

TÜRKİYE



2053

**UZUN DÖNEMLİ
İKLİM STRATEJİSİ**

ÖNSÖZ

Türkiye, sürdürülebilir bir çevre ve toplumsal refah için hayati öneme sahip olan Net Sıfır Emisyon Hedefi doğrultusunda önemli adımlar atmaktadır. Türkiye, 2021 yılında Paris Anlaşması'nı onaylayarak ve 2053 Net Sıfır Emisyon Hedefi'ni ilan ederek küresel iklim eylemine katkıda bulunma konusundaki kararlılığını teyit etmiştir.

Paris Anlaşması'nın 4. Maddesi'nin 19. Paragrafı, Taraflardan, ortak fakat farklılaştırılmış sorumluluklar ve göreceli kabiliyetler ile ulusal koşulları göz önünde bulundurarak uzun vadeli düşük sera gazı emisyonlu kalkınma stratejilerini sunmalarını istemektedir. Ayrıca, 2023 yılında gerçekleştirilen BMİDÇS 28. Taraflar Konferansı'nda (COP28) alınan Küresel Durum Değerlendirmesi kararı, uzun vadeli düşük sera gazı emisyonlu kalkınma stratejilerini henüz sunmamış taraflara, bunları ivedilikle sunmaları ve gerektiğinde revize etmeleri çağrısında bulunmuştur.

Bu bağlamda, Türkiye'nin Uzun Dönemli İklim Stratejisi, Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı ile Türkiye Cumhuriyeti Cumhurbaşkanlığı Strateji ve Bütçe Başkanlığı'nın koordinasyonunda hazırlanmıştır. Strateji hazırlık süreci, Güncellenmiş Birinci Ulusal Katkı Beyanı, 2024-2030 İklim Değişikliği Azaltım ve Uyum Stratejileri ve Eylem Planları ile paralel olarak yürütülmüştür. Bu strateji, 2022 yılından bu yana 175'i aşkın paydaş kurumdan (kamu ve özel sektör, sivil toplum, akademi vb.) yaklaşık 6.000 katılımcının yer aldığı 200'ü aşkın toplantıda elde edilen katkılarla, ulusal ve sektörel uzun vadeli politika belgelerinin ışığında geniş bir perspektifle şekillendirilmiştir.

Uzun Dönemli İklim Stratejisi, iklim değişikliği azaltım ve uyum sektörleri için stratejiler sunmakla kalmayıp, teknoloji, adil dönüşüm, iklim finansmanı ve kapasite geliştirme ile ilgili sektörel stratejileri de kapsamaktadır. Bu sektörel stratejiler, Türkiye'nin uzun vadeli ulusal kalkınma sürecini düşük karbonlu ve çevreyle uyumlu bir şekilde sürdürebilmesi için kritik öneme sahiptir. Stratejinin azaltım bölümü, 7 sektörde toplam 35 strateji içerirken; uyum bölümü, 11 sektörde 38 strateji içermektedir. Buna ek olarak, teknoloji, adil dönüşüm, iklim finansmanı ve kapasite geliştirme konularını içeren 16 strateji daha bulunmaktadır. Uzun Dönemli İklim Stratejisi, 18 sektör ve 4 yatay kesen alanda toplam 89 strateji içermektedir.

Bu stratejik yol haritası, Türkiye'nin 2053 Net Sıfır Emisyon Hedefine önemli bir katkı sağlayacaktır. Bu taahhüdün somut bir göstergesi olarak, Türkiye'nin 2053 Uzun Dönemli İklim Stratejisi'ni paylaşmaktan onur duyuyor ve küresel iklim eylemine olan desteğimizi bir kez daha yineliyoruz.

İÇİNDEKİLER

Önsöz	I
Kısaltmalar	II
1. Giriş.....	1
1.1. Uzun Dönemli İklim Stratejisi Hazırlık Süreci	2
2. Mevcut Durum	3
2.1. Ekonomik Görünüm.....	3
2.2. Türkiye'nin Sera Gazı Emisyonları.....	3
3. İklim Değişikliğiyle ilgili Temel Politika Belgeleri.....	7
3.1. Güncellenmiş Birinci Ulusal Katkı Beyanı	7
3.2. 2024-2030 İklim Değişikliği Azaltım Stratejisi ve Eylem Planı.....	7
3.3. 2024-2030 İklim Değişikliği Uyum Stratejisi ve Eylem Planı.....	9
3.4. İklim Değişikliğine Yönelik Diğer Ulusal Politika Belgeleri	9
4. 2053 Yılı İklim Değişikliği Politikaları	11
4.1. Uzun Vadeli (2024-2053) Gelişmenin Stratejisi ve Türkiye'nin 2053 Kalkınma Vizyonu	11
4.2. Azaltım.....	12
4.2.1. Enerji Sektörü.....	12
4.2.2. İmalat Sanayii Sektörü	17
4.2.3. Binalar Sektörü.....	23
4.2.4. Ulaştırma Sektörü.....	26
4.2.5. Atık Sektörü	31
4.2.6. Tarım Sektörü.....	35
4.2.7. AKAKDO Sektörü	37
4.3. İklim Değişikliğine Uyum ve Dirençlilik.....	42
4.3.1. İklim Değişikliğinin Etkileri ve Genel Görünüm	42
4.3.2. İklim Modelleri ve Projeksiyonları	42
4.3.3. Etkilenebilirlik ve Risk Analizi	45
4.3.4. Su Kaynakları Yönetimi.....	52
4.3.5. Ulaştırma Sektörü.....	54
4.3.6. Biyolojik Çeşitlilik ve Ekosistem Hizmetleri.....	56
4.3.7. Enerji Sektörü.....	57
4.3.8. İmalat Sanayii Sektörü	57
4.3.9. Turizm Sektörü.....	58

4.3.10. Tarım Sektörü.....	60
4.3.11. Kent.....	61
4.3.12. Sağlık.....	62
4.3.13. Sosyal Kalkınma	63
4.3.14. Afet Risk Azaltma.....	64
4.4. İklim Finansmanına Yönelik İnisiatifler	65
4.4.1. Karbon Fiyatlandırma	65
4.4.2. Taksonomi ve İklim Finansmanı Stratejisi.....	66
4.5. Teknoloji Geliştirme	66
4.6. Adil Geçiş	69
4.7. Kapasite Geliştirme.....	71
4.7.1. İklim Elçileri	71
4.7.2. Eğitim ve Kapasite Geliştirme	71
4.8. Uzun Dönemli İklim Stratejisinin Temel Hedeflerinin Özeti	73
Kaynaklar	78

KISALTMALAR

AB	Avrupa Birliği
AKAKDO	Arazi Kullanımı, Arazi Kullanım Değişikliği ve Ormancılık
Ar-Ge	Araştırma Geliştirme
ATY	Atıktan Türetilmiş Yakıt
AUS	Akıllı Ulaşım Sistemleri
BEP	Binalarda Enerji Performansı
BIM	Yapı Bilgi Modellemesi
BM	Birleşmiş Milletler
BMİDÇS	Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi
BVKm	Milyar-Araç Km
SKDM	Sınırdaki Karbon Düzenleme Mekanizması
CH₄	Metan
CO₂	Karbondioksit
CORSIA	Uluslararası Havacılığa Yönelik Karbon Denkleştirme ve Azaltma Şeması
DRI	Doğrudan İndirgenmiş Demir
EA	Elektrikli Araç
EKB	Enerji Kimlik Belgesi
EPS	Enerji Performans Sözleşmesi
ETKB	Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı
ETS	Emisyon Ticaret Sistemi
GES	Güneş Enerjisi Santrali
GSYİH	Gayri Safi Yurt İçi Hasıla
GW	Gigawatt
ha	Hektar
HFC	Hidroflorokarbon
HT	Hızlı Tren
IPCC	Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli
ITMO	Uluslararası Transfer Edilebilir Azaltım Çıktıları
İDASEP	İklim Değişikliği Azaltım Stratejisi ve Eylem Planı
İDUKK	İklim Değişikliği ve Uyum Koordinasyon Kurulu
İRD	İzleme, Raporlama ve Doğrulama
İTU	İyi Tarım Uygulamaları
KOBİ	Küçük ve Orta Büyüklükteki İşletme
KYKD	Karbon yakalama, kullanma ve depolama
LCE	Düşük Karbon Ekonomisi
LTS	Uzun Dönemli İklim Stratejisi
MEB	Milli Eğitim Bakanlığı
mha	Milyon Hektar
Mton	Milyon Ton
MW	Megawatt

MWs	Megawatt Saat
N₂O	Diazotmonoksit
NDC	Ulusal Katkı Beyanı
NF₃	Azot Triflorür
NGS	Nükleer Güç Santrali
NIR	Ulusal Envanter Raporu
NSE	Net-Sıfır Emisyon
nSEB	Neredeyse Sıfır Enerjili Binalar
OVP	Orta Vadeli Program
ÖTV	Özel Tüketim Vergisi
PA	Paris Anlaşması
PFC	Perflorokarbon
SF₆	Kükürt Hegzaflorür
SKHP	Sürdürülebilir Kentsel Hareketlilik Planı
SKLP	Sürdürülebilir Kentsel Lojistik Planı
TEP	Ton Eşdeğer Petrol
TL	Türk Lirası
TÜBİTAK	Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu
TÜİK	Türkiye İstatistik Kurumu
TWh	Terawatt Saat
UAYP	Ulusal Atık Yönetimi ve Eylem Planı
VKT	Kat Edilen Araç-Km
YEK-G	Yenilenebilir Enerji Kaynak Garanti Sistemi
YEKA	Yenilenebilir Enerji Kaynak Alanları
YEKDEM	Yenilenebilir Enerji Kaynakları Destekleme Mekanizması
YeS-TR	Ulusal Yeşil Sertifika Sistemi
YHT	Yüksek Hızlı Tren
YÖK	Yüksek Öğretim Kurulu
YSA	Yeşil Kamu Satın Alımları

1. GİRİŞ

Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi'nin (BMİDÇS) temel amacı, atmosferdeki sera gazı birikimlerini, iklim sistemi üzerindeki insan kaynaklı müdahalelerin zararlı etkilerini önleyecek bir seviyede dengelemektir. Bu dengelemenin, ekosistemlerin iklim değişikliğine doğal bir şekilde uyum sağlamasını, gıda üretiminin risk altına girmemesini ve ekonomik kalkınmanın sürdürülebilir bir şekilde devam etmesini sağlayacak bir zaman dilimi içinde gerçekleştirilmesi hedeflenmektedir.

İklim değişikliğiyle mücadele çabalarına ivme kazandırmak ve daha iddialı hedefler koymak amacıyla hazırlanan Paris Anlaşması, 12 Aralık 2015 tarihinde düzenlenen BMİDÇS 21. Taraflar Konferansında (COP21) kabul edilmiş ve 4 Kasım 2016 tarihinde yürürlüğe girmiştir. Genel hedefi, küresel ortalama sıcaklık artışını sanayileşme öncesi döneme göre 2°C'nin altında tutmak ve mümkünse 1,5°C ile sınırlamak olan Paris Anlaşması; iklim değişikliği konusunda yasal olarak bağlayıcı uluslararası bir anlaşmadır. Hükümetler arası İklim Değişikliği Paneli (IPCC)'ye göre küresel ısınmanın 1,5°C ile sınırlandırılması için sera gazı emisyonlarının 2025 yılından önce zirve yapması, 2019 yılına kıyasla 2030 yılına kadar yüzde 43 ve 2035 yılına kadar yüzde 60 oranında azaltılması ve yüzyıl ortasında net sifıra ulaşılması gerekmektedir [1].

Ulusal Katkı Beyanları (NDC) ülkelerin uzun vadeli planlama ve kalkınma öncelikleri bağlamında bir vizyon sağlamaktadır. Uzun dönemli iklim stratejileri, NDC'lere uzun vadeli bakış ve yol haritası sunmaktadır. Paris Anlaşmasının 4'üncü maddesinin birinci paragrafında Anlaşmanın sıcaklık hedefinin tutturulabilmesi için tüm tarafların bu yüzyılın ikinci yarısında net sıfır emisyonu ulaşılması gerektiği vurgulanmıştır. Yine aynı maddenin 19'uncu paragrafında taraflardan ortak fakat farklılaştırılmış sorumlulukları ve göreceli kabiliyetleri gözetilerek "uzun dönemli düşük sera gazı emisyonlu kalkınma stratejilerini" sunmaları talep edilmiştir. BMİDÇS 28. Taraflar Konferansında (COP28) Küresel Durum Değerlendirmesi kapsamında alınan kararda Uzun Dönemli Düşük Sera Gazı Emisyonlu Kalkınma Stratejilerini sunmayan ülkelerin bir an önce belgelerini sunmaları ve revize etmeleri yönünde çağrı yapılmıştır.

2015 yılında Paris Anlaşmasının imzalanmasının yanı sıra BM Kalkınma Zirvesinde Sürdürülebilir Kalkınma İçin 2030 Gündemi kapsamında sürdürülebilir kalkınmanın ekonomik, sosyal ve çevresel boyutlarının dengeli bir şekilde gerçekleştirilmesine yönelik 17 amaç ve 169 hedeften oluşan Sürdürülebilir Kalkınma Amaçları (SKA) kabul edilmiştir. Bu gündem, kabul edildiğinden beri Türkiye'nin insan odaklı kalkınma çabalarında kapsamlı bir referans kaynağı olmuş ve uluslararası toplumla birlikte ortak bir yaklaşım benimsemesini sağlamıştır. Sürdürülebilir kalkınmanın gerçekleştirilebilmesi için kritik önem taşıyan iklim değişikliği ile mücadele konusu birçok SKA'ya entegre edilmiştir. Bu çerçevede SKA'lar gıda güvenliğinden sağlığa, erişilebilir ve temiz enerjiden temiz su ve sanityasyona, insana yakışır işlerden sürdürülebilir üretim ve tüketime, biyolojik çeşitlilikten sürdürülebilir şehirlere kadar iklim değişikliği ile mücadele kapsamında azaltım ve uyumla doğrudan veya dolaylı olarak ilişkilendirilebilecek birçok hedefi ortaya koymaktadır.

İklim değişikliği ile mücadeleye doğrudan odaklanan başlıca amaç, "SKA 13: İklim değişikliği ve etkileri ile mücadele için acilen eyleme geçmek"tir. SKA 13, kapsayıcılık ilkesi çerçevesinde iklim değişikliğine karşı dayanıklılığın ve uyum kapasitesinin güçlendirilmesi, iklim değişikliğine dair politikaların geliştirilmesi, farkındalığın artırılması, beşerî ve kurumsal kapasitenin geliştirilmesi ile tüm bu hedeflere yönelik finansman kaynağının sağlanmasını öngörmektedir. İklim değişikliği ile mücadeleye ve SKA'ları gerçekleştirmeye yönelik çabaların bütüncül bir yaklaşımla ele alınması gerekmektedir. Bu bakış açısıyla Türkiye, SKA'lar ve iklim değişikliği ile mücadele konularını başta Kalkınma Planları olmak üzere tüm üst politika belgelerinde kapsamlı bir yaklaşımla ele almakta ve bu alanlardaki uyumu her aşamada gözetmektedir.

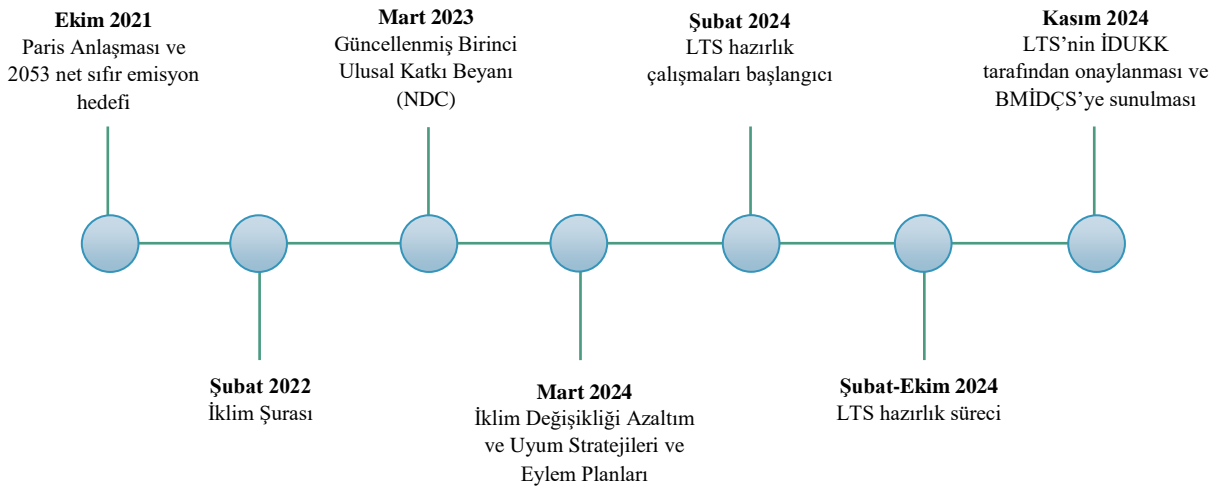
Türkiye, 27 Eylül 2021 tarihinde 2053 yılı için net sıfır emisyon hedefini açıklamıştır. Uzun Dönemli İklim Stratejisi, iklim değişikliği ile mücadele kapsamında azaltım ve uyuma yönelik yol haritasını oluşturacak şekilde hazırlanarak 4 Kasım 2024 tarihinde İklim Değişikliği ve Uyum Koordinasyon Kurulu (İDUKK) tarafından kabul edilmiştir.

1.1. Uzun Dönemli İklim Stratejisi Hazırlık Süreci

Türkiye'nin 2021 yılında Paris Anlaşması'na taraf olması ve ardından 2053 net sıfır emisyon hedefinin açıklanmasıyla birlikte iklim değişikliği ile mücadele kapsamında yapılan ulusal çalışmalar hız kazanmıştır. Bu süreçte ilk olarak 21-25 Şubat 2022 tarihlerinde gerçekleştirilen Türkiye'nin ilk İklim Şurasında, ülkemizin 2053 net sıfır emisyon hedefine yönelik bir vizyon oluşturmak amacıyla 217 tavsiye kararı kabul edilmiştir. Kamu ve özel sektör, üniversiteler, STK'lar gibi geniş bir paydaş grubundan 2000'in üzerinde katılımcıyla belirlenen kararlar temelinde, Türkiye'nin ulusal iklim eyleminin çerçevesini ortaya koyan Ulusal Katkı Beyanı (NDC), İklim Değişikliği Azaltım ve Uyum Eylem Planları ile Uzun Dönemli İklim Stratejisi gibi temel politika belgeleri ve taslak İklim Kanunu geliştirilmiştir. Ayrıca, On İkinci Kalkınma Planında (2024-2028) "Çevrenin Korunması" başlığı altında, Paris Anlaşması ve Türkiye'nin Ulusal Katkı Beyanı çerçevesinde, ulusal koşullar dikkate alınarak sera gazı emisyonlarının azaltılması ve iklim değişikliğine uyum eylemlerinin güçlendirilmesine yönelik yol haritaları ile strateji ve eylem planlarının hazırlanmasına ilişkin tedbirlere yer verilmiştir. Bu kapsamda, ulusal iklim değişikliği temel politika belgeleri, kendi içlerinde ve On İkinci Kalkınma Planı ile uyumlu olacak şekilde hazırlanmıştır.

Ayrıca, ülkemiz tarafından kabul edilen uluslararası sözleşmelerin iç hukuka aktarılması ve iklim değişikliğiyle mücadelenin yasal çerçevesinin oluşturulması amacıyla İklim Kanunu hazırlanmaktadır. İklim Kanunu ile yeşil büyüme ve 2053 Net Sıfır Emisyon hedefi doğrultusunda iklim değişikliği ile mücadele açısından Türkiye'nin hukuki altyapısının geliştirilmesine yönelik sera gazı emisyonlarının azaltımı ve iklim değişikliğine uyum faaliyetlerinin, planlama ve uygulama araçlarının ve kurumsal çerçevenin yasal dayanağının oluşturulması amaçlanmaktadır.

Türkiye'nin Uzun Dönemli İklim Stratejisinin hazırlık süreci, NDC ve eylem planları başta olmak üzere diğer ulusal iklim girişimleriyle paralel bir şekilde yürütülmüştür. Bu kapsamda, yaklaşık iki yıllık bir süreçte, kamu ve özel sektör ile sivil toplumdaki birçok paydaşı temsilen binlerce katılımcıyla farklı ölçeklerde toplantılar gerçekleştirilmiştir. Bu süreçte ilk olarak 13 Nisan 2023 tarihinde Türkiye'nin ilk güncellenmiş NDC'si BMİDÇS Sekreteriyasına sunulmuş ardından NDC'nin uygulama planı olarak tasarlanan İklim Değişikliği Azaltım Stratejisi ve Eylem Planı (2024-2030) ile İklim Değişikliğine Uyum Stratejisi ve Eylem Planı (2024-2030) hazırlanarak 21 Mart 2024'te yayımlanmıştır. İklim Şurası, NDC ve Eylem Planları hazırlık süreci üzerine inşa edilen LTS hazırlıkları kapsamında 30 Mayıs 2024 tarihinde İDUKK bünyesindeki Sera Gazı Azaltım Çalışma Grubu toplantısı düzenlenmiş ve uzun dönemli taslak stratejiler paydaş kurumlar ile iş birliği içerisinde oluşturulmuştur. Çalıştay çıktıları üzerine oluşturulan taslak belge paydaşların görüşlerine açılmış ve gelen görüşler doğrultusunda belge revize edilmiştir (Şekil 1).

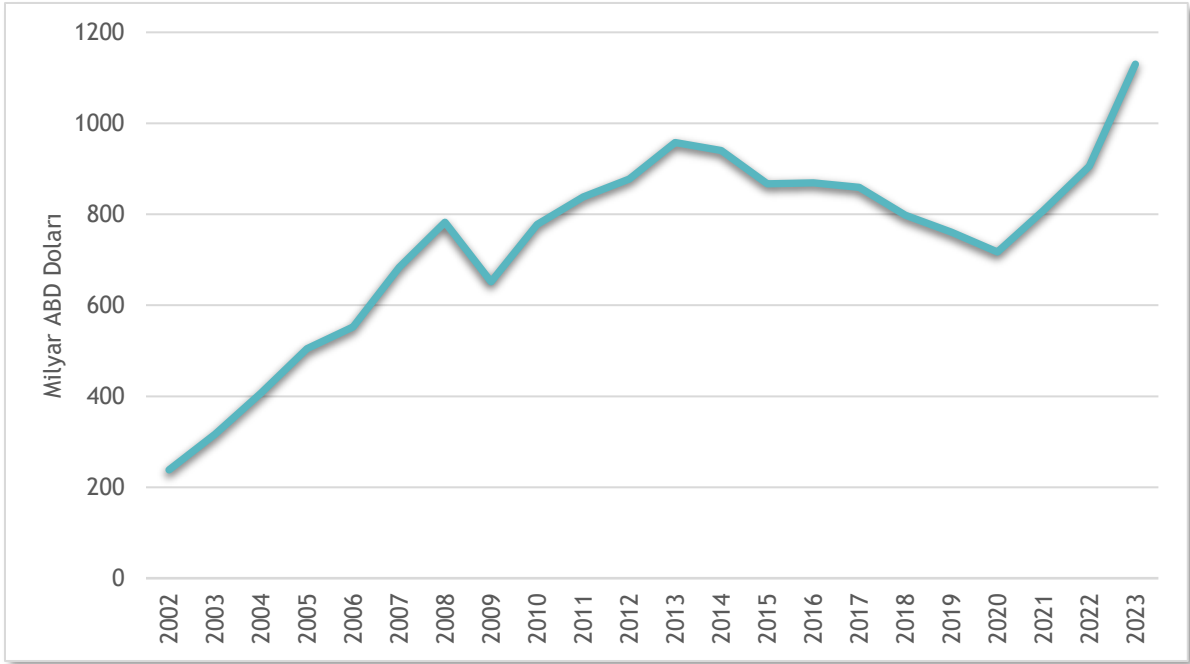


Şekil 1 - LTS Hazırlık Süreci Takvimi

2. MEVCUT DURUM

2.1. Ekonomik Görünüm

2023 yılında Türkiye’de cari fiyatlarla GSYİH, 1 trilyon 130 milyar ABD doları, kişi başına düşen GSYH ise 13.243 ABD doları düzeyinde gerçekleşmiştir. (Şekil 2). GSYİH’nin 2023 yılı sektörel dağılımı incelendiğinde toptan ve perakende ticaret, motorlu kara taşıtlarının ve motosikletlerin onarımı, ulaştırma ve depolama, konaklama ve yiyecek hizmetlerinden oluşan hizmetler sektörünün yüzde 26,8 ile en büyük paya sahip olduğu görülmektedir. Bunu yüzde 22,9 ile sanayi, yüzde 10,3 ile kamu yönetimi, eğitim, insan sağlığı ve sosyal hizmet faaliyetleri, yüzde 6,2 ile tarım, ormancılık ve balıkçılık, yüzde 5,5 ile inşaat ve yüzde 5,1 ile mesleki, idari ve destek hizmet faaliyetleri izlemektedir[2]. Türkiye’nin 2023 yılındaki toplam 617,6 milyar dolarlık dış ticaret hacminin 255,6 milyar doları ihracattan, 362 milyar doları ise ithalattan gelmiştir.[3]



Şekil 2 - GSYİH (Cari Fiyatlarda), 2010-2023[4]

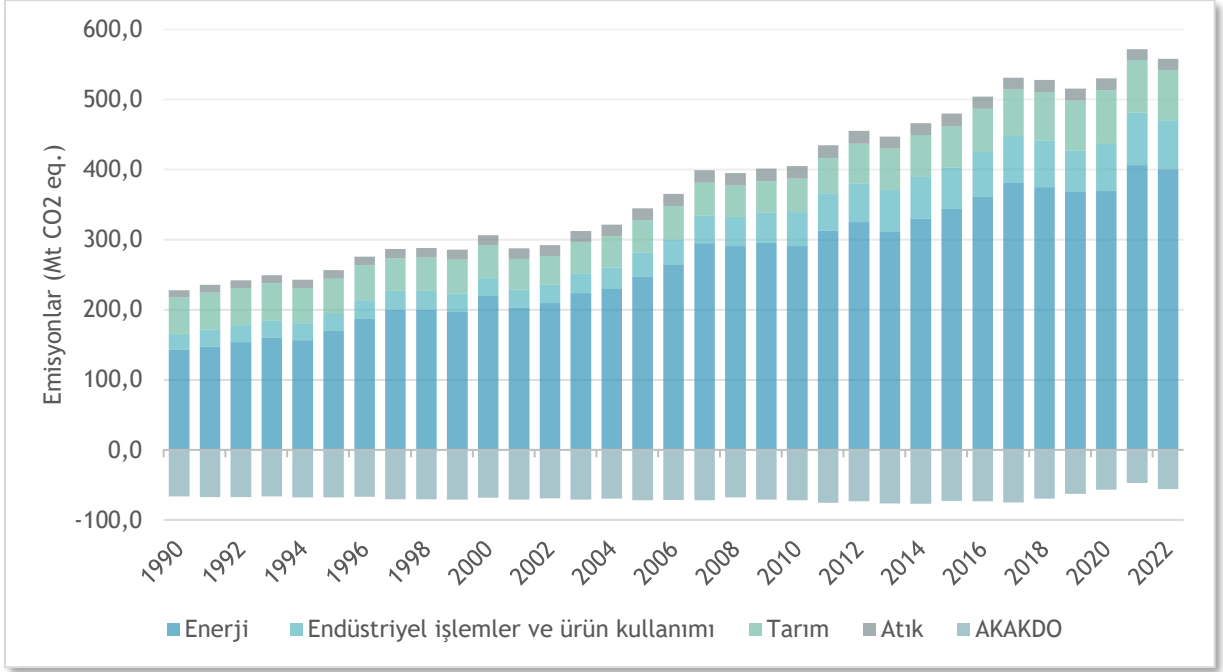
Sanayi sektörünün verimlilik artışlarında üstlendiği öncü rol sayesinde önümüzdeki dönemde de milli gelir içerisindeki payının artış eğilimini sürdüreceği öngörülmektedir. Katma değer artışını sürdüren üretim yapısında birincil enerji tüketimi 2018-2021 döneminde yıllık ortalama yüzde 3,5 artış gösterirken, elektrik enerjisi talebi ise 2018-2022 döneminde yıllık ortalama yüzde 2,1 artmıştır. Ar-Ge harcamalarının 2017 yılında yüzde 1,18 olan GSYİH içindeki payı 2022 yılında yüzde 1,32’ye yükselmiştir [5].

Türkiye’de 2023 yılı itibarıyla yüzde 53,3 seviyesinde olan iş gücüne katılım oranı kadınlarda yüzde 35,8, erkeklerde ise yüzde 71,24 düzeyindedir. 2019-2023 döneminde toplam 2 milyon 941 bin istihdam oluşturulmuş ve istihdam düzeyi 2023 yılında 31 milyon 632 bin kişi ile tarihi yüksek seviyesine ulaşmıştır[6]. Diğer taraftan, Küresel Yenilikçilik Endeksi’ne göre 2022 yılında 132 ülke arasında 39’uncu sırada olan Türkiye, 2024 yılında 133 ülke arasında 37’inci sıraya yükselmiştir[7].

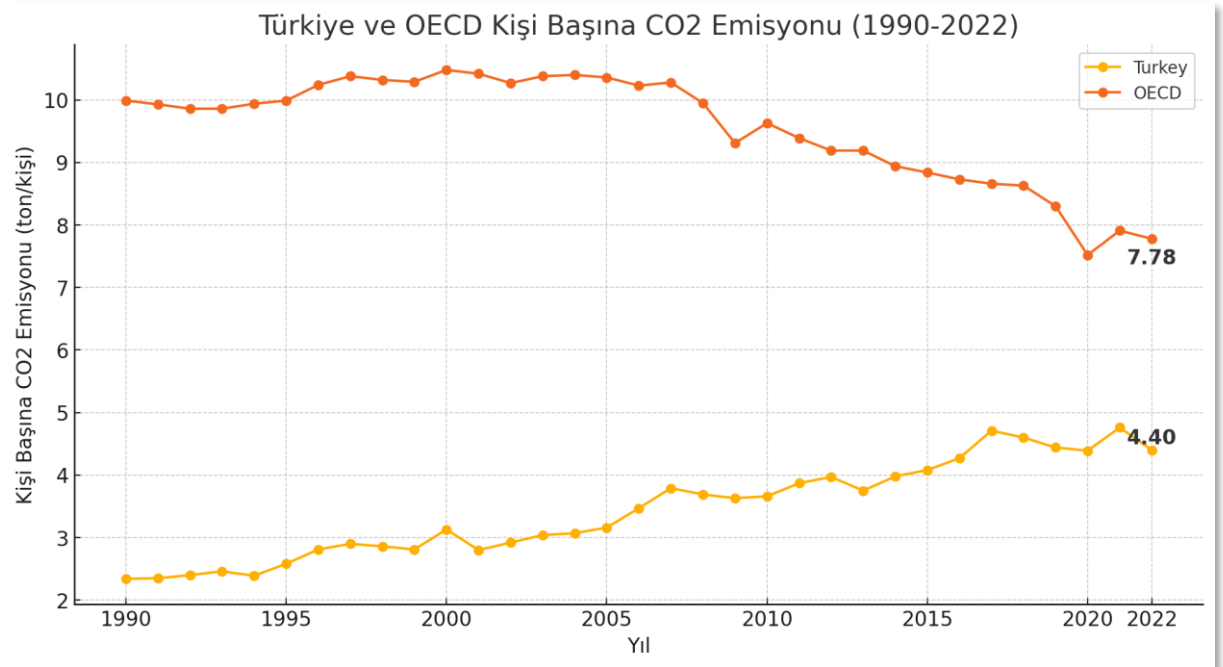
2.2. Türkiye’nin Sera Gazı Emisyonları

Türkiye’nin ulusal sera gazı envanteri, karbondioksit (CO₂), metan (CH₄), diazotmonoksit (N₂O), florlu gazlar (F-gazlar), hidroflorokarbonlar (HFC’ler), perflorokarbonlar (PFC’ler), kükürt hegzafloreür (SF₆) ve nitrojen trifloreür (NF₃) gibi doğrudan sera gazlarını içermektedir. Envanter; enerji, endüstriyel işlemler ve ürün kullanımı, tarım ve atık kaynaklı sera gazı emisyonları ile arazi kullanımı, arazi kullanımı değişikliği ve ormancılıktan (AKAKDO) kaynaklanan emisyonlar ve uzaklaştırmaları içermektedir.

AKAKDO sektörü hariç Türkiye'nin 2022 yılı toplam sera gazı emisyonu bir önceki yıla göre yüzde 2,4 azalarak 558,3 milyon ton (Mton) CO₂-eşdeğeri (eşd.) olarak gerçekleşmiştir. 2021 yılında 6,8 ton CO₂-eşd. olan kişi başı toplam sera gazı emisyonu 2022 yılında yüzde 2,94 azalarak 6,6 ton CO₂-eşd. olmuştur (Şekil 3, Tablo 1) [8]. Türkiye'nin kişi başı CO₂ emisyonları, 2022 yılında 4,4 ton olurken, bu değer OECD ortalamasının (7,78 ton) altında kalmıştır (Şekil 4)[9].



Şekil 3 - Sera Gazı Emisyonları ve Uzaklaştırmaları (1990-2022)

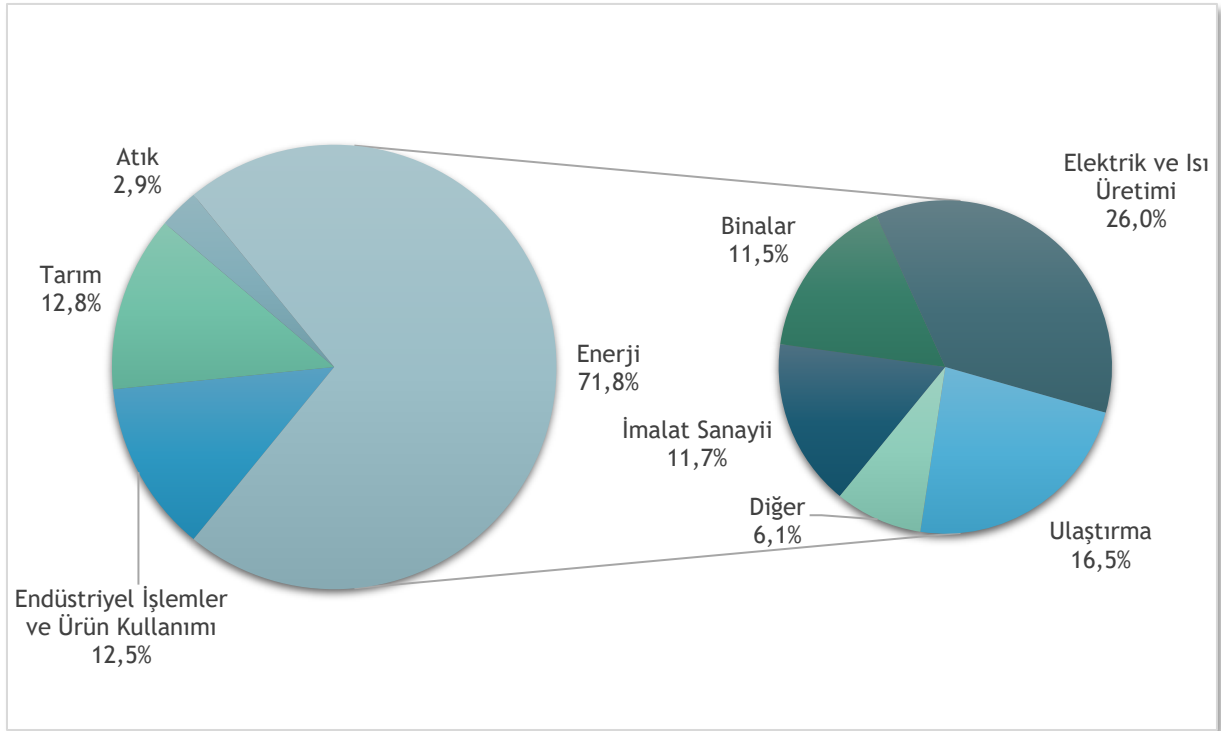


Şekil 4 - Türkiye ve OECD kişi başı CO₂ emisyonu karşılaştırması

Tablo 1 - Sera Gazı Emisyonları ve Uzaklaştırmaları (1990-2022)

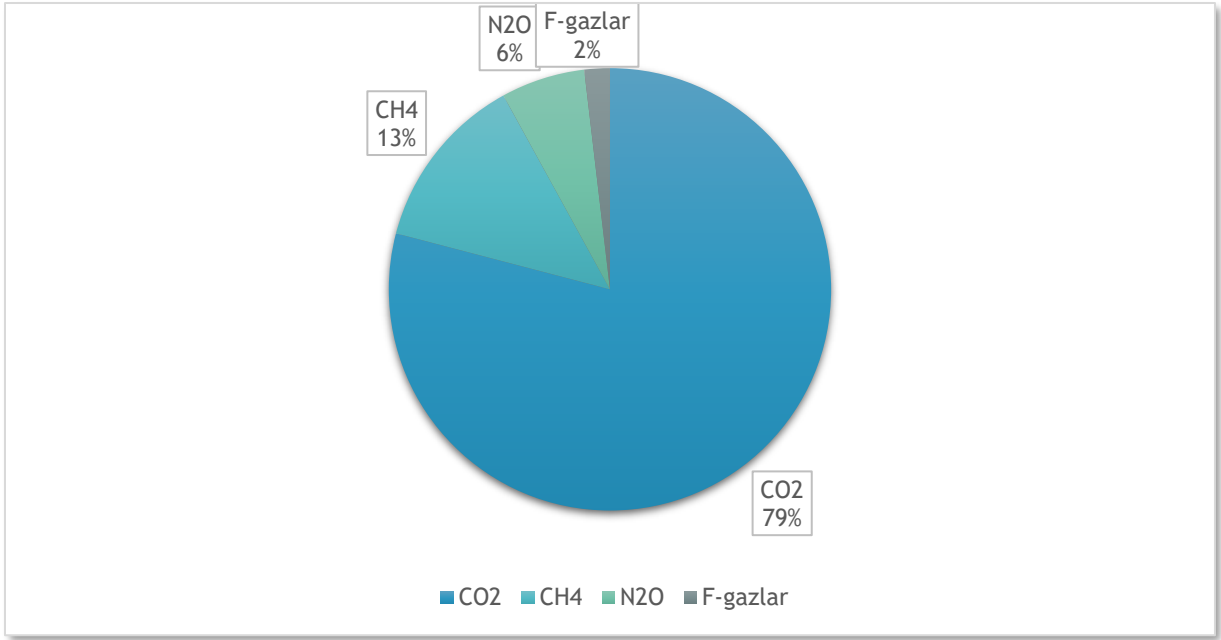
Sektörler	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2020	2021	2022	2021-2022 arası değişim
Enerji	143,1	170	219	247	290,9	344	369,5	406,5	400,6	-1,4
Endüstriyel İşlemler ve Ürün Kullanımı	22,7	25,4	26,1	34,0	48,6	59,2	67,2	74,4	69,9	-6,4
Tarım	51,8	49,0	46,0	46,3	47,7	59,2	76,4	75,4	71,5	-5,1
Atık	10,3	12,1	15,5	16,9	18,1	17,7	17	15,4	16,3	5,5
Toplam	228	256,5	306,4	344,8	405,3	480,1	530,2	572	558,3	-2,4
AKAKDO	-66,5	-67,8	-68,1	-71,8	-71,9	-72,8	-57,0	-47,2	-56,1	-8,98

Ulusal envanterin dört ana emisyon kategorisine göre kırılımı Şekil 4'te sol tarafta yer alan pasta grafiğinde verilmiştir. 2022 yılında, enerji sektörü toplam emisyonların yüzde 71,8'i ile en büyük paya sahip olurken onu yüzde 12,8 ile tarım, yüzde 12,5 ile endüstriyel işlemler ve ürün kullanımı, yüzde 2,9 ile atık sektörleri takip etmiştir. Aynı şeklin sağ tarafında yer alan pasta grafiğinde ise enerji altında yer alan alt sektörlerin toplam emisyonlar içerisindeki payları gösterilmektedir (Şekil 5).



Şekil 5 - 2022 Yılı Sera Gazı Emisyonlarının Sektörel Dağılımı

Toplam emisyonların sera gazlarına göre dağılımına bakıldığında, karbondioksit (CO₂) yüzde 79 ile en yüksek paya sahip olmuş, bunu yüzde 13 ile metan (CH₄), yüzde 6 ile diazotmonoksit (N₂O) ve yüzde 2 ile florlu sera gazları (f-gazlar) izlemiştir (Şekil 6).



Şekil 6 - 2022 yılı emisyonlarının sera gazlarına göre dağılımı

3. İKLİM DEĞİŞİKLİĞİYLE İLGİLİ TEMEL POLİTİKA BELGELERİ

Türkiye’de ulusal iklim değişikliği politikalarının koordinasyonu İklim Değişikliği Başkanlığı (İDB) tarafından yürütülmektedir. İklim değişikliği ile ilgili sektörel strateji belgelerinin hazırlanma süreci, İDB koordinasyonunda ilgili tüm kamu kurum ve kuruluşları, özel sektör temsilcileri ve sivil toplum örgütlerinin katılımıyla gerçekleştirilmektedir. İklim politikalarının belirlenmesi sürecinde paydaşlar arası koordinasyonun sağlanması amacıyla, 4 sayılı Cumhurbaşkanlığı Kararnamesi ile İklim Değişikliği ve Uyum Koordinasyon Kurulu (İDUKK) kurulmuştur. Kurulda ilgili tüm bakanlıklar, özel sektör temsilcileri ve sivil toplum kuruluşları yer almaktadır. İDUKK kapsamında ulusal politika belgelerinin hazırlık sürecine ilişkin çeşitli çalışma grupları oluşturulmuştur. Türkiye’nin temel iklim değişikliği politika belgeleri olan Uzun Dönemli İklim Stratejisi, Ulusal Katkı Beyanı ile İklim Değişikliği Azaltım ve Uyum Stratejileri ve Eylem Planları, İDUKK üyelerinin ortak çalışması ile katılımcı ve kapsayıcı bir şekilde hazırlanıp kabul edilmiştir.

3.1. Güncellenmiş Birinci Ulusal Katkı Beyanı

Türkiye; 1/CP.19 ve 1/CP.20 kararları uyarınca, Sözleşmenin 2’nci maddesinde belirtilen nihai amacına yönelik Niyet Edilmiş Ulusal Katkı Beyanını (INDC) Eylül 2015’te BMİDÇS Sekreteryasına sunmuştur. Türkiye INDC ile 2030 yılına kadar referans senaryoya kıyasla yüzde 21’e kadar sera gazı azaltımı yapacağı yönünde hedefini açıklamıştır. Paris Anlaşmasına taraf olan ülkeler; beş yılda bir BMİDÇS’ye her seferinde daha iddialı azaltım hedefleri (ve isteğe bağlı olarak iklim değişikliğine uyum hedefleri) içerecek şekilde NDC’lerini sunmakla yükümlüdür. Bu kapsamda Türkiye, Güncellenmiş Birinci Ulusal Katkı Beyanını 13 Nisan 2023 tarihinde BMİDÇS Sekreteryasına sunarak, referans senaryoya kıyasla, 2030 yılına kadar sera gazı emisyonunu yüzde 41 azaltacağı taahhüdünde bulunmuştur (2030 yılında 695 Mton CO₂-eşd.) [10]. Türkiye’nin Güncellenmiş Birinci Ulusal Katkı Beyanı ekonomi genelinde olup kapsamlı azaltım ve uyum eylemlerinin yanı sıra finans, teknoloji ve kapasite geliştirme gibi uygulama araçlarını da içermektedir. Ulusal Katkı Beyanının uygulanması ve izlenmesi amacıyla 2024-2030 yıllarını içeren İklim Değişikliği Azaltım Strateji ve Eylem Planı ile İklim Değişikliğine Uyum Stratejisi ve Eylem Planı[11] hazırlanarak 2024 yılı Mart ayı itibarıyla uygulamaya koyulmuştur.

