önerileri

- Çevre mühendisliği ilkelerine dayalı "In-Vessel (Kapalı Sistem)" kompost ünitelerinin tesis bünyesinde veya bölgesel ölçekte kurularak, gıda atıklarından elde edilen organik gübrenin karbon yutağı olan peyzaj alanlarına ve yerel tarıma geri döndürülmesi.
- Otel satın alma politikalarının tamamen döngüsel sisteme geçirilmesi; tek kullanımlık buklet malzemeleri yerine yeniden doldurulabilir (refill) duvar ünitelerine, plastik pet şişeler yerine endüstriyel arıtma destekli cam şişe sebillerine geçiş.
- Tesis içi atık takip sistemlerinin dijitalleştirilmesi; mutfaklarda kurulan akıllı tartı ve yapay zekâ kameraları ile hangi gıdaların en çok israf edildiğinin analiz edilerek üretim menülerinin (porsiyonlamanın) buna göre optimize edilmesi.
- Turistlerin ve personelin atık ayırma davranışlarını teşvik eden Depozito İade Makinalarının (RVM) plaj ve havuz başlarına konumlandırılması ve doğru atık atanlara tesis içi harcama token/kredileri verilmesi.

3. Sonuç

Atık yönetimi sadece oluşan bir çöprü bertaraf etme işi değil; malzemenin yaşam döngüsünü (Life Cycle) tasarım aşamasından tüketim anına kadar planlayan bir mühendislik ve malzeme bilimi alanıdır. Atıksız (Zero-Waste) tesis modelinin başarılı olması, atığı bir kaynak olarak gören yeni nesil yeşil becerilerin tam adaptasyonu ile mümkündür.

4. Kaynaklar

Antalya İli Sürdürülebilir Enerji Eylem Planı (SEAP) ve Kentsel Salım Envanteri. Casativo Hotel Sürdürülebilirlik ve Karbon Ayak İzi Raporları. YatMarina, Demre Çayağzı Limanı Dip Temizliği Faaliyet Raporları.

7. Turizm Bölgelerinde Ekosistem Koruma

1. Kapsam ve Mevcut Durum

Antalya, karasal orman ekosistemleri ile zengin Akdeniz kıyı habitatının kesiştiği eşsiz bir coğrafyadır. Kıyılar, koylar, milli parklar ve sit alanları doğrudan turizmin ana sermayesidir. Uluslararası Çevre Eğitim Vakfı'nın verilerine göre Antalya, 2024 ve 2026 yıllarında 232-233 Mavi Bayraklı plaj sayısı ile dünyada açık ara zirvedeki yerini korumaktadır. Ancak bu yoğun kitle kullanımı, ekosistem üzerinde ciddi fiziko-kimyasal baskılar yaratmaktadır.

TÜDAV (Türk Deniz Araştırmaları Vakfı) tarafından yürütülen "Antalya'nın Deniz ve Kıyılarının İklim Değişikliğine Adaptasyonu" projesi; kıyı alanlarında deniz seviyesi yükselmesi, okyanus asitlenmesi (pH düşüşü), deniz suyu sıcaklık artışı ve Süveyş Kanalı üzerinden gelen "Leseptiyen" istilacı türlerin (örneğin Aslan Balığı ve Balon Balığı) yerel

biyoçeşitlilik üzerindeki yıkıcı etkilerini net bir şekilde raporlamıştır. Kıyı turizminin sürdürülebilirliği, endemik *Posidonia oceanica* (Deniz Eriştesi) çayırları ve *Caretta caretta* (Deniz Kaplumbağası) üreme alanları gibi kritik habitatların ekolojik sağlığıyla doğrudan orantılıdır. Doğa temelli turizm modellerinin uygulanabilmesi için ekosistem hizmetleri (ecosystem services) değerlemesini yapabilen çevresel becerilerin sahada devreye alınması şarttır.

2. Sorunların Tespiti

- Turistik günübirlik gezi teknelerinin ve özel yatların koylarda bilinçsizce demirlemesi sonucu, Akdeniz'in en büyük karbon yutaklarından ve oksijen kaynaklarından biri olan deniz çayırlarının çapalarla fiziksel olarak parçalanması.
- Kıyı bandında yer alan otellerin yoğun dış aydınlatmalarının neden olduğu "ışık kirliliği"nin, *Caretta caretta* yavrularının denize ulaşmasını engelleyen fototaktik disoryantasyona yol açması.
- Otellerin ve tarımsal havzaların yetersiz arıtılmış deşarj sularındaki yüksek Azot (N) ve Fosfor (P) besin tuzlarının kapalı koylarda "Ötrofikasyon" (aşırı alg çoğalması) yaratarak dip sulardaki çözünmüş oksijeni tüketmesi.
- İklim krizi sebebiyle bozulan deniz suyu sıcaklık rejimlerinin yerel türlerin direncini kırması ve istilacı türlerin denizel besin ağını (food web) tahrip etmesi.

3. Çözüm Önerileri

- Hassas koylar ve deniz çayırı bölgeleri için taşıma kapasitelerinin belirlenerek, bu alanlara fiziksel demir atmayı engelleyecek sabit, ekolojik ve kalıcı "Tonoza Bağlanma (Eco-Mooring)" sistemlerinin kurulması.
- Plaj aydınlatmalarının dalga boyu optimize edilmiş (kırmızı/kehribar spektrumlu) düşük yoğunluklu LED armatürler ile değiştirilmesi ve hareket sensörleri ile üreme sezonlarında kıyı bandında ışık kirliliğinin sıfırlanması.
- Kıyı sularındaki asitlenme (pH), çözünmüş oksijen, sıcaklık ve tuzluluk değişimlerini anlık ölçen "Akıllı Oşinografik Şamandıralar" kurularak biyoçeşitlilik stres seviyelerinin telemetrik izleme ile yerel yönetimlere aktarılması.
- Mavi Bayrak kriterlerine ek olarak, tesislerin kıyı erozyonunu engelleyici kumul stabilizasyonu ve yerel türlerin korunması projelerine aktif bütçe/eleman (yeşil yakalı çalışan) tahsis etmesinin zorunlu hale getirilmesi.

