# Türkiye'nin COP31 Yol Haritası: Sürdürülebilirlik, Net Sıfır ve Yapısal Dönüşüm için Stratejik Öneriler

**İstanbul Aydın Üniversitesi**

**Mühendislik Fakültesi**

**Prof. Dr. Hasan Saygın**

**Doç. Dr. Hasan Volkan Oral**

**Ekim 2026**

**İstanbul**

## SUNUŞ

İklim değişikliği, günümüzde çevresel boyutunun yanı sıra enerji güvenliği, ekonomik rekabetçilik, kamu maliyesi, tarım ve su yönetimi, toplumsal dayanıklılık ve teknolojik dönüşüm gibi birçok alanı birlikte ilgilendiren çok boyutlu bir kalkınma ve yönetişim konusu haline gelmiştir. Paris Anlaşması çerçevesinde gelişen küresel dönüşüm, sera gazı emisyonlarının azaltılmasının yanı sıra ekonomik, sosyal ve kurumsal yapıların iklim hedefleriyle uyumunun güçlendirilmesini giderek daha önemli hale getirmektedir.

Türkiye açısından bu dönüşüm; 2053 Net Sıfır Emisyon Hedefi, ulusal katkı beyanları, İklim Kanunu, Emisyon Ticaret Sistemi, Avrupa Birliği Sınırda Karbon Düzenleme Mekanizması ve sürdürülebilir finansman uygulamaları gibi birbirini tamamlayan politika ve düzenlemeler çerçevesinde giderek daha somut bir nitelik kazanmaktadır. Bu kapsamda son yıllarda geliştirilen hukuki, kurumsal ve sektörel düzenlemeler, Türkiye'nin düşük karbonlu ve sürdürülebilir kalkınma yaklaşımının önemli bileşenlerini oluşturmaktadır. COP31 süreci ise bu çalışmaların enerji, sanayi, finansman, altyapı, doğal kaynak yönetimi, toplumsal dönüşüm ve teknolojik kapasite boyutlarıyla bütüncül biçimde değerlendirilmesi açısından önemli bir fırsat sunmaktadır.

Bu rapor, Türkiye'nin COP31 sürecindeki konumunu sürdürülebilirlik perspektifinden ele almak ve 2053 Net Sıfır Emisyon Hedefi doğrultusunda mevcut çalışmaları destekleyebilecek dönüşüm alanlarını disiplinler arası bir yaklaşımla değerlendirmek amacıyla hazırlanmıştır. Hukuk, ekonomi, mühendislik, enerji, çevre bilimleri, tarım, iklim yönetişimi, sosyal politika ve teknoloji alanlarında çalışan akademisyen ve uzmanların katkılarıyla oluşturulan raporda, mevcut hukuki ve kurumsal çerçeve ile güncel uygulamaların değerlendirilmesinin yanı sıra, uzun vadeli hedefleri destekleyebilecek politika ve uygulama seçeneklerinin ortaya konulması amaçlanmıştır.

Raporun temel yaklaşımı, iklim dönüşümünün farklı sektörlerde yürütülen çalışmaların mevzuat, finansman, teknoloji, doğal kaynak yönetimi ve toplumsal politikalarla eşgüdüm içinde ele alınmasıyla daha da güçlendirilebileceği anlayışına dayanmaktadır. Bu çerçevede enerji sisteminin esnekliği ve depolama kapasitesinin geliştirilmesi, sanayinin düşük karbonlu üretime geçişinin desteklenmesi, yeşil bütçeleme ve sürdürülebilir finansman araçlarının yaygınlaştırılması, su ve gıda güvenliğinin güçlendirilmesi, adil geçiş yaklaşımlarının geliştirilmesi, sivil toplum ve yerel paydaşların karar süreçlerine katılımının desteklenmesi ile

veri altyapısı ve yeni teknolojilerden yararlanılması başlıca çalışma alanları arasında ele alınmaktadır.

COP31 sürecinin Türkiye açısından uzun vadeli kazanımlara katkı sağlaması, mevcut iklim politikalarının ölçülebilir hedefler ve uzun dönemli dönüşüm perspektifiyle ilişkilendirilmesiyle daha da desteklenebilir. Bu doğrultuda raporda sunulan değerlendirme ve önerilerin; kamu kurumları, yerel yönetimler, akademi, özel sektör, sivil toplum kuruluşları ve diğer ilgili paydaşlar açısından politika geliştirme, uygulama, iş birliği ve bilgi paylaşımı süreçlerine katkı sağlayabilecek bir başvuru çerçevesi oluşturması amaçlanmıştır.

Bu çalışmanın hazırlanmasına bilgi, değerlendirme ve uzmanlıklarıyla katkıda bulunan tüm akademisyenlere ve alan uzmanlarına teşekkür eder; raporun Türkiye'nin sürdürülebilir, düşük karbonlu ve dirençli kalkınma yolculuğuna katkı sunmasını temenni ederiz.

**Prof. Dr. Hasan Saygın**

**Doç. Dr. Hasan Volkan Oral**

## RAPORUN AMACI VE KAPSAMI

Bu raporun temel amacı, Türkiye'nin COP31 sürecini 2053 Net Sıfır Emisyon Hedefi ve sürdürülebilir kalkınma perspektifiyle birlikte değerlendirerek, mevcut iklim politikalarını ve uygulamalarını destekleyebilecek öncelikli politika ve uygulama alanlarını bütüncül bir çerçevede ele almaktır. Rapor, COP31'i uluslararası iklim diplomasisinin önemli bir unsuru olmasının yanı sıra, Türkiye'nin uzun dönemli ekonomik, çevresel, teknolojik ve toplumsal dönüşüm hedeflerini destekleyebilecek stratejik bir süreç olarak değerlendirmektedir.

Bu doğrultuda çalışma; küresel iklim rejimi ve Paris Anlaşması'nın oluşturduğu hukuki çerçeve, Türkiye'nin İklim Kanunu ve karbon fiyatlandırması yaklaşımı, yeşil bütçeleme ve sürdürülebilir finansman, Sınırda Karbon Düzenleme Mekanizması, enerji ve altyapı dönüşümü, enerji verimliliği, düşük karbonlu ulaşım, su yönetimi ve tarımsal sulama, biyoçeşitlilik ve gıda güvenliği, adil geçiş, iklim değişikliğine bağlı hareketlilik ve kentleşme, sivil toplum katılımı, veri şeffaflığı ve ileri iklim teknolojileri gibi birbiriyle ilişkili alanları kapsamaktadır.

Raporun zaman perspektifi üç temel dönemi birlikte dikkate almaktadır: COP31 süreciyle ilişkili kısa vadeli öncelikler, 2030 perspektifinde öngörülen sektörel dönüşüm ve emisyon azaltım çalışmaları ile Türkiye'nin 2053 Net Sıfır Emisyon Hedefine yönelik uzun dönemli dönüşüm alanları. Bu yaklaşım, kısa vadeli politika ve uygulamaların orta ve uzun vadeli iklim hedefleriyle ilişkisinin bütüncül biçimde değerlendirilmesine olanak sağlamaktadır.

Çalışma, farklı disiplinlerden uzmanların mevcut mevzuat, ulusal ve uluslararası politika belgeleri, bilimsel literatür, sektörel veriler ve güncel uygulamalar üzerinden gerçekleştirdiği değerlendirmelerin bir araya getirilmesine dayanmaktadır. Bu yönüyle rapor, tek bir sektör veya politika aracına odaklanan teknik bir incelemeden ziyade, Türkiye'nin iklim dönüşümünün farklı bileşenlerini birlikte ele alan disiplinlerarası bir strateji ve politika değerlendirmesi niteliğindedir.

Raporda, Türkiye'de hâlihazırda yürütülen iklim değişikliğiyle mücadele ve düşük karbonlu dönüşüm çalışmalarının mevcut çerçevesi dikkate alınarak; enerji ve altyapı yatırımlarından sürdürülebilir finansmana, tarımsal su yönetiminden adil geçişe, veri altyapısından teknolojik Ar-Ge kapasitesine kadar uzanan alanlarda tamamlayıcı politika ve uygulama seçenekleri değerlendirilmektedir. Böylece COP31 sürecinin, mevcut politika ve uygulamaların görünürlüğünü ve eşgüdümünü desteklemesinin yanı sıra, 2030 ve 2053 hedefleri arasındaki

sürekliliğin güçlendirilmesine katkı sağlayabilecek bir fırsat olarak ele alınması amaçlanmaktadır.

## KATKIDA BULUNANLAR

### Prof. Dr. Hasan Saygın - İstanbul Aydın Üniversitesi

Prof. Dr. Hasan SAYGIN, Uygulamalı Bilimler alanında uzmanlaşmış olup, doktorasını Université de Montréal – École Polytechnique de Montréal, Institut de génie energétique'ten, yüksek lisansını Nükleer Enerji alanında İstanbul Teknik Üniversitesi'nden ve lisansını Matematik Mühendisliği alanında Yıldız Teknik Üniversitesi'nden almıştır. İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul Aydın Üniversitesi ve özel sektörde, Rektör Yardımcılığı, Dekanlık, Enstitü Müdürlüğü, Merkez Müdürlüğü, Bilimsel Araştırmalar Komisyonu Başkanlığı, CEO, CTO gibi görevler yapmış olan Prof. Dr. Hasan SAYGIN, halen İstanbul Aydın Üniversitesi Mütevelli Heyet Başkanlığı Kurumsal Danışmanı, Mühendislik Fakültesi Dekanı, İleri Araştırmalar Uygulama ve Araştırma Merkezi Müdürü ve Bilimsel Araştırmalar Komisyonu Başkanı olarak görev yapmakta olup, bunun yanı sıra multidisipliner ve interdisipliner çalışmalar yaparak akademik yaşantısını sürdürmektedir. Çalışma Alanları (Multidisciplinary & Interdisciplinary Studies): Applied and Computational Multi Pyhsics (Neutronic, Thermodynamic, Thermal-Hydraulic, Computational Fluid Dynamics, Microwave and Antenna, High Energy Physics), Environmental Chemistry (Nanoparticles, Environmental Toxicology), Energy Policy (Sustainable Development, Renewable Energy Management, Climate Change), Information Technology. Çalışmalarına Yapılan Atıf Sayısı ve İndeks Değerleri: Google Scholar atıf: 2117, h-indeks:25, i-10 indeks:63.

### Prof. Dr. Esra Atabay - Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi

Prof. Dr. Esra Atabay, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi (ÇOMÜ) İşletme Bölümü öğretim üyesidir. Muhasebe ve denetim alanlarında çalışmalar yürütmektedir. Araştırma alanları arasında sürdürülebilirlik muhasebesi ve döngüsel iş modelleri yer almaktadır. ÇOMÜ bünyesinde kalite, araştırma ve bilimsel araştırma projeleri başta olmak üzere çeşitli yönetsel görevleri bulunmaktadır. Akademik çalışmalarını disiplinler arası bir yaklaşımla sürdürmektedir.

### Prof. Dr. İlke Göçmen - Ankara Üniversitesi

Prof. Dr. İlke Göçmen, Ankara Üniversitesi Hukuk Fakültesi Avrupa Birliği Hukuku Anabilim Dalı Başkanıdır. Leiden Üniversitesi'nde misafir araştırmacı, Saarland Üniversitesi'nde ise

misafir profesör olarak bulunmuştur. Başlıca araştırma alanları AB hukuku, AB-Türkiye ilişkileri, sürdürülebilir kalkınma, uluslararası ticaret ve yatırım hukukudur. Jean Monnet ve Alexander von Humboldt–Georg Forster burslarına hak kazanan Göçmen, Avrupa Birliği Hukukunun Temelleri adlı kitabıyla Türkiye Bilimler Akademisi (TÜBA) tarafından ödüle layık görülmüştür.

**Doç. Dr. Hasan Volkan Oral - İstanbul Aydın Üniversitesi**

Doç. Dr. Hasan Volkan Oral, yüksek lisans ve doktora derecelerini Boğaziçi Üniversitesi Çevre Bilimleri Enstitüsü'nde çevre bilimleri alanında almıştır. Akademik çalışmalarını İstanbul Aydın Üniversitesi İngilizce İnşaat Mühendisliği Bölümü'nde öğretim üyesi olarak sürdüren Oral, çevresel sürdürülebilirlik kapsamında, doğa tabanlı çözümler (Nature-based Solutions-NbS) ve su kaynakları yönetimi alanlarında çalışmaktadır. Küresel ölçekte yürütülen çeşitli COST ve Ufuk Avrupa (Horizon Europe) projelerinde araştırmacı ve koordinatör olarak aktif rol oynamakta, uluslararası akademik ağlarda Türkiye'yi temsil etmektedir. Çevre bilimleri, mühendisliği ve sürdürülebilirlik konularında uluslararası yüksek etki değerine sahip dergilerde makaleler yayımlayan araştırmacı, iklim değişikliğine uyum ve kentleşmenin çevresel etkileri üzerine odaklanmaktadır. Dr. Oral, DOSUDER (Doğa Temelli Çözümler, Döngüsellik ve Sürdürülebilirlik Uygulamaları Derneği)'in Kurucu üyesidir. Çalışmalarına Yapılan Atıf Sayısı ve İndeks Değerleri: Google Scholar atıf: 1626 , h-indeks:17 , i-10 indeks:24

**Dr. Öğr Üyesi Derya Ayral Çınar - Gebze Teknik Üniversitesi**

Dr. Derya Ayral Çınar, doktora derecesini Michigan Üniversitesi (Ann Arbor) Çevre Mühendisliği bölümünden almıştır. Uzmanlık alanları arasında toprak-kirletici etkileşimi ile bu etkileşimin kirleticilerin topraktaki akıbeti ve taşınımı üzerindeki etkileri yer almaktadır. Ayrıca, kentsel yüzey akışlarının yönetimi ve atıksuların biyoçeşitlilik üzerine negatif etkisini azaltma amacıyla kentsel alanlarda Doğa Tabanlı Çözümlerin (NbS) uygulanması konusunda, ulusal/uluslararası projelerde hem yürütücü hem de araştırmacı olarak görev almıştır. Kendisi halen Gebze Teknik Üniversitesi Çevre Mühendisliği Bölümü'nde doktor öğretim üyesi olarak görev yapmaktadır.

**Dr. Öğr. Üyesi Arif Karabuğa- İstanbul Aydın Üniversitesi**

Dr Arif Karabuğa 2024 yılında doktora derecesini Enerji Sistemleri Mühendisliği alanında aldı. Şu anda İstanbul Aydın Üniversitesinde makine mühendisliğinde öğretim üyesi olarak görev

yapmaktadır. Dr Karabuğa Yenilenebilir enerji, hidrojen enerjisi ve ORC sistemler üzerine çalışmalar yapmaktadır.

**Dr. Öğr. Üyesi Elif Çakır - İstanbul Aydın Üniversitesi**

Doktora eğitimini 2020 yılında Yıldız Teknik Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü'nde tamamlamıştır. İstanbul Aydın Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü'nde görev yapmaktadır. Akademik çalışmaları gıda bilimi ve gıda teknolojisi üzerine yoğunlaşmaktadır. Araştırma alanları arasında gıda mikrobiyolojisi, biyoteknoloji, fonksiyonel gıdalar ve tahıl teknolojisi bulunmaktadır.

**Dr. Nihan Yeğin Yarayan - İklim Araştırmaları Derneği**

Nihan Yarayan, Iklim Araştırmaları Derneği bünyesinde iklim değişikliği, çevre politikaları ve sürdürülebilirlik alanlarında aktif çalışmalar yürüten bir araştırmacıdır. Lisans ve lisansüstü eğitimleri boyunca ekolojik dengelerin korunması ile sosyo-ekonomik etkileri üzerine odaklanarak disiplinler arası bir uzmanlık geliştirmiştir. Dernek çatısı altında iklim krizinin yerel ve küresel etkilerini inceleyen projelerde görev almakta, veri odaklı analizler ve raporlama süreçlerine katkı sunmaktadır. Çevre bilincinin artırılmasına yönelik toplumsal farkındalık faaliyetlerinde, kamu ve sivil toplum birlikteliklerinde etkin bir rol üstlenmektedir. Sürdürülebilir bir gelecek hedefiyle iklim politikalarının geliştirilmesi ve doğa dostu çözümlerin yaygınlaştırılması yolundaki bilimsel çalışmalarını sürdürmektedir.

**Dr. Emrah Alkaya - GTE Sürdürülebilirlik ve Enerji Danışmanlığı**

Dr. Emrah Alkaya, 20 yılı aşkın deneyimiyle iklim değişikliği, kaynak verimliliği ve döngüsel ekonomi projelerine liderlik etmiştir. 2016'dan bu yana GTE'de Yönetici Ortak olan Alkaya; atık yönetimi, iklim eylemi ve döngüsellik odaklı danışmanlık süreçlerini yürütmektedir. Dünya Bankası Grubu'nda Kıdemli Teknik Danışmanlık da yapan Alkaya, aynı zamanda İklim Araştırmaları Derneği'nin kurucu ortağıdır. Portföyü; Dünya Bankası, EBRD, AB ve BM kuruluşlarınca desteklenen iklim dirençliliği ve düşük karbonlu kalkınma projelerini kapsar. Dr. Alkaya, iklim ve çevre bilimleri alanında 50'den fazla akademik ve profesyonel yayına sahiptir

**Kimya Y. Müh. Turgut Çopuroğlu - CNF Mühendislik ve Sürdürülebilirlik Hizmetleri**

Boğaziçi Üniversitesi Kimya Mühendisliği lisans ve Hamburg Teknik Üniversitesi yüksek lisans mezunudur. Proses mühendisliği, enerji verimliliği, karbon ayak izi, Yaşam Döngüsü Değerlendirmesi (LCA), Çevresel Ürün Beyanı (EPD), ISO 14064 ve Sınırda Karbon

Düzenleme Mekanizması (CBAM/SKDM) alanlarında yirmi beş yılı aşkın saha ve danışmanlık deneyimine sahiptir. Türkiye'nin önde gelen çimento, demir-çelik, kimya ve ambalaj sanayi kuruluşlarına enerji verimliliği, dekarbonizasyon ve AB uyum danışmanlığı sağlamakta; ISO 14064 kapsamında Baş Doğrulayıcı olarak kurumsal sera gazı envanterlerinin bağımsız doğrulamasını yürütmektedir. CNF Mühendislik ve Sürdürülebilirlik Hizmetleri'nin Yönetici Ortağıdır.

**Makine Müh. Oğuz Hakan Aksu- Aksu Kalite Sistem Danışmanlık ve Eğitim Hiz.Ltd.Şti.**

Oğuz Hakan Aksu, Yıldız Teknik Üniversitesi Makine Mühendisliği bölümünden mezun olmuştur. Kariyeri boyunca mekanik tasarım, termodinamik, iklimlendirme ve ısıtma sistemleri ile ürün geliştirme alanlarına odaklanmıştır. Sektörde uzun yıllara dayanan tecrübesiyle havalandırma, enerji verimliliği ve endüstriyel tesisat çözümleri üzerine uzmanlaşmıştır. Günümüzde teknolojik gelişmeleri ve güncel mühendislik standartlarını projelere entegre ederek sektördeki çalışmalarını yönlendirmektedir. DOSUDER (Doğa Temelli Çözümler, Döngüsellik ve Sürdürülebilirlik Uygulamaları Derneği)' in Yönetim Kurulu Başkanı olarak çalışmaktadır.

**Av. Baran Baş - Baş Legal**

Av. Baran Baş; Ted Ankara Koleji, Ankara Gazi Anadolu Lisesi ve Marmara Üniversitesi Hukuk Fakültesi mezunu olup Yeditepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsünde Özel Hukuk Alanında Yüksek Lisans çalışmalarını sürdürmektedir. İstanbul Barosuna kayıtlı olan Baran Baş, rekabet hukuku ve iklim hukuku alanlarında çalışmakta olup Baş Legal'in kurucu ortağıdır.

## İÇERİK

**Terimler Sözlüğü** ..... **13**

**Bölüm 1: YÖNETİCİ ÖZETİ** ..... **18**

**Bölüm 2: KONUNUN STRATEJİK ÇERÇEVESİ VE POLİTİK ANALİZ** ..... **22**

**2.1. Küresel İklim Rejiminin Sözleşme Çerçevesi: Paris Anlaşması** ..... **22**
Prof. Dr. İlke Göçmen

**2.2. Türkiye İklim Rejiminin Yasal Çerçevesi: İklim Kanunu** ..... **25**
Prof. Dr. İlke Göçmen

**Bölüm 3: EKONOMİK DÖNÜŞÜM VE FİNANSMAN (EKONOMİ & MALİYE)** ..... **28**

**3.1. Bütçe Analizi: Yeşil Bütçeleme Uygulamalarının ve İklim Odaklı Kamu Finansmanının Değerlendirilmesi** ..... **28**
Prof. Dr. Esra Atabay

**3.2. Sınırda Karbon Düzenleme Mekanizması (SKDM): İhracatçı Sektörlerin Dekarbonizasyon Maliyetleri** ..... **30**
Prof. Dr. Esra Atabay

**3.3. Fosil Yakıt Sübvansiyonları: Enerji Destek Mekanizmalarının Düşük Karbonlu Dönüşüm Perspektifinden Değerlendirme** ..... **31**
Prof. Dr. Esra Atabay

**Bölüm 4: ENERJİ VE ALTYAPI DÖNÜŞÜMÜ** ..... **33**

**4.1. Yenilenebilir Enerji Entegrasyonu: Şebeke Esnekliği ve Enerji Depolama Kapasitesinin Geliştirilmesi** ..... **33**
Kimya Y. Müh. Turgut Çopuroğlu - Makine Müh. Oğuz Hakan Aksu

**4.1.1. Mevcut Durum** ..... **33**
Kimya Y. Müh. Turgut Çopuroğlu - Makine Müh. Oğuz Hakan Aksu

**4.1.2. Yapısal Darboğazlar** ..... **33**
Kimya Y. Müh. Turgut Çopuroğlu - Makine Müh. Oğuz Hakan Aksu

**4.1.3. COP31 Kapsamında Yapılabilecekler** ..... **34**
Kimya Y. Müh. Turgut Çopuroğlu - Makine Müh. Oğuz Hakan Aksu

**4.2. Enerji Verimliliği: Sanayide ve Binalarda "En Az Enerjiyle En Çok Katma Değer" Yaklaşımı** ..... **35**
Kimya Y. Müh. Turgut Çopuroğlu - Makine Müh. Oğuz Hakan Aksu

**4.2.1. Stratejik Çerçeve** ..... **35**
Kimya Y. Müh. Turgut Çopuroğlu - Makine Müh. Oğuz Hakan Aksu

**4.2.2. Sanayi Sektörü: CBAM Baskısıyla Buluşan Verimlilik** ..... **35**
Kimya Y. Müh. Turgut Çopuroğlu - Makine Müh. Oğuz Hakan Aksu

**4.2.3. Bina Sektörü** ..... **36**
Kimya Y. Müh. Turgut Çopuroğlu - Makine Müh. Oğuz Hakan Aksu

**4.3. Ulaşım ve Lojistik: Modal Dönüşüm ve Elektrifikasyon ..... 38**
Kimya Y. Müh. Turgut Çopuroğlu - Makine Müh. Oğuz Hakan Aksu
**4.3.1. Mevcut Durum ..... 38**
Kimya Y. Müh. Turgut Çopuroğlu - Makine Müh. Oğuz Hakan Aksu
**4.3.2. Elektrifikasyon ve Şarj Altyapısı ..... 38**
Kimya Y. Müh. Turgut Çopuroğlu - Makine Müh. Oğuz Hakan Aksu
**4.3.3. Modal Dönüşüm Seçenekleri ..... 39**
Kimya Y. Müh. Turgut Çopuroğlu - Makine Müh. Oğuz Hakan Aksu
**4.3.4. Havacılık ve Denizcilik ..... 40**
Kimya Y. Müh. Turgut Çopuroğlu - Makine Müh. Oğuz Hakan Aksu
**4.4. COP31 Kapsamında Stratejik Değerlendirme ..... 40**
Kimya Y. Müh. Turgut Çopuroğlu - Makine Müh. Oğuz Hakan Aksu
**Bölüm 5: DOĞAL KAYNAK YÖNETİMİ VE EKOSİSTEM DAYANIKLILIĞI ..... 41**
**5.1. Su Stresi Yönetimi: Kuraklık Risk Yönetimi ve Tarımsal Sulamada Modernizasyon Yaklaşımları ..... 41**
Doç. Dr. Hasan Volkan Oral
**5.2. Biyoçeşitlilik Kaybı: İklim Değişikliğinin Türkiye'nin Endemik Türleri ve Orman Varlığı Üzerindeki Baskısı ..... 43**
Dr. Öğr.Üyesi Derya Ayral-Çınar
**5.3. İklim Dostu Tarım Tekniklerinin (Rejeneratif Tarım) Yaygınlaştırılması ..... 46**
Dr. Öğr. Üyesi Elif Çakır
**5.3.1. COP31 Kapsamında Temel Hedef ..... 47**
Dr. Öğr. Üyesi Elif Çakır
**5.3.2. COP31 Kapsamında Rejeneratif Tarım Uygulama Stratejileri ..... 47**
Dr. Öğr. Üyesi Elif Çakır
**5.3.3. COP31 Kapsamında Türkiye'de Rejeneratif Tarım Uygulama Önerileri ..... 48**
Dr. Öğr. Üyesi Elif Çakır
**Bölüm 6: İKLİM ADALETİ VE TOPLUMSAL BOYUT ..... 50**
**6.1. Düşük Karbonlu İş Dönüşümü: Karbon Yoğun Bölgelerde İş Gücü Dönüşümü ve Sosyal Koruma Mekanizmaları ..... 50**
Av. Baran Baş
**6.2. İklim Göçü ve Kentleşme: Kıyı Şehirlerinin Yükselen Deniz Seviyesine ve Aşırı Hava Olaylarına Karşı Direnci ..... 52**
Av. Baran Baş
**6.3. Sivil Toplum Katılımı: Karar Alma Süreçlerinde STK ve Yerel Halkın Rolünün Güçlendirilmesi ..... 55**
Dr. Nihan Yeğin Yarayan

**6.3.1. Katılımın Yönetişimsel ve İşlevsel Anlamı ..... 55**
Dr. Nihan Yeğin Yarayan
**6.3.2. Türkiye'de Kurumsal Yapı ve Katılım Mekanizmalarının Geliştirilmesi ..... 57**
Dr. Nihan Yeğin Yarayan
**6.3.3. Temsil, Katılım Kapasitesi ve Kurumsal Bağımsızlık ..... 58**
Dr. Nihan Yeğin Yarayan
**6.3.4. Katılımı Karar Döngüsüyle İlişkilendiren Bir Model ..... 60**
Dr. Nihan Yeğin Yarayan
**6.3.5. COP31 İçin Sivil Toplum Katılım Mimarisi ..... 62**
Dr. Nihan Yeğin Yarayan
**6.3.6. Sonuç ve Politika Yönelimi ..... 63**
Dr. Nihan Yeğin Yarayan

**Bölüm 7: TEKNOLOJİ VE İNOVASYON ..... 65**
**7.1. Veri Şeffaflığı: Şeffaf Emisyon Raporlama Sistemleri ve Yapay Zekâ Tabanlı İzleme Araçları ..... 65**
Dr. Emrah Alkaya
**7.1.1. Yapay Zekâ Tabanlı İzleme ve Sektörel Uygulamalar ..... 66**
Dr. Emrah Alkaya
**7.1.2. Veri Güvenliği ve COP31 İçin Öncelikli Uygulama Alanları ..... 68**
Dr. Emrah Alkaya
**7.2. İleri Hidrojen Teknolojisi ve Karbon Yakalama Teknolojisi ..... 69**
Dr. Öğr. Üyesi Arif Karabuğa

**Bölüm 8: COP31 YOL HARİTASI VE ÖNERİLER ..... 74**
**8.1. 2026 Yılına Kadar Kısa Vadeli Öncelikler ..... 74**
Prof. Dr. Hasan Saygın
**8.2. 2030 Yılına Kadar Orta Vadeli Sektörel Dönüşüm ..... 75**
Prof. Dr. Hasan Saygın
**8.3. 2053 Net Sıfır Hedefine Yönelik Uzun Vadeli Dönüşüm ..... 76**
Prof. Dr. Hasan Saygın
**8.4. Kurumsal Eşgüdüm, İzleme ve Şeffaflık ..... 76**
Prof. Dr. Hasan Saygın
**8.5. Sonuç ..... 77**
Prof. Dr. Hasan Saygın

**Kaynaklar ..... 77**

## TERİMLER SÖZLÜĞÜ

**Adil Geçiş (Just Transition) [Bölüm 6]:**

Yüksek emisyonlu/karbon yoğun sektörlerden düşük karbonlu üretime geçiş sürecinde, olası istihdam kayıplarını önlemeyi, çalışanlara yeşil beceriler kazandırmayı ve hiçbir toplumsal kesimi geride bırakmayacak sosyal koruma mekanizmalarını hayata geçirmeyi hedefleyen kapsayıcı yaklaşım.

**Akıllı Şarj ve V2G (Vehicle-to-Grid) [Bölüm 4]:**

Elektrikli araç bataryalarının şebekeyle iki yönlü etkileşime girerek, yoğun talep saatlerinde şebekeyi beslemesini ve şebeke esnekliğine katkı sunmasını sağlayan teknolojik altyapı.

**Batarya Enerji Depolama Sistemleri (BESS) [Bölüm 4]:**

Rüzgâr ve güneş gibi değişken yenilenebilir enerji kaynaklarından elde edilen elektriği depolayarak şebeke esnekliğini ve güvenilirliğini artıran endüstriyel ölçekli depolama teknolojileri.

**Biyoçeşitlilik Kaybı [Bölüm 5]:**

İklim değişikliği, kuraklık ve sıcaklık artışı gibi etkenler nedeniyle ekosistemlerdeki canlı türlerinin, özellikle dar alanlarda yaşayan endemik türlerin popülasyonlarının azalması veya yok olma tehlikesiyle karşı karşıya kalması.

**Derin Yenileme (Deep Retrofit) [Bölüm 4]:**

Mevcut bina stokunda yüksek oranda enerji tasarrufu sağlamak ve sera gazı emisyonlarını düşürmek amacıyla yalıtım, ısıtma-soğutma ve aydınlatma sistemlerinde bütüncül olarak yapılan kapsamlı enerji verimliliği dönüşümü.

**Doğa Tabanlı Çözümler (Nature-based Solutions - NbS) [Bölüm 5]:**

İklim değişikliği ve kuraklık gibi çevresel risklerle mücadelede, doğal ekosistemleri koruma, restore etme ve sürdürülebilir şekilde yönetme esasına dayanan doğayla uyumlu mühendislik ve planlama yaklaşımları.

**Emisyon Ticaret Sistemi (ETS) [Bölüm 2 ve 3]:**

Sera gazı emisyonlarına net sıfır hedefleri doğrultusunda bir üst sınır belirlenmesi ve tahsisatların alınıp satılması suretiyle emisyon azaltımını piyasa mekanizması üzerinden teşvik eden sistem.

**En Az Enerjiyle En Çok Katma Değer [Bölüm 4]:**

Sanayi ve binalarda birim katma değer başına harcanan enerji yoğunluğunu düşürerek, üretimi azaltmadan maksimum enerji verimliliği ve emisyon tasarrufu elde etmeyi amaçlayan stratejik ilke.