3.2. 2024-2030 İklim Değişikliği Azaltım Stratejisi ve Eylem Planı

2024-2030 İklim Değişikliği Azaltım Stratejisi ve Eylem Planı (İDASEP) NDC’nin uygulama planı olarak geliştirilmiş olup NDC kapsamında ortaya koyulan azaltım hedefine ulaşmak amacıyla gerekli sektörel dönüşüm için rehber niteliği taşımaktadır. Bu kapsamda Plan, enerji, sanayi, binalar, ulaştırma, atık, tarım ve AKAKDO olmak üzere 7 ana azaltım sektörü ile adil geçiş ve karbon fiyatlandırma mekanizmalarını içeren 2 yatay kesen bölümü ele almaktadır. Eylem Planı’nın hazırlık süreci; kamu, özel sektör ve sivil toplumdaki 100’ün üzerinde paydaştan 2000’in üzerinde katılımcıyla cinsiyet dengesi gözetilerek kapsayıcı ve şeffaf bir şekilde yürütülmüştür. Stratejiler; sektörel ölçekte mevzuat, teknik altyapı, teknoloji, finans, kapasite geliştirme, eğitim ve toplumsal farkındalık gibi farklı alanlarda atılması gereken adımları ortaya koymaktadır (Tablo 2). Söz konusu stratejiler kapsamında yer alan her eylem için çeşitli izleme göstergeleri ile sorumlu kurum ve kuruluşlar da belirlenmiştir. Plan; İklim Portal’a [12] entegre edilmiş çevrimiçi izleme sistemi ile şeffaf bir şekilde izlenecektir.

2024-2030 İklim Değişikliği Azaltım Stratejisi ve Eylem Planında yer alan stratejilere ilişkin özet Tablo 2’de yer almaktadır.

Tablo 2 - Sektörel Stratejiler

ENERJİ
<ul style="list-style-type: none">• Elektrik üretiminin karbon yoğunluğunun azaltılması• Elektrik sektörünün diğer sektörler ile eşleştirilmesi ve talep tarafı katılımının desteklenmesi• Elektrik altyapısının güçlendirilmesi, verimliliğin artırılarak iletim ve dağıtımda teknik kayıp oranının azaltılması

<ul style="list-style-type: none"> • Elektrik üretiminde düşük karbonlu üretim teknolojilerinin kullanımının yaygınlaştırılması ve alternatiflerin güçlendirilmesi • Engellenemeyen sera gazı emisyonlarının azaltılması için karbon yakalama, kullanma ve depolama yol haritası oluşturulması
SANAYİ
<ul style="list-style-type: none"> • İmalat sanayiine yönelik enerji verimliliği potansiyelinin en üst seviyede değerlendirilmesi • İmalat sanayiine yönelik yenilenebilir enerji kullanımının artırılması • İmalat sanayiinde karbon ayak izinin düşürülmesi ve GSH başına CO₂-eşd. yoğunluğunun azaltılması • Sürdürülebilirlik raporlamalarının yaygınlaştırılması • İmalat sanayii sektörü paydaşlarının kapasitelerinin geliştirilmesi • Tüm imalat sanayii sektörleri için döngüsel ekonomi ve kaynak verimliliğinin teşvik edilmesi • Ar-Ge ve yenilikçilik ile yeni teknoloji seçeneklerinin ulusal kaynaklarla geliştirilmesi • Sürdürülebilir yatırım araçlarının geliştirilmesi ve yatırımcılara uygun finansman kaynaklarının oluşturulması
BİNALAR
<ul style="list-style-type: none"> • Mevcut binalarda enerji verimliliğinin iyileştirilmesi • Yeni binaların enerji verimliliğinin iyileştirilmesi • Binalarda elektrikli alet, ekipman ve cihazların kullanımında enerji verimliliğinin artırılması • Bölgesel ısıtma ve soğutma sistemlerinin kullanımının yaygınlaşması ve desteklenmesi • Ulusal Yeşil Sertifika Sistemi (YeS-TR) uygulaması ile çevre dostu tasarım ve yapı malzemelerinin kullanımının yaygınlaştırılması • İnşaat ekosisteminde dijital dönüşümün sağlanmasında Yapı Bilgi Modellemesi (BIM) araçlarının kullanımının sağlanması, yaygınlaştırılması ve teşvik edilmesi
ULAŞTIRMA
<ul style="list-style-type: none"> • Denizyolu/demiryoluna modal kayma sağlanması • Ulaştırma sektöründe verimliliğin artırılması • Ulaşım sistemlerinde sürdürülebilir/temiz enerji kaynaklarının kullanımı • Sektörün dekarbonizasyonu için gerekli altyapı faaliyetlerinin yapılması
ATIK
<ul style="list-style-type: none"> • Atıkların ve atık suyun oluşmadan önlenmesi ve azaltılması • Atıkların geri dönüşüm ve geri kazanım oranının artırılması • Düzenli depolama tesislerine ön işleme tabi tutulmadan gönderilen atık oranının azaltılması • Atık su yönetiminin ve arıtma altyapısının iyileştirilmesi • Sıfır atık uygulamaları ve sera gazı emisyon azaltımı kapsamında insan kaynaklarının geliştirilmesi ve toplumsal farkındalığın artırılması • Atık yönetiminin, döngüsel ekonomi prensipleri ve sera gazı emisyon azaltımı dikkate alınarak, iyileştirilmesi için teşvik ve finansman mekanizmalarının geliştirilmesi • Atık yönetiminin, döngüsel ekonomi prensipleri ve sera gazı emisyon azaltımı dikkate alınarak iyileştirilmesi için Ar-Ge faaliyetlerinin artırılması ve teknolojik altyapının geliştirilmesi • Atıkların üretimde hammadde/kaynak olarak kullanılmasının artırılması • Atık yönetiminde kullanılan taşıtlardan kaynaklanan sera gazı emisyonlarının azaltılması
TARIM
<ul style="list-style-type: none"> • Hayvancılık kaynaklı metan emisyonlarının azaltılması • Kimyasal gübre kullanımında etkinliğin sağlanması • Pestisit ve anti-mikrobiyallerin kullanımının azaltılması • Tarımsal üretimde kayıp, atık ve artık yönetiminin geliştirilmesi

<ul style="list-style-type: none"> • Arazi ve toprak yönetiminin etkinleştirilmesi • Çiftçilerin uygun finansman olanaklarına ulaşımının sağlanması • Tarım sektöründe faaliyet gösteren paydaşlara yönelik eğitim, bilinçlendirme ve kapasite geliştirme faaliyetlerinin cinsiyet dengesi gözetilerek yaygınlaştırılması
ARAZİ KULLANIM, ARAZİ KULLANIM DEĞİŞİKLİĞİ VE ORMANCILIK
<ul style="list-style-type: none"> • Ekosistemlerin korunması, sürdürülebilir yönetimi ve yutak alanların artırılması ile sera gazı tutumunun yıllık bazda düzenli olarak artırılması, ekosistem kaynaklı emisyonların azaltılması • Ormancılık ve tarım işletmelerinin yüksek katma değerli döngüsel biyoekonomiye geçişinin sağlanması • Sektörün Ar-Ge ve yenilikçilik bakımından güçlendirilmesi için proje desteklerinin 2030 itibarıyla 2020 seviyesinin iki katına çıkarılması • Sektörde karbon yönetimi konusunda yetişmiş teknik eleman ve profesyonel sayısının artırılması • AKAKDO sektörüne yönelik teknoloji altyapısının geliştirilmesi
ADİL GEÇİŞ
<ul style="list-style-type: none"> • Adil geçiş ve istihdamın dönüşümü için kapasitenin geliştirilmesi
KARBON FİYATLANDIRMA MEKANİZMALARI
<ul style="list-style-type: none"> • Türkiye’de Emisyon Ticaret Sisteminin (ETS) kurulması • Diğer karbon fiyatlandırma araçları konusunda altyapı çalışmalarının yapılması • Gönüllü karbon piyasası ve ulusal denkleştirme konusunda altyapı oluşturulması • Paris Anlaşması’nın 6. maddesine katılımın değerlendirilmesine yönelik çalışmalar yapılması

3.3. 2024-2030 İklim Değişikliği Uyum Stratejisi ve Eylem Planı

İklim Değişikliği Uyum Stratejisi ve Eylem Planı 2024-2030 (İDUSEP) kapsamında iklim değişikliğinden etkilenebilirliği yüksek 11 öncelikli sektör seçilmiştir. Bu sektörler; tarım ve gıda güvenliği, biyolojik çeşitlilik ve ekosistem hizmetleri, su kaynakları yönetimi, turizm ve kültürel miras, sanayi, kent, sosyal kalkınma, halk sağlığı, ulaşım ve iletişim, enerji ile afet risk azaltımıdır. Hazırlık çalışmaları kapsamında farklı kurumlar tarafından üretilen bölgesel iklim projeksiyonları kullanılarak gelecek dönemde öngörülen iklim tehlikeleri analiz edilmiş ve sonuçları değerlendirilmiştir. Elde edilen sonuçlar kullanılarak Eylem Planı kapsamında belirlenen sektörler için uluslararası kabul görmüş risk analizi metodolojisiyle etkilenebilirlik ve risk analizleri yapılmıştır. Etkilenebilirlik ve risk analizleri sonucunda uluslararası literatürde de önerilen boşluk analizlerinin ve eylemlerin belirlenmesine yönelik ön çalışmalar tamamlanmıştır. Sektörel etkilenebilirlik ve risk analizlerinden yararlanılarak geliştirilen eylem seçenekleri, ilgili paydaşların katılımıyla düzenlenen istişare toplantılarında tartışılmış ve taslak eylem listeleri oluşturulmuştur. Ayrıca iklim değişikliğine uyum bağlamında yatay kesen konular da Eylem Planına dâhil edilmiştir. Sektör uzmanları ve 180 farklı kurumdan paydaşların katılımıyla gerçekleştirilen toplantılar sonucunda, 11 sektör ve yatay kesen konular için toplamda 40 strateji ve 129 eylem belirlenmiştir Sektörel eylemlerin izlenmesi için uygulama planları da hazırlanmış olup Plan; İklim Portal’a [12] entegre edilmiş çevrimiçi izleme sistemi ile şeffaf bir şekilde izlenecektir.

3.4. İklim Değişikliğine Yönelik Diğer Ulusal Politika Belgeleri

Türkiye, iklim değişikliği ile mücadeleyi, ekonomik dönüşümünün merkezine koymaktadır. NDC, İDASEP ve İDUSEP gibi temel iklim politika belgelerinin tüm kısa, orta ve uzun vadeli ulusal plan ve politikalarla uyumları gözetilmiştir. Bu kapsamda LTS’nin hazırlık süreçlerinde dikkate alınan temel politika dokümanları aşağıda yer almaktadır.

- On İkinci Kalkınma Planı (2024-2028)

- Orta Vadeli Program (2025-2027)
- Türkiye Ulusal Enerji Planı (2022-2035)
- Enerji Verimliliği 2030 Stratejisi ve 2. Ulusal Enerji Verimliliği Planı (2024-2030)
- 2053 Ulaştırma ve Lojistik Ana Planı
- 2053 Alüminyum, Çelik, Çimento ve Gübre Sektörleri Düşük Karbonlu Yol Haritaları
- Türkiye Hidrojen Teknolojileri Stratejisi ve Yol Haritası
- Mobilite Araç ve Teknolojileri Yol Haritası
- Yeşil Büyüme Teknoloji Yol Haritası
- Çölleşmeyle Mücadele Ulusal Stratejisi ve Eylem Planı
- Değişen İklim Uyum Çerçevesinde Su Verimliliği Strateji Belgesi ve Eylem Planı (2023-2033)
- Türkiye Tarımsal Kuraklıkla Mücadele Stratejisi ve Eylem Planı (2023-2027)
- Türkiye Bina Sektörü Karbonsuzlaşma Yol Haritası,
- Yeşil Mutabakat Eylem Planı
- MEB İklim Değişikliği Eylem Planı
- Sürdürülebilir Bankacılık Stratejik Planı (2022-2025)
- Ulusal Biyolojik Çeşitlilik Stratejisi ve Eylem Planı (UBSEP) (2018-2028)
- Ulusal Biyolojik Çeşitlilik Ek Eylem Planı (UBEP) (2018-2028)

4. 2053 YILI İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ POLİTİKALARI

4.1. Uzun Vadeli (2024-2053) Gelişmenin Stratejisi ve Türkiye'nin 2053 Kalkınma Vizyonu

Türkiye'nin sera gazı emisyonlarının en geç 2038 yılında en yüksek seviyeye çıkması ve ardından azalarak 2053 yılında ülkemizin net sıfır emisyonu ulaşması hedeflenmektedir. Türkiye bu hedefine, On İkinci Kalkınma Planında yer alan Uzun Vadeli (2024-2053) Gelişmenin Stratejisi çerçevesinde ulaşmayı amaçlamaktadır. Uzun Vadeli (2024-2053) Gelişmenin Stratejisi dünyada yaşanması öngörülen köklü değişim ve dönüşüm sürecinin ülkemize sunabileceği imkânlardan en üst düzeyde faydalanmaya yönelik yol haritasını ortaya koymaktadır. Strateji, 2053 yılına kadar Türkiye'nin dünyadaki başlıca bilim, teknoloji, üretim, ticaret, kültür ve sanat merkezlerinden biri olarak insanlığa katkı sunan, milli ve manevi değerlerini koruyarak bölgesinin ve dünyanın barış, huzur ve refahı için küresel gelişmelere yön veren etkili, güçlü ve müreffeh bir ülke olmasını hedeflemektedir.

Stratejide, 2053 net sıfır emisyon hedefi doğrultusunda kalkınmanın tüm boyutlarında iklim değişikliğiyle mücadeleye yönelik uyum ve azaltımı sağlayacak vizyon ortaya konulmaktadır. Tarım, sanayi, enerji, ulaştırma ve hizmetler başta olmak üzere tüm sektörlerde net sıfır emisyon hedefini gerçekleştirecek yapısal dönüşümlerle 2053 yılında ülkemiz üretim ve ticarete dünyanın ağırlık merkezlerinden biri haline gelecektir. Yaşanan dönüşümün ortaya çıkardığı ihtiyaçları karşılayacak şekilde beşerî sermaye güçlendirilecek ve işgücü piyasasının yeşil ve dijital dönüşüme uyumu sağlanacaktır. Türkiye'nin ihracat vizyonu, küresel eğilimleri de dikkate alarak bilgi ve teknoloji yoğun, çevre dostu, markalı, katma değeri yüksek ürün ve hizmetlerle uluslararası mal ve hizmet ticaretinde sürdürülebilir bir şekilde inşa edilecektir.

Doğal kaynakların sürdürülebilir yönetimi, enerji dönüşümü, yeşil altyapı ve döngüsel ekonomi yatırımları, çevre koruma ve yeşil teknolojilerin yerli üretim imkânlarıyla yaygınlaştırılması gibi alanlarda kararlı adımlar atılarak kalkınma önceliklerimize hâle getirmeden 2053 yılına kadar net sıfır emisyon hedefine ulaşılabilecektir. Söz konusu hedef kapsamında enerji, binalar, hizmetler, sanayi, ulaştırma, atık, tarım ve ormancılık sektörlerinde Plan öncesi eğilimlerin devam ettiği mevcut senaryoya kıyasla yapılması gereken ilave yatırımların milli gelire oranla en az yıllık ortalama yüzde 1,7 seviyelerinde olması, bunun yaklaşık 1 puanının özel sektör, 0,7 puanının ise kamu kesimi kaynaklı olması gerektiği öngörülmektedir. Türkiye küresel yeşil finansa öncü ülkelerden biri haline gelecek ve net sıfır hedefini gerçekleştirecek yeşil yatırımlara yönelik finansman imkanları çeşitlendirilerek artırılacaktır.

Enerjinin sürdürülebilir, kaliteli, güvenli, kesintisiz ve karşılanabilir maliyetlerle arzının sağlanması, 2053 net sıfır emisyon hedefi esas alınarak yerli ve yenilenebilir enerji kaynaklarının azami seviyede değerlendirilmesi ve enerji verimliliğinin artırılması amaçlanmaktadır. Yenilenebilir enerji, elektrifikasyon, enerji verimliliği, yeşil hidrojen, enerji depolama, nükleer güç santrallerinin (NGS) kurulması, küçük modüler reaktör yatırımlarının gerçekleştirilmesiyle elektrik üretiminin yapısı dönüştürülecektir.

Türkiye 2053 yılında doğal kaynaklarının sürdürülebilirliğini sağlamış bir ülke olarak tarımsal milli gelir bakımından Avrupa'nın en büyük ülkesi olmaya devam ederken dünyada 7'nci sıraya yerleşecektir. Tarım ve gıda sektöründe sahip olduğumuz gen kaynakları başta olmak üzere doğal kaynaklar etkin şekilde korunacak; verimlilik ile üretim artışı, kendine yeterlilik ve arz güvenliği sağlanacaktır. Özellikle ormanlara ve toprak kalitesine yönelik yapılacak çalışmalarla karbon yutak alanları artırılacaktır. Su kaynaklarının sürdürülebilir ve etkin kullanımıyla sulanabilecek tarım arazilerinin tamamının sulanması sağlanacaktır. Yaşam kalitesinin ve refahın en üst düzeye yükseltildiği, bağlantılı ve dirençli kırsal yerleşimler oluşturulacaktır.

Turizm sektörü doğal, tarihi ve sosyal çevreyi koruyan, geliştiren ve sürdürülebilirliğini sağlayan bir yaklaşım içinde olacak ve sektörde yeşil dönüşüm hızlandırılacaktır. Turizmde, doğal kaynaklar ve benzersiz turizm değerleri korunacak, olumsuz çevresel etkileri azaltan teknolojik ve fiziki altyapı geliştirilecektir. Kültürel mirasın iklim değişikliğinden etkilenebilirliği yönetilerek gelecek nesillere aktarılması sağlanacaktır.

Ulaştırma ve lojistik sektöründe çevresel etkilerin en aza indirilmesi ile enerji verimliliğinin artırılması amacıyla demir yolu ve deniz yolu taşımacılığına öncelik verilerek güvenli, kesintisiz, etkin, bütüncül ve sürdürülebilir ulaştırma ağı tesis edilecektir. Karayolları; elektrikli araçlara, akıllı ulaşım sistemlerine ve otonom sistemlerine uygun yeni akıllı yollarla geliştirilecektir. Bu kapsamda Araç-Araç (V2V) ve Araç-Altyapı (V2I) haberleşme teknolojilerinin kullanıldığı Kooperatif Akıllı Ulaşım Sistemleri tesis edilerek trafik güvenliği artırılacak, yol hava ve çevreye dair bilgiler doğrudan araç içinde yer alan araç-içi üniteler vasıtasıyla yol kullanıcılarına iletilecektir. Sinyalize kavşaklara tesis edilen algılayıcılarla kavşak kollarındaki trafik yoğunluğa bağlı olarak sinyal sürelerini optimize eden, gereksiz beklemelemleri, durakları, yakıt tüketimini ve çevreye verilen zararlı emisyonları azaltan, seyahat sürelerinin kısaltan, trafik güvenliğini, yolun kapasitesini ve hizmet düzeyini artıran trafik uyarımlı ve adaptif sinyalizasyon sistemleri tesis edilecektir. Türk deniz ticaret filosu geliştirilecek, dijitalleşme ve enerji verimliliği temelinde yeşil limanların sayısı artırılacaktır.

Ülke genelinde, bölgelerin sosyoekonomik ve fiziksel özellikleri dikkate alınarak tüm afet tehlike türlerine göre önceliklendirme yapılacak, afet risk ve zararlarını azaltıcı çalışmalar yürütülecektir. Ülkemiz 2053 yılında yapı stokunu ve altyapısını tamamen dönüştürerek afetlere karşı dirençli ve hazırlıklı hale gelmiş, iklim değişikliğinin etkilerine uyum sağlamış ve afet yönetimi konusunda dünyada lider bir ülke haline gelmiş olacaktır.

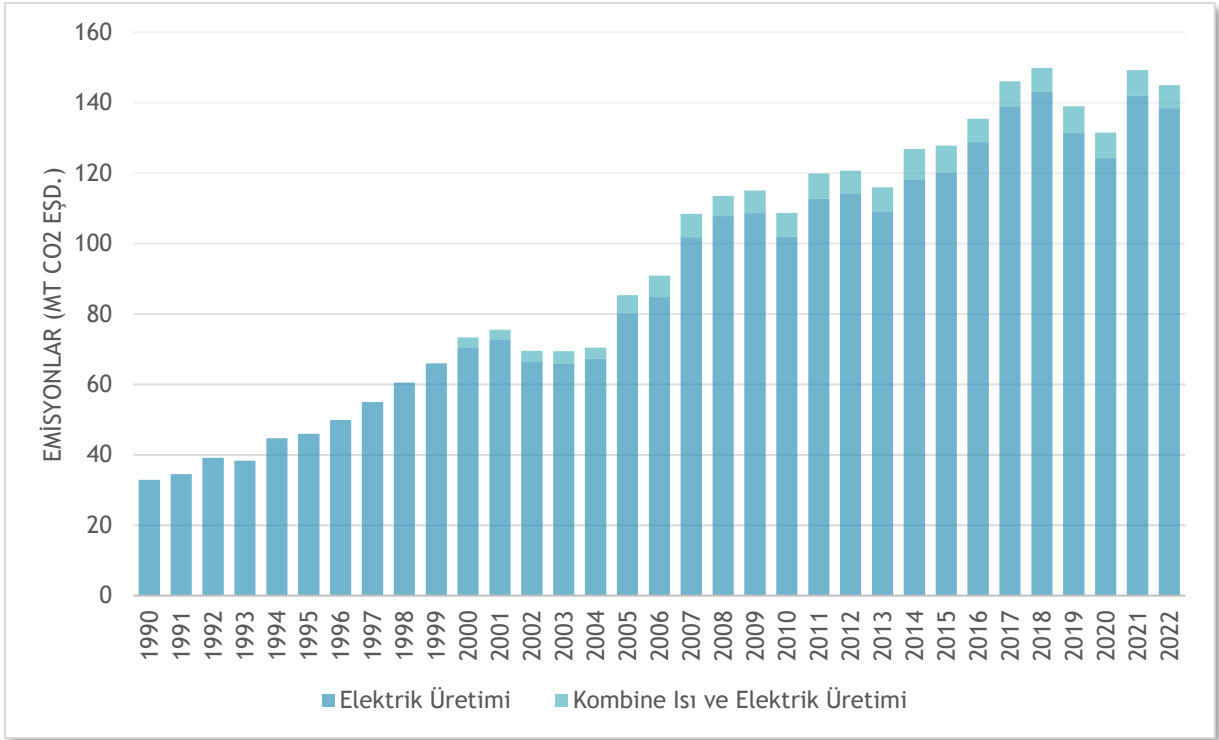
Bu strateji çerçevesinde gerçekleştirilecek yatırımlarla sağlanacak yeşil dönüşümün; enerji ithalatı, fosil yakıt kaynaklı hava kirliliği, tarımsal üretim kaybı ve ulaşımda yaşanan aksaklıklar gibi hususlardaki olumsuz etkileri azaltmasıyla milli gelirin yıllık ortalama yüzde 7,8'ine kadar ulaşabilecek ekonomik ve çevresel fayda sağlayabileceği öngörülmektedir.

4.2. Azaltım

4.2.1. Enerji Sektörü

2022 yılı Enerji Denge Tablosu verilerine göre; Türkiye'nin toplam enerji arzı 157,8 milyon TEP (ton eşdeğer petrol) olarak gerçekleşmiştir. Aynı yıl içinde elektrik ve ısı üretimi de 328.379 GWs olmuştur[13]. 2000-2022 yılları arasında yıllık ortalama elektrik enerjisi talep artışı dünyada yüzde 3,3 iken büyüyen ekonomisine paralel olarak Türkiye'de bu oran yüzde 4,4 olarak gerçekleşmiştir[14]. Türkiye'nin elektrik kurulu gücü 2024 yılı Eylül ayı sonu itibarıyla 114.215 MW'a ulaşmıştır[15]. Kurulu gücün en büyük kısmını yüzde 57 ile yenilenebilir kaynaklar oluşturmaktadır. Toplam kurulu güç kapasitesindeki artışın çok büyük bir kısmını güneş ve rüzgar enerjisi oluşturmaktadır. Güneş enerjisi santrali kurulu gücü 18.731 MW ve rüzgâr enerjisi kurulu gücü 12.335 MW seviyesine erişmiştir.

TÜİK tarafından yayımlanan sera gazı emisyon envanteri; elektrik ve ısı üretimi emisyonlarının 145,03 Mton CO₂-eşd. ve elektrik sektöründen kaynaklanan emisyon miktarının ise 138,48 Mton CO₂-eşd. olduğunu göstermektedir (Şekil 7). Ayrıca elektrik üretimi kaynaklı emisyonlar toplam emisyonlar içerisinde yüzde 24,80'lik bir paya sahip olmuştur[16]. Ayrıca, son yıllarda enerji sektöründen kaynaklanan sera gazı emisyonlarındaki eğilim, COVID-19 pandemisinin ekonomik etkileri ve bölgesel çatışmalardan önemli ölçüde etkilenmiştir.



Şekil 7 - Elektrik Üretiminden Kaynaklanan Emisyonlar ve Gelişimi

Türkiye, artan nüfus ve büyüyen ekonomisi nedeniyle enerji talebinin arttığı bir ülkedir. Son on yılda, ülke nüfusu yüzde 13 ve GSYİH yüzde 67 oranında büyümüştür. Bu büyümeyle birlikte enerji tüketimi yüzde 34, enerji sektörü kaynaklı emisyonlar ise yüzde 26 artmıştır[15], [17]. Türkiye’de son dönemde uygulanan yenilenebilir enerji politikaları ve teşvikler, özel sektör yatırımlarını fosil yakıtlardan yenilenebilir enerjiye yönlendirmeyi başarmıştır.

Enerjide gerçekleştirilen yeşil dönüşüm için kritik öneme sahip teşvikler, yenilenebilir enerji kaynaklarının etkin bir şekilde kullanılması ve yatırımların artırılması amacıyla, uzun vadeli alım garantileri sunarak yerli üretimi teşvik eden Yenilenebilir Enerjiyi Destekleme Mekanizması (YEKDEM) ile büyük ölçekli projelerin gerçekleştirilmesine ve yerli üretimin desteklenmesine yönelik yürütülen Yenilenebilir Enerji Kaynak Alanları (YEKA) modelidir. YEKDEM kapsamında, 2011-2023 yılları arasında yenilenebilir enerji projelerine toplamda 506 milyar TL’den fazla destek sağlanmıştır. Bu süreçler sayesinde, geçtiğimiz on yılda yenilenebilir enerji kapasitesi iki kattan fazla artmış ve enerji talebi karşılanırken aynı zamanda emisyonların da daha fazla artmasının önüne geçilmiştir[18]. Böylece Türkiye, yenilenebilir enerjiye dayalı güç kapasitesinde dünyada 11’inci ve Avrupa’da 5’inci sıraya ilerlemiştir [19]. Türkiye, özellikle 2030 ve 2035 yıllarına yönelik ortaya koyduğu kısa ve orta vadeli hedefleriyle de mevcut yenilenebilir enerji kapasitesini dört katına çıkarmayı, enerji yoğunluğunu yüzde 35 azaltmayı ve yenilenebilir enerji teknolojilerini ulusal enerji sistemine entegre etmeyi amaçlamaktadır (Tablo 3). Bu hedefler, 2023 yılında BMİDÇS 28’inci Taraflar Konferansında Birinci Küresel Durum Değerlendirmesi kararı (1/CMA.5) ile de uyumludur. Türkiye, bu kısa vadeli enerji verimliliği, yenilenebilir enerji ve enerji teknolojileri hedeflerine ulaşabilmek için yenilenebilir enerjide 2035 yılına kadar yaklaşık 59 milyar dolar, depolamada 2,5 milyar dolar ve talep tarafı katılımında ise 4,1 milyar dolar ayrıca enerji verimliliğinde ise 2030 yılına kadar 20,2 milyar dolar yatırım yapmayı planlamaktadır.¹

¹ Bu bilgiler T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı tarafından sağlanmıştır.

Tablo 3 -Türkiye'nin Enerji Endüstrisi Sektörü Hedefleri [20]

Enerji kaynağı/ teknolojisi	2020	2024 (Ağustos)	2030	2035
Toplam elektrik tüketimi	306,1 TWh	335,2 TWh (2023)	455,3 TWh	510,5 TWh
Toplam elektrik kurulu gücü	95,9 GW	113,9 GW	149,1 GW	227,2 GW
Hidrolik enerjisi kurulu gücü	30,9 GW	32,2 GW	35,1 GW	35,1 GW
Güneş enerjisi kurulu gücü	6,7 GW	18,5 GW	32,9 GW	76,9 GW
Rüzgar enerjisi kurulu gücü	8,8 GW	12,3 GW	18,1 GW	43,1 GW
Jeotermal ve biyokütle enerjisi kurulu gücü	3 GW	4,1 GW	5,1 GW	5,1 GW
Nükleer enerji kurulu gücü	-	-	4,8 GW	7,2 GW
Batarya kapasitesi	-	-	2,1 GW	7,5 GW
Elektrolizör kapasitesi	-	-	2 GW	5 GW
Talep tarafı katılımı	-	-	0,9 GW	1,7 GW
Enerji yoğunluğu	0,145 tep/bin \$2015	-	0,113 tep/bin \$2015	0,093 tep/bin \$2015

Türkiye, enerji talep artışını sürdürülebilir bir şekilde karşılamak ve 2053 yılı net sıfır emisyon hedefine ulaşmak için enerji dönüşümünü sürdürmektedir. Bu dönüşüm, özellikle yenilenebilir enerji kaynaklarından elektrik üretiminin artırılması ve düşük karbonlu yakıt sistemlerinin geliştirilmesiyle enerji sistemlerinin çevresel ayak izini azaltılmasının yanı sıra yenilikçiliğin teşvikini ve yeni iş imkânlarının yaratılmasını mümkün kılmakla beraber enerji bağımsızlığı ve güvenliği de artırmaktadır. Ancak bu teknolojik yenilikler ciddi bir yatırım ihtiyacını ortaya çıkarmaktadır.

4.2.1.1. 2053 Yılı Net Sıfır Emisyon Hedefi Kapsamında Enerji Sektörü Stratejileri

Sera gazı emisyonlarının azaltılması ve 2053 yılı net sıfır emisyon hedefine ulaşılmasında yenilenebilir enerji, elektrifikasyon, enerji verimliliği, nükleer teknolojiler, yeşil hidrojen ve enerji depolama yatırımlarının rolü kritik olacaktır. Fosil yakıtlara bağımlılığın azaltılması için başta güneş, rüzgâr, hidrolik, jeotermal ve nükleer dâhil olmak üzere temiz enerji kaynaklarının kullanımı yaygınlaşacaktır. Ayrıca emisyonların azaltılmasının zor olduğu sektörlerde karbon yakalama, kullanma ve depolama (KYKD) ve yeşil hidrojen kullanımının önemi artacaktır. Düşük karbonlu enerjiye geçiş hızlandıkça enerji sektöründeki kritik minerallere olan talep artacak, kritik minerallerin sürdürülebilir kullanımı ve tedariki önem kazanacaktır. 2053 yılı net sıfır emisyon hedefine ulaşmada, yerel kaynakları harekete geçiren, bilgi ve teknoloji yoğun, katma değeri yüksek üretim yapısına geçilecektir. Enerji süreçlerinde yeşil ve dijital teknolojilerde yaşanacak yapısal dönüşümler neticesinde doğal kaynakların sürdürülebilirliği sağlanacaktır. Bu kaynakların sürdürülebilir yönetimi, yeşil altyapı ve döngüsel ekonomi yatırımları ile Türkiye'nin kalkınma öncelikleri de göz önünde bulundurularak 2053 yılı net sıfır emisyon hedefine ulaşılabilecektir.

Strateji 1. Yenilenebilir Enerji Kaynaklarından Sağlanan Elektrik Üretiminin Payının Artırılması

Türkiye'nin 2053 yılı hedeflerine ulaşabilmesi için, yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımının ve enerji arzında bu kaynakların payının önemli ölçüde artırılması planlanmaktadır. Bu kapsamda, 2020 yılında yüzde 42,4 olan yenilenebilir enerji kaynaklarının payının yüzde 69,1'e kadar çıkabileceği tahmin edilmektedir. Bununla birlikte özellikle güneş ve rüzgar enerjisinin, düşük karbonlu elektrik üretim sistemine geçişte önemli rol oynayacağı düşünülmektedir. Yenilenebilir enerji kurulu gücünün artırılmasıyla, enerji arz

güvenliğinin güçlendirilmesi ve dışa bağımlılığın azaltılması hedeflenmektedir. Mevcut temiz teknolojiler maliyet etkin bir şekilde değerlendirilecek, yenilenebilir enerji potansiyelinin azami kullanımı sağlanacak, teknoloji gelişmişlik seviyesi henüz ticarileşme için yeterli olmayan yenilikçi teknolojiler ile hibrit santraller ve yüzer güneş ve deniz üstü rüzgar enerjisi santrallerinin kullanımı artırılabilecektir. Yenilenebilir enerji kurulu gücünün artırılmasının yanı sıra özel sektör ve kamuda YEK-G belgelerinin kullanımı desteklenecektir. Yenilenebilir enerji teknolojilerinde dışa bağımlılığın azaltılması ve küresel rekabet gücünün artırılması amacıyla Ar-Ge çalışmaları yapılarak yerli üretim kapasitesinin geliştirilmesi sağlanacaktır.

Strateji 2. Düşük Karbonlu Çözümlerin Geliştirilmesi

Düşük Karbonlu Çözümlerin Geliştirilmesi Stratejisi, geçiş yakıtları ve nükleer enerji kullanımının artırılmasını kapsamaktadır. Bu kaynaklar, Türkiye'nin enerji arz güvenliğinin artırılmasında kritik bir rol oynayarak emisyonlar açısından daha temiz teknolojilerin kullanımı istenen seviyelere ulaşana kadar 2053 yılı net sıfır emisyon hedefine giden yolda önemli katkı sağlayacaktır. Mevcut doğal gaz iletim ve dağıtım altyapısı güçlendirilecek, yenilenebilir kaynaklar ve atık ısıya dayalı bölgesel ısıtma/soğutma sistemlerinin teknik ve ekonomik açıdan yapılabilir olmadığı yerlerde doğal gazla erişim sağlanacaktır.

Geçiş yakıtlarının kısa ve orta vadede kullanımı kapsamında, termal (yanma, gazlaştırma ve piroliz) ve biyolojik (anaerobik sindirim ve depo gazından enerji üretimi) olarak atıktan enerji üretim teknolojileri ile biyoyakıt (biyodizel, biyoetanol, biyogaz) teknolojilerinin kullanımı yaygınlaştırılacaktır.

2024 yılı itibarıyla nükleer enerji üretimi olmayan Türkiye'de, nükleer elektrik üretimi portföye dâhil edilecek ve nükleer teknolojilerin kurulumu ile millileştirilmesine yönelik çalışmalar yürütülecektir. Akkuyu Nükleer Güç Santrali (NGS) bütün üniteleriyle elektrik üretimine başlayacaktır. Akkuyu NGS'nin tüm üniteleri devreye girdiğinde Türkiye'nin elektrik ihtiyacının yüzde 10'unu karşılaması ve yılda 30 milyon ton CO₂-eşd. sera gazı emisyonu azaltımı sağlaması beklenmektedir. Nükleer santral kurulu gücünün artırılmasına yönelik çalışmalara devam edilecektir. Küçük modüler reaktörler (KMR), mikro modüler reaktörler (MMR) füzyon teknolojileri ve ileri nesil reaktörler gibi yeni teknolojilere yönelik çalışmalar yapılacaktır. 2053 yılında nükleer enerjinin birincil enerji tüketimi içerisindeki payının yüzde 29,3'e ulaşması hedeflenmektedir.

Strateji 3. Esneklik Teknolojilerinin Geliştirilmesi ve Yaygınlaştırılması

Bu strateji, güçten gaza sistemlerinin geliştirilmesi, hidrojen kullanımının artırılması ve enerji depolama sistemlerinin yaygınlaştırılmasını kapsamaktadır. Net-sıfır enerji sistemlerinde nihai kullanıcıların elektrik enerjisi kullanımının artması beklenmektedir. Elektrifikasyonun artmasıyla birlikte, elektrik şebekesinin güvenliğinin ve kalitesinin artırılması amacıyla esneklik teknolojilerinin kullanımı önem kazanacaktır.

Net sıfır emisyon hedeflerine ulaşmada öne çıkan bir yöntem olarak değerlendirilen yeşil hidrojenin şebeke esnekliğinin artırılmasında da önemli bir rolü olacağı tahmin edilmektedir. Bu çerçevede ülkemizin elektrolizör kapasitesinin 2030 yılına kadar 2 GW ve 2035 yılına kadar 5 GW seviyesine ulaşması beklenmektedir. Bunun yanında sürdürülmekte olan hidrojen teknolojilerinin geliştirilmesi ve yerli elektrolizör üretimine yönelik çalışmalar, genişletilerek devam edecek, uluslararası iş birlikleri desteklenecektir. Hidrojenin taşınması ve depolanmasına yönelik çalışmaların sürdürülmesi ve yeşil hidrojenin ülke çapında yaygınlaştırılması hedeflenmektedir. Ayrıca, amonyak ve sentetik hidrokarbonlar gibi hidrojen bazlı taşıyıcılar enerji yoğun proseslerde kullanılacak ve emisyon azaltımına katkı sağlayacaktır. Biyoyakıtlar, hidrojen, amonyak ve sentetik metan gibi alternatif yakıtların tüketiminin artmasıyla enerji sistemi daha da düşük karbonlu hale gelecektir.

Kesintili yenilenebilir enerji kapasitesinin artması neticesinde ortaya çıkan şebekenin esneklik ihtiyacının karşılanmasında kullanılan yöntemlerden olan batarya depolama sistemlerinin kurulu gücünün 2035 yılında 7,5 GW'a ulaşacağı öngörülmektedir. Bu kapasite artışının büyük oranda depolamalı güneş enerjisi ve rüzgâr enerjisi santralleriyle oluşacağı tahmin edilmektedir. Pompaj depolamalı HES'lere dayalı enerji depolama sistemleri de tesis edilmesi planlanmaktadır. Diğer taraftan emtia fiyatlarındaki dalgalanmalardan en az şekilde etkilenilmesi amacıyla doğal gaz depolama kapasitesinin artırılmasına devam edilecektir.

Strateji 4. Dijital Dönüşümün Gerçekleştirilmesi

Türkiye, dijitalleştirilmiş enerji sistemine geçiş yaparak arz güvenliği ve sistem verimliliğini artırmayı hedeflemektedir. Elektrifikasyonun artması ve enerji sistemlerinin entegrasyonu, akıllı kontrol sistemleriyle desteklenerek mevcut altyapının daha verimli kullanılmasını sağlayacaktır. Dijitalleşme, enerji depolama, talep yönetimi ve esnek üretim gibi ileri kontrol sistemleriyle sıfır emisyonlu enerji sistemlerine geçişi kolaylaştıracaktır. Dijital teknolojiler, enerjiye bağlı sektörlerde enterkonnekte ve kompleks durumun en optimum ve verimli şekilde yönetilmesini sağlayacak, enerji altyapı yatırımlarını azaltacaktır. Akıllı kontrol sistemleri, yerel, bölgesel, ulusal ve uluslararası düzeyde altyapının daha iyi kullanılmasını ve önemli tasarruflar sağlanmasını mümkün kılacaktır. Enerji verimliliği, veri toplama ve analiz teknolojileriyle artırılacak, akıllı sayaçlar yaygınlaştırılacak ve enerji sistemlerinin gerçek zamanlı izlenmesi nesnelere interneti, yapay zeka, büyük veri işletim sistemleri, blok zinciri ve bulut depolama sistemleri aracılığıyla gerçekleştirilecektir.

Strateji 5. Üretim, İletim ve Dağıtımda Enerji Verimliliğinin İyileştirilmesi

Enerji sistemlerinde üretim, iletim, dağıtım ve tüketimde verimlilik artırılacak ve elektrik şebekesi düşük karbonlu enerji sistemlerinin omurgasını oluşturacaktır. Yenilenebilir enerji kaynaklarının entegrasyonu ekonomik ve teknik zorluklar getirdiğinden, şebeke güçlendirilecek ve esnekliği artırılacaktır. Enerji verimliliği, trafolardan iletim ve dağıtım ekipmanlarına kadar her aşamada geliştirilecek, hibrit yenilenebilir enerji sistemleri ve depolama teknolojileri teşvik edilecektir. Elektrığın tüketildiği yere yakın üretildiği, elektrikli araçlar için şarj istasyonlarının ihtiyaç duyduğu pik yükleri karşılayabilecek, üreten tüketicilerin piyasada yer almasına olanak sağlayan, çift yönlü enerji akış miktarının artmasına olanak sağlayan ve ihtiyaç fazlası enerjinin depolanabildiği dağıtık bir elektrik altyapısına ihtiyaç duyulacaktır. Elektrik iletiminde yüksek voltajlı alternatif akım, yüksek voltajlı doğru akım ve ultra yüksek voltajlı doğru akım teknolojileri, teknik ve ekonomik açıdan uygulanabilir olması durumunda kullanılacaktır. 2053 yılı net sıfır emisyon hedefi doğrultusunda uluslararası elektrik enterkonneksiyon kapasitesi artırılacak, akıllı şebeke çözümleri ve akıllı sayaçlar yaygınlaştırılacaktır. Buna yönelik olarak 2035 yılında 90.500 km AC hat ve 942 trafo merkezi kurulmuş olacaktır. Enterkonneksiyon kapasitesi ihracat için 6.750 MW, ithalat için 6.600 MW'a ulaşacaktır. Elektrik üretim santrallerinde verimliliğinin artırılmasına devam edilecektir. Barajlı hidroelektrik santrallerde ekipman ve işletme kaynaklı verimlilik kayıpları azaltılacaktır. Güneş santrallerinde yüzey temizliği için otomatik temizleme sistemlerinin kullanılması ve performans izleme yazılımlarıyla kirlilik seviyelerinin sürekli izlenmesi gibi yöntemlerle kirlilik kaynaklı verim kaybı önlenecektir.

Enerji Verimliliği 2030 Stratejisi ve II. Ulusal Enerji Verimliliği Eylem Planı (2024-2030) kapsamında tüm sektörler (binalar, sanayi, ulaştırma, tarım ve enerji) için 20,2 milyar ABD doları enerji verimliliği yatırımı yapılması ve kümülatif olarak 37,1 milyon TEP birincil enerji tasarrufu sağlanması hedeflenmektedir. Böylece, 2030 yılına kadar Türkiye'nin birincil enerji arzında yüzde 16 oranında tasarruf ve 100 milyon ton CO₂-eşd. sera gazı azaltımı sağlanmış olacaktır.

Strateji 6. Talep Taraflı Yönetimin ve Sektör Eşleştirmesinin Sağlanması

Enerji talebindeki artışın ekonomik büyüme oranından daha düşük olacağı ve bunun sonucunda göreceli bir ayrışma (decoupling) yaşanacağı öngörülmektedir. Bu durum, ekonominin enerji yoğunluğunun 2053 yılında mevcut orandan daha düşük olmasını sağlayacak ve ilave kurulu güç ihtiyacının zamanla azalmasıyla fosil yakıtların yerini alacak ve düşük karbonlu kaynaklara geçişi kolaylaştıracaktır. Türkiye'de 2020-2035 yılları arasında enerji yoğunluğunun yüzde 35,3 oranında azalması öngörülmektedir. 2025 yılında 0,0902 tep/bin dolar (2015 fiyatlarıyla) olması tahmin edilen nihai enerji yoğunluğunun 2035 yılında 0,0674 TEP/bin dolar (2015 fiyatlarıyla) seviyesine düşürülmesi hedeflenmektedir. Elektrik sektörünün 2053 yılı net sıfır emisyon hedefinde, enerji talebinin azaltılması büyük önem taşımaktadır. Talep azaltımı, verimlilik artışı ve ihtiyaç fazlası talebin belirlenmesiyle sağlanacaktır. Ayrıca, ileri teknolojilerin uygulanmasıyla bölgesel ısıtma altyapısının hem ısı hem de elektrik üretmesi ve elektrikli araçların akıllı kontrolü ile sistem dengeleme hizmetleri sağlaması gibi sektörler arası eşleşmeler artırılacaktır.

Enerji verimliliği farkındalığını artırmak amacıyla bilinçlendirme, tanıtım ve eğitim faaliyetleri yürütülecek, tüketici bilgilendirmeleri ve enerji tasarruflu cihazların benimsenmesi teşvik edilecektir. Talep tarafındaki

dönüşümü yönetmek için enerji sektöründe nitelikli personel sayısı artırılacak, yükseköğretim programları yeni teknolojilerle uyumlu hale getirilecektir. Arz tarafında ise, nitelikli personel sayısı artırılacak ve enerji sektöründeki eğitim ve öğretim kalitesi yükseltilerek enerjinin verimli kullanımı sağlanacaktır. Arz-talep dengesi içinde, akıllı şebeke sistemlerine geçiş ve enerji depolama sistemlerinin yaygınlaştırılması teşvik edilecektir. Özellikle yerel yönetimlerin öncülüğünde, bölgesel enerji kullanım planları hazırlanarak enerjide talep tarafının dönüşümü sağlanacaktır.