4. Sonuç

Ekolojik sermayenin tükenmesi, turizm destinasyonunun iflası demektir. Antalya turizminin kalıcılığı, doğayı sadece bir manzara olarak tüketmek yerine, aktif restorasyon mühendisliği ve sıkı denizel biyokoruma stratejileri ile biyoçeşitliliği destekleyen bir modele geçilmesini zorunlu kılar.

5. Kaynaklar

Antalya İli Sürdürülebilir Enerji Eylem Planı (SEAP) ve Kentsel Salım Envanteri. TÜDAV - Antalya'nın Deniz ve Kıyılarının İklim Değişikliğine Adaptasyonu Projesi. TÜRÇEV Mavi Bayrak 2024 İstatistikleri. TÜRÇEV Mavi Bayrak 2026 İstatistikleri.

8. İklim Değişikliğine Dayanıklı Turizm

1. Kapsam ve Mevcut Durum

İklim krizi; artan ekstrem sıcaklık dalgaları, uzayan kuraklık periyotları, ani sağanak yağışların yol açtığı seller ve kıyı şeritlerini tehdit eden deniz seviyesi yükselmeleri (sea level rise) ile fiziksel bir tehdit durumundadır. TÜDAV'ın araştırmaları, bu risklerin Antalya turizminin omurgasını oluşturan kıyı altyapıları için ciddi bir adaptasyon (uyum) zorunluluğu doğurduğunu belirtmektedir. İklim konforundaki bu değişimler, turizmin coğrafi ve zamansal olarak dağılımını da yeniden şekillendirmektedir.

Temmuz ayındaki aşırı ısı stresi (Heat Stress) rezervasyon iptallerine neden olabilirken, AKTOB raporlarında Eylül ayından itibaren Rus, Alman ve İngiliz turist yoğunluğunun okullar açıldıktan sonra bile artarak devam ettiği, sektörün hedefinin iklim şartları elverdiği sürece sezonu Kasım ayının üçüncü haftasına kadar uzatmak olduğu ifade edilmektedir. Ancak iklim değişikliğine dayanıklılık sadece sezonun kayması değil; yapıların fiziki kondisyonlarının, tedarik süreçlerinin ve insan sağlığı risklerinin (tropikal hastalıklar gibi) yeniden tasarlanmasını gerektiren bir kriz yönetimi nosyonudur. Çevre mühendisliği uygulamaları, binaların ekstrem iklim şartlarına dayanıklı "İklim Dirençli (Climate Resilient)" hale getirilmesini zorunlu kılar.

2. Sorunların Tespiti

- Turizm yapılarının geçmiş on yıllardaki durağan iklim verilerine (historical weather data) göre tasarlanmış olması nedeniyle, günümüzdeki aşırı sıcak hava dalgaları (Heatwaves) esnasında cephe materyallerinin aşırı ısınması ve mekanik soğutma sistemlerinin çökmesi.
- Deniz kenarına ve kumsallara sıfır noktada inşa edilen otel altyapılarının (temeller, havuzlar, yeraltı otoparkları), deniz seviyesi yükselmesi ve fırtına kabarmaları sonucu kıyı erozyonu ve tuzlu su korozyonu ile karşı karşıya kalması.
- Turistlerin ve açık alanda çalışan personelin termal konfor sınırlarının dışına çıkılarak güneş çarpması, dehidrasyon ve aşırı nem kaynaklı solunum sıkıntılarına maruz kalması.
- İklimdeki ısınma ile birlikte coğrafyada daha önce görülmeyen Batı Nil Virüsü veya Dang Humması gibi vektör (sivrisinek) kaynaklı hastalıkların ortaya çıkma riskinin, seyahat sigortası primlerini ve destinasyon güvenliğini sarsması.

3. Çözüm Önerileri

- Binaların Kentsel Isı Adası (UHI) etkisini kırmak ve yüzey sıcaklıklarını düşürmek amacıyla yüksek albedo (güneş ışığını yansıtma) değerine sahip "Soğuk Çatı (Cool Roof)" uygulamaları ile yeşil (bitkilendirilmiş) cephe sistemlerinin yaygınlaştırılması.
- Deniz suyu seviyesinin yükseleceği projeksiyonlara uygun olarak, kıyı koruma yapılarında katı beton duvarlar (Hard Engineering) yerine mangrov benzeri sulak alan bitkilendirmeleri ve yapay resifler gibi "Doğa Temelli Çözümlerin (Nature-Based Solutions)" inşa edilmesi.
- Turizm bölgelerinde İklimsel Risk Haritalaması yapılarak taşkın riski altındaki tesislerin drenaj altyapılarının genişletilmesi, düşük kotlu atıksu pompa istasyonlarının (terfi merkezleri) yüksek kotalara taşınması.
- Çalışan personelin iklim krizinin sağlık etkilerine karşı "Afet Triyajı ve İklim Sağlığı" gibi yeşil beceri eğitimlerinden geçirilerek, olası bir ekstrem hava olayında otellerin güvenli toplanma ve soğutma merkezi (Cooling Centers) olarak işlev görmesinin sağlanması.

4. Sonuç

Dayanıklı turizm, ekolojik krizleri sadece bertaraf edilecek sorunlar olarak görmekten ziyade, destinasyonun yapısal olarak bu krizlerle başa çıkabilecek elastikiyete (resilience) kavuşturulmasıdır. Adaptasyon stratejilerine yatırım yapmak, Antalya turizm endüstrisi için gelecekteki maddi hasarları önleyecek en akılcı ve zorunlu sigorta maliyetidir.