**Geliştirilmiş Şeffaflık Çerçevesi (ETF) [Bölüm 2]:**

Paris Anlaşması'nın 13. maddesi uyarınca, taraf ülkelerin iklim değişikliğini azaltma, uyum eylemleri ve sağlanan/alınan destekler konusundaki ilerlemelerini raporlamalarını ve uluslararası incelemeye sunmalarını sağlayan mekanizma.

**Gıda Güvenliği [Bölüm 5]:**

Tüm insanların her zaman sağlıklı ve aktif bir yaşam sürdürebilmeleri için yeterli, güvenli ve besleyici gıdaya fiziki ve ekonomik olarak erişebilmeleri durumu.

**İklim Göçü [Bölüm 6]:**

Yükselen deniz seviyeleri, kıyı erozyonu, aşırı hava olayları ve kuraklık gibi çevresel baskılar nedeniyle insanların yaşadıkları bölgeleri terk etmek zorunda kalmasıyla ortaya çıkan nüfus hareketliliği.

**İklim Yönetişimi [Bölüm 6]:**

İklim değişikliğiyle mücadele ve uyum politikalarının karar alma süreçlerinde kamu, özel sektör, sivil toplum ve yerel halkın katılımını, adalet ilkelerini ve şeffaflığı sağlayan yönetim anlayışı.

**Kademeli Arttırma (Ratcheting Up) [Bölüm 2]:**

Paris Anlaşması kapsamındaki taraf ülkelerin her beş yılda bir sunacakları Ulusal Katkı Beyanlarının (NDC) bir önceki beyana göre kademeli olarak daha yüksek bir iklim hedefini yansıtması kuralı.

**Karbon Fiyatlandırması [Bölüm 2 ve 3]:**

Sera gazı emisyonlarının salımına parasal bir maliyet yükleyerek (ETS veya karbon vergisi gibi araçlarla) kirletenlerin emisyonlarını azaltmasını teşvik eden iklim politikası aracı.

**Karbon Yutağı [Bölüm 2 ve 5]:**

Atmosferdeki karbondioksiti emen ve depolayan ormanlar, sulak alanlar ve toprak gibi doğal veya yapay sistemler.

**Katılım Merdiveni [Bölüm 6]:**

Sivil toplumun ve yurttaşların karar alma süreçlerindeki etkisini pasif bilgilendirmeden gerçek karar ortaklığına kadar farklı basamaklarda tanımlayan teorik katılım modeli.

**Küresel Durum Değerlendirmesi (Global Stocktake) [Bölüm 2]:**

Paris Anlaşması'nın amaçlarına ulaşılması yönündeki toplu ilerlemenin ve kolektif hedeflerin Taraflar Konferansı (COP) tarafından beş yılda bir periyodik olarak değerlendirilmesi süreci.

**LCA (Yaşam Döngüsü Değerlendirmesi) ve EPD (Çevresel Ürün Beyanı) [Bölüm 4]:**

Bir ürün veya hizmetin ham madde temininden ömür sonuna kadar çevresel etkilerinin ve karbon ayak izinin uluslararası standartlarda ölçülmesi ve şeffafça belgelenmesi süreci.

**Rejeneratif Tarım (Yenileyici Tarım) [Bölüm 5]:**

Toprak sağlığını iyileştirmeyi, biyoçeşitliliği artırmayı, su döngüsünü korumayı ve toprakta karbon tutulumunu sağlayarak gıda güvenliğini artırmayı amaçlayan doğayla uyumlu tarım yaklaşımı.

**Sınırda Karbon Düzenleme Mekanizması (SKDM / CBAM) [Bölüm 3 ve 4]:**

Avrupa Birliği'nin karbon kaçağını önlemek amacıyla AB dışından ithal edilen karbon yoğun ürünlere (çimento, demir-çelik, alüminyum vb.) emisyon içeriklerine göre uyguladığı mali düzenleme.

**Su Stresi [Bölüm 5]:**

Mevcut tatlı su kaynaklarının miktar ve kalite açısından bölgedeki su talebini karşılayamaması veya kuraklık nedeniyle su bütçesi üzerinde oluşan ağır baskı.

**Sünger Kent [Bölüm 6]:**

Aşırı yağış ve taşkın risklerine karşı kent içi yüzeylerin geçirimli malzemeler, yeşil alanlar ve yağmur suyu tutma sistemleri ile donatılarak suyun doğal yollarla emilmesini ve yönetilmesini sağlayan kentsel tasarım yaklaşımı.

**Usule İlişkin Adalet (Procedural Justice) [Bölüm 6]:**

Karar alma, politika geliştirme ve iklim planlama süreçlerinin tüm paydaşlar için açık, şeffaf, adil ve kapsayıcı koşullarda yürütülmesini savunan ilke.

**Veri Şeffaflığı ve Yapay Zekâ Tabanlı İzleme [Bölüm 7]:**

Ülke veya sektör ölçeğindeki emisyon verilerinin doğrulanabilir şekilde raporlanması ve emisyon değişimlerinin yapay zekâ destekli uzaktan algılama ve izleme araçlarıyla takip edilmesi.

**VAP (Verimlilik Artırıcı Proje) [Bölüm 4]:**

Endüstriyel işletmelerde enerji atıklarının önlenmesi ve enerji verimliliğinin artırılması amacıyla hazırlanan ve kamu tarafından hibe/destek sağlanan uygulama projeleri.

**Yapısal Kilitlenme (Lock-in) [Bölüm 6]:**

Ağır sanayi havzalarında mevcut altyapı, geleneksel teknoloji ve iş gücü kültürünün yüksek emisyonlu üretim modellerine aşırı bağımlılık yaratması ve düşük karbonlu dönüşümü zorlaştırması durumu.

**Yeşil Bütçeleme [Bölüm 3]:**

Kamu bütçe hazırlama ve uygulama süreçlerinin çevresel etkilerinin, sera gazı emisyon azaltımı ve iklim hedefleriyle uyumunun standart etiketleme yöntemleriyle izlenmesi ve değerlendirilmesi.

**Yeşil İşler (Green Jobs) [Bölüm 6]:**

Çevrenin korunmasına, sera gazı emisyonlarının azaltılmasına, enerji verimliliğine ve ekosistemlerin restore edilmesine doğrudan katkı sağlayan nitelikli ve insan onuruna yakışır istihdam alanları.

## BÖLÜM 1. YÖNETİCİ ÖZETİ

Bu rapor, Türkiye'nin COP31 sürecini 2053 Net Sıfır Emisyon Hedefi ve sürdürülebilir kalkınma perspektifiyle birlikte ele alarak iklim dönüşümünün hukuki, ekonomik, teknolojik, çevresel ve toplumsal boyutlarını bütüncül biçimde değerlendirmeyi amaçlamaktadır. Çalışmada COP31, uluslararası iklim diplomasisinin önemli bir bileşeni olmasının yanı sıra, Türkiye'nin uzun vadeli sürdürülebilir ve düşük karbonlu kalkınma hedeflerini destekleyebilecek stratejik bir süreç olarak ele alınmaktadır.

Türkiye'de iklim değişikliğiyle mücadele ve düşük karbonlu dönüşüm alanında son yıllarda önemli hukuki ve kurumsal adımlar atılmıştır. Paris Anlaşması kapsamındaki taahhütler, 7552 sayılı İklim Kanunu, Emisyon Ticaret Sistemi ve ulusal katkı beyanları, iklim politikalarının giderek daha kapsamlı bir kurumsal ve hukuki çerçeve içerisinde ele alındığını göstermektedir. Önümüzdeki dönemde mevcut düzenlemelerin uygulama kapasitesinin desteklenmesi, kurumlar arası eşgüdümün güçlendirilmesi, izleme ve raporlama mekanizmalarının geliştirilmesi ve iklim hedefleri ile sektörel politikalar arasındaki uyumun artırılması, bu çerçevenin etkinliğine katkı sağlayabilecek başlıca alanlar arasında değerlendirilebilir.

Ekonomik dönüşüm açısından yeşil bütçeleme, sürdürülebilir finansman ve Sınırda Karbon Düzenleme Mekanizması (SKDM), Türkiye açısından yeni yatırım, teknolojik dönüşüm ve uluslararası rekabet olanaklarıyla birlikte değerlendirilmesi gereken önemli politika alanlarıdır. Kamu kaynakları ile iklim hedefleri arasındaki ilişkinin daha görünür hale getirilmesi, iklimle ilişkili harcamaların sistematik biçimde izlenmesi ve özel sektörün düşük karbonlu teknolojilere ve yeşil finansmana erişiminin desteklenmesi, dönüşümün finansal sürdürülebilirliğini güçlendirebilir. Özellikle karbon yoğun ve ihracat odaklı sektörlerde enerji verimliliği, karbon muhasebesi, düşük karbonlu üretim teknolojileri ve sürdürülebilir finansman araçları giderek daha fazla önem kazanmaktadır.

Enerji ve altyapı alanında Türkiye'nin yenilenebilir enerji kapasitesinde kaydettiği gelişmeler, düşük karbonlu enerji dönüşümü açısından önemli bir temel oluşturmaktadır. Bu gelişmelerin şebeke esnekliği, enerji depolama, akıllı şebeke uygulamaları ve sistem entegrasyonu alanlarındaki çalışmalarla desteklenmesi, yenilenebilir kaynakların enerji sistemine daha etkin biçimde entegrasyonuna katkı sağlayabilir. Sanayi ve binalarda enerji verimliliğinin geliştirilmesi, elektrik sisteminin depolama ve dijital şebeke çözümleriyle desteklenmesi ve ulaşımda elektrifikasyon ile demiryolu seçeneklerinin güçlendirilmesi de düşük karbonlu

dönüşümün birbirini tamamlayan bileşenleri arasında değerlendirilebilir. Bu çerçevede enerji dönüşümünün yeni kapasite yatırımlarının yanı sıra sistem esnekliği, verimlilik ve altyapı modernizasyonuyla birlikte ele alınması önem taşımaktadır.

Doğal kaynaklar ve ekosistem dayanıklılığı açısından iklim değişikliğinin su kaynakları, tarımsal üretim, biyoçeşitlilik ve gıda güvenliği üzerindeki etkileri, uyum politikalarının önemini giderek artırmaktadır. Kuraklık risklerinin yönetimi, tarımsal sulama altyapısının modernizasyonu, uygun koşullarda arıtılmış atıksuların yeniden kullanımı, yağmur suyu yönetimi, doğa tabanlı çözümler ve rejeneratif tarım uygulamaları bu kapsamda değerlendirilebilecek önemli seçenekler arasında yer almaktadır. İklim değişikliğine uyum çalışmalarının çevresel korumanın yanı sıra gıda güvenliği, kırsal kalkınma ve sosyoekonomik dayanıklılık perspektifleriyle birlikte ele alınması, politika bütünlüğünü destekleyebilir.

Toplumsal boyutta, düşük karbonlu dönüşümün adil ve kapsayıcı biçimde desteklenmesi önem taşımaktadır. Karbon yoğun sektörlerde çalışanların değişen iş gücü gereksinimlerine hazırlanmasına yönelik yeşil beceri geliştirme, yeniden beceri kazandırma ve sosyal koruma programlarının güçlendirilmesi, adil geçiş yaklaşımının uygulama kapasitesine katkı sağlayabilir. Benzer şekilde, iklim değişikliğine bağlı hareketlilik ve kentleşme süreçleri açısından yerel dayanıklılığın geliştirilmesi ve sivil toplum, yerel topluluklar, akademi ve diğer paydaşların karar süreçlerine katılımını destekleyen mekanizmaların güçlendirilmesi, iklim politikalarının toplumsal boyutunu tamamlayabilir. Şeffaf, kapsayıcı ve katılımcı yönetişim uygulamaları, uzun vadeli politika sürekliliğinin desteklenmesi açısından da önem taşımaktadır.

Teknoloji, veri ve inovasyon alanında güvenilir emisyon verilerinin üretilmesi, raporlama ve doğrulama altyapılarının geliştirilmesi ve yapay zekâ destekli dijital izleme araçlarından yararlanılması, iklim politikalarının izlenebilirliğini ve karar destek kapasitesini güçlendirebilir. Bunun yanı sıra hidrojen, enerji depolama, karbon yakalama, kullanım ve depolama teknolojileri ile diğer düşük karbonlu üretim teknolojilerinde Ar-Ge ve yerli teknoloji geliştirme kapasitesinin desteklenmesi, Türkiye'nin uzun vadeli iklim hedeflerinin yanı sıra teknolojik rekabet gücüne de katkı sağlayabilir.

Bu değerlendirmeler doğrultusunda, Türkiye'de hâlihazırda yürütülen iklim politikası ve düşük karbonlu dönüşüm çalışmalarını COP31 süreci ve 2053 Net Sıfır Emisyon Hedefi doğrultusunda destekleyebilecek beş stratejik alan öne çıkmaktadır:

**1. Enerji sistemi, şebeke esnekliği ve enerji verimliliğinin güçlendirilmesi**

Yenilenebilir enerji kapasitesindeki gelişmelerin elektrik sistemine etkin biçimde entegre edilmesini desteklemek amacıyla iletim ve dağıtım altyapısının modernizasyonunun sürdürülmesi, enerji depolama sistemlerinin yaygınlaştırılması ve sanayi ile binalarda enerji verimliliği uygulamalarının geliştirilmesi önemli fırsatlar sunmaktadır. Ulaşımda elektrifikasyonun ve demiryolunun payının artırılmasına yönelik çalışmalar da enerji kaynaklı emisyonların azaltılmasına tamamlayıcı katkı sağlayabilir.

**2. Yeşil finansman, sanayi dönüşümü ve karbon fiyatlandırma araçlarının geliştirilmesi**

İklimle ilişkili harcamaların bütçe sistemi içerisinde sistematik biçimde sınıflandırılması ve izlenmesi, kamu kaynaklarının düşük karbonlu yatırımları destekleyecek biçimde değerlendirilmesi ve yeşil finansmana erişimin kolaylaştırılması ekonomik dönüşümü destekleyebilir. SKDM ve ETS süreçleri dikkate alınarak özellikle karbon yoğun sektörlerde enerji verimliliği, karbon muhasebesi, düşük karbonlu üretim teknolojileri ve teknolojik modernizasyon çalışmalarının desteklenmesi, sanayinin dönüşüm ve rekabet kapasitesine katkı sağlayabilir.

**3. Su, tarım ve ekosistem dayanıklılığının desteklenmesi**

Kuraklık ve su stresi riskleri karşısında tarımsal sulama altyapısının modernizasyonu, kapalı ve basınçlı sulama sistemlerinin geliştirilmesi, uygun koşullarda arıtılmış atıksuların yeniden kullanımı, yağmur suyu yönetimi ve doğa tabanlı çözümlerin yaygınlaştırılması değerlendirilebilir. Rejeneratif tarım uygulamaları, toprak sağlığının korunması, biyoçeşitliliğin desteklenmesi ve gıda güvenliğinin güçlendirilmesi de ulusal uyum politikalarını tamamlayabilecek önemli uygulama alanları arasında yer almaktadır.

**4. Adil geçiş, toplumsal dayanıklılık ve katılımcı yönetişimin güçlendirilmesi**

Düşük karbonlu dönüşüm sürecinde iş gücünün değişen yetkinlik ihtiyaçlarına hazırlanmasına yönelik yeşil beceri geliştirme, mesleki eğitim, yeniden beceri kazandırma ve sosyal koruma programlarının geliştirilmesi önem taşımaktadır. İklim değişikliğine bağlı hareketlilik ve kentleşme süreçleri açısından yerel dayanıklılığın desteklenmesi ile sivil toplumun ve yerel toplulukların karar süreçlerine katılımını kolaylaştıran mevcut mekanizmaların geliştirilmesi, toplumsal uyum ve katılımcı yönetişim açısından ilave katkılar sağlayabilir.

**5. Veri, teknoloji ve kurumsal eşgüdüm kapasitesinin geliştirilmesi**

Emisyonların izlenmesi, raporlanması ve doğrulanmasında güvenilir, karşılaştırılabilir ve erişilebilir veri altyapılarının geliştirilmesi; yapay zekâ, uzaktan algılama ve dijital izleme sistemlerinden uygun alanlarda yararlanılması iklim yönetişiminin izleme ve değerlendirme kapasitesini destekleyebilir. Merkezi ve yerel yönetimler, akademi, özel sektör ve sivil toplum arasındaki mevcut iş birliği ve eşgüdüm mekanizmalarının güçlendirilmesi ile hidrojen, enerji depolama, karbon yakalama ve diğer düşük karbonlu teknolojilerde Ar-Ge ve yerli teknoloji kapasitesinin desteklenmesi de uzun vadeli dönüşüme katkı sağlayabilir.

Sonuç olarak COP31, Türkiye açısından uluslararası görünürlüğü ve iklim diplomasisindeki etkinliği destekleyen önemli bir süreç olmasının yanı sıra, 2030 ve 2053 hedefleri arasında bütünlük ve süreklilik kurulmasına katkı sağlayabilecek stratejik bir fırsat olarak değerlendirilebilir. Türkiye'nin yenilenebilir enerji potansiyeli, güçlü sanayi altyapısı, teknolojik kapasitesi, tarımsal üretim olanakları ve biyolojik çeşitliliği, sürdürülebilir ve düşük karbonlu kalkınma açısından önemli avantajlar sunmaktadır. Mevcut hukuki ve kurumsal çalışmaların uygulama kapasitesinin güçlendirilmesi, enerji ve sanayi dönüşümünün desteklenmesi, doğal kaynak ve ekosistem dayanıklılığının geliştirilmesi, teknolojik kapasitenin artırılması ve katılımcı yönetişim uygulamalarının sürdürülmesi, COP31 sürecinin uzun vadeli kazanımlarını destekleyebilir. Bu çerçevede COP31 kapsamında geliştirilecek çalışmaların 2030 sektörel hedefleriyle, 2030 hedeflerinin ise 2053 Net Sıfır Emisyon vizyonuyla uyumlu biçimde ilişkilendirilmesi, Türkiye'nin sürdürülebilir dönüşüm sürecine önemli katkılar sağlayabilir.

## BÖLÜM 2. KONUNUN STRATEJİK ÇERÇEVESİ VE POLİTİK ANALİZ

### 2.1. Küresel İklim Rejiminin Sözleşme Çerçevesi: Paris Anlaşması

Prof. Dr. İlke GÖÇMEN

- İklim değişikliği, *1980'li yıllarla birlikte*, uluslararası düzeyde *bir sorun* olarak görülmeye başlanmıştır. Özellikle, 6 Aralık 1988 tarihli ve "İnsanlığın Bugünkü ve Gelecek Nesilleri için Küresel İklimin Korunması" başlıklı Birleşmiş Milletler (BM) Genel Kurulu İlke Kararı ile iklim değişikliği "insanlığın ortak endişesi" olarak kabul edilmiştir ve iklim değişikliği ile mücadelenin "küresel bir çerçeve içinde" önlemler almayı gerektirdiği belirlenmiştir (UNGA Resolution 43/53, pt. 1 ve 2). *Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli* (IPCC) de, iklim değişikliği ile ilgili olarak "uluslararası düzeyde koordineli bilimsel değerlendirmeler sağlamak üzere" aynı İlke Kararı ile onay görmüştür (Ibid, pt. 5 / https://www.ipcc.ch/).
- İklim değişikliği, *1990'lı yıllarla birlikte*, küresel düzeyde bir *uluslararası anlaşmaya* konu olmuştur. *Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi* (UNFCCC), 9 Mayıs 1992'de benimsenmiş ve 21 Mart 1994'te yürürlüğe girmiştir (md. 23). Sözleşme, bugün için, (Türkiye dahil) 198 *tarafa* sahiptir. Bu Sözleşme uyarınca *iklim değişikliği*, "doğrudan veya dolaylı olarak insan etkinliğine atfedilen, küresel atmosferin bileşimini değiştiren ve karşılaştırılabilir zaman dilimlerinde gözlemlenen doğal iklim değişkenliğine ek olarak ortaya çıkan iklimdeki değişiklik anlamına gelmektedir" (md. 1(2)). *Amaç* ise, "atmosferdeki sera gazı yoğunluklarını, iklim sistemi üzerinde insan kaynaklı tehlikeli bir müdahalenin önüne geçecek bir düzeyde istikrara kavuşturmaktır" (md. 2). *Araç* olarak taraflar, ortak fakat farklılaştırılmış sorumluluklar ve göreceli kabiliyetler ilkesi çerçevesinde, örneğin insan kaynaklı sera gazı emisyonlarını ve yutaklar yoluyla giderimlerini dikkate alarak iklim değişikliğini azaltmaya yönelik ulusal programlar hazırlamak, uygulamak, yayımlamak ve düzenli olarak güncellemek gibi taahhütler üstlenmektedir (md. 4). Ayrıca, Taraflar Konferansı (COP) bir "üst organ" olarak kurulmuştur ve "uygulamayı düzenli olarak gözden geçirmek" ile "etkin uygulamayı teşvik etmek için gerekli kararları almak" gibi yetkilerle donatılmıştır (md. 7). Bununla birlikte, Sözleşme, herhangi bir bağlayıcı emisyon azaltım hedefi öngörmemektedir.
- İklim değişikliği, *2000'li yıllarla birlikte*, küresel düzeyde *kısmi bir bağlayıcı emisyon azaltım hedefine* konu olmuştur. UNFCCC'ye eklenen *Kyoto Protokolü*, 11 Aralık

1997'de benimsenmiş ve 16 Şubat 2005'te yürürlüğe girmiştir (md. 25). Protokol, bugün için, (Türkiye dahil) 192 *tarafa* sahiptir. *Amaç*, "sürdürülebilir kalkınmayı teşvik etmek için", taraflara sayısal olarak belirlenmiş emisyon sınırlama ve azaltma taahhütleri yüklemektir (md. 2). *Araç* olarak taraflar, ortak fakat farklılaştırılmış sorumluluklar ve göreceli kabiliyetler ilkesi temelinde iki gruba ayrılmıştır: Sanayileşmiş devletler ile piyasa ekonomisine geçiş sürecindeki bazı devletler, belirli bir zaman dilimi içinde sera gazı emisyonlarını belirli oranlarda azaltmayı taahhüt etmişken (EK B) geri kalan (Türkiye dahil) devletler bu türde bağlayıcı yükümlülükler üstlenmemiştir. Bu tasarım, özellikle ABD'nin taraf olmaması ve Çin ile Hindistan gibi devletlerin azaltma yükümlülüğü üstlenmemesi ile birleşince, küresel emisyon azaltımı bakımından beklenen etkinin sınırlı kaldığı literatürde değerlendirilmiştir (Rosen, 2015, pp. 31–32).

- İklim değişikliği, *2010'lu yıllarla birlikte*, küresel düzeyde *bütüncül bir bağlayıcı emisyon azaltım hedefine* konu olmuştur. *Paris Anlaşması*, 12 Aralık 2015'te benimsenmiş ve 4 Kasım 2016'da yürürlüğe girmiştir (md. 21). Anlaşma, bugün için, (Türkiye dahil) 194 *tarafa* sahiptir. Paris Anlaşması, Kyoto Protokolü'nden farklı olarak, UNFCCC'ye ek bir protokol değil, kendi başına bağımsız bir uluslararası anlaşmadır. Bununla birlikte, işlevsel ve kurumsal açıdan UNFCCC ile sıkı bir şekilde bağlantılıdır (örneğin bkz. md. 1, 14).
- *Amaç*, "[UNFCCC'nin] uygulanmasını geliştirerek, sürdürülebilir kalkınma … bağlamında iklim değişikliği tehdidine karşı küresel yanıtı güçlendirmek"tir (md. 2). Bu yönden, Anlaşma, yalnızca sınırlı sayıda tarafa yükümlülük getiren Kyoto Protokolü'nden farklı olarak, başta emisyon azaltımı olmak üzere temel taahhütleri tüm taraf devletler için geçerli hale getirerek bu rejimi *bütüncül* kılmaktadır.
- *Araç* olarak taraflar, ortak fakat farklılaştırılmış sorumluluklar ve göreceli kabiliyetler ilkesi çerçevesinde, örneğin "küresel ortalama sıcaklık artışını sanayi öncesi seviyelere kıyasla 2°C'nin oldukça altında tutmayı ve sıcaklık artışını 1,5°C ile sınırlama çabalarını sürdürmeyi" taahhüt etmektedir (md. 2). Bununla birlikte, örneğin IPCC ise, 2018 yılındaki "1,5°C Küresel Isınma" başlıklı özel raporunda bu sınırın önemine dikkat çekmiştir (Intergovernmental Panel on Climate Change, 2018). Taraflar, ulusal katkı beyanı ile bağlayıcı emisyon azaltım hedefini belirlemeli, sera gazı yutaklarını ve rezervuarlarını korumak ve geliştirmek için önlem almalı ve uluslararası düzeyde emisyon azaltım haklarını transfer edebilmelidir (md. 4, 5, 6).

- Paris Anlaşması'nın işleyişi bir döngü üstüne kuruludur (ayrıca bkz. Rajamani, 2024, pp. 169–176):
    - *Kademeli arttırma* (*ratcheting up*): Taraflar, 2020'den bu yana kural olarak her beş yılda bir kez ulusal katkı beyanı sunmaktadır ve her beyanın bir öncekine nazaran daha yüksek bir iklim hedefini yansıtması beklenmektedir (md. 4). (Türkiye, 30 Eylül 2015'te "Niyet Edilen İlk Ulusal Katkı Beyanı"nı, 13 Nisan 2023'te "Güncellenmiş Birinci Ulusal Katkı Beyanı"nı ve 9 Kasım 2025'te "İkinci Ulusal Katkı Beyanı"nı sunmuştur (https://unfccc.int/NDCREG).)
    - *Geliştirilmiş şeffaflık çerçevesi* (*enhanced transparency framework* [ETF]): Taraflar, 2024'ten bu yana iklim değişikliğinin azaltılmasına, uyum tedbirlerine ve sağlanan veya alınan desteklere ilişkin ilerlemeyi raporlamaktadır ve bu raporlar uluslararası düzeyde incelenmektedir (md. 13).
    - *Paris Anlaşması Uygulama ve Uyum Komitesi* (*Paris Agreement Implementation and Compliance Committee* [PAICC]): Paris Anlaşması'nın uygulanmasına ve uyuma ilişkin meseleler; şeffaf, çekişmesiz ve yaptırım niteliği taşımayan bir mekanizma çerçevesinde ele alınmaktadır (md. 15 / https://unfccc.int/PAICC).
    - *Küresel durum değerlendirmesi* (*global stocktake*): Taraflar Konferansı (COP), Paris Anlaşması'nın taraflar toplantısı olarak görev yaparak, Anlaşma'nın uygulanmasını ve amacına ulaşılması yönündeki toplu ilerlemeyi beş yılda bir değerlendirmektedir (md. 14). (COP-28, 13 Aralık 2023'te ilk küresel durum değerlendirmesini gerçekleştirmiştir, COP-33, 2028'de ikincisini gerçekleştirecektir.)
    - İşte bu döngüde, taraflar; geliştirilmiş şeffaflık çerçevesi, uygulama ve uyum mekanizması ve küresel durum değerlendirmesi ışığında ve daha yüksek bir iklim hedefini yansıtacak şekilde ulusal katkı beyanlarını gözden geçirsin istenmektedir.
- Paris Anlaşması, belirli bir uyuşmazlık çözüm mekanizması ve/veya yaptırım sistemi getirmemekle birlikte, uygulanmasını ve uyumu teşvik etmeye yönelik şeffaflık ve inceleme mekanizmaları ile taraflar arası ve kamusal inceleme mekanizmalarını da içeren bir yaklaşım benimsemektedir. Bununla birlikte, uygulamada, çeşitli nedenlerle ulusal katkı beyanlarında öngörülen hedeflere ulaşılmasını engelleyebilecek ve bu bakımdan bir "uygulama açığı" doğurabilecek risklerin bulunduğu tespit edilmiştir (Peterson & van Asselt, 2026, pp. 465–467).

- Sonuç olarak, Paris Anlaşması, küresel iklim rejiminin bugüne kadarki en ileri aşamasını oluşturmakta olup hedeflerinin gerçekleştirilmesi Anlaşma'nın etkin biçimde işletilmesine bağlı bulunmaktadır.

## 2.2. Yasal Mevzuat: Türkiye İklim Rejiminin Yasal Çerçevesi: İklim Kanunu

Prof. Dr. İlke GÖÇMEN

- 7552 sayılı *İklim Kanunu*, 9 Temmuz 2025 tarihli ve 32951 sayılı Resmî Gazete'de yayımlanarak yürürlüğe girmiştir (md. 19) (ayrıca bkz. Çeçen, 2026, pp. 433–444).
- İklim Kanunu'nun *arka planı*, Genel Gerekçesi ile birlikte okunabilir (https://cdn.tbmm.gov.tr/KKBSPublicFile/D28/Y3/T2/DosyaKomisyonRaporunuVerdi/d929e28a-eafd-472b-a1a7-21fc0232ac33.pdf) (arka plan ile ilgili olarak ayrıca bkz. Köse, 2025, pp. 56–63).
- Genel Gerekçe, öncelikle, *iklim değişikliği* vurgusunu içermektedir. Buna göre "iklim değişikliği *küresel bir tehdit* olarak tüm dünyada ve ülkemizde artarak etkisini göstermektedir" ve "Ülkemiz; … iklim değişikliğinden *en çok etkilenecek ülkeler arasında* yer almaktadır".
- Genel Gerekçe, ayrıca, *uluslararası taahhütler* üstünde durmaktadır. Buna göre "Ülkemiz, [UNFCCC'ye] 2004 yılında ve Paris Anlaşması'na da 2021 yılında taraf olmuştur" ve bu kapsamda "ülkemizin 2053 Net Sıfır Emisyon Hedefi" ve "Ulusal Katkı Beyanı" ortaya konmuştur.
- Genel Gerekçe, nihayet, İklim Kanunu'na duyulan *ihtiyacı* şöyle açıklamaktadır: "… en önemlisi iklim değişikliği ile mücadelenin bir an önce *yasal zemine oturtulması* amacıyla İklim Kanununa ihtiyaç duyulmaktadır".
- Bu arka planda, İklim Kanunu'nun *amacı*, "yeşil büyüme vizyonu ve net sıfır emisyon hedefi doğrultusunda iklim değişikliğiyle mücadele etmek" olarak belirlenmiştir (md. 1) (ayrıca bkz. E. Demir, 2026, pp. 283–288).
- İklim değişikliği ile mücadele, *ilkesel olarak*, "ülkemizin ortak fakat farklılaştırılmış sorumluluklar ve göreceli kabiliyetler ilkesi dikkate alınarak, eşitlik, iklim adaleti, ihtiyatlılık, katılım, entegrasyon, sürdürülebilirlik, şeffaflık, adil geçiş ve ilerleme yaklaşımları esas alınarak" yürütülecektir (md. 3).
- İklim değişikliği ile mücadele, *kurumsal olarak*, Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı İklim Değişikliği Başkanlığı ("Başkanlık") aracılığıyla yürütülecektir (md. 4).