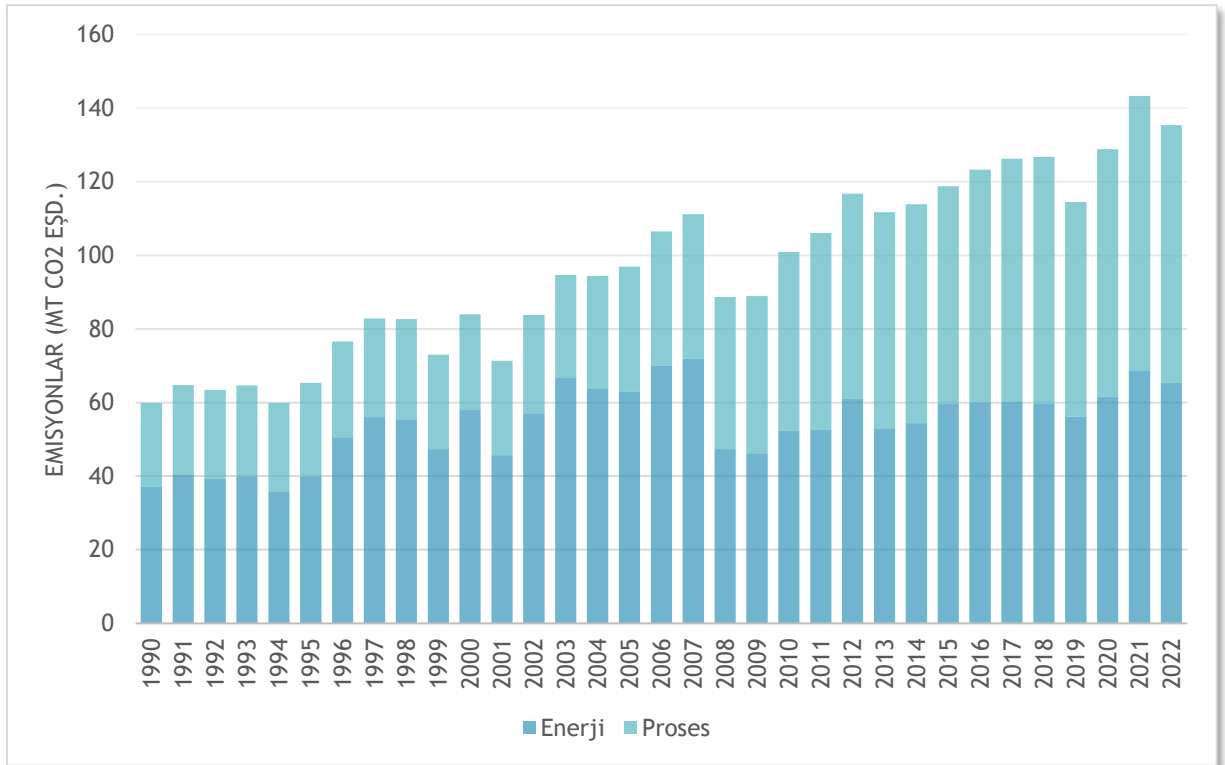
Akıllı şebeke sistemlerine geçiş, talep ve arzın etkin dengelenmesine yardımcı olacak, enerji depolama sistemleri yaygınlaştırılacak ve yenilikçi iş modelleriyle serbest piyasa koşullarında esneklik sağlanacaktır. Atık ısı potansiyeli değerlendirilecek ve kojenerasyon, trijenerasyon kullanımı yaygınlaştırılacaktır. Yerel yönetimler ise ısı arz planları hazırlayarak enerji dönüşümüne katkı sunacaktır.

4.2.2. İmalat Sanayii Sektörü

Türkiye'nin sanayi sektörü ülke GSYH'sinin önemli bir bölümünü oluşturmaktadır. Sanayi sektörünün 2023 yılında milli gelir içindeki payı yüzde 22,9 seviyesinde gerçekleşmiştir. Sanayi sektöründe ise yüzde 86 payla imalat sanayii ilk sırada yer almaktadır. 2023 yılında 255 milyar dolar olan toplam ihracat içinde imalat sanayii 241 milyar dolarla yüzde 94 paya sahiptir.

Sanayi sektörü emisyonları enerji kullanımı ve proses kaynaklı emisyonlar olmak üzere iki alt başlıkta değerlendirilmektedir. 2022 yılında sanayi sektöründe fosil yakıt kullanımından kaynaklanan enerji emisyonları 65,5 Mton CO₂-eşd. olarak, proses emisyonları, 69,9 Mton CO₂-eşd. olarak gerçekleşmiştir (Şekil 8). Sanayi kaynaklı emisyonlar 558,3 Mton CO₂-eşd. olan Türkiye toplamında yüzde 24,2 paya sahiptir [8].

2021 yılı nihai enerji kullanımında en yüksek paya yüzde 34,7 ile imalat sanayii sektörü sahip olmuştur[21]. Sektörün payının imalat sanayiinin alt sektörleri bazında sektörel dönüşümlerin yaşanacağı varsayımıyla 2035 yılına kadar yüzde 38,7'ye yükselmesi öngörülmektedir. Ayrıca sektörün elektrik tüketiminin 2035 yılına kadar yıllık ortalama yüzde 3,7 artacağı tahmin edilmektedir[20].



Şekil 8 - İmalat Sanayii Emisyonları

“Türkiye’nin Yüzyılı” vizyonunda "Sürdürülebilirliğin Yüzyılı" başlığı altında; ülkemizin 2053 sıfır emisyon ve sıfır kirlilik politikaları temelinde sanayide yeşil dönüşüm süreciyle birlikte, temiz, çevreci ve inovatif teknolojilerle sanayi kaynaklı kirliliğin kaynağında azaltımı ve önlenmesi hedefine ulaşması amacıyla “Sanayide Yeşil Dönüşüm” çalışmaları yürütülmektedir. Bu kapsamda hazırlanan “Endüstriyel Emisyonların Yönetimi Yönetmeliği” ile üretimlerini çevre, enerji ve kaynak verimliliği açısından en temiz tekniklerle gerçekleştiren sanayi tesislerimiz için “Sanayide Yeşil Dönüşüm Belgesi” düzenlenecektir. "Sanayide Yeşil Dönüşüm" çerçevesinde temiz ve çevre dostu üretimin yaygınlaştırılması ve çevresel iyileşmeyle birlikte Türk sanayisinin rekabet gücünün artırılması hedeflenmektedir.

2024-2028 yıllarını kapsayan On İkinci Kalkınma Planında 2053 yılına yönelik dijital dönüşümde öncü, sürdürülebilirlik kriterlerine uygun ve verimli üretim yapan imalat sanayiinin yüksek teknoloji üretim ve ihracatta OECD ortalamalarının üzerine çıkması, plan dönemi sonunda imalat sanayiinin GSYİH içindeki payının yüzde 30’u aşarak imalat sanayii üretimi açısından dünyanın ilk 10 ülkesi arasında yer alması ve yüksek teknoloji imalat sanayii ihracatında yüzde 3 civarında olan payının dönem sonunda yüzde 17’ye ulaşması ana politikalar olarak yer almaktadır. İmalat sanayii odaklı rekabet gücünün ve verimliliğin artırılması ile teknoloji kapasitesinin geliştirilmesine yönelik alınacak tedbirlerle sanayinin Plan döneminde yıllık ortalama yüzde 5,9 oranında büyümesi öngörülmektedir. Sanayinin GSYİH içerisindeki payının 2028 yılı olan Plan dönemi sonunda yüzde 26,9’a çıkması hedeflenmektedir. Sanayi sektöründe sabit sermaye yatırımlarının Plan döneminde ortalama yüzde 5,5 oranında artacağı yönünde öngörülebilir bulunulmuştur. Ayrıca sanayide ithalata bağımlılığı azaltacak, verimliliği artıracak ve daha rekabetçi üretim kapasitesine ulaştıracak teknoloji, yeşil ve dijital dönüşüm odaklı büyük ölçekli ve yenilikçi yatırımların desteklenmesi hedeflenmektedir. Bu çerçevede, kimya, ilaç ve tıbbi cihaz, elektronik, elektrikli teçhizat, makine otomotiv ve raylı sistem araçları öncelikli sektörler olarak belirlenmiştir. Bu sektörler için desteklenecek yüksek teknoloji ve yenilikçi üretim yöntemleriyle hem ekonomik katma değer artırılması hem de çevresel sürdürülebilirliğin sağlanması ve aynı zamanda bu yapısal dönüşümle birlikte imalat sanayi sektörü kaynaklı emisyonların azaltılması amaçlanmaktadır.

Avrupa Birliği (AB), Türk ihracatının ana pazarı olmaya devam ettiğinden, AB tarafından karbon kaçakını önlemek ve daha sürdürülebilir bir ekonomik model oluşturmak amacıyla geliştirilen Sınırdaki Karbon Düzenleme Mekanizmasının (SKDM) Türk ihracatı üzerinde önemli etkisinin olması beklenmektedir. SKDM’den etkilenecek sektörlerin yeni rekabet şartlarına uyum sağlaması amacıyla Yeşil Mutabakat Eylem Planı hazırlanarak uygulamaya konulmuştur. Planın güncelleme çalışmaları devam etmektedir. 2025 yılı itibarıyla yeni plan dönemine geçilmesi planlanmaktadır. Ayrıca, ulusal karbon fiyatlandırma mekanizmaları, SKDM’nin yaratacağı ekonomik yükün hafifletilmesi ve sanayi sektörünün karbonsuzlaştırılmasında ve verimliliğinin artırılmasında ivme kazanılması açısından bir fırsat olarak önümüze çıkmaktadır. Bu kapsamda, veri toplanması ve analizi için gerekli altyapı oluşturulacaktır.

4.2.2.1. 2053 Net Sıfır Emisyon Hedefi Kapsamında Sanayi Sektörü Stratejileri

Türkiye uzun vadeli stratejisi doğrultusunda sektörün rekabet gücünü koruyup artırırken sera gazı emisyonlarını da önemli ölçüde azaltmayı hedeflemektedir. 2053 yılına kadar imalat sanayiinde, enerji verimliliği uygulamalarının yaygınlaştırılması, yenilebilir enerji kullanımının artırılması, kaynak verimliliğinin sağlanması, ileri teknolojilerin, döngüsel ekonomi ilkelerinin ve sürdürülebilir uygulamaların benimsenmesi emisyon yoğunluğunu önemli ölçüde azaltacaktır.

Türkiye, AB tarafından yürürlüğe konulan SKDM’ye tabi olacak demir-çelik, alüminyum, çimento ve gübre sektörlerinde, 2053 net sıfır hedefi doğrultusunda mevcut en iyi teknikler ve gelişmekte olan temiz üretim teknolojileri, destekleyici politika önlemleri ve finansman ihtiyacını ortaya koyan düşük karbonlu yol haritalarını geliştirmiştir. Bu yol haritaları uygulama safhasına geçilmesi, gerekli finans mekanizmalarının oluşturulması ve pilot uygulamaların devreye alınması, sanayi sektörünün 2053 net sıfır emisyon hedefine uyumu konusunda kritik öneme sahiptir. Çelik sektörü yol haritasında, sektörün toplam emisyonlarının mevcut politikaların ve koşulların dikkate alındığı senaryoya kıyasla 2040 yılına kadar yüzde 20,6, 2053 yılına kadar ise yüzde 99,7 oranında azaltılabileceği değerlendirilmiştir. Sektörde net sıfıra ulaşmak için gereken toplam yatırımların, uygulanabilir tüm düşük karbon teknolojilerinin yanı sıra finansal ve

düzenleyici politikaların dikkate alındığı en düşük maliyetli senaryoya göre yaklaşık 33,6 milyar dolar olması beklenmektedir. Çimento sektörü açısından, sektörün toplam emisyonlarının mevcut politikaların ve koşulların dikkate alındığı senaryoya kıyasla yüzde 2040 yılında yüzde 29,8, 2053 yılına kadar 92,8 oranında azaltılabileceği tahmin edilmektedir. Türkiye çimento sektöründe önümüzdeki 30 yıllık dönemde yapılması gereken dönüşümün toplam yatırım maliyetinin 29,8 milyar dolar seviyesinde olacağı hesaplanmaktadır. Alüminyum sektörü için, sektörün toplam emisyonlarının mevcut politikaların ve koşulların dikkate alındığı senaryoya kıyasla 2040 yılında yüzde 53, 2053 yılına kadar ise yüzde 75 oranında azaltılmasının mümkün olduğu değerlendirilmektedir. Sektör için toplam yatırım maliyetleri 4,4 milyar dolar olarak öngörülmektedir. Gübre sektöründe ise 5,3 milyar dolar maliyet ile 2053 yılında emisyonların yüzde 100 oranında düşürülmesi hedeflenmektedir.

Ana faaliyetleri için yüksek enerji tüketimi zorunluluğu ve proses kaynaklı yüksek emisyon miktarları nedeniyle demir-çelik, petrokimya, çimento gibi sektörler “emisyon azaltımının zor olduğu sektörler” olarak sınıflandırılmaktadır. Bu zorluğu aşmak için emisyon azaltımına yönelik yatırımları desteklemek üzere geçiş finansmanı araçlarının geliştirilmesi gerekmektedir. Bu araçlar, üretim ve operasyonlar için gerekli olan yüksek yatırım maliyetlerine destek sağlayarak dönüşüm sürecini hızlandırabilecektir.

Strateji 1. Enerji Verimliliği Potansiyelinin En Üst Seviyede Değerlendirilmesi

Sanayi sektörü enerji tüketiminde ve buna bağlı olarak sera gazı emisyonlarında önemli bir paya sahiptir. Enerji verimliliği potansiyelinin en üst seviyede değerlendirilmesi, özellikle sanayinin yanma kaynaklı emisyonlarının azaltımında belirleyici rol oynayacaktır. Bu politika altındaki temel hedef sanayi sektöründe enerji yoğunluğunun 2022 yılına kıyasla 2053 yılına kadar en az yüzde 10 azaltılmaktadır. 2030 yılı hedefleri çerçevesinde, ilk aşamada, sanayi sektörünün alt sektörlerine yönelik enerji verimliliği envanterinin oluşturulması ve bu envanterin düzenli olarak güncellenmesi sonraki adımlar için temel teşkil edecektir.

Diğer taraftan, teşvik edilmeyecek yatırımlar hariç olmak üzere, yıllık asgari 500 TEP enerji tüketimi olan mevcut imalat sanayi tesislerinde gerçekleştirilecektir. Mevcut durumuna göre en az yüzde 15 oranında enerji tasarrufu sağlayan enerji verimliliğine yönelik yatırımlar öncelikli yatırım konuları içerisinde yer almaktadır. Enerji verimliliğine yönelik yatırımların teşvikinin sürdürülmesi amaçlanmaktadır.

Teknolojisi eski tesislerin verimli elektrik motor ve ekipman dönüşümü desteklenecektir. Desteklenen tesisler için bir izleme sistemi oluşturulması ve verimlilik artışlarının kayıt altına alınması planlanmaktadır.

Organize Sanayi Bölgeleri (OSB) için halihazırda uygulanan yeşil OSB belgelendirmesi ve KOBİ'lere yönelik yeşil sertifikasyon sistemleri kapsamında enerji verimliliği teşvik edilecektir. Dijital dönüşümün bir parçası olarak yapay zeka sistemlerinin sektörde kullanımı ve dijital ikiz uygulamaları tesislerde enerji verimliliğinde artış sağlanmasına katkıda bulunacaktır.

Strateji 2. Sanayide Yenilenebilir Enerji Kullanımının Artırılması

Yenilenebilir enerji kullanımının artırılması sanayide yenilik, büyüme ve rekabet gücü elde etmek açısından önem kazanmaktadır.

Sanayi sektörünün elektrik tüketiminde 2035 yılına kadar yıllık bazda yüzde 3,7 ortalama artış olacağı ve öngörülen bu artışın, özellikle 2040 yılından sonra, doğrudan yakıtların yanmasını içeren sistemlerde elektrifikasyona geçişin hızlanmasıyla devam edeceği öngörülmektedir¹². Bu bağlamda, sanayi tesislerinde yenilenebilir enerji üretiminin ve kullanımının artırılması orta ve uzun vadede sektördeki karbonsuzlaşma sürecine katkı sağlayacaktır.

Sanayi sektöründe yenilenebilir enerji kaynaklarına dayalı küçük ölçekli ısıtma ve soğutma sistemlerinin kullanımının teşvik edilmesi, özellikle KOBİ ölçeğindeki firmalarda karbon ayak izinin azaltılmasında rol oynayacaktır. Diğer taraftan, yeşil OSB belgelendirmesi ve yeşil sertifikasyon sistemleri ve YEK-G sistemi kapsamında yenilenebilir enerji üretimi ve kullanımının teşvik edilmesi planlanmaktadır. Ayrıca AB-SKDM sektörlerine yönelik toplam enerji tüketimleri üzerinden belirlenecek oranlarda yenilenebilir enerji kullanma hedefi verilmesinin 2030 yılı sonrası için öne çıkan politikalarından birisi olacağı değerlendirilmektedir.

Diğer taraftan, mevcut yatırım teşvik sisteminde, öz kullanıma dönük yeşil enerji yatırımları olarak nitelendirilen lisanssız üretim kapsamında yeşil elektrik enerji üretim tesisi yatırımları faiz/kâr payı desteği sağlanmaksızın desteklenmekte olup bu desteklerin devamı planlanmaktadır.

2053 yılına yönelik hazırlanan çimento, çelik, gübre ve alüminyum sektörleri düşük karbonlu yol haritalarında, yenilenebilir enerji üretim altyapılarının kurulması ve gerekli ilave teşvik mekanizmalarının devreye alınmasına ilişkin hedefler yer almaktadır. Bu hedeflerin gerçekleştirilmesiyle sektörün yenilenebilir enerji kullanımı büyük ölçüde artacaktır.

Strateji 3. Ürün Bazında Karbon Ayak İzinin Düşürülmesi

Kamu ihale sözleşmelerinde düşük karbon emisyonuna sahip yeşil çimento kullanımının yaygınlaştırılmasına ilişkin yayımlanan Kamu İhale Sözleşmelerinde Düşük Karbon Emisyonuna Sahip Yeşil Çimento Kullanımının Yaygınlaştırılmasına İlişkin Tebliğ ile yapı malzemelerinin karbon emisyonlarının en düşük düzeylere indirilmesini sağlayacak tedbirlerin alınması ve "yeşil çimento" kullanımının yaygınlaştırılmasının teşvik edilmesi hedeflenmiştir. 1 Ocak 2025 ve 31 Aralık 2029 tarihleri arasında kamu yapım işi sözleşmeleri ve çimento içerikli mal alımı ihalelerinde çimentoda klinker oranı en fazla 0,80 olarak, 1 Ocak 2030'dan itibaren kamu yapım işi sözleşmeleri ve çimento içerikli mal alımı ihalelerinde kullanılacak çimentoda klinker oranı en fazla 0,75 olarak sınırlandırılmıştır. Gelişen teknolojilere bağlı olarak bu oran gözden geçirilecek ve 2053 net sıfır hedefi doğrultusunda revize edilecektir.

Kamu inşaat ve altyapı yatırımlarında kullanılan çimento dışındaki demir çelik gibi yapı malzemeleri üreten sektörlerle yönelik düşük karbon yoğunluğu kriteri getirilmesi amacıyla uluslararası karşılaştırma kriterleri çerçevesinde çalışmalar yürütülmektedir.

Diğer taraftan tüm kamu alımlarında düşük karbon yoğunluğuna sahip ürün ve hizmetlerin tercih edilmesine yönelik çalışmalar yürütülecektir. Buna ek olarak, kriterlerin ürün yaşam döngüsü bakış açısı ile geliştirilmesi sağlanacak ve kamunun belirleyeceği kriterleri sağlayamayan firmaların karbon yoğunluklarını azaltmaları desteklenecektir. Bu stratejinin diğer bir unsuru, demir-çelik sektöründe Doğrudan İndirgenmiş Demir (DRI) pilot uygulamalarının devreye alınmasına yönelik teknik ve finansal altyapının desteklenmesinin sağlanmasıdır. Çimento sektöründe ise öncelikle alternatif hammadde ve yakıt kullanım oranlarının artırılması, sonraki aşamada ise KYKD ile hidrojenin kullanımına yönelik pilot projelerin hazırlanması faaliyetleri gerçekleştirilecektir.

Diğer taraftan, öncelikli olarak çelik ve çimento sektörleri olmak üzere emisyon ve enerji yoğun imalat sanayii sektörlerinde ticarileşme aşamasındaki teknolojik dönüşüm yatırımlarının teknik ve finansal olarak desteklenmesine yönelik mekanizmaların oluşturulması değerlendirilecektir.

Ayrıca enerji yoğun işletmelere, doğrudan ve dolaylı emisyonları (satın alınan elektrik, buhar, ısı ve soğutma tüketiminde atmosfere bırakılan tüm sera gazı emisyonları) kapsayacak şekilde izleme ve hesaplama yükümlülüğü getirilmesi planlanmaktadır.

Tüketicilerin karbon yoğunluğu az olan ürünlere yönlendirilmesi, bu ürünlerin tüketiminin desteklenmesine ilişkin bilgilendirme ve bilinçlendirme faaliyetleri ve çevre etiketi sistemiyle ürünlerde karbon yoğunluğunun azaltılması desteklenecektir.

Son olarak, AB ile uyumlu çevreye duyarlı tasarım yönergelerinin oluşturulması, sürdürülebilir ürün girişimi ve dijital ürün pasaportu sistemine yönelik mevzuatın geliştirilmesi ve uygulanması çalışmalarına da devam edilecektir. Böylelikle, ürün karbon ayak izinin düşürülmesine katkı sağlanırken döngüsel ekonomi modelinin uygulanması ve yaygınlaştırılmasına öncülük edilecektir. Ayrıca, alternatif hammaddelerin kullanımı teşvik edilerek, düşük karbon yoğunluklu üretim süreçlerinin yaygınlaştırılması sağlanacaktır. Ülkemizde imalat sanayi sektörlerinde faaliyet gösteren tüm işletmeleri kapsayacak şekilde hazırlanan "Dijital Dönüşüm Destek Programı" uygulamaya alınmıştır. Bu programla, katma değeri yüksek teknolojik ürün ve çözümlerin mevcut işletme süreçlerine entegre edilmesiyle maliyet azaltımı, verimlilik ve kalite artışı sağlayacak yatırımlar desteklenecek ve böylelikle tüm sektörlerin yeşil dönüşümüne önemli katkı sağlanacaktır. Yeşil Dönüşüm Destek Programı kapsamında, imalat sanayi işletmelerinin yeşil dönüşümüne yönelik yapılacak iyileştirmeler, 3305 Sayılı Yatırımlarda Devlet Yardımları Hakkında Karar'ın Öncelikli

Yatırımlar uygulaması çerçevesinde yatırım teşvik sistemi kapsamında desteklenecektir. Yapılan yatırımlara 5. Bölge destekleri dahilinde; KDV istisnası, gümrük vergisi muafiyeti, vergi indirimi, sigorta primi işveren hissesi desteği ile faiz veya kâr payı desteği sağlanacaktır.

Strateji 4. Hidrojen Teknolojilerinin Kullanımı

Yeşil hidrojen teknolojilerin kullanımı ile başta demir-çelik ve çimento olmak üzere üretim süreçlerinin karbonsuzlaştırılması hedeflenmektedir. Bu çerçevede 2053 net sıfır emisyon hedefi doğrultusunda hidrojen teknolojileri imalat sanayiinde pilot ölçekte kullanılmaya başlanacaktır.

Sanayide hidrojen teknolojilerinin kullanımı kapsamında sektörün ısı ihtiyacının karşılanması için hidrojenin gaz şebekelerinde doğal gazla eklenmesi veya doğrudan kullanımına yönelik proje ve pilot çalışmalar yapılması hedeflenmektedir. Sanayide çeşitli üretim ve süreçlerde indirgeyici olarak hidrojen kullanımını değerlendirmek için çeşitli çalışmalar yapılmıştır. Yeşil hidrojenin; rafineri, kükürt giderme, amonyak/gübre, cam gibi üretim süreçlerinde kullanımının sağlanmasına ilişkin ilave çalışmalar yapılacaktır. Yeşil hidrojenin iletimi ve depolanmasına ilişkin çalışmalar da yürütülecektir.

Çelik sektöründe; yüksek fırınlarda hidrojen kullanımı, DRI üretiminde indirgeyici olarak doğal gazla birlikte değişen oranlarda hidrojen kullanımı, hidrojen plazma azaltma (redüksiyon) yöntemiyle ergitme azaltma, brülörlerde ve diğer ısıtma proseslerinde gereken yüksek sıcaklık seviyelerine ulaşabilmek için hidrojen kullanımına yönelik çalışmalar yapılacaktır.

Çimento sektörü için yeşil hidrojenin ticari olarak kullanılabilir ve uygun maliyetli hale getirilmesi amacıyla mevcut ve uygun teknolojilerin tespit edilmesine yönelik çalışmalar yaygınlaştırılacaktır.

Alüminyum üretiminde; alümina kalsinasyon sürecini tamamen dekarbonize etmek için fosil yakıtlardan elektriğe veya yeşil hidrojene geçiş sağlanacaktır.

Gübre sektöründe yeşil ve mavi hidrojen ve amonyak teknolojilerinin geliştirilmesine ve yatırımlarının teşvik edilmesine, 2030 yılından sonra sadece mavi ve yeşil amonyak projelerine teşvik sağlanmasına ve yeni yapılacak gri amonyak tesisleri için yatırım teşvik belgesi düzenlenmemesine yönelik politikalar geliştirilecektir.

Strateji 5. Karbon Yakalama, Kullanma ve Depolama (KYKD)

KYKD'nin imalat sanayii sektöründe kullanımının araştırılması ve teknolojik gelişime bağlı olarak uygulanabilir olan sektörlerde devreye alınması sağlanacaktır. Bu çerçevede, KYKD teknolojisinin elektroliz hücrelerine ve alüminyum işlemede kullanılan fırınlara entegrasyonu ve çimento sektöründe özellikle proses emisyonlarının bertarafında kullanılması değerlendirilmektedir.

Çimento sektöründe emisyonların çoğunun kalsinasyon sürecinde kimyasal reaksiyonlar neticesinde ortaya çıkması, bu sektörün karbonsuzlaştırılmasında etkin KYKD kullanımını gerektirmektedir. KYKD teknolojisinin 2040'lardan sonra bu sektörde yaygın kullanılması ve yaygınlaştırılması ile emisyonların önemli ölçüde azaltılması beklenmektedir.

Çimento sektörünün karbonsuz üretime geçmesi için gereken toplam yatırım değerinin 29,8 milyar dolar olduğu tahmin edilmektedir. KYKD yatırımları 27 milyar dolar ile toplam yatırım ihtiyacının yaklaşık yüzde 90'ını oluşturmaktadır[22].

Çelik sektörü, hidrojen, biyoyakıt kullanımı, KYKD gibi yeni teknolojilere dönüşümle net sıfır emisyonla yaklaşabilecektir. DRI için doğal gaz bazlı KYKD teknolojilerinin kullanımı net sıfır emisyon hedefine ulaşmada önemli rol oynayacaktır.

Son olarak başta üniversite-sanayi işbirliği olmak üzere karbon yakalama çalışmalarına yönelik ulusal ve uluslararası işbirlikleri artırılacak, bu alanda dünyadaki gelişmeler yakından takip edilerek bir ekosistem oluşması desteklenecektir. Bu çerçevede, yakalanan karbonun taşınması ve depolanması için de çalışmalar yapılacaktır.

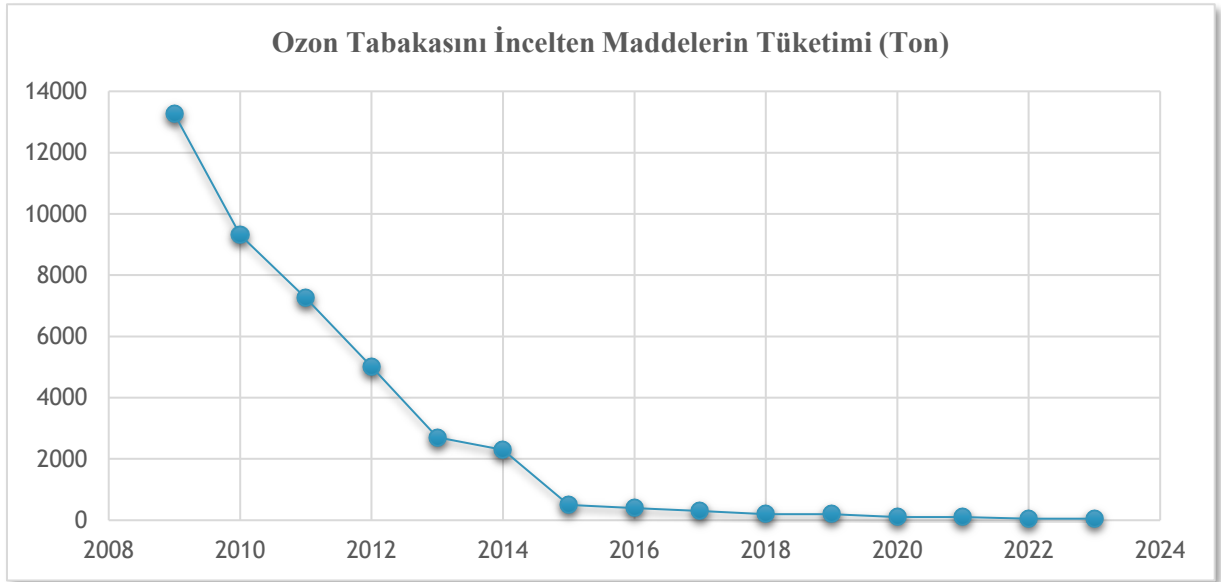
Strateji 6. Sürdürülebilirlik Raporlamalarının Yaygınlaştırılması

Türkiye, 29 Aralık 2023 tarihinde Türkiye Sürdürülebilirlik Raporlama Standartları (TSRS) Uygulama Kapsamına İlişkin Kurul Kararı'nı yayımlamıştır. Bu karar doğrultusunda, belirlenen eşik değerleri aşan işletmeler, 1 Ocak 2024 itibarıyla sürdürülebilirlik raporlarını hazırlama yükümlülüğü altına girmiştir. İlk etapta, eşik değerleri aşan büyük işletmelerin sürdürülebilirlik raporlaması ile hayata geçirilecek olan bu sistem, ilerleyen yıllarda, Avrupa Birliği'nin Kurumsal Sürdürülebilirlik Raporlama Yönergesi'ne benzer şekilde, kademeli bir takvim çerçevesinde orta ve küçük ölçekli işletmeleri de kapsayacak şekilde genişletilecektir. Bu sürecin, Türkiye'nin 2053 net sıfır emisyon hedefine ulaşmasına önemli katkılar sağlayacağı öngörülmektedir.

Sürdürülebilirlik raporlamalarının yaygınlaştırılmasıyla firmaların sürdürülebilirlik alanındaki performansı finans sektörünün ve tüketicilerin dikkatine sunulacak ve böylece finansman kaynaklarının yönlendirilmesi sağlanacaktır. Ayrıca, sürdürülebilirlik konusunda firma ve sektör bazında net sıfır emisyon hedefine katkı sağlayacak gönüllü girişimler geliştirilecektir.

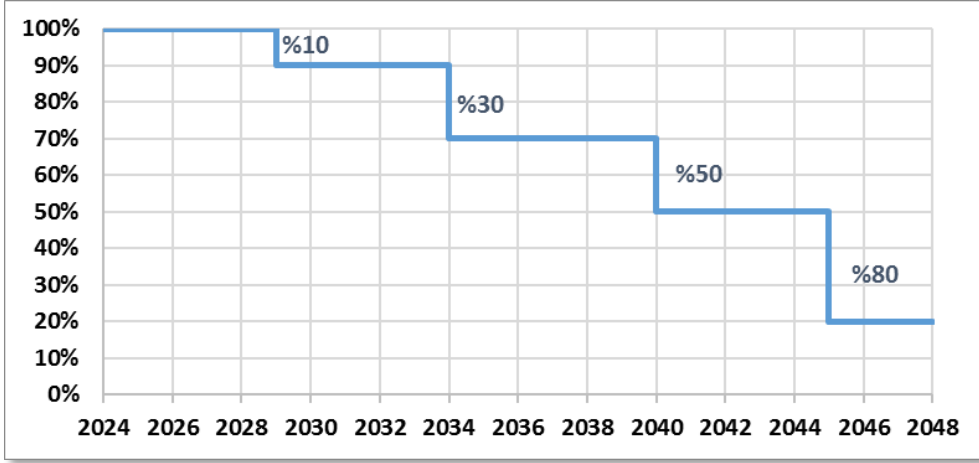
Strateji 7. Ozon Tabakasını İncelten Maddeler ile Florlu Sera Gazları'nın Azaltımı

2017 yılında yürürlüğe giren Ozon Tabakasını İncelten Maddelere İlişkin Yönetmelik kapsamında, ülkemizde üretilmeyen bu maddelerin ithalatları kontrol altına alınarak 1 Ocak 2025 tarihi itibarıyla kullanımları sonlandırılacaktır. Her yıl azaltılarak belirlenen ithalat kotası çerçevesinde ozon tabakasını incelten maddelerin (OTİM) bazılarının yalnızca servis amaçlı, laboratuvar amaçlı veya zorunlu kullanım amaçlı ithalatına, Çevrenin Korunması Yönünden Kontrol Altında Tutulan Kimyasalların İthalat Denetimi Tebliğinde yer alan şartlar çerçevesinde izin verilmekte olup bu gazlardan birçoğunun ithalatı ise yasaktır. İthalat aşamasından ülke içerisindeki servis aşamasına kadar elektronik takip sistemiyle takip edilmektedir. Türkiye, 1991 yılında taraf olduğu Montreal Protokolü taahhütleri gereği kotalı olarak ithaline izin verilen OTİM miktarı, Montreal Protokolü kapsamında uygulanan aşamalı sonlandırma programı dahilinde 2009 yılında 13.200 tondan 2019 yılında 200 tona, 2020 ve 2021 yılında ise 100 ton, 2022, 2023 ve 2024 yıllarında ise 50 tona düşürülerek yüzde 99,9 oranında azaltılmıştır. Yıllara sâri OTİM'lerin tüketimi aşağıdaki grafikte yer almaktadır. (Şekil 9).



Şekil 9 - OTİM Tüketimi

Türkiye, Kasım 2021'de A-5 (gelişmekte olan) bir ülke olarak Protokolün Kigali Değişikliğini onaylamıştır. Bu nedenle, yüksek küresel ısınma potansiyeline sahip hidroflorokarbon (HFC) tüketimini azaltmak için azaltım takvimi oluşturulmuştur. Uluslararası yükümlülükler gereği 2024 yılı itibarıyla HFC tüketiminde azaltım yapılmaya başlanarak yüzde 10'luk ilk azaltımın 2029 yılına kadar gerçekleşmesi ve 2045 yılına kadar HFC tüketiminin yüzde 80 oranında azaltılması hedeflenmektedir (Şekil 10).



Şekil 10 - HFC Azaltım Takvimi

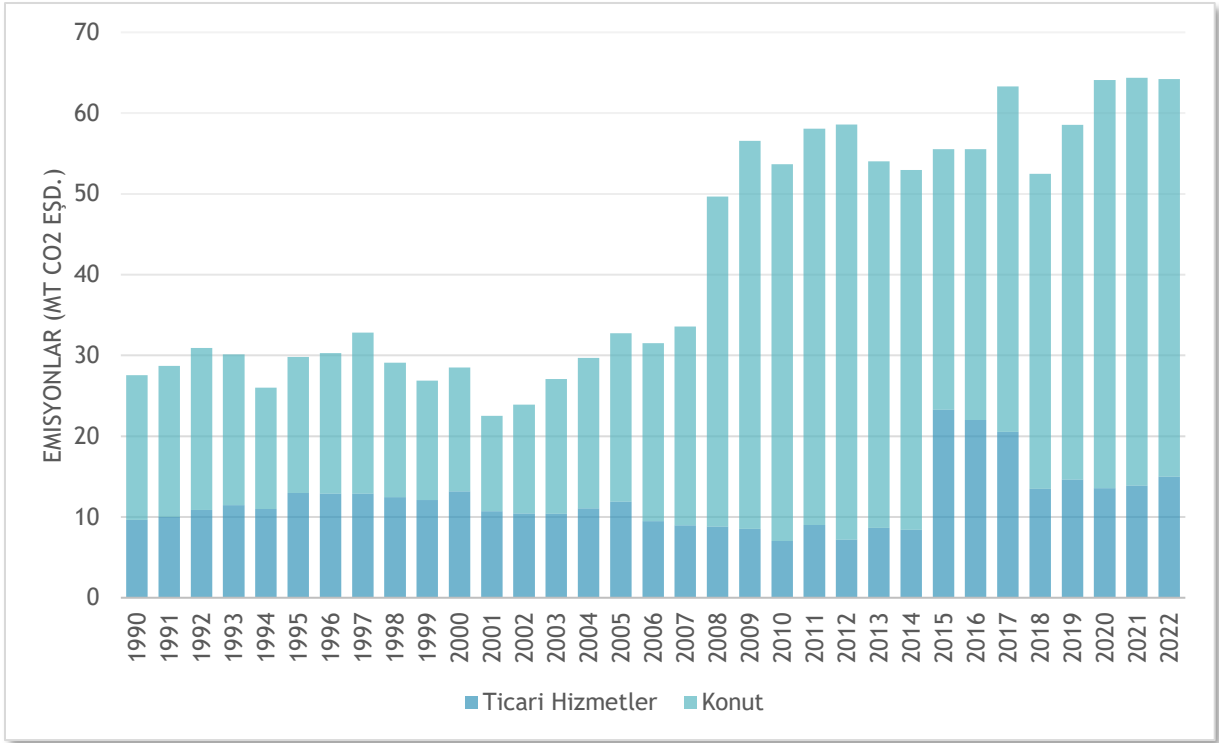
HFC'lerin azaltım takvimi çerçevesinde Mayıs 2023 itibarıyla ithalat ve ihracatta kontrol belgesi (lisans) zorunluluğu getirilmiştir. Bu kapsamda, 31 Ekim 2024 tarihine kadar yaklaşık 1450 kontrol belgesi düzenlenmiştir. 1 Ocak 2024 tarihinden itibaren Kigali Değişikliği gereği, Şekil 17'de gösterilen azaltım takvimi doğrultusunda HFC'lerin ithalatında kota uygulaması başlatılmıştır.

Öte yandan, "Çevrenin Korunması Yönünden Kontrol Altında Tutulan Kimyasalların İthalat Denetimi Tebliği" kapsamında, HFC'leri tek kullanımlık basınçlı kaplar içerisinde ithal etmek, laboratuvar amaçlı kullanım için olanlar hariç yasaktır. Ancak bu gazlardan anılan Tebliğde belirtilen bazıları, saf halde, kullanılmış, geri dönüştürülmüş veya ıslah edilmiş şekilde dökme halde kap içerisinde olmaları şartıyla Hidroflorokarbon Kontrol Belgesi ile belgelenerek kontrole tabi şekilde ithal edilebilmektedir.

4.2.3. Binalar Sektörü

Türkiye'de 9,5 milyondan fazla bina (konut ve konut dışı) ve yaklaşık 3,6 milyar² toplam taban alanı bulunmaktadır[23]. Son beş yılda konut sayısı 38,4 milyondan 41,3 milyona ulaşmıştır[14]. Nüfus ve hane halkı sayısının artışı; Türkiye'de konut sayısının ve konutta kullanılan enerjinin artmasını beraberinde getirmiştir.

Türkiye Sera Gazı Emisyon Envanterine göre 2022 yılında; ticarethane ve hizmetlerdeki sera gazı emisyonları 15 Mton CO₂-eşd; konut sektörü emisyonları 49,2 Mton CO₂-eşd. olarak gerçekleşmiştir (Şekil 11). Binalar kaynaklı emisyonların toplam emisyonlardaki payı yüzde 11,5'tir [24].



Şekil 11 - Konut ve Konut Dışı Sera Gazı Emisyonları

Yapı kullanım izni istatistiklerine göre 2023 yılında 86.654 adet yeni bina, mevcut stoka eklenmiştir. Bina sektörü hızla büyümeye devam etmektedir[25]. Bina stokunun ve toplam kullanım alanının 2021-2053 yılı büyüme eğilimleri; ulusal hedefler, ekonomik göstergeler ve inşaat sektörü büyüme hedefleri analiz edilerek oluşturulan çalışmaya göre 2053 yılında 5,9 milyar m²'ye ulaşacağı tahmin edilmiştir[26].

2008 yılında yayımlanan Binalarda Enerji Performansı Yönetmeliği'yle; binalarda enerjinin ve enerji kaynaklarının etkin ve verimli kullanılmasına, enerji israfının önlenmesine ve çevrenin korunmasına ilişkin usul ve esaslar düzenlenmiştir. Bina stokunda yaklaşık 1,5 milyon bina sertifikalanarak Enerji Kimlik Belgesi almış ve sertifikasyon oranı yüzde 18,5'e ulaşmıştır. Konut ve konut dışı bina alt kırılımlarında da benzer dağılımlar gözlenmektedir[26]. 2022 yılında yayımlanan Binalar ile Yerleşmeler İçin Yeşil Sertifika Yönetmeliği; binalar ve yerleşmelerin doğal kaynakları ve enerjiyi verimli kullanarak çevreye olan olumsuz etkilerini azaltmak için değerlendirme ve sertifikalandırma sistemlerinin oluşturulmasını amaçlamaktadır. 2023 yılında güncellenerek yayımlanan Kamu Binalarında Enerji Tasarrufu ile İlgili 2023/15 Sayılı Cumhurbaşkanlığı Genelgesi, enerji yöneticisi atamakla yükümlü kamu binalarındaki enerji verimlilik hedefini güncelleyerek 2030 yılına kadar yüzde 15'ten yüzde 30'a çıkarılmasını amaçlamaktadır.

Binalarda Enerji Performansı Yönetmeliğinde yapılan değişiklikle 1 Ocak 2022 itibarıyla toplam inşaat alanı 2.000 m² ve üzeri olan binaların Neredeyse Sıfır Enerjili Bina (nSEB) olarak yapılması zorunlu olmuştur. nSEB olarak nitelendirilen binaların Enerji Kimlik Belgesinde enerji performans sınıfının B veya daha iyi olması ve aynı zamanda binanın birincil enerji ihtiyacının en az yüzde 10'u oranında yenilenebilir enerji kullanması gerekmektedir. 1 Ocak 2023 ile 1 Ocak 2025 tarihleri arasındaki geçiş döneminde "yüzde 10" minimum yenilenebilir enerji oranı "yüzde 5", "2.000 m²" olarak belirtilen toplam bina inşaat alanı "5.000 m²" olarak uygulanacaktır.

On İkinci Kalkınma Planı (2024 -2028) temel olarak iklime duyarlı, enerji verimli, akıllı, yaşam döngüsü analizlerine dayalı sürdürülebilir yapıların tasarımını artırmayı ve mevcut yapıların da renovasyonunu sağlamayı, nSEB ve YES-TR sertifika kullanımını yaygınlaştırmayı, bölgesel ısıtma ve ısı pompası kullanımını artırmayı hedefleyen politikalar içermektedir. Bunlara ek olarak bir yapının ömrü boyunca çevresel, ekonomik ve sosyal etkilerini değerlendiren yaşam döngüsü analizi (LCA) temelinde, Dijital Ürün

Pasaportu ve Çevresel Ürün Beyannamesi uygulamaları, binalar sektörü emisyonlarının ve çevresel etkisinin azaltılmasında önemli bir rol oynayacaktır.

4.2.3.1. 2053 Net Sıfır Emisyon Hedefi Kapsamında Binalar Sektörü Stratejileri

Türkiye’de binalardan kaynaklanan emisyonların azaltılması amacıyla öncelikle binalarda enerji performansının iyileştirilmesi ve tasarım ve inşaat sürecinden başlayarak bina yönetmelikleri ve standartlarının uygulanması öngörülmektedir. Yeşil bina uygulamaları ve sıfır enerjili bina tasarımının yaygınlaştırılması, enerji talebinin en aza indirilmesi ve enerjinin yerinde üretiminin sağlanması bu kapsamda hedeflenmektedir. Buna yönelik aşağıdaki stratejiler gerçekleştirilecektir.