5. Kaynaklar

TÜDAV - Antalya'nın Deniz ve Kıyılarının İklim Değişikliğine Adaptasyonu Projesi. Akdeniz Turistik Otelciler ve İşletmeciler Birliği (AKTOB) 2024-2025 Turizm Verileri.

9. Turizmde Ulaşımın Karbon Azaltımı

1. Kapsam ve Mevcut Durum

Turizm faaliyetlerinin çevresel performansındaki en büyük sızıntılardan biri ulaşımdır. Her ne kadar uluslararası havacılık sektörü, küresel düzenlemeler ve karbon dengeleme programları ile ayrı bir çerçevede (Kapsam 3 ötesi) yönetilse ve yerel yönetimlerin doğrudan etki alanı dışında kalsa da, turistlerin destinasyon içindeki hareketliliği (havalimanı-otel transferleri, şehir içi geziler ve öğrenme yeri turları) kentsel karbon emisyonlarını derinden etkilemektedir. Antalya'da Eylül ayına kadar gelen 12.8 milyon turist karayolu lojistiği, devasa bir dizel motorlu araç filosu (otobüsler, VIP minibüsler ve taksiler) ile sağlanmaktadır.

Fosil yakıt yanması sonucu oluşan Partikül Madde (PM_{2.5}, PM₁₀) ve Azot Oksit (NO_x) emisyonları hava kalitesini dramatik şekilde düşürmektedir. Çevre mühendisliği ilkelerine göre ulaşımın sürdürülebilirliği, içten yanmalı motorların (ICE) termodinamik israfından kurtularak

elektrikli ve hidrojen temelli "Sıfır Emisyonlu" ağılara entegrasyon (yeşil mobilite) ile mümkündür.

2. Sorunların Tespiti

- Tur operatörlerine ait taşıma filolarının neredeyse tamamının fosil yakıtlı olması; özellikle yaz aylarında havalimanı ve Belek, Kemer, Alanya gibi uzak otel koridorlarında oluşan trafik sıkışıklığının emisyon faktörünü katlayarak artırması.
- Konaklama tesislerinde ve ana turistik noktalarda Elektrikli Araç (EV) şarj istasyonu (AC ve DC hızlı şarj) kapasitesinin yetersizliği nedeniyle, bireysel turistlerin araç kiralama (rent-a-car) tercihlerinde elektrikli araçlara yönelememesi.
- Oteller ve plajlar/merkezler arası ulaşımında bisiklet, e-skuter ve benzeri mikro-mobilite çözümlerinin entegre bir, güvenli ve kesintisiz fiziksel altyapıya (Ayrılmış bisiklet yolları) sahip olmaması.
- Yoğun turizm bölgelerine raylı sistem veya elektrikli metrobüs hatları gibi yüksek kapasiteli, düşük karbonlu toplu taşıma alternatiflerinin henüz tam anlamıyla ulaştırılmamış olması.

3. Çözüm Önerileri

- Yerel otoriteler ve turizm paydaşlarının ortaklığıyla kademeli bir geçiş planı hazırlanarak, havalimanı transferlerinde kullanılacak tur otobüsü ve minibüs filolarının %100 Elektrikli Araç (EV) veya Yeşil Hidrojen (Fuel Cell) teknolojisine geçişinin teşvik edilmesi.
- Tüm turizm tesislerinin otopark alanlarına, enerjisini doğrudan güneş enerjisinden (PV tentelerden) alan akıllı "Solar Şarj İstasyonları" kurulmasının yeşil sertifikasyon sistemlerinde zorunlu bir üst kriter haline getirilmesi.
- Sahil şeritleri ve yoğun tarihi-turistik bölgelerde (Kaleiçi vb.) motorlu araç trafiğinin kısıtlandığı "Düşük Emisyon Alanları (Low Emission Zones - LEZ)" ilan edilmesi ve bu alanlara sadece elektrikli araçların veya mikro-mobilite araçlarının girişine izin verilmesi.
- Turistlerin otel dışındaki yerel alanları keşfetmesi için otellerde misafirlerin kullanımına sunulan ve otelin yenilenebilir enerjisiyle şarj olan geniş e-bisiklet / e-skuter filolarının oluşturulması.

4. Sonuç

Turizm ulaşımının karbonsuzlaştırılması, sadece iklim hedeflerine ulaşmak için değil, destinasyonun gürültü ve hava kirliliğinden arındırılarak cazibesinin artırılması için elzemdir. Hareketliliğin yeşil mühendislik yaklaşımlarıyla elektrifikasyonu, Antalya'nın rekabet gücünü yükseltecek en somut kentsel dönüşümlerden biridir.

5. Kaynaklar

Antalya İli Sürdürülebilir Enerji Eylem Planı (SEAP) ve Kentsel Salım Envanteri. Akdeniz Turistik Otelciler ve İşletmeciler Birliği (AKTOB) 2024-2025 Turizm Verileri.

10. Dijitalleşme ve Turizm Yönetimi

1. Kapsam ve Mevcut Durum

Endüstri 4.0'ın bir uzantısı olarak dijitalleşme, sürdürülebilirlik uygulamalarının görünmez mühendislik altyapısını oluşturur. Sektörel istatistiklere göre 2025 yılının ilk 6 ayında Antalya'ya gelen turist sayısının 6 milyon 250 bini aştığı, Eylül ortasına gelindiğinde ise bu rakamın 12.8 milyonu bulduğu görülmektedir. Bu boyuttaki bir kitlenin yönetimi, geleneksel reaktif gözlemlerle değil, veriye dayalı öngörüsül (predictive) modellerle sağlanabilir. Turizm sektöründe "Misafir Başına Token Maliyeti (TCPG)" gibi yapay zekâ odaklı yeni KPI (Temel Performans Göstergesi) önerileri tartışılmaktadır.