- İklim değişikliği ile mücadele, *faaliyet bazında*, iki yönlü yürütülecektir. Bir yandan, *sera gazı emisyonlarının azaltım faaliyetleri* söz konusudur. Buna göre "sera gazı emisyonları; Ulusal Katkı Beyanı, net sıfır emisyon hedefi ve Başkanlık tarafından yayımlanan veya güncellenen strateji ve eylem planları doğrultusunda" azaltılacaktır (md. 5). Diğer yandan, aynı doğrultuda olmak üzere, *iklim değişikliğine uyum faaliyetleri* söz konusudur. Buna göre: "iklim değişikliği ile ilişkili mevcut veya olası kayıp ve zararları önlemeye, riskleri en aza indirmeye veya fırsatlardan yararlanmaya yönelik uyum faaliyetleri" gerçekleştirilecektir (md. 6).
- İklim değişikliği ile mücadele, *araçsal olarak*, iki temelde yürütülecektir. *Planlama araçları* yönünden, *iklim değişikliği strateji ve eylem planları*; yukarıdaki iki faaliyeti gerçekleştirmek için, "dönemsel olarak ulusal ölçekte hazırlanır, uygulanır, uygulaması izlenir, değerlendirilir ve gerektiğinde ulusal veya bölgesel ölçekte güncellenir" (md. 7). *Uygulama araçları* yönünden (i) örneğin Türkiye Yeşil Taksonomisi veya Sınırda Karbon Düzenleme Mekanizması gibi *finansal araçlar*, (ii) örneğin temiz teknolojiler veya karbon yakalama ve depolama teknolojileri gibi *teknoloji araçları* ve (iii) kamuoyu farkındalığının artırılması ve yeşil iş gücünün yetiştirilmesi gibi *kapasite geliştirme araçları* düzenlenmektedir (md. 8).
- İklim değişikliği ile mücadele, esas olarak, *karbon fiyatlandırması* üstüne kurulmuştur. Bu yönden, "Başkanlık tarafından bir *Emisyon Ticaret Sistemi* (ETS) kurulur, ulusal tahsisat planlaması hazırlanır ve tahsisatların dağıtımı yapılır" (md. 9(1)). 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 mekanizmayı" ifade eder (md. 2(1(g)). Başkanlık, ayrıca; "sera gazı emisyonlarının *izleme*, *raporlama* ve *doğrulama* sürecini yönetir, *denkleştirme* faaliyetlerini düzenler" (md. 10(3(c)). İşletmeler, doğrudan sera gazı emisyonlarına neden olan faaliyetler yürütüyorsa, Başkanlıktan *sera gazı emisyon izni* almalıdır (md. 9(3)). İşletmeler, ETS kapsamına dâhil ise, doğrulanmış yıllık sera gazı emisyon değerine karşılık gelecek şekilde *yıllık tahsisat teslimi* gerçekleştirmelidir (md. 9(5)). Türkiye Emisyon Ticaret Sistemi *Yönetmeliği*, 27 Ağustos 2026 ve 33353 sayılı Resmî Gazete'de yayımlanarak yürürlüğe girmiştir (md. 41).
- İklim Kanunu çerçevesindeki *gelirler ve destekler* yönünden, örneğin "sera gazı emisyon izni alınması kapsamında elde edilecek" olanlar gibi gelirler, "yeşil dönüşüm ve iklim değişikliğiyle mücadele amacı" için destek oluşturmak üzere özel gelir olarak kaydedilir (md. 12-13).

- İklim Kanunu birtakım *cezai hükümler* ile bütünlenmiştir. Her birini tüketmek mümkün olmamakla birlikte, örneğin, "ETS'ye ilişkin usul ve esaslara, yasaklara veya sınırlamalara aykırı olarak" "doğrulanmış sera gazı emisyon raporunun zamanında sunulmaması" veya "sera gazı emisyon izni almadan faaliyet göster[ilmesi]" para cezası şeklinde idari yaptırıma tabi tutulmuştur (md. 14). Başkanlık, "idari yaptırıma bağlanan fiillere ilişkin denetleme" ve "idari yaptırım kararlarını verme" yetkilerine sahip kılınmıştır (md. 15).
- Son olarak, *düzenleyici işlemler* yönünden, Başkanlık, "Kanunda aksine hüküm bulunmadıkça, bu Kanunun uygulanmasına ilişkin usul ve esaslar"ı belirleyecektir.
- İklim Kanunu, akademik literatürde farklı yönleriyle değerlendirmelere konu olmuştur. Özellikle Kanunun ekolojik gerekliliklerden ziyade ekonomik kaygılar ve Türkiye'nin uluslararası pazarlara erişiminin korunması ekseninde şekillendiği ileri sürülmektedir (bkz. Ağaç & Arı, 2026, p. 184). Bunun yanında, daha genel olarak, Türkiye'nin iklim politikaları açısından uygulama, şeffaflık, finansman çeşitliliği ve yerel katılım gibi alanlarda geliştirmeye açık hususlar literatürde tartışılmaktadır (bkz. M. Demir & Kaplan, 2026, p. 314).
- Sonuç olarak, İklim Kanunu Türkiye'nin iklim politikalarının hukuki ve kurumsal çerçevesinin güçlendirilmesi açısından önemli bir temel oluşturmaktadır. Kanunun uygulama kapasitesinin, ilgili alt düzenlemelerin geliştirilmesi ve uygulamaya aktarılmasıyla birlikte önümüzdeki dönemde daha da pekişmesi beklenmektedir.

# BÖLÜM 3. EKONOMİK DÖNÜŞÜM VE FİNANSMAN (EKONOMİ & MALİYE)

Prof. Dr. Esra Atabay

Küresel iklim politikaları, çevresel hedeflerin ötesine geçerek kamu maliyesi, sanayi politikaları ve yatırım kararlarını doğrudan etkileyen yeni bir ekonomik dönüşüm sürecini beraberinde getirmiştir. Avrupa Birliği Yeşil Mutabakatı, Sınırda Karbon Düzenleme Mekanizması (SKDM), sürdürülebilir finansman uygulamaları ve karbon fiyatlandırma mekanizmaları, ülkelerin yalnızca çevre politikalarını değil, bütçe önceliklerini ve ekonomik rekabet gücünü de yeniden şekillendirmektedir. Türkiye açısından 2053 Net Sıfır Emisyon Hedefi ve COP31 adaylığı, iklim politikalarının kamu maliyesi, sanayi ve enerji politikalarıyla bütünleşik biçimde ele alınmasının önemini artırmaktadır. Dünya Bankası, Türkiye'nin düşük karbonlu kalkınma sürecinin yalnızca çevresel bir gereklilik değil; aynı zamanda uzun dönemli büyüme, ihracat rekabetçiliği ve yatırım çekme kapasitesi açısından stratejik bir fırsat sunduğunu vurgulamaktadır (World Bank Group, 2022;World Bank, 2024). Bu nedenle COP31 süreci, Türkiye açısından yalnızca uluslararası bir iklim diplomasisi gündemi değil; kamu maliyesi, sanayi politikaları ve sürdürülebilir finansmanın ortak bir dönüşüm çerçevesinde yeniden yapılandırılması için önemli bir fırsat sunmaktadır.

## 3.1. Bütçe Analizi: Yeşil Bütçeleme Uygulamalarının ve İklim Odaklı Kamu Finansmanının Değerlendirilmesi

Prof. Dr. Esra Atabay

İklim hedeflerinin gerçekleştirilebilmesi, yalnızca çevre politikalarının oluşturulmasıyla değil, bu politikaların kamu bütçesi tarafından ne ölçüde desteklendiğiyle doğrudan ilişkilidir. Bu nedenle son yıllarda OECD başta olmak üzere birçok uluslararası kuruluş tarafından geliştirilen yeşil bütçeleme yaklaşımı, bütçe hazırlama, uygulama ve değerlendirme süreçlerinin iklim hedefleriyle uyumlu hale getirilmesini sağlayan temel mali yönetişim araçlarından biri olarak kabul edilmektedir (OECD, 2024a). Yeşil bütçeleme yaklaşımı, çevreye ayrılan ödeneklerin artırılmasının ötesinde, bütçe kararlarının sera gazı emisyonlarının azaltılması, iklim değişikliğine uyum ve doğal kaynakların sürdürülebilir kullanımı üzerindeki etkilerinin ölçülmesini esas almaktadır.

Türkiye'de kamu mali yönetimi, 5018 sayılı Kamu Mali Yönetimi ve Kontrol Kanunu kapsamında stratejik planlama ve performans esaslı program bütçe sistemi üzerine inşa

edilmiştir. Son yıllarda yayımlanan Merkezi Yönetim Bütçe Gerekçeleri ile İklim Değişikliği Başkanlığı Performans Programları incelendiğinde; sera gazı emisyonlarının azaltılması, enerji verimliliği, döngüsel ekonomi ve iklim değişikliğine uyum konularının kamu politikalarında daha görünür hale geldiği dikkat çekmektedir (Cumhurbaşkanlığı Strateji ve Bütçe Başkanlığı [SBB], 2025; İklim Değişikliği Başkanlığı, 2025, 2026). Bu gelişme, iklim politikalarının bütçe sistemi içerisinde giderek daha fazla yer bulduğunu göstermesi açısından önemlidir. İklimle ilişkili harcamaların farklı kurum ve programlar altında yer alması nedeniyle, bu harcamaların bütüncül biçimde izlenmesine yönelik standart etiketleme ve sınıflandırma yaklaşımlarının geliştirilmesi ilave katkı sağlayabilir (Tepekule ve Köslü, 2023; OECD, 2024a).

Merkezi Yönetim Bütçesi program verileri, sürdürülebilir çevre ve iklim değişikliği ile ilişkili programlara ayrılan ödeneklerin orta vadeli bütçe perspektifinde artış eğiliminde olduğunu göstermektedir. Bununla birlikte bütçe büyüklüklerinin tek başına değerlendirilmesi, yeşil dönüşümün finansman kapasitesini ortaya koymak açısından yeterli değildir. OECD, yeşil bütçelemenin yalnızca çevreye ayrılan bütçenin artırılmasını değil, kamu harcamalarının iklim hedeflerine sağladığı katkının da düzenli olarak izlenmesini önermektedir (OECD, 2024b). Türkiye'de 2026-2028 dönemi bütçe programları iklim ve sürdürülebilirlik hedeflerine yönelik kurumsal kapasitenin güçlendirildiğini ortaya koymakla birlikte, bütçe ödeneklerinin reel etkisinin değerlendirilebilmesi için iklim harcamalarının standart biçimde sınıflandırılması, enflasyon ve yatırım maliyetleri dikkate alınarak izlenmesi ve çevresel çıktılarla ilişkilendirilmesi önem taşımaktadır (Cumhurbaşkanlığı Strateji ve Bütçe Başkanlığı, 2025). Bu yaklaşım, kamu kaynaklarının hangi ölçüde yeşil dönüşüme katkı sağladığının ulusal ve uluslararası düzeyde daha şeffaf biçimde izlenmesine de olanak sağlayacaktır.

OECD'nin 2025 Türkiye Ekonomik İncelemesi'nde, Türkiye'nin yeşil bütçeleme uygulamalarına yönelik önemli adımlar attığı, ancak yeşil bütçeleme uygulamalarının gelişim sürecinde olduğu belirtilmektedir. Raporda, bütçe programlarının iklim hedefleriyle daha güçlü ilişkilendirilmesi, iklim harcamalarının standart biçimde sınıflandırılması ve bütçe sonuçlarının çevresel performans göstergeleriyle birlikte izlenmesinin kamu mali yönetiminin etkinliğini artıracağı vurgulanmaktadır (OECD, 2025). Benzer şekilde Dünya Bankası, düşük karbonlu kalkınmanın finansmanında kamu kaynaklarının özel sektör yatırımlarını harekete geçirecek şekilde kullanılmasının önemine dikkat çekmektedir (World Bank, 2024).

Bu çerçevede Türkiye'nin mevcut bütçe altyapısı, yeşil bütçeleme sistemine geçiş açısından önemli bir kurumsal temel sunmaktadır. Ancak COP31 sürecinde sürdürülebilir ekonomik

dönüşümün hızlandırılabilmesi için iklim harcamalarının standart bir etiketleme sistemiyle izlenmesi, performans esaslı bütçe göstergelerinin iklim hedefleriyle ilişkilendirilmesi ve kamu kaynaklarının çevresel etkisini ölçen izleme ve değerlendirme mekanizmalarının güçlendirilmesi öncelikli politika alanları olarak değerlendirilmektedir.

### 3.2. Sınırda Karbon Düzenleme Mekanizması (SKDM): İhracatçı Sektörlerin Dekarbonizasyon Maliyetleri

Prof. Dr. Esra Atabay

Avrupa Birliği tarafından uygulanmaya başlanan Sınırda Karbon Düzenleme Mekanizması (SKDM), karbon kaçağını önlemeyi amaçlayan çevresel bir düzenleme olmanın ötesinde, uluslararası ticaretin rekabet koşullarını yeniden şekillendiren önemli bir ekonomik politika aracıdır. Geçiş süreci 2023 yılında başlayan mekanizma; çimento, demir-çelik, alüminyum, gübre, elektrik ve hidrojen sektörlerinde karbon yoğun üretimin maliyetini artırarak düşük karbonlu üretimi teşvik etmeyi hedeflemektedir (European Commission, 2023). Türkiye'nin Avrupa Birliği ile güçlü ticari entegrasyonu dikkate alındığında, SKDM kapsamındaki sektörlerin uyum kapasitesi yalnızca çevresel yükümlülüklerin yerine getirilmesi açısından değil, ihracat pazarlarının korunması ve uluslararası rekabet gücünün sürdürülebilmesi açısından da kritik önem taşımaktadır.

Son yıllarda Emisyon Ticaret Sistemi (ETS) hazırlıkları, İklim Kanunu çalışmaları ve sürdürülebilir finansman alanındaki gelişmeler Türkiye'nin düşük karbonlu üretime geçiş sürecinde önemli ilerlemeler kaydettiğini göstermektedir. Türkiye'nin Avrupa Birliği ile Gümrük Birliği ilişkisi ve ihracatının önemli bölümünün AB pazarına yönelmesi dikkate alındığında bu dönüşümün önemi daha da belirgin hale gelmektedir. TÜİK verilerine göre imalat sanayi, 2025 yılı ihracatının %94'ten fazlasını oluşturmakta; Avrupa Birliği ülkeleri ise Türkiye'nin en önemli ihracat pazarları arasında yer almaktadır (Türkiye İstatistik Kurumu, 2026). SKDM kapsamındaki çimento, demir-çelik, alüminyum ve diğer karbon yoğun sektörler, Türkiye'nin sanayi üretimi ve ihracatı açısından stratejik öneme sahiptir. Bu nedenle düşük karbonlu üretime yönelik yatırımlar yalnızca çevresel uyum açısından değil, ihracatın sürdürülebilirliği ve uluslararası rekabet gücünün korunması açısından da ekonomik açıdan giderek daha önemli hale gelmektedir. Bununla birlikte özellikle enerji yoğun sektörlerde faaliyet gösteren işletmeler açısından karbon ayak izi hesaplama, doğrulama, raporlama ve düşük karbonlu üretim teknolojiler alanlarında ilave yatırım ve kapasite geliştirme fırsatları

bulunmaktadır. Dünya Bankası, Türkiye'nin düşük karbonlu kalkınma sürecinde kamu kaynaklarının özel sektör yatırımlarını harekete geçirecek biçimde kullanılmasının ve yeşil finansman araçlarının yaygınlaştırılmasının dönüşüm sürecinin başarısı açısından kritik olduğunu vurgulamaktadır (World Bank, 2024). OECD ise karbon fiyatlandırma mekanizmalarının ve öngörülebilir düzenleyici çerçevenin yatırım kararlarını hızlandıracağını belirtmektedir (OECD, 2025).

Bu kapsamda, SKDM'nin yalnızca ilave maliyet oluşturan bir yükümlülük olarak değil, sanayinin teknoloji dönüşümünü hızlandıracak stratejik bir fırsat olarak değerlendirilmesi önem taşımaktadır. Karbon yoğun sektörlerde enerji verimliliği yatırımlarının desteklenmesi, karbon muhasebesi ve raporlama altyapısının güçlendirilmesi, yeşil finansman araçlarına erişimin kolaylaştırılması ve özellikle KOBİ'lere yönelik teknik ve finansal destek mekanizmalarının geliştirilmesi, Türkiye'nin ihracat rekabet gücünün korunmasına katkı sağlayacaktır.

### 3.3. Fosil Yakıt Sübvansiyonları: Enerji Destek Mekanizmalarının Düşük Karbonlu Dönüşüm Perspektifinden Değerlendirme

Prof. Dr. Esra Atabay

Türkiye'nin enerji politikaları uzun yıllardır enerji arz güvenliği, ekonomik büyüme ve sanayi üretiminin sürdürülebilirliği temelinde şekillenmiştir. Bununla birlikte 2053 Net Sıfır Emisyon Hedefi, enerji üretim ve tüketim yapısında düşük karbonlu dönüşümün geliştirilmesinin önemini artırmaktadır. Bu süreçte fosil yakıtlara yönelik mevcut destek mekanizmalarının sürdürülebilir kalkınma hedefleri doğrultusunda yeniden değerlendirilmesi önem taşımaktadır. OECD ve Uluslararası Enerji Ajansı, fosil yakıt desteklerinin kademeli olarak gözden geçirilmesi ve elde edilecek mali alanın enerji verimliliği, yenilenebilir enerji ve temiz teknoloji yatırımlarına yönlendirilmesinin düşük karbonlu kalkınmayı hızlandıracağını vurgulamaktadır (IEA, 2024; OECD, 2025).

Enerji dönüşümünün çevresel boyutlarının yanı sıra ekonomik ve sosyal etkilerinin de birlikte değerlendirilmesi önem taşımaktadır. Bu nedenle fosil yakıt destek mekanizmalarında yapılabilecek değişikliklerin; enerji arz güvenliği, sanayi rekabet gücü ve hanehalkı üzerindeki etkiler dikkate alınarak kademeli biçimde ele alınması daha dengeli bir dönüşüm yaklaşımı sunabilir. Bu çerçevede kamu kaynaklarının enerji verimliliği uygulamaları, yenilenebilir enerji yatırımları, enerji depolama teknolojileri ve yeşil hidrojen gibi stratejik alanlara

yönlendirilmesi, sera gazı emisyonlarının azaltılmasının yanı sıra enerji ithalatına bağımlılığın azaltılması ve uzun dönemli ekonomik dayanıklılığın güçlendirilmesine katkı sağlayabilir. Bu yaklaşım, COP31 sürecinde Türkiye'nin sürdürülebilir ekonomik dönüşüm vizyonunu destekleyebilecek politika araçlarından biri olarak değerlendirilebilir. Bununla birlikte dönüşüm sürecinin sosyal etkilerinin yönetilebilmesi amacıyla, "adil geçiş" ilkesi doğrultusunda kırılgan sektörler ve düşük gelir gruplarını destekleyen tamamlayıcı politika araçlarının geliştirilmesi önem taşımaktadır (OECD, 2025).

# BÖLÜM 4. ENERJİ VE ALTYAPI DÖNÜŞÜMÜ

M. Turgut Çopuroğlu – Oğuz Hakan Aksu

Türkiye'nin 2053 net sıfır hedefi ile 2026 yılında Antalya'da ev sahipliği yapacağı COP31 arasındaki en somut köprü, enerji ve altyapı sektörüdür (Marmara Belediyeler Birliği, 2025 , T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, 2025). TÜİK Sera Gazı Emisyon İstatistikleri 1990-2023 verilerine göre, Türkiye'nin toplam sera gazı emisyonlarının %73,8'i enerji kaynaklıdır; bu oranı sırasıyla %12 ile tarım, %11,8 ile endüstriyel işlemler ve ürün kullanımı, %2,3 ile atık sektörü izlemektedir (TÜİK, 2025). Dolayısıyla mutlak emisyon azaltımı, ancak elektrik üretiminin, sanayi süreçlerinin, bina stokunun ve ulaşımın eş zamanlı dönüşümüyle mümkündür. Bu bölüm, dönüşümün ana teknik kollarındaki yapısal darboğazları ve COP31 vitrinine taşınabilecek somut müdahale alanlarını tartışır.

## 4.1. Yenilenebilir Enerji Entegrasyonu: Şebeke Esnekliği ve Enerji Depolama Kapasitesinin Geliştirilmesi

M. Turgut Çopuroğlu – Oğuz Hakan Aksu

### 4.1.1. Mevcut Durum

M. Turgut Çopuroğlu – Oğuz Hakan Aksu

Türkiye'nin yenilenebilir enerji kurulu gücü son çeyrek yüzyılda dramatik bir sıçrama göstermiştir. 2002 yılında 12.305 MW olan yenilenebilir kurulu güç, 2025 yıl sonu itibarıyla 76.281 MW seviyesine ulaşmış; toplam 122.519 MW olan kurulu güç içindeki payı %62'yi aşmıştır (Konhaber, 2026). Mart 2026 itibarıyla yenilenebilir kaynaklardan elde edilen aylık üretim 19,5 milyar kWh ile rekor seviyeye taşınmıştır (Konhaber, 2026). Buna karşılık, kurulu güçteki bu pay üretimde tam karşılığını bulamamaktadır. 2025 yılında elektrik üretiminin %33,6'sı kömürden, %23'ü doğal gazdan sağlanırken, hidrolik enerji %15,8, rüzgâr %10,9, güneş %10,5 ve jeotermal %3,2 paya sahip olmuştur (Konhaber, 2026). Rüzgâr ve güneşin birlikte üretimdeki payı 2025 yılında ilk kez %20 eşiğini aşmış ve yerli kömür üretimini geride bırakmıştır (Ember, 2026; Temiz Enerji, 2025).

### 4.1.2. Yapısal Darboğazlar

M. Turgut Çopuroğlu – Oğuz Hakan Aksu

Türkiye'nin enerji dönüşümünde önümüzdeki on yılın belirleyici sorunu artık kapasite ekleme değil, şebeke entegrasyonu ve esneklik sorunudur. SHURA Enerji Dönüşümü Merkezi'nin 2026 projeksiyonuna göre, Türkiye'nin 2035 hedeflerine (rüzgâr ve güneş kurulu gücünü üç katına çıkarmak) ulaşabilmesi için yılda ortalama 8 GW yeni kapasitenin devreye alınması gerekmektedir (SHURA, 2026). Öne çıkan üç darboğaz şu şekilde özetlenebilir:

İletim ve dağıtım altyapısı. Dağıtım seviyesinde artan lisanssız üretim, elektrikli araç şarjı ve yeni yoğun tüketim alanları şebeke işletimini karmaşıklaştırmaktadır (SHURA, 2026). Trafo merkezleri ve iletim hatları, özellikle Güneydoğu ve İç Anadolu'da artan yenilenebilir bağlantı taleplerini karşılayamamaktadır.

Depolama açığı. Türkiye, EPDK'nın verdiği 33,1 GW depolamalı üretim ön lisansıyla Avrupa'da batarya proje kapasitesinde lider konumdadır (Fuar Dergisi, 2026). Ancak fiziki olarak devreye alınmış BESS kapasitesi hâlâ pilot ölçeklidir. Bandırma Enerji Üssü'nde devreye giren 2 MW/4 MWh BESS, bakanlık onaylı ilk şebekeye entegre depolama sistemi olarak Türkiye için bir ilki temsil etmektedir (Enerjisa Üretim, 2025; Fuar Dergisi, 2025). Eskişehir Sivrihisar'daki 49,2 MW GES + 34,1 MWh BESS hibrit tesisi diğer önemli somut örneği oluşturmaktadır (Yeşilhaber, 2026). Sektör temsilcileri, 2026 yılını "depolama yatırımlarının sahaya iniş yılı" olarak nitelendirmektedir (EDSİS, 2025).

Atıl potansiyel. Karasal rüzgâr potansiyelimizin (~45.000 MW) yalnızca üçte biri devrededir; deniz üstü (offshore) rüzgâr potansiyeli (~75.000 MW) ise henüz hiç değerlendirilmemiştir (STRASAM, 2024).

### 4.1.3. COP31 Kapsamında Yapılabilecekler

M. Turgut Çopuroğlu – Oğuz Hakan Aksu

**Yeşil Şebeke Yatırım Programı:** Şebeke modernizasyonu için bağımsız bir program oluşturulmalı; iletim ve dağıtım yatırımları yenilenebilir kapasite hedefleriyle eşgüdümlü planlanmalıdır.

**Esnekliği ödüllendiren piyasa tasarımı:** GÖP/GİP'te ördek eğrisi (tepe-dip farkı) arbitrajının yan hizmet gelirleriyle birleştirilmesi; 1 Ocak 2025'te yürürlüğe giren Toplayıcılık (Aggregator) Yönetmeliği'nin uygulamaya etkin geçirilmesi (Grentis, 2026).

**YEKA-Deniz programı:** Marmara, Ege ve Karadeniz havzalarında pilot offshore RES ihaleleri COP31 öncesi ilan edilmelidir**.**

**Yerli batarya tedarik zinciri:** OEM başvurularının sonuçlandırılması, hücre üretimi için stratejik teşvik paketi (EDSİS, 2025).

## 4.2. Enerji Verimliliği: Sanayide ve Binalarda "En Az Enerjiyle En Çok Katma Değer" Yaklaşımı

M. Turgut Çopuroğlu – Oğuz Hakan Aksu

### 4.2.1. Stratejik Çerçeve

M. Turgut Çopuroğlu – Oğuz Hakan Aksu

Türkiye'nin Enerji Verimliliği 2030 Stratejisi ve II. Ulusal Enerji Verimliliği Eylem Planı (II. UEVEP), 2024–2030 döneminde 20,2 milyar dolar yatırım, 37,1 MTEP birincil enerji tasarrufu ve 100 milyon ton $CO_2$eşd. emisyon azaltımı öngörmektedir (Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, 2024; Turkishtime, 2024). Yatırımın yaklaşık 5 milyar ABD doları tutarındaki kısmının kamu tarafından vergi ve teşvik programlarıyla sağlanması hedeflenmektedir (Yeşil Ekonomi, 2024). Plan; bina ve hizmetler, sanayi, ulaştırma, tarım, enerji ve start-up–dijitalleşme olmak üzere altı sektörde 10 stratejik amaç, 23 hedef ve 265 faaliyet içermektedir (EÜD, 2024).

Türkiye'nin birim GSYH başına enerji yoğunluğu OECD ortalamasının üzerindedir. II. UEVEP, 2023 yılı değerine göre enerji yoğunluğunun 2030 yılına kadar %15 oranında azaltılmasını hedeflemektedir (VTC Enerji, 2024). "En az enerjiyle en çok katma değer" perspektifi, bu boşluğun stratejik bir fırsata çevrilmesini gerektirir.

### 4.2.2. Sanayi Sektörü: CBAM Baskısıyla Buluşan Verimlilik

M. Turgut Çopuroğlu – Oğuz Hakan Aksu

Avrupa Birliği'nin Sınırda Karbon Düzenleme Mekanizması (CBAM/SKDM) kesin dönemi 1 Ocak 2026 itibarıyla başlamıştır. Omnibus Basitleştirme Düzenlemesi ile sertifika satışları 1 Şubat 2027'ye ertelenmiş olmakla birlikte, 2026 yılında AB'ye ithal edilen kapsam dahili mallara ilişkin finansal yükümlülük geçerliliğini korumakta; ilk yıllık CBAM beyannamesi 30 Eylül 2027 tarihine kadar sunulacaktır (Avrupa Komisyonu, 2025). Türkiye'nin AB'ye ihraç

ettiği çimento, demir-çelik, alüminyum, gübre, hidrojen ve elektrik gibi sektörler mekanizmanın doğrudan kapsamındadır. Bu mekanizma, enerji verimliliğini artık "tercih" değil "rekabet koşulu" haline getirmiştir. Üretim birimi başına tüketilen enerji ve karbon yoğunluğu, ihracatçı sektörlerin AB pazarındaki maliyet pozisyonunu doğrudan belirlemektedir.

Sanayide dönüşümün dayanması gereken dört teknik sütun aşağıdaki gibi özetlenebilir:

**(a) ISO 50001 Enerji Yönetim Sistemleri.** Enerji yöneticisi bulundurma yükümlülüğü olan endüstriyel işletmelerde ve 100 MW üzeri kurulu güçteki santrallerde ISO 50001 kurulumu zorunlu hale getirilmiştir (GENSED, 2024). Denetim ve doğrulama kapasitesinin daha da geliştirilmesi, bu sistemlerin uygulama etkinliğini destekleyebilir. Organize Sanayi Bölgelerinde Enerji Yönetim Birimlerinin yaygınlaştırılması da bu çerçevede değerlendirilebilir.

**(b) Verimlilik Artırıcı Proje (VAP) Programı.** Sanayiciye sağlanan proje başına %30 hibe desteği, kanun değişikliği ve yeniden değerleme oranıyla 21,6 milyon TL'ye çıkarılmıştır (Dünya Enerji Konseyi Türk Milli Komitesi, 2025). Başvuru süreçlerinin sadeleştirilmesi ve KOBİ'lerin programa erişiminin kolaylaştırılması, programın etki alanının genişlemesine katkı sağlayabilir.

**(c) Yaşam Döngüsü Değerlendirmesi (LCA) ve Çevresel Ürün Beyanı (EPD) entegrasyonu.** AB pazarında ürün bazında karbon ayak izinin şeffaf biçimde ortaya konulmasına yönelik gereklilikler giderek artmaktadır. Bu kapsamda sanayide enerji yatırım kararlarının birim enerji tasarrufunun yanı sıra ürün bazındaki yaşam döngüsü emisyon azaltım potansiyeliyle birlikte değerlendirilmesi yararlı olabilir. LCA tabanlı süreç optimizasyonu ile süreç verimliliğinin bütünleşik biçimde planlanması, sanayinin düşük karbonlu dönüşümünü destekleyebilir.

**(d) Süreç entegrasyonu ve atık ısı geri kazanımı.** Çimento, demir-çelik ve cam gibi yüksek sıcaklıklı süreçlerde atık ısı geri kazanım potansiyeli yüksek düzeydedir. Mevcut potansiyelin daha etkin değerlendirilmesine yönelik sektörel çalışmaların yaygınlaştırılması, enerji verimliliği ve emisyon azaltım hedeflerine katkı sağlayabilir.

### 4.2.3. Bina Sektörü

M. Turgut Çopuroğlu – Oğuz Hakan Aksu

Türkiye'nin nihai enerji tüketiminin önemli bir bölümü binalardan kaynaklanmaktadır. Bu alandaki dönüşüm aşağıdaki tamamlayıcı bileşenler çerçevesinde değerlendirilebilir:

- **TS 825 ısı yalıtım düzenlemeleri:** Yapılan revizyonla yalıtım kalınlıkları yaklaşık iki katına çıkarılmıştır. Yeni binalarda beklenen enerji tasarrufunun, mevzuatın etkin uygulanması ve denetim mekanizmalarının sürdürülmesiyle desteklenmesi mümkündür (Dünya Enerji Konseyi Türk Milli Komitesi, 2025).
- **Neredeyse Sıfır Enerjili Bina (NSEB):** NSEB konseptinin yeni inşaatlarda kademeli biçimde yaygınlaştırılması ve mevcut düzenleyici çerçeve doğrultusunda geliştirilmesi değerlendirilebilir (AA Yeşil Hat, 2024).
- **Yeşil bina sertifikası:** 2026 itibarıyla kamu binalarına zorunluluk getirilmiştir. Bu uygulamanın özel sektör ticari binalarında da kademeli biçimde yaygınlaştırılmasına yönelik seçeneklerin değerlendirilmesi, bina sektöründeki enerji performansının geliştirilmesine katkı sağlayabilir (Dünya Enerji Konseyi Türk Milli Komitesi, 2025; Temiz Enerji, 2024).
- **Derin yenileme (deep retrofit):** Mevcut bina stokunda görece kısa geri ödeme potansiyeline sahip önemli emisyon azaltım seçeneklerinden biridir. Yeşil mortgage ve enerji performans sözleşmesi (EPC) gibi finansman mekanizmalarının yaygınlaştırılması, derin yenileme uygulamalarını destekleyebilir (VTC Enerji, 2024).