Strateji 1. Binalarda Doğrudan Kullanılan Enerjinin Dekarbonizasyonu

Binalar sektörü, doğrudan tükettiği enerjinin karbon yoğunluğunu azaltarak net sıfır emisyon hedefine katkıda bulunacaktır. Özellikle yerinde ve yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımının artırılması, temiz enerji teknolojilerin kullanımı ve enerji verimliliği önlemleriyle; binalar sektörü emisyonları sıfıra yaklaşacaktır. Bu kapsamda Türkiye’de başta meskenler olmak üzere yenilenebilir enerji kaynakları kullanımının artırılmasına yönelik potansiyel belirlenecek, fayda-maliyet analizine göre oluşturulacak yol haritasıyla; yerinde ve yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı yaygınlaştırılacaktır. Yenilenebilir enerjilerin binalara entegrasyonu, binaların üretici-tüketici (*prosumer*) haline gelmesi ve enerji depolama entegrasyonunun geliştirilmesiyle; enerji verimliliği artacak ve emisyonlar azalacaktır.

Binaların elektrifikasyona geçişi yapılırken alan ısıtma/soğutma ve su ısıtmada emisyon azaltımı ve birim alan başına enerjinin kullanımı değerlendirilecektir. Bu kapsamda ısı piyasası mevzuatına ilişkin çalışmalar tamamlanacak, teknik ve ekonomik olarak uygun yerlerde bölgesel ısıtmayı destekleyecek ısı pompalarının kullanımı yaygınlaştırılacak ve jeotermal kaynaklı ısıtmanın artırılmasına yönelik çalışmalar yürütülecektir. Ayrıca binalarda yenilenebilir enerji kullanımının yaygınlaştırılması için yenilenebilir ısı ve mikrokojenasyon sistemlerinin kullanımına yönelik düzenlemeler yapılacaktır.

Bölgesel ısıtma/soğutma sistemlerinde yaygın olarak düşük karbonlu yakıtlar ve yenilenebilir enerji kaynakları seçilmesinin yanı sıra; sanayi ve enerjideki atık ısı kullanımı yaygınlaştırılacaktır. Türkiye’de 25 noktada başta jeotermal olmak üzere bölgesel ısıtma sistemleri kullanılmaktadır. 2022 yılı itibarıyla toplamda 140 bin hane bölgesel ısıtmadan faydalanmaktadır. Yapılan çalışmalara göre maliyet-etkin şekilde bölgesel ısıtma sistemlerine bağlanabileceği öngörülen mevcuttaki 2,5 milyon konuta ilave olarak 2030 yılına kadar inşa edilmesi planlanan 900 bin yeni konut ile birlikte net faydanın 230 milyon Euro/yıl olacağı tahmin edilmektedir. Yerel yönetimlerle gerçekleştirilecek işbirliği ile verimli ve düşük emisyonlu soğutma sistemleri yaygınlaştırılarak merkezi soğutma imkanları değerlendirilecektir. Bölgesel enerji kullanımında verimin etkin bir şekilde iyileştirilmesi için mevcut yapı stokuna yönelik kentsel dönüşüm alanları önceliklendirilecektir. Bu kapsamda afet ve iklim tehlikeleri; kentsel dönüşüm uygulamalarında dikkate alınacaktır.

İnşaat ekosisteminde dijitalleşme kapsamında BIM uygulamalarının yaygınlaştırılması, yaşam döngüsü analizi ve yapay zekâ tabanlı akıllı bina çözümleri, hava akımı, elektrik ve su gibi kaynakları optimize ederek, binalardaki emisyonları azaltacaktır. Bina Yönetim Sistemi kapsamında sensörler, ısıtma, soğutma ve aydınlatma gibi son kullanıcı hizmetlerinin; sürekli veri toplaması ve izlenmesi sağlanarak son kullanıcılara yüksek konfor daha az emisyonla sağlanacaktır.

Strateji 2. Neredeyse Sıfır Enerjili Binalar Uygulamasının Geliştirilmesi

Neredeyse Sıfır Enerjili Binalar(nSEB); 2053 net sıfır emisyon hedefine giden yolda Türkiye için rasyonel tercihler arasında olacaktır. Hem yeni hem de mevcut binalar için nSEB uygulaması mümkün olup; iklim, lokasyon, güneş ve rüzgar parametrelerine uygun tasarımlar yaygınlaştırılacaktır. nSEB yaklaşımıyla yenilenebilir enerjinin kullanım zorunluluk oranı yıllar içinde kademeli olarak artırılabilecektir. Bununla birlikte yeni binalarda minimum enerji performans kriterlerinin artırılmasıyla emisyon azaltımına katkı sağlanacaktır.

Ayrıca, binalarda enerji verimliliği uygulamalarına yönelik bina kabuğu saydam ve opak bileşenlerinin iyileştirmesi gibi mevcut binaların yenileme çalışmaları, büyük miktarda enerji verimliliği sağlayarak emisyonları azaltacaktır.

Türkiye Bina Sektörü Karbonsuzlaşma Yol Haritası çalışma kapsamında yürütülen mevcut bina stoku analizi, 2000-2022 yılları arasında TÜİK ve belediyelerin binalara dair istatistiksel verilerine dayanmaktadır. Yol haritası kapsamında bina stokunun büyüme projeksiyonu oluşturulmuş ve bina kullanım dönemi kaynaklı operasyonel karbon ve gömülü karbon emisyonlarını en etkili şekilde azaltmaya yönelik 9 ayrı azaltım önlemini içeren bir azaltım portföyü, oluşturulmuştur. Bu önlemlere göre; yeni yapılacak konut ve konut-dışı binaların 2023-2032 döneminde nSEB, 2033-2042 döneminde EKB A sınıfı, 2043-2053 döneminde yıllık operasyonel karbon emisyonlarını yenilenebilir enerji kaynakları ile dengeleyen Net Sıfır Operasyonel Karbon Bina olarak yapılması hedeflenmektedir. 2000 yılı öncesi yapılan konut binalarının zamanla yıkılarak stokun yenilenmesi ve 2000-2010 döneminde yapılan konut ve konut-dışı binalarının 2023-2053 döneminde mevcut stokun yüzde 5 oranında yıllık olarak (2043'e kadar) enerji verimliliği tadilatlarının yapılmasıyla nSEB olarak iyileştirilmesi öngörülmektedir. 2023 yılından itibaren konutlarda kullanılan düşük verimli beyaz eşyaların yıllık yaklaşık yüzde 10 oranında güncel teknoloji ve enerji verimliliğindeki cihazlarla değiştirilmesi sonucunda 2053 yılına kadar toplam 76 Mton CO₂-eşd. emisyon azaltımı sağlanacaktır. 2023- 2053 dönemi için 30 yıl içerisinde toplam 2.075 Mton CO₂-eşd. sera gazı emisyonu azaltımı sağlamanın mümkün olduğu görülmektedir. Bu değer olağan durum emisyonlarına göre yüzde 32'lik bir azaltıma karşılık gelmektedir[26].

Strateji 3. YeS-TR'nin Yaygınlaştırılması

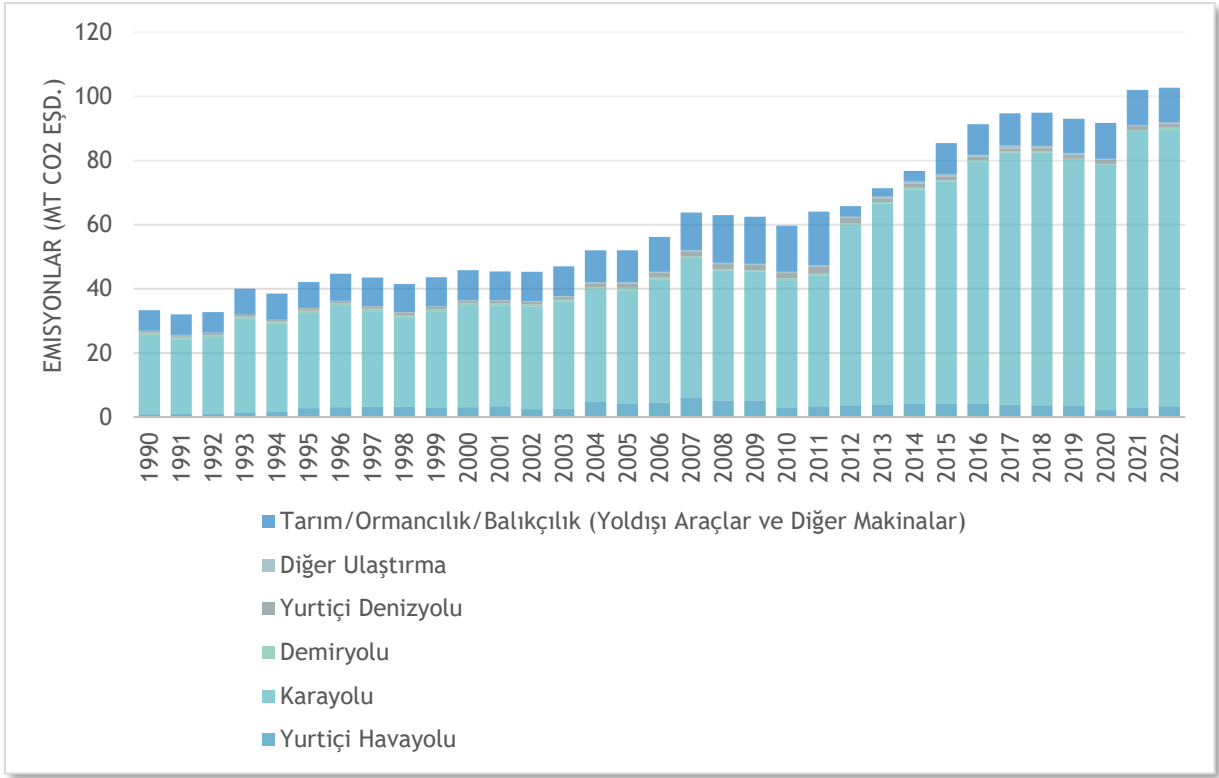
2022 yılında yayımlanan Binalar ile Yerleşmeler İçin Yeşil Sertifika Yönetmeliğinde yeşil sertifika alma isteğe bağlı olarak belirlenmiştir. Bu kapsamda öncelikli olarak yeni yapılacak kamu binaları olmak üzere 2023-2032 döneminde toplam yapı inşaat alanı 2.000 m² olan yeni yapılacak konut ve konut-dışı binaların nSEB olarak yapılması sağlanacaktır. 2026 yılından sonra inşa edilecek ve toplam inşaat alanı 10.000 m²'nin üzerinde olan yeni kamu binalarının yeşil bina sertifikalı olması sağlanacaktır[26].

Yönetmelikle mevcut ve yeni binalar ile yerleşmelerin sürdürülebilir çevresel, sosyal ve ekonomik performanslarının değerlendirilmesi ve sertifikalandırılması amaçlanmaktadır. YeS-TR uygulaması; yapıyı, arazi seçiminden yıkımına kadar yaşam döngüsü çerçevesinde değerlendiren, doğayla uyumlu, sürdürülebilir ve bulunduğu yerin coğrafi özelliklerini kullanan bina uygulamalarının yaygınlaştırılması amacını da taşımaktadır. Bu noktada çevre dostu tasarım ve yapı malzemelerinin kullanımının yaygınlaştırılması önem arz etmektedir. Çevresel etkiler bağlamında; binalarda yağmur suyu ve gri su toplama sistemleri ile ilgili mevzuat yıllar bazında kademeli olarak geliştirilmesi ile 2023-2053 yılları arasındaki 30 yıllık periyotta yaklaşık olarak toplamda 400 milyon m³ su tasarrufu yapılacağı öngörülmektedir.

4.2.4. Ulaştırma Sektörü

Türkiye'de son yirmi yıldaki ekonomik gelişmelere paralel olarak araç sahipliğinde ve kat edilen araç-km değerlerinde üç kattan fazla bir artış görülmüştür [27]. 2022 yılı verilerine göre ülkemizde yurt içi yolcu (yüzde 91,2) ve yük taşımacılığında (yüzde 89,3) karayolu taşımacılığı en büyük paya sahiptir.[28]

2022 yılında ulaştırma sektörü kaynaklı sera gazı emisyonları 91,9 Mton CO₂-eşd. olarak gerçekleşmiştir. Bu emisyonların en büyük kısmı 86,4 Mton CO₂-eşd. ile karayolu taşımacılığında kaynaklanmaktadır. Ulaştırma sektörü, 2021 yılı TÜİK verilerine göre Türkiye'nin sera gazı emisyonlarının yüzde 16,5'ini oluşturmaktadır (Şekil 12)[24]. Ayrıca, 2000-2022 döneminde ulaştırma sektörünün nihai enerji tüketimi yüzde 4,4 oranında artış göstermiş; ancak 2017-2023 döneminde yapılan enerji verimliliği çalışmalarıyla ulaştırma sektöründe 1,2 milyon TEP enerji tasarrufu sağlanmıştır [29].



Şekil 12 - Ulaştırma Sektörü Kaynaklı Sera Gazı Emisyonlarının Dağılımı

2023 yılı istatistiklerine göre, Türkiye’de trafiğe kayıtlı toplam otomobil sayısı 15,2 milyon olup bu araçlar ulusal motorlu taşıt parkının yüzde 53’ünü oluşturmaktadır [27]. 2023 yılı verileriyle Türkiye nüfusunun 85,37 milyon [30] olduğu dikkate alındığında, otomobil sahiplilik oranı 178/1.000 kişidir. AB’de[31] ve OECD ülkelerindeki[32] ortalama otomobil sahipliliği, sırasıyla, 560/1.000 kişi ve 530/1.000 kişi seviyelerinde olduğu dikkate alındığında, Türkiye’deki otomobil sahipliliğinin gelişmiş ülkelerin gerisinde kaldığı görülmektedir. Gelecekteki ekonomik gelişmelere paralel olarak bu oranın daha da artması beklenmektedir.

Elektrikli otomobil TOGG’un geliştirilmesiyle Türkiye’de elektrikli araç konusunda önemli bir atılım sağlanmış, diğer markaların da Türkiye pazarına girmesiyle elektrikli araçların yeni araç satışlarındaki payı 2022-2023 döneminde yüzde 1’den yüzde 10’a çıkmıştır[33]. 2023 yılında Türkiye’de üretilen otomobil sayısı 952 bin seviyesini aşmışken[34], 2023 yılı sonunda Türkiye’de trafikte kayıtlı elektrikli otomobil sayısı 222.328 (hibrit) ve 80.043 (elektrikli) olmak üzere toplam 302 bin seviyesinin üzerine çıkmıştır[35]. 2024 yılının ilk yarısında bu sayı yüzde 36’lık bir artışla 410 bin elektrikli ve hibrit otomobile ulaşmıştır. Türkiye ayrıca, ulaştırma sektörünün elektrifikasyonu için gerekli şarj altyapısının kurulması konusunda ciddi ilerlemeler kaydetmekte olup, 2024 Ağustos ayı itibarıyla şarj soketi sayısı 22,4 bine (14,2 bin AC ve 8,2 bin DC) ulaşmıştır [36].

Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı tarafından 15 Nisan – 15 Haziran 2022 tarihlerinde çağrısına çıkılan ve Ocak.2024 tarihi itibarıyla tamamlanan Teknolojik Ürün Yatırım Destek Programı Elektrikli Araçlar için Hızlı Şarj Altyapısı Destek Programı kapsamında 81 ilde 1053 adet hızlı şarj ünitesinin kurulumuna destek verilmiştir. Söz konusu destek programının ikincisinin hayata geçirilmesine yönelik hazırlık çalışmalarına da başlanmıştır.

Türkiye’de son yirmi yılda şehirlerarası hareketlilikte büyük bir artış gözlenmiştir[37]. 2004 yılında 57,8 milyar taşıt-km olan şehirlerarası araç hareketliliği, 2023 yılında 154,5 milyar taşıt-km olarak ölçülmüş olup yüzde 168’lik bir artış göstermiştir. Bu miktarın 102,4 milyar taşıt-km’si (yüzde 66,2) devlet yollarında, 30,4 milyar taşıt-km’si (yüzde 19,5) ise otoyollarda gerçekleştirilmiştir. Aynı dönemde otoyol hareketlilik değeri

7,8 milyar taşıt-km'den 30,4 milyar taşıt-km'ye çıkarak yüzde 289,74 artmıştır. Bu yükseliş, karayolu ağının genişlemesi ve araç sahipliğindeki artıştan kaynaklanmaktadır[38].

Türkiye'de demiryolu taşımacılığına (özellikle yüksek hızlı tren (YHT), hızlı tren (HT), konvansiyonel, elektrifikasyon, sinyalizasyon, yol yenileme ve modernizasyonu hizmetlerine) büyük yatırımlar yapılmıştır. Ülkede 2024 yılı itibariyle 11.668 km konvansiyonel hat, 2.251 km F ve HT ağı olmak üzere toplam 13.919 km demiryolu ağı bulunmaktadır. YHT ile yapılan yolculuklar, 2009 yılındaki başlangıcından bu yana artarak 2023 yılında 11,9 milyona ulaşmıştır. Bu artış, konvansiyonel trenler, şehirlerarası otobüs ve uçak yolculuğu talebinden kaymalarla sağlanmıştır. 2023 yılında şehirlerarası demiryolu hatlarındaki toplam YHT ve anahat yolcu sayısı 24,9 milyon olarak kaydedilmiştir. Aynı yıl banliyö trenleriyle taşınan yolcu sayısı 317,6 milyon olmuş, Halkalı (İstanbul)-Gebze (Kocaeli) istasyonları arasında hizmet veren ve bu iller arasında ana ulaşım aksını oluşturan Marmaray ile taşınan toplam yolcu sayısı 1 milyar 200 bin kişiye yaklaşmıştır. Bu sayede trafik sıklığı, özel araç kullanımı, fosil yakıt kullanımı azaltılmıştır.

Türkiye'de kent içi toplu ulaşım ve mikromobilité konusunda da ciddi ilerlemeler kaydedilmiştir. 2015-2023 arasında metro ile taşınan yolcu sayısı 691,8 milyondan 975,3 milyona ve hat uzunluğu 222,1 km'den 338,5 km'ye, hafif raylı sistem ile taşınan yolcu sayısı iki kat artarak 159,4 milyondan 317,6 milyona ve hat uzunluğu 130,6 km'den 287,6 km'ye ve son olarak tramvay ile taşınan yolcu sayısı 335,3 milyondan 482,3 milyona ve hat uzunluğu 203 km'den 336,8 km'ye çıkmıştır [39] Ayrıca Türkiye'de bisiklet ve yeşil yürüyüş yolları artmaktadır. Kent içi bisiklet yolu uzunluğu 2.000 km'ye ulaşmıştır [29]. Karayolları Genel Müdürlüğü tarafından da şehirler arası yollar için bisiklet yolu tip kesiti hazırlanmış ve 2013 yılından itibaren yol ağında bugüne kadar çoğunluğu şehir geçişlerinde olmak üzere 86,82 km'lik bisiklet yolu yapımı tamamlanmıştır. Akıllı Ulaşım Sistemleriyle (AUS) seyahat sürelerinin azaltılması, trafik güvenliğinin artırılması, mevcut yol kapasitelerinin verimli kullanılması, hareketliliğin artırılması, enerjinin verimli kullanılması ve çevreye verilen zararın azaltılması hedeflenmektedir. Hareketlilik ve yeni araç teknolojileri konusunda temel hedef ulaştırma sistemlerinde elektrifikasyonun artırılması olarak belirlenmiştir. Toplu taşıma kullanımının artırılması, toplu taşıma hizmetlerinin entegrasyonunun sağlanması "Bir Hizmet Olarak Hareketlilik (MaaS)" gibi gerçek zamanlı verilere dayanan mobil hizmetlerin kullanımının artırılması Türkiye'de AUS uygulamalarının yaygınlaştırılmasına katkı sağlayacaktır. Ayrıca, bu kapsamda atılan adımlardan biri olarak, büyükşehir ve il belediyelerindeki akıllı durak sayısı 11 bine çıkarılmıştır.

Aynı şekilde, son dönemde Türkiye'de havayolu ve denizyolu faaliyetlerinde de önemli gelişmeler yaşanmıştır. 2003 yılından itibaren desteklenen hava taşımacılığı özellikle iç hatlarda hızlı bir artış göstermiştir. 2002 yılında toplam 33,8 milyon yolcu (8,7 milyonu iç hat yolcusu) hareketliliği varken 2022 yılında toplam yolcu hareketliliği 181,8 milyona ulaşmış ve bunun yüzde 78,3'ü iç hat uçuşlarında gerçekleşmiştir. Bu dönemde toplam havayolu yolcu sayısında yüzde 400'ün, iç hat yolcularında ise yüzde 800'ün üzerinde bir artış olmuştur. Ayrıca, Türkiye'de faaliyet gösteren liman işletmelerinin, çevreye duyarlılıklarının en üst düzeye çıkarılması, standart hale getirilmesi, liman kalite yönetim sisteminin geliştirilmesi amaçlarına yönelik 20 adet liman "Yeşil Liman" kriterlerine uygun hale getirilmiş ve sertifikalandırılmıştır[40].

4.2.4.1. 2053 Net Sıfır Emisyon Hedefi Kapsamında Ulaştırma Sektörü Stratejileri

Ekonomik gelişme ile paralel bir şekilde büyüyen ulaştırma sektörü, 2021 yılı TÜİK verilerine göre Türkiye'nin sera gazı emisyonlarının yüzde 16,13'ünden sorumludur. 2053 net sıfır emisyon hedefinin başarılabilmesi için ulaştırma alanında, küresel emisyon azaltım stratejileriyle paralellik gösteren uzun erimli dönüşüm hedefleri geliştirilecektir. 2030 yılına kadar belirlenen hedef ve eylemler kapsamında vurgulanan modlar arası entegrasyon, daha sürdürülebilir demiryolu/denizyolu taşımacılığına kayma sağlanması, ulaştırmada verimliliğin ve temiz enerji kullanımının artması stratejileri 2030 yılı sonrasında da yeni teknolojik gelişmeler ışığında güncellenerek takip edilecektir. 2053 hedefi için bu stratejilerde yapılacak geliştirmeler aşağıda sunulmuştur.

Strateji 1. Daha Sürdürülebilir Olan Denizyolu/Demiryolu Ulaşım Türlerine Ağırlık Verilmesi

Karayolu ağırlıklı ulaştırma hizmetlerinin daha dengeli bir noktaya gelmesi için demiryolu ve deniz yolu sektörlerinin payının artırılmasına yönelik çalışmalara devam edilecektir. YHT ve HT ağının

genişletilmesiyle demiryolu yolcu taşımacılığında sektör payının artırılması hedeflenmektedir. Planlanan YHT projeleriyle 2053 yılına kadar karayolu ve havayoluyla yapılan yolcu taşımacılığının büyük kısmının demiryoluna kayması hedeflenmektedir. Ulaştırma alanında temel politika dokümanı olan 2053 Türkiye Ulusal Ulaştırma ve Lojistik Ana Planı, demiryolu payının artırılması hedefini bir kez daha vurgulamaktadır. Bunun yanı sıra denizyolu taşımacılığının artırılması için demiryolu bağlantılarına sahip yeni limanlar inşa edilmesi sayesinde daha sürdürülebilir ve çevreci bir ulaşım sağlanması hedeflenmektedir. Bu kapsamda[41];

- 2053 yılına kadar 6.425 km hızlı tren güzergahı, 1.474 km konvansiyonel güzergah, 393 km yüksek hızlı tren ve 262 km çok yüksek hızlı tren güzergahı olmak üzere toplam 8.554 km'lik demiryolu güzergahı inşası planlanmaktadır.
- Bu güzergahların 3.703 km'lik kısmının 2024-2029 yılı aralığında, 2.992 km'lik kısmının 2030-2035 yılı aralığında ve 750 km'lik kısmının ise 2036-2053 yılı aralığında tamamlanması öngörülmektedir.

Bu çerçevede, 2024-2053 yılları arası demiryollarına yönelik planlanan tahmini yatırım tutarı 70 milyar dolar olarak öngörülmektedir.

Demiryolu yatırımlarında hızlı tren ve konvansiyonel tren güzergâhlarının artırılması, yolcu taşımacılığının yanı sıra demiryolu yük taşımacılığı için de kapasite artırım imkânı sağlayacaktır. Ancak demiryoluna modal kaymanın sağlanabilmesi için darboğaz yaşanan bölgelerin “çift hatlı” hale getirilmesi, sinyalizasyon sistemlerinin ve tren kapasitelerinin artırılması önemli görülmektedir. Yatırımların yanı sıra “yük öncelikli” demiryolu güzergâhlarının geliştirilmesi ile liman/lojistik köyler/organize sanayi bölgeleri ile bağlantıları sağlanacaktır.

Yeni yapılacak 31 liman ile uluslararası denizyolu yük taşımacılığında ilerleme kaydedilmesi planlanırken ulusal yük taşımacılığında emisyon azaltım kapasitesi yaratabilecek güzergâhlar belirlenecektir.

Özellikle kentsel raylı sistemlere yapılacak yatırımlarla banliyö taşımacılığı ve kent içi raylı sistemler (metro, hafif raylı sistem ve tramvay) başta olmak üzere toplu taşıma sistemlerinin entegre edilmesi sağlanacak ve bu sayede otomobil ile rekabet edebilecek kesintisiz bir toplu taşıma sisteminin oluşturulacaktır. Benzer şekilde kıyı kentlerde denizyolu taşımacılığının payının artırılması için kentsel toplu taşıma sistemleri ve şehirlerarası yolcu taşımacılığıyla entegrasyonu desteklenecektir.

Strateji 2. Ulaştırma Sektöründe Verimliliğin Artırılması

Karayolu ulaştırmasında verimliliği sağlamak için araç başına düşen yük veya yolcu oranının artırılması için yol haritaları hazırlanacaktır. Etkin toplu taşıma sistemlerinin önceliklendirilmesine devam edilecektir. Kentler sürdürülebilir ulaşım semtlerine bölünerek bu semtler arasında toplu taşıma bağlantılarının güçlendirilmesi teşvik edilecektir. Bu planlama sürecinde özel araç sahipliği ve kullanımını azaltabilmek için araç paylaşım sistemlerinin kurulması desteklenecektir. Karayolu taşımacılığında eko sürüş ve rotalama desteğiyle verimlilik artışı sağlanacak fiziksel ve teknolojik AUS altyapısı kurulacaktır. Demiryolu yolcu taşımacılığında pilot olarak başlatılan enerji verimli sürüş uygulamalarının tüm Türkiye'deki güzergahlara yaygınlaştırılması için çalışmalar yapılacaktır.

Motorlu araçların yanı sıra sürdürülebilir modların (toplu taşıma, yürüme, bisiklet gibi) desteklenebilmesi için uzun vadeye yayılan kentsel “tekrar planlama” stratejisi geliştirilecektir. Bu kapsamda günlük hareketlilik ihtiyacına mikromobilité ile cevap veren “sürdürülebilir ulaşım semtleri/bölgeleri” ve düşük/sıfır emisyonlu hareketlilik planları geliştirilecektir.

Ayrıca 2030 sonrasında havayolu ulaşımında mevcut teknolojilerin daha verimli hale getirilmesi sağlanacaktır. Bu bağlamda hava taşıt filolarının gençleştirilmesine yönelik uygulamalar geliştirilecektir. Benzer şekilde deniz ve kara taşıtlarında da eski teknoloji araçların kullanımdan çekilmesi sağlanacaktır.

Strateji 3. Ulaştırma Sektöründe Sürdürülebilir/Temiz Enerji Kaynaklarının Kullanımı

Elektrikli araçlara geçiş teşvik edilecektir; özellikle elektrikli otomobiller için gerekli şarj altyapısı sektördeki büyüme oranında artırılacaktır. Halihazırda trafiğe kayıtlı hibrit (317 bin) ve elektrikli (137 bin) otomobil sayılarının 2035 yılı itibarıyla düşük senaryoya göre 1,8 milyona ve yüksek senaryoya göre 4,2 milyona

ulaşması ve buna destek olması için kamuya açık toplam düşük senaryoya göre 147 bin ve yüksek senaryoya göre 348 bini bulan şarj soketi (yüzde 35'i DC olmak üzere) kurulması öngörülmektedir [42].

Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı tarafından ulaşım altyapı ve tesislerinde elektrikli araç şarj talebinin belirlenmesi kapsamında; şehirlerarası yolculuklarda elektrikli araç şarj talep ve arzı ile şarj istasyonlarının mekansal analizleri yapılmıştır [43]. Çalışma sonucunda 2029, 2035 ve 2053 yıllarını dikkate alan, başta bakanlık hizmet alanları olan otoyollar, demiryolu istasyonları, limanlar olmak üzere ülkemiz karayolu ağında ihtiyaç duyulacak şarj istasyonları soket sayısı hesaplanmıştır. Buna göre, şehirlerarası karayolu ağında 2023 yılında 3.378 olan toplam ihtiyaç duyulan şarj soketi sayısının 2029 yılında 5.624, 2035 yılında 14.250 ve 2053 yılında 39.944 olması beklenmektedir. Bunun yanında, Türkiye'nin, jeopolitik konumu açısından uluslararası taşımacılığın merkezindeki güzergahlardan biri olması nedeniyle, ağır ticari elektrikli araçlar için şarj altyapısı kurulum desteği çalışması gerçekleştirilmekte olup, bu konuda 2025 yılından itibaren destek programının hayata geçirilmesi öngörülmektedir. Türkiye'de mevcut şarj altyapısı halihazırda 137 milyon dolar yatırım seviyesine ulaşırken şarj altyapısının belirlenen hedefler doğrultusunda geliştirilmesinin 2030 yılına kadar yaklaşık 1 milyar dolar ve 2035 yılına kadar ise yaklaşık 2 milyar dolar seviyesine ulaşması öngörülmektedir².

Elektrikli araçlar alanında "1'den fazla elektrikli binek araç ve hafif ticari araç üreticisi çıkarmak" hedefi sonrasında 2030 yılı itibarıyla "elektrikli araç yerlilik oranında en az yüzde 75'e ulaşması" beklenmektedir[44]. Yüksek gelişim senaryosu tahminleriyle 2035 yılı itibarıyla elektrikli araç sayısının 4,2 milyon seviyesine ulaşabileceği tahmin edilmektedir[42]. Milli elektrikli otomobil markası ve şarj altyapısının geliştirilmesi, paylaşımlı araçların elektrifikasyonu ile emisyon azaltımına katkı sunma potansiyeline sahiptir. Diğer taraftan, 2053 yılına kadar demiryolu hatlarında elektrifikasyonun tamamlanması, bu süreçte mevcut altyapıda hibrit demiryolu araçlarının kullanımının artırılması, denizyolu taşıt ve sistemleri ile havayolu ulaştırmasındaki yer hizmetlerindeki elektrifikasyona da destek verilmesi hedeflenmektedir. Demiryollarında kullanılan çeken araç filosu, elektrifikasyon yatırımlarıyla paralel olarak yerli ve milli imkanlarla üretilen elektrikli tren setleri ve elektrikli lokomotiflerle güçlendirilecektir.

Ulaştırma sektöründe elektrifikasyon her ne kadar emisyon azaltımı konusunda en öne çıkan uygulama olsa da bunun için kritik nokta ulaştırmada kullanılan elektriğin yenilenebilir enerji kaynaklarından elde edilmesinin sağlanmasıdır. Bu kapsamda, ulaştırma sektöründeki elektrifikasyon sürecinin yenilenebilir enerjiye geçiş süreciyle desteklenmesi gerekmektedir. Dolayısıyla elektrik sektöründe dekarbonizasyonun sağlanması, ulaştırma sektöründe dekarbonizasyon için temel teşkil etmektedir. Bu kapsamda, elektrik sektöründe yenilenebilir enerjiye geçiş azmi aynı zamanda, ulaştırma sektöründeki elektrifikasyon sürecinden kaynaklı elektrik tüketiminde yaşanmakta olan artışı ve bunun yenilenebilir enerji kaynaklarından karşılanmasını da kapsamaktadır.[20]

Karayolu taşımacılığında kullanılan büyük ve ağır taşıtlar (otobüs, kamyon, vb.) için geliştirilmekte olan hidrojen tabanlı yakıt/motor teknolojileri alanında yapılacak araştırma ve yatırımlar artırılacaktır. Havayolu taşımacılığında ICAO LTAG 2050 ve CAAF/3 Küresel Çerçeve kararları doğrultusunda ve CORSIA kapsamında tanımlanan "sürdürülebilir havacılık yakıtı (SAF)" ve sentetik yakıtların kullanımı sağlanacaktır. Bu yakıtların ülkemizde üretilmesi ve teşviki için çalışmalar yapılmakta olup jet yakıtından kaynaklı cari açığın da önemli ölçüde kapatılması öngörülmektedir.

Strateji 4. Ulaştırma Sektöründe Dijital Altyapı Faaliyetlerinin Gerçekleştirilmesi

Oluşturulacak ulaştırma emisyon veri tabanı ile ulaşım sistemlerinin (kara, deniz, hava ve demiryolu) hem yolcu ve yük taşımacılığı hem de uzun-kısa mesafe seviyesinde gerçekleştirilen ulaşım hizmetleri için ulaşım türüne bağlı talep ve emisyon verileri takip edilebilecektir. Bu alanda Avrupa Yeşil Mutabakatı (AYM) kapsamında gündeme getirilen gönüllü emisyon raporlama ve karşılaştırmalarında kullanılacak metodoloji ve standartlardaki gelişmeler takip edilecek ve ulusal emisyon verileri konusunda uyum sağlanacaktır. Bunun

² Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı tarafından sağlanan verilere dayanmaktadır.

yanı sıra, toplam ulaşım emisyonları içinde yer alan “Tarım/Ormancılık/Balıkçılık (Yol dışı Araçlar ve Diğer Makinalar)” kapsamının takibi için talep ve hareketlilik belirleme çalışmaları başlatılacaktır.

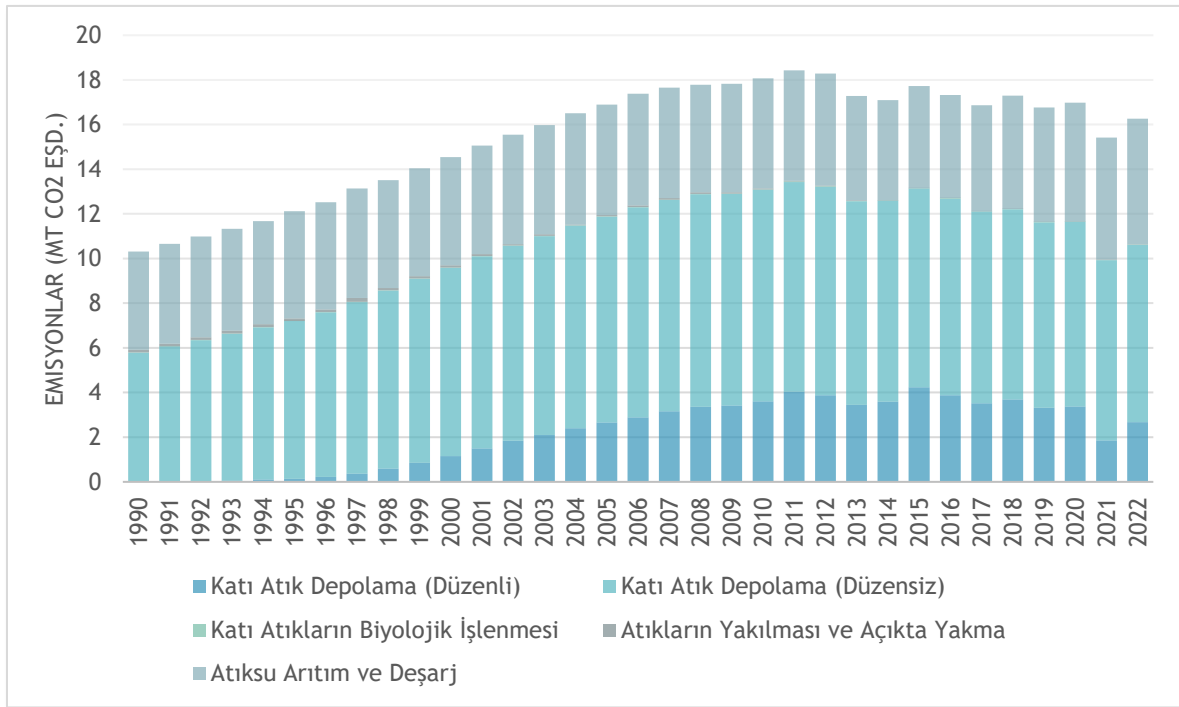
2030 yılı sonrasındaki stratejilerin uygulanabilmesi için liman işletmelerinin ve lojistik firmaların kurumsallaşması teşvik edilecektir. Ayrıca, yük taşımacılığı talebinin yönetilmesi için elektronik navlun sisteminin kurulması, bu kapsamda yapılan taşıt-km ve yük değerlerinin takip edilmesine imkân sağlayacaktır.

Elektrifikasyonun önemli olacağı ulaştırma sektöründe, ulusal akıllı elektrikli araç entegre şarj ve parklanma yönetimi ara yüzü geliştirilmesi, bataryaların piyasaya arz ve geri dönüşüm mevzuatının hazırlanması ve elektrikli araç batarya geri dönüşümü için araştırma desteği verilmesi, yolcu ve yük taşımacılığında kişi/ürün bazlı ulaşım kaynaklı karbon ayak izi hesaplama desteği sağlanması faaliyetleri hayata geçirilecektir.

4.2.5. Atık Sektörü

Atık sektörü emisyonu 2022 yılı Türkiye Sera Gazı İstatistiklerinde 16,3 Mton CO₂eşd. olarak hesaplanmıştır [8]. Bu toplam sera gazı emisyonlarının yüzde 2,9’una karşılık gelmektedir. Atık sektörü, düşük emisyon üreten bir sektör olarak görülse de aslında maddesel geri kazanımın artmasıyla başta endüstriyel proseslerden kaynaklı emisyonların azaltılmasına dolaylı olarak katkı sunarak kendi içinde emisyon azaltıcı bir konumda bulunmaktadır.

Türkiye emisyon envanterine göre, 2022 yılında atıkların düzenli ve düzensiz depolama sahalarında bertarafı tüm atık sektörü emisyonlarının yüzde 65,2’sine (yüzde 16,4 düzenli, yüzde 48,8 düzensiz depolama) neden olmaktadır. İkinci büyük emisyon kaynağı ise atık emisyonlarının yüzde 34,6’sına neden olan atık su arıtma ve deşarjıdır. Diğer başlıklar altında oluşan emisyonlar göz ardı edilebilecek miktarlardadır. Yıllara göre atık sektörü sera gazı emisyonları Şekil 13’te gösterilmiştir.



Şekil 13 - Yıllara göre Atık Sektörü Sera Gazı Emisyonları

Türkiye emisyon envanterine göre, 2022 yılında biyobozunur atıkların ayrışmasından kaynaklanan metan (CH₄), atık sektörünün sera gazı emisyonlarının en büyük kaynağıdır. Atık sektöründen kaynaklanan

emisyonların yüzde 86,2'i metandır. Diğer kayda değer sera gazı ise atıksu arıtma tesislerinden kaynaklanan ve toplam atık sektörü emisyonlarının yüzde 13,7'sini oluşturan nitröz oksitler (N₂O).³

2022 yılına ait TÜİK verisine göre belediyeler tarafından toplanan atık miktarı 30,3 milyon ton⁴ [45] seviyesine ulaşmıştır⁵. Bu miktar kişi başı günlük 1,03 kg atığa karşılık gelmektedir ve aynı yıl için 1,38 kilogram/gün*kişi[46] olan AB-27 ortalamasının altında, dünya ortalaması olan 0,74 kilogram/gün*kişi[47]seviyesinin ise üstünde kalmaktadır.

Atık yönetiminde düzenli depolamaya geçiş son yıllarda hızlanmış ve hemen hemen tüm illerde düzenli depolama sahaları hizmete alınmıştır. Atıkların değerlendirilmesi konusunda önemli ilerlemeler kaydedilmiş; maddesel geri dönüşüm sektörü hızla gelişerek ekonomiye katkı sağlamıştır. Biyometanizasyon ve kompost tesisleri kurulmuş ve biyobozunur atıklar, depolanmadan enerji üretiminde ve tarımda ürün olarak kullanılabilir şekilde değerlendirilmeye başlanmıştır. Türkiye'de yenilenebilir enerji kaynaklarından elektrik üretimi YEKDEM[48]kapsamında desteklenmekte olup, depo gazı ve biyometanizasyon tesisleri tarife⁶ garantilerinden faydalanmaktadır. 2023 yılı YEKDEM verilerine göre, 60 ildeki 99 enerji üretim tesisinin (biyometanizasyon + depo gazı) yıllık üretim kapasitesi 5.293.425 MWs olup, toplam 501 MW kurulu güce ulaşılmış ve bu tesisler sera gazı azaltımı ile yenilenebilir enerji üretimine katkı sağlamıştır.

Türkiye'de 2017 yılında başlatılan "Sıfır Atık Projesi" küresel bir harekete dönüşmüştür. BM Genel Kurulu, 2022 yılında "sıfır atık" kararını kabul ederek 30 Mart'ı Uluslararası Sıfır Atık Günü ilan etmiştir. Türkiye'de ilgili projenin olumlu yansıması olarak belediye atıkları geri kazanım oranı ivme kazanarak 2024 yılı sonu itibarıyla yüzde 34,92'ye yükselmiştir [49]. Böylece 193 bin binada sıfır atık sistemleri kurularak 59,9 milyon ton atık geri dönüştürülmüştür. Ayrıca, Millî Eğitim Bakanlığı, 2018 yılından itibaren resmî ve özel okul/kurumlarda "Sıfır Atık Yönetim Sistemi" ni uygulamaktadır. Bu kapsamda 32.000 okul ve kurum "Entegre Çevre Bilgi Sistemine" kayıt yaptırmış, 43.921 kurumda Atık Yönetim Sistemi tamamlanmıştır. 37.300 okul "Temel Seviye Sıfır Atık Belgesi" almış, 9,5 milyon öğrenciye "Sıfır Atık" eğitimi verilmiştir. Öğretmen Bilişim Ağı (ÖBA) üzerinden 157.301 öğretmen "Sıfır Atık" eğitimi, 161.691 öğretmen ise "İklim Değişikliği ve Çevre Eğitimi" semineri almıştır. Ayrıca, 81 ilde 1.544 okulda "Geri Dönüşüm Kütüphanesi" oluşturulmuş, atık malzemelerin yeniden kullanımı ve farkındalık çalışmaları sürdürülmektedir. Her eğitim yılında dağıtılan ders kitaplarının geri dönüşüm süreçleri de devam etmektedir.⁷

Ulusal Atık Yönetim Stratejisi ve Planı (2024-2035) kapsamında yapılan çalışmalara göre, 2023 yılında toplanan belediye atığının, yüzde 53,38'i düzenli depolama, yüzde 11,7'si düzensiz depolama sahalarında bertaraf edilirken yüzde 34,92'si atık işleme tesislerinde (biyometanizasyon, kompost, yakma, GDT) geri kazanılmıştır. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı çalışma sonuçlarına göre, geri kazanım oranı 2023 yılında yüzde 34,92 seviyesine ulaşmıştır. Türkiye'nin güncellenmiş Birinci Ulusal Katkı Beyanı'nda, 2035 yılına kadar belediye atıkları geri kazanım oranının yüzde 60'a çıkması, sera gazı azaltım politikaları arasında yer almaktadır. 2035 yılına kadar atıkların %30'unun düzenli depolamada bertaraf edilmesi, düzensiz döküm sahalarının kaldırılması, toplam geri kazanım oranının ise %70'e çıkarılması hedeflenmektedir.

Çevre, Şehircilik, İklim Değişikliği Bakanlığı verisine göre, 2024 yılı itibarıyla kentsel atık su arıtma tesisi sayısı 1.231'e ulaşmıştır. Bu tesislerin 344'ü ileri biyolojik arıtma, 830'u biyolojik arıtma, 3'ü kimyasal

³ Metan (CH₄) ve Nitröz Oksit (N₂O), karbondioksit (CO₂)'den çok daha yüksek oranda kısa vadeli küresel ısınma potansiyeline (GWP) sahiplerdir.

⁴ Belediye katı atık istatistikleri iki sene bir yayımlanmaktadır.