Akıllı turizm destinasyonlarında (Smart Destinations), su kirliliği, anlık enerji çekimi, hava kalitesi ve trafik yoğunluğu gibi büyük veri (Big Data) setleri işlenerek iklim değişikliğine sebep olan kaynakların optimizasyonu sağlanmaktadır. Turizm tesislerinde çalışan mühendislik ekiplerinin algoritmik düşünme, sensör veri okuma ve sistem optimizasyonu gibi dijital yeşil becerilerle donatılması kaçınılmazdır.

2. Sorunların Tespiti

- Çevresel tüketim verilerinin (su sayacı, elektrik sayacı, atık kantar fişleri) tesis yönetimlerine aylık faturalar üzerinden ulaşıyor olması, gerçek zamanlı sapmalara (su patlağı, kaçak elektrik yükü, hatalı otomasyon) anında müdahaleyi imkânsız kılması.
- Ziyaretçi yoğunluğunun turistik ören yerlerinde anlık olarak ölçülememesi (silo verileri), hangi alanın fiziksel ve ekolojik taşıma kapasitesinin üzerine çıktığı konusunda yerel otoritelerin kör noktada kalması.
- Otel içindeki ısıtma/soğutma ve aydınlatma mekanizmalarının manuel sensörler veya sabit zamanlayıcılar (timer) ile çalışması, dış hava durumu değişimleri veya misafir doluluk oranlarındaki ani değişimlere dinamik olarak tepki verememesi.
- Sürdürülebilirlik verilerinin ve karbon ayak izi sonuçlarının turistlerle dijital ortamda (mobil uygulamalar üzerinden vb.) şeffaf şekilde paylaşılmaması, yeşil tüketici davranışının (green consumerism) teşvik edilememesi.

3. Çözüm Önerileri

- Antalya genelindeki enerji, su, ulaşım ve atık ağlarını tek bir merkezde toplayan "Kentsel Dijital İkiz (Digital Twin)" platformunun kurularak, turizm mevsimselliğinin altyapı üzerindeki baskısının sanal ortamda simüle edilmesi ve olası krizlerin önceden engellenmesi.

- Turistik çekim merkezlerinde ve hassas koruma alanlarında (örneğin kanyonlar, antik kentler) ziyaretçi sayısını ve hareketlerini (anonim Wi-Fi izleme veya termal kameralar ile) ölçen IoT ağlarının kurularak "Anlık Taşıma Kapasitesi Yönetim" algoritmalarının çalıştırılması.
- Otellerin teknik merkezlerinde Makine Öğrenmesi (Machine Learning) algoritmalarıyla donatılmış akıllı Bina Yönetim Sistemleri (BMS) kurularak, yarının hava durumuna ve doluluk oranına göre bugünden ısı depolama veya ön soğutma/ısıtma kararlarının otonom alınması.
- Misafirlerin telefonlarına indirebilecekleri, kaldıkları otelin o anki yeşil enerji üretimini gösteren, düş süreleriyle yaptıkları su tasarrufunu puanlayıp onları ödüllendiren (Gamification) sürdürülebilirlik odaklı mobil uygulamaların hayata geçirilmesi.

4. Sonuç

Dijitalleşme olmadan sürdürülebilirliğin yönetilmesi mümkün değildir. Veri toplamak, işlemek ve bu veriyi karbon/su emisyonlarını düşürecek otonom eylemlere dönüştürmek, Antalya'yı sadece popüler bir tatil merkezi değil, veriyle yönetilen esnek ve akıllı bir iklim kenti yapacaktır.

5. Kaynaklar

Akdeniz Turistik Otelciler ve İşletmeciler Birliği (AKTOB) 2024-2025 Turizm Verileri. Turizm Gazetesi, Antalya Turist Sayısı ve Yapay Zekâ Gelişmeleri Güncel Verileri.

11. Turizmde Taşıma Kapasitesi (Overtourism)

1. Kapsam ve Mevcut Durum

Turizm destinasyonlarının başarılı bir büyüme sergilemesi, ekolojik ve mekânsal eşiklerin aşılmasıyla birlikte "Aşırı Turizm (Overtourism)" krizine dönüşebilmektedir. Antalya, Türkiye'nin turizm belgeli yatak kapasitesinin üçte birinden fazlasını tek başına barındırmaktadır. Eylül ortası itibarıyla turist sayısının 12.8 milyon seviyesini aşması, ve bu yoğunluğun büyük oranda kıyı şeridinde (Kemer, Manavgat, Alanya vb.) yığılması, kentsel altyapının "Asimilasyon Kapasitesi"ni, yani doğanın kirliliği kendi kendine temizleyebilme sınırını doğrudan zorlamaktadır.

Özellikle 2024 ve 2025 yılı yatak sayıları arasındaki %5-8'lik kapasite artışları (yeni açılan oteller veya eklenen odalar), daha fazla su çekimi, daha fazla elektrik tüketimi ve daha yoğun atıksu/katı atık üretimi demektir. Taşıma kapasitesi analizi, çevre mühendisliği açısından bir havzanın ne kadar atık suyu arıtılabileceği, ne kadar karbonu yutabileceği ve yer altı akiferlerinden tuzlanma yaratmadan ne kadar tatlı su çekilebileceği sorunsalıdır.

2. Sorunların Tespiti

- Kontrolsüz otel inşaları ve kıyı şeritlerindeki aralıksız yoğunlaşma (ribbon development) sonucu, atıksu arıtma ve katı atık bertaraf sistemlerinin özellikle pik sezon olan

Temmuz-Ağustos aylarında hidrolik tasarım kapasitelerinin üzerine çıkarak çökme riski yaşaması.