### 4.3. Ulaşım ve Lojistik: Modal Dönüşüm ve Elektrifikasyon

M. Turgut Çopuroğlu – Oğuz Hakan Aksu

#### 4.3.1. Mevcut Durum

M. Turgut Çopuroğlu – Oğuz Hakan Aksu

Ulaştırma kaynaklı emisyonların Türkiye'nin toplam sera gazı emisyonlarındaki payı 1990'da %12,8 iken 2022 yılında %16,5 düzeyine yükselmiştir (T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, 2024). Sektör, karayolu hâkimiyetiyle karakterize olmaktadır: 2022 yılı envanterine göre ulaştırmadan kaynaklanan $CO_2$ emisyonlarının %94,1'i karayolundan, %3,7'si havayolundan, %1,2'si denizyolundan ve yalnızca %0,6'sı demiryolundan kaynaklanmıştır (T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, 2024). 2023 yılı yurt içi yük taşımacılığı modal pay verilerine göre, karayolunun payı %90,6 düzeyindedir; demiryolu payı ise yaklaşık %4,6 olup, AB-27 ortalaması olan %17'nin oldukça gerisindedir (TCDD Taşımacılık A.Ş., 2024).

#### 4.3.2. Elektrifikasyon ve Şarj Altyapısı

M. Turgut Çopuroğlu – Oğuz Hakan Aksu

Türkiye, 2024–2026 döneminde elektrikli araç (EV) pazarında belirgin bir sıçrama yaşamıştır. Ocak–Nisan 2026'da elektrikli otomobillerin pazar payı %18,9'a ulaşmıştır (Yeni Dönem Gazetesi, 2026). TOGG, yerli üretici olarak pazar liderliğini sürdürmekte; Ekim 2025 itibarıyla elektrikli araç pazar payı %14,91 seviyesine tırmanmıştır (Beefull, 2025). Bu hızlı yayılım üç koşula bağlıdır:

Bu gelişimin sürdürülebilir biçimde desteklenmesinde üç alan öne çıkmaktadır:

- **Şarj altyapısının dengeli yayılımı:** Büyükşehirler dışındaki koridorlarda DC hızlı şarj altyapısının geliştirilmesi, elektrikli araç kullanımının coğrafi yaygınlığını destekleyebilir.
- **Şebekenin elektrifikasyon yüküne hazırlanması:** Elektrikli araç şarjının özellikle akşam pik talebi üzerindeki etkileri dikkate alınarak akıllı şarj ve V2G (Vehicle-to-Grid) çözümlerinin yaygınlaştırılması, şebeke esnekliğine katkı sağlayabilir.

- **Bataryaların yaşam döngüsü değerlendirmesi:** Elektrikli araçların emisyon performansının batarya üretimi, kullanım ve geri dönüşüm aşamalarını kapsayan yaşam döngüsü analiziyle birlikte değerlendirilmesi önem taşımaktadır. Yerli batarya üretimi ve geri dönüşüm zincirinin bu LCA perspektifiyle geliştirilmesi, Türkiye'nin elektrikli mobilite ekosistemini destekleyebilir (İKV, 2025).

### 4.3.3. Modal Dönüşüm Seçenekleri

M. Turgut Çopuroğlu – Oğuz Hakan Aksu

Demiryolu, ulaşım kaynaklı emisyonların azaltılması açısından önemli potansiyel taşıyan ulaşım seçeneklerinden biridir. 12. Kalkınma Planı (2024–2028) ve 2053 Ulusal Ulaştırma Ana Planı, demiryolunun yük taşımacılığındaki payının mevcut %4,6 düzeyinden kademeli olarak %21'in üzerine, yolcu taşımacılığındaki payının ise %6'nın üzerine çıkarılmasını öngörmektedir (TCDD Taşımacılık A.Ş., 2024).

Bu kapsamda aşağıdaki uygulama alanları değerlendirilebilir:

- **Lojistik merkezler ve OSB'lerin demiryolu bağlantısı:** İhtisas OSB'leri ve Kocaeli, İzmir, Mersin ve Filyos gibi büyük limanların demiryolu erişiminin geliştirilmesi, öncelikli altyapı seçenekleri arasında değerlendirilebilir (T.C. Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı, 2024).
- **Mevcut hatların sinyalizasyonu ve elektrifikasyonu:** TCDD'nin "Demiryolunda Yeşil Ulaşım" eylem planı kapsamında yürütülen çalışmaların geliştirilmesi, 12. Kalkınma Planı'nın orta vadeli hedeflerine katkı sağlayabilir. Bu çerçevede yük taşımacılığındaki modal payın 2028'e kadar %10'a, 2053'e kadar %21,93 seviyesine çıkarılması hedeflenmektedir (TCDD, 2022; TCDD Taşımacılık A.Ş., 2024).
- **Kentsel raylı sistem yatırımları:** Metro, tramvay ve hafif raylı sistemlerin yenilenebilir enerji kaynaklarıyla beslenmesine yönelik PPA modellerinin değerlendirilmesi, kentsel ulaşımın düşük karbonlu dönüşümünü destekleyebilir.
- **Denizyolu ve kombine taşımacılık:** Karayolu–denizyolu–demiryolu entegrasyonunu temel alan yeşil koridor projeleri, taşımacılık sisteminde modal çeşitliliği ve enerji verimliliğini destekleyebilecek seçenekler arasında yer almaktadır.

### 4.3.4. Havacılık ve Denizcilik

M. Turgut Çopuroğlu – Oğuz Hakan Aksu

Türkiye'nin uluslararası havacılık emisyonları CORSIA mekanizması kapsamındadır (T.C. Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı, 2024). Sürdürülebilir Havacılık Yakıtı (SAF) üretiminde Türkiye'nin tarımsal atık ve atık yağ potansiyelinin değerlendirilmesine yönelik bir SAF stratejisinin geliştirilmesi, havacılık sektörünün düşük karbonlu dönüşümüne katkı sağlayabilir. Denizcilikte ise IMO 2050 hedefleriyle uyumlu yeşil koridor uygulamaları ve liman elektrifikasyonu (cold ironing) çalışmaları, değerlendirilebilecek öncelikli uygulama alanları arasında yer almaktadır.

## 4.4. COP31 Kapsamında Stratejik Değerlendirme

M. Turgut Çopuroğlu – Oğuz Hakan Aksu

Türkiye'nin son yıllarda yenilenebilir enerji kapasitesi, enerji verimliliği, elektrikli mobilite ve ilgili altyapı alanlarında kaydettiği gelişmeler, enerji dönüşümü açısından önemli bir temel oluşturmaktadır. Önümüzdeki dönemde kapasite artışlarının şebeke entegrasyonu, sistem esnekliği, enerji depolama, enerji verimliliği ve yaşam döngüsü performansıyla birlikte ele alınması, mevcut dönüşümün etkinliğini daha da güçlendirebilir.

COP31 kapsamında Türkiye'nin deneyim ve uygulamalarını uluslararası düzeyde paylaşabileceği üç alan öne çıkmaktadır:

1. Yenilenebilir enerji kapasitesi ile enerji depolama sistemlerinin entegrasyonunda gelişen pazar ve uygulama deneyimi,
2. SKDM ile uyumlu sanayi ve enerji verimliliği dönüşümüne yönelik çalışmalar,
3. Kentsel raylı sistemler, elektrikli araçların yaygınlaşması ve TOGG ile desteklenen yerli elektrikli mobilite ekosistemi.

Bu alanların ölçülebilir sektörel hedefler ve şeffaf izleme mekanizmalarıyla desteklenmesi, COP31'in uluslararası iklim diplomasisinin yanı sıra Türkiye'nin enerji dönüşümünü uluslararası finansman, teknoloji geliştirme ve iş birliği olanaklarıyla ilişkilendiren önemli bir platform olarak değerlendirilmesine katkı sağlayabilir.

# BÖLÜM 5. DOĞAL KAYNAK YÖNETİMİ VE EKOSİSTEM DAYANIKLILIĞI

## 5.1. Su Stresi Yönetimi: Kuraklık Risk Yönetimi ve Tarımsal Sulamada Modernizasyon Yaklaşımları

Doç. Dr. Hasan Volkan Oral

Küresel iklim değişikliğiyle ilişkili hidrometeorolojik dalgalanmalar ve yağış rejimlerindeki değişkenlik, Akdeniz havzasında yer alan Türkiye gibi ülkelerde su kaynakları üzerinde artan baskılar oluşturabilmektedir. Çevre ve inşaat mühendisliği alanlarında yürütülen disiplinlerarası çalışmalar, iklim değişikliğinin havza ölçeğinde su bütçesi üzerindeki etkilerini ve buna bağlı kuraklık risklerini incelemektedir (Donmez, C vd., 2010 ; Oral vd., 2020). Bilimsel çalışmalar; mevsimsel yağışlardaki belirgin düşüşlerin, aşırı sıcaklık dalgalarının ve artan buharlaşma-terleme (evapotranspirasyon) oranlarının yüzeysel ve yeraltı su rezervleri üzerinde baskı oluşturabildiğini göstermektedir. Bu gelişmeler, doğal ekosistemlerin yanı sıra gıda arz güvenliğinin temel bileşenlerinden olan tarımsal üretim açısından da uyum ve kaynak yönetimi gereksinimlerini artırabilmektedir.

Tarımsal sektör, Türkiye'de ve dünya genelinde tatlı su kaynaklarının ortalama %70 ila %80'ini tüketen en büyük sektör konumunda olduğundan, kuraklık risk yönetimi doğrudan sulama politikaları ve altyapısıyla bağlantılıdır. İlgili uluslararası literatürde, geleneksel sulama yöntemlerinin belirli koşullarda önemli su kayıplarıyla ilişkilendirilebildiği belirtilmektedir (Atanasova et al., 2021; Castellar et al., 2021). Bu tür verimsizlikler, meteorolojik kuraklığın hidrolojik ve tarımsal kuraklığa dönüşümünü hızlandırabilecek; aynı zamanda toprak tuzluluğu ve yeraltı su seviyelerinde azalma gibi uzun vadeli çevresel etkilerle ilişkilendirilebilmektedir. Geliştirilen kuraklık risk analizi modelleri, su arzı ile tarımsal su talebi arasındaki dengenin desteklenmesi için uyum ve kaynak yönetimi kapasitesinin güçlendirilmesinin önemine işaret etmektedir (Donmez, C vd., 2010).

Bu risklerin yönetiminde öne çıkan yaklaşımlardan biri, tarımsal sulama altyapısının modernizasyonu ve Doğa Tabanlı Çözümlerin (Nature-based Solutions - NbS) sürece entegre edilmesidir (Oral et al., 2020; Atanasova et al., 2021). Sulamada modernizasyon kavramı, yalnızca açık iletim kanallarının kapalı/basınçlı boru hatlarına dönüştürülmesi ve damla/yağmurlama sistemlerine geçilmesiyle sınırlı değildir. İlgili çalışmalar, modernizasyon yaklaşımının döngüsel şehir ve tarım modelleri bünyesinde arıtılmış atıksuların (reclaimed

water) yeniden kullanımı, yağmur suyu hasadı teknikleri ve toprak nem sensörlerine dayalı dijital tarım uygulamalarını da kapsayacak şekilde genişletilebileceğine işaret etmektedir (Castellar et al., 2021; Perales-Momparler et al., 2021). Marjinal kalitedeki suların veya arıtılmış kentsel atıksuların uygun standartlarda tarıma kazandırılması, özellikle su kıtlığı dönemlerinde tatlı su kaynakları üzerindeki çekim baskısının azaltılmasına katkı sağlayabilir.

Sulama modernizasyonu, Su-Gıda-Enerji Düğümü (Water-Food-Energy Nexus) çerçevesinde değerlendirildiğinde çevresel ve sosyoekonomik açıdan çeşitli katkılar sağlayabilmektedir (Perales-Momparler et al., 2021). Basınçlı ve akıllı sulama sistemleri, birim alanda kullanılan su miktarının azaltılmasına katkı sağlamanın yanı sıra, suyun çekilmesi ve dağıtılması için gereken enerji kullanımının optimize edilmesini destekleyerek tarımsal üretimin karbon ayak izinin azaltılmasına yardımcı olabilir. Uluslararası COST (European Cooperation in Science and Technology) aksiyonları ve Küçük Menderes Havzası gibi bölgesel havza ölçekli çalışmalar kapsamında elde edilen bulgular, sürdürülebilir sulama altyapılarının kırsal kalkınma, çiftçi gelirleri ve gıda güvenliği açısından önemli katkılar sağlayabileceğine işaret etmektedir (Donmez, C vd., 2010; Atanasova et al., 2021). Bu çerçevede, teknolojik uygulamaların bütüncül havza yönetimi, su çekimlerinin izlenmesi ve kaynakların sürdürülebilir kullanımını destekleyen planlama yaklaşımlarıyla birlikte ele alınması, uzun vadeli çevresel ve sosyoekonomik dayanıklılığın güçlendirilmesine katkı sağlayabilir.

Sonuç olarak, ilgili literatürde ortaya konulan bulgular, kuraklık risklerinin yalnızca kısa vadeli müdahaleler çerçevesinde değil; proaktif, dirençli ve döngüsel su yönetimi yaklaşımlarıyla birlikte ele alınmasının önemine işaret etmektedir (Oral et al., 2020; Castellar et al., 2021). Tarımsal sulamada modernizasyonun; iklim koşullarına uyumlu ve kuraklığa dayanıklı ürün desenlerinin değerlendirilmesi, arıtılmış atıksuların uygun koşullarda yeniden kullanımı, teknoloji destekli izleme sistemleri ve doğa tabanlı çözümlerin bütüncül biçimde ele alınmasıyla desteklenmesi mümkündür. Bu çalışmalar, değişen iklim koşulları altında su kaynaklarının sürdürülebilir yönetimi açısından yerel su yönetimi, sulama uygulamaları ve ulusal tarım politikalarının geliştirilmesine katkı sağlayabilecek bilimsel bir çerçeve sunmaktadır (Atanasova et al., 2021; Perales-Momparler et al., 2021).

## 5.2. Biyoçeşitlilik Kaybı: İklim değişikliğinin Türkiye'nin endemik türleri ve orman varlığı üzerindeki baskısı

Dr. Öğr.Üyesi Derya Ayral-Çınar

İklim değişikliği, atmosferdeki sera gazı konsantrasyonlarındaki artışla ilişkili olarak iklim koşullarında meydana gelen uzun dönemli değişimleri ifade etmekte; ortalama sıcaklıklardaki artışlar ile sel, kuraklık ve fırtına gibi aşırı hava olaylarının sıklık ve şiddetindeki değişimlerle ilişkilendirilmektedir (Kurnaz, 2023). Sıcaklık ve yağış rejimlerinin mevsimsel normallerden farklılaşması, canlıların yaşam döngüleri, dağılımları ve yaşam alanları üzerinde çeşitli etkiler oluşturabilmektedir. Değişen iklim koşulları, türlerin yaşam döngüleri, coğrafi dağılımları ve uyum kapasiteleri üzerinde farklı düzeylerde etkiler meydana getirebilir. Yeni çevresel koşullara uyum kapasitesi sınırlı olan türler ve habitatlar açısından popülasyon azalması ve yerel kayıp risklerinin artması söz konusu olabilir. Sıcaklık artışı ve yağış azalmasıyla ilişkili kuraklık koşulları, sulak alanların ve sığ su kaynaklarının daralmasına ve bu ekosistemlerde yaşayan bitki ve hayvan türlerinin popülasyonları üzerinde baskı oluşmasına katkıda bulunabilir. Bitkilerin gelişim süreçlerinde ihtiyaç duydukları su ve sıcaklık koşulları da türlerin ekolojik toleransları açısından önemli parametrelerdir. Sıcaklık artışı ve kuraklığa bağlı toprak nemindeki azalma, özellikle kuraklığa karşı duyarlı türlerin popülasyonlarını olumsuz etkileyebilir (Kekillioğlu, 2024).

Ulusal Biyolojik Çeşitlilik Stratejisi ve Eylem Planı'na (2007) göre, Türkiye'de bulunan bitki türleri içerisinde özellikle tohumlu bitkilerin sayısının 11.000'e, endemik tür sayısının ise 4.000'e yakın olduğu raporlanmıştır. Bu endemik türlerin yaklaşık 1.300'ü tehlike altında olarak tanımlanmaktadır. Ayrıca Türkiye'de bulunan soğanlı bitkilerin yaklaşık yarısının endemik türlerden oluştuğu belirtilmektedir. İklim değişikliği kapsamında azalması beklenen kış yağışları ve artması beklenen kış sıcaklıklarının, özellikle kış veya erken ilkbahar döneminde çiçeklenen bu bitkilerin gelişim süreçlerini etkileyebileceği değerlendirilmektedir (Kekillioğlu, 2024).

Türkiye'de bulunan omurgalılar içerisinde sürüngen/amfibi, memeli ve tatlı su balığı türlerinden yaklaşık 120'sinin endemik olduğu, bunların yaklaşık 30'unun ise tehlike altında bulunduğu bildirilmektedir. Türkiye'de yaşayan omurgasız hayvan türlerinin yaklaşık 30.000'inin tanımlandığı, ancak tahmin edilen toplam tür sayısının bunun iki katından daha fazla olabileceği raporlanmıştır. Omurgasız türler içerisindeki endemik tür sayısının ise 500–

4.000 arasında olduğu tahmin edilmektedir (Ulusal Biyolojik Çeşitlilik Stratejisi ve Eylem Planı, 2007). Endemik türleri etkileyebilecek unsurlar arasında iklim değişikliğiyle ilişkili sıcaklık artışları da önemli bir yer tutmaktadır. Örneğin, Kızıldeniz gibi daha sıcak su ortamlarına uyum sağlamış bazı deniz canlılarının Türkiye denizlerinde de gözlendiği bildirilmiştir (Öztürk, 2002). Benzer şekilde, Karadeniz'de daha önce yaygın olarak gözlenmeyen bazı balık türlerinin bölgede görülmeye başlanması, deniz suyu sıcaklıklarındaki artışla ilişkilendirilmektedir. Ege Denizi'nde yaşayan bazı yumuşak mercan türlerinde gözlenen beyazlama olaylarının da su sıcaklığındaki artışlarla ilişkili olabileceği belirtilmiştir (Çelik vd., 2002).

Endemik türler genellikle sınırlı coğrafi alanlarda dağılım gösterdiklerinden, değişen iklim koşullarına karşı diğer bazı türlere kıyasla daha yüksek hassasiyet gösterebilmektedir (Bozkurt vd., 2026). Örneğin, Türkiye'de Göller Bölgesi'nde bulunan endemik türlerin yaklaşık %5'inin yok olma riskiyle karşı karşıya olduğu bildirilmektedir. Türkiye'ye özgü önemli habitat alanlarından bir diğerini dağlık ekosistemler oluşturmaktadır. Çok sayıda endemik türe ev sahipliği yapan bu alanlarda buzulların gerilemesi ve iklim koşullarındaki değişimler, türlerin yaşam koşullarını etkileyebilmektedir. Kaçkar Dağları'nda buzulların erime eğilimi gösterdiği raporlanmıştır. Kızılcahamam Milli Parkı'nda ise mevcut tür sayısında %80 oranında azalma saptandığı bildirilmiştir (Çetin, 2007).

İklim değişikliğinin etkilerine duyarlı ekosistemlerden bir diğerini orman alanları oluşturmaktadır. Orman ekosistemlerinde meydana gelebilecek kayıplar, aynı zamanda karbon yutağı işlevi gören ağaç varlığının azalmasına neden olabileceğinden, iklim değişikliği ile orman ekosistemleri arasında karşılıklı etkileşimlerin ortaya çıkmasına katkıda bulunabilir (Psistaki vd., 2024). Orman Genel Müdürlüğü'nün (OGM) raporuna göre (2020), 2009–2013 döneminde yaklaşık 10 milyon $m^3$ orman varlığının heyelan, sel, kuraklık, fırtına ve kar gibi doğal olaylardan etkilendiği bildirilmiştir. Bu tür olayların sıklık ve şiddetindeki değişimlerin iklim değişikliğiyle ilişkili olabileceği değerlendirilmektedir.

İklim değişikliğiyle ilişkili kuraklık ve su kısıtı, ağaçların fizyolojik dayanıklılığını etkileyerek hastalık ve zararlılara karşı hassasiyetlerinin artmasına katkıda bulunabilir (OGM, 2020). Kuraklığın şiddeti ve süresine bağlı olarak ağaç büyümesinin olumsuz etkilenebildiği bildirilmiştir (Nunes vd., 2020). Bunun yanı sıra sıcaklık artışlarının bazı zararlı türlerin üreme ve yayılma dinamiklerini etkileyerek ağaçlar üzerindeki baskıyı artırabileceği (Nunes vd., 2020), değişen zararlı profilinin de ağaçların savunma mekanizmaları üzerinde etkili

olabileceği ortaya konmuştur (Kirilenko & Sedjo, 2007). Kantarcı (2013), 2000–2010 döneminde yaklaşık 300.000 m³ Toros Göknarı (*Abies cilicica*) ağacının kabuk böceği popülasyonundaki artışla ilişkili olarak kuruduğunu bildirmiştir.

İklim değişikliğinin orman ekosistemleri açısından önem taşıyan etkilerinden biri de orman yangını riskindeki değişimdir. Sıcaklık artışı ve toprak nemindeki azalma, ağaçların su stresine maruz kalmasına ve bitkisel materyalin kurumasına katkıda bulunabilmektedir. Su içeriği azalmış ağaçlar ve kuru bitkisel materyal, uygun meteorolojik koşullar altında yangınların başlaması ve yayılması açısından elverişli koşullar oluşturabilir (Türkeş ve Tolunay, 2023). Türkiye'de gözlenen ortalama yangın sayısının %50 arttığı, yanan orman alanının ise dört katına çıktığı raporlanmıştır (TMMOB Orman Mühendisleri Odası, 2024). Ayrıca orman yangını sezonunun uzadığı bildirilmiştir (OGM, 2019). Özellikle dağlık alanlarda yangın riskindeki artışın, bu alanlara erişim koşulları nedeniyle yangın yönetimi açısından ilave güçlükler oluşturabileceği değerlendirilmektedir (Türkeş ve Tolunay, 2023). Avrupa ölçeğinde gerçekleştirilen bir çalışmada da Türkiye, iklim değişikliğiyle ilişkili orman yangını tehlikesi açısından dikkat çeken ülkeler arasında değerlendirilmiştir (Rigo vd., 2017).

İklim değişikliğiyle ilişkili kuraklık ve sıcaklık artışlarının orman yangını riskini etkileyebilmesinin yanı sıra, rüzgâr rejimindeki değişimlerin de yangınların yayılma dinamikleri üzerinde etkili olabileceği değerlendirilmektedir. Güçlü rüzgâr koşullarının kurak ve sıcak dönemlerle birlikte ortaya çıkması, yangınların daha hızlı yayılmasına elverişli koşullar oluşturabilir. Benzer şekilde, sıklık veya şiddetinde değişiklik meydana gelebilecek kar ve fırtına olaylarının ağaçlarda kırılma ve devrilme riskini artırarak orman ekosistemlerini etkileyebileceği bildirilmektedir (TMMOB Orman Mühendisleri Odası, 2024). Kıyı bölgelerinde bulunan orman ekosistemleri de iklim değişikliğinin potansiyel etkileri açısından önem taşımaktadır. Türkiye'deki İğneada longoz ormanlarının deniz seviyesindeki yükselmeye bağlı değişimlerden etkilenebileceği tahmin edilmektedir (Tolunay, 2013).

Sonuç olarak, iklim değişikliğine bağlı sıcaklık, yağış, kuraklık ve aşırı hava olaylarındaki değişimler, türlerin yaşam alanları ve uyum kapasiteleri üzerinde farklı düzeylerde baskılar oluşturabilir. Özellikle sınırlı coğrafi dağılıma sahip endemik türlerin bu değişimlere karşı daha hassas olabileceği ve bazı türlerde popülasyon azalması veya yerel kayıp riskinin artabileceği değerlendirilmektedir. Biyoçeşitlilikte meydana gelebilecek azalmalar, ekosistem hizmetlerinin sürekliliğini ve ekosistemlerin değişen çevresel koşullara uyum kapasitesini etkileyebilir. Bu nedenle biyoçeşitliliğin ve orman ekosistemlerinin korunması, izlenmesi ve iklim değişikliğine

uyum kapasitesinin desteklenmesi, uzun vadeli ekosistem dayanıklılığı açısından önem taşımaktadır.

### 5.3. İklim dostu tarım tekniklerinin (rejeneratif tarım) yaygınlaştırılması

Dr. Öğr. Üyesi Elif Çakır

Dünya nüfusundaki artış, iklim değişikliği, doğal kaynakların yoğun kullanımı, biyoçeşitlilikteki azalma, çevresel kirlilik ve sera gazı emisyonlarındaki artış, sürdürülebilir tarım ve gıda güvenliği açısından önemli baskılar oluşturmaktadır (Butler, Vickery, & Norris, 2007; Chamala, 1990; Dağ & Yılmaz, 2024; Gomiero, Pimentel, & Paoletti, 2011; Gosnell, Gill, & Voyer, 2019; Senturk, Gök, & Koçyiğit, 2023). FAO, artan dünya nüfusunun gıda gereksinimlerinin karşılanabilmesi açısından daha sürdürülebilir gıda üretim sistemlerine geçişin önemini vurgulamaktadır (FAO, 2021). Sürdürülebilirlik, tarımsal üretim ve gıda sistemlerinin uzun vadede devamlılığının sağlanması açısından temel bir yaklaşım olarak değerlendirilmektedir (Harwood, 1990). Sürdürülebilir tarımın temel hedeflerinden biri, artan küresel gıda talebinin karşılanmasına katkı sağlarken gıda güvenliğinin desteklenmesidir. Bu yaklaşım, ekolojik ilkeler doğrultusunda üretim verimliliğini ve üretici-tüketici ilişkilerini birlikte ele almaktadır (Gliessman, Starr, & Martínez, 2018). Günümüzde tarımsal üretimin çevresel sürdürülebilirliğini güçlendirmeye yönelik politikaların geliştirilmesi ve uygulamaya aktarılması giderek daha fazla önem kazanmaktadır (Khangura, Ferris, Wagg, & Bowyer, 2023).

Sürdürülebilirlik, küresel gıda güvenliğinin güçlendirilmesine katkı sağlayabilecek temel yaklaşımlardan biridir. COP31 kapsamında sürdürülebilir, iklim dostu ve güvenli gıda üretimini destekleyen tarımsal uygulamaların yaygınlaştırılması, değerlendirilebilecek önemli hedefler arasında yer almaktadır (Dağ & Yılmaz, 2024). Rejeneratif tarım; doğayla uyumlu üretimi ve ekosistem sağlığının iyileştirilmesini hedefleyen, kaynakların etkin kullanımını destekleyen, iklim değişikliğine dayanıklılığın, biyolojik çeşitliliğin ve gıda sistemlerinin direncinin geliştirilmesine katkı sağlayabilecek sürdürülebilir ve yenilikçi bir yaklaşım olarak tanımlanmaktadır (Newton, Civita, Frankel-Goldwater, Bartel, & Johns, 2020; Rowntree et al., 2020).

Gıda güvenliği, hammaddeden başlayarak gıda tedarik zincirinin farklı üretim aşamalarını kapsamakta ve “tarladan çatala” yaklaşımı çerçevesinde ele alınmaktadır (European

Commission, 2023; Safitri et al., 2024). Gıda güvenliği koşullarının yeterince sağlanamadığı üretim sistemleri, gıda kaynaklı enfeksiyonlar ve zehirlenmeler açısından tüketici sağlığı üzerinde olumsuz etkiler oluşturabilmektedir (FAO, 2018, 2019). Bu kapsamda rejeneratif tarım uygulamaları; biyolojik aktivitenin artırılması, toprak sağlığının iyileştirilmesi, besin döngüsünün desteklenmesi, su kalitesinin geliştirilmesi, pestisit ve kimyasal gübre gibi girdilerin daha etkin yönetilmesi ve tarımsal üretimde izlenebilirliğin güçlendirilmesi yoluyla gıda güvenliğine katkı sağlayabilir (Gabel, 1979; Khangura et al., 2023; Safitri et al., 2024). Ayrıca üreticilerin tarımsal hammaddelerin güvenliği ve üretim süreçlerindeki sorumlulukları konusunda farkındalıklarının geliştirilmesi açısından da önem taşımaktadır (Safitri et al., 2024). Gıda kaybı ve israfının küresel boyutları ile etkileri de gıda güvenliği ve sürdürülebilirlik açısından birlikte değerlendirilmesi gereken bir konudur (Sırıken, 2024).

### 5.3.1. COP31 Kapsamında Temel Hedef

Dr. Öğr. Üyesi Elif Çakır

Türkiye'de rejeneratif tarım uygulamalarının farklı bölgesel, ekolojik ve üretim koşulları dikkate alınarak uygulanabilirliğinin değerlendirilmesi ve uygun uygulamaların yaygınlaştırılmasının desteklenmesi temel hedeflerden biri olarak ele alınabilir (Güngör & Özcan, 2025). Güvenli gıda üretiminin sürdürülebilirliğinin desteklenmesi amacıyla; toprak, su ve biyoçeşitliliğin korunmasına yönelik yaklaşımların geliştirilmesi, iklim dostu üretim sistemlerinin yaygınlaştırılması ve çiftçilerin ekonomik sürdürülebilirliğinin gözetilmesi önem taşımaktadır. Bu kapsamda pilot ölçekli başarılı uygulamaların bölgesel koşullar dikkate alınarak daha geniş ölçekte değerlendirilmesi mümkün olabilir.

### 5.3.2. COP31 Kapsamında Rejeneratif Tarım Uygulama Stratejileri

Dr. Öğr. Üyesi Elif Çakır

1. Toprak sağlığının güçlendirilmesi amacıyla kimyasal gübre kullanımının toprak ve ürün gereksinimleri doğrultusunda etkin biçimde yönetilmesi; organik madde birikiminin ve besin maddelerinin geri dönüşümünün desteklenmesi yoluyla toprak verimliliğinin uzun vadede korunması teşvik edilebilir (Lal, 2020; McLennon, Dari, Jha, Sihi, & Kankarla, 2021).