⁵ Türkiye'de belediyeler, toplamaktan sorumlu oldukları atıklara ait verileri TÜİK'e bildirmektedirler. Burada bahsedilen atıklar genel anlamda konutlardan kaynaklanmaktadır. Hesaplamalara ticarethaneler, ofisler, kamu kuruluşları ve okullar gibi noktalardan kaynaklanan benzer nitelikteki atıklar da dahil edilmektedir.

⁶ İlgili teşvik mekanizması depolamaya gönderilen atıkların azaltılıp işleme tesislerinde verimli şekilde geri kazanılmaları amacıyla revize edilmiştir.

⁷ Bu veriler Milli Eğitim Bakanlığı tarafından sağlanmıştır.

arıtma ve 54'ü de ön arıtma sonrası derin deniz deşarjıdır. Bu tesisler ile belediye nüfusunun yüzde 90,7'sine atıksu arıtma hizmeti verilmektedir.

4.2.5.1. 2053 Net Sıfır Emisyon Hedefi Kapsamında Atık Sektörü Stratejileri

Atık sektöründeki 2053 net sıfır emisyon hedefine katkıda bulunacak 8 farklı strateji geliştirilmiştir. Bu stratejiler, döngüsel ekonomi modelini benimseyerek atıkların geri kazanımını, yeniden kullanımını ve geri dönüşüm oranlarını artırmayı amaçlamaktadır. Ayrıca, atıkların kaynağında ayrıştırılması, biyobozunur atıkların işlenmesi ve metan emisyonlarını önleyecek teknolojilerin uygulanması gibi adımlar, çevresel sürdürülebilirliği desteklemekte büyük önem taşımaktadır. Bu stratejilerle birlikte, kamu ve özel sektör işbirliğinin güçlendirilmesi ve finansal mekanizmaların oluşturulması sağlanarak, Türkiye'nin net sıfır emisyon hedefi doğrultusunda önemli ilerlemeler kaydedilecektir.

Strateji 1. Atıkların ve Atık Suyun Oluşmadan Önlenmesi ve Azaltılması

Türkiye'de atık sektöründeki sera gazı emisyonlarının en büyük kısmı, düzenli ve düzensiz depolama alanlarından salınan kontrolsüz metan emisyonlarından kaynaklanmakta olup, bu sahalardaki metan gazı oluşumuna neden olan organik kaynaklı biyobozunur atık miktarının azalması doğrudan metan emisyonlarını da azaltacaktır. On İkinci Kalkınma Planı ve Yeşil Mutabakat Eylem Planında gıda kayıp ve israfına yönelik bilinçlendirme çalışmaları yapılması konusunun altı çizilmiştir.

Ayrıca, atıkların döngüsel ekonomi prensipleri çerçevesinde yeniden kullanımı da bir atık azaltma ve önleme stratejisidir. Yeniden kullanımı destekleyen tamir/onarım, yenileme, yeniden imalat gibi eylemlerin yaygınlaştırılmasıyla sera gazı emisyonlarının doğrudan azaltılmasına katkıda bulunulacaktır.

Endüstriyel ve kentsel suyun verimli kullanılması, kaçakların önlenmesi ve kişi başı su tüketiminin azaltılması amaçlanmaktadır. Bu amaç doğrultusunda, oluşan atık suyun ve atık su kaynaklı sera gazı emisyonlarının azaltılması sağlanacaktır.

Strateji 2. Atıkların Yüksek Kaliteli Geri Dönüşümü ve Geri Kazanım Oranlarının Artırılması

Türkiye'de atıkların kaynağında ikili toplama ve depozito iade sistemleriyle toplanması ve bu uygulamaların yaygınlaştırılması planlanmaktadır. Atıkların kaynağında ayrılması, ilgili yönetmeliklerle düzenlenmiştir. Ulusal depozito yönetim sistemi kapsamında Türkiye Çevre Ajansı kurulmuş olup, sistem başlangıçta plastik, cam ve alüminyum içecek ambalajlarını kapsayacak, zamanla diğer ürünleri de içerecektir. Bu sistemin yaygınlaşmasıyla temiz ikincil hammaddeye erişim kolaylaşacak ve sera gazı emisyonları azalacaktır. Depozito yönetim sistemi sayesinde yıllık yaklaşık 1,3 milyon ton cam, plastik ve alüminyum ambalajın kaynağında ayrı toplanarak doğrudan geri kazanıma gönderilmesi sağlanacaktır. İçecek ambalajlarına yönelik depozito sistemi uygulaması ile geri kazanım geliri yıllık 120 Milyon Avro, hammadde tasarrufu 250 Milyon Avro, ithalattan kaynaklı kazanç 50 milyon Avro ve depolama sahalarına gidecek atığın önlenmesiyle elde edilecek kazanç 525 Milyon Avro olacaktır.

2035 yılı için belediye atıkları geri kazanım oranının yüzde 60'a ulaşması hedeflenmektedir. Bu doğrultuda, maddesel geri dönüşümle birlikte biyobozunur atıkların kaynağında ayrı toplanması teşvik edilecek, biyolojik işleme tesislerinin kapasitesi artırılarak kompost üretimi desteklenecektir. Metan emisyonlarının azaltımı amaçlanırken, yenilenebilir enerji destek mekanizmaları atık azaltma ve geri kazanımı teşvik edecek şekilde revize edilecektir. Ayrıca, batarya ve güneş paneli atıklarının geri dönüşümü de atık yönetimi stratejilerinin bir parçası olarak ele alınacak; bu süreçle hem karbon ayak izi azaltılacak hem de stratejik hammaddelerin, özellikle kobalt, lityum, nikel ve silikon gibi kritik minerallerin geri kazanımı sağlanarak döngüsel ekonomi hedeflerine katkıda bulunulacaktır.

Strateji 3. Düzenli Depolama Tesislerine Ön İşleme Tabi Tutulmadan Gönderilen Atık Oranının Azaltılması

Türkiye, sera gazı emisyonu ve kaynak israfını azaltmak amacıyla atık depolamadan uzaklaşarak kaynak geri kazanım stratejisini benimsemiştir. Güncellenen Ulusal Katkı Beyanına göre, 2053 yılı itibarıyla ön işlem görmeyen belediye atıklarının düzenli depolanması sonlandırılacaktır. Bu hedefe yönelik olarak depolama

vergisi gibi araçlar değerlendirilecek ve geçiş sürecinde mevcut ve yeni tesislerde depo gazı toplama ve yönetim sistemleri kullanılmaya devam edilecektir.

Strateji 4. Atıksu Yönetiminin Arıtma Altyapısının Yenilikçi Teknolojileri Kapsayarak İyileştirilmesi

2024 yılı itibarıyla belediye nüfusunun yüzde 90,7'sine atık su arıtma hizmeti verilmektedir. Bu oranın 2028 yılına kadar yüzde 100'e çıkması hedeflenmektedir. Atık su arıtımında kullanılan prosesler içinde ileri biyolojik arıtma prosesinin oranı son yıllarda artış göstermektedir. Atık suda azot giderimi sağlayan yenilikçi teknolojilerin kullanılmasıyla sera gazı emisyonları azaltılacaktır. Güncellenmiş Ulusal Katkı Beyanında belirtilen azaltım politikalarından biri de atık su arıtma tesislerinin biyorafinerilere dönüştürülmesidir. Ayrıca, atık su arıtma tesislerindeki mevcut anaerobik çürütücülerin verimliliğinin ve kapasitesinin artırılması ya da yeni tesisler kurulması planlanmaktadır. Ayrıca arıtılmış atık suların yeniden kullanımının geliştirilmesi ve yaygınlaştırılmasına yönelik eylemlerin hayata geçirilmesi, buna yönelik teşvik mekanizmalarının oluşturulmasına ilişkin çalışmalar yapılması ve atık su yeniden kullanım oranının 2030 yılına kadar yüzde 15'e, 2053 yılında ise bu hedefin %20'ye çıkması öngörülmektedir.

Strateji 5. Döngüsel Ekonomiye Geçiş ve Etkin Atık Yönetimi İçin İnsan Kaynağının Geliştirilmesi ve Toplumsal Dönüşümün Sağlanması

Döngüsel ekonomiye geçişte sürdürülebilir atık yönetimi için paydaş eğitimi ve toplumsal dönüşüm önemlidir. Bu amaçla, örgün eğitime iklim değişikliği, sıfır atık, döngüsel ekonomi ve yeşil beceriler gibi konular seçmeli ders olarak eklenecek; kamu ve özel sektöre güncel mevzuat ve iyi uygulamalar hakkında eğitim verilecektir. Toplumun farklı kesimlerine yazılı, görsel, işitsel ve sosyal medya vasıtasıyla ulaşılabilecek, farkındalık yaygınlaştırılacak ve toplumsal davranışlar değiştirilerek döngüsel ekonomiye yönelik beceriler geliştirilecektir.

Ayrıca, atık sektörü çalışma koşullarının iyileştirilmesi, beceri ve nitelikli işgücü ihtiyacının karşılanmasına yönelik çalışmalar yapılacak ve ihtiyaç duyulan alanlarda mesleki yeterlilik belgesi zorunlu hale getirilecektir. Atık sektöründe kadınların ve erkeklerin yarattığı değeri ayrı ayrı ortaya çıkartmak, atık toplama, süpürme ve atık ayırma gibi işlerdeki rolleri ve etkileşimi tespit etmek ve kayıtlı bir ekonomik faaliyet alanı haline gelmesi ve sektörde adil geçişi sağlamak için önlemler alınacaktır.

Strateji 6. Döngüsel Ekonomiye Geçiş ve Atık Yönetiminin İyileştirilmesi İçin Teşvik ve Finansman Mekanizmalarının Geliştirilmesi

Atık sektörünün iklim değişikliği azaltım hedefleri ve döngüsel ekonomi ilkeleri doğrultusunda gelişmesi için teşvik ve avantajlı finansman mekanizmalarının geliştirilmesi ve yaygınlaştırılması önem arz etmektedir. Bu kapsamda, Yeşil Kamu Satın Alımları (YSA) ilkelerinin döngüsel ekonomi gereklilikleri çerçevesinde düzenlenmesine yönelik çalışmalar yapılacaktır.

Strateji 7. Atıkların Hammaddes/Kaynak Olarak Üretimde Kullanımının Artırılması

Döngüsel ekonomiye geçiş sürecinin gereklilikleri doğrultusunda geri dönüşümle elde edilen ürünlerin zorunlu kullanım oranlarının belirlenmesi çalışmaları, atık sektörü paydaşları ile koordineli olarak ilgili kurumlarca (bakanlıklar, TBB ve belediyeler, ilgili sektör vb.) gerçekleştirilecektir.

Türkiye için hazırlanan Ulusal Döngüsel Ekonomi Stratejisi ve Eylem Planı, ürünlerin tüm yaşam döngüsü boyunca tasarımı, üretimi, tüketimi, atık yönetimi ve ikincil hammaddelerin kullanımı gibi aşamaları kapsayacaktır. Plan, plastikler, tekstil, kritik hammaddeler, inşaat, biyokütle gibi özel alanlara odaklanacak ve bu alanlarda yenilikçilik, yatırımlar ve izleme gibi yatay faaliyetleri içerecektir. Özellikle doğal kaynak ve fosil yakıt kullanımı yüksek olan plastikler ve tekstil gibi ürünlerin tüketiminin azaltılması veya tam döngüsellik kazanmaları için önlemler alınacaktır. Plan, 2053 yılına doğru yönlendirici bir rol üstlenecek ve ekonomide uzun süreli kalıcılığı hedefleyecektir.

Hammaddenin temininden bertarafına kadar geçen süreçte çevresel etkileri azaltılmış ürünleri/hizmetleri teşvik etmek ve tüketicilere doğru, yanıltıcı olmayan, bilimsel temelli bilgi sağlamak için oluşturulmuş gönüllü bir ödüllendirme sistemi olan çevre etiketinin farklı ürün ve hizmetler için belirlenmesi ve uygulamasının yaygınlaştırılması amaçlanmaktadır. Ürünlerin içeriğindeki geri dönüştürülmüş malzeme

oranından, üretimde ve tedarıkte kullanılan enerji miktarı ve karbon ayak izi hesaplarına kadar detay bilgilere ulaşılacak çevresel etiketler, tüketicilerin tercihlerinde önde gelen bir kılavuz olacaktır.

2053 yılına giden yolda endüstriyel simbiyoz olanaklarının belirlenmesi ve yaygınlaştırılması planlanmaktadır.

Sanayi kaynaklı su kirliliğinin önlenmesi ve su tüketiminin azaltılmasına yönelik olarak sürdürülebilir üretim ve tüketim ilkeleri doğrultusunda temiz üretim ilkelerinin uygulanması yaygınlaştırılacaktır. Temiz üretim uygulamaları ile endüstriyel tesisler mevcut en iyi tekniklerin kullanılmasına yönlendirilecek ve böylece su tüketiminin azaltılmasının yanı sıra su ve hava kirliliğinin önlenmesi, enerjinin verimli kullanılması ve atığın minimizasyonu sağlanacaktır.

Strateji 8. Atık Yönetiminde Kullanılan Taşıtlardan Kaynaklanan Sera Gazı Emisyonlarının Azaltılması

Atıkların kaynağında ayrı toplanması ve atık işleme tesislerine transfer edilmesi gerekmektedir. Bu operasyonda önemli miktarda sera gazı emisyonuna neden olan taşıtlar kullanılmaktadır. Rota optimizasyonu, sensör teknolojileri, ters lojistik gibi uygulamaların; elektrikli araç ve alternatif yakıt kullanımının yaygınlaştırılmasıyla bu emisyonların azaltılması hedeflenmektedir.

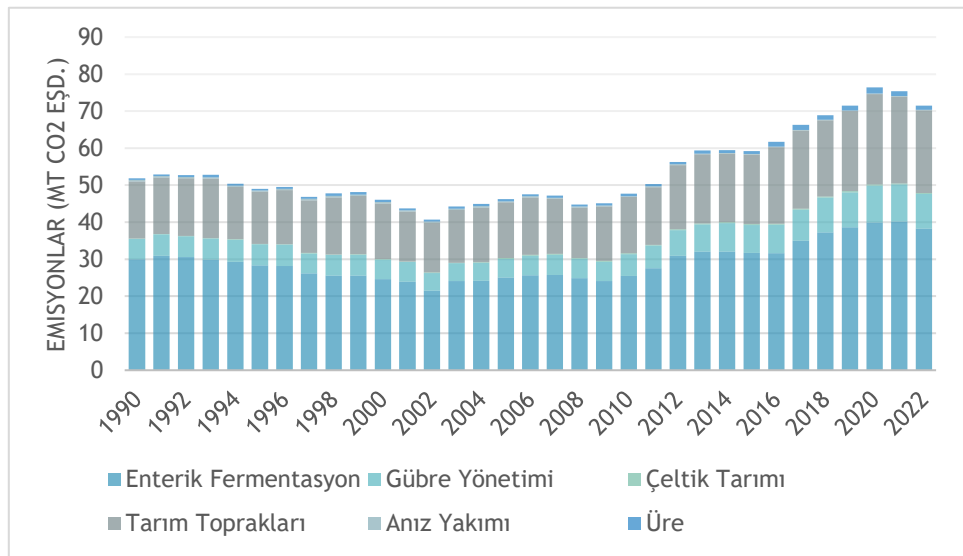
4.2.6. Tarım Sektörü

Türkiye’de tarım sektörü, GSYİH’nın yüzde 6’sını[50], ihracatın yüzde 4’ünü[51], istihdamın yüzde 15’ini[52], kadın istihdamının yüzde 19’unu oluşturan, sağladığı hammaddelerle gıda sanayi başta olmak üzere Türkiye sanayisinin gelişimine ve sürdürülebilirliğine katkı sağlayan önemli bir sektördür. Tarım sektörü, tarımsal iş gücünün yüzde 41’ini oluşturan kadınların temel ekonomik faaliyet alanı ve kırsal kalkınmanın da ana sektörüdür[53].

Türkiye’de tarımsal üretim büyük oranda geleneksel yöntemlerle yapılmaktadır. Toplam işlenen tarım alanının yüzde 1,5’inde organik tarım, yüzde 2,8’inde İyi Tarım Uygulamaları (İTU) yapılmaktadır.

Türkiye’de kimyasal gübre kullanımında azotlu gübreler en büyük payı alırken bunu sırasıyla fosforlu ve potaslı gübreler izlemektedir.

Türkiye’de hayvan sayısı ve hayvansal üretim, nüfus ve gelir artışına paralel olarak yıllar itibarıyla artmıştır. Tarım sektöründen kaynaklanan emisyonlar 1990 yılında 51,8 Mton CO₂-eşd. iken 2022 yılında yüzde 36 oranında artış ile 71,5 Mton CO₂-eşd.’ne ulaşmıştır (Şekil 14) [8]. Diğer sektörler ile kıyaslandığında 1990-2022 döneminde emisyon artış hızı en düşük olan sektör tarım sektörüdür. Türkiye’de metan emisyonlarının yüzde 60’ı tarım sektörü kaynaklı olup 2022 yılında 1,56 Mtona ulaşmıştır[54].



Şekil 14 - Türkiye’de Tarım Sektörü Sera Gazı Emisyonları

Tarım sektörü emisyonlarının büyük bölümünü enterik fermantasyon oluşturmaktadır. Toplam tarım emisyonları içerisinde enterik fermantasyonun payı yüzde 53,5'tir. Bunu yüzde 31,2 ile tarım arazilerinin işlenmesi sırasında oluşan emisyonlar ve yüzde 13,1 ile gübre yönetimi izlemektedir. Kimyasal gübre kullanımı, anız yakımı ve çeltik tarımının payı toplamda yaklaşık yüzde 1,6'dır.

4.2.6.1 2053 Net Sıfır Emisyon Hedefi Kapsamında Tarım Sektörü Stratejileri

TÜİK tarafından gerçekleştirilen 2023-2100 Nüfus Projeksiyonları çalışmasındaki senaryoya göre, Türkiye'nin 2053 yılında yaklaşık 94 milyona ulaşacak nüfusuna ve 50 bin doları[55] aşacak kişi başı gelirine paralel olarak başta gıda olmak üzere tarım ürünlerine talebi artacaktır. Bunun yanında küresel gıda talebi ve ihracatı da artacaktır. Türkiye'nin tarım kaynaklı sera gazı emisyonunun azaltılmasının ana odağında, üretimde sürdürülebilirliği sağlamak, artan talebi karşılamak ve rekabet üstünlüğünü korumak yer almaktadır. Tarım sektöründe, 2053 net sıfır emisyon hedefine yönelik dört ana strateji belirlenmiştir.

Strateji 1. Toprak ve Su Yönetiminin İyileştirilmesi

Türkiye'nin 24 milyon ha işlenen tarım arazisinin 2053 yılına kadar korunması, tarım dışına çıkışının, parçalanmasının, tahribatının ve amaç dışı kullanımın engellenmesi sağlanacaktır. Parçalı tüm arazilerin toplulaştırılması 2053 yılına kadar tamamlanacaktır. Tarım arazilerinin yanı sıra mera, çayır, otlak, çalılık alanlarının korunması, ıslahı, yönetimi ve izlenmesine yönelik faaliyetler de yürütülecektir.

Organik maddenin artırılması yoluyla toprak sağlığı iyileştirilecek, toprağın su ve karbon tutma kapasitesi güçlendirilecektir.

Türkiye'nin 2013-2023 dönemi yıllık yağış ortalaması 591,5 mm'dir[56]. Yıllık su tüketimi toplam 57 milyar metreküptür. Bu miktarın 44 milyar (yüzde 77) metreküpü sulama amacıyla kullanılmaktadır. Bu nedenle tarımsal sulamada suyu etkin kullanmak önem arz etmektedir. Mera ıslahlarında bitki örtüsünü güçlendirmek amacıyla yağışlardan maksimum fayda sağlayacak yöntemler geliştirilecek, meralarda yağmur hasadı yöntemleri yaygınlaştırılacaktır[56].

Sulama randımanı oranının 2050 yılına kadar yüzde 65'e yükseltilmesi sağlanacaktır[56]. Su şebeke iletim ve dağıtım hatlarında açık sistemlerin tamamı kapalı sistemlere dönüştürülerek modernize edilecek, ekonomik ömrünü tamamlayan kapalı sistemlerin rehabilitasyonu gerçekleştirilecek, otomasyon yaygınlaştırılacak, su kullanım verimliliği ölçüm ve izleme sistemleri kurulacak, sulama yatırımları, arazi toplulaştırması ve tarla içi geliştirme çalışmaları ile birlikte tamamlanacaktır.

Bitkisel üretimde, iklim, toprak, su, topografya, arazi sınıflandırması verileri kullanılarak bölgesel bazlı nerede, ne kadar ürün üretileceğine dair hazırlanan ürün uygunluk haritalarına göre üretim sürdürülecektir.

Hayvansal üretimde de iklim, arazi yapısı, işletme büyüklüğü, mevcut hayvan varlığı, kaba yem ihtiyacının karşılanma oranı, mera varlığı dikkate alınarak hazırlanmış üretim planları ile Hayvancılık Yol Haritasında öngörülen doğal kaynakların korunduğu planlı, sürdürülebilir üretim gerçekleştirilecektir.

Planlı üretim kapsamında toprak ve su kaynaklarının durumuna ve iklim değişikliği projeksiyonlarına göre ürün deseni belirlenmesi yapılacak, arazi kullanım planlarının hazırlanmasına yönelik çalışmalar tamamlanacaktır. Tarımsal destekler, tarım havzaları bazında yapılacak üretimin planlanması hedeflerine göre revize edilecektir. Sulama şebekelerinde toprak nemi, sıcaklık, gibi parametreleri dikkate alan ölçüm cihazları, otomasyon, uzaktan algılama, dijitalleşme gibi araçların kullanımı yaygınlaştırılacaktır. Sulamanın bitki su tüketimi ihtiyacına göre yapılması sağlanacaktır.

Tarımsal sulamada, sulamadan dönen suların, arıtılmış atık suların ve küçük ölçekli alanlarda yağmur suyu hasadıyla elde edilen suların kullanımına yönelik arazi uygulamaları yaygınlaştırılacaktır.

Pompaj yapılarak sulanan alanlarda sulama suyu terfisi için tüketilen elektriğin yenilenebilir enerji kaynaklarından karşılanarak, sulama tesislerini işleten, bakım ve onarımını yapan sulama birlikleri ve çiftçilere yük olan enerji giderlerinin azaltılması veya tamamının karşılanarak, çiftçinin net gelirinin yükseltilmesi, sulama tesislerinde teknik, ekonomik ve sosyal sürdürülebilirliğin sağlanması ülkemiz hedefleri arasında yer almaktadır. Terfili sulamaların enerji ihtiyaçlarının karşılanması amacıyla sulama sahalarında yenilenebilir enerji üretim tesisleri kurularak çiftçilerimizin hizmetine sunulması

hedeflenmektedir. Kurulacak bu tesisler sayesinde çiftçilerimizin enerji giderleri azaltılarak sulama tesislerinin daha verimli çalışmasıyla daha fazla tarımsal ürün elde edilmesinin ve gıda arz güvenliğinin sağlanması amaçlanmaktadır.

Strateji 2. İklim Dostu Tarım Uygulamalarının Yaygınlaştırılması

Tarım arazilerinde kimyasal gübre kullanımı öncesinde; toprak ve su analizlerinin yapılması yaygınlaştırılacaktır. Bilinçli gübre kullanımının sağlanması amacıyla çiftçilere yönelik eğitim ve yayım çalışmaları artırılacaktır. Organik (çiftlik gübresi, kompost, gibi) ve organomineral gübre kullanımı destekler aracılığıyla artırılacak, biyometanizasyon tesislerinden çıkan katı-sıvı fermente ürünlerin, her türlü organik atıkların yeşil gübre ve kompost üretiminde kullanılması sağlanacaktır. Tarımsal ve diğer organik atıkların kompost gübre şeklinde kullanımının yaygınlaştırılması için altyapı yatırımları desteklenecektir. 2053 yılına kadar işlenen tarım topraklarının en az yüzde 10'unda organik tarım, tamamında ise iklim dostu tarım teknikleri uygulanacaktır. Bu amaçla bölgelere göre iklim dostu, sürdürülebilir bitkisel üretim ve hayvancılık uygulama sistemleri hazırlanarak, uygulanması sağlanacaktır.

Pestisit ve anti-mikrobiyallerin kullanımı azaltılacak, alternatif olarak geliştirilen ürünlerin kullanımı yaygınlaştırılacaktır. Biyolojik ve biyoteknik mücadele yöntemleri desteklenerek yaygınlaştırılacaktır. Toprakta karbon tutumunu artıran, doğrudan ekim, doğru ve azaltılmış toprak işleme metotlarının yaygınlaştırılması sağlanacaktır.

Hayvancılık kaynaklı emisyonların azaltılması amacıyla, uygun alternatif yem rasyonlarının kullanımı sağlanacaktır. 2030 yılına kadar tamamlanmış her coğrafi bölgeye uygun hayvan tür, ırk ve sistem öneri raporlarına göre planlı hayvansal üretim sürdürülecektir. Hayvansal atıkların uygun koşullarda depolanması ve biyogaz tesislerine yönlendirilerek işlenmesi için gerekli altyapı desteklerle geliştirilecektir. Mera ıslah çalışmalarına hız verilerek otlatmada iyileştirilme sağlanacak ve meraların yutak kapasitesi artırılacaktır. Türkiye'de çiftçilere verilen destekler iklim değişikliği merceği ile gözden geçirilecektir[61]. İklim dostu tarım, koruyucu tarım veya ekosistem tabanlı tarımsal uygulamalara verilen destekler artırılacaktır. Tarımsal ormancılık (agroforestry) uygulamaları, doğrudan ekim, malçlama (organik materyal ve canlı malç) ve yeşil gübre uygulamaları desteklenecektir.

Strateji 3. Tarımsal Üretimde Kayıp, İsrاف ve Artık Yönetiminin İyileştirilmesi

Tarımsal atık ve artıkların geri kazanımı konusunda çalışmalar tamamlanacak[58], gıda kayıp ve israfın azaltılmasına yönelik farklı hedef grupların (işveren, işçi, çiftçi gibi) iletişim kanallarının, üretimde oynadıkları rolün, ilgi ve ihtiyaçlarının göz önünde bulundurulduğu Ar-Ge ve farkındalık çalışmaları artırılacaktır.

Strateji 4. Eğitim, Bilinçlendirme ve Kapasite Geliştirme Faaliyetlerinin Cinsiyet Dengesi Gözetilerek Yaygınlaştırılması

Tarım sektöründe düşük karbonlu üretime geçişte çiftçilerin bilgi ve becerilerini artırmak, teknolojik imkânlardan yararlanmalarını sağlamak için ve teknik elemanlar başta üzere tarım sektöründeki tüm paydaşlara yönelik eğitim ve farkındalık çalışmaları artırılacaktır. Tarımsal üretimin her aşamasında eğitici, öğretici yayınlarla birlikte uygulamalı eğitimler artırılacaktır. Kadın emeğinin çok yoğun olduğu tarım sektöründe iklim değişikliğinin etkileri konusunda verilecek eğitimlerde kadınlara öncelik verilecektir.

4.2.7. AKAKDO Sektörü

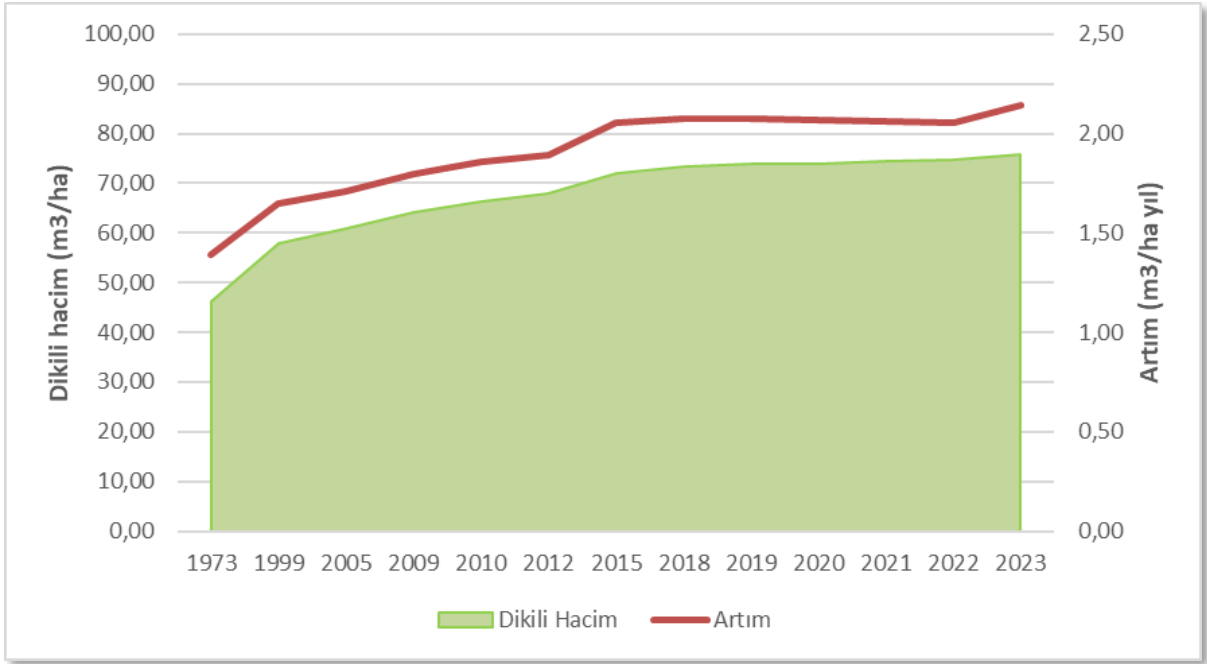
AKAKDO sektörü net sıfır emisyon hedefine yönelik negatif emisyon (tutum) katkısı nedeniyle kritik öneme sahiptir. Türkiye'de sürdürülebilir ormancılık uygulamaları çerçevesinde ağaçlandırma ve rehabilitasyon projeleri, erozyonla mücadele faaliyetleri, orman ve anız yangınlarıyla mücadele gibi çalışmalara önem verilmektedir. Bu kapsamda ormanların ve sektörü oluşturan arazi kategorilerinin iklim dostu yaklaşımlarla planlanmaları ve yönetilmeleri önümüzdeki dönemde karbon uzaklaştırma potansiyelini artıracak, ekosistem hizmetlerini iyileştirecek ve afet risklerini azaltacaktır.

Ülkemiz bulunduğu coğrafik konum, iklim koşulları, nüfus dağılımı ve arazi kullanımı bakımından erozyona hassas konumdadır. Türkiye'de her yıl hektar başına 8,24 ton toprak yer değiştirmektedir. Arazi kullanım

durumlarına göre en fazla erozyon yüzde 53,66 ile meralarda, yüzde 38,71 ile tarım alanlarında, yüzde 4,17 ile ormanlarda ve yüzde 3,46 ile diğer alanlarda meydana gelmektedir.

AKAKDO sektöründeki karbon yutağını oluşturan ana arazi kullanım kategorisi ormanlardır. Türkiye ormanlarındaki biyokütle ve buna bağlı karbon stokları 1990 yılından günümüze artmakla beraber son yıllarda sürekli artan odun hammaddesi ihtiyacını karşılamaya yönelik üretim artışının bir sonucu olarak biyokütle ve buna bağlı karbon stoklarındaki artış eğilimi yavaşlamıştır. Dikili hacim (stok) 1973-2023 döneminde 935,5 Mm³'den 1.773,7 Mm³'e yükselmiştir. Hektarda stok değeri de buna paralel olarak 46,31 m³/ha seviyesinden 75,92 m³/ha seviyesine çıkmıştır.

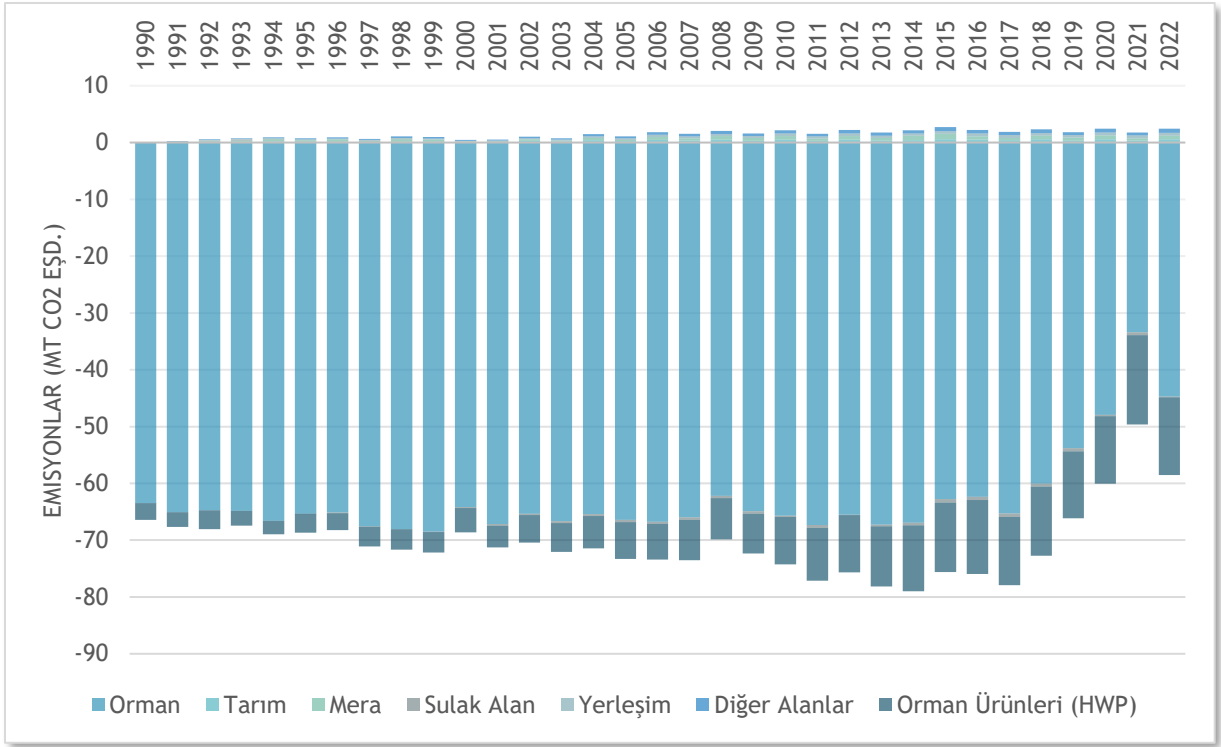
Ormanlık istatistiklerine göre 1973-2023 döneminde orman alanı 20,19 milyon hektardan 23,36 milyon hektara yükselmiştir. Bu yükselmeye paralel olarak verimli orman miktarı artmış, bu durum toplam biyokütlerde önemli bir yükselişe neden olmuştur (Şekil 15).



Şekil 15 - Türkiye ormanlarında artım ve dikili hacmin uzun dönemde değişimi

Diğer Akdeniz ülkelerine benzer biçimde Türkiye'de de AKAKDO salımlarının önemli bir bölümünü orman yangınları oluşturmaktadır. Yangınla mücadelede söndürme çalışmaları güçlendirilirken, yangınların çıkmasını önlemeye yönelik yatırımlar da genişletilmektedir. gönüllü eğitimleri başta olmak üzere farkındalık çalışmalarına ağırlık verilmektedir. Tüm bu önleyici çabalara rağmen 2023 yılında 2.579 adet orman yangınına müdahale edilmiş, 15.520 hektar orman alanı zarar görmüştür. Önümüzdeki yıllarda yangın tehlikesinin artarak devam edeceği buna karşın yakıt yönetimi ve teknoloji kullanımının iyileştirilmesine yatırım yapılmak suretiyle riskin azaltılabileceği öngörülmektedir.

1990 yılında 66.4 Mton CO₂-eşd. olan AKAKDO sektörü yıllık sera gazı tutum miktarı 2014 yılında 76,9 Mton CO₂-eşd.'ne ulaşmış fakat zaman içinde azalarak son envanter rakamlarına göre 2022 yılında 56,1 Mton CO₂-eşd.'ne düşmüştür (Şekil 16). Bu düşüşün nedenleri arasında özellikle 2021 yılındaki büyük orman yangınlarından zarar gören ağaçlar ile iklim değişikliği kaynaklı verim düşüşü yer almaktadır. Ayrıca, gerek yutak kapasitesindeki düşüş gerekse de ekonomi genelinde emisyonlardaki artışın hızına bağlı olarak AKAKDO sektörü karbon tutumları 1990 yılında emisyonların yaklaşık yüzde 30,2'sini karşılarken 2022 yılında bu oran yüzde 10,1 seviyesine düşmüştür.



Şekil 16 - AKAKDO Sektörü Tutumlarının Kategoriler Bazında Dağılımı

4.2.7.1. 2053 Net Sıfır Emisyon Hedefi Kapsamında AKAKDO Sektörü Stratejileri

AKAKDO sektöründe uzun dönemli stratejinin temel bileşeni, ulusal ölçekte karbon yutak alanının zaman içerisinde sürdürülebilir biçimde genişletilmesi ve diğer sektörlerin salımlarını denkleştirebilecek seviyeye çıkartılmasının sağlanmasıdır. AKAKDO sektörü uzun dönemli stratejileri 3 ana başlık altında yapılandırılmıştır. Arazi kullanım sektörünün karbon azaltım kapasitesi, tahrip olmuş araziler orman alanları ve odun ürünleri üzerine odaklandığından proaktif restorasyon ve koruma stratejileri azaltım çabalarının temelinde yer almaktadır. Döngüsellik güçlendirilmesi; odun hammaddesinin daha etkin kullanımını ve ikame faydalarının artırılmasını sağlayacak, Ar-Ge ve yenilikçilik ise sektörde verimliliği destekleyecektir (Şekil 17).



Şekil 17 - Uzun Dönem Stratejini Üç Ayağı: Proaktif Restorasyon ve Koruma (S1), Katma Değeri Yüksek Döngüsel Biyoekonomi (S2) Ve Ar-Ge ve İnovasyon (S3)

Verimli orman varlığının artırılmasına yönelik ekosistem tabanlı fonksiyonel amenajman planları, iklim değişikliğine uyum stratejileri çerçevesinde hazırlanmalıdır. Ağaçlandırma çalışmalarında, iklim değişikliğinin getirdiği zorluklara dayanıklı türlerin seçimi, orman ekosistemlerinin sürdürülebilirliği ve biyolojik çeşitliliğin korunması açısından kritik bir rol oynayacaktır.

Bu çerçevede, Türkiye'nin ormancılık stratejisinin güçlendirilmesi amacıyla, ormancılık teşkilatının mevcut yapısının gözden geçirilmesi ve yeni ihtiyaçlara cevap verebilecek şekilde yapılandırılması hedeflenmelidir. Özellikle iklim değişikliği ve kuraklıkla mücadele kapsamında, Ormancılık Araştırma Enstitülerinin altyapıları geliştirilmeli ve bu enstitüler, iklim değişikliğinin orman ekosistemleri üzerindeki etkilerini araştırmak, uyum stratejilerini geliştirmek ve yeni ağaçlandırma teknikleri üzerinde çalışmak üzere donatılmalıdır.

Strateji 1. Proaktif Restorasyon ve Koruma Önlemlerinin Alınması

Proaktif restorasyon ve koruma stratejisiyle; ormanların nitelik ve niceliğinin iyileştirilmesi, ekosistem tabanlı fonksiyonel planlamanın geliştirilmesi ve yaygınlaştırılması yoluyla ulusal ölçekte ormanların dayanıklılığının artırılması ve üzerindeki insan baskısının azaltılması hedeflenmektedir.

Ormanların verim gücü artırılarak bir taraftan giderek artan ve çeşitlenen toplumsal talep ve beklentilerin karşılanması sağlanırken diğer taraftan değişen iklim koşullarına dirençli ormanlar oluşturulacaktır. Ağaçlandırma ve rehabilitasyon çalışmalarında ekosistemi bozmayacak şekilde yangınlara dirençli türlerin seçimi sağlanacak ve bu uygulamaların etkinliği bilimsel çalışmalarla izlenecektir.

Ormanların sürdürülebilir yönetimi iklim değişikliğiyle mücadeleye katkıda bulunacak şekilde planlanacak ve uygulanacak, ormanların karbon yutağı işlevi, biyolojik çeşitliliğin korunması ve sürdürülebilir üretim teşvik edilecektir.

Bu strateji kapsamında AKAKDO sektörünün önemli bileşenleri olan iklim dostu tarım ve yerleşimler de desteklenecektir. 2030 İklim Değişikliği Azaltım Stratejisi ve Eylem Planında yer verilen iklim dostu tarım ve mera uygulamaları ve restorasyon hedeflerinin 2030 yılı sonrasında güçlendirilerek devam ettirilmesi sektörde emisyon olarak hesaplanan tarım ve mera alanlarının negatif emisyonu geçirilmesi ve bu alanlardaki yutak kapasitesinin artırılması hedeflenmektedir. Yerleşimlerdeki odunsu yeşil alan oranının artırılmasına yönelik eylemlerin 2030 yılı sonrasında da güçlenerek devam ettirilmesi hedeflenmektedir.

Karbon yutak kapasitesinin artırılması yönünde hem restorasyon hem de koruma/kullanma süreçleri önceliklendirilecektir. Biyolojik çeşitliliği koruyan ve karbonun ekosistemlerde muhafaza edilmesine katkı sağlayan yeni korunan alanların oluşturulması hedeflenmektedir. Önümüzdeki yıllarda özel sektör ve arazi sahiplerinin yararlanabileceği AB Karbon Çıkarım Sertifikasyon düzenlemelerine benzer ve uyumlu mekanizmaların da geliştirilmesi hedeflenmektedir. Bu süreçte, eşit ve katılımcı bir ormancılık anlayışının yerleşmesi, orman köylerinde kadın ve erkeklerin emek kullanım biçimlerinin görünür olduğu, ormancılık ve arazi üzerindeki etkilerinin tespit edildiği, insana yakışır iş ve yaşam koşullarının kurulduğu bir dönüşüm hedeflenmektedir.

Şehir içi ve çevresinde ekolojik geçiş alanları sağlayacak yeşil kuşaklar, koridorlar, sınır ve yol kenarı ağaçlandırmaları alternatif olarak değerlendirilecektir. Bu sayede, doğal yaşam ve ekosistem bütünlüğü sağlanacaktır. Bu orman kuşakları, hem kent iklimine pozitif katkıda bulunarak hava kalitesini iyileştirecek, hem de sel ve kentsel ısı adası azaltma dahil olmak üzere afet önleyici veya azaltıcı ekosistem hizmetleri sağlayacaktır. Proaktif restorasyon çerçevesinde, havza ölçeğinde doğa temelli çözümlere ağırlık verilecektir.

Yapay zekâ destekli uzaktan algılama ve dijital sistemlerle orman ürünleri ve üretim süreçleri dijital olarak izlenecek, üretim zaman ve mekan düzleminde daha etkin yönetilecektir. Gelişmiş izleme sistemleri sektördeki restorasyon çalışmalarını da destekleyecektir. Kullanılan fidanların özellikleri (tür, yaş, köken gibi), restorasyonun/ağaçlandırmanın amacı (kereste üretimi, su üretimi gibi) ve restorasyonun/ağaçlandırmanın tam yeri (coğrafi koordinatlar, alan gibi) gibi veriler gerçek zamanlı olarak kamuoyu ile paylaşılacaktır.

Ormancılık sektörü açısından köy nüfusunun azalması ve yaşlanması riskine yönelik gerekli tedbirler alınacaktır. Bu kapsamda kırsalda geçim kaynaklarını artırıcı ve yaşam koşullarını iyileştirici projelerin

yaygınlaştırılmasına ve destek mekanizmalarının doğru kurgulanarak orman köyleri başta olmak üzere kırsal alanın cazibesinin artırılmasına ağırlık verilecektir. Özellikle kırsaldaki kadınlar ve gençlerin ormanların korunması ve genişletilmesine sürecinde aktif görev almasını, liderlik etmesini sağlayacak projeler geliştirilecektir. Ayrıca, başta eğitim sektörü olmak üzere diğer sektörlerle birlikte entegre bir destekleme mekanizması kurularak kırsala dönüş teşvik edilecektir.

Strateji 2. Katma Değeri Yüksek Döngüsel Biyoekonomiye Geçilmesi

Uzun vadeli üretim projeksiyonlarına göre planlama yapılarak sektörün yatırım ve üretimde öngörülebilirliği sağlanacaktır. Ormanlardan baskıyı azaltmak amacıyla döngüsel ekonomi bileşenleri geliştirilerek uygulanacak, bu sayede orman ürünleri sanayisinin odun hammaddesi ihtiyacının azalması sağlanacaktır.