- Binlerce turistin aynı anda milli parklar, kumul alanları ve şelale gibi hassas ekosistemlere girmesiyle oluşan ayak basma basıncının, toprağın gözenekliliğini (porozite) yok etmesi (kompaktlaşma) ve lokal bitki örtüsünü geri dönülmez biçimde kurutması.
- Fiziksel taşıma kapasitesinin dolması sonucu yoğunlaşan trafiğin ve gürültü kirliliğinin, hem turistlerin seyahat deneyimini (iklim/çevre konforunu) düşürmesi hem de bölge halkı için yaşam alanlarını çekilmez kılması.
- Yeni yatak kapasiteleri planlanırken Çevresel Etki Değerlendirme (ÇED) raporlarında kümülatif havza analizlerinin eksik kalması; yani her bir tesisin çevreye etkisi ayrı ayrı değerlendirilirken, toplam kapasitenin yarattığı sinerjik felaketin hesaba katılmaması.

3. Çözüm Önerileri

- Turizm Master Planlarının revize edilerek, çevre mühendisliği modellemeleri ışığında "Havza Bazlı Maksimum Yatak Taşıma Kapasitesi" haritalarının çıkarılması ve bu limiti aşan kıyı ilçelerinde (Manavgat, Kemer vb.) yeni otel yapımına veya ek oda inşasına moratoryum (geçici durdurma) getirilmesi.
- Aşırı turizmin yoğunlaştığı doğal koruma alanları için dinamik fiyatlandırma ve dijital kota uygulamaları getirilerek ziyaretçi akışının dağıtılması; pik saatlerde giriş ücretlerinin artırılıp yoğunluğun azaltılması.
- Talebi deniz-kum-güneş konseptinden çıkararak kırsal ve iç bölgelere (Toroslar, yaylalar) yönlendiren; agro-turizm, eko-turizm ve kültür turizmi rotalarının teşvik edilerek mekânsal baskının dağıtılması (Decentralization).
- Yerel halkın rekreasyon alanları ile turist alanları arasında sosyo-mekânsal çatışmayı engelleyecek tampon bölgelerin tasarlanması ve yerel yönetimlerin altyapı yüklerini kompanse edecek özel "Destinasyon ve Taşıma Kapasitesi Vergisi" mekanizmalarının işletilmesi.

4. Sonuç

Taşıma kapasitesinin aşılması, turizm destinasyonunun bindiği dalı kesmesi anlamına gelir. Kalıcı ve dirençli bir turizm ekonomisi, sınırsız büyüme (growth) hedefi yerine, ekolojik dengeler içerisinde optimize edilmiş kaliteli ve yönetilebilir bir ziyaretçi ekonomisine geçiş ile mümkündür.

5. Kaynaklar

Antalya İli Sürdürülebilir Enerji Eylem Planı (SEAP) ve Kentsel Salım Envanteri. Akdeniz Turistik Otelciler ve İşletmeciler Birliği (AKTOB) 2024-2025 Turizm Verileri. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, Akarçay Havzası ve Belek Yeraltı Suyu Rezerv Raporları. Turizm Gazetesi, Antalya Turist Sayısı ve Yatak Kapasitesi Güncel Verileri.

12. Turizmde Sosyal Sürdürülebilirlik

1. Kapsam ve Mevcut Durum

Turizmin çevresel boyutları kadar kritik bir diğer sütunu, sistemin insan odaklı sosyal sürdürülebilirliğidir. Antalya, turizmin uluslararası başkenti olmasının yanı sıra, bitkisel üretim kaynaklı tarımsal gelir bakımından da ülkemizde birinci sıradadır ve Türkiye'nin nüfus bakımından beşinci büyük ilidir. Ancak devasa turizm yatırımları ile yerel kalkınma arasındaki entegrasyon sıklıkla kopukluklar barındırır. GSTC standartları ile güvence altına alınmaya çalışılan 3.

Aşama Sürdürülebilir Turizm Sertifikasyonu, sadece atık ve karbonu değil, aynı zamanda işletmelerin yerel kültürel mirasa saygısını ve sosyal adalet kriterlerini yerine getirmesini zorunlu kılar. Personelin çalışma şartları, sezonluk istihdamın yarattığı güvencesizlik ve otel tedarik zincirlerinin yerel ekonomiyi destekleyip desteklemediği büyük bir soru işaretidir. Sosyal Yaşam Döngüsü Değerlendirmesi (Social LCA) perspektifinden bakıldığında, "Yeşil beceri" eğitimleri, personelin sadece teknik yeterliliğini artırmakla kalmaz, kalifiye eleman statüsünü yükselterek onların ekonomik ve sosyal refahına doğrudan katkı sağlar.

2. Sorunların Tespiti

- Turizm istihdamının iklim şartlarına ve sezonlara bağlı olarak dalgalanması (Ağırlıklı Nisan-Kasım arası), turizm çalışanlarının tam zamanlı sosyal güvenceye ve sürdürülebilirlik alanında kurumsal bir kültüre erişimini sekteye uğratması.
- Aşırı turizmin neden olduğu yerel enflasyon, barınma krizi ve yüksek kira fiyatları nedeniyle, turizmde çalışan personelin temel yaşam alanlarından ve kent merkezinden uzaklaşarak düşük kaliteli lojmanlara mahkum edilmesi.
- Büyük otel zincirlerinin yiyecek-içecek tedarikini uluslararası veya ulusal dev toptancılardan yapması sebebiyle (Food Miles/Gıda Kilometresi yüksekliği), Antalya'nın güçlü tarımsal potansiyelinden yararlanılamaması ve tarım-turizm sinerjisinin kurulamaması.
- Karar alma süreçlerinde, otellerin bulunduğu yöredeki yerel halkın (mahalle sakinleri, balıkçılar, esnaf) turizm politikalarına dahil edilmemesi sonucu sosyokültürel bir "Turizm-Yaşam Dengesi" bozulması yaşanması.