2. Toprak biyotasının ve bitki çeşitliliğinin desteklenmesi, farklı bitki türlerinin yetiştirilmesi ve güçlü kök sistemlerinin geliştirilmesine yönelik uygulamalar, toprak yapısının ve ekosistem dayanıklılığının iyileştirilmesine katkı sağlayabilir (Khangura et al., 2023; Lal, 2020).
3. Derin kök sistemlerini destekleyen rejeneratif tarım uygulamalarının yaygınlaştırılması ve bitki evapotranspirasyon verilerine dayalı sulama planlamasının kullanılması, su kayıplarının azaltılmasına ve yeşil su kaynaklarının kullanılabilirliğinin artırılmasına katkı sağlayabilir (Lal, 2020).
4. Düşük yağışlı bölgelerde, toprak yüzeyinden su kayıplarının azaltılmasına ve yeraltı su kaynakları üzerindeki baskının hafifletilmesine katkı sağlayabilecek uygulamalar yoluyla su kullanım verimliliğinin artırılması desteklenebilir (Lal, 2020).
5. Su ve rüzgâr erozyonunun azaltılmasına yönelik olarak yıl boyunca toprak örtüsünün korunması, örtü bitkilerinin yetiştirilmesi ve koruyucu tarım uygulamalarının yaygınlaştırılması değerlendirilebilir (Lal, 2020).
6. Toprak asitlenmesi ve besin elementi dengesizliklerinin yönetiminde kompost, çiftlik gübresi ve mikoriza gibi biyolojik girdilerin toprak özellikleri ve uygun kullanım miktarları dikkate alınarak değerlendirilmesi ve üreticilerin bu uygulamalar konusunda bilgilendirilmesi yararlı olabilir (Lal, 2020).
7. Toprakta karbon (C) tutulumunu destekleyen yenileyici tarım ve permakültür gibi girdi kullanım verimliliği yüksek alternatif tarımsal yaklaşımların uygun üretim koşullarında değerlendirilmesi teşvik edilebilir (Ghosh, Saha, Kumar, & Pathania, 2024; Lal, 2020).
8. IoT (Nesnelerin İnterneti), yapay zekâ ve veri analitiği gibi dijital teknolojilerin su ve gübre yönetiminde kullanılması; kaynak kullanım verimliliğinin, sürdürülebilirliğin ve ekonomik performansın geliştirilmesine katkı sağlayabilir (Türker, 2024). Yenileyici tarım, entegre permakültür, dijital tarım ve sürdürülebilir tarım yönetiminde dronlar, robotik sistemler ve makine öğrenmesi algoritmalarından yararlanılması, tarımsal uygulamaların geliştirilmesini destekleyebilir. Özellikle ürünlerin su ve sıcaklık gereksinimlerinin izlenmesi, gübreleme ve pestisit uygulamalarının yönetimi gibi alanlarda hassas tarım teknolojilerinin kullanımı değerlendirilebilir (Lei et al., 2025; Vărzaru, 2025).

### 5.3.3. COP31 Kapsamında Türkiye'de Rejeneratif Tarım Uygulama Önerileri

COP31 kapsamında Türkiye'de tarım-çevre ilişkilerinin sürdürülebilir biçimde geliştirilmesi ve gıda güvencesinin desteklenmesi açısından, çiftçilere yönelik su yönetimi, toprak verimliliğinin geliştirilmesi, kuraklığa dayanıklı üretim, agroekoloji ve rejeneratif tarım konularında uygulamalı atölye çalışmaları ve eğitim programlarının yaygınlaştırılması önem taşımaktadır. Bu programların geliştirilmesinde uygulanabilir, maliyet etkin ve yenileyici tarım ilkelerini destekleyen teknolojilerin yaygınlaştırılması amacıyla üniversite–çiftçi–kamu–özel sektör iş birliklerinin güçlendirilmesi değerlendirilebilir.

Rejeneratif tarım uygulamalarının yaygınlaştırılmasını desteklemek amacıyla uygun finansman mekanizmalarının geliştirilmesi ve çiftçilerin finansmana erişim olanaklarının çeşitlendirilmesi katkı sağlayabilir. Rejeneratif yöntemlerle üretilen ürünlere yönelik sürdürülebilir tedarik standartlarının ve pazar olanaklarının geliştirilmesi de üreticilerin bu uygulamalara geçişini destekleyebilir (Khangura et al., 2023; Sher et al., 2024). Bu kapsamda hibe ve düşük faizli kredi gibi mali teşvik araçlarının değerlendirilmesi, çiftçilerin yenileyici tarım uygulamalarına geçişini kolaylaştırabilecek seçenekler arasında yer almaktadır.

Yenileyici tarım uygulayan üreticiler ile tüketicileri daha doğrudan buluşturan yerel gıda ağlarının geliştirilmesi, bölgesel ekonomilerin ve sürdürülebilir tarım uygulamalarının desteklenmesine katkı sağlayabilir. Benzer şekilde, sürdürülebilir yöntemlerle üretilen tarımsal ürünlerden katma değerli ürünlerin geliştirilmesi ve yeni pazar olanaklarının değerlendirilmesi, çiftlik gelirlerinin çeşitlendirilmesine katkıda bulunabilir.

İklim değişikliğiyle mücadele, kaynak kullanım verimliliğinin artırılması ve çevresel sürdürülebilirliğin desteklenmesi açısından tarımsal kalkınma stratejilerinin bütüncül bir yaklaşımla ele alınması önem taşımaktadır. Bu kapsamda uluslararası iş birlikleri, bilgi paylaşımı, teknoloji transferi ve Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü ile ortak tarımsal çalışmaların geliştirilmesi değerlendirilebilir. COP31 kapsamında genç çiftçilere yönelik iklim dostu tarım uygulamaları konusunda eğitim ve kapasite geliştirme programlarının yaygınlaştırılması, sürdürülebilir tarımsal üretimin ve gıda güvenliğinin desteklenmesine katkı sağlayabilecek önemli hedeflerden biri olarak değerlendirilebilir (Dai, Wang, Jiang, & Lu, 2024). Rejeneratif tarım uygulamalarının gıda güvenliği boyutunu da içerecek biçimde yaygınlaştırılmasına yönelik programların geliştirilmesi ve desteklenmesi, bu yaklaşımın uygulama kapasitesinin güçlendirilmesine katkı sağlayabilir (Khangura et al., 2023).

# BÖLÜM 6. İKLİM ADALETİ VE TOPLUMSAL BOYUT

## 6.1. Düşük Karbonlu İş Dönüşümü: Karbon Yoğun Bölgelerde İş Gücü Dönüşümü ve Sosyal Koruma Mekanizmaları

Av. Baran Baş

Sanayileşmenin ve fosil yakıt bağımlılığının tarihsel odak noktaları olan karbon yoğun sanayi bölgeleri; ağır sanayi, kömür madenciliği, entegre demir-çelik ve petrokimya gibi yüksek emisyon üreten kolların merkezidir. Günümüzde küresel iklim rejimi, Avrupa Birliği Yeşil Mutabakatı, Sınırda Karbon Düzenleme Mekanizması ve net sıfır emisyon taahhütleri, bu sanayi ekosistemlerinde düşük karbonlu dönüşüm ihtiyacını ve yeni uyum alanlarını ön plana çıkarmaktadır.

Bu dönüşümün emek piyasalarındaki karşılığı, yüksek emisyon yoğunluğuna sahip iş kollarının düşük karbonlu üretim yapılarıyla uyumlu biçimde dönüşmesi ve çalışanların nitelikli, sürdürülebilir ve insan onuruna yakışır yeşil işlere geçişinin desteklenmesidir. Bu süreçte, politika öngörülebilirliğinin güçlendirilmesi, eğitim ve mesleki gelişim programlarının yeşil beceri ihtiyaçlarıyla daha güçlü biçimde uyumlaştırılması, yeni teknolojilere erişimin desteklenmesi ve iş gücünün sanayinin dönüşen yetkinlik ihtiyaçlarına hazırlanması önem taşımaktadır. Bu alanlarda atılacak tamamlayıcı adımlar, düşük karbonlu dönüşümün istihdam üzerindeki olumlu etkilerinin güçlendirilmesine ve adil geçiş sürecinin daha etkin biçimde desteklenmesine katkı sağlayabilir.

Uluslararası Çalışma Örgütü (ILO) adil geçişi (*just transition*), ekonomiyi yeşil hedefler doğrultusunda dönüştürürken bu süreçten etkilenen herkes için "insan onuruna yakışır işler" yaratarak hiçbir bireyi geride bırakmamayı önceler şekilde tanımlar. ILO, 2015 yılında kabul ettiği Çevresel Açıdan Sürdürülebilir Ekonomilere ve Toplumlara Doğru Adil Geçiş Rehberi ile aralarında yeşil dönüşümün de bulunduğu kriterler ortaya koymuştur. Yeşil dönüşüm, salt çevresel hedeflere uyum sağlanmasına yönelik bir politika tercihi değil; sürdürülebilir kalkınmanın sağlanması, nitelikli istihdamın artırılması toplumsal refahın korunması ve ekonomik sistemlerin iklim değişikliğinin yol açtığı riskler karşısındaki dayanıklılığının güçlendirilmesi bakımından çok boyutlu bir dönüşüm sürecidir (Portakal, Tamcı, & Acar, 2024).

Bu bağlamda yeşil işler, ister imalat ve inşaat gibi geleneksel sektörlerde ister yenilenebilir enerji ve enerji verimliliği gibi yeni ve gelişmekte olan yeşil sektörlerde, çevrenin korunmasına veya eski haline getirilmesine katkı sağlayan işlerdir. Düşük karbonlu iş dönüşümünde öncelikli hedef olarak belirlenen fosil yakıt zinciri, elektrik ve ısı üretimi, demir-çelik, çimento, alüminyum, petrokimya, gübre gibi enerji yoğun ağır sanayi, fosil yakıtlar, madencilik ve petrokimya gibi "kahverengi" sektörlerin yapılarının değişimi ve aynı zamanda, bu sektörlerin yeşil alternatiflerinin ortaya çıkması, iş gücü yapısında yeni yetkinlik ve uyum gereksinimlerini beraberinde getirebilmektedir. Nitekim karbonsuzlaşma hamleleri, yüksek emisyonlu üretim kilitlenmesini ortadan kaldırmayı hedeflerken geleneksel iş kollarının küçülmesine ve belirli sektör ve bölgelerde istihdam yapısı üzerinde farklı etkilere yol açabilmektedir (Vural & Ülgen, 2025). Düşük karbonlu üretime geçiş sürecinde iş gücünün uyum kapasitesinin güçlendirilmesi amacıyla, teknik ve mesleki eğitim olanaklarının geliştirilmesi, yeniden beceri kazandırma programlarının yaygınlaştırılması ve çalışanların yeni teknolojik yetkinlikler gerektiren alanlara geçişinin desteklenmesi önem taşımaktadır.

Öte yandan, adil geçiş mevzuatı ve uygulamalarının birçok ülkede gelişmekte olan bir alan olması; çevresel farkındalığın daha da güçlendirilmesi ihtiyacı, yeşil becerilere yönelik artan talebin karşılanmasına yönelik kapasite geliştirme gereksinimi, eğitim ve istihdam sistemlerinin değişen yeşil beceri ihtiyaçlarıyla uyumunun artırılması ve uygun finansman mekanizmalarının yaygınlaştırılması gibi konuları ön plana çıkarmaktadır (Acar Kurt, 2025; Bakca, 2026). Bu alanlarda atılacak tamamlayıcı adımlar, yeşil dönüşümün sosyal ve ekonomik boyutlarının daha etkin ve kapsayıcı biçimde yönetilmesine katkı sağlayabilir.

Türkiye'de Karabük örneğinde gözlemlendiği üzere, uzun yıllar cevher ve koka dayalı entegre üretim modeliyle gelişen ağır sanayi havzalarında teknik altyapı, iş gücü profili ve sanayi kültürü, mevcut üretim yapılarının dönüşüm hızını etkileyebilen dinamikler oluşturmaktadır. Karabük özelinde yapılan çalışmalar, düşük karbonlu üretim teknolojilerinin yatırım maliyetlerinin yüksek olması ve nitelikli iş gücü gerektirmesi nedeniyle büyük ölçekli işletmelerin düşük karbonlu iş dönüşümü kapasitelerinin görece daha yüksek olabildiğini göstermektedir (Yazici, 2026). Küçük ve orta ölçekli işletmeler açısından ise özellikle karbon raporlama kapasitesi, dijital altyapı ve dönüşüm finansmanına erişim alanlarında ilave destek gereksinimleri ortaya çıkabilmektedir. KOSGEB Yeşil Sanayi Desteği gibi uygulamaların bu alanlarda katkı sağlama potansiyeli bulunduğu değerlendirilmektedir (ayrıca bkz. Yatırımlarda Devlet Yardımları Hakkında Karar, 2025).

2018'de İspanya'da imzalanan Kömür Madenciliği Çerçeve Anlaşması'nda (Acuerdo Marco 2019-2027) kömür madeni işçilerine erken emeklilik, tazminat paketleri, yeşil işler için yeniden beceri kazandırılması, işsizlik destek paketleri ve bölgesel yatırım fonları kurulması gibi hususlar, yeşil sosyal politika bağlamında dikkate alınabilir çözüm önerilerinden bazılarıdır.

Küresel düzeyde yeşil sosyal politika yaklaşımının güçlendirilmesi ve yeşil istihdamın teşvik edilmesi, iklim değişikliğinin ekonomik ve sosyal etkilerinin adil ve kapsayıcı biçimde yönetilmesine katkı sağlayan önemli politika alanları arasında yer almaktadır (Güripek, 2025). Türkiye'de İklim Kanunu ile adil geçiş yaklaşımının kurumsal çerçevesinin oluşturulmasına yönelik önemli adımlar atılmıştır. İstihdamın dönüşüm sürecinde desteklenmesi, yeni istihdam alanlarının geliştirilmesi ve adil geçişe yönelik uygulama ve teşvik mekanizmalarının öngörülmesi, bu çerçevenin güçlendirilmesi açısından önemli bir temel sunmaktadır. Önümüzdeki dönemde kamu ve özel sektörün yanı sıra sivil toplum kuruluşları, sendikalar ve üniversitelerin katkılarıyla bu yaklaşımın uygulama boyutunun daha da geliştirilmesi ve paydaşlar arası iş birliğinin güçlendirilmesi, adil geçiş sürecine önemli katkılar sağlayabilir.

### 6.2. İklim Göçü ve Kentleşme: Kıyı Şehirlerinin Yükselen Deniz Seviyesine ve Aşırı Hava Olaylarına Karşı Direnci

Av. Baran Baş

Küresel iklim değişikliği; fosil yakıt kullanımı ve sürdürülebilir olmayan toprak kullanımının da etkisiyle atmosferde sera gazlarının birikmesine bağlı olarak gelişmekte ve kentsel yerleşimlerde altyapı, doğal çevre ve toplumsal yaşam açısından yeni planlama ve uyum gereksinimlerini gündeme getirmektedir. Hızlı nüfus artışıyla ivme kazanan kentleşme süreçlerinde şehirler hem sera gazı emisyonlarının önemli bir bölümünün oluştuğu hem de iklim etkilerine yoğun biçimde maruz kalan alanlardır (Rosenzweig et al., 2018). Özellikle kıyı kentleri; deniz seviyesinin yükselmesi, kıyı erozyonu, fırtına kabarmaları ve ani sel taşkınları gibi iklim kaynaklı kıyı risklerine karşı görece yüksek hassasiyet gösterebilen yerleşim alanları arasındadır. Nüfus hareketliliği de değişen çevresel koşullara uyum süreçlerinin bir bileşeni olarak, iklim değişikliğine bağlı risklerin yönetimi ve planlanması açısından giderek daha fazla önem kazanan bir politika alanı olarak değerlendirilmektedir (Kar & Partigöç Şüyün, 2026).

Aşırı hava olaylarının sıklığı ve şiddeti artarken, iklim kaynaklı afetler kitlesel yerinden edilmelerin başlıca sürükleyici faktörleri arasına girmektedir (Yıldız, 2025). Cenevre merkezli

İç Göç İzleme Merkezi'nin (IDMC) verilerine göre, 2022 yılında afetler nedeniyle dünya genelinde yaklaşık 32,6 milyon kişi yerinden edilmiş, bu yerinden edilmelerin %98'i iklim kaynaklı aşırı hava olaylarından kaynaklanmıştır. Gelecek projeksiyonlarına göre ise 2050 yılına kadar 216 milyon ila 1 milyar insanın iklim değişikliği etkileri nedeniyle göç etmek zorunda kalabileceği öngörülmektedir.

Çevresel baskılar nedeniyle yerinden edilen toplulukların durumu, uluslararası hukukta koruma ve statü bakımından gelişmeye açık alanlardan birini oluşturmaktadır. Literatürde "iklim göçmeni", "çevresel göçmen" veya "iklim mültecisi" gibi farklı terimlerle tanımlanan bu kişiler, 1951 Birleşmiş Milletler Mülteci Sözleşmesi'nde iklim değişikliğine bağlı yerinden edilme temelinde ayrı bir statü kapsamında tanımlanmamaktadır. Mevcut mülteci hukuku çerçevesinin belirli zulüm gerekçeleri üzerinden şekillenmiş olması, iklim değişikliğine bağlı yerinden edilme durumlarının mevcut uluslararası koruma mekanizmaları içerisinde nasıl ele alınacağına ilişkin hukuki ve kurumsal tartışmaları gündeme getirmektedir.

Uluslararası düzeyde, Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi (BMİDÇS) ve Paris Anlaşması'nın 7. maddesi kapsamında uyum kapasitesinin güçlendirilmesine yönelik çalışmalar sürdürülmektedir. Bununla birlikte, iklim değişikliğine bağlı yerinden edilme olgusunun uluslararası hukukta nasıl ele alınacağına ilişkin çerçevenin geliştirilmesine yönelik tartışmalar devam etmektedir. Bu kapsamda, yerinden edilen kişilerin temel hizmetlere, istihdama ve sosyal koruma mekanizmalarına erişiminin desteklenmesi önemli bir politika alanı olarak değerlendirilebilir. Ulusal ve yerel ölçekte ise kentsel imar planları, kıyı yönetimi, arazi kullanımı ve risk azaltma planlarının iklim senaryoları ve yerel kırılganlıklar dikkate alınarak düzenli biçimde gözden geçirilmesi ve gerekli görülen alanlarda güncellenmesi, kentsel dayanıklılığın güçlendirilmesine katkı sağlayabilir.

Kıyı şehirlerinin yükselen deniz seviyesine ve taşkınlara karşı dirençliliğini artırmak, önleyici risk yönetimi ve uyum yaklaşımlarının birlikte geliştirilmesiyle desteklenebilir. Kentsel alanlarda dirençlilik; çevresel, sosyal, ekonomik ve kentsel boyutları içeren bütüncül politikalarla sağlanabilir. Mekânsal ve mühendislik ölçeğinde sert ve yumuşak adaptasyon stratejilerinin dengeli entegrasyonu esastır. Deniz setleri, taşkın duvarları, dalgakıranlar ve hareketli bariyer sistemleri (Venedik MOSE veya Rotterdam Maeslantkering örnekleri) fiziksel koruma sağlayan sert çözümlerdir. Buna karşılık kıyı beslemesi, sulak alan rehabilitasyonu, sünger kent ilkeleri ve geçirgen yüzey kaplamaları gibi doğa tabanlı yumuşak çözümler, dalga enerjisini sönümleyerek ekosistem bütünlüğünü korur (Türkseven, 2025).

Kıyı bandı, taşıt yolları, kamusal alanlar ve yapı alanları gibi farklı kıyı segmentlerinde binaların zeminden yükseltilmesi, amfibik ve yüzen mimari strüktürler, zemin katların boşaltılması, suya dayanıklı yapı malzemeleri ve yeşil çatı sistemleri, dirençli yapı stoğu oluşturulmasında önemli katkı sağlayabilir. Ayrıca akıllı şehir teknolojileri, Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS), uzaktan algılama, sensör ağları ve erken uyarı sistemleri, kıyı tehlikelerinin izlenmesi, risk haritalarının oluşturulması ve afet zararlarının azaltılması noktasında altyapı sunmaktadır (Kılıç, 2024).

İklim değişikliğine bağlı hareketlilik ve kentsel kırılganlık, çevresel, sosyal, ekonomik ve hukuki boyutları bulunan disiplinler arası bir politika ve planlama alanıdır. Kıyı kentlerinin yükselen deniz seviyelerine ve aşırı hava olaylarına karşı dayanıklılığının geliştirilmesi; uluslararası düzeyde iklim nedeniyle yerinden edilen bireylerin korunmasına yönelik hukuki yaklaşımların geliştirilmesi ve yerel düzeyde iklime duyarlı kentsel planlama stratejilerinin uygulanmasıyla desteklenebilir.

Bangladeş örneğinde, yükselen deniz seviyesi, fırtına kabarmaları ve erozyon gibi kıyı kaynaklı riskler nedeniyle önümüzdeki dönemde tahminen 32 milyon kişinin yerinden edilme riskiyle karşı karşıya kalabileceği değerlendirilmektedir (Islam, 2016). Bu kapsamda kasırga sığınakları ve yeşil kuşak projeleri gibi yerel koruma ve uyum uygulamaları, kıyı topluluklarının dayanıklılığını destekleyen araçlar arasında yer almaktadır. Türkiye'de ise İzmir'in Mavişehir, Alsancak ve Kordon gibi alçak kotlu kıyı alanlarında gözlenen deniz kabarmaları ve taşkınlar, doğa tabanlı çözümler, sünger kent uygulamaları ve iklim eylem planları çerçevesinde kentsel dayanıklılığın güçlendirilmesine yönelik çalışmaların önemini ortaya koymaktadır (Ercanlı, 2022). Benzer şekilde Mersin'de nüfus artışı, kentsel gelişim, taşkın riski ve kıyı erozyonu gibi unsurların birlikte değerlendirilmesi; kıyı alanlarına özgü planlama, risk azaltma ve koruma yaklaşımlarının geliştirilmesi açısından önem taşımaktadır (Zengin & Yamaçlı, 2023).

Bu fiziki ve mekânsal uyum yaklaşımlarının hukuki ve kurumsal mekanizmalarla desteklenmesi, uygulamaların sürekliliği açısından önem taşımaktadır. Uluslararası düzeyde 1951 Mülteci Sözleşmesi'nin yarattığı statü boşluğunu gidermek adına, iklim göçmenlerinin haklarını koruyan uluslararası koruma mekanizmalarının geliştirilmesine yönelik çalışmalar önem taşımaktadır. Ulusal ve yerel boyutta ise Kıyı Kanunu, 6306 sayılı Afet Riski Altındaki Alanların Dönüştürülmesi Hakkındaki Kanun, İl Afet Risk Azaltma Planları ve Ulusal İklim Değişikliği Eylem Planları çerçevesinde imar mevzuatının iklim riskleri ve güncel senaryolar açısından düzenli olarak değerlendirilmesi ve ihtiyaç halinde güncellenmesi önerilebilir. Sonuç

olarak, Bangladeş'ten İzmir ve Mersin'e uzanan coğrafyalardaki iklim değişikliğine uyum süreci uluslararası koruma yaklaşımları ile yere özgü, akıllı ve dirençli kent planlama politikalarının birlikte ele alınmasının önemini göstermektedir.

## 6.3. Sivil Toplum Katılımı: Karar Alma Süreçlerinde STK ve Yerel Halkın Rolünün Güçlendirilmesi

Dr. Nihan Yeğin Yarayan

İklim değişikliği, çevresel ve teknik boyutlarının yanı sıra üretim, enerji, ulaşım, gıda, kentleşme ve sosyal politika gibi birçok alanı birlikte ilgilendiren kapsamlı bir yönetişim konusudur. Emisyon azaltımı ve iklim değişikliğine uyum kapsamında alınan kararların farklı toplumsal kesimler üzerindeki etkileri farklılaşabilmektedir. Kömürden çıkış süreçlerinin madencilik bölgelerindeki istihdama etkileri, kuraklık önlemlerinin küçük üreticiler üzerindeki ekonomik yansımaları veya iklim eylem planlarının düşük gelirli mahalleler açısından erişilebilirliği, iklim politikalarının toplumsal boyutunun önemini ortaya koymaktadır. Bu çerçevede sivil toplum katılımının, bilgilendirme ve iletişim faaliyetlerini tamamlayacak biçimde sorunların tanımlanması, seçeneklerin değerlendirilmesi, maliyet ve faydaların ele alınması ve uygulamaların izlenmesi gibi farklı aşamalara katkı sağlayan bir yönetişim unsuru olarak değerlendirilmesi mümkündür.

Türkiye'nin COP31'e ev sahipliği yapacak olması, sivil toplumun konferans sürecindeki görünürlüğünün yanı sıra ulusal iklim politikaları ve yerel iklim planlarında mevcut katılım mekanizmalarının geliştirilmesi açısından da önemli bir fırsat sunmaktadır. Bu kapsamda katılımın niteliği; toplantılara katılan kuruluşların sayısının yanı sıra farklı paydaşların hangi aşamalarda sürece dahil olduğu, bilgiye erişim olanakları ve sunulan görüşlerin politika geliştirme süreçleriyle nasıl ilişkilendirildiği gibi unsurlar üzerinden değerlendirilebilir.

### 6.3.1. Katılımın Yönetişimsel ve İşlevsel Anlamı

Dr. Nihan Yeğin Yarayan

Katılım kavramı, bilgilendirmeden ortak karar alma süreçlerine kadar uzanan farklı uygulama biçimlerini kapsamaktadır. Arnstein'ın (1969) klasikleşen "katılım merdiveni" yaklaşımı, danışma ve bilgilendirme yöntemlerinin katılımcıların karar süreçlerine etkisi açısından farklı düzeylerde değerlendirilebileceğini ortaya koymaktadır. Bu yaklaşım iklim politikaları açısından değerlendirildiğinde; bir taslağın internet sitesinde yayımlanması, paydaş toplantılarının düzenlenmesi veya görüş formlarının kullanılması önemli katılım araçları

olmakla birlikte, katılımın niteliğinin paydaş görüşleri ile nihai karar süreçleri arasında kurulabilen ilişki üzerinden de değerlendirilmesi önem taşımaktadır.

Bununla birlikte, her politika kararının aynı katılım yöntemiyle hazırlanması beklenmemektedir. Fung (2006), katılımcı kurumların üç temel tasarım sorusu üzerinden incelenmesini önermektedir: Kimlerin katıldığı, katılımcıların nasıl iletişim kurduğu ve karar süreçlerine katkı sağladığı ve bu tartışmaların kamu politikalarıyla nasıl ilişkilendirildiği. Örneğin ulusal emisyon hedeflerine ilişkin geniş kapsamlı çevrim içi istişareler kamuoyunun eğilimlerinin değerlendirilmesine katkı sağlayabilirken, teknik seçeneklerin karşılaştırılmasında uzman kuruluşlar, sektör temsilcileri, sendikalar ve ilgili topluluklarla yürütülen daha ayrıntılı istişare süreçleri yararlı olabilir. Mahalle ölçeğindeki uyum kararlarında ise yerel deneyim ve bilgi önemli bir tamamlayıcı unsur oluşturabilir. Dolayısıyla anlamlı katılım, katılımcı sayısının artırılmasının yanı sıra kararın niteliğine uygun katılımcıların, yöntemlerin ve katkı kanallarının birlikte değerlendirilmesini gerektiren çok boyutlu bir süreçtir.

İklim yönetişimi literatürü katılımı üç adalet boyutuyla ilişkilendirmektedir. *Tanınma adaleti, hangi grupların bilgi ve hak sahibi olarak kabul edildiğini; usule ilişkin adalet, bu grupların karar sürecine hangi koşullarda katıldığını; dağıtım adaleti ise politikaların maliyet ve faydalarının farklı toplumsal kesimler arasında nasıl dağıldığını* ele almaktadır. IPCC, başarılı uyum süreçlerinde tanınma, usul ve dağıtım adaletinin birlikte gözetilmesinin, yerel bilgi ile bilimsel bilginin ilişkilendirilmesinin ve farklı toplumsal koşulların dikkate alınmasının önemini vurgulamaktadır (IPCC, 2022, bölüm 17.5.1.1.3). Bu çerçeve, kırılgan grupların katılımının yalnızca toplantılardaki temsille sınırlı kalmayıp, ihtiyaç ve önceliklerinin bütçe ve uygulama süreçlerinde dikkate alınması açısından da değerlendirilmesine imkân sağlamaktadır.

Katılımın yönetişimsel gerekçelerinin yanı sıra işlevsel katkıları da bulunmaktadır. Yerel topluluklar, merkezi veri setlerinde sınırlı biçimde yer alabilecek maruziyet biçimleri, geçim ilişkileri ve uygulama deneyimleri hakkında tamamlayıcı bilgi sağlayabilir. Meslek örgütleri ve araştırma kuruluşları politika seçeneklerinin teknik sonuçlarının değerlendirilmesine, hak temelli kuruluşlar ise önerilerin eşitlik ve temel haklar açısından incelenmesine katkı sunabilir. Bu bilgi çeşitliliği, kararların yerel koşullarla uyumunun güçlendirilmesine ve uygun olmayan uyum uygulamalarına ilişkin risklerin azaltılmasına katkı sağlayabilir. Bununla birlikte, yerel deneyimin tek başına temsili veri olarak değerlendirilmemesi ve bilimsel verinin de toplumsal öncelikleri tek başına belirleyen unsur olarak görülmemesi önem taşımaktadır. Katılımcı

süreçler, farklı bilgi türlerinin karşılıklı olarak değerlendirilmesine ve farklı görüşlerin sistematik biçimde ele alınmasına olanak sağlayabilir.

Paris Anlaşması'nın 12. maddesi halkın katılımını ve bilgiye erişimi iklim eyleminin unsurları arasında saymakta; 7.5. maddesi ise uyum çalışmalarının katılımcı, şeffaf, toplumsal cinsiyete duyarlı ve kırılgan grupları gözeten bir yaklaşımla yürütülmesini öngörmektedir (United Nations Framework Convention on Climate Change [UNFCCC], 2016). Bu yönüyle katılım, uluslararası iklim rejiminin uygulama kapasitesiyle ilişkilendirilen önemli yönetişim ilkelerinden biri olarak değerlendirilmektedir.

### 6.3.2. Türkiye'de Kurumsal Yapı ve Katılım Mekanizmalarının Geliştirilmesi

Dr. Nihan Yeğin Yarayan

Türkiye'de sivil toplumun iklim politikalarına katkı sunabileceği farklı kurumsal kanallar bulunmaktadır. Ulusal strateji ve eylem planlarının hazırlık toplantıları, mevzuat taslaklarına ilişkin görüş süreçleri, il iklim değişikliği koordinasyon kurulları, yerel iklim eylem planları, kent konseyleri, belediye ihtisas komisyonları ve çevresel etki değerlendirmesi süreçleri farklı ölçeklerde katılım olanakları sunmaktadır. Bu çeşitlilik önemli bir kurumsal zemin oluşturmaktadır. Farklı katılım kanalları arasındaki eşgüdümün ve bilgi akışının daha görünür hale getirilmesi ise paydaş görüşlerinin ilgili karar ve uygulama süreçleriyle ilişkilendirilmesini kolaylaştırabilir.

İklim Değişikliğine Uyum Stratejisi ve Eylem Planı 2024–2030'un hazırlanması sürecinde kamu, özel sektör, üniversite ve sivil toplum temsilcilerinin yer aldığı toplantılar gerçekleştirilmiştir (İklim Değişikliği Başkanlığı, 2024). Bu toplantılar farklı paydaşlar arasında bilgi ve görüş alışverişi açısından önemli bir mekanizma sunmaktadır. Katılım süreçlerinin katkısının daha görünür hale getirilmesi amacıyla paydaşların hangi ölçütlerle belirlendiğinin, taslak belgelere erişim süreçlerinin, alınan görüşlerin nasıl değerlendirildiğinin ve farklı önerilere ilişkin geri bildirimlerin sistematik biçimde belgelenmesi, mevcut uygulamaları daha da güçlendirebilir.

7552 sayılı İklim Kanunu, katılımı şeffaflık, iklim adaleti ve adil geçişle birlikte genel ilkeler arasında düzenlemekte; ulusal ve yerel planlama ile il düzeyindeki koordinasyon yapısını tanımlamaktadır (İklim Kanunu, 2025, md. 3 ve 7). 4 Ağustos 2026 tarihli yönetmelik ise il koordinasyon kurullarına, konusuna göre valinin davetiyle STK temsilcilerinin katılabilmesini ve STK'ların çalışma gruplarında yer alabilmesini öngörmektedir. Karara bağlanan yerel

planların ve yıllık değerlendirme raporlarının kamuoyuyla paylaşılması da düzenlenmiştir (Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı [ÇŞİDB], 2026, md. 7 ve 10).