Ormanlarda artım ve dikili hacmin korunması ve güçlendirilmesi için toplam üretim miktarı yanında üretimin mekânsal dağılımı da önemlidir. Katma değeri yüksek ürünlere yönelim sağlanarak orman ürünleri sanayisinin toplam ekonomik büyüklüğü artırılacak ve sürdürülebilirliği sağlanacaktır. Teşvik mekanizmasının geliştirilmesiyle sadece hammaddeye erişim sorunu çözülmekle kalmayacak, küresel bazda azaltım çabalarına da destek olunacaktır. Ayrıca üretim ve pazarlama süreçlerinde yapılacak düzenlemelerle hammaddenin en uygun ve etkin biçimde değerlendirilmesi sağlanacaktır. Orman ürünlerinde döngüsel ekonomiye dayalı geri dönüşüm ve yenileme kapsamında kullanılmış ahşap ve atık malzemenin geri kazanımı, tamir edilerek yeniden kullanılması sağlanacak, depolama ve lojistik geliştirilecek, bu konularda gerekli mevzuat çalışmaları tamamlanacaktır. AKAKDO sektörlerinin aşırı kaynak kullanımına gerek kalmadan sürdürülebilir biçimde genişlemesi için döngüsel ve düşük karbonlu, katma değeri yüksek ekonomi ilkelerinin kamu ve özel sektör tarafından benimsenmesi sağlanacaktır. İnşaat ve mobilya üretim zincirlerindeki yeniliklerle başta odun hammaddesi olmak üzere her bir orman ürünü için en düşük atık seviyesiyle en yüksek verime ulaşılabilecektir. Odun hammaddesinin adil dağıtımını kapsamında doğru hammaddenin doğru sektörde kullanımı sağlanarak verimlilik artırılacaktır.

Strateji 3. Ar-Ge ve Yenilikçiliğin Teşvik Edilmesi

Ar-Ge ve yenilikçilik yatırımlarının sektörde kapasite kullanım oranında düşüşe yol açmadan verimlilik artışı ve döngüselliğinin güçlendirmesi yoluyla ormanlardan sağlanan hammadde ihtiyacını azaltması amaçlanmaktadır. Yeni ormancılık yönetim yaklaşımları bilimsel bulgulara ve uzaktan algılama, yapay zekâ gibi teknolojik gelişmelere dayanacaktır. Bu kapsamda mevcut desteklerin artırılması ve yenilerinin eklenmesiyle kamu, üniversite, özel sektör teknoloji girişimlerine ve iş birliğine odaklanılması hedeflenmektedir.

Odun ve odun dışı orman ürünlerinde sertifikalı üretim yapılması için girişimlerin başlatılması amacıyla özellikle yapısal ahşap (GLT, CLT gibi) üretiminde sertifikalı üretime geçilmesine yönelik standartlar belirlenecek ve denetim mekanizmaları oluşturulacaktır. Sertifika, denetim ve üretim süreçlerinin kontrolü gibi altyapıların oluşturulmasıyla yapılarda ahşap kullanımının yaygınlaştırılarak sektör güçlendirilecektir.

Karbon yutak kapasitesinin artırılması, odun hammadde ihtiyacının karşılanması ve endüstriyel plantasyonun geliştirilmesi amacıyla hızlı gelişen türlerde genetik ıslah çalışmaları artırılacaktır.

Söz konusu stratejileri desteklemek üzere, kapasite geliştirme faaliyetleri yapılacak ve sektörde karbon yönetimi konusunda yetişmiş profesyonellerin sayısı artırılacaktır. Eğitim ve farkındalık faaliyetlerinde cinsiyet dengesinin dikkate alınmasıyla uzmanlaşmada kadınların ve erkeklerin eşit temsili sağlanacaktır.

4.3. İklim Değişikliğine Uyum ve Dirençlilik

4.3.1. İklim Değişikliğinin Etkileri ve Genel Görünüm

Türkiye, Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli (IPCC) raporlarında iklim değişikliğinin olumsuz etkilerine karşı kırılgan bölgelerden biri olarak tanımlanan Akdeniz Havzası'nda yer almaktadır.

Dünya Meteoroloji Örgütü'nün (DMÖ) 2023 Küresel İklim Durumu Raporu'na göre, 2023 yılı kaydedilen en sıcak yıl olmuş ve küresel sıcaklık artışları 1.45°C'ye ulaşmıştır[59]. Konu Akdeniz Havzası özelinde incelendiğinde, IPCC tarafından 2022 yılında yayımlanan Akdeniz Bölgesi Raporu'na göre Akdeniz Bölgesinde sıcaklık artışı küresel değerlerin üzerinde seyretmekte olup sanayi devrimi öncesine göre yüzey sıcaklığı 1.5°C artış göstermiştir [60] Güncel veriler ise bu değerın 2 °C sınırına ulaştığını göstermektedir [61].

Akdeniz Bölgesi özelinde iklim değişikliği kaynaklı tehlikelerin geçmiş dönemde artış gösterdiği görülmektedir. Özellikle kuraklık ve aşırı yağış tehlikesinin görülme sıklığında ve şiddetinde artış olmakta ve bu artışın Türkiye'nin de içerisinde bulunduğu Kuzey Akdeniz Bölgesi özelinde daha şiddetli olduğu gözlemlenmektedir. 21. Yüzyıl içerisinde iklim değişikliğinin etkilerinin gittikçe şiddetlenmesi ve özellikle sıcak hava dalgaları başta olmak üzere iklim tehlikelerinin görülme sıklığı ve şiddetinde ciddi oranda bir artış beklenmektedir. Yüzyılın sonunda karada öngörülen yıllık ortalama ısınmanın, emisyon senaryosuna bağlı olarak 20. yüzyılın son yirmi yılına kıyasla 5,6°C'ye kadar çıkması beklenmektedir[64].

Akdeniz Havzası'nda görülen iklim değişikliği kaynaklı sıcaklık artışı Türkiye üzerinde etkili olmaktadır. Meteoroloji Genel Müdürlüğü'ne göre, Türkiye'de kayıtlara geçen en sıcak yıl 15.5°C ile 2010 yılıdır [62]. Son iki yılın verileri baz alındığında, 2022 yılı Türkiye ortalama sıcaklığı 14.5°C ile 1991-2020 ortalaması olan 13.9°C'nin 0.6°C üzerinde gerçekleşmiştir. Bununla birlikte aynı yıl gerçekleşen aşırı hava olaylarının sayısı 1030'tur [63]. 2023 yılının Türkiye ortalama sıcaklığının ise 15,1°C ile 1991-2020 ortalamasının 1,2°C üzerinde olduğu ortaya konulmuştur. Aynı yıl gerçekleşen aşırı hava olayı sayı sayısı ise 1475'tir [62].

İklim değişikliği kaynaklı sayısı ve şiddeti artan afetler Türkiye'de önemli ekonomik ve sosyal kayıplara neden olmaktadır. Birleşmiş Milletler Asya ve Pasifik Ekonomik ve Sosyal Komisyonu'na (ESCAP) göre, 1970-2021 yılları arasında Türkiye'de meydana gelen seller, 28 milyar dolar zarara neden olmuş ve 758 kişi hayatını kaybetmiştir. Kuraklıklar nedeniyle ortaya çıkan zarar, GSYH'nin yüzde 1,2'si (1970-2021 yılları arası yaşanan)[64] olarak hesaplanmıştır. ESCAP verilerine göre, iklim değişikliği kaynaklı afetler için yıllık ortalama kayıp, GSYH'nin yüzde 2,2'sini oluşturmaktadır. Bu kayıpların, orta (RCP 4.5) ve kötümser (RCP 8.5) senaryolar için sırasıyla GSYH'nin yüzde 2,8 ve yüzde 3,2'si olarak gerçekleşeceği tahmin edilmektedir[65].

Türkiye'de iklim değişikliğinin etkilerine yönelik dirençliliğinin artırılması konusunda azaltım politikalarına ek olarak sektörel bazda iklim değişikliğine uyum stratejileri ve eylemleri de belirlenmiştir. Bu süreçte mevcut ve gelecek dönem özelinde iklim tehlikeleri hesaplanarak sektörel risk analizleri gerçekleştirilmiş olup strateji ve eylemlerin belirlenmesinde bu analizler esas alınmıştır.

4.3.2. İklim Modelleri ve Projeksiyonları

Türkiye özelinde IPCC 5. Değerlendirme Döngüsü doğrultusunda Temsili Konsantrasyon Rotaları (Representative Concentration Pathways/RCPs) kullanılarak iklim projeksiyonları çalışmaları gerçekleştirilmiştir. Meteoroloji Genel Müdürlüğü (MGM) tarafından yürütülen ilk çalışmada 1971-2000 yılı referans ve 2013-2100 yılı gelecek dönem olarak belirlenmiştir. Çalışmada, Birleştirilmiş Model Karşılaştırma Projesi (CMIP5) arşivinden HadGEM2-ES, GFDL-ESM2M ve MPI-ESM-MR olmak üzere 3 model seçilmiş ve RegCm4 3.4 Bölgesel İklim Modeli kullanılarak 20 kilometre çözünürlükte çıktılar üretilmiştir. Çalışmada, RCP 4.5 ve RCP 8.5 senaryoları seçilmiştir[66].

Su Yönetimi Genel Müdürlüğü (SYGM) tarafından gerçekleştirilen çalışmada, CMIP 5 arşivinden HadGEM2-ES, MPI-ESM-MR ve CNRM-CM5.1 modelleri seçilerek RCP 4.5 ve RCP 8.5 senaryoları doğrultusunda RegCM4.3 Bölgesel İklim Modeli çalıştırılarak 10 kilometre çözünürlüğünde çıktılar üretilmiştir. Çalışmada referans periyodu 1971-2000 ve gelecek periyodu 2020-2100 olarak belirlenmiştir

[67]. Yapılan çalışmaların çıktıları yerel ve ulusal etkilenebilirlik ve risk analizlerinin gerçekleştirilmesinde kullanılmış olup seçilen model ve senaryolar Tablo 4’te özetlenmiştir.

Tablo 4 - IPCC 5. Değerlendirme Döngüsü Kapsamında Türkiye’de Yürütülen İklim Projeksiyonları Çalışmaları

GCMs – Meteoroloji Genel Müdürlüğü (MGM)	GCMs – Su Yönetimi Genel Müdürlüğü (SYGM)
<u>HADGEM2-ES</u>	<u>HADGEM2-ES</u>
<u>MPI-ESM-MR</u>	<u>MPI-ESM-MR</u>
<u>GFDL-ESM-2M</u>	<u>CNRM-CM5.1</u>

Kurum	Bölgesel İklim Modeli	Çözünürlük	Senaryolar
<u>MGM</u>	<u>RegCM4.3</u>	<u>Dış Alan 50 km</u> <u>İç Alan 20 km</u>	<u>RCP 4.5 & RCP</u> <u>8.5</u>
<u>SYGM</u>	<u>RegCM4.3</u>	<u>Dış Alan 50km</u> <u>İç Alan 10 km</u>	<u>RCP 4.5 & RCP</u> <u>8.5</u>

IPCC 6. Değerlendirme Döngüsünde senaryolar güncellenmiş ve Ortak Sosyo-Ekonomik Rotalar (Shared Socioeconomic Pathways/SSPs) yayımlanmıştır. SSP’ler, IPCC'nin 2021'deki iklim değişikliğine ilişkin 6.Değerlendirme Raporunda tanımlandığı gibi 2100 yılına kadar öngörülen sosyoekonomik küresel değişiklikleri kapsayan iklim değişikliği senaryolarıdır [68]. 6. Değerlendirme Döngüsünün tamamlanması ve senaryolar ile birlikte Küresel İklim Modelleri arşivinin güncellenerek CMIP6 fazına geçilmesi nedeniyle Türkiye ulusal iklim projeksiyonlarının güncellenmesine yönelik bir çalışma başlatmıştır.

İklim Değişikliği Başkanlığı tarafından gerçekleştirilen çalışma kapsamında CMIP6 arşivinde bulunan 30 farklı iklim modelinin Şekil 18’de verilen çalışma alanı doğrultusunda sıcaklık ve yağış parametreleri özelinde analiz edilmiş ve parametreleri en iyi şekilde yansıtan ve Tablo 7’de verilen 6 Küresel İklim Modeli seçilmiştir⁸. Seçilen modeller WRF Bölgesel İklim Modeli kullanılarak Şekil 18’de gösterilen alan doğrultusunda dinamik ölçek küçültme metodu kullanılarak yeşil bölgede 27 kilometre, mavi bölgede 9 kilometre ve kırmızı bölgede 3 kilometre çözünürlüklü çıktılar üretilecektir. Çalışmada SSP 2-4.5 ve SSP 5-8.5 senaryoları kullanılmakta olup 1950-2015 referans dönem ve 2015-2100 gelecek dönem olarak çalışılacaktır. Model çıktılarının yanlılık doğrulaması ERA-5 Land verileri ve MGM gözlem verileri kullanılarak gerçekleştirilecektir.

⁸ Gerçekleştirilen çalışmaya yönelik teknik raporlara <https://yereliklim.org/en/kategori/publications/reports/> adresinden ulaşılabilir.



Şekil 18 - İklim Projeksiyonları Çalışma Alanı

Çalışmada, kırmızı ile belirtilen ve Türkiye'yi temsil eden çalışma alanını etkileyen atmosferik faktörlerin dahil edilmesi sebebiyle geniş bir alan seçilmiştir. Çalışmaya ilişkin seçilen Küresel İklim Modelleri ve senaryolar Tablo 5'te özetlenmiştir.

Tablo 5 - Küresel İklim Modelleri ve senaryolar

GCMs	Senaryolar
CMCC-ESM2	SSP2-4.5 – SSP 5-8.5
EC-Earth3-Veg	SSP2-4.5 – SSP 5-8.5
HadGEM3	SSP2-4.5 – SSP 5-8.5
MPI-ESM1-2-HR	SSP2-4.5 – SSP 5-8.5
MRI-ESM2-0	SSP2-4.5 – SSP 5-8.5
NorESM2-MM	SSP2-4.5 – SSP 5-8.5

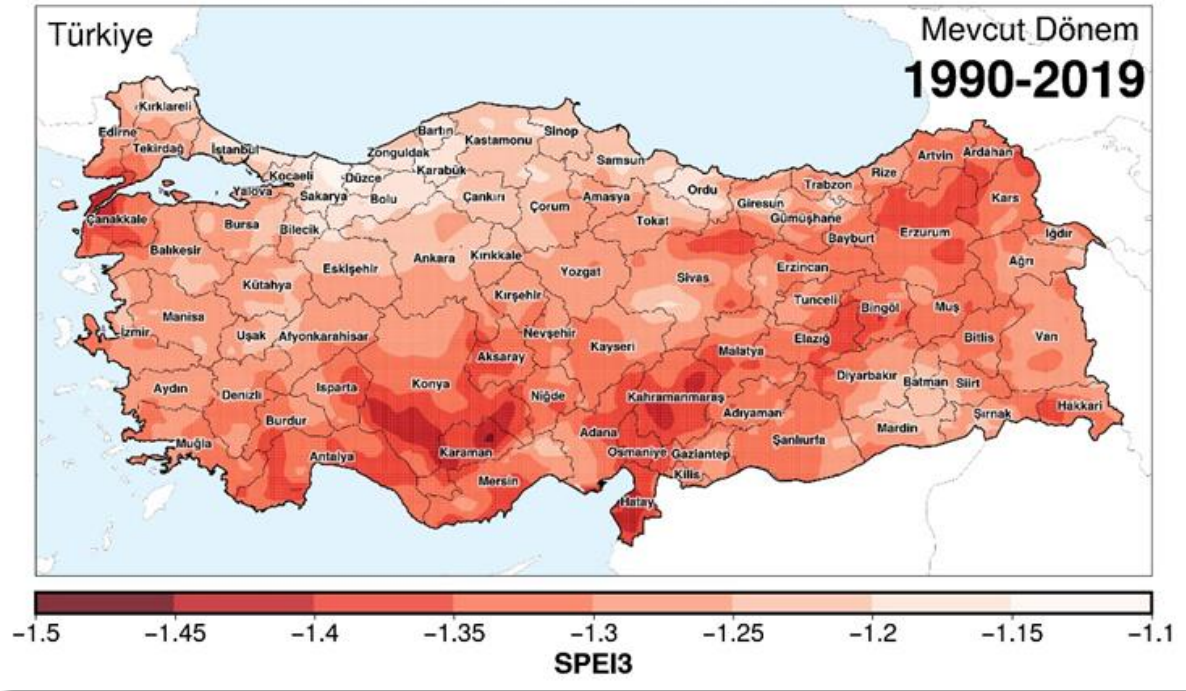
Çalışma, 2023 yılı Mayıs ayında başlatılmış olup 2026 yılı Nisan ayında tamamlanacaktır. Çalışmanın çıktıları kullanılarak iklim indisleri üretilerek olup bu indisler IPCC 6. Değerlendirme Döngüsü kapsamında etkilenebilirlik ve risk analizlerinin güncellenmesinde kullanılacaktır. Çalışmanın ardından, İstatistikî Bölge Birimleri Sınıflandırması - 12 (İBBS-12) düzeyinde seçilen sektörler özelinde yüksek çözünürlüklü etkilenebilirlik ve risk analizleri gerçekleştirilecektir.

Ayrıca çalışmanın çıktıları iklim değişikliğine ilişkin bilimsel bir temel oluşturacak ve iklim değişikliğine bağlı tehlikelerin ve risklerin ulusal ve yerel düzeydeki politika belgelerinde ve yatırım programlarında dikkate alınmasına imkan sağlayacaktır.

4.3.3. Etkilenebilirlik ve Risk Analizi

Türkiye'nin ulusal etkilenebilirlik ve risk analizi IPCC 5. Değerlendirme Döngüsü doğrultusunda verilen risk tanımı doğrultusunda gerçekleştirilmiştir. Riskin bileşenleri tehlike, etkilenebilirlik ve maruziyet olarak ele alınmış olup Kuraklık (SPEI-3), Şiddetli Yağış (R95P), Sıcak Hava Dalgası (HWI), Orman Yangını (FWI), Soğuk Hava Dalgası (CWF) ve Şiddetli Rüzgar (W98) indisleri (tehlikeleri) hesaplanmıştır. İklim tehlikeleri hesaplarında geçmiş dönem analizlerinde MGM tarafından sağlanan meteorolojik gözlem verileri kullanılmış olup 1990-2019 yılları mevcut dönem olarak adlandırılmıştır. Gelecek dönem analizlerinde ise SYGM tarafından üretilen MPI-ESM-MR modelinin RCP 4.5 ve RCP8.5 senaryoları doğrultusundaki sonuçları kullanılmıştır. Tehlike analizlerinin ardından sektörel etki zincirleri oluşturularak etkilenebilirlik, maruziyet, duyarlılık ve uyum kapasitesi bileşenleri ve 11 sektör özelinde belirlenen tehlikelere yönelik iklim değişikliği kaynaklı riskler hesaplanmıştır.

Kuraklık tehlikesinin hesaplanmasında meteorolojik kuraklığı temsilen 3 aylık Standartlaştırılmış Yağış ve Evapotranspirasyon İndisi (SPEI3) kullanılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre, mevcut dönemde en şiddetli kuraklık değerleri ortalamasının alansal dağılımı Şekil 19'da verilmiştir. Mevcut dönem (1990-2019) için hesaplanan kuraklık değerleri incelendiğinde, Türkiye'nin kuzeybatısına gidildikçe kuraklık şiddetinin azaldığı görülmektedir. Özellikle Batı Karadeniz'de Türkiye'deki en düşük kuraklık değerlerini almaktadırlar. Meteorolojik kuraklık değerlerinin en yüksek olduğu Konya ve Karaman illerini Hatay ve Kahramanmaraş illeri takip etmektedir. Ayrıca Doğu Anadolu Bölgesi ve Güney Doğu Anadolu Bölgesi özelinde meteorolojik kuraklığın Türkiye ortalamasının üzerinde olduğu görülmektedir.



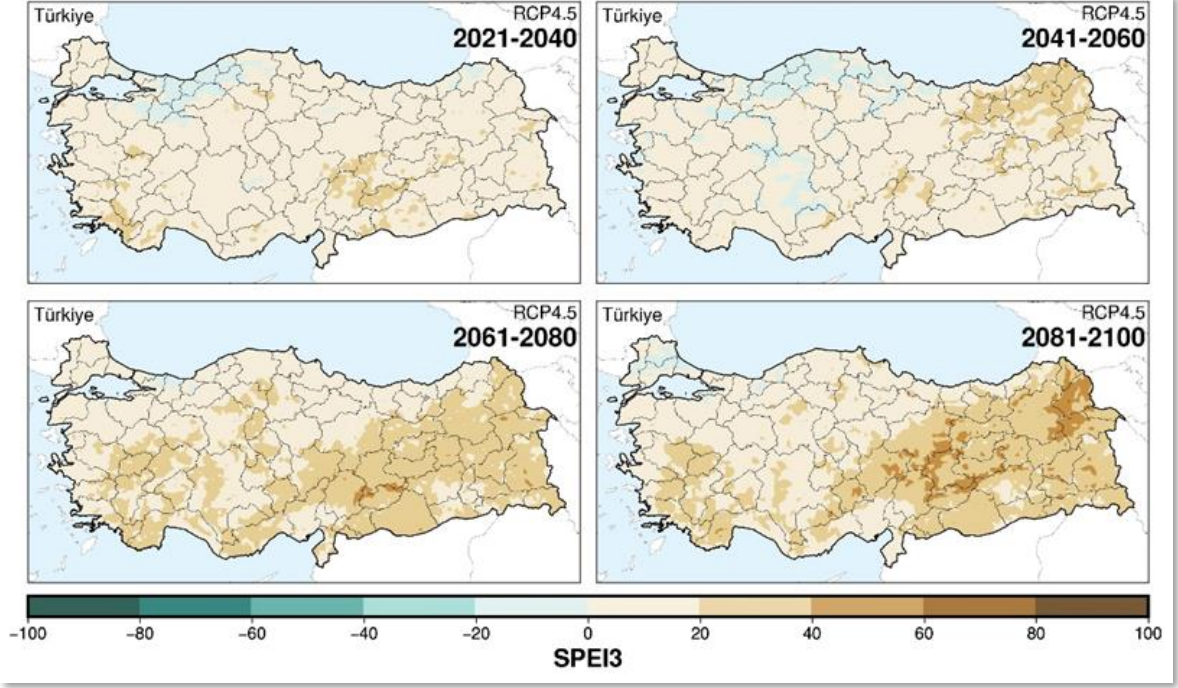
Şekil 19 - Mevcut Dönem Meteorolojik Kuraklık Şiddeti

Mevcut kuraklık tehlikesinin referans dönemine göre gelecek dönem yüzde değişimleri ise RCP4.5 ve RCP8.5 senaryoları için Şekil 20'de verilmiştir.

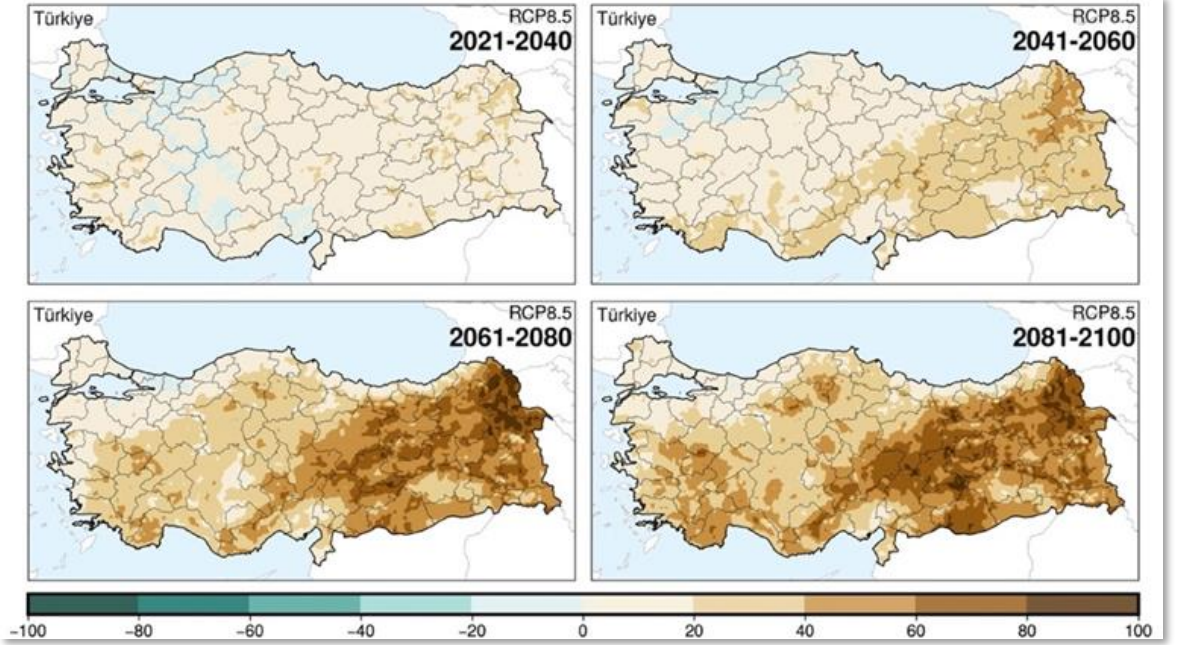
Gelecek dönem için iyimser ve kötümser olarak ifade edilen RCP4.5 ve RCP8.5 senaryolarına göre meteorolojik kuraklık yoğunluğunun yüzyılın sonuna doğru giderek artan eğilimde olacağı tahmin

edilmektedir. RCP4.5 senaryosuna göre özellikle 2060’larda meteorolojik kuraklık yoğunluğundaki artışın Ege Bölgesi’nde yüzde 40’lara ulaşacağı ve Türkiye’nin doğusunda ve güneydoğusunda bu artışın yüzde 80’i aşacağı öngörülmektedir.

a)

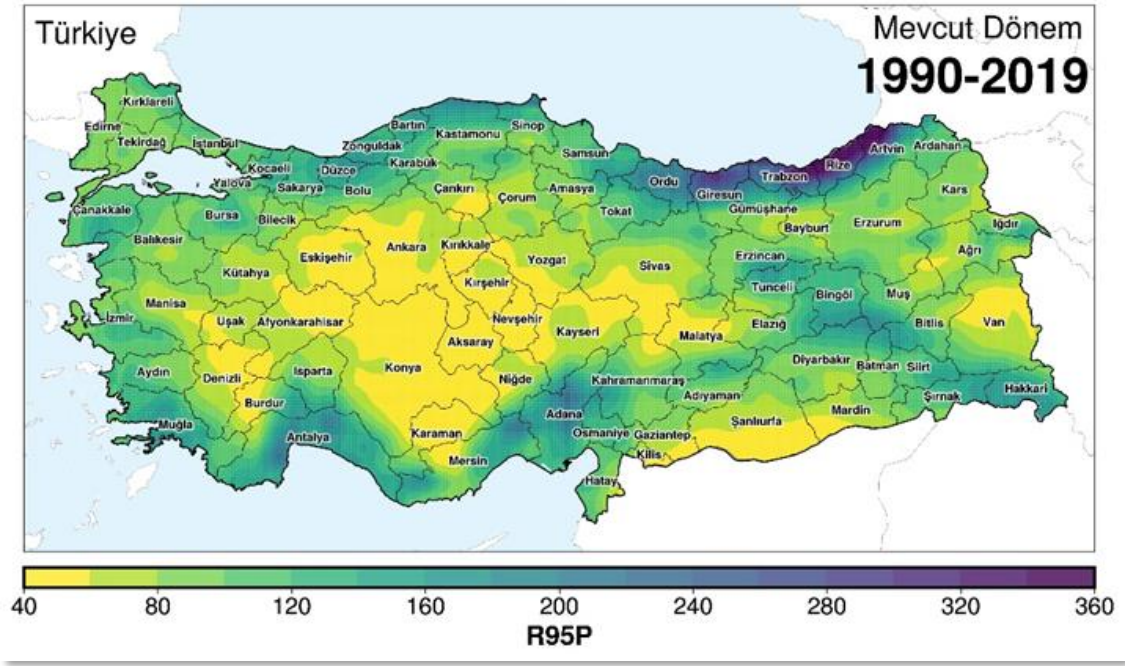


b)



Şekil 20 - Referans Dönemine göre a) RCP4.5 Senaryosu ile b) RCP8.5 Senaryosu için Gelecek Dönem SPEI3 Yoğunluk Değişimleri

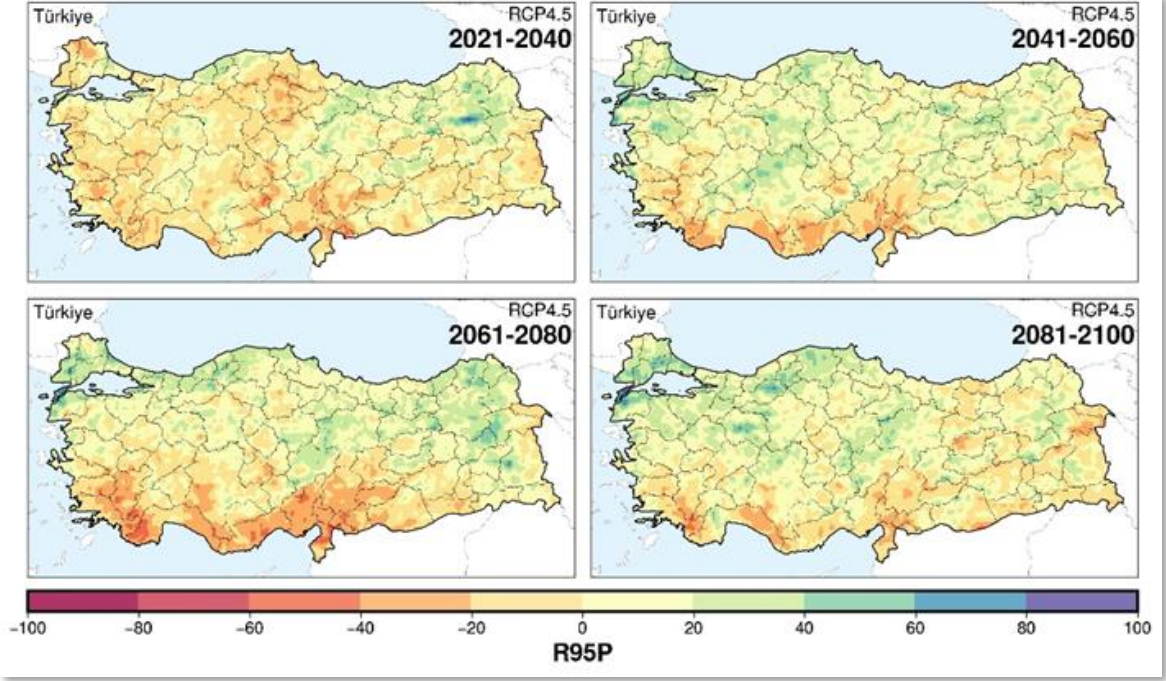
Şiddetli yağış tehlikesi için R95P indisi şiddetli yağışların toplam yağış miktarını ifade etmek üzere hesaplanmıştır. R95P indisi için mevcut dönem (1990-2019) ortalamasının alansal dağılımı Şekil 21’de gösterilmiştir. Mevcut durumda İç Anadolu Bölgesi üzerinde düşük değerler görülürken; Doğu Karadeniz ve Akdeniz Bölgeleri üzerinde değerler oldukça yüksektir. İç Anadolu ve Güneydoğu Anadolu Bölgeleri ile Van, Denizli ve Burdur illeri üzerinde şiddetli yağışların toplam yağış miktarı 60 mm’yi geçmemektedir. Bunun yanında Torosları takip eden hat üzerinde ve Akdeniz Bölgesi’nde şiddetli yağışların toplam yağış miktarı 280 mm’yi bulmaktadır. Doğu Karadeniz Bölgesi’nde ise bu değer 360 mm’lere kadar çıkmaktadır.



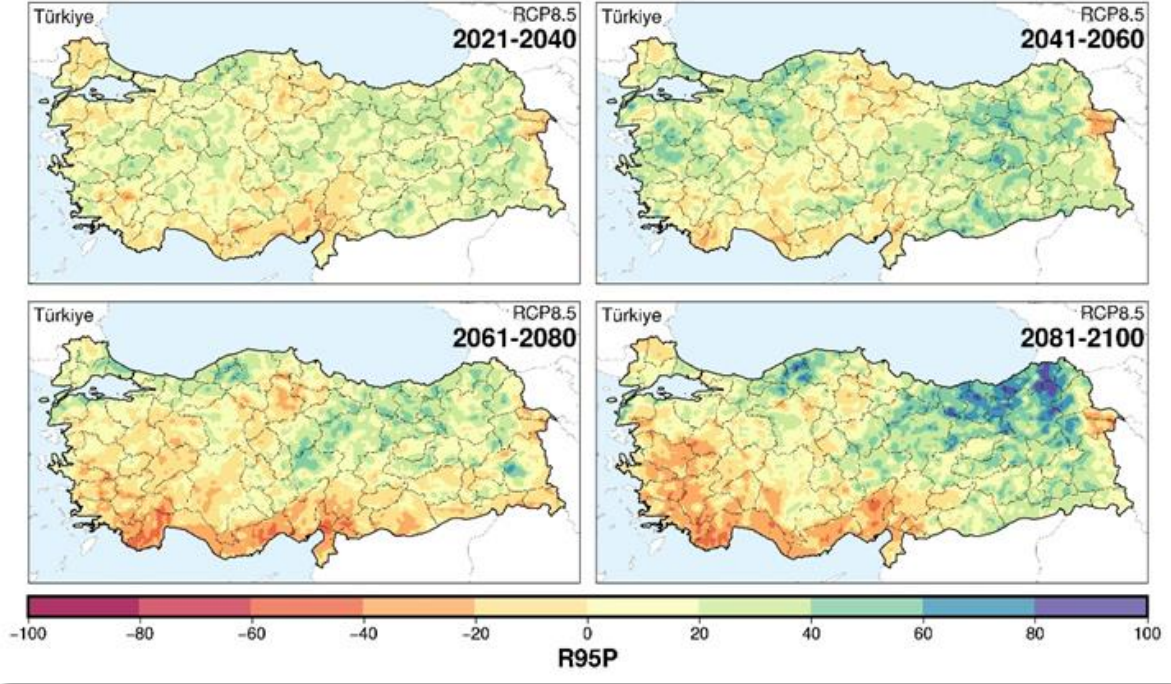
Şekil 21 - Mevcut Dönem R95P Değişimleri

Referans dönemi R95P indisi değerlerine göre gelecek dönem değişimleri Şekil 22’de verilmiştir. Gelecek dönem analizleri incelendiğinde, her iki senaryo için de genel olarak Türkiye’nin kuzeyinde şiddetli yağışları da oransal artış beklenirken, güneyinde ise azalma beklenmektedir. RCP4.5 senaryosuna göre en şiddetli azalmanın 2061-2080 döneminde Akdeniz Bölgesi üzerinde olacağı öngörülmektedir. RCP8.5 senaryosuna göre ise 2081-2100 döneminde en şiddetli azalmanın yine Akdeniz Bölgesi üzerinde olacağı tahmin edilmektedir.

a)

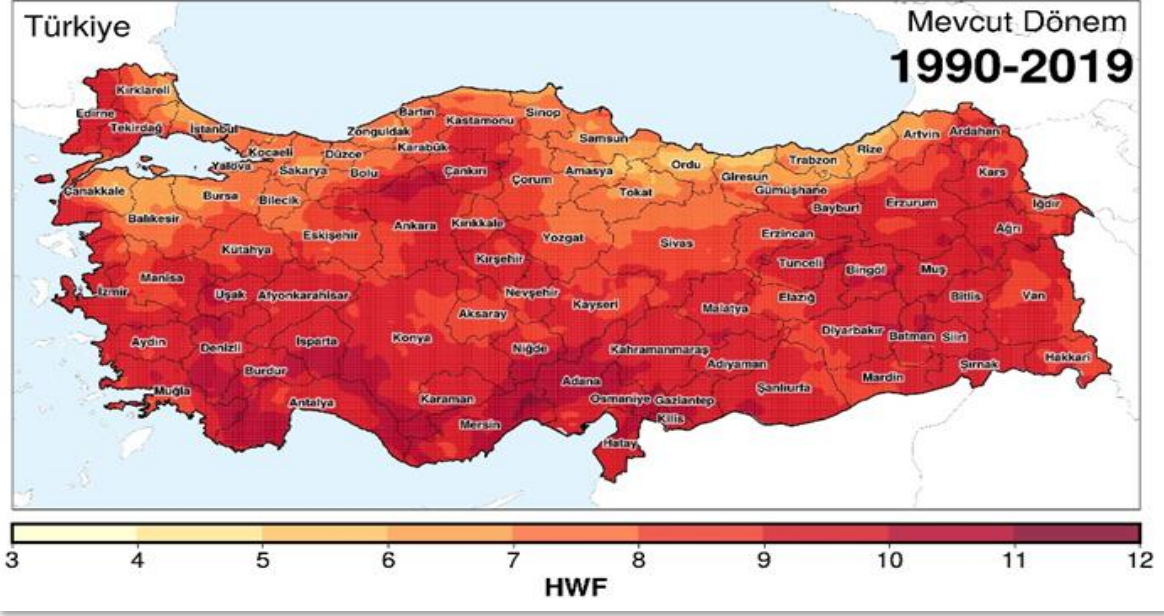


b)



Şekil 22 - Referans Dönemine göre a) RCP4.5 Senaryosu ile b) RCP8.5 Senaryosu için Gelecek Dönem R95P Değişimleri

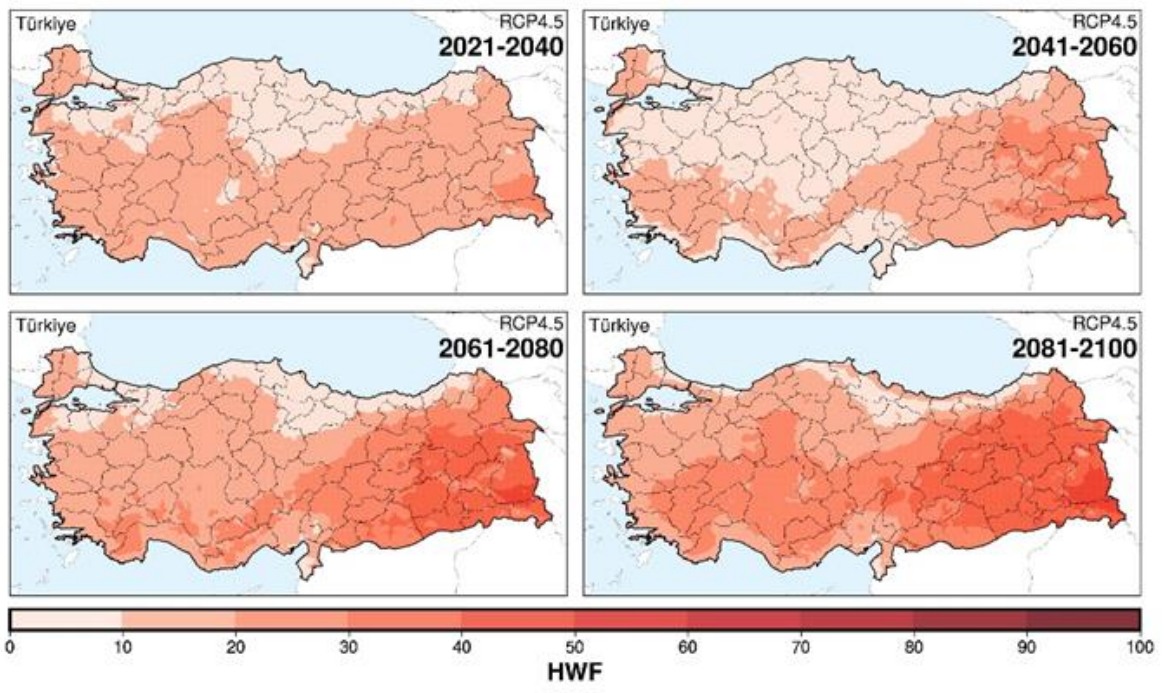
Sıcak hava dalgası tehlikesi için HWF indisi incelenmiş olup mevcut dönem için HWF ortalamasının alansal dağılımı Şekil 23'te verilmiştir. Mevcut dönemde Türkiye genelinde yılda toplam en az 3 gün sıcak hava dalgası olayı görülmektedir. Sıcak hava dalgalarının toplam gün sayısını ifade eden frekans değeri Türkiye genelinde en düşük Ordu ve Giresun üzerinde görülmektedir. Sıcak Hava dalga frekansının en yüksek değeri ise Akdeniz Bölgesi'nde Mersin üzerinde yılda toplam 12 gün olarak belirlenmiştir. Özellikle Türkiye'nin kuzeyinde sıcak hava dalgalarının frekansının düşük olduğu güneye gidildikçe arttığı gözlemlenmektedir.