3. Çözüm Önerileri

- Çevresel satın alma standartları gereğince konaklama tesislerinin gıda (sebze, meyve, et vb.) ve tekstil ürünlerinde "Karbon Ayak İzi" düşük olan doğrudan bölgesel tarım kooperatiflerinden (Yerel Satın Alma Kotası ile) alım yapmaya teşvik edilmesi.
- Turizm çalışanlarının barınma kalitesini artırmak için, yüksek enerji kimlik belgesine (EKB) sahip, atıksuyunu ve gri suyunu geri dönüştüren, termal konforu sağlanmış "Yeşil Bina Konseptli Lojmanlar" inşa edilmesi.

- Kış aylarında tesislerde görev alan personele yönelik, üniversiteler ve TÜRÇEV iş birliğiyle "İklim Dirençliliği, Atık Yönetimi ve Karbon Muhasebesi" gibi alanlarda sertifikalı yeşil beceri (Green Collar) eğitim programlarının düzenlenerek personelin nitelikli işgücüne dönüştürülmesi.
- GSTC sertifikasyon sistemindeki sosyal metriklerin bağımsız sendikalar ve sivil toplum kuruluşları (STK) tarafından şeffaf bir şekilde denetlenmesi ve otellerin yerel halka açık ücretsiz/indirimli çevre etkinlikleri düzenlemesinin zorunlu kılınması.

4. Sonuç

Sosyal sürdürülebilirlik sağlanmadan çevresel hedeflere ulaşılamaz. Çevre mühendisliğinin tasarladığı tüm atık sıfırlama, arıtma ve optimizasyon sistemleri, sahada motivasyonu yüksek, refah seviyesi korunmuş ve teknik yeşil becerilerle donatılmış kalifiye turizm çalışanları tarafından hayata geçirilecektir.

5. Kaynaklar

Antalya İli Sürdürülebilir Enerji Eylem Planı (SEAP) ve Kentsel Salım Envanteri. Türkiye Cumhuriyeti Kültür ve Turizm Bakanlığı, Türkiye Sürdürülebilir Turizm Programı İstatistikleri. Akdeniz Turistik Otelciler ve İşletmeciler Birliği (AKTOB) 2024-2025 Turizm Verileri. Antalya Deniz Çöpleri İl Eylem Planı (2021) ve Tarımsal Faaliyet Verileri.

13. Sürdürülebilir Marina ve Deniz Turizmi

1. Kapsam ve Mevcut Durum

Akdeniz'in kapalı ve hassas su kütlesi, denizcilik ve marina faaliyetlerinin çevresel ayak izini doğrudan hissetmektedir. Türkiye, Mavi Bayrak verilerine göre dünya deniz turizminde devasa bir ağırlığa sahiptir. 2024 ve 2026 yılları verilerinde Antalya; 232-233 Mavi Bayraklı plaj, 6 marina ve 13 turizm teknesi ile liderdir. Antalya, Kaş'tan Alanya'ya uzanan kıyı bandında Setur, Finike ve Makmarin gibi çok sayıda aktif marinaya ve balıkçı barınağına ev sahipliği yapmaktadır.

Bu tesislerdeki deniz kirliliğini engelleme çalışmaları yoğun bir şekilde yürütülmekle beraber, deniz turizmi sadece fiziksel çöplerle değil, kompleks kimyasal süreçlerle de ilişkilidir. Gönüllü dalgıçların Demre Çayağzı Limanı deniz dibinden birkaç gün içerisinde çıkardığı 1 ton katı atık, denizcilikte hala devasa açıklar olduğunu işaret etmektedir. Teknelerden kaynaklanan sintine suyu (yağlı sular), balast suyu, gri/siyah sular ve karinaları midye/yosun tutmasın diye kaplanan zehirli antifouling boyalar, liman içi suların oşinografik kimyasını ve çözünmüş oksijen seviyelerini doğrudan tehdit etmektedir.

2. Sorunların Tespiti

- Marinalarda bulunan atık alım tesislerinin kapasite sorunları, pompa basınçlarındaki yetersizlikler veya işletme maliyetleri sebebiyle bazı özel yatların ve günübirlik gezi teknelerinin siyah su (foseptik) tanklarını izole koylarda (kıyıdan uzakta olduklarını düşünerek) yasadışı şekilde denize deşarj etmesi.
- Marina bakım ve onarım tersanelerinde teknelerin altının yıkanması, zımparalanması ve boyanması sırasında ortaya çıkan ağır metaller (bakır, kalay, çinko) ve toksik kimyasalların yüzey drenaj suları ile doğrudan deniz suyuna sızması.
- Tekne motorlarından ve yakıt ikmal operasyonlarından kaynaklanan mikro seviyedeki petrol hidrokarbon sızıntılarının deniz yüzeyinde ince bir film tabakası oluşturarak su altı ekosistemine güneş ışığı (fotosentez) ve oksijen difüzyonunu engellemesi.
- Mavi Bayrak denetimlerinin sadece numune alınan anlarda su kalitesini göstermesi, liman içindeki dinamik kirlilik dalgalanmalarını sürekli kayıt altına alacak online sensör altyapılarının (telemetry) tam olarak oturtulamaması.

3. Çözüm Önerileri

- Çevre ve Şehircilik Bakanlığı'nın Mavi Kart (Atıksu Takip Sistemi) entegrasyonunun, her teknenin pis su tankına takılacak IoT (GPS bağlantılı şamandıra debimetre) sensörleri ile otonom hale getirilerek yasadışı deşarjların anlık tespiti ve cezalandırılması.
- Marina tersane (Dry-Dock) bakım alanlarında yüzey sularının denize ulaşmadan önce toplanarak, Kapalı Döngü Ultrafiltrasyon (UF) ve Aktif Karbon Adsorpsiyonu sistemlerinden geçirilip toksik biyositlerden %100 arındırılması.
- Denizcilik endüstrisinde denizel ekosisteme zehir salan geleneksel antifouling boyalar yerine, ağır metal içermeyen silikon bazlı, teflon yapılı veya biyomimetik kaplama malzemelerinin kullanımının marinalar tarafından zorunlu kılınması.
- Marinaların temiz enerjili şebeke (Shore Power) bağlantı kapasitelerinin artırılarak, teknelerin limanda bağlıyken jeneratörlerini (dizel motorlarını) kapatıp enerjilerini doğrudan yenilenebilir kaynaklı rıhtım elektriğinden almasının sağlanması.