Bu düzenlemeler, sivil toplum katılımı açısından önemli bir hukuki ve kurumsal temel sunmaktadır. Temsil mekanizmalarının açık ve öngörülebilir ölçütlerle desteklenmesi, farklı ölçek ve kapasitedeki sivil toplum aktörlerinin sürece erişimini kolaylaştırabilir. Bu çerçevede kurul üyeliği ve çalışma grupları süreklilik ve uzmanlık sağlarken; mahalle toplantıları, odak grup görüşmeleri, yurttaş panelleri ve açık görüş çağrıları gibi tamamlayıcı yöntemler daha geniş toplumsal kesimlerin katkısının alınmasına olanak sağlayabilir. Böylece kurumsal temsil ile doğrudan halk katılımı birbirini tamamlayan araçlar olarak değerlendirilebilir.

Kent konseyleri, iklim gündeminin belediye karar süreçleriyle ilişkilendirilmesi açısından tamamlayıcı bir mekanizma niteliğindedir. Belediye Kanunu'nun 76. maddesi, kent konseyinde oluşturulan görüşlerin belediye meclisinin ilk toplantısında değerlendirilmesini öngörmektedir (Belediye Kanunu, 2005, md. 76). Kent konseyi görüşlerinin bütçe ve uygulama programlarıyla ilişkisinin daha görünür hale getirilmesi ve belediye meclisi, kent konseyi ve il koordinasyon kurulları arasındaki bilgi akışının sistematik biçimde yürütülmesi, katılımcıların önerilerin değerlendirilme süreçlerini daha kolay takip etmelerine katkı sağlayabilir.

Türkiye'de mevcut katılım mekanizmaları önemli bir kurumsal altyapı sunmaktadır. Bu mekanizmaların karar döngüsüyle bağlantısının, temsil ölçütlerinin ve geri bildirim süreçlerinin daha da geliştirilmesi, katılımın sürekliliğini ve etkinliğini destekleyebilir. Monciatti vd. (2022, bölüm 5), sivil toplumun sistematik katılımı, çoğulcu paydaş haritalaması, teknik kapasite, finansal sürdürülebilirlik ve kamu ile ilişkide bağımsızlık arasında bağlantı kurmaktadır. Bu yaklaşım, katılım süreçlerinin hem kamu kurumlarının geliştirdiği mekanizmalar hem de sivil toplum kuruluşlarının temsil ve kurumsal kapasitesi açısından birlikte değerlendirilmesinin önemini ortaya koymaktadır.

### 6.3.3. Temsil, Katılım Kapasitesi ve Kurumsal Bağımsızlık

Dr. Nihan Yeğin Yarayan

Sivil toplum, farklı çalışma alanlarına, bilgi kaynaklarına ve kurumsal yapılara sahip çok çeşitli aktörlerden oluşmaktadır. Çevre örgütleri, meslek odaları, sendikalar, iş dünyası örgütleri, üretici birlikleri, kadın ve gençlik örgütleri, engelli hakları kuruluşları, araştırma merkezleri ve yerel inisiyatifler farklı bilgi, deneyim ve perspektifleri politika süreçlerine taşıyabilmektedir. Bu çoğulluk, politika tartışmalarının farklı boyutlarının görünür hale gelmesine katkı sağlamaktadır. Bu nedenle "sivil toplum görüşü"nün tek bir ortak tutumdan ziyade farklı görüş

ve öncelikleri içerebilen çoğul bir yapı olarak değerlendirilmesi daha uygun olabilir. Katılımcı süreçlerde ortaklaşılan konuların yanı sıra farklılaşan görüşlerin de sistematik biçimde kayıt altına alınması, politika geliştirme süreçlerine katkı sağlayabilir.

Temsil konusu hem kamu kurumlarının paydaş belirleme yaklaşımları hem de sivil toplum kuruluşlarının temsil ettikleri kesimlerle kurdukları ilişki açısından değerlendirilebilir. Bir kuruluşun uzmanlık kapasitesi önemli bir katkı sağlamakla birlikte, toplumsal temsil boyutunun üyeler veya ilgili topluluklarla yürütülen düzenli iletişim ve danışma süreçleriyle desteklenmesi yararlı olabilir. Monciatti vd. (2022, bölüm 5.1.1), kuruluşların ortak bir politika vizyonu geliştirirken üyeler ve ilgili paydaşlarla yuvarlak masa, çalıştay, ikili görüşme, açık çağrı ve anket gibi yöntemlerden yararlanmasını önermektedir. STK'ların sundukları görüşlerin hangi danışma sürecine, saha bulgusuna veya teknik çalışmaya dayandığını açıklamaları, söz konusu görüşlerin karar süreçlerinde değerlendirilmesini kolaylaştırabilir.

Kuruluşların teknik, mali ve insan kaynağı kapasitelerindeki farklılıklar katılım olanaklarını da etkileyebilmektedir. Teknik belgeleri kısa sürede değerlendirebilen, uzman çalıştırabilen ve Ankara veya Antalya'daki toplantılara temsilci gönderebilen kuruluşlarla daha çok gönüllü katkıya dayanan yerel örgütlerin olanakları farklılaşabilmektedir. Çevrim içi katılım seyahat maliyetlerini azaltabilmekle birlikte dijital erişim, teknik dil, zaman kısıtları ve bakım yükleri gibi faktörler katılımı etkileyebilir. IPCC (2022), toplumsal statü, eğitim, bilgi ve finansmana erişim ile yerleşik güç ilişkilerinin katılım olanakları üzerinde etkili olabileceğini vurgulamaktadır. Bu nedenle katılım süreçlerinin farklı başlangıç koşullarını dikkate alan erişim ve kapasite geliştirme araçlarıyla desteklenmesi, daha kapsayıcı sonuçlara katkı sağlayabilir.

Finansman, sivil toplum kuruluşlarının kurumsal kapasitesinin ve faaliyetlerinin sürdürülebilirliği açısından önemli bir unsurdur. Kamu ve özel sektör desteklerinin açık, şeffaf ve öngörülebilir ölçütler çerçevesinde yürütülmesi, kuruluşların kurumsal bağımsızlığının korunmasına katkı sağlayabilir. Monciatti vd. (2022, bölüm 5.1.3–5.2.1), teknik kapasite ve uzun dönemli finansmanın yanı sıra şeffaf finansman ölçütlerinin önemine ve kuruluşların amaçlarının bağımsızlığını destekleyen mekanizmalara dikkat çekmektedir. Bu kapsamda katılım desteklerinin görüşlerin içeriğinden bağımsız olarak erişim, araştırma, çeviri, kolaylaştırıcılık ve izleme kapasitesi gibi nesnel ihtiyaçlarla ilişkilendirilmesi değerlendirilebilir. Destek veren kurumların, yararlanıcıların, destek tutarlarının ve seçim ölçütlerinin açık biçimde paylaşılması ile olası çıkar çatışmalarının beyan edilmesi de şeffaflığın güçlendirilmesine katkı sağlayabilir.

Katılım süreçlerinin karar mekanizmalarıyla anlamlı ve izlenebilir bir ilişki kurması, paydaş katkılarının görünürlüğünü artırabilir. Görüşlerin karar seçeneklerinin hâlen değerlendirilebilir olduğu aşamalarda alınması, katılımcıların politika geliştirme süreçlerine daha etkin katkı sunmasını destekleyebilir. Benzer şekilde, düzenli olarak gerçekleştirilen toplantılarda sunulan görüşlerin hangi biçimde değerlendirildiğine ilişkin geri bildirim sağlanması, katılım süreçlerinin sürekliliğini destekleyebilir. Bu nedenle istişarenin kapsamının, değerlendirilebilir karar unsurlarının ve karar yetkisinin sınırlarının süreç başlangıcında açık biçimde belirtilmesi yararlı olabilir.

### 6.3.4. Katılımı Karar Döngüsüyle İlişkilendiren Bir Model

Dr. Nihan Yeğin Yarayan

Katılımın politika süreçleriyle daha sistematik biçimde ilişkilendirilmesi amacıyla politika döngüsünün birbirini tamamlayan beş aşaması birlikte değerlendirilebilir: gündem belirleme, seçenek geliştirme, karar verme, uygulama ve izleme. Her aşamada katılımcı grupların, kullanılabilecek yöntemlerin ve beklenen çıktıların farklılaşması mümkündür.

*Gündem belirleme aşamasında*, iklim risklerinin ve toplumsal etkilerin önceliklendirilmesinde kamu kurumlarının teknik değerlendirmelerinin yerel deneyim ve paydaş görüşleriyle birlikte ele alınması katkı sağlayabilir. İl düzeyinde hazırlanacak iklim planlarında emisyon envanterleri ve tehlike haritalarının yanı sıra geçim kaynakları, bakım hizmetleri, enerji yoksulluğu, suya erişim, tarımsal üretim ve halk sağlığı gibi konuların yerel bilgiyle ilişkilendirilmesi planlama sürecini destekleyebilir. Paydaş haritalaması yapılırken kuruluşların büyüklüğünün yanı sıra coğrafi erişimi, çalışma alanı, temsil ettiği topluluk ve karardan etkilenme düzeyi gibi ölçütlerin de dikkate alınması yararlı olabilir.

*Seçenek geliştirme aşamasında*, anlaşılır ve karşılaştırılabilir bilgi sunulması önem taşımaktadır. Teknik raporların yanında, farklı seçeneklerin emisyon, uyum, maliyet, istihdam, sağlık ve eşitlik üzerindeki muhtemel etkilerini özetleyen politika notlarının hazırlanması paydaş katılımını kolaylaştırabilir. Veri kaynaklarının, belirsizliklerin ve kullanılan varsayımların açık biçimde sunulması da değerlendirmelerin şeffaflığını destekleyebilir. Yerel bilgi, uzman bilgisi ve idari kapasitenin birlikte ele alındığı ve farklı aktörlerin görüşlerini ifade edebildiği kolaylaştırılmış süreçler, seçeneklerin daha kapsamlı değerlendirilmesine katkı sağlayabilir.

*Karar aşamasında*, katılım süreciyle nihai karar arasındaki ilişkinin görünür hale getirilmesi önem taşımaktadır. İstişare sonunda hazırlanabilecek görüş–yanıt tablolarında önerinin sahibi

veya temsil ettiği paydaş grubu, önerinin konusu, değerlendirme sonucu, karar gerekçesi ve ilgili belgede yapılan değişiklikler gösterilebilir. Kabul edilmeyen önerilere ilişkin gerekçelerin de paylaşılması, geri bildirim mekanizmasını güçlendirebilir. OECD (2022), katılımcı girdilerinin nasıl kullanıldığının açıklanmasını ve kullanılmayan öneriler için geri bildirim sağlanmasını katılım kalitesinin temel unsurları arasında değerlendirmektedir. Böyle bir kayıt sistemi, karar gerekçelerinin daha izlenebilir ve anlaşılır biçimde paylaşılmasına katkı sağlayabilir.

*Uygulama aşamasında*, sivil toplum kuruluşları farklı işlevlerle uygulama süreçlerine katkı sunabilir. Meslek örgütleri teknik standartların geliştirilmesine, yerel kuruluşlar hedef gruplara erişime, araştırma merkezleri ise gösterge ve değerlendirme sistemlerinin geliştirilmesine destek sağlayabilir. Ortak uygulama süreçlerinde görev, bütçe, veri paylaşımı ve çıkar çatışmasına ilişkin kuralların açık biçimde tanımlanması, farklı aktörlerin rollerinin şeffaflığını ve uygulamanın güvenilirliğini destekleyebilir.

*İzleme aşaması*, katılım ile politika sonuçları arasındaki ilişkinin değerlendirilmesine olanak sağlayabilir. Toplantı sayısı, katılımcı sayısı ve temsil edilen kurum sayısı gibi süreç göstergelerinin yanı sıra gerekçeli yanıt verilen görüşlerin oranı, taslağa yansıyan değişiklikler, ilk kez sürece dahil olan gruplar, coğrafi ve toplumsal çeşitlilik, katılımcıların bilgiye erişim süresi ve uygulama sürecinde giderilen sorunlar gibi göstergelerden de yararlanılabilir. Nicel göstergelerin bağımsız değerlendirmeler ve katılımcı geri bildirimleriyle tamamlanması, katılımın niteliğinin daha kapsamlı değerlendirilmesine katkı sağlayabilir. Katılımcı sayısı veya öneri kabul oranı gibi tekil göstergelerin ise katılımın bütün boyutlarını tek başına yansıtmayabileceği dikkate alınmalıdır.

Bu yaklaşımın uygulanmasını desteklemek amacıyla süreklilik sağlayan bir sekretarya yapısı ve dijital izleme altyapısı değerlendirilebilir. Ulusal ve yerel düzeyde yayımlanabilecek katılım takvimlerinde açık görüş çağrıları, toplantı belgeleri, katılımcı listeleri, çıkar çatışması beyanları, görüş–yanıt tabloları ve izleme raporlarının ortak bir sistem üzerinden erişilebilir hale getirilmesi bilgi akışını kolaylaştırabilir. Dijital platformların yüz yüze katılımın alternatifi olmaktan ziyade farklı kanallarda üretilen bilgilerin ortak bir kayıt sisteminde bütünleştirilmesini destekleyen araçlar olarak kullanılması uygun olabilir. Belgelerin sade Türkçe özetlerinin, erişilebilir formatlarının ve gerektiğinde farklı dillerde sürümlerinin hazırlanması da katılım olanaklarını genişletebilir.

### 6.3.5. COP31 İçin Sivil Toplum Katılım Mimarisi

Dr. Nihan Yeğin Yarayan

9–20 Kasım 2026'da Antalya'da gerçekleştirilecek COP31, Türkiye'nin ev sahipliği ve başkanlık rolü ile Avustralya'nın müzakerelere liderlik rolünü bir araya getiren özgün bir yönetişim düzenine sahiptir. Mayıs 2026 tarihli ortak mektupta kapsayıcılık, anlamlı paydaş katılımı ve uygulamaya geçiş vurgulanmaktadır (Kurum ve Bowen, 2026). Bu yaklaşım, konferans alanına erişimin yanı sıra COP31 öncesindeki gündem oluşturma ve konferans sonrasındaki ulusal uygulama süreçlerinde paydaş katılımının geliştirilmesi açısından da değerlendirilebilir.

UNFCCC süreci hükümetlerarası niteliktedir ve gözlemci kuruluşların erişimi karar yetkisi anlamına gelmemektedir. Gözlemcilik statüsü, kişi akreditasyonu, müzakere oturumlarına erişim ve yan etkinlik başvuruları farklı usullere tabidir. Ayrıca konferans mekânının fiziksel kapasitesi, güvenlik düzenlemeleri, seyahat ve konaklama maliyetleri fiilî erişim olanaklarını etkileyebilmektedir. UNFCCC Sekretaryasının 2026 değerlendirmesi, gözlemci kuruluş sayısındaki artışla birlikte toplantılara erişim ve kapasite geliştirme konularının önemini koruduğunu göstermektedir (UNFCCC, 2026, bölüm V ve Ek I). Bu nedenle Türkiye'de geliştirilecek katılım yaklaşımının yalnızca akredite edilen STK temsilcilerinin sayısıyla değil, farklı katılım ve bilgi paylaşımı kanallarıyla birlikte değerlendirilmesi yararlı olabilir.

COP31'e yönelik katılım üç dönem çerçevesinde ele alınabilir. *Konferans öncesinde*, azaltım, uyum, iklim finansmanı, adil geçiş, kayıp ve zarar, tarım, su, sağlık, toplumsal cinsiyet ve gençlik gibi başlıklarda tematik istişarelerin yürütülmesi değerlendirilebilir. Bu toplantılar kapsamında genel beklenti listelerinin yanı sıra her başlık için sorun tanımı, müzakere talebi, bilimsel veya hukuki gerekçe ve Türkiye'deki uygulama karşılığını içeren kısa politika notlarının hazırlanması politika diyaloğunu destekleyebilir. Ulusal heyetle gerçekleştirilecek teknik diyaloglarda paydaş önerilerinin müzakere süreçleriyle hangi ölçüde ilişkilendirilebildiğinin paylaşılması da geri bildirim mekanizmasını güçlendirebilir.

*Konferans sırasında*, gözlemci ağları ile ulusal ve yerel aktörler arasında düzenli bilgi akışının desteklenmesi yararlı olabilir. UNFCCC'nin ENGO, RINGO, YOUNGO, WGC, TUNGO, Farmers, IPO, LGMA ve BINGO temsil grupları farklı aktörlerin eşgüdümüne imkân vermektedir (UNFCCC, t.y.-c). Türkiye'den katılan kuruluşların ilgili ağlarla bağlantı kurması, müzakere metinlerindeki gelişmeleri izlemesi ve yan etkinliklerin yanı sıra teknik müzakere süreçlerine ilişkin bilgi paylaşımından yararlanması katkı sağlayabilir. Antalya dışında bulunan

kuruluşlara yönelik günlük Türkçe bilgilendirme notları ve çevrim içi değerlendirme toplantıları ise konferans bilgisinin daha geniş bir paydaş kitlesine ulaşmasını destekleyebilir.

*Konferans sonrasında*, COP/CMA kararları, başkanlık girişimleri, gönüllü taahhütler ve yan etkinlik açıklamalarının niteliklerine göre ayrı ayrı değerlendirilmesi, uygulama süreçlerinin izlenmesini kolaylaştırabilir. İlgili çıktıların Türkiye açısından sorumlu kurum, uygulama takvimi, bütçe ihtiyacı ve izleme göstergeleriyle ilişkilendirilmesi değerlendirilebilir. Sivil toplum kuruluşları da kararların kamuoyuyla paylaşılmasının yanı sıra ulusal politikalar ve yerel planlarla ilişkilerinin izlenmesine, uygulama deneyimlerinin belgelenmesine ve geliştirme seçeneklerinin oluşturulmasına katkı sunabilir.

İklim için Güçlendirme Eylemi (Action for Climate Empowerment—ACE), bu katılım mimarisinin UNFCCC içindeki en doğrudan dayanaklarından birini oluşturmaktadır. ACE; eğitim, kapasite geliştirme, kamuoyu farkındalığı, halkın katılımı, bilgiye erişim ve uluslararası iş birliğini bütünleşik biçimde ele almaktadır. Glasgow çalışma programı bu unsurları politika tutarlılığı, eşgüdüm, destek araçları ve izleme ile ilişkilendirmiştir (UNFCCC, 2022, 18/CP.26 sayılı karar). COP31'de devam edecek ara değerlendirme süreci, Türkiye'de yerel iklim planlarında katılım mekanizmalarının nasıl geliştirildiğine, farklı toplumsal kesimlere erişime ve paydaş görüşlerinin karar süreçleriyle nasıl ilişkilendirildiğine ilişkin deneyimlerin uluslararası düzeyde paylaşılması açısından fırsat sunabilir.

COP31 kapsamında geliştirilecek katılım uygulamalarının konferans dönemiyle sınırlı kalmayarak uzun vadeli ulusal ve yerel yönetişim süreçlerine katkı sağlaması önemli bir kazanım oluşturabilir. 2028–2032 dönemini kapsayacak ilk yerel iklim değişikliği eylem planlarının 2027 sonuna kadar karara bağlanmasının öngörülmesi, konferans kapsamında elde edilen deneyimlerin yerel planlama süreçlerine aktarılabilmesi açısından somut bir zaman çerçevesi sunmaktadır (ÇŞİDB, 2026, geçici md. 1). COP31 sürecinde geliştirilebilecek paydaş haritaları, erişilebilir bilgi standartları, görüş–yanıt kayıtları ve izleme göstergelerinin yerel planlama çalışmalarında da değerlendirilmesi kurumsal sürekliliği destekleyebilir.

### 6.3.6. Sonuç ve Politika Yönelimi

Dr. Nihan Yeğin Yarayan

Sivil toplum katılımının güçlendirilmesi, toplantı ve katılımcı sayısının artırılmasının ötesinde, mevcut katılım mekanizmalarının politika ve karar süreçleriyle bağlantısının, temsil çeşitliliğinin ve geri bildirim araçlarının geliştirilmesini içeren çok boyutlu bir süreç olarak değerlendirilebilir. Türkiye'de ulusal strateji süreçleri, İklim Kanunu, il koordinasyon kurulları,

yerel iklim planları ve kent konseyleri bu açıdan önemli bir hukuki ve kurumsal zemin sunmaktadır. Bu mevcut yapının paydaş seçimi, temsil, geri bildirim ve izleme mekanizmalarıyla daha da güçlendirilmesi, katılım süreçlerinin sürekliliğine ve etkinliğine katkı sağlayabilir.

Bu çerçevede COP31 sürecinde dört tamamlayıcı politika yönelimi değerlendirilebilir. Katılımın politika döngüsünün erken aşamalarından itibaren desteklenmesi, paydaş görüşlerinin seçenek geliştirme süreçlerine katkısını artırabilir. Kurumsal temsilin yerel halk ve örgütlü olmayan grupların katılımını destekleyen yöntemlerle tamamlanması temsil çeşitliliğini güçlendirebilir. Teknik ve finansal destek mekanizmalarının küçük ve yerel kuruluşların erişimini kolaylaştırırken sivil toplum kuruluşlarının kurumsal bağımsızlığını destekleyen şeffaf ölçütlere dayanması yararlı olabilir. Ayrıca istişare süreçlerinde alınan görüşlerin nasıl değerlendirildiğini ve uygulama süreçlerine nasıl yansıdığını gösteren uygun geri bildirim ve kayıt mekanizmalarının geliştirilmesi, katılım süreçlerinin izlenebilirliğini destekleyebilir.

Türkiye'nin COP31 ev sahipliğinin sağlayacağı uluslararası görünürlüğün, katılımcı yönetişim uygulamalarının ulusal ve yerel düzeyde geliştirilmesiyle desteklenmesi uzun vadeli kurumsal kazanımlara katkı sağlayabilir. Böyle bir yaklaşım, sivil toplumun bilgi üretme, farklı toplumsal kesimlerin görüşlerini politika süreçlerine taşıma, uygulamaya katkı sağlama ve bağımsız geri bildirim sunma kapasitesinin iklim yönetişiminde daha etkin biçimde değerlendirilmesine olanak sağlayabilir.

# BÖLÜM 7. TEKNOLOJİ VE İNOVASYON

## 7.1. Veri Şeffaflığı: Şeffaf Emisyon Raporlama Sistemleri ve Yapay Zekâ Tabanlı İzleme Araçları

Dr. Emrah Alkaya

İklim politikalarının etkin biçimde izlenmesi, hedeflerin belirlenmesinin yanı sıra bu hedeflere yönelik ilerlemenin düzenli, karşılaştırılabilir ve doğrulanabilir verilerle değerlendirilmesini de gerektirmektedir. Emisyon verileri, toplam sera gazı miktarının ortaya konulmasının yanında, artış veya azalış eğilimlerinin hangi sektörlerle ilişkili olduğunun, uygulanan politikaların sonuçlarının ve ilave politika seçeneklerinin değerlendirilebileceği alanların belirlenmesine katkı sağlamaktadır. Bu nedenle veri şeffaflığı, yalnızca ölçüm sonuçlarının yayımlanmasıyla sınırlı olmayan; kullanılan yöntemlerin, kapsamın, veri kaynaklarının, varsayımların, belirsizliklerin ve yapılan güncellemelerin de anlaşılır biçimde açıklanmasını içeren geniş bir çerçevede ele alınabilir. Böyle bir yaklaşım, kamu kurumlarının izleme, değerlendirme ve politika geliştirme kapasitesini destekleyebilir; özel sektörün yatırım ve uyum kararlarına katkı sağlayabilir; akademi ve sivil toplumun politika sonuçlarını bilimsel ve şeffaf bir çerçevede değerlendirmesine olanak tanıyabilir.

Paris Anlaşması'nın Geliştirilmiş Şeffaflık Çerçevesi, ülkelerin sera gazı envanterlerini ve ulusal katkı beyanlarının uygulanmasındaki ilerlemeyi iki yıllık şeffaflık raporları aracılığıyla sunmasını öngörmektedir. Ortak raporlama tabloları ve teknik inceleme süreçleri, ülkeler arasında karşılaştırılabilirliğin artırılmasını amaçlamaktadır (UNFCCC, 2018). Bu kapsamda ulusal sistemlerde üretilen verilerin tutarlı ve izlenebilir olması hem iç politika süreçlerinin desteklenmesi hem de uluslararası raporlama yükümlülüklerinin güvenilir biçimde yerine getirilmesi açısından önem taşımaktadır. Şeffaf ve doğrulanabilir veriler ayrıca iklim finansmanı, karbon piyasaları ve sınırda karbon düzenlemeleri gibi alanlarda sonuçların ve beyanların izlenebilirliğini güçlendirebilir.

Türkiye'de emisyon raporlaması birbirini tamamlayan farklı düzeylerde yürütülmektedir. Ulusal sera gazı envanteri, Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli yöntemlerine göre hazırlanmakta ve Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi'ne sunulmaktadır; 2026 tarihli envanter belgesi 1990–2024 dönemini kapsamaktadır (UNFCCC, 2026a). Tesis

düzeyinde ise kapsama giren sanayi kuruluşlarının sera gazı emisyonlarını izlemesi, raporlaması ve bağımsız doğrulamadan geçirmesi önemli bir kurumsal veri altyapısı oluşturmaktadır. 2025 tarihli İklim Kanunu ve 2026 tarihli Türkiye Emisyon Ticaret Sistemi Yönetmeliği, doğrulanmış tesis verisinin karbon piyasaları açısından önemini daha da artırmıştır (Resmî Gazete, 2025, 2026b). Kurumsal düzeyde Türkiye Sürdürülebilirlik Raporlama Standartları, kapsamdaki şirketler için iklimle ilgili risk, fırsat ve emisyon açıklamalarına ortak bir zemin sağlamaktadır (Kamu Gözetimi Kurumu [KGK], 2023). Yerel düzeyde belediyelerin iklim eylem planları ise enerji, ulaşım, binalar ve atık gibi alanlardaki emisyonların kent ölçeğinde izlenmesine katkı sağlamaktadır. Ağustos 2026'da yayımlanan yerel iklim eylem planları yönetmeliği de ortak yöntem ve standartların geliştirilmesi yönünde önemli bir adım oluşturmuştur (Resmî Gazete, 2026a).

Bu çok katmanlı yapı, Türkiye'nin emisyon verilerinin izlenmesi ve raporlanması açısından önemli bir kurumsal temel sunmaktadır. Farklı idari düzeylerde ve kurumlarda üretilen veriler arasında ortak tanımların ve birlikte çalışabilirlik standartlarının geliştirilmesi, mevcut yapının bütünlüğünü daha da güçlendirebilir. Aynı faaliyetlere ilişkin farklı sınıflandırmaların, emisyon faktörlerinin veya zaman aralıklarının kullanılması, bazı durumlarda verilerin karşılaştırılması ve toplulaştırılmasını güçleştirebilmektedir. Bu nedenle veri sözlükleri ve ortak tanımlayıcıların geliştirilmesi, yöntem değişikliklerinin sürüm bilgileriyle kayıt altına alınması, birincil veriden hesaplanan göstergelere kadar izlenebilir bir veri zincirinin oluşturulması ve veri güncelleme takvimleri arasındaki uyumun artırılması değerlendirilebilir. Kamuya açıklık ile veri güvenliğinin birlikte gözetilmesi de önem taşımaktadır. Ticari sır veya kişisel veri içeren kayıtların korunması sürdürülürken; yöntemlerin, toplulaştırılmış sonuçların, belirsizlik aralıklarının ve temel performans göstergelerinin açık ve yeniden kullanılabilir formatlarda paylaşılması şeffaflığı destekleyebilir. Yerel yönetimlerin ve veri üretim kapasitesinin geliştirilmekte olduğu sektörlerin teknik personel, dijital altyapı ve kalite güvence mekanizmaları açısından desteklenmesi de ulusal veri sisteminin bütünlüğüne katkı sağlayabilir.

### 7.1.1. Yapay Zekâ Tabanlı İzleme ve Sektörel Uygulamalar

Dr. Emrah Alkaya

Yapay zekâ, emisyon muhasebesinin yerine geçen bağımsız bir ölçüm yöntemi olmaktan ziyade, mevcut ölçüm, raporlama ve doğrulama süreçlerini destekleyebilecek tamamlayıcı bir

araç olarak değerlendirilebilir. Sensörler, sayaçlar, üretim kayıtları, yakıt tüketimi, uydu görüntüleri ve idari veri tabanlarından elde edilen büyük veri kümeleri; makine öğrenmesi ve otomatik veri işleme teknikleri kullanılarak daha hızlı sınıflandırılabilir ve kontrol edilebilir. Dijital izleme, raporlama ve doğrulama sistemleri, verinin kaynağından raporlama aşamasına kadar elektronik ortamda izlenmesini sağlayarak işlem süresinin ve manuel hata riskinin azaltılmasına katkı sağlayabilir (Dünya Bankası, 2022). Yapay zekâ tabanlı araçlar bu altyapı üzerinde olağandışı değerleri, zaman serilerindeki kırılmaları, eksik kayıtları ve birbiriyle uyumsuz olabilecek beyanları işaretleyebilir. Böylece uzman inceleme kapasitesinin, daha ayrıntılı değerlendirme gerektiren kayıtlara yönlendirilmesi mümkün olabilir.

Tahmin ve senaryo analizi, yapay zekâ ve veri analitiğinin önemli kullanım alanlarından biridir. Geçmiş tüketim, üretim, hava durumu ve hareketlilik verilerinden yararlanılarak kısa ve orta vadeli emisyon eğilimleri tahmin edilebilir; enerji verimliliği, yakıt değişimi, toplu taşıma veya geri dönüşüm gibi politika seçeneklerinin olası sonuçları karşılaştırılabilir. Doğal dil işleme araçları, kurumsal raporlardaki verilerin belirli şablonlara aktarılmasına, açıklamalar arasındaki olası tutarsızlıkların belirlenmesine ve tekrar eden raporlama görevlerinin otomatikleştirilmesine katkı sağlayabilir. Görsel gösterge panelleri ise ulusal hedeflerle gerçekleşen değerlerin, sektörel farklılıkların ve veri kalitesine ilişkin göstergelerin farklı kullanıcı grupları açısından daha anlaşılır biçimde sunulmasını destekleyebilir. Bununla birlikte, tahmin edilen değerlerin ölçülmüş veya doğrulanmış verilerden açık biçimde ayrıştırılması ve model belirsizliklerinin karar vericilere görünür biçimde sunulması önem taşımaktadır. Makine öğrenmesinin iklim alanındaki katkısının, güvenilir veri altyapısı ve açık biçimde tanımlanmış kullanım amaçlarıyla birlikte daha güçlü hale geldiği bildirilmektedir (Rolnick et al., 2022).