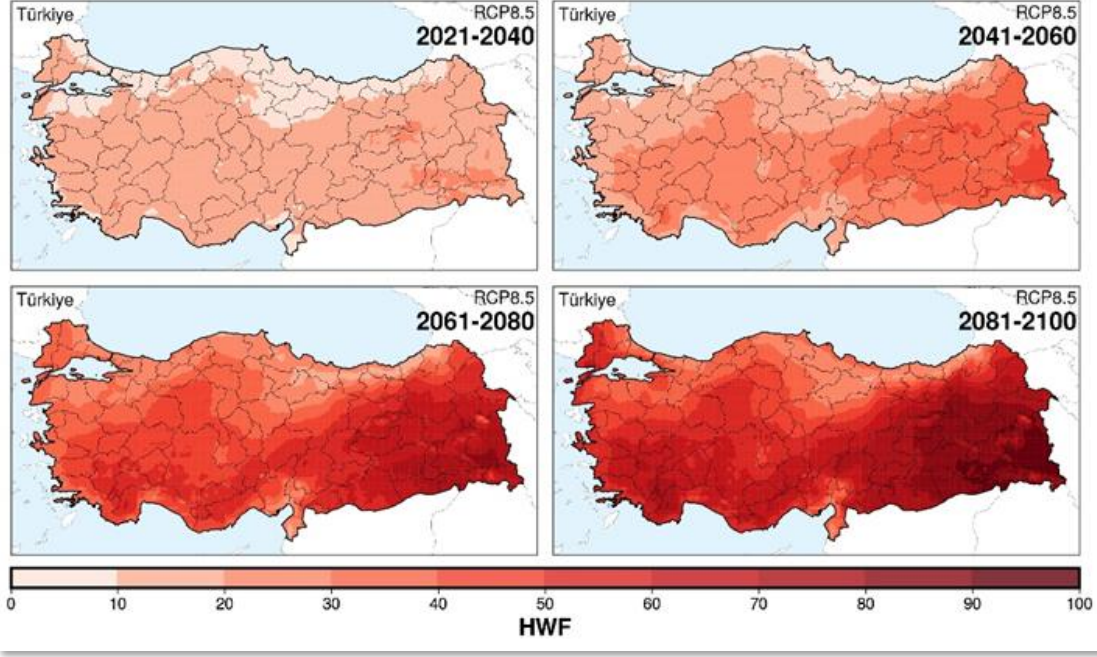


Şekil 23 - Mevcut Dönem Sıcak Hava Dalga Frekansı (gün)

Referans dönemine göre gelecek dönem değişimleri ise RCP4.5 ve RCP8.5 senaryoları için Şekil 24'te verilmiştir. Gelecek dönemdeki değişimlere bakıldığında her iki emisyon senaryosu da sıcak hava dalga olaylarının sıcaklık artışlarına da paralel olarak en fazla 21. yüzyılın son 20-yıllık periyodunda yaşanacağına işaret etmektedir. Sıcak hava dalga frekansındaki değişimin en fazla RCP8.5 senaryosunda olacağı ve bu değişimin yüzyılın son periyodunda ilk periyoduna göre neredeyse 5 kat artacağı tahmin edilmektedir. Güney Ege ve Akdeniz Bölgeleri üzerinde de özellikle 2060'lar itibariyle sıcak hava dalgalarının görüldüğü toplam gün sayısında her iki senaryoya göre yaklaşık 60 günlük artış öngörülmektedir.

a)

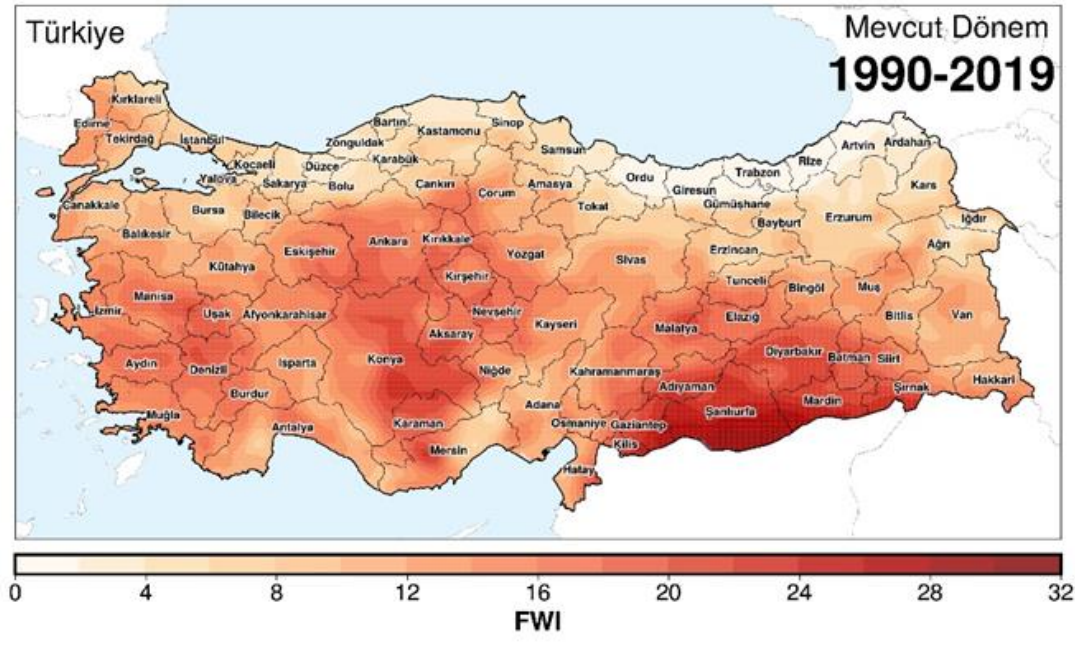




b)

Şekil 24 - Referans Dönemine göre a) RCP4.5 Senaryosu ile b) RCP8.5 Senaryosu için Gelecek Dönem HWF Değişimleri

Orman yangını tehlikesi için yangına elverişli havayı temsil eden Kanada Yangın Hava İndisi (FWI) hesaplanmış olup mevcut dönem için FWI indisinin ortalama değerlerinin alansal dağılımı Şekil 25'te verilmiştir. Mevcut dönemde Karadeniz Bölgesi'nin düşük riskli yangın sınıfında olduğu, Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nin ise yüksek riskli olarak ön plana çıktığı görülmektedir. Ege, Marmara ve Doğu Anadolu Bölgeleri ise orta-düşük riskli yangın sınıflarına girmektedir

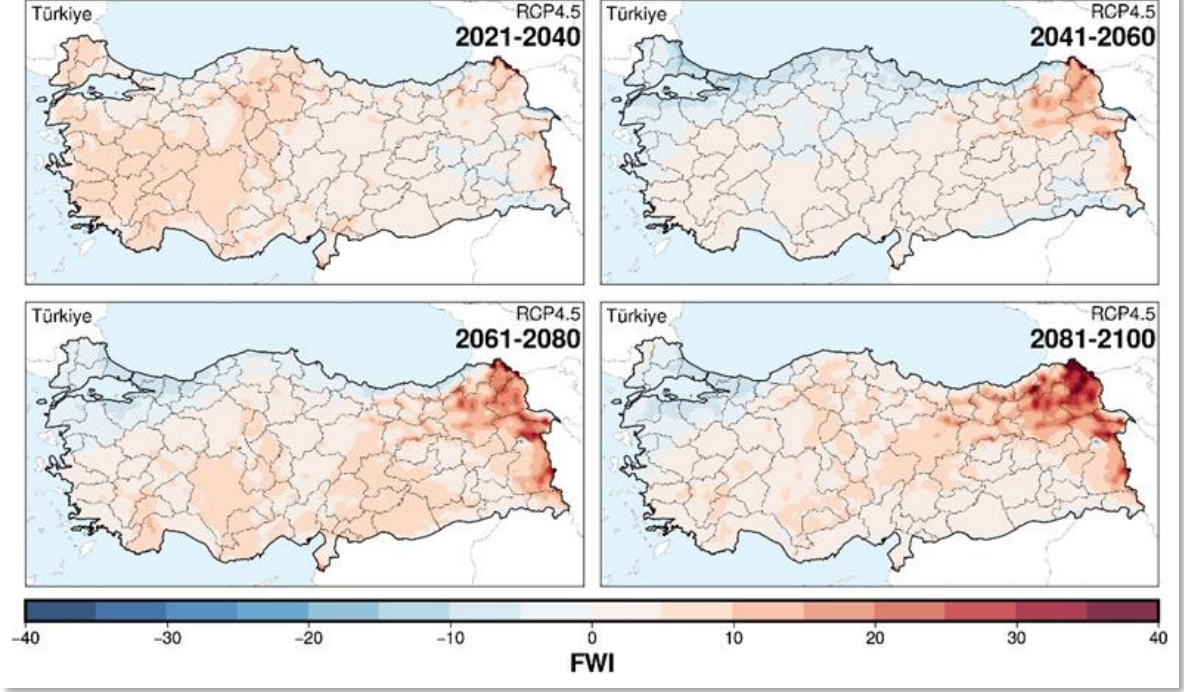


Şekil 25. Mevcut Dönem Orman Yangın Hava İndisi

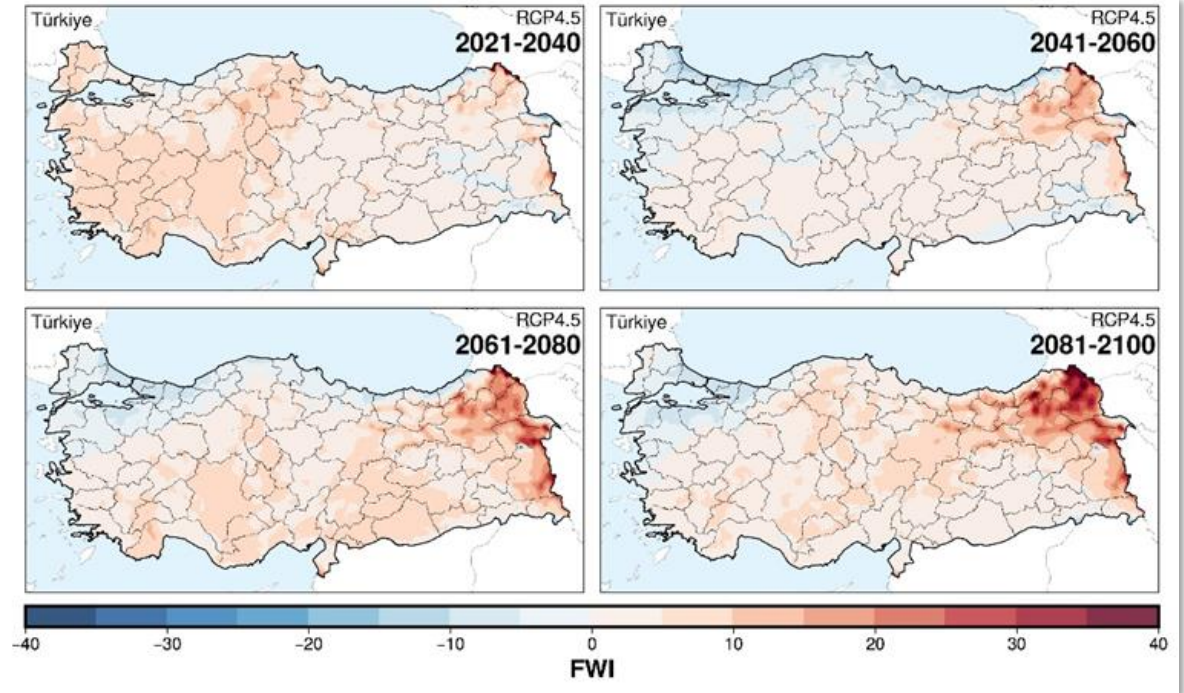
Referans dönemine göre gelecek dönem yüzde değişimleri ise RCP4.5 ve RCP8.5 senaryoları için Şekil 26'da verilmiştir. RCP4.5 senaryosuna göre gelecek yüz yıllık dönemde Türkiye genelinde yaklaşık +/- yüzde 20

değişim beklenmektedir. Özellikle Akdeniz Bölgesi'ndeki Antalya ve Burdur illeri ile İç Anadolu Bölgesi'ndeki Çankırı ve Çorum illerinde yangın riski yüksek olan hava koşullarının yüzde 30 artacağı tahmin edilmektedir. Mevcut Dönemde yangın riski yüksek olan Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde ise gelecek yüzyıl sonunda değişim miktarının yüzde 20 artış eğiliminde olacağı öngörülmektedir.

a)



b)



Şekil 26 - Referans Dönemine göre a) RCP4.5 Senaryosu ile b) RCP8.5 Senaryosu için Gelecek Dönem FWI Değişimleri

4.3.4. Su Kaynakları Yönetimi

Dünyada nüfus artışına bağlı olarak su kaynakları üzerindeki baskı, kuraklık ve su kıtlığı, su kirliliği, sucul ekosistemlerin bozulması, hatalı uygulamalarla etkisi daha da artan sel ve taşkınlar, su kullanıcıları arasındaki artan rekabet iklim değişikliğinin de etkisiyle artmıştır.

Türkiye’de 2010 yılından itibaren entegre su kaynakları yönetimi yaklaşımını esas alan havza ölçekli yönetim planları (havza koruma eylem planı, havza su tahsis planı, nehir havza yönetim planı, taşkın yönetim planı, kuraklık yönetim planı) hazırlanmaktadır.

AB aday ülkesi konumunda olan Türkiye AB Su Çerçeve Direktifine büyük ölçüde uyum sağlamış olup yerüstü ve yeraltı sularında su kaynaklarının korunması, geliştirilmesi ve kalitedeki kötüye gidişin engellenerek tüm su kütlelerinde iyi duruma ulaşılması amacıyla havza esaslı yönetimin benimsenmesiyle su ile ilgili her türlü strateji ve politikalara ilişkin temel çerçevenin çizilmesi için çalışmalar yürütülmektedir.

Sürdürülebilir su kaynakları yönetiminin sağlanabilmesi için aşağıda yer alan stratejik çerçeve izlenecektir.

4.3.4.1. 2053 Yılı Uyum Hedefleri Kapsamında Su Kaynakları Yönetimi Stratejileri

Strateji 1. Su Kaynakları Yönetiminin Güçlendirilmesi

Havza esaslı yönetimin sağlanması amacıyla oluşturulan havza ölçekli yönetim planlarının hazırlanması, uygulanması ve takibi için ülke, havza ve il düzeyinde oluşturulan kurullar, katılımcı bir yaklaşım anlayışıyla güçlendirilecektir. Uzun vadede havza ve kent ölçekli yönetim planları tamamlanacak, periyodik olarak güncellenecek, hazırlanan tüm planlarda yer alan eylemlerin uygulamalarının takibine yönelik izleme ve değerlendirme mekanizmaları güçlendirilecek[69], yatırımlara yönelik finansman imkânları artırılacak ve mevzuat güncellenecektir.

Su Kanunu ile suyun hukuki niteliğinin netleştirilecek, havza yönetim planları hazırlanacak; tahsislerin tek elden yapılması, kaynaklarının korunması, iyileştirilmesi, geliştirilmesi ve verimli kullanılması; kirliliğinin önlenmesiyle, sürdürülebilir su yönetiminin sağlanacaktır.

Taşkın Kanunu ile taşkınların, can ve mal güvenliği, çevresel, sosyal ve ekonomik faaliyetler üzerindeki olumsuz etkilerinin azaltılması, ilgili kurumların sorumluluk sınırlarının belirlenmesi, uygulama birlikteliği ile eş güdüm ve kamu kaynaklarının verimli kullanılması için gerekli düzenlemelerin yapılması sağlanacaktır. Taşkın tahmini ve erken uyarı sistemlerinin yaygınlaştırılması ile kayıp ve zarara neden olan taşkınların etkilerinin en aza indirilmesi sağlanacaktır.

Etkin taşkın yönetimiyle yaşam alanlarının güvenliği artırılacak, akarsu ve dere yataklarına yapılan müdahaleler engellenecek, kriz yönetimi yerine risk yönetimi yaklaşımı yerleşik hale getirilecektir.

Strateji 2. Su Bilgi Sisteminin Güçlendirilmesi

Uzun vadede yerüstü ve yeraltı su kaynaklarının miktar, kalite ve sektörel su tüketimlerine ilişkin tüm izleme noktalarının belirlenmesi, izleme sistemlerinin kurulması, toplanan bu verilerin Ulusal Su Bilgi Sistemi (USBS)’ne aktarılması ve paylaşılması için gerekli yasal, idari ve teknik düzenleme yapılacaktır[70].

Veri toplama, iletimi, depolama ve veri paylaşımında uzaktan izleme ve uzaktan algılama sistemleri dâhil gelişmiş teknolojiler kullanılacaktır.

Strateji 3. Su Kaynaklarının Korunması

İklim değişikliğinden en çok etkilenecek bölgelerden biri olan Akdeniz Havzası'nda yer alan Ülkemizde, iklim değişikliği, artan nüfus ve nüfusun oluşturduğu kirliliğin, su kaynaklarının kalitesi ve miktarında meydana getirmesi muhtemel sorunları ile mücadele etmek ve gerekli tedbirleri belirlemek amacıyla risk yönetimi esasında su kalitesi ve miktarına bütüncül bir yaklaşım (tüm iç sular ile kıyı ve geçiş sularını kapsayan) ile ele alınarak; teknik-ekonomik-ekolojik yaklaşıma dayalı güncel bilimsel gelişmeler ile modellemeleri dikkate alan "havza ölçeğinde" yönetim yaklaşımı benimsenmiştir.

Türkiye'deki 25 nehir havzasının tamamında havza ölçeğinde, denizler hariç, kıyı suları dâhil olmak üzere, tüm yerüstü ve yeraltı sularının bütüncül bir yaklaşımla korunması ve su kaynaklarının kalite ve miktar açısından sürdürülebilir yönetiminin sağlanmasına yönelik Nehir Havza Yönetim Planları hazırlanacaktır.

İçme-kullanma suyu, çevre, tarım, hayvancılık, sanayi ve enerji başta olmak üzere her sektörün gelişim projeksiyonlarına göre su ihtiyacının analiz edilerek sürdürülebilir bir şekilde karşılanması maksadıyla havza bazında Sektörel Su Tahsis Planları hazırlanacaktır. İçme-kullanma suyu temin edilen veya edilmesi planlanan yerüstü ve yeraltı su havzalarının korunması, kirlenmesinin önlenmesi, kirlenen suların iyileştirilmesi ve sürdürülebilir kullanımının sağlanması amacıyla ilgili havzaya özgü hükümleri tanımlayan içme-kullanma suyu havzası koruma planı çalışmaları sürdürülecektir.

İçme-kullanma suyunun temin edildiği yerüstü ve yeraltı su kütlesini ve beslenme alanını, buradaki içme suyu temin ve dağıtım sisteminin bütününde su kalitesi ve miktarını olumsuz etkileyebilecek veya sistemin verimli bir şekilde çalışmasını engelleyebilecek tehlikelerin belirlenmesi, uygun bir risk analizi yöntemiyle tehlikelerin önceliklendirilerek gerekli tedbirlerin alınması, uygulanması ve etkili olup olmadığının izlenmesini kapsayan İçme Suyu Güvenliği Planları hazırlanacaktır.

Kuraklığa karşı hazırlıklı olunması ve kuraklık risklerinin olumsuz etkilerinin asgari düzeye indirilmesi amacıyla 25 nehir havzasında Kuraklık Yönetim Planları hazırlanmıştır. Söz konusu Planlarda belirlenmiş olan tedbirlerin uygulanmasına ve takibine yönelik çalışmalara devam edilecektir. Su kaynaklarının korunması ve sürdürülebilir yönetimi için kuraklığın önceden tespit edilmesi büyük önem taşımaktadır. Bu amaçla, Kuraklık Tahmini ve Erken Uyarı Sistemleri yaygınlaştırılacaktır.

Strateji 4. Su Verimliliğine Yönelik Yenilikçi Yaklaşımların Geliştirilmesi

Değişen iklime uyum sağlanması, su kaynaklarının korunması ve sürdürülebilir yönetiminin sağlanması maksadıyla yürütülen "Su Verimliliği Seferberliği" kapsamında kentsel, tarımsal ve endüstriyel kullanımlar başta olmak üzere yüksek su tüketimine sahip sektörlerde suyun verimli ve sürdürülebilir şekilde kullanılmasına yönelik çalışmalar sürdürülecektir.

Değişen İklim Uyum Çerçevesinde Su Verimliliği Strateji Belgesi ve Eylem Planı (2023-2033) kapsamında sektörel su verimliliği stratejilerinin ve eylemlerinin hayata geçirilmesine yönelik paydaş kurum ve kuruluşlara yönelik iş birliği, takip ve yönlendirme çalışmaları sürdürülecektir.

Kentlerde su kayıplarının azaltılması, varlık ve basınç yönetimi sızıntılarını gerçek zamanlı olarak tespit etmek için akıllı sayaçlar, sızıntı tespit sensörleri ve uzaktan algılama sistemleri gibi yenilikçi teknolojiler kullanımı, bölgesel ölçüm alanlarının oluşturulması, gece debisinin ölçülmesi gibi uygulamalarla bütün belediyelerde su kayıp oranı 2033 yılına kadar yüzde 25 seviyesine düşürülecektir.[55] Kişi başı günlük ortalama su tüketimi 2030 yılına kadar 120 litreye, 2050 yılına kadar 100 litreye düşürülmesi için eğitim ve farkındalık çalışmaları yürütülecektir. Tarımsal su kullanım verimliliğini artıran uygulamaların yaygınlaştırılmasıyla sulama randımanını 2030 yılına kadar yüzde 60, 2050 yılına kadar yüzde 65 seviyesine yükseltmek için çalışmalar yapılacaktır.

Yağmur suyu hasadı, kurakçıl peyzaj uygulamaları, yapay sulak alanlar, yeşil çatı, geçirgen kaldırım, mavi-yeşil altyapı gibi doğa temelli çözümler ile iklime dirençli şehir altyapısının oluşturulması adına benzeri destekleyici çalışmalar yapılacaktır.

Sanayide tekstil, gıda, kimya ve makine sektörleri gibi yoğun su tüketimi gerçekleştiren üretim alanlarında suyun verimli ve döngüsel kullanımına yönelik uygulamaların yaygınlaştırılması, mevcut en iyi tekniklerin ve yenilikçi teknolojilerin uygulanmasıyla yüzde 50'ye varan oranlarda su verimliliği sağlanması için çalışmalar yürütülecektir.[56].

Tarımda su kaynaklarının verimli kullanılması ve sulama randımanının 2030 yılına kadar yüzde 60, 2050 yılına kadar ise yüzde 65 seviyesine yükseltilmesi adına, su varlığına uygun tarımsal üretim planlaması, modern sulama yöntemlerinin ve suyun etkin kullanılmasını sağlayacak tarım tekniklerinin kullanımının desteklenmesi, ölçüm, uzaktan izleme ve kontrol sistemlerinin (SCADA) kullanımının yaygınlaştırılması, tarımdan dönen suların ve arıtılmış kentsel atıksuların tarımda kullanılması sağlanacaktır. Suyun

kaynağından son kullanıcıya ulaşmasına kadar olan sürecin en etkin ve verimli bir şekilde yönetilmesi için uçtan uca modern su yönetim sistemlerini içeren Akıllı Su Yönetim Sistemine geçilecektir.

Tüm sektörlerde su verimliliğini destekleyen malzeme, ekipman ve sistemlerin, teknolojilerin, uygulamaların yaygınlaştırılması teşvik edilecektir. Yağmur suyu hasadı, gri suyun kullanımı gibi alternatif su kaynakları kullanımı yaygınlaştırılarak kullanılan suların geri kazanımı ve yeniden kullanımı desteklenecektir [56].

Su kullanımına ilişkin mevcut durumun tespiti ile suyun verimli kullanılmasını sağlayacak tedbirlerin belirlenmesi, uygulanması, izlenmesi, raporlanması süreçlerinin tamamını içerecek Su Verimliliği Bilgi Sistemi kurulacaktır.

Strateji 5. Eğitim, Bilinçlendirme, Kapasite Geliştirme ve Ar-Ge Çalışmalarının Güçlendirilmesi

Su verimliliği kültürünün oluşturulması ve toplumsal farkındalığın geliştirilmesi adına çalışmalar artıracak; eğitim, farkındalık ve gönüllülük çalışmaları için kapasite, teknoloji ve gerekli kaynaklara yönelik uygulama araçları belirlenecektir. Suyun verimli kullanımına ilişkin kamu bilinci oluşturulması konusunda kamu kurumları, üniversiteler, STK'lar ve özel sektör ile işbirliği sağlanacaktır. Su kullanım verimliliğinin artırılmasına yönelik araştırma ve geliştirme faaliyetleri desteklenecektir. Çiftçilere, tarımsal üretimde toprak neminin korunması ve suyun verimli kullanılması için caydırıcı ve özendirici çalışmalar artırılabilecektir.

4.3.5. Ulaştırma Sektörü

Ulaştırma, iklim değişikliğinden kaynaklı tehlikelerden en fazla etkilenen sektörlerden biridir. Şiddetli yağışlar sonucu oluşan sel ve taşkınlar, fırtına ve şiddetli rüzgâr gibi aşırı hava olayları, ayrıca sıcak hava dalgaları ve yangınlar ulaştırma altyapıları üzerinde ciddi zararlara neden olmaktadır.

İklim tehlikeleri esnasında acil yardım, müdahale ve tahliye açısından da ulaştırma sektörü hayati öneme sahiptir. Ulaştırma sektörünün iklim değişikliği kaynaklı afetlerden olumsuz etkilenmesi afet ve acil durum yönetim kapasitesinin artırılmasını gerektirmektedir. Bu nedenle ulaştırma sektöründe azaltım stratejileri kadar, iklim değişikliğine uyum stratejilerinin de geliştirilmesi elzemdir.

Kentsel ulaşımında toplu taşıma sistemlerinin, bisiklet ve yaya yollarının başlıca iklim tehlikeleri olan şiddetli yağış ile sıcak hava dalgalarından en az etkilenen biçimde iklime uyumlu olması, bu tür ulaşım seçeneklerinin kullanımını yaygınlaştırmada önemli etkiye sahiptir.

Kentsel raylı sistemlerin sera gazı azaltım hedefini sağlamadaki kritik rolü gereği de bu altyapılar dirençliliği sağlanarak iklim tehlikelerinden korunmalıdır. Zemin altına inşa edilen bu kentsel ulaşım altyapıları, özellikle yoğun yağışlar ve sel riskine karşı savunmasızdır. Bu nedenle, su baskınlarını önlemek amacıyla etkin drenaj sistemlerinin tasarımı ve suyun güvenli şekilde tahliye edilmesi, bu tür altyapıların iklim tehlikelerine karşı dirençliliğini artırmada büyük önem taşımaktadır. Temiz enerjiye geçişte önemi olan elektrikli araçların yaygınlaşması konusunda da bu araçlara yönelik şarj ve benzeri altyapıların iklim tehlikelerinden korunması ve dirençliliğinin sağlanması gerekmektedir.

4.3.5.1. 2053 Yılı Uyum Hedefleri Kapsamında Ulaştırma Sektörü Stratejileri

Strateji 1. Kritik altyapıların dirençliliğinin artırılması

İklim projeksiyonları doğrultusunda ülkemizdeki kritik ulaşım altyapıları maruziyet düzeyine, kullanım yoğunluğuna ve bulunduğu bölge özelliklerine göre önceliklendirilerek teknolojik müdahaleler ve mühendislik çözümleriyle iklim değişikliği tehlikelerine karşı daha hazır ve dirençli hale getirilecektir. Bu altyapıların uyması gereken tasarım kriterleri ve teknik şartnameler iklim değişikliği kaynaklı ilave yüklerle ve kapasite ihtiyaçlarına göre uygun kriterlerle güncellenecektir.

Demiryollarının en fazla etkilendiği şiddetli yağışlardan kaynaklı sel ve taşkınlara karşı dirençliliği artırılabilecektir. YHT ve HT konvansiyonel hatlarda geleceğe yönelik iklim projeksiyonları doğrultusunda gerekli görülen yerlerde koruyucu bariyer ve siperler yapılarak önlem alınacaktır. Denizcilik alanında kullanım yoğunluğu veya etkilenebilirliği dikkate alınarak limanlarda sel, taşkın, şiddetli rüzgâr ve fırtına risklerine karşı önlemler alınacak; ülke genelinde yurt içi ve yurt dışı feribot seferlerinde kullanılan araç

teknik aksamına yönelik değerlendirme yapılarak iklim dirençliliği artırılabacaktır. Havalimanlarında şiddetli yağışlar ile rüzgâr ve fırtına risklerine karşı altyapı önlemleri alınacaktır.

Kentsel ulaşım altyapılarının dirençliliği artırılabacaktır. Bu doğrultuda, şiddetli yağış tehlikesine karşı taşıt ve yaya yollarındaki akarsu geçişlerine ilave yapısal elemanlar inşa edilecek ve katlı kavşaklara tahliye pompaları yerleştirilecektir. Taşıt yollarında drenaj sistemleri iyileştirilecek, sıcak hava dalgalarına karşı dirençli malzeme kullanımı teşvik edilerek kentsel ulaşım altyapılarının dirençliliği artırılabacaktır. Kıyı kentlerinde ise yolların fırtına ve deniz dalgalarından korunmasını sağlamak için koruyucu bariyer ve siper önlemleri hayata geçirilecektir. Ayrıca, metro, hafif raylı sistem ve tramvay gibi kentsel raylı sistemlerin her türlü iklim değişikliği etkisine karşı dirençli hale getirilmesi sağlanacaktır. Sürdürülebilir ve temiz enerjiye geçiş kapsamında elektrikli taşıtlar için şarj istasyonlarının da iklim değişikliği etkilerine karşı dirençli olacak şekilde uyarlanması sağlanacaktır.

Aşırı hava olaylarına karşı yolların güvenliğini artırmak amacıyla heyelan, çığ, kaya düşmesi, yol altı dolgu malzemesinin aşınması ve tünel girişlerinin zarar görmesi gibi risklere karşı koruyucu tedbirler hayata geçirilecektir. Bu kapsamda, kütle hareketlerine karşı bariyer ve ağ sistemlerinin kurulması, yol alt yapısının güçlendirilmesi ve aşınmaya karşı dirençli malzemelerin kullanılması sağlanacaktır. Ayrıca, tünel girişlerinde olası zararları önlemek amacıyla güçlendirme çalışmaları yapılacak ve bu bölgelerdeki drenaj sistemleri iyileştirilecektir.

Strateji 2. Etkilenebilirlik düzeyinin azaltılarak taşımacılık ve yolcu sağlığının güvence altına alınması

İklim tehlikelerinin etkisini azaltarak yolcuların ve taşıma faaliyetinin etkilenebilirlik düzeyini düşürmek için çeşitli mühendislik önlemlerinin yanı sıra doğa-temelli “yeşil” önlemler ile yolcu sağlığı güvence altına alınacak, taşımacılıkta kesintisiz hizmet sunumu sağlanacaktır.

Kentsel yerleşimlerde, yol stabilizasyon şartlarını olumsuz etkilememesi koşuluyla yol, kaldırım, meydan ve otoparkların sert zeminlerinde geçirgenliği yüksek kaplama malzemesi kullanılacaktır.

Sıcak hava dalgalarından korunmak için taşıt, yaya ve bisiklet yolları için ağaçlıklı ve korunaklı yollar yapılacaktır. Bisiklet ve yaya yollarında bekleme yapılabilecek kesişim ve geçitler ile toplu taşıma duraklarında doğal peyzaj öğeleri ve yeşil çatı özelliği de barındıran malzemelerle korunaklı ve gölgeli alanlar oluşturulacaktır.

Strateji 3. Afet ve acil durumlarda erişilebilirlik ve tahliye olanaklarının geliştirilmesi ve müdahale kapasitesinin artırılması

İklim değişikliği kaynaklı afetler esnasında afet ve acil durum yönetim ve müdahale kapasitesinin artırılması için çeşitli ulaşım türlerine altyapı imkanı sunan, esnek bir ulaşım sistemi ve bu doğrultuda çok-modlu taşımacılığın hayata geçirilmesi sağlanacaktır.

Kentlerde ulaşım modlarında çeşitlilik ve modlar arası entegrasyon olanaklarının geliştirilmesiyle acil durumlarda müdahale ve tahliye kapasitesi artırılabacak; acil durum trafik yönetimi etkin ve etkili kılınacaktır.

Kırılgan grupların (engelliler, yaşlılar, çocuklar, hamile kadınlar) afet durumunda tahliyesine yönelik ulaşım altyapısı uygun hale getirilecek, erken uyarı sistemlerinin tüm kullanıcı grupları için anlaşılabilir şekilde tasarlanması sağlanacaktır. İklim tehlikeleri içinde özellikle sıcak hava dalgaları karşısında görece daha sağlıklı bir ulaşım olanağı ve yüksek hizmet düzeyi sağlayan raylı sistemler (kentsel ulaşım talep tahminleri ile desteklenerek ve gerekçelendirilerek) planlanacak ve hayata geçirilecektir.

Raylı sistemlerin yanı sıra kentsel ulaşımında acil durumda hızlı ve etkin bir alternatif olarak tahsisli otobüs yolları ve otobüs şeritleri türü uygulamaları yaygınlaştırılacaktır. Tüm kentlerde bisikletli ulaşım altyapısı geliştirilecek ve toplu taşıma ile bütünleştirilecek; ayrıca otomobil ile toplu taşımanın bütünleşmesi de sağlanacaktır.

Deniz kıyısındaki yerleşimlerde kentsel ulaşım kapsamında deniz ulaşımı alternatifleri geliştirilecektir. Deniz ulaşımı ile karasal toplu taşıma sistemi ve mikromobilité ulaşım olarak bisiklet ve e-scooter gibi sistemler bütünleştirilecektir.

Ulaşım ve iletişim altyapıları dikkate alınarak iklim tehlikelerine yönelik erken uyarı ve bilgilendirme sistemleri geliştirilecek; uzun (15 günlük) orta (haftalık) ve kısa vadeli (günlük/saatlik) hava tahminleri ile her türlü iklim tehlikesine yönelik olarak erken uyarı ve bilgi sistemi farklılaştırılacaktır.

Erken uyarı kapasitesinin geliştirilmesi sürecinde, kritik ulaşım güzergâhlarında rüzgâr ve diğer iklim sensörlerinin yaygınlaştırılması sağlanacaktır.

Erken uyarı ve bilgilendirme açısından Akıllı Şehir Uygulamaları ve Akıllı Ulaşım Sistemleri de önemli araçlardır. Yolculuk güzergâhı ve opsiyonlarına ilişkin uygulamalar, iklim tehlikelerini ve acil durum bilgilendirmelerini içerecek biçimde, yolculuk taleplerini yönlendirecek özellikler ile geliştirilecektir.

4.3.6. Biyolojik Çeşitlilik ve Ekosistem Hizmetleri

Türkiye, Avrupa-Sibirya, Akdeniz ve İran-Turan olarak isimlendirilen üç fitocoğrafya bölgesine sahip olması, iki kıta arasında köprü görevi sağlaması ve iklimsel ve coğrafik özelliklerin kısa aralıklarla değişmesi nedeninin bir sonucu olarak orman, dağ, step, sulak alan, kıyı ve deniz ekosistemlerine, bu ekosistemlerin farklı form ve kombinasyonlarıyla birlikte zengin bir biyolojik çeşitliliğe sahiptir. Ayrıca Türkiye, ekosistem çeşitliliğiyle oldukça geniş bir tür zenginliğine ev sahipliği yapmaktadır. Bunun yanında Türkiye'deki ekosistemler gıda, su, odun hammaddesi gibi çok sayıda hizmet üretmektedir. Ayrıca karbon depolama, iklim düzenleme gibi destekleyici ekosistem hizmetleri ile turizm, rekreasyon, yaylacılık gibi kültürel ekosistem hizmetleri ile topluma katkı sağlamaktadır.

Biyolojik Çeşitlilik ve Ekosistem Hizmetleri ile iklim değişikliği arasında güçlü bağlantılar vardır. Biyolojik çeşitlilik, iklim değişikliğine karşı doğal bir tampon görevi görürken; iklim değişikliği de biyolojik çeşitliliği ve ekosistemlerin sağladığı hizmetleri tehdit etmektedir.

Bu nedenle biyolojik çeşitlilik ve ekosistem hizmetleri, iklim değişikliği ile mücadelede hayati bir rol oynar. Buna göre, iklim değişikliğiyle mücadelede biyolojik çeşitliliği korumak, sürdürülebilir çevre ve insan refahı için önem arz etmektedir.

Bu çerçevede, korunan alanların ülkemizin de taraf olduğu başta Biyolojik Çeşitlilik Sözleşmesi ile ulusal ve uluslararası taahhütler doğrultusunda koruma statüsü altında korunması ve sayılarının hedeflenen oranda artırılmasına yönelik çalışmalar ekosistem temelli bilimsel çalışmalar temelinde yürütülmektedir.

Bu doğrultuda; biyolojik çeşitlilik kaybını azaltmak, iklim değişikliğinin etkileri ile mücadele etmek, koruma kullanma dengesi gözetilerek ekosistem hizmetlerinden küresel ve yerel düzeyde fayda sağlamak için önemli karbon yutak alanları olan korunan alanların sayısı her geçen gün artırılarak ülke yüzölçümünün %12,87'sine ulaşmış bulunmaktadır.

Türkiye'nin 2053 yılındaki nüfusunun yaklaşık 94 milyona ulaşacağı öngörülmektedir [71]. Bu nüfusun barınma, gelir, gıda ve su ihtiyaçları ekosistemler üzerinde baskı yapabilecektir. Arazi kullanım değişikliği önemli bir emisyon kaynağıdır ve yılda 2,5 milyon ton CO₂ emisyonuna yol açmaktadır[24].

4.3.6.1. 2053 Yılı Uyum Hedefleri Kapsamında Biyolojik Çeşitlilik ve Ekosistem Hizmetleri Stratejileri

Strateji 1. Biyolojik çeşitlilik ve ekosistem hizmetlerini tehdit eden, habitat parçalanması ve değişikliği, kirlilik, aşırı kullanım gibi faktörlerin baskısının azaltılması

İklim değişikliğinin başta orman ekosistemleri olmak üzere tüm ekosistemleri olumsuz etkileyeceği öngörülmektedir. Bunlar arasında orman ve sazlık yangınlarında artış, ormanlarda fırtına zararları nedeniyle ağaç devrikleri, zararlı üremesinin sıcaklıklarla birlikte artmasıyla orman ve tarım ekosistemlerinde biyokütle kayıpları da gerçekleşebilecektir. Ormanların bakımı, gençleştirilmesi, yangınlardan korunması gibi hususlar ile birlikte orman ürünleri sektörü de dikkate alınarak sürdürülebilir orman yönetimi çerçevesinde, döngüsel biyo- ekonomiye geçiş ile birlikte optimum odun hammaddesi üretim düzeyinin belirlenmesi planlanmaktadır.

Strateji 2. Korunan alan miktarının artırılması, yutak alanların genişletilmesi ve ekosistemlerin restorasyonu

Birleşmiş Milletler Biyoçeşitlilik Sözleşmesinin “Kara, İç Sular ve Deniz Alanlarının %30'unun Korunması” hedefine 2030 yılına kadar ulaşmak amacıyla potansiyel doğal sit alanları Ekolojik Temelli Bilimsel Araştırma Projeleri ve Özel Çevre Koruma bölgelerinin artırılmasına yönelik çalışmalar sürdürülecektir. Bu kapsamda, ekosistemlerin sürdürülebilir yönetimi sağlanacak, denizel ve karasal korunan alan miktarı artırılacak ve ekosistemler restore edilecektir.

Ülkemizin Ulusal Arazi Tahribatını Dengeleme Hedefleri kapsamında; koruma (engellemeye yönelik planlama ve yönetim faaliyetleri), yönetim (arazi tahribatını azaltmaya yönelik sürdürülebilir arazi yönetimi (SAY), sürdürülebilir orman yönetimi (SOY) vb), onarım (tahribatı tersine çevirmeye yönelik restorasyon ve rehabilitasyon) faaliyetlerine ve çölleşme, arazi tahribatı açısından duyarlı alanları belirlemeye yönelik izleme sistemlerinin geliştirilmesine, toprak organik karbonunu artırmaya yönelik faaliyetlere ve iklim değişikliğine arazi bazlı uyum sağlamaya yönelik Havza Bazlı Çölleşmeyle Mücadele Eylem Planları oluşturulacaktır.

4.3.7. Enerji Sektörü

Enerji sektöründeki uyum stratejilerinin birincil amacı, enerji arzını garanti altına almak zaman ve mekân boyunca üretim ve tüketimi dengelemektir.

Sıcaklık ve yağış rejimlerindeki değişimler sonucunda meydana gelen aşırı iklim olayları, nehir akışı ve ekosistemlerde değişikliklere neden olmakta ve enerji sektöründe hasarlar ve aksamalara sebep olabilmektedir. Enerji sektöründeki altyapıların iklim değişikliğinin etkilerine karşı dirençliliğinin artırılmasına yönelik uyum stratejileri aşağıda yer almaktadır.

4.3.7.1. 2053 Yılı Uyum Hedefleri Kapsamında Enerji Sektörü Stratejileri

Strateji 1. Elektrik enerji sistemlerinde iklim değişikliğine uyumun gözetilmesi

Barajı veya su depolama havzası olmayan HES'ler sel ve erozyona karşı daha savunmasız olduklarından selin olumsuz etkilerine karşı çeşitli deşarj sistemleri ve alternatif yollar planlanacak ve uygulamaya geçilecektir.

Aşırı hava olayları nedeniyle iletim sistemi ekipmanlarının iyileştirilmesine yönelik hatların açık alanlar veya yollar boyunca yeniden yönlendirilmesi, bitki örtüsünün düzenli olarak güvenli mesafeye kadar tutulması ve fırtına/kasırğa tahmin ve önlem araçlarının geliştirilmesi sağlanacaktır. Uygun yerlerde kablolar yer altına yerleştirilecektir.

4.3.8. İmalat Sanayii Sektörü

İmalat sanayiinde mevcut üretim teknikleriyle net sıfır emisyon hedeflerine ulaşmanın mümkün olmamasının sanayide yapısal dönüşümü zorunlu hale getirmesinin yanında imalat sanayiinin ekonomideki lokomotif rolü nedeniyle iklim değişikliği kaynaklı yaşanabilecek olumsuzlukların tüm ekonomiye yansiyacak olması bu sektörde uyum faaliyetlerine öncelik verilmesini gerektirmektedir. Sanayi sektöründe iklim değişikliğinin etkilerine uyum sağlamak hem sektörün sürdürülebilirliğine hem de sürdürülebilir kalkınmaya önemli katkıda bulunacaktır.

Şiddetli yağış ve kuraklık imalat sanayii sektörü için önemli tehlikeler olarak ön plana çıkmaktadır. Bu tehlikelerin olumsuz etkilerinin en aza indirilmesi amacıyla sanayi tesislerinin iklim tehlikeleri açısından incelenmesi ve sanayi altyapısının güçlendirilmesi önemlidir. İmalat sanayii altyapısının iklim değişikliğine dirençli hale getirilmesi için yenilikçi teknolojiler ve uygulamaların benimsenmesi gerekmektedir.

4.3.8.1. 2053 Yılı Uyum Hedefleri Kapsamında İmalat Sanayii Sektörü Stratejileri

Strateji 1. İmalat sanayii sektöründe daha yüksek teknoloji ve iklim dostu ürünlerin imalatına geçilmesi ile etkilenebilirlik azalırken uyum kapasitesinin artması

Hammadde seçimi ve kullanımı, teknoloji ve kuruluş yeri seçimi ile enerji ve lojistik planlaması sanayi sektörünün uyum kapasitesinin güçlendirilmesinde kritik önemdedir. İklim değişikliğinin etkilerine uyum

bağlamında, imalat sanayii sektörünün teknolojik düzeyi yüksek, üretim ve kullanım aşamasında karbon yoğunluğu düşük ürünlere doğru yapısal dönüşüm geçirmesi ile uyum kapasitesinin artırılması hedeflenmektedir.

Strateji 2. Stratejik, büyük ölçekli ve büyük endüstriyel kaza riski altındaki tesisler öncelikli olmak üzere üretim tesislerini afetlerden korumaya yönelik planlamaların yapılması

Erken uyarı ve tahmin sistemleri oluşturmak üretim tesislerini ve altyapıyı iklim değişikliği risklerine karşı dayanıklı hale getirmek açısından önem arz etmektedir. Ayrıca iş kesintilerini ve beraberindeki ekonomik kayıpları en aza indirmek için iklim değişikliğinin aşırı hava olaylarının şiddeti ve sıklığı üzerindeki olası etkisini hesaba katarak süreçlerin planlanması yapılarak kayıp ve zararlar asgari düzeye indirilecektir.

Strateji 3. İmalat sanayiindeki gönüllü girişimler, sektör temsilcisi kuruluşlar ve meslek kuruluşları yoluyla uyum kapasitesinin güçlendirilmesi

Sanayi işletmelerinin iklim değişikliğinin etkilerine yönelik uyum kapasitesinin güçlendirilmesi ve bunu sürdürmesi önemli ölçüde finansal kaynak ve kurumsal kapasite gerekmektedir. Sanayi sektöründe yeşil satın alımın yaygınlaştırılması sağlanacak Sektörel STK'ların, meslek kuruluşlarının ve Sanayi Odalarının, OSB yönetimleri gibi kuruluşların teknoloji bazlı uyum çözümlerinin tanıtılması ve yaygınlaştırılmasında öncü rol oynamasına ilişkin çalışmalar yürütülecektir.

Uyum öğeleri zorunlu ve gönüllü sürdürülebilirlik raporlamalarına dâhil edilecek, uyuma yönelik sektörel veri tabanı geliştirilecek, izleme ve raporlama kapasitesi geliştirilerek uyum süreci yakından takip edilecektir.

Strateji 4. KOBİ'ler başta olmak üzere sanayi işletmelerinin uyuma yönelik olarak teknik bilgi kapasitenin güçlendirilmesi

KOBİ'lerin sektörlerine özgü uyuma yönelik bilgilere erişmeleri ve iklimle ilgili risk ve fırsatları değerlendirme konusunda diğer işletmelerle iş birliği yapmalarını destekleyici platformlar oluşturularak uyum konusunda bilgilencilmeleri ve bilinçlendirilmeleri sağlanacaktır.

Strateji 5. İmalat sanayii sektörü genelinde fiziksel iklim risklerini değerlendirmeye yönelik bir risk analizi aracı geliştirilmesi

Sanayi sektöründe ulusal ve yerel düzeyde uyum eyleminin planlanmasına temel teşkil edecek etkilenebilirlik analizlerinin 2030 yılına kadar tamamlanmasının ardından, iklim risklerinin analizine yönelik bir araç oluşturulacaktır. Bu araç aracılığıyla, iklim değişikliğinin etkilerini en aza indirecek önlemlerin alınması ve kaynak verimliliği sağlanacaktır.

Strateji 6. İmalat sanayi sektöründe su verimliliği uygulamalarının benimsenmesi

İmalat sanayii sektöründe su verimliliği uygulamalarının benimsenmesi sürdürülebilirlik ve maliyet tasarrufu açısından kritik bir öneme sahiptir. Değişen İklim Uyum Çerçevesinde Su Verimliliği Strateji Belgesi ve Eylem Planı (2023-2033) kapsamında sanayi sektörü için su kullanım verimliliğinin artırılmasıyla yüzde 50'ye varan oranlarda su tasarrufu sağlanabileceği öngörülmektedir. Bu doğrultuda 152 NACE Kodu için hazırlanan endüstriyel su verimliliği rehber dokümanlarında yer alan tedbirler sektör temsilcilerince uygulanmaya başlanacak ve tedbirlerin uygulanması için kurumlar arası işbirliği ve teşvik mekanizmaları geliştirilecektir.