4. Sonuç

Deniz turizmi, kendi güzelliğini oluşturan asıl kaynağı, yani denizel ekosistemi tüketmeme prensibiyle yönetilmelidir. İleri arıtma mühendisliği, biyokimyasal malzeme değişimi ve sıfır toleranslı dijital takip sistemleri, Antalya kıyılarının Mavi Bayrak prestijini kirlilikten koruyacak asıl kalkanlardır.

5. Kaynaklar

Antalya Deniz Çöpleri İl Eylem Planı (2021) ve Güncel Temizlik Faaliyetleri Raporları (Setur, Finike vb.). TÜRÇEV ve FEE Mavi Bayrak 2024 İstatistikleri. TÜRÇEV ve FEE Mavi Bayrak 2026 İstatistikleri.

14. Turizmde İklim Finansmanı

1. Kapsam ve Mevcut Durum

Turizm destinasyonlarında düşük karbonlu, tam döngüsel ve iklim dirençli tesislere geçiş süreci devasa bir ilk yatırım sermayesi (CAPEX - Capital Expenditure) gerektirmektedir. Türkiye Sürdürülebilir Turizm Programı kapsamında, 2025 yılı sonuna kadar tesislerin zorunlu olarak belgelendirilmesi, beraberinde kapsamlı otomasyon, arıtma, çatı güneş enerjisi ve yüksek verimli HVAC sistemleri yatırımını doğurmaktadır. Ayrıca, TÜDAV'ın araştırmalarında işaret edilen, deniz seviyesi yükselmesine ve kıyı erozyonuna karşı dalgakıran, plaj besleme ve altyapı iyileştirme projelerinin de bütçeleri oldukça yüksektir.

Ancak iklim finansmanı (Climate Finance), yeşil yatırımların geri dönüş sürelerinin (ROI) geleneksel yatırımlara göre zaman zaman daha uzun olması veya küçük yatırımcıların kredibilitesi nedeniyle ciddi tıkanıklıklar yaşamaktadır. Enerji ve su verimliliği optimizasyonlarını sağlayacak yeşil becerilerin sahada devreye girebilmesi için Yeşil Tahviller (Green Bonds), Çevresel Sosyal ve Yönetişim (ESG) fonları ve sürdürülebilirlik bağlantılı krediler gibi özel finansman araçlarının Antalya turizm piyasasına hızlı bir şekilde enjekte edilmesi şarttır.

2. Sorunların Tespiti

- Özellikle butik oteller, pansiyonlar ve 3-4 yıldızlı orta ölçekli konaklama tesislerinin, sürdürülebilir teknoloji yatırımları için düşük faizli yeşil kredilere ve uluslararası sürdürülebilirlik fonlarına erişimlerinde bürokratik engeller yaşaması.
- Ticari bankaların ve kredi kuruluşlarının sağladığı finansmanlarda, yapılan yatırımın çevresel etkisini şeffaf bir biçimde ölçecek ve doğrulayacak olan "Ölçüm, Raporlama ve Doğrulama (MRV - Measurement, Reporting and Verification)" sistemlerinin henüz standardize edilmemiş olması.
- Otel işletmecilerinin genellikle kısa vadeli kârlılığa (sezonluk getiriye) odaklanması nedeniyle, ısı pompası veya in-vessel kompost gibi 5-7 yıl geri dönüş süresi olan ileri mühendislik cihazlarının yatırımının riskli veya gereksiz bulunması.
- Yerel yönetimlerin, şiddetli sağanaklara ve deniz kabarmalarına karşı kent altyapısını koruyacak "İklim Adaptasyon (Dirençlilik)" projeleri için Yeşil İklim Fonu (GCF) gibi devasa küresel fonlardan pay alabilecek proje yazma/geliştirme kapasitesinin sınırlı olması.

3. Çözüm Önerileri

- Turizm yatırımlarında Enerji Performans Sözleşmeleri (EPC / ESCO Modeli) mantığının teşvik edilmesi; yani enerji/su tasarrufu yatırımlarının ilk maliyetinin hizmet firması tarafından karşılanıp, tasarruf edilen fatura bedelleri üzerinden yıllara sari olarak geri ödenmesinin sağlanması.
- Konaklama tesislerinden toplanan konaklama vergilerinin veya çevre katkı paylarının belirli bir yüzdesinin "Antalya Yeşil Turizm Fonu" adı altında bölgesel bir havuzda biriktirilerek tesislerin döngüsel ekonomi yatırımlarına sıfır faizli hibe olarak verilmesi.
- Finans kuruluşları tarafından, Karbon Ayak İzi'ni (Scope 1-2 emisyonları) belirli bir limitin altına indiren veya GSTC 3. Aşama Sertifikasını alan otellere, "Sürdürülebilirlik Bağlantılı Kredi (Sustainability-Linked Loan)" mekanizması ile dinamik faiz indirimleri sunulması.
- Kurumlar Vergisi ve KDV regülasyonlarında yeşil teknolojiler lehine değişiklikler yapılarak, güneş enerjisi ve atıksu geri kazanım tesisatı yatırımlarında firmalara hızlandırılmış amortisman (tax shield) avantajı sağlanması.

4. Sonuç

İklim finansmanı olmadan çevre mühendisliğinin vizyonu kağıt üzerinde kalmaya mahkumdur. Sermayenin doğru yeşil hedeflere, teşvik edici faiz ve vade oranlarıyla yönlendirilmesi, Antalya'nın turizm altyapısını gelecekteki hidro-meteorolojik risklere karşı donatacak ana motordur.