Sektörel uygulamalar, veri üretim biçimlerine göre farklılaşmaktadır. Enerji sektöründe akıllı sayaçlar ve üretim verileri, tüketim profillerinin ve emisyon yoğunluğunun zamana bağlı olarak izlenmesini destekleyebilir. Sanayide üretim miktarı, proses parametreleri ve yakıt kullanımının birlikte değerlendirilmesi, birim ürün başına emisyonlardaki değişimlerin belirlenmesine katkı sağlayabilir. Ulaşımda trafik sayımları, toplu taşıma kullanımı ve anonimleştirilmiş hareketlilik verileri; trafik yoğunluğu, yakıt tüketimi ve farklı politika senaryolarının değerlendirilmesinde kullanılabilir. Atık sektöründe toplama, tartım ve tesis verilerinin eşleştirilmesi, atık miktarı, geri dönüşüm oranı ve düzenli depolama kaynaklı emisyonların daha sistematik biçimde izlenmesine katkı sağlayabilir. Şehir ölçeğinde ise enerji, ulaşım, bina, atık ve hava kalitesi

göstergelerinin ortak bir platformda bir araya getirilmesi, yerel iklim eylem planlarındaki ilerlemenin daha düzenli aralıklarla değerlendirilmesine olanak sunabilir. Her kullanım alanında desteklenmek istenen kararın ve gerekli veri kalitesi düzeyinin açık biçimde tanımlanması, dijital araçların etkin kullanımını kolaylaştırabilir.

### 7.1.2. Veri Güvenliği ve COP31 İçin Öncelikli Uygulama Alanları

Dr. Emrah Alkaya

Yapay zekâ tabanlı sistemlerin güvenilirliği, kullanılan verilerin doğruluğu, güncelliği ve temsil gücüyle yakından ilişkilidir. Eksik, güncel olmayan veya belirli bölgeleri ve işletme türlerini yeterince temsil etmeyen veriler, model çıktılarında sistematik sapmalara neden olabilir. Bu nedenle veri kaynağı, hesaplama yöntemi, model sürümü ve gerçekleştirilen insan müdahalelerinin kayıt altına alınması; sonuçların uygun bağımsız kontroller ve bilinen referans değerlerle düzenli olarak karşılaştırılması güvenilirliği destekleyebilir. OECD Yapay Zekâ İlkeleri, şeffaflık, açıklanabilirlik, güvenlik, hesap verebilirlik ve insan gözetimini güvenilir yapay zekânın temel unsurları arasında tanımlamaktadır (OECD, 2024). NIST Yapay Zekâ Risk Yönetimi Çerçevesi de risklerin yönetişim, bağlamlandırma, ölçme ve yönetme işlevleri boyunca ele alınmasını önermektedir (Tabassi, 2023). Emisyon raporlaması açısından bu yaklaşım, model çıktılarının uzman incelemesi, doğrulama ve gerekli durumlarda itiraz mekanizmalarıyla desteklenmesini önemli hale getirmektedir.

Veri güvenliği açısından yetkilendirme, erişim kayıtları, saklama süreleri, anonimleştirme ve siber güvenlik tedbirlerinin sistem tasarımının erken aşamalarından itibaren dikkate alınması yararlı olabilir. Özellikle kişisel hareketlilik verileri ile tesislerin üretim ve maliyet bilgileri, amaçla sınırlılık ve veri minimizasyonu ilkeleri çerçevesinde işlenebilir. Kamuya sunulan gösterge panelleri ile doğrulayıcıların eriştiği ayrıntılı veri katmanlarının birbirinden ayrılması da veri güvenliği ve şeffaflık arasındaki dengeyi destekleyebilir. Açık kaynak kod veya model kartlarının her durumda yayımlanması mümkün olmasa da veri kapsamı, hata payı, güncelleme sıklığı ve modelin kullanım sınırlarına ilişkin bilgilerin paylaşılması, kullanılan sistemlerin daha iyi anlaşılmasına katkı sağlayabilir. Bu yaklaşım, ticari ve kişisel verilerin korunmasıyla yayımlanan iklim göstergelerinin üretim süreçlerinin anlaşılabilirliği arasında dengeli bir çerçeve oluşturabilir.

COP31'in 9–20 Kasım 2026 tarihlerinde Antalya'da düzenlenecek olması, Türkiye açısından veri şeffaflığı ve dijital izleme alanındaki uygulamaların görünürlüğünün artırılması için önemli bir fırsat sunmaktadır (UNFCCC, 2026b). Türkiye'nin 2025'te sunduğu ikinci Ulusal Katkı Beyanı da 2035 hedeflerine yönelik ilerlemenin düzenli biçimde izlenmesinin önemini artırmıştır (İklim Değişikliği Başkanlığı, 2025). COP31 sürecinde yeni platformların geliştirilmesinin yanı sıra mevcut ulusal, tesis, şirket ve yerel raporlama sistemleri arasındaki birlikte çalışabilirliğin güçlendirilmesi, veri yönetimi açısından önemli bir uygulama alanı olarak değerlendirilebilir. Ulusal iklim göstergelerinin düzenli bir takvim çerçevesinde yayımlanması, sektörler açısından hedef, gerçekleşme, veri yılı ve belirsizlik bilgilerinin birlikte sunulduğu sade gösterge panellerinin hazırlanması ve tesisler ile yerel yönetimler tarafından üretilen verilerin ortak tanımlar üzerinden dijital ortamda bir araya getirilmesi bu doğrultuda değerlendirilebilecek seçenekler arasındadır. Yapay zekâ pilotlarının enerji tüketimi, sanayi verilerinin kalite kontrolü, ulaşım hareketliliği ve atık akışları gibi veri kaynaklarının görece açık olduğu alanlarda uygulanması; her pilotun doğruluk, zaman tasarrufu, maliyet ve olası yanlış sonuç riski açısından birlikte değerlendirilmesi de yararlı olabilir.

Türkiye'de geliştirilen iyi uygulamaların COP31 kapsamında paylaşılması, teknoloji tanıtımının yanı sıra yöntem, veri yönetişimi ve doğrulama deneyimlerinin uluslararası düzeyde paylaşılmasına katkı sağlayabilir. Şeffaflık sistemlerinin etkinliği, yalnızca toplanan veri miktarıyla değil; karar süreçleri için gerekli bilgilerin zamanında, karşılaştırılabilir, doğrulanabilir ve anlaşılabilir biçimde sunulabilmesiyle de ilişkilidir. Yapay zekâ; veri kontrol süreçlerinin hızlandırılması, eğilimlerin daha görünür hale getirilmesi ve raporlama yükünün azaltılması yoluyla bu hedefe katkı sağlayabilir. Bununla birlikte iklim hedeflerine ilişkin resmî sonuçların değerlendirilmesinde kamu kurumları, raporlayan kuruluşlar ve yetkili uzmanların rolünün korunması önem taşımaktadır. Veri kalitesi, güvenlik ve insan denetiminin birlikte gözetilmesi durumunda dijital araçlar, Türkiye'nin iklim hedeflerinin izlenebilirliğini ve uluslararası raporlama kapasitesini güçlendirebilir.

### 7.2. İleri Hidrojen Teknolojisi ve Karbon Yakalama Teknolojisi

Dr. Öğr. Üyesi Arif Karabuğa

Ülkelerin enerji politikaları; enerji verimliliği ve çevresel hedeflerin yanı sıra küresel rekabet, enerji arz güvenliği ve teknolojik kapasitenin geliştirilmesi gibi çok boyutlu hedefler

doğrultusunda şekillenmektedir. Bu çerçevede enerji depolama teknolojilerinin ve alternatif enerji kaynaklarının yerli teknolojik kapasiteyle desteklenmesi stratejik önem taşımaktadır (Dilanchiev ve Cutcu, 2026; Al-Shetwi, 2027). Mevcut enerji kaynakları arasında önemli bir paya sahip olan fosil yakıtlar, çevresel etkileri ve enerji ithalatına bağımlı ülkelerde arz güvenliği üzerindeki etkileri nedeniyle enerji politikalarında önemli bir değerlendirme alanı oluşturmaktadır. Buna karşılık güneş ve rüzgâr enerjisi gibi yenilenebilir enerji kaynakları giderek daha fazla ilgi görmekte ve yatırım çekmektedir. Bununla birlikte, bu kaynakların meteorolojik koşullara bağlı değişken üretim yapısı, enerji sistemlerinde esneklik ve süreklilik açısından ilave yönetim gereksinimleri doğurabilmektedir. Bu değişkenliğin yönetilmesine yönelik seçenekler arasında yeni nesil enerji depolama sistemleri önemli bir yer tutmaktadır. Hidrojen enerji teknolojileri de bu kapsamda giderek daha fazla önem kazanmaktadır (Yang ve ark., 2025).

2025 yılında küresel hidrojen talebi yaklaşık %3 artarak ilk kez 100 Mt'ın üzerine çıkmıştır. Çin tek başına küresel hidrojen tüketiminin yaklaşık %30'unu oluştururken, Kuzey Amerika yaklaşık %16, Orta Doğu ise yaklaşık %14–15 düzeyinde paya sahiptir. Buna ek olarak, küresel kurulu elektrolizör kapasitesi 2025 yılında yaklaşık iki katına çıkarak 4 GW'ı aşmıştır (IEA, 2026). Yeni kurulumların yaklaşık dörtte üçü Çin'de gerçekleşmiş ve Çin, toplam küresel kurulu kapasitenin yaklaşık üçte ikisine ulaşmıştır. Elektrolizör üretim kapasitesindeki gelişmeler de küresel hidrojen ekonomisinin teknolojik boyutunu göstermesi açısından dikkat çekicidir. Küresel elektrolizör üretim kapasitesi yaklaşık 58 GW/yıl seviyesine ulaşırken, bunun yaklaşık %60'ı Çin'de, %20'si Avrupa'da ve %10'u ABD'de bulunmaktadır (IEA, 2026). Çin'de oluşan ölçek ekonomisinin elektrolizör fiyatlarının azalmasına katkı sağladığı görülmektedir. Çin'de gerçekleştirilen bazı alkali elektrolizör ihalelerinde yalnızca elektrolizör yığını (stack) fiyatlarının 80 USD/kW'ın altına indiği rapor edilmektedir. Buna karşılık, Çin dışındaki kurulu sistem maliyetlerinin hâlen daha yüksek seviyelerde olduğu bildirilmektedir. Bu gelişmeler, Türkiye açısından elektrolizörlerin yanı sıra membran, elektrot, katalizör, bipolar plaka, güç elektroniği, gaz ayırma ve kontrol teknolojileri gibi kritik bileşenlerde yerli Ar-Ge ve üretim kapasitesinin geliştirilmesini önemli bir sanayi ve teknoloji politikası alanı haline getirmektedir.

Hidrojen, günümüzde yalnızca iklim politikaları kapsamında değil; enerji güvenliği, sanayi politikası, teknolojik kapasite ve kritik tedarik zincirleri bağlamında da değerlendirilmektedir. Küresel ölçekte hidrojen teknolojilerine ilişkin tartışmalar, teknolojik uygulanabilirliğin yanı sıra projelerin finansmanı, sürdürülebilir talebin oluşması, gerekli altyapının geliştirilmesi ve

mevcut maliyet farklarının uygun politika araçlarıyla azaltılması gibi konulara giderek daha fazla odaklanmaktadır. Birçok uluslararası enerji kuruluşunun yayımladığı raporlar ve ulusal hidrojen yol haritaları da hidrojenin enerji güvenliği açısından taşıdığı potansiyeli giderek daha görünür hale getirmektedir (Thiel, 2026; Borba ve ark., 2025).

Türkiye'nin yakın coğrafyası hidrojen üretimi açısından değerlendirildiğinde, Orta Doğu'nun dünya hidrojen üretiminin yaklaşık altıda birini gerçekleştirdiği görülmektedir. Bölge ayrıca küresel amonyak, üre, metanol ve rafineri ürünleri tedarik zincirlerinde önemli bir rol oynamakta; küresel amonyak ticaretinin dörtte birinden fazlasını, üre ticaretinin yaklaşık %40'ını ve metanol ticaretinin yaklaşık %45'ini temsil etmektedir. 2026 yılında yaşanan arz kesintilerinin gübre ve kimyasal ürün fiyatlarında önemli dalgalanmalarla ilişkili olduğu gözlenmektedir. Bu gelişmeler dikkate alındığında, yenilenebilir hidrojenin mevcut enerji arzı sorunlarına kısa vadede tek başına çözüm oluşturabilecek ölçekte olmadığı değerlendirilmektedir. Bununla birlikte, yerli yenilenebilir enerji kaynaklarından yararlanılarak hidrojen, amonyak, metanol ve sentetik yakıt üretilmesi; doğal gaza ve ithal kimyasal girdilere bağımlılığın uzun vadede azaltılmasına katkı sağlayabilecek bir potansiyel taşımaktadır. Bu nedenle hidrojen politikalarının dekarbonizasyon hedeflerinin yanı sıra enerji ve gıda güvenliği politikalarıyla birlikte değerlendirilmesi yararlı olabilir. Bu bağlamda yeşil hidrojen, yeşil amonyak ve gübre değer zincirleri, Türkiye açısından yalnızca emisyon azaltımı bakımından değil, tarım-gıda güvenliğinin güçlendirilmesi ve dışa bağımlılığın azaltılması açısından da stratejik önem taşımaktadır.

Hidrojen teknolojilerindeki gelişmeler incelendiğinde, düşük emisyonlu hidrojen üretiminin iki temel teknolojik yaklaşım üzerinden gelişmeye devam ettiği görülmektedir. Bunlardan ilki, yeşil hidrojen olarak tanımlanan ve yenilenebilir elektrik kullanılarak gerçekleştirilen elektroliz yöntemi; diğeri ise mavi hidrojen olarak tanımlanan, fosil kaynaklı hidrojen üretiminin yüksek oranlı $CO_2$ yakalama ve depolama teknolojileriyle bütünleştirildiği sistemlerdir. İkinci yaklaşımın değerlendirilmesinde ise karbon yakalama oranının ötesinde dikkate alınması gereken ilave teknik ve çevresel parametreler bulunmaktadır. CCUS entegreli hidrojen sistemlerinde yalnızca karbon yakalama ünitesinin varlığı, üretimin toplam yaşam döngüsü emisyon performansını tek başına ortaya koymamaktadır. Bu nedenle $CO_2$ yakalama oranının yanı sıra doğal gaz tedarik zincirindeki upstream metan emisyonları, sistemin ilave enerji tüketimi, $CO_2$'nin taşınması ve depolanması ile depolamanın uzun dönemli kalıcılığının birlikte değerlendirilmesi önem taşımaktadır. Türkiye açısından hidrojen ve CCUS teknolojilerinin birbirinden tamamen bağımsız Ar-Ge alanları olarak değil, ortak bir karbon yönetimi ve sanayi

dönüşümü portföyünün tamamlayıcı bileşenleri olarak ele alınması daha bütüncül bir değerlendirme çerçevesi sağlayabilir.

Hidrojen ekonomisinin gelişiminde önemli parametrelerden biri elektrolizör maliyetinin yanı sıra hidrojen üretiminde kullanılan elektriğin maliyetidir. Bilimsel çalışmalar, düşük emisyonlu hidrojenin birçok sektörde henüz doğrudan ekonomik olarak rekabetçi olmadığını göstermektedir. Bununla birlikte karbon fiyatlandırması, kota ve kullanım yükümlülükleri, fark sözleşmeleri (CfD), kamu alımları ve yeşil ürün primleri gibi politika araçlarının mevcut maliyet farkının azaltılmasına katkı sağlayabildiği görülmektedir. Bu bulgular, hidrojen politikalarında üretim tarafına yönelik arz desteklerinin talep oluşturma, altyapı geliştirme ve finansman araçlarıyla birlikte ele alınmasının önemine işaret etmektedir. Bu çerçevede elektrolizör yatırımlarının desteklenmesi, düşük maliyetli yenilenebilir elektriğe erişim, uzun dönemli alım garantileri, karbon fiyatlandırması ve gerekli altyapı yatırımlarının bütünleşik biçimde değerlendirilmesi hidrojen ekonomisinin gelişimini destekleyebilir.

Hidrojen ekonomisinin gelişiminde altyapı gereksinimleri de temel unsurlar arasında yer almaktadır. Dünya çapında 5.000 km'den fazla hidrojen boru hattı mevcut olmakla birlikte, bunların büyük bölümü rafineri ve kimya tesislerini birbirine bağlayan kısa mesafeli endüstriyel hatlardan oluşmaktadır. Gelecekte kurulacak hidrojen şebekelerinde daha yüksek basınç koşulları, açık erişim, hat içi gaz envanteri (linepack) yönetimi ve değişken üretim-talep koşullarına uyum gibi teknik gereksinimlerin dikkate alınması beklenmektedir. Bu nedenle hidrojen teknolojilerinin gelişimi yalnızca elektrolizör teknolojilerindeki ilerlemelerle sınırlı değildir. Hidrojen uyumlu boru malzemeleri, hidrojen gevrekleşmesine dayanıklı alaşımlar, kompresörler, valfler, kaçak algılama sistemleri, yeraltı hidrojen depolama teknolojileri, tuz kaverna sistemleri, amonyak ve sıvı organik hidrojen taşıyıcısı (LOHC) tabanlı taşıma çözümleri ile sıvı hidrojen teknolojileri önemli Ar-Ge ve ticarileşme alanları olarak öne çıkmaktadır.

Düşük emisyonlu hidrojen projelerine yapılan yatırımlar 2025 yılında, bir önceki yıla göre yaklaşık iki katına çıkarak 6,6–7 milyar USD seviyesine yükselmiştir. IEA'nın 2026 hidrojen raporuna göre, 2026 yılında bu yatırımların yaklaşık 10,1 milyar USD'ye ulaşabileceği tahmin edilmektedir. Bu yatırımların yaklaşık 7,2 milyar USD'sinin elektroliz teknolojilerine, 2,8 milyar USD'sinin ise CCUS bağlantılı hidrojen projelerine yönelmesi öngörülmektedir (IEA, 2026). IEA'nın söz konusu raporunda özellikle PEM elektrolizörlerinde iridyum kullanımının azaltılması ve geri kazanılması, iridyumsuz katalizörlerin geliştirilmesi, metan pirolizi, yeni elektrokatalitik hidrojen üretim yöntemleri, hidrojen ve amonyakla çalışan türbinlerin

geliştirilmesi, hidrojenle doğrudan indirgenmiş demir üretimi ve ortak Ar-Ge/test altyapılarının kurulması öne çıkan teknolojik gelişme alanları arasında yer almaktadır. Bu bulgular, Türkiye açısından gelecekteki rekabetin yalnızca hidrojen üretim miktarıyla değil, hidrojen teknolojilerini geliştirme, üretme ve ticarileştirme kapasitesiyle de ilişkili olabileceğine işaret etmektedir.

Uluslararası hidrojen ticaretinin gelişimi açısından hidrojenin karbon yoğunluğunun karşılaştırılabilir, izlenebilir ve doğrulanabilir biçimde belirlenmesi önem taşımaktadır. Dünyada kullanılan hidrojen sertifikasyon sistemleri arasında sınır değerler, sistem sınırları, elektrik kaynağının niteliği, zamansal ve coğrafi eşleştirme, yaşam döngüsü emisyonları ve sera gazı muhasebesi açısından önemli metodolojik farklılıklar bulunmaktadır. Bu farklılıkların gelecekte uluslararası hidrojen ticaretinde teknik veya ticari uyum gereksinimleri oluşturma potansiyeli bulunmaktadır. Bu nedenle Türkiye'nin hidrojen odaklı Ar-Ge programının elektrolizör geliştirme çalışmalarının yanı sıra hidrojenin karbon yoğunluğunu belirleyecek ölçüm, raporlama, doğrulama ve sertifikasyon sistemleriyle desteklenmesi yararlı olabilir. Bu sistemlerin ulusal Ar-Ge altyapısının bir parçası olarak değerlendirilmesi ve sertifikasyon süreçlerinde ortak ve uluslararası kabul gören karbon yoğunluğu eşiklerinin dikkate alınması önem taşımaktadır. Avrupa Birliği, düşük karbonlu hidrojen için 3,38 kg $CO_2$-eq/kg $H_2$ düzeyindeki sera gazı emisyon eşiğini esas almaktadır (IRENA, 2024).

Türkiye'nin mevcut Hidrojen Teknolojileri Stratejisi ve Yol Haritası, elektrolizör kurulu gücünün 2030 yılında 2 GW'a, 2035 yılında 5 GW'a ve 2053 yılında 70 GW'a çıkarılmasını; hidrojen üretim maliyetinin 2035 yılında 2,4 USD/kg'ın altına indirilmesini ve 2050'li yıllarda bu değerin yaklaşık yarısına düşürülmesini hedeflemektedir (T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, 2023). Bu hedefler Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı tarafından açıklanmış ve IRENA'nın ulusal hidrojen stratejilerini karşılaştırdığı çalışmalarda da raporlanmıştır. Bu hedeflerin izlenmesinde kurulu elektrolizör kapasitesinin yanı sıra daha geniş bir gösterge setinden yararlanılması, hidrojen ekosisteminin farklı boyutlarının birlikte değerlendirilmesine katkı sağlayabilir. Bu kapsamda dikkate alınabilecek göstergeler arasında GW ölçeğinde yerli elektrolizör üretim kapasitesi, ton/yıl ölçeğinde hidrojen üretimi, elektrolizör ve yenilenebilir enerji sistemlerinin kapasite faktörü, hidrojenin bütünleşik birim üretim maliyeti, kg $CO_2$-eq/kg $H_2$ cinsinden hidrojenin yaşam döngüsü karbon yoğunluğu, yerli teknoloji oranı, kritik bileşenlerde yerlilik düzeyi, yerli patent ve faydalı model sayısı, hidrojen üretiminde su tüketimi, hidrojen kullanan düşük karbonlu çelik, gübre, amonyak, metanol ve sentetik yakıt üretimi ile uluslararası hidrojen ticaretine uyumlu sertifikasyon sistemlerinin geliştirilmesi yer

almaktadır. Bu göstergelere dayalı bütüncül bir değerlendirme yaklaşımı, Türkiye'nin yerli hidrojen teknolojileri geliştirme, bu teknolojileri ticarileştirme ve ihraç etme kapasitesinin yanı sıra hidrojen temelli sanayi dönüşümünü destekleme potansiyelini de güçlendirebilir.

# BÖLÜM 8. COP31 YOL HARİTASI VE ÖNERİLER

Prof. Dr. Hasan Saygın

Türkiye'de iklim değişikliğiyle mücadele ve düşük karbonlu dönüşüm kapsamında önemli düzenleme ve uygulamalar hâlihazırda yürütülmektedir. Mevcut çalışmaların COP31 süreci ve 2053 Net Sıfır Emisyon Hedefi doğrultusunda daha da güçlendirilmesine katkı sağlamak amacıyla, aşağıda tamamlayıcı politika ve uygulama seçenekleri sunulmaktadır.

Türkiye'nin COP31 sürecini 2053 Net Sıfır Emisyon Hedefi doğrultusunda uzun vadeli bir dönüşüm fırsatı olarak değerlendirmesi, iklim politikalarının hukuki, ekonomik, teknolojik, çevresel ve toplumsal boyutlarının bütüncül bir yaklaşımla ele alınmasına katkı sağlayabilir. Bu raporda ortaya konulan değerlendirmeler; enerji ve enerji verimliliği, yeşil finansman ve sanayi dönüşümü, su-tarım-ekosistem dayanıklılığı, adil geçiş ve katılımcı yönetişim ile veri şeffaflığı ve teknoloji alanlarında eşgüdümlü ilerlemenin önemini ortaya koymaktadır.

## 8.1. 2026 Yılına Kadar Kısa Vadeli Öncelikler

Prof. Dr. Hasan Saygın

COP31'e kadar olan dönemde, mevcut iklim politikalarının uygulama kapasitesinin daha da güçlendirilmesi önemli bir öncelik alanı olarak değerlendirilebilir. İklim Kanunu ve Türkiye Emisyon Ticaret Sistemi (ETS) kapsamında öngörülen düzenleyici çerçevenin geliştirilmesi, izleme, raporlama ve doğrulama mekanizmalarının desteklenmesi ve kurumlar arası görev ve sorumlulukların açık ve uyumlu biçimde yürütülmesi bu sürece katkı sağlayabilir.

Ekonomik açıdan, yeşil bütçeleme yaklaşımının geliştirilmesiyle iklimle ilişkili harcamaların sistematik biçimde izlenmesi; kamu kaynaklarının enerji verimliliği, yenilenebilir enerji, enerji depolama ve düşük karbonlu teknolojilere yönelik yatırımları destekleyecek biçimde değerlendirilmesi yararlı olabilir. Enerji altyapısında ise yenilenebilir enerji kapasitesindeki gelişmelerin şebeke modernizasyonu ve enerji depolama yatırımlarıyla birlikte ele alınması, sistem esnekliğinin güçlendirilmesine katkı sağlayabilir.

Aynı dönemde sivil toplum, yerel yönetimler, akademi, özel sektör ve yerel toplulukların karar süreçlerine katılımını destekleyen mevcut mekanizmaların güçlendirilmesi; emisyonlar ve

iklim politikalarının izlenmesine yönelik verilerin ortak standartlar çerçevesinde daha erişilebilir, karşılaştırılabilir ve doğrulanabilir hale getirilmesi önem taşımaktadır.

### 8.2. 2030 Yılına Kadar Orta Vadeli Sektörel Dönüşüm

Prof. Dr. Hasan Saygın

2030 perspektifinde, mevcut hukuki ve kurumsal çerçevenin enerji, sanayi, ulaşım, binalar, tarım ve doğal kaynak yönetiminde ölçülebilir ve izlenebilir çıktılarla desteklenmesi önemli bir gelişim alanı olarak öne çıkmaktadır.

Enerji alanında yenilenebilir kaynakların elektrik sistemine entegrasyonunun güçlendirilmesi, şebeke esnekliği ve enerji depolama kapasitesinin geliştirilmesi, sanayi ve binalarda enerji verimliliği uygulamalarının yaygınlaştırılması ile ulaşımda elektrifikasyon ve demiryolunun payını artırmaya yönelik seçeneklerin desteklenmesi, düşük karbonlu dönüşüme katkı sağlayabilir.

Sanayi ve finansman politikalarında, ETS ve Sınırda Karbon Düzenleme Mekanizması dikkate alınarak karbon yoğun sektörlerin düşük karbonlu üretime geçişinin desteklenmesi; karbon muhasebesi, raporlama, enerji verimliliği ve yeşil finansmana erişim kapasitesinin güçlendirilmesi önem taşımaktadır.

Su ve tarım politikalarında tarımsal sulama altyapısının modernizasyonu, arıtılmış atıksuların güvenli ve uygun koşullarda yeniden kullanımı, yağmur suyu yönetimi, doğa tabanlı çözümler ve rejeneratif tarım uygulamalarının geliştirilmesi değerlendirilebilir. Biyoçeşitlilik ve orman ekosistemlerinin kuraklık, yangın ve diğer iklim kaynaklı risklere karşı dayanıklılığının desteklenmesi de ulusal uyum politikalarının önemli bileşenlerinden biri olarak ele alınabilir.

Toplumsal dönüşüm kapsamında adil geçiş mekanizmalarının, yeşil beceri geliştirme ve sosyal koruma programlarının güçlendirilmesi; iklim değişikliğine bağlı hareketlilik ve kentleşme süreçleri açısından yerel dayanıklılığın desteklenmesi ve sivil toplumun karar süreçlerine katılımını kolaylaştıran mekanizmaların geliştirilmesi önem taşımaktadır.

Veri ve teknoloji alanında ise güvenilir emisyon verilerinin üretilmesi, dijital izleme sistemlerinin geliştirilmesi, yapay zekâ destekli uygulamalardan yararlanılması ve ortak raporlama altyapılarının güçlendirilmesi önemli fırsatlar sunmaktadır. Hidrojen, enerji depolama, karbon yakalama ve diğer düşük karbonlu teknolojilerde Ar-Ge ve yerli üretim kapasitesinin desteklenmesi de uzun vadeli teknolojik yetkinliğe katkı sağlayabilir.

### 8.3. 2053 Net Sıfır Hedefine Yönelik Uzun Vadeli Dönüşüm

Prof. Dr. Hasan Saygın

2053 Net Sıfır Emisyon Hedefi doğrultusunda kısa ve orta vadeli uygulamaların uzun dönemli dönüşüm hedefleriyle uyumlu biçimde ele alınması önem taşımaktadır. Enerji üretimi, sanayi, ulaşım, binalar, tarım ve doğal kaynak yönetiminin ortak ve bütüncül bir dönüşüm çerçevesi içinde değerlendirilmesi, politika tutarlılığının güçlendirilmesine katkı sağlayabilir.

Uzun vadede yenilenebilir enerji, depolama, akıllı şebekeler, düşük karbonlu sanayi teknolojileri, hidrojen ve karbon yönetimi alanlarında yerli teknoloji ve Ar-Ge kapasitesinin geliştirilmesi önemli fırsatlar sunmaktadır. Bununla birlikte su, toprak, tarım, ormanlar ve biyoçeşitliliğin iklim değişikliğine dayanıklı ekosistem ve gıda sistemleri yaklaşımı çerçevesinde birlikte değerlendirilmesi, doğal kaynak yönetiminin bütüncüllüğünü destekleyebilir.

Net sıfır dönüşümünün toplumsal boyutunun güçlendirilmesi açısından adil geçiş politikalarının, dirençli kent yaklaşımlarının ve katılımcı yönetişim mekanizmalarının uzun vadeli olarak geliştirilmesi önem taşımaktadır.

### 8.4. Kurumsal Eşgüdüm, İzleme ve Şeffaflık

Prof. Dr. Hasan Saygın

Yol haritasının etkin biçimde uygulanması, merkezi ve yerel yönetimler arasındaki kurumsal eşgüdümün güçlendirilmesiyle desteklenebilir. Ulusal politikaların; yerel yönetimler, il iklim değişikliği koordinasyon kurulları ve yerel iklim eylem planlarıyla uyum içinde yürütülmesi, akademi, özel sektör ve sivil toplumun uygulama ve izleme süreçlerine katkısının artırılması açısından önemli fırsatlar sunmaktadır.

Emisyon azaltımı, enerji verimliliği, yenilenebilir enerji, su kullanımı, ekosistem dayanıklılığı, yeşil istihdam ve teknolojik gelişme gibi alanlarda ölçülebilir göstergelerin geliştirilmesi ve kaydedilen ilerlemenin düzenli biçimde paylaşılması, izleme süreçlerinin şeffaflığını ve kurumsal öğrenmeyi destekleyebilir. COP31 kapsamında geliştirilen veri, katılım ve izleme mekanizmalarının konferans sonrasında da sürdürülebilir biçimde kullanılmasının, uzun vadeli politika sürekliliğine katkı sağlaması beklenebilir.

### 8.5. Sonuç

Prof. Dr. Hasan Saygın

COP31, Türkiye açısından uluslararası görünürlüğü destekleyen önemli bir diplomasi süreci olmasının yanı sıra, 2030 ve 2053 hedefleri arasında süreklilik kurulmasına katkı sağlayabilecek stratejik bir fırsat olarak değerlendirilebilir. Türkiye'nin yenilenebilir enerji potansiyeli, sanayi altyapısı, teknolojik kapasitesi, tarımsal üretim gücü ve biyolojik çeşitliliği, sürdürülebilir ve düşük karbonlu kalkınma açısından önemli olanaklar sunmaktadır.

Bu potansiyelin daha etkin biçimde değerlendirilmesi; hukuki ve kurumsal altyapının uygulama kapasitesinin güçlendirilmesi, enerji ve sanayi dönüşümünün desteklenmesi, doğal kaynak ve ekosistem dayanıklılığının artırılması, teknolojik kapasitenin geliştirilmesi ve iklim politikalarında adil, şeffaf ve katılımcı yaklaşımların sürdürülmesiyle desteklenebilir. COP31 kapsamında geliştirilecek kısa vadeli uygulamaların 2030 sektörel hedefleriyle, 2030 hedeflerinin ise 2053 Net Sıfır vizyonuyla uyumlu biçimde ilişkilendirilmesi, sürecin uzun vadeli etkisinin güçlendirilmesine katkı sağlayabilir.