4.3.9. Turizm Sektörü

İklim tehlikeleri ve riskleri tüm dünyada olduğu gibi Türkiye'de de turizm faaliyetlerine uygun alanların ve sezonların değişmesine sebep olacak, mevcut turizm biçimlerinin bazı turizm destinasyonlarında sürdürülebilirliğini sağlamak zorlaşacaktır. Yeni altyapı gereksinimlerinin artması ve bazı turizm türleri için uygun yeni destinasyonların ortaya çıkması nedeniyle tesisleşme ihtiyacı artacak ve bu durum finansal ve doğal kaynak taleplerini beraberinde getirecektir. Türkiye'de turizm sektörünün stratejik hedeflerine ulaşması ve ulusal ekonomiye beklenen katkıyı vermesi için sektörün iklim değişikliğine erken uyum sağlaması ve bu yolla küresel ölçekte rekabetçi konumunu sürdürmesi gerekmektedir.

Şiddeti ve sıklığı artan iklim tehlikelerinin Türkiye turizmi üzerinde oluşturduğu sektörel riskler, turist memnuniyetini olumsuz etkileyerek turist sayısında ve turizm gelirlerinde azalmaya neden olmaktadır. Bu nedenle, turist memnuniyetini sağlayan turizm değer zincirinin iklim tehlikelerine karşı mevcut ve gelecek dönemdeki etkilenebilirliğinin tespiti ve uyum eylemlerinin oluşturulması sektörün sürdürülebilirliği açısından son derece önemlidir.

Turizm tesislerinin; buldukları bölgelere, hizmet verdikleri turizm türlerine, turist profili ve işletme tipi gibi özelliklere göre iklim tehlikelerinden farklı seviyelerde etkilenmesi beklenmektedir. İklim değişikliğiyle birlikte özellikle konaklama tesislerinin artan enerji talebi ve maliyetleri, gıda fiyatları ve işçi maliyetleri gibi yüksek girdiler nedeniyle rekabet koşullarına uyum sağlamakta zorlanacakları tahmin edilmektedir.

4.3.9.1. 2053 Yılı Uyum Hedefleri Kapsamında Turizm ve Kültürel Miras Sektörü Stratejileri

Strateji 1. Turizm yatırım ve işletmelerinin iklim değişikliğine uyum kapasitesinin fiziksel altyapıya yönelik olarak artırılması

Turizm işletmelerinin ve destinasyonların iklim değişikliğine uyum kapasitesini artırmak için Küresel Sürdürülebilir Turizm Konseyi (GSTC) kriterlerine uygun olarak yürütülen Sürdürülebilir Turizm Programı kapsam ve bölge olarak yaygınlaştırılacaktır. Turizm işletmelerinde enerji ve su verimliliği, atık yönetimi ve yenilenebilir enerji programları başlatılacaktır.

Turizm işletmeleri üzerinde etkili olması beklenen iklim tehlikelerine karşı teknik kılavuzlar hazırlanacak, mekânsal düzenlemeler yapılarak tesislerin güçlendirilmesi için fiziki ihtiyaç ve standartlar belirlenecektir. Yeni oluşturulacak mekânlar ve tesis binaları için sürdürülebilir turizm ilkelerini dikkate alan tasarım rehberleri geliştirilecektir. Mevcut turizm tesislerinin iklim değişikliğine uyum konusundaki eksikliklerinin giderilmesi ve rehberlerdeki standartların benimsenmesi amacıyla destek mekanizmaları oluşturulacaktır.

Turizm faaliyetlerinin yoğun olduğu bölgelerde iklim risklerini dikkate alan iklime uyumlu planlama çalışmaları yapılacak, özellikle büyük yatırımlar bu doğrultuda yönlendirilecektir.

Kayıp ve zarara neden olabilecek aşırı hava olaylarına karşı hazır olmak amacıyla turizm bölgelerinde erken uyarı sistemleri kurulacak ve arama-kurtarma ekipleri güçlendirilecektir. Taşınır ve taşınmaz kültürel miras öğeleri ve kültürel miras alanlarının iklim değişikliğinden etkilenebilirliğinin en aza indirilmesi için; bölgesel ölçekte potansiyel iklim tehlikeleri tespit edilecek, miras alanlarında etki değerlendirmesi ve risk analizleri yapılacaktır.

Strateji 2. Turizm ve kültürel miras sektöründe iklim değişikliğinin etkilerine karşı dirençliliğinin artırılmasına yönelik farkındalığın geliştirilmesi

Turizm değer zincirinde yer alan kamu, sivil toplum ve özel sektör aktörlerine yönelik iklim değişikliğinden turizm sektörünün etkilenme seviyesi, uyum eylemlerinin gerekliliği ve yapılması gerekenler konusunda bilinç oluşturulması amacıyla eğitim ve farkındalık programları oluşturulacaktır.

Turizm eğitimi veren okullarda iklim değişikliğinin turizme etkileri ve uyum eylemleri konusunda MEB ve YÖK ile ortak farkındalık kampanyaları düzenlenecektir. Ayrıca, turizm çalışanlarına yönelik eğitim programları düzenlenecek ve işbaşı eğitimler gerçekleştirilecektir.

Turizm destinasyonlarında yerel sahiplenmeyi, ortak hareket etmeyi ve taraflar arasında iş birliğini sağlayarak iklim değişikliğine uyum kapasitesini artıracak Destinasyon Yönetim Örgütleri (DYÖ) oluşturulacaktır.

Turizm faaliyetlerinin yoğun olduğu bölgelerde iklim risklerini dikkate alan sürdürülebilir iklime uyumlu planlama çalışmaları yapılacaktır.

Kültürel mirasın iklim tehlikelerinden etkilenebilirliklerinin tespit edilmesi ve azaltılması konusunda yerel, ulusal ve uluslararası işbirliği sorumlu kamu kurumlarının koordinasyonu sağlanacaktır.

Strateji 3. Turizm ve kültürel mirasla ilgili stratejik ve mekânsal kararlarda iklim değişikliğine uyum konusunun dikkate alınması ve yetkili kurumlar arasında koordinasyonun sağlanması

Mevcut ve yeni turizm alanlarında sürdürülebilir arazi kullanımını sağlamak amacıyla mekânsal planların hazırlanmasında, uygulanması ve denetiminde yerel ve ulusal koordinasyon yapısı güçlendirilecektir.

Etkilenebilirlik ve risk analizleri yapılacak, analiz sonuçlarına göre mekansal planlama çalışmalarının gerçekleştirilecek, iklim değişikliğine dirençliliği sağlamaya yönelik politika ve stratejiler ortaya konulacaktır.

Strateji 4. Turizm sektöründe su verimliliği uygulamalarının benimsenmesi

Değişen İklim Uyum Çerçevesinde Su Verimliliği Strateji Belgesi ve Eylem Planı (2023-2033) kapsamında turizm sektörü için su kullanım verimliliğinin artırılmasıyla yüzde 40'a varan oranlarda su kazanımının sağlanması öngörülmektedir. Bu doğrultuda "Turizm Sektörü için Su Verimliliği" rehber dokümanında yer alan tedbirler sektör temsilcilerince uygulanmaya başlanacak ve tedbirlerin uygulanması için kurumlar arası iş birliği ve teşvik mekanizmaları geliştirilecektir.

4.3.10. Tarım Sektörü

Türkiye'nin sahip olduğu iklim ve doğal kaynak çeşitliliği, çok sayıda tarım ürünü yetiştirilmesine olanak sağlamaktadır. Bununla beraber bu çeşitlilik tarım sektöründe iklim değişikliğinin etkisi ve iklim değişikliğine uyum açısından birçok farklı risk, seçenek ve senaryoyu da beraberinde getirmektedir. Türkiye'nin büyük bölümü yarı kurak iklim şartlarının etkisi altındadır. Bu nedenle hem su kaynakları hem de genelde yağışa bağlı olan kuru tarım nedeniyle yağış miktarı ve dağılımında meydana gelen değişiklikler tarım sektöründe önemli etkiler yaratmaktadır. Bu etkiler, üretim, tüketim, ticaret, istihdam ve gıda güvenliği gibi alanlarda geniş yansımalar doğuracaktır.

Türkiye'de iklim değişikliğinin tarım sektöründe en önemli etkisi, bitkisel ürün veriminde (birim alandan alınan ürün miktarı) azalmadır. 2080 yılı itibarıyla sıcaklık ve yağış değişimlerinin buğday, arpa, çavdar, yulaf, mısır, ayçiçeği, baklagiller, çeltik, şekerpancari ve pamuk gibi temel ürünlerin verimlerinin önemli ölçüde düşüreceği öngörülmektedir. Ayrıca, aşırı iklim olaylarının sıklığı ve şiddetinin artması; verim ve üretim kayıplarını artıracaktır.

Sıcaklık, yağış, iklimsel döngü ve diğer iklim parametrelerindeki değişimler ile kuraklık, zirai don, sel ve fırtınalar gibi iklim tehlikelerinin artışı, tarımı doğrudan etkilemektedir. Bu etkiler, üretim, tüketim, ticaret, istihdam ve gıda güvenliği gibi alanlarda geniş yansımalar doğuracaktır.

İklim değişikliğinin tarım üzerindeki fiziksel etkileri, tedarik zincirleri ve ekosistemler gibi doğal varlıklar üzerinde kısa ve uzun vadede zararlar yaratabilir. Tarım sektörüyle bağlantılı altyapılar ve gıda zinciri de bu olumsuzluklardan etkilenebilir. Bu nedenle, tarımda direncin artırılması ve uyum sağlanması büyük önem taşımaktadır.

4.3.10.1. 2053 Yılı Uyum Hedefleri Kapsamında Tarım Sektörü Stratejileri

Strateji 1. Tarım sektörünün iklim değişikliğine uyumu için politika ve yasal çerçevenin geliştirilmesi, kurumsal kapasitenin artırılması, iş birliğinin ve farkındalığın güçlendirilmesi

Tarımda iklim değişikliğinin potansiyel olumsuz etkilerine karşı direncin artırılması ve uyumu için öncelikle politika ve yasal çerçeve geliştirilecek, kurumsal kapasite, işbirliği ve farkındalığın güçlendirilmesi çalışmaları artırılabilecektir.

Strateji 2. Tarımsal üretimde ekosistemlerin ve doğal kaynakların korunması, geliştirilmesi ve sürdürülebilir kullanımının sağlanması

Tarımsal faaliyetin toprak, su kaynakları ile biyolojik çeşitliliğe olumsuz etkilerini azaltmak için bitkisel üretimde ve hayvancılıkta, il ve/veya ilçe düzeyinde toprak ve su kaynaklarının etkin kullanımını ve biyolojik çeşitliliğin korunmasını sağlayabilecek uygun ürün deseni ile birlikte ekim nöbeti ve hayvancılık sisteminin belirlenmesine yönelik çalışmalar yapılacak ve çiftçiyi yönlendirmek amacıyla rehberler hazırlanacaktır. Tarım arazilerinin, meraların niteliklerinin ve kırsal peyzajın korunması sağlanacak, mera kapasitelerinin ve

veriminin izlenmesi, meralarda su dengesine yardımcı olacak, verimi yükseltecek seçeneklerin belirlenmesi ve uygulanmasına yönelik çalışmalar artırılacaktır.

Doğa dostu ve iklim değişikliğine uyum kapasitesini artırıcı geleneksel ve doğal yöntemler konusunda çalışmalar sürdürülecektir. Türkiye genelindeki organik tarım ve iyi tarım uygulamaları yapan çiftçi sayısı artırılacak ve tüm illerde bu uygulamaları yaygınlaştıracak önlemler alınacaktır. İşlemsiz tarım, koruyucu ve onarıcı tarım uygulamaları, yağmur hasadı, permakültür, canlı rüzgâr perdeleri uygulamaları yaygınlaştırılacaktır. Ulusal düzeyde tarımsal faaliyetlere yönelik doğa temelli çözümler kılavuzu oluşturulacak, ekosistem odaklı gıda üretim modeli uygulanması ve yaygınlaştırılması sağlanacaktır.

Strateji 3. İklim değişikliğinin tarıma etkisi ve uyumu konusunda Ar-Ge çalışmalarının artırılması, tarımda veri tabanı, bilgi teknolojileri ve yenilikçilik uygulamalarının yaygınlaştırılması ve tarımsal faaliyetlerin buna uygun olarak yürütülmesi

Tarım sektöründe iklim değişikliğinin etkileri ve uyum konusunda Ar-Ge çalışmaları desteklenecek ve geliştirilecektir. Uydu merkezli ve sensörlü erken uyarı, izleme teknolojileri, bilgi sistemleri ile entegre tarımsal uygulama teknolojileri gibi dünya genelinde hızla gelişen teknolojilerin kullanımı yaygınlaştırılacaktır. Türkiye’de etkisi giderek artan kuraklık, sel, dolu ve taşkınların tarıma etkisini azaltmak için mücadele ve uyum sistemleri geliştirilecek ve uygulanacaktır.

Karar vericilere sağlanan bilgilerin güvenilirliği için tarım sektöründeki devlet ve özel kuruluşların bilgi üretme yetkinliği geliştirilecektir. Araştırma kuruluşlarının tarım sektöründe iklim etkileri ve uyumla ilgili yapılan araştırma çalışmalarının genişliği ve derinliği artırılacak, var olan bilimsel araştırma ve verilerin karar alma süreçlerine dahil edilebilme yetkinliği geliştirilecektir. Tarımda veri tabanı, bilgi teknolojileri ve yenilikçi faaliyetlerin geliştirilmesi ve tarımsal faaliyetlerin buna uygun olarak yürütülmesi sağlanacaktır.

İklim hassasiyeti görece daha az olan bitki türlerinin ve hayvan ırklarının geliştirilmesi; uyum kapasitesi yüksek olan yerel ırkların korunması, desteklenmesi ve yaygınlaştırılması sağlanacaktır. Kritik altyapılara (sulama, soğuk zincir, modern depolama, ulaşım altyapısı, vs.) ilişkin kayıp ve zararın azaltılmasına yönelik çalışmalar yapılacak ve sigortacılık sistemi iklim değişikliğinin etkileri de göz önüne alınarak geliştirilecektir.

4.3.11. Kent

Dünya nüfusunun yarısından fazlasına ev sahipliği yapan ve küresel sera gazı emisyonlarının yaklaşık yüzde 70’inden sorumlu olan kentler, iklim değişikliğinin olumsuz etkilerinden en çok etkilenen yerler olarak iklim değişikliği ile mücadele kapsamında yürütülen uyum politikalarının merkezinde yer almaktadır.

Türkiye’de kentlerimiz hızlı büyüme ve yayılma sonucunda, iklim değişikliği açısından olumsuz etkilere karşı kırılgan bir yapıya sahiptir.

Ülkemiz kentlerine ilişkin stratejilerdeki yaklaşım, yeni araştırma ve verilere dayalı kentsel risk analizleri yapılarak planlama süreçlerinin iklim duyarlı hale getirilmesi, hızlı büyüme, saçaklanma ve amacı dışında arazi kullanımları şeklindeki karbon yoğun kentleşme modelinin dönüştürülmesi ve sürdürülebilir, dirençli kentleşmenin sağlanmasıdır. Bu doğrultuda kentsel alanlar için 3 temel strateji belirlenmiş ve yapılması gerekenler bu stratejiler altında özetlenmiştir.

4.3.11.1. 2053 Yılı Uyum Hedefleri Kapsamında Kent Sektörü Stratejileri

Strateji 1. Kentlerin dirençliliğinin artırılması yoluyla iklim değişikliğine uyum sağlanması

Kentlerde, öncelikle sel ve taşkın riski olan alanlar iyileştirilecektir. Farklı yağış değerlerinin yer aldığı senaryolara göre yapılan taşkın hesapları ve hazırlanan haritalar doğrultusunda riskli yerler analiz edilerek uygun dönüşüm modelleri belirlenecektir. Riskli kentsel alanlar ve yapılar tespit edilerek bu alanlar kadın, çocuk, yaşlı, engelli ve düşük gelirli gibi özel politika gerektiren grupların ihtiyaçları göz önünde bulundurularak iyileştirilecek ve bu kapsamda tahliye kaçış koridorları oluşturulacak, kapalı dere hatları açılacak, dere yatakları çevresinde koruma bölgeleri oluşturulacaktır.

Sel ve taşkın risklerine karşı kentsel altyapının dirençliliğini artırabilmek için altyapı kapasiteleri ve şiddetli yağış senaryoları konularında akıllı bilgi sistemleri güçlendirilecektir. Drenaj sistemlerinin yeniden yapılandırılması, birleşik kanalizasyon (yağmur suyu, atık su) sistemlerinin ayrıştırılması ve yüzey kaplamalarının değiştirilmesi ve ihtiyaç duyulan yerlerde kapasite artırımı yoluyla altyapı iyileştirilecektir. Binaların çatı ve cephe yapısının şiddetli hava olaylarına karşı dirençliliğini artıracak ve kentsel ısı artışını önleyecek yere özgü uygun malzemelerin standartları belirlenerek etkin kullanımı sağlanacaktır.

Kentsel ısı adaları, yeşil alan ihtiyaçları ve rüzgâr koridorları tespit edilerek kent dokuları içerisinde erişilebilir ve doğal yüzeyleri yoğun yeşil alanlar ile ekolojik koridorlar oluşturulacaktır.

Kentsel alanda ve çeper bölgelerde yağmur suyu yönetimi sağlanarak yağmur bahçeleri, sünger kent detayları, yağmur hendekleri ve doğal su yüzeyleri oluşturulacak; kamusal alanlar şiddetli yağışlarda suyu biriktiren ve depolama sistemine aktaran bir tasarıma dönüştürülecektir.

Kurakçıl peyzaj uygulamalarıyla kuraklığa dirençli ve estetik kentsel alanlar oluşturulacaktır. Bununla birlikte eğitim ve farkındalık çalışmalarıyla su kullanım alışkanlıklarında değişim sağlanacak ve su verimliliği kültürü yaygınlaştırılarak su verimli kent yaklaşımı benimsenecektir.

Strateji 2. Mekânsal planlarda iklim değişikliğine uyumun sağlanması

Mekânsal plan yapım süreçleri, iklim değişikliğine uyum kapsamında yeniden ele alınacaktır. Yer seçimi, hâkim rüzgâr yönü, pasif havalandırma ve güneşlenme, yapılaşma ve uygulama gibi konuları içeren, yerel iklim verilerini dikkate alan, mekânsal planlama ve kentsel tasarımda kent peyzajı ve kent yeşilini bütüncül bir sistem olarak ele alan yönlendirici rehberler/kılavuzlar geliştirilecektir.

Mekânsal veriler kullanılarak kentsel alanlarda risk haritaları oluşturulacaktır. Kentlerin dijital ikizleri oluşturularak risk analizlerinin bu altyapı üzerinden yapılması sağlanacaktır.

4.3.12. Sağlık

İklim değişikliğinin halk sağlığı üzerindeki etkilerini anlamak için iklime duyarlı nüfusları ve karşı karşıya oldukları tehditleri tanımlamak, erken uyarı sistemleri oluşturmak, hızlı ve etkili yanıtlar geliştirmek önem taşımaktadır. İklim kaynaklı olayları yönetmek ve toplulukların sağlıklı ve güvenli yaşamlarını sürdürmelerini sağlamak için aşağıdaki stratejiler geliştirilmiştir.

4.3.12.1. 2053 Yılı Uyum Hedefleri Kapsamında Sağlık Sektörü Stratejileri

Strateji 1. Sağlık alanında iklim değişikliği ile ilgili kanıta dayalı analiz, değerlendirme ve bildirim altyapısının güçlendirilmesi

İklim değişikliğine sağlık sektörünün uyumunu sağlamak için kanıta dayalı bilimsel araştırmalar önceliklendirilecek, bu araştırmaların sonuçları iklim ve sağlık uyumu planlamalarında dikkate alınacaktır.

Planlanacak araştırmalar ile insan, sağlık ve sağlığın tüm belirleyicileri, yaşam alanları ve iklime ait tüm göstergeler birleştirilerek kanıt havuzu oluşturulacaktır.

İklim değişikliğinin sağlık üzerindeki etkilerini azaltmak için tüm uyum politikaları Sağlık Etki Değerlendirmesi (SED) sürecine dahil edilecektir.

Toz taşınımına bağlı olarak artan alerji hastaları sayısı dikkate alınarak tozdan ve kirli havadan korunma için bilinçlendirme çalışmaları yapılacaktır.

Strateji 2. İklim değişikliği ve sağlık konusunda farkındalığın artırılması, kapasite ve iş birliğinin güçlendirilmesi

Sektörel uyum planlarına ve politikalarına sağlık boyutu entegre edilerek, bu sektörlerin uyum çalışmalarının sağlık sektörü üzerindeki olası etkileri (katkı, yarar ve zarar) değerlendirilecektir.

İklim değişikliğinin sağlık etkilerine uyumunu sağlamak amacıyla sağlık etki zincirlerine dayalı planlamalar yapılacaktır. İklim değişikliğine uyumlu sağlık izleme ve sürveyans sistemleri kurulacak, iklime duyarlı hastalıklara yönelik erken uyarı ve hızlı yanıt mekanizmaları ile müdahale planları geliştirilecektir.

İklim değişikliği nedeniyle sık rastlanan olaylar hakkında engelli, kadın, yaşlı, çocuk, gebe bireyler ve düşük gelirli gibi özel politika gerektiren grupların farkındalığı artırılacak, iklim değişikliğine bağlı ortaya çıkabilecek olaylar ve ruh sağlığı problemlerine karşı hazırlıklı olmaları sağlanacaktır. Türkiye için iklime duyarlı hastalıklar listesi ayrıntılı olarak düzenlenecek, iklim riskleriyle hastalıklar arasındaki ilişki kapsamlı şekilde analiz edilecektir.

İklim değişikliğinin çalışan (tarım, ormancılık, balıkçılık çalışanları, güvenlik görevlileri, arkeologlar, kazı ve inşaat sektörü, jeoloji mühendisleri vb. gibi açık alanda çalışanlar ve fırın, çelik sanayi, cam sanayi, gıda sektörü, ofis çalışanları vb. gibi kapalı alanda çalışanlar) sağlığı üzerindeki etkileri değerlendirilecektir.

Strateji 3. İklim değişikliğinin sağlık üzerine etkileri nedeniyle iç yer değiştirme hızındaki artışa bağlı olarak oluşabilecek sağlık etkilerine hazırlıklı olunması

İklim sinyallerine göre risk düzeyi yüksek mahalle, şehir ve bölgeler riski düşük mahalle, şehir ve bölgelere doğru insan, hayvan ve biyolojik çeşitliliğin hareketliliği akademik ve kurumsal düzeyde incelenecektir. Yer değiştirme hızındaki artışın yol açabileceği olası hastalık etkenleri, hastalık taşıyıcılar (vektörler) ve hastalık kaynaklarındaki artışa bağlı olarak ortaya çıkabilecek epidemi, endemi ve pandemilere hazırlıklı olunacaktır.

Strateji 4. İklim değişikliğinden kaynaklanan ölüm risklerinin azaltılması için şehir ve çevre sağlığı hizmetlerinin ortak bakış açısıyla güçlendirilmesi

Dünya Sağlık Örgütüne göre 2030-2050 yılları arasında artması beklenen iklimle ilişkili ölümlere yol açabilecek sağlık riskleri ortaya konulacaktır. Bu kapsamda her şehir için iklime duyarlı hastalık listesi hazırlanacak, etkilenebilecek kesimler bu listelere göre hazırlıklı hale getirilecektir. Yerel yönetimler, halk sağlığı ve çevre sağlığından sorumlu kurumlar işbirliği içinde çalışılacaktır.

4.3.13. Sosyal Kalkınma

İklim değişikliğinin etkileri, toplumsal kalkınmanın her alanını derinden etkileyen bir boyuta ulaşmıştır. Engelli, kadın, yaşlı, çocuk ve düşük gelirli gibi özel politika gerektiren gruplar sel, kuraklık, aşırı sıcaklık gibi olağanüstü hava olayları başta olmak üzere iklim değişikliğinin sonuçlarından en çok etkilenen kesimi oluşturmaktadır. İklim değişikliği ile mücadelede; sosyal etkilenebilirliği azaltmak ve dirençliliği artırmak için kapsayıcılığın sağlanması, sosyal koruma sistemlerinin güçlendirilmesi, öncelikle bu gruplar olmak üzere iklim değişikliğine uyum konusunda farkındalığın ve uyum kapasitesinin artırılması, iklim değişikliğinden etkilenen sektörlerin sadece ekonomik kalkınma açısından değil sosyal kalkınma açısından da ele alınması büyük önem taşımaktadır.

4.3.13.1. 2053 Yılı Uyum Hedefleri Kapsamında Sosyal Kalkınma Stratejileri

Strateji 1. İklim değişikliği ile mücadelede toplumun katılımının artırılması

İklim değişikliği ile etkili bir şekilde mücadele edebilmek için katılımcı süreçler ile yerel halkın ihtiyaç ve görüşleri dikkate alınarak yerel düzeyde daha etkili ve sürdürülebilir çözümler üretilecektir. Yerel halkın ihtiyaç ve görüşleri dikkate alınarak iklim değişikliği ile mücadele alanındaki ulusal politikalar şekillendirilecektir.

Strateji 2. Aileye duyarlı çevre politikaları ile ailelerin afet ve acil durumlara dirençliliğinin artırılması ve iklim değişikliği ile mücadelede farkındalığın kazandırılması

Ailelerin iklim değişikliği ve doğal afetler karşısında dirençliliğini artırmak için aileye duyarlı çevre politikaları geliştirilecektir. Ailelerin doğal afetler, iklim değişikliğinin etkileri ve acil durumlar karşısında bilinçlendirilmesi, çevreye duyarlı bireysel ve toplumsal davranış modellerinin benimsenmesi için çalışmalar yapılacaktır.

Strateji 3. Sosyal koruma sistemlerinin güçlendirilmesi ve sistemlerin iklim değişikliği stratejileriyle uyumlu hale getirilmesi

Sosyal koruma sistemlerinin, araştırmalar ve güncel veriler doğrultusunda iklim değişikliğine uyum sağlaması ve etkilenebilir grupların ihtiyaçlarını karşılayacak şekilde yeniden yapılandırılması sağlanacaktır.

Ulusal ve yerel düzeyde sosyal koruma sistemlerinin ve iklim değişikliği stratejilerinin birbirleriyle uyumlu hale getirilmesi sağlanacak ve paydaşlar arasında iş birliği yapılacaktır.

Strateji 4. Başta etkilenebilir gruplar olmak üzere iklim değişikliğine uyum konusunda farkındalığın artırılması

Başta etkilenebilir gruplar olmak üzere, iklim değişikliğine uyum konusunda toplumun farkındalığı artırılacaktır. Ayrıca, bu alanda hizmet sunan kurum ve kuruluşlarda çalışan personelin farkındalığının artırılması sağlanacaktır. Farkındalığın eyleme dönüştürülmesi konusunda çalışmalar yürütülecektir.

Strateji 5. İklim değişikliğinden önemli ölçüde etkilenecek olan kadın, yaşlı, çocuk, engelliler ve düşük gelirli gibi özel politika gerektiren grupların iklime karşı dayanıklılığının artırılması

Özel politika gerektiren gruplar iklim değişikliğinin etkilerine karşı daha kırılgan olduklarından iklim değişikliğinin bu gruplar üzerindeki etkisinin en aza indirilmesi gerekmektedir. Bu kapsamda iklim değişikliği ve küresel ısınmanın kadınlar, çocuklar, engelliler, yaşlılar ve düşük gelirli üzerindeki fiziksel, fizyolojik, ruhsal, sosyal ve ekonomik etkisinin ölçülmesi için çalışmalar yapılacaktır.

İklim değişikliği kaynaklı afet durumlarında kadınlar, çocuklar, yaşlılar, engelliler ve düşük gelirli en yüksek risk grubunda yer almakta; beslenme ve barınma, aile bireylerine erişilebilirlik, ilaçlara erişim gibi konularda özel tedbirlere ihtiyaç duyulmaktadır. Bu nedenle afet politikalarında bu gruplara yönelik özel politikalar üretilecektir. Ayrıca bu grupların afet anında yapması gerekenlerle ilgili farkındalıkları artırılacaktır.

4.3.14. Afet Risk Azaltma

Türkiye, iklim değişikliğinden kaynaklı afetlerin yol açacağı kayıpların önlenmesi veya en aza indirilmesi için hem ulusal hem de yerel düzeyde dirençli toplumlar ve güvenli yaşam alanları oluşturmayı hedeflemektedir.

4.3.14.1. 2053 Yılı Uyum Hedefleri Kapsamında Afet Risk Azaltma Stratejileri

Strateji 1. Kritik altyapıların iklim değişikliğinin etkilerine karşı dirençliliğin sağlanması

İklim değişikliğinden kaynaklanan tehlikelere karşı kritik altyapıların (enerji altyapıları, su ve atıksu, iletişim ve bilişim sistemleri, sağlık altyapısı, ulaşım vb.) dirençliliğini artırmak amacıyla planlama, yapım ve işletim aşamalarında uzun vadeli afet riskleri dikkate alınarak gerekli önlemler devreye alınacaktır.

Afetlere karşı dirençliliğin sağlanması için afet riskini azaltmaya yönelik yatırımlar yapılarak dirençli altyapı sistemlerinin oluşturulması sağlanacaktır.

Strateji 2. Sendai Afet Risk Azaltma Çerçeve Belgesinin Öncelik Alanları ve Hedefleriyle uyumlu olarak iklim değişikliği kaynaklı afet risklerinin azaltılması

Afet tehlikeleri ve riskleri ile ortaya çıkan sonuçların daha iyi analiz edilmesi, izlenmesi, maruziyet ve etkilenebilirliklerin ortaya konulabilmesi için başta afet kaynaklı kayıplar olmak üzere kapsamlı afet veri tabanları oluşturulacak ve bu verilerin devamlılığı sağlanacaktır.

İklim değişikliğinden kaynaklı risklerin etkin bir şekilde yönetilebilmesi için tehlikelerin ve risklerin belirlenmesine yönelik mekanizmalar geliştirilerek risk analizleri yapılacaktır. Bu kapsamda afet risklerinin belirlenmesi ve bu risklerin en aza indirilmesi için bilimsel araştırmalara ve yenilikçi teknolojilere yatırım yapılacaktır.

İklim değişikliği risklerini azaltmak için ilgili tüm sektörlerin tehlike ve risk haritaları hazırlama altyapısının oluşturulması, geliştirilmesi, güncellenmesi ve sürdürülebilir hale getirilmesi sağlanacaktır.

Başta yaşlılar, engelliler, çocuklar ve kadınlar gibi özel politika gerektiren gruplar olmak üzere toplumun tüm kesimlerine yönelik afet öncesi, sonrası ve sonrası olmak üzere afet yönetiminin tüm aşamaları hakkında farkındalığı ve etkinliği artırılacaktır. Yerel yönetimlerin afet risk azaltma ve müdahale kapasiteleri geliştirilecektir. Afet yönetiminde toplumsal katılımın teşvik edilmesi ve gönüllülük esasına dayalı

çalışmalara önem verilecektir. Yerel yönetimler ve sivil toplum kuruluşları işbirliği ile afet öncesi hazırlık, afet anında müdahale ve afet sonrası toparlanma süreçlerine toplumun aktif katılımı sağlanacaktır.

Strateji 3. Çoklu afet tehlikelerine ilişkin erken uyarı ve tahmin sistemleri geliştirilmesi

Erken uyarı ve tahmin sistemleri yenilikçi teknolojiler kullanılarak geliştirilecek ve bu sistemlerin uluslararası standartlara uyumlu olması sağlanacaktır. Sistemlerin küresel uyarı ağlarına entegre edilmesi için gerekli işbirlikleri gerçekleştirilecektir. Yerel yönetimler erken uyarı ve tahmin sistemleri kurmaları için desteklenecektir.

Topluma yönelik bilgilendirme kampanyaları ve eğitim programları aracılığıyla, erken uyarı sistemlerinin nasıl çalıştığı ve alınması gereken önlemler konusunda farkındalık oluşturulacaktır.

4.4. İklim Finansmanına Yönelik İnisyatifler

4.4.1. Karbon Fiyatlandırma

Türkiye, sera gazı emisyonlarının azaltımının sağlanması açısından farklı politika araçlarını devreye sokmuştur ve karbon fiyatlandırma araçları bu kapsamda geliştirilen en etkili araçlar arasında yer almaktadır. Bu kapsamda temel strateji, karbon fiyatlandırma araçlarının etkin bir şekilde kullanımının sağlanması için gerekli altyapının kurulmasıdır.

Strateji 1. Karbon Fiyatlandırma Araçlarının Etkin Kullanımının Sağlanması

Türkiye'nin Ulusal Katkı Beyanı ve 2053 net sıfır emisyon hedefleri doğrultusunda hem ETS içindeki hem de ETS dışında kalan sektörlerde çeşitli karbon piyasalarını kullanarak azaltım faaliyetlerine katkı sağlanacaktır.

2025 yılı itibari ile faaliyete geçmesi planlanan ETS kapsamında yer alan sektörlerin ve tesislerin belli dönemlerde salabilecekleri toplam emisyon miktarı ETS'nin üst sınırını oluşturmaktadır. Bu üst sınırın emisyon yoğun sektörlerin mevcut durumu, azaltım hedefleri, uluslararası anlaşmalar ve ülkemizin 2053 net sıfır emisyon hedefiyle uyumlu bir şekilde belirlenerek emisyon azaltımına katkı sağlaması planlanmaktadır.

ETS'de öngörülen ücretsiz tahsisatlar ise 2053 net sıfır emisyon hedefi ile uyumlu bir şekilde kademeli olarak kaldırılacaktır. ETS'nin sektörel kapsamı da zamanla genişletilecektir. Ülkemizde ETS ile uygulanacak bir karbon fiyatlandırma politikası sonucu, üretimlerinde yoğun karbon içeren ve karbon kaçağı riski yüksek olan sektörlerdeki üreticilerin yeşil dönüşüme girmesi ve pazar gücünü koruyarak rekabet edebilirliğini sağlamak büyük önem arz etmektedir. ETS çerçevesinde elde edilecek gelirlerle sektörlerin karbonsuzlaştırılmasını, yeşil ve teknolojik dönüşümünü de içerecek şekilde, iklim değişikliği ile mücadele kapsamındaki yatırımlar desteklenecektir. İlerleyen dönemlerde, ETS kapsamındaki sektörlerin küresel ölçekte rekabetçiliği desteklenecektir.

Türkiye'deki gönüllü karbon piyasası, 2000'li yılların başından itibaren özel aktörlerin sağladıkları projeler ile aktif olarak işlemektedir. 2013 yılında yayımlanan Gönüllü Karbon Piyasası Kayıt Tebliğiyle Türkiye'de sera gazı emisyonu azaltımı ve karbon sertifikası elde etmek amacıyla geliştirilen projelerin kayıt altına alınmasına ilişkin usul ve esaslar düzenlenmiştir. Önümüzdeki dönemlerde ise Paris Anlaşması'nın 6'ncı Maddesiyle ülke içerisinde gerçekleşen azaltım çıktılarının Ulusal Katkı Beyanı ve 2053 net sıfır hedefi için önem arz etmesi sebebiyle ulusal bir karbon kredilendirme sisteminin kurulması hedeflenmektedir. Bu noktada son olarak, Türkiye'nin uzun dönemli azaltım hedeflerine maliyet etkin bir şekilde ulaşmada uluslararası karbon piyasalarından yararlanma hususu değerlendirilecek ve gerekli görülen adımlar atılacaktır.

Türkiye'nin Paris Anlaşması'nın 6'ncı Maddesine katılımı, kurulacak işbirlikleri aracılığıyla ilgili ülkelere yenilenebilir enerji ve elektrikli araçlar gibi düşük karbon teknolojilerin transferini sağlama potansiyeli ve ülkemizde bulunmayan yüksek teknolojiler ve ürünlerin ülkemize transferi dikkate alınarak değerlendirme çalışmaları yapılacaktır. Katılım kararı alındığı takdirde gerekli stratejik çalışmaların yapılması hedeflenmektedir.

4.4.2. Taksonomi ve İklim Finansmanı Stratejisi

Strateji 1. Ulusal Yeşil Taksonominin Hazırlanması

Azaltım ve uyum konularında büyük ölçekli yatırımlara olan ihtiyacı karşılayabilme konusunda en önemli araçlardan birisi iklim finansmanıdır.

Türkiye, iklim değişikliği ile mücadeleyi destekleyen projelere yönlendirmede önemli bir rol oynayan ulusal yeşil taksonominin geliştirilmesi ve uygulanması hedefini benimsemiştir. Taksonomiler, iklim değişikliğinin azaltılması, iklim değişikliğine uyum, kaynakların verimli kullanılması ve kirliliğin önlenmesi gibi konular ile ilgili yatırım alanları ve faaliyetler için net ilkeler ve kriterler belirlemede, böylece ekonomik ve finansal faaliyetler için rehberlik sağlamaktadır. Taksonomiler aynı zamanda, ekonomik faaliyetleri ve yatırımları çevresel hedeflere katkılarına göre kategorize eden bir çerçeve görevi görmektedir.

Türkiye Yeşil Taksonomisi'nin altı çevresel hedefi içermesi planlanmaktadır. Bunlar sera gazı emisyonlarının azaltımı, iklim değişikliğine uyum, su ve deniz kaynaklarının sürdürülebilir kullanımı ve korunması, döngüsel ekonomiye geçiş, kirliliğin önlenmesi ve kontrolü, biyolojik çeşitliliğin ve ekosistemlerin korunması ve restorasyonu olarak sıralanabilir. Taksonomiye uyumlu bir ekonomik faaliyetin bu hedeflerden en az birine katkı sağlaması ve diğer hedeflere önemli zarar vermemesi gerekmektedir. Katkı sağlama ve önemli zarar vermeme koşulları mevzuat bünyesindeki teknik tarama kriterleri ile belirlenecektir.

Strateji 2. İklim Finansmanı Stratejisi'nin Hazırlanması

İklim politikaları konusunda açık ve öngörülebilir bir rehberlik sağlanması, bunun yatırım hedeflerine dönüştürülmesi, potansiyel yatırımcılara net sinyallerin sağlanması ve sürdürülebilir iklim yatırımlarının artması için elverişli bir ortam oluşturulması için var olan plan ve stratejileri de destekleyecek İklim Finansmanı Stratejisi hazırlanacaktır.

İhtiyaç duyulan hedeflere ulaşmak için öncelikli alanları ve somut eylemleri belirlenerek, zaman çizelgeleri (kısa vadeli, uzun vadeli) perspektifinde özel önlemler tanımlanacak ve iklim finansmanına erişimi kolaylaştırmak ve akışları artırmak için Türkiye'nin kamu (ulusal ve yerel) ve özel sektörlerindeki sorumluluklar belirlenecektir.

2053 net sıfır emisyon hedefine ulaşmak için sektörlerin yatırım ihtiyaçları detaylı bir şekilde analiz edilecek ve bu ihtiyaçların hangi finansal araçlarla, hangi dönemde, hangi kaynaktan ve kimler tarafından finanse edileceğine dair çalışma yapılacaktır.

Böylece, sera gazı emisyonunu azaltmak ve iklim değişikliğinin etkilerine uyum sağlamak için iklim finansmanı gerekli yatırımlara yönlendirilecek, özel sektörün iklim dostu yatırımlara katılımı teşvik edilecek, ekonomik istikrara ve kalkınmaya yönelik riskleri azaltmaya ve sürdürülebilir bir kalkınma yolu izlemeye yardımcı olunacak, adil ve eşit bir geçiş teşvik edilerek kadın, çocuk, yaşlı, engelli ve düşük gelirli gibi özel politika gerektiren grupların korunmasına yardımcı olunacaktır.

4.5. Teknoloji Geliştirme

İklim teknolojileri Paris Anlaşması'nda belirtilen 1.5°C hedefine ulaşmak ve NDC'lerin ve LTS'lerin etkin bir şekilde uygulanmasını sağlamak açısından kritik öneme sahip araçlardır. Bu teknolojiler dünya çapında ekonomileri, toplumları ve kültürleri değiştirmek için büyük bir kapasiteye sahip olmasından dolayı iklim değişikliğiyle mücadelede hem azaltım hem de uyum stratejilerinde önemli ve kapsamlı bir müdahale aracı olarak öne çıkmaktadır. Bu kapsamda Türkiye iklim hedeflerine ulaşmada teknolojinin geliştirilmesi ve yaygınlaştırılmasına büyük önem atfetmektedir.

İklim Şurası Bilim ve Teknoloji Komisyonu tarafından 2022 yılında, iklim değişikliği ile mücadele ve uyum sürecinde fırsat yaratacak çığır açıcı teknolojilerde ivme kazanmasına yönelik teknoloji tabanlı uzun dönemli politikalar belirlenmiştir. Bununla birlikte her politikaya özel hedeflenmesi önerilen Ar-Ge ve yenilik çalışmaları hazırlanmıştır. Bu uzun dönemli teknoloji politikaları 5 temada toplanmıştır:

- **İklim Değişikliği, Çevre ve Biyoçeşitlilik:** İklim modelleri ve risk yönetimi stratejileri, dijital teknolojilerle entegre edilerek ekosistem ve altyapının dirençliliğini artırmak amaçlanmaktadır.
- **Temiz ve Döngüsel Ekonomi:** Biyoenerji ve atık yönetimi teknolojileri ön plandadır. Entegre biyorafineriler ve döngüsel ekonomi prensiplerine dayalı süreçler geliştirilmekte, geri dönüşüm ve sıfır atık teknolojileri teşvik edilmektedir. Ayrıca sensör teknolojileri ve CCUS sistemleri öne çıkmaktadır.
- **Temiz, Erişilebilir ve Güvenli Enerji Arzı:** Yenilenebilir enerji, hidrojen teknolojileri ve enerji depolama sistemleri geliştirilmekte, rüzgar enerjisi ve güneş enerjisi sistemlerinin yaygınlaştırılması hedeflenmektedir.
- **Yeşil ve Sürdürülebilir Tarım:** Akıllı tarım teknolojileri ve çevre dostu tarım makineleri geliştirilmekte; tarımsal atıkların biyogübre ve biyoaktif maddelere dönüştürülmesine yönelik yenilikler teşvik edilmektedir.
- **Sürdürülebilir Akıllı Ulaşım:** Otonom ve çevreci ulaşım sistemleri, yeşil hidrojen yakıtlı motorlar ve yeni nesil ulaşım teknolojileri geliştirilmekte, akıllı enerji yönetimi ve veri tabanlı şarj sistemlerine yönelik çalışmalar yürütülmektedir.

Ülkemizin yeşil büyüme hedefleri doğrultusunda sanayi sektörlerinin teknolojik ihtiyaçlarını belirlemek amacıyla demir-çelik, alüminyum, çimento, kimyasallar, plastik, demir-çelik, alüminyum, çimento, kimyasallar, plastik ve gübre gibi karbon emisyonu açısından kritik sektörlerde "Yeşil Büyüme Teknoloji Yol Haritası" hazırlanmıştır. İklim değişikliği ile mücadele ve uyuma ilişkin, bu sektörler tarafından ihtiyaç duyulan ve Ar-Ge-yenilik desteklerinin yönlendirileceği teknolojiler aşağıda verilmiştir:

- **Enerji Verimliliği ve Yenilenebilir Enerji:** Alüminyum, çimento ve demir-çelik gibi enerji yoğun sektörlerde yeni fırın, elektroliz ve geri dönüşüm teknolojileri geliştirilmekte, karbon yakalama ve enerji tasarrufu hedeflenmektedir.
- **Atık Yönetimi ve Geri Dönüşüm:** Sensör bazlı ayrıştırma teknolojileri ve yeni kimyasal geri dönüşüm süreçleri, değerli elementlerin geri kazanımını hedeflemektedir.
- **Proses Optimizasyonu ve İleri Malzemeler:** Proses simülasyonları ve veri analitiği ile üretim süreçleri optimize edilmekte, yenilikçi döküm teknolojileri ve yeşil kimyasallar geliştirilmektedir.
- **Karbon Yakalama, Kullanım ve Depolama (CCUS):** Karbon emisyonu yüksek sektörlerde, CCUS teknolojileri ile karbon salımını azaltan yenilikler entegre edilmektedir.
- **Biyoteknoloji ve Biyokimya:** Kimya sanayinde biyokütle bazlı üretim süreçleri geliştirilmekte, yenilenebilir kaynaklardan çevre dostu biyobazlı ürünler üretilmektedir.

Türkiye, elektrikli araç teknolojileri alanında önemli adımlar atarak küresel iklim hedeflerine katkı sağlamaktadır. Türkiye'nin Otomobili Girişim Grubu (TOGG), Türkiye'nin ilk yerli ve elektrikli binek aracı olarak bu alanda öncü