5. Kaynaklar

Türkiye Cumhuriyeti Kültür ve Turizm Bakanlığı, Türkiye Sürdürülebilir Turizm Programı İstatistikleri. TÜDAV - Antalya'nın Deniz ve Kıyılarının İklim Değişikliğine Adaptasyonu Projesi. Türkiye Sürdürülebilir Turizm Programı 2025 İstatistikleri ve GSTC Raporları.

15. Dirençli Turizm Kentleri ve Afet Yönetimi

1. Kapsam ve Mevcut Durum

Modern çevresel risk yönetimi, yalnızca atık miktarını veya enerji tüketimini azaltmakla (mitigasyon) ilgili değil; değişen ekstrem iklim dinamiklerine karşı kent altyapılarının sistemik direncini (adaptasyon) sağlamakla da doğrudan ilgilidir. Antalya kıyı turizmi; deniz seviyesinin yükselmesi, kıyı şeritlerindeki erozyon, aşırı fırtınaların yarattığı kentsel taşkınlar ve uzayan yaz sıcaklık dalgaları gibi doğrudan varoluşsal tehlikelere maruz kalmaktadır. TÜDAV'ın iklim

değişikliği adaptasyonu raporunda, bu ani meteorolojik ve hidrolojik şokların turizm altyapılarında yarattığı fiziksel tahribat açıkça vurgulanmaktadır.

Ayrıca sezon uzatma senaryoları çerçevesinde Kasım sonuna kadar aktif olan bir destinasyonun, anlık ekstrem hava olaylarına, kış başı fırtınalarına veya yazın orman yangınlarına karşı kesintisiz bir afet risk yönetimi politikasına sahip olması zorunludur. Dirençli Turizm Kentleri (Resilient Tourism Cities) konsepti, sadece mühendislik yapılarını sağlamlaştırmayı değil, turist sağlığını, tropikal hastalıklara (vektörel risklere) karşı alınan önlemleri ve sarsıntılar sonrası çok hızlı bir şekilde kendini toparlama (bounce-back) yeteneğini barındırır.

2. Sorunların Tespiti

- Turizm kenti altyapılarındaki yağmur suyu drenaj (yağmur suyu deşarj şebekeleri) kapasitelerinin, iklim değişikliği ile frekansı ve şiddeti artan aşırı ekstrem sağanak yağış (ani sel) debilerini karşılayamayarak otel zemin katlarını sular altında bırakması.
- Kıyılarda deniz yükselmesine (Sea Level Rise) ve fırtına dalgalarına (Storm Surge) karşı yapılan beton dalgakıranların veya istinat duvarlarının rijit (esnemez) yapıları nedeniyle, uzun vadede kumul erozyonunu daha da hızlandırması ve ekolojik yıkım yaratması.
- Destinasyon ölçeğinde otelleri, havalimanlarını, yerel otoriteleri ve hastaneleri birbirine bağlayan "Çoklu Afet Erken Uyarı ve Tahliye" (Multi-Hazard Early Warning) IoT ağlarının tam anlamıyla tesis edilememiş olması, kriz anı iletişimsizliği riski.
- Sıcaklıkların yıl boyunca artış trendinde olması nedeniyle, Asya ve Afrika menşeli vektör (sivrisinek vb.) türlerinin bölgede yerleşik hale gelmesi, dang humması ve tropikal hastalık risklerinin seyahat sigortası dinamiklerini ve turist sağlığını olumsuz etkileme potansiyeli.

3. Çözüm Önerileri

- Kıyı erozyonu ve deniz suyu yükselmesine karşı betonlaşma (Hard Engineering) stratejileri terk edilerek; kumul restorasyonu, yapay resif inşası ve plaj besleme (Beach Nourishment) gibi kinetik dalga enerjisini sönmüleyen "Yumuşak Mühendislik (Soft Engineering)" projelerinin tasarlanması.
- Otellerin sel, taşkın ve fırtınalara karşı hidrolojik/statik zafiyet testlerinden geçirilerek, riskli tesislerin sığınak, jeneratör ve tahliye yollarını güncelleyen "İklim Dirençli Bina Sınıflandırma Sistemi"nin kent imar yönetmeliklerine entegre edilmesi.
- Turizm yöneticileri, teknik bakım ekipleri ve ön büro personeline yönelik, afet anı tahliye prosedürleri, acil ilkyardım (triage) ve lojistik koordinasyon alanlarında periyodik olarak yeşil/kriz yönetimi becerisi eğitimlerinin ve simülasyonların yaptırılması.

- Turizm bölgelerinde yerel sağlık ve çevre birimlerinin entegre çalışarak biyolojik vektör kontrol ağları kurması (kimyasal ilaçlama yerine ekolojik mücadele ile), böylece iklim kaynaklı yeni patojen ve tropikal hastalık tehditlerinin kaynağında yok edilmesi.

4. Sonuç

Afetlere dirençli kent olmak, turizm sektörünün kesintisiz iş sürekliliği (Business Continuity) ve turist güvenliği için pazarlık edilemez bir unsurdur. Geleceğin Antalya'sı, mühendislik disiplinlerinin proaktif tasarımı ve personelin yetkin kriz becerileri sayesinde, iklim şokları karşısında çöken değil, bu şokları absorbe edebilen dayanıklı (resilient) bir yapıda olmak zorundadır.

5. Kaynaklar

Antalya İli Sürdürülebilir Enerji Eylem Planı (SEAP) ve Kentsel Salım Envanteri. TÜDAV - Antalya'nın Deniz ve Kıyılarının İklim Değişikliğine Adaptasyonu Projesi. Akdeniz Turistik Otelciler ve İşletmeciler Birliği (AKTOB) 2024-2025 Turizm Verileri.