**KAYNAKÇA**

AA Yeşil Hat. (2024). Türkiye 2030 iklim hedeflerine eylem planlarıyla hazırlanıyor. Anadolu Ajansı. https://www.aa.com.tr/tr/yesilhat

Acar Kurt, B. (2025). Where are the others: Marginalized and vulnerable groups' interests in just transition under international law (Tez No. 988203) [Yüksek lisans tezi, Koç Üniversitesi]. Ulusal Tez Merkezi.

Ağaç, İ. Y., & Arı, İ. (2026). Narratives of climate governance transition in Türkiye: A case study on Türkiye's climate law. Ombudsman Akademik, (24), 181–204.

Al-Shetwi, A. Q. (2027). Intelligent and secure digital grids: A review of artificial intelligence, digital twins, and cyber-physical security for grid-forming inverters in 100% renewable power systems. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 243, Article 117389. https://doi.org/10.1016/j.rser.2026.117389

Arnstein, S. R. (1969). A ladder of citizen participation. Journal of the American Institute of Planners, 35(4), 216–224. https://doi.org/10.1080/01944366908977225

Atanasova, N., Oral, H. V., Ferreira, C. S. S., & Stolte, J. (2021). Nature-based solutions for agricultural water management and drought risk reduction in Southern Europe. Land Degradation & Development, 32(14), 3890–3904.

Avrupa Komisyonu. (2025). CBAM Omnibus Simplification Package: Postponement of certificate-surrender obligations to 2027. Regulation (EU) 2025/2083. European Commission.

Bakca, A. B. (2026). Yeşil işlerin önündeki engeller ve çözüm önerileri (Tez No. 1010219) [Yüksek lisans tezi, Marmara Üniversitesi]. Ulusal Tez Merkezi.

Beefull. (2025, Aralık). Ekim 2025 elektrikli araç satış rakamları. https://beefull.com/blog/ekim-2025-elektrikli-arac-satis-rakamlari/

Belediye Kanunu, Kanun No. 5393. (2005, 13 Temmuz). Resmî Gazete (Sayı: 25874). https://www.mevzuat.gov.tr/mevzuatmetin/1.5.5393.pdf

Borba, P. C. S., Gonçalves, A. R., Costa, R. S., Cumplido, M. A., & Martins, F. R. (2025). Integrating renewable energy for power security under water stress scenarios due to climate change: Strategies and opportunities. Energy, 326, Article 136169. https://doi.org/10.1016/j.energy.2025.136169

Bozkurt, G., Güler, B., & Bayraktar, M. (2026). Türkiye'de endemizm ve endemik bitkilerin korunması. Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi, 13(1), 401–417.

Butler, S. J., Vickery, J. A., & Norris, K. (2007). Farmland biodiversity and the footprint of agriculture. Science, 315(5810), 381–384.

Castellar, J. A., Oral, H. V., Carvalho, P., & Masi, F. (2021). Circular water management in agriculture: Integrating reclaimed water reuse and nature-based solutions to mitigate drought impacts. Journal of Environmental Management, 298, Article 113452.

Chamala, S. (1990). Social and environmental impacts of modernization of agriculture in developing countries. Environmental Impact Assessment Review, 10(1-2), 219–231.

Cumhurbaşkanlığı Strateji ve Bütçe Başkanlığı. (2025a). 2026 Yılı Bütçe Gerekçesi. https://www.sbb.gov.tr

Cumhurbaşkanlığı Strateji ve Bütçe Başkanlığı. (2025b). 2026-2028 Dönemi Merkezi Yönetim Bütçe Ödeneklerinin Programlara Göre Dağılımı.

Çeçen, H. (2026). Avrupa İklim Kanunu ile mukayeseli olarak Türk İklim Kanunu'nun hukuksal analizi. Anadolu Üniversitesi Hukuk Fakültesi Dergisi, 12(2), 423–448.

Çelik, O., Semerci, A., Şanlı, B., Belindir, B., & Gedik, Ö. (2002). Ankara çevresinde Anadolu karaçamlarında (Pinus nigra Arn. Ssp. pallasiana Lamb. Holmboe) görülen kurumaların nedenleri. Orman Mühendisliği, 39, 7–16.

Çetin, B. (2007). Küresel ısınma ve Türkiye'deki yansımaları. VII. Ulusal Ekoloji ve Çevre Kongresi, Program ve Bildiri Özetleri Kitabı, 10–13.

Çevre ve Orman Bakanlığı. (2007). Ulusal Biyolojik Çeşitlilik Stratejisi ve Eylem Planı. Ankara.

Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı. (2026, 4 Ağustos). Yerel iklim değişikliği eylem planları ile il iklim değişikliği koordinasyon kurulları hakkında yönetmelik. Resmî Gazete (Sayı: 33330). https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2026/08/20260804-1.htm

Dağ, M. M., & Yılmaz, H. (2024). Tarımsal üretimde geleneksel yöntemlerin ötesine geçiş: Rejeneratif tarım. Tarım Ekonomisi Dergisi, 30(2), 197–205.

Dai, Z., Wang, Q., Jiang, J., & Lu, Y. (2024). Influence of university agricultural technology extension on efficient and sustainable agriculture. Scientific Reports, 14(1), Article 4874.

De Rigo, D., Libertà, G., Durrant, T. H., Vivancos, T. A., & San-Miguel-Ayanz, J. (2017). Forest fire danger extremes in Europe under climate change: Variability and uncertainty. Publications Office of the European Union.

Demir, E. (2026). 7552 Sayılı İklim Kanunu'na genel bir bakış: Amaç, ilkeler ve uygulama yöntemleri. Erciyes Üniversitesi Hukuk Fakültesi Dergisi, 21(1), 275–301.

Demir, M., & Kaplan, H. T. (2026). Türkiye'nin iklim değişikliği politikalarının etkililiği: Paris Anlaşması ve 2053 Net Sıfır Hedefi bağlamında bir değerlendirme. Hacettepe Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 44(2), 314–339.

Dilanchiev, A., & Cutcu, I. (2026). Renewable energy and energy security under geopolitical vulnerability: New evidence from fragile regions. Energy Policy, 217, Article 115470. https://doi.org/10.1016/j.enpol.2026.115470

Dönmez, C., Thomas, E., Pedreros, D., Husak, G., Krause, P., Kunz, A., Helmschrot, J., & Berberoğlu, S. (2010, 13–17 Aralık). Assessment of climate change impacts on water resources

in the semi-arid Eastern Mediterranean, Turkey [Konferans özeti]. AGU Fall Meeting, San Francisco, CA, United States.

Dünya Bankası. (2022). Digital monitoring, reporting, and verification systems and their application in future carbon markets. World Bank Group. https://doi.org/10.1596/37622

Dünya Enerji Konseyi Türk Milli Komitesi. (2025). Türkiye, enerji verimliliğine 2030'a kadar 20 milyar dolardan fazla yatırım yapacak. https://dunyaenerji.org.tr/

EDSİS. (2025, Kasım). Türkiye, 2026 enerji depolama dönüşümüne hazırlanıyor (Basın toplantısı açıklamaları). Elektrik Dünyası Dergisi. https://elektrikdunyasi.com.tr/

Ember. (2026). Türkiye elektrik üretimi 2025 yıllık değerlendirmesi. Ember Climate.

Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı. (2024). Türkiye'nin Enerji Verimliliği 2030 Stratejisi ve II. Ulusal Enerji Verimliliği Eylem Planı (2024–2030). T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı.

Enerjisa Üretim. (2025). Bandırma Enerji Üssü Batarya Enerji Depolama Sistemi (BESS) Bakanlık Onaylı Devreye Alma Duyurusu.

Ercanlı, Ç. (2022). Kıyı kentlerinde iklim değişikliğine bağlı deniz seviyesi yükselme riskine karşı kentsel kıyı alan kullanımları için adaptasyon stratejileri: İzmir örneği (Tez No. 726440) [Doktora tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi]. Ulusal Tez Merkezi.

EÜD (Enerji Verimliliği Derneği). (2024). Türkiye'nin Enerji Verimliliği 2030 Stratejisi ve II. Ulusal Enerji Verimliliği Eylem Planı (2024–2030) enerji sektörü özet raporu. https://www.eud.org.tr/

European Commission. (2023a). Commission Regulation (EU) 2023/915 of 25 April 2023 on maximum levels for certain contaminants in food and repealing Regulation (EC) No 1881/2006. Official Journal of the European Union. https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A32023R0915

European Commission. (2023b). Regulation (EU) 2023/956 establishing a Carbon Border Adjustment Mechanism. Official Journal of the European Union. https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2023/956/oj

FAO. (2018). Food loss and waste and the right to adequate food: Making the connection. Food and Agriculture Organization.

FAO. (2019). The State of Food and Agriculture 2019: Moving forward on food loss and waste reduction. Food and Agriculture Organization.

FAO. (2021). Climate change, biodiversity and nutrition nexus – Evidence and emerging policy and programming opportunities. Food and Agriculture Organization. https://doi.org/10.4060/cb6701en

Fuar Dergisi. (2025). Enerjisa Üretim'den ilk bakanlık onaylı batarya depolama sistemi. https://www.fuardergisi.com.tr/

Fuar Dergisi. (2026, Nisan). Türkiye'de rüzgâr ve güneş enerjisi 2025'te tarihi eşiği aştı: Elektrik üretiminde %22 pay. https://www.fuardergisi.com.tr/

Fung, A. (2006). Varieties of participation in complex governance. Public Administration Review, 66(s1), 66–75. https://doi.org/10.1111/j.1540-6210.2006.00667.x

Gabel, M. (1979). Ho-Ping: A world scenario for food production. World Game Institute.

GENSED. (2024, Aralık). Türkiye'nin Enerji Verimliliği 2030 Stratejisi ve II. Ulusal Enerji Verimliliği Eylem Planı Yayımlandı. https://gensed.org/

Ghosh, S., Saha, A., Kumar, S., & Pathania, S. (2024). Regenerative agriculture for climate change mitigation and food security. S. Kumar, R. S. Meena, P. Sheoran, & M. K. Jhariya (Ed.), *Regenerative agriculture for sustainable food systems* içinde (ss. 83–133). Springer. https://doi.org/10.1007/978-981-97-6691-8_4

Gliessman, S. R., Starr, C., & Martínez, R. (2018). Agroecology: The foundation for food system sustainability. *Agroecology for food security and nutrition: Proceedings of the International Symposium on Agroecology in China* içinde (ss. 3–12). Food and Agriculture Organization of the United Nations. https://openknowledge.fao.org/items/57673129-c46b-4de6-b3db-64c1ed32ab0c

Gomiero, T., Pimentel, D., & Paoletti, M. G. (2011). Environmental impact of different agricultural management practices: Conventional vs. organic agriculture. Critical Reviews in Plant Sciences, 30(1-2), 95–124.

Gosnell, H., Gill, N., & Voyer, M. (2019). Transformational adaptation on the farm: Processes of change and persistence in transitions to 'climate-smart' regenerative agriculture. Global Environmental Change, 59, Article 101965.

Grentis. (2026). Türkiye Elektrik Piyasası Tam Rehber 2026: GÖP, GİP, DGP, YEKDEM ve Toplayıcılık. https://grentistr.com/blog/

Güripek, H. (2025). İklim değişikliği ve sosyal politika ilişkisi: Yeşil sosyal politikaya doğru (Tez No. 982855) [Doktora tezi, Kocaeli Üniversitesi]. Ulusal Tez Merkezi.

Güngör, A., & Özcan, H. (2025). Sürdürülebilir tarım yöntemlerinin iklim değişikliği ve gıda güvenliği çerçevesinde karşılaştırılması. Fenerbahçe Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, 5(2), 245–257.

Harwood, R. R. (1990). A history of sustainable agriculture. C. A. Edwards, R. Lal, P. Madden, R. H. Miller, & G. House (Ed.), *Sustainable agricultural systems* içinde (ss. 3–19). Soil and Water Conservation Society.

IEA. (2024). World energy outlook 2024. International Energy Agency. https://www.iea.org/reports/world-energy-outlook-2024

IEA. (2026). Global hydrogen review 2026. International Energy Agency.

İklim Değişikliği Başkanlığı. (2024a). İklim değişikliği azaltım stratejisi ve eylem planı 2024–2030. T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı. https://iklim.gov.tr/

İklim Değişikliği Başkanlığı. (2024b). İklim değişikliğine uyum stratejisi ve eylem planı 2024–2030. https://iklim.gov.tr/eylem-planlari-i-19

İklim Değişikliği Başkanlığı. (2025a). 2025 Yılı Performans Programı.

İklim Değişikliği Başkanlığı. (2025b). Türkiye Cumhuriyeti ikinci ulusal katkı beyanı NDC 3.0. T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı. https://iklim.gov.tr/

İklim Değişikliği Başkanlığı. (2026). 2026 Yılı Performans Programı.

İklim Kanunu, Kanun No. 7552. (2025, 9 Temmuz). T.C. Resmî Gazete (Sayı: 32951). Mevzuat Bilgi Sistemi.

İKV (İktisadi Kalkınma Vakfı). (2025, Eylül). Elektrikli Otomobillerin Küresel Yükselişi: Çin Hegemonyası, AB'nin Yanıtı ve Türkiye'nin TOGG Vizyonu (Değerlendirme Notu). https://ikv.org.tr/

Intergovernmental Panel on Climate Change. (2018). Global warming of 1.5°C. Cambridge University Press.

Intergovernmental Panel on Climate Change. (2022). Decision-making options for managing risk. Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability içinde (Bölüm 17). Cambridge University Press. https://doi.org/10.1017/9781009325844.019

International Labour Organization. (2015). Guidelines for a just transition towards environmentally sustainable economies and societies for all. International Labour Office.

IRENA. (2024). Shaping sustainable international hydrogen value chains 2024. International Renewable Energy Agency.

Islam, M. (2016). Impacts of climate variability on physical and social environment: Study on adaptation process in Bangladesh coastal region (Tez No. 434313) [Doktora tezi, Hacettepe Üniversitesi]. Ulusal Tez Merkezi.

Kamu Gözetimi Kurumu. (2023). Türkiye sürdürülebilirlik raporlama standartları. Resmî Gazete, 32414 Mükerrer. https://www.kgk.gov.tr/

Kantarcı, M. D., & Avcı, M. (2013). Akdeniz Havzası'ndaki ısınmanın Toros Göknarı (Abies cilicica subsp. cilicica) ormanlarında Toros Göknarı kabuk böceğinin (Pityokteines marketae) yayılmasına ve kuruma olaylarına etkisi. A. Öztopal, B. Yerli, & Z. Şen (Ed.), III. Türkiye İklim Değişikliği Kongresi TİKDEK 2013 Bildiriler Kitabı içinde (ss. 211–228).

Kar, B., & Partigöç Şüyün, N. S. (2026). İklim değişikliği kaynaklı göçlere yönelik planlama yaklaşımı. Doğal Afetler ve Çevre Dergisi, 12(1), 247–257. https://doi.org/10.21324/dacd.1661082

Kekillioğlu, A. (2024). İklim değişikliği-biyolojik çeşitlilik etkileşim süreci ve Türkiye üzerine. Doğa Bilimleri ve Matematikte Yeni Trendler ve Sınırlar, 81–99.

Khangura, R., Ferris, D., Wagg, C., & Bowyer, J. (2023). Regenerative agriculture—A literature review on the practices and mechanisms used to improve soil health. Sustainability, 15(3), Article 2338.

Kılıç, M. (2024). Türkiye'nin kıyı şehirlerinde yürütülen akıllı şehir projelerinin kıyılarda dirençlilik oluşturma rolünün değerlendirilmesi. Afet ve Risk Dergisi, 7(1), 210–225. https://doi.org/10.35341/afet.1380570

Kirilenko, A. P., & Sedjo, R. A. (2007). Climate change impacts on forestry. Proceedings of the National Academy of Sciences, 104(50), 19697–19702.

Konhaber. (2026, Mayıs). Küresel enerji krizinde Türkiye'nin yenilenebilir kalkanı. https://www.konhaber.com/

Köse, M. (2025). Türkiye'de İklim Krizi'nin yönetimi: 7552 Sayılı İklim Kanunu. Siyasal Bilgiler Fakültesi Dergisi, 10(2), 50–79.

Kurnaz, M. L. (2023). İklim değişikliği ve uyum süreçlerinde Türkiye. Resilience, 7(1), 199–208.

Kurum, M., & Bowen, C. (2026, 20 Mayıs). Joint letter from the COP31 President-Designate and President of Negotiations. UNFCCC. https://unfccc.int/sites/default/files/resource/JOINT%20LETTER%20FROM%20COP31%20CPD-PON.pdf

Lal, R. (2020). Regenerative agriculture for food and climate. Journal of Soil and Water Conservation, 75(5), 123A–124A.

Lei, J., Xie, Y., Chen, Y., Zhong, T., Lin, Y., & Wang, M. (2025). The transformation of peri-urban agriculture and its implications for urban–rural integration under the influence of digital technology. Land, 14(2), Article 375.

Marmara Belediyeler Birliği. (2025, Kasım). Türkiye COP31'e dönem başkanlığı ve ev sahipliği yapacak. https://www.marmara.gov.tr/

McLennon, E., Dari, B., Jha, G., Sihi, D., & Kankarla, V. (2021). Regenerative agriculture and integrative permaculture for sustainable and technology driven global food production and security. Agronomy Journal, 113(6), 4541–4559.

Monciatti, M., Marcu, A., Demirkol, K., Yarayan, N. Y., & Vollmer, A. (2022). Sivil toplum için politika vizyonu yol haritası (N. O. V. A. Çev.). AB–Türkiye İklim Politikası Diyaloğu.

Newton, P., Civita, N., Frankel-Goldwater, L., Bartel, K., & Johns, C. (2020). What is regenerative agriculture? A review of scholar and practitioner definitions based on processes and outcomes. Frontiers in Sustainable Food Systems, 4, Article 577723.

Nunes, L. J., Meireles, C. I., Pinto Gomes, C. J., & Almeida Ribeiro, N. M. (2020). Forest contribution to climate change mitigation: Management oriented to carbon capture and storage. Climate, 8(2), Article 21.

OECD. (2022). OECD guidelines for citizen participation processes. OECD Publishing. https://doi.org/10.1787/f765caf6-en

OECD. (2024a). Beyond green tagging: How can public budgeting support climate goals? OECD Publishing. https://doi.org/10.1787/b154d49b-en

OECD. (2024b). Green budgeting in OECD countries 2024. OECD Publishing. https://doi.org/10.1787/9aea61f0-en

OECD. (2024c). OECD AI principles. https://www.oecd.org/en/topics/ai-principles.html

OECD. (2025). OECD Economic Surveys: Türkiye 2025. OECD Publishing. https://doi.org/10.1787/d01c660f-en

Oral, H. V., Carvalho, P., Gajewska, M., Ursino, N., Masi, F., van Hullebusch, E. D., Kazak, J. K., Exposito, A., Cipolletta, G., Andersen, T. R., & Regelsberger, M. (2020). A review of nature-based solutions for urban water management in European circular cities: A critical assessment based on case studies and literature. Blue-Green Systems, 2(1), 112–136.

Orman Genel Müdürlüğü. (2019). Ormancılık istatistikleri 2019. T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı.

Orman Genel Müdürlüğü. (2020). Ormancılıkta iklim değişikliğine uyum stratejik planı. T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı.

Öztürk, K. (2002). Küresel iklim değişikliği ve Türkiye'ye olası etkileri. Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi, 22(1).

Perales-Momparler, S., Oral, H. V., & van Hullebusch, E. D. (2021). Evaluating the performance of nature-based solutions in enhancing drought resilience and water security within the Water-Energy-Food Nexus. Water Resources Management, 35(12), 4105–4122.

Peterson, L., & van Asselt, H. (2026). Assessing risks to the implementation of NDCs under the Paris Agreement. Climate Policy, 26(3), 462–476.

Portakal, C., Tamcı, I., & Acar, S. (2024). Adil geçişi planlamak: Yeşil dönüşümü adil kılmak için bir çerçeve önerisi. Ekonomi-tek, 13(2), 160–182. https://izlik.org/JA87XY27DC

Psistaki, K., Tsantopoulos, G., & Paschalidou, A. K. (2024). An overview of the role of forests in climate change mitigation. Sustainability, 16(14), Article 6089.

Rajamani, L. (2024). Interpreting the Paris Agreement in its normative environment. Current Legal Problems, 77(1), 167–200.

Resmî Gazete. (2025, 9 Temmuz). İklim Kanunu Kanun No 7552. Resmî Gazete, (Sayı: 32951).

Resmî Gazete. (2026a, 4 Ağustos). Yerel İklim Değişikliği Eylem Planları ile İl İklim Değişikliği Koordinasyon Kurulları Hakkında Yönetmelik. Resmî Gazete, (Sayı: 33330).

Resmî Gazete. (2026b, 27 Ağustos). Türkiye Emisyon Ticaret Sistemi Yönetmeliği. Resmî Gazete, (Sayı: 33353).

Rolnick, D., Donti, P. L., Kaack, L. H., Kochanski, K., Lacoste, A., Sankaran, K., Ross, A. S., Milojevic-Dupont, N., Jaques, N., Waldman-Brown, A., Luccioni, A. S., Maharaj, T., Sherwin, E. D., Mukkavilli, S. K., Kording, K. P., Gomes, C., Ng, A. Y., Hassabis, D., Platt, J. C., Creutzig, F., Chayes, J., & Bengio, Y. (2022). Tackling climate change with machine learning. ACM Computing Surveys, 55(2), Article 42. https://doi.org/10.1145/3485128

Rosen, A. M. (2015). The wrong solution at the right time: The failure of the Kyoto Protocol on climate change. Politics & Policy, 43(1), 30–58.

Rosenzweig, C., Solecki, W., Braneon, C., Racco, P., Mollod, G., Bader, D., Phillips, M., Lang, C., Manley, D., Ibrahim, S. A., Marcotullio, P., Reckien, D., Ruane, A., De Los Rios White, M., Khalid, U., Ho, A., Hamm, T. G., Jogesh, A., Bugler, W., ... Yilmaz, K. (2018). The future we don’t want: How climate change could impact the world’s greatest cities. Urban Climate Change Research Network.

Rowntree, J. E., Stanley, P. L., Maciel, I. C., Thorbecke, M., Rosenzweig, S. T., Hancock, D. W., Guzman, A., & Raven, M. R. (2020). Ecosystem impacts and productive capacity of a multi-species pastured livestock system. Frontiers in Sustainable Food Systems, 4, Article 544984.

Senturk, G. O., Gök, G., & Koçyiğit, H. (2023). Tarımda karbon ayak izi ve iklim değişikliğine etkisi. Artvin Çoruh Üniversitesi Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi, 1(1), 12–24.

Sher, A., Li, H., Ullah, A., Hamid, Y., Nasir, B., & Zhang, J. (2024). Importance of regenerative agriculture: Climate, soil health, biodiversity and its socioecological impact. Discover Sustainability, 5(1), Article 462.

SHURA Enerji Dönüşümü Merkezi. (2026, Şubat). Türkiye'nin Enerji Dönüşümü 2025 Değerlendirmesi ve 2026 Projeksiyonu. https://shura.org.tr/

Sırıken, E. İ. B. (2024). Gıda kayıp ve israfının küresel boyutları ve etkileri. K. Şahin & İ. Erol (Ed.), *Gıda, su kaybı ve israfı* içinde. Türkiye Bilimler Akademisi Yayınları. https://www.tuba.gov.tr/tr/yayinlar/suresiz-yayinlar/raporlar/gida-su-kaybi-ve-israfi

STRASAM. (2024, Aralık). 2025'e Girerken Türkiye Enerji Görünümü. Stratejik Araştırmalar Merkezi. https://strasam.org/

Tabassi, E. (2023). Artificial Intelligence Risk Management Framework AI RMF 1.0 NIST AI 100-1. National Institute of Standards and Technology. https://doi.org/10.6028/NIST.AI.100-1

T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı. (2024). Çevresel göstergeler 2023: Ulaştırma türüne göre sera gazı emisyonu. https://cevreselgostergeler.csb.gov.tr/

T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı. (2025). Bakan Kurum: 2026 yılında yapılacak COP31 için adaylığımızı ilan ettik. https://csb.gov.tr/

T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı. (t.y.). Türkiye Hidrojen Teknolojileri Stratejisi ve Yol Haritası.

T.C. Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı. (2024). Ulaşımda Net Sıfır Emisyon. https://emisyonsuzulasim.uab.gov.tr/

TCDD. (2022). Türkiye Cumhuriyeti Devlet Demiryolları enerji yönetimi ve iklim değişikliği eylem planı 2023–2025. https://static.tcdd.gov.tr/

TCDD Taşımacılık A.Ş. (2024). 2024–2028 stratejik planı. https://adminapi.tcddtasimacilik.gov.tr/

Temiz Enerji. (2024, Mayıs). Kamu binalarında 2030'a kadar yüzde 30 enerji tasarrufu hedefleniyor. https://temizenerji.org/

Temiz Enerji. (2025, Nisan). Ember: Türkiye'de rüzgâr ve güneş, yerli kömürü geride bıraktı. https://temizenerji.org/

Tepekule, U., & Köslü, G. (2023). Yeşil bütçeleme yaklaşımı ve performans esaslı program bütçe uygulaması: Türkiye için bir değerlendirme. Pamukkale Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 59, 373–406. https://doi.org/10.30794/pausbed.1370791

Thiel, Z. (2026). Public support for renewable hydrogen and complementary climate measures: Experimental evidence from Germany. International Journal of Hydrogen Energy, 210, Article 153214. https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2025.153214

TMMOB Orman Mühendisleri Odası. (2024). Küresel iklim değişikliğinin ormanlar ve ormancılık sektörü üzerindeki etkileri ve alınması gereken tedbirler ile ilgili bilim kurulu raporu. TMMOB OMO Ormancılık Politikaları ve Bilim Kurulu.

Tolunay, D. (2013). Ormanlar ve iklim değişikliği. Portakal Baskı.

Türker, U. (2024). Akıllı tarım teknolojileri kullanımının gıda ve su tasarrufu üzerine etkileri. K. Şahin & İ. Erol (Ed.), *Gıda, su kaybı ve israfi* içinde (s. 105). Türkiye Bilimler Akademisi Yayınları. https://www.tuba.gov.tr/tr/yayinlar/suresiz-yayinlar/raporlar/gida-su-kaybi-ve-israfi

Türkeş, M., & Tolunay, D. (2023). İklim değişikliği ve orman yangınları. A. Kavgacı & M. Başaran (Ed.), Türkiye ormancılığı içinde (ss. 46–74). Türkiye Ormancılar Derneği Yayını.

Türkiye İstatistik Kurumu. (2025, Mart). Sera gazı emisyon istatistikleri, 1990–2023. https://data.tuik.gov.tr/

Türkiye İstatistik Kurumu. (2026). Dış ticaret istatistikleri, Aralık 2025. TÜİK.

Turkishtime. (2024, Aralık). Enerji verimliliği 2030 stratejisi ve II. UEVEP. https://turkishtimedergi.com/

Türkseven, O. D. (2025). Adaptation measures against sea level rise: Soft solutions (Tez No. 972022) [Yüksek lisans tezi, İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü]. Ulusal Tez Merkezi.

UNFCCC. (t.y.-a). ACE negotiations. Erişim tarihi: 3 Eylül 2026, https://unfccc.int/topics/education-and-outreach/the-big-picture/education-and-outreach-in-the-negotiations

UNFCCC. (t.y.-b). Action for Climate Empowerment. Erişim tarihi: 3 Eylül 2026, https://unfccc.int/topics/education-and-youth/big-picture/ACE

UNFCCC. (t.y.-c). Admitted NGOs. Erişim tarihi: 3 Eylül 2026, https://unfccc.int/process-and-meetings/parties-non-party-stakeholders/non-party-stakeholders/overview/admitted-ngos

UNFCCC. (2016). The Paris Agreement (FCCC/CP/2015/10/Add.1). United Nations Framework Convention on Climate Change.

UNFCCC. (2018). Decision 18/CMA.1: Modalities, procedures and guidelines for the transparency framework for action and support referred to in Article 13 of the Paris Agreement.

UNFCCC. (2022). Glasgow work programme on Action for Climate Empowerment (18/CP.26 sayılı karar, FCCC/CP/2021/12/Add.2, ss. 17–26).

UNFCCC. (2026a). Arrangements for intergovernmental meetings: Note by the secretariat (FCCC/SBI/2026/4).

UNFCCC. (2026b). Greenhouse gas inventory of Türkiye 1990–2024 National Inventory Document 2026. https://unfccc.int/

UNFCCC. (2026c). The road to Antalya COP31. https://unfccc.int/

Vărzaru, A. A. (2025). Digital revolution in agriculture: Using predictive models to enhance agricultural performance through digital technology. Agriculture, 15(3), Article 258.

VTC Enerji. (2024). Türkiye'nin Enerji Verimliliği 2030 Stratejisi ve II. Ulusal Enerji Verimliliği Eylem Planı: Hedefler ve izlenmesi gereken yollar. https://www.vtcenerji.com/

Vural, G., & Ülgen, G. (2025). Yeşil dönüşümün işgücü piyasası üzerindeki etkisi. Journal of Economic Research Foundation, 2(2), 146–159. https://doi.org/10.62844/jerf.24

World Bank Group. (2022). *Türkiye - Ülke iklim ve kalkınma raporu: Yönetici özeti*. http://documents.worldbank.org/curated/en/099006006072236088

Yang, S., Yan, R., Zhang, J., Wang, J., Bai, Z., He, Y., Hu, K., & Ao, X. (2025). Nested long-short-term temporal compression optimization for high-renewable integrated energy systems with hydrogen storage and heat recovery. Energy, 333, Article 137423. https://doi.org/10.1016/j.energy.2025.137423

Yatırımlarda Devlet Yardımları Hakkında Karar, Karar No. 9903. (2025, 30 Mayıs). T.C. Resmî Gazete. Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı.

Yazici, Ş. A. (2026). Karbon yoğun sanayi bölgelerinde yeni nesil sanayi politikaları ve bölgesel dönüşüm: Karabük Demir-Çelik ekosistemi örneği. Ekonomi İşletme ve Yönetim Dergisi, 10(1), 104–154. https://doi.org/10.7596/jebm.1961432

Yeni Dönem Gazetesi. (2026, Mayıs). Otomobil satışlarında elektrikli payı ne kadar? https://www.yenidonem.com.tr/

Yeşil Ekonomi. (2024). II. Ulusal Enerji Verimliliği Eylem Planı yayımlandı. https://yesilekonomi.com/

Yeşilhaber. (2026, Mart). 2026 Türkiye enerji depolama 34,1 MWh BESS ve TÜBİTAK hattı. https://yesilhaber.net/

Yıldız, İ. (2025). Küresel iklim değişikliğinin dünyada düzensiz göçler üzerindeki yeri. Göç Araştırmaları Dergisi, 11(1), 38–55. https://doi.org/10.70972/gad.1633015

Zengin, N., & Yamaçlı, R. (2023). İklim değişikliği etkisinde kıyı kentlerin sürdürülebilirliğinde Mersin örneği. Doğal Afetler ve Çevre Dergisi, 9(2), 295–310. https://doi.org/10.21324/dacd.1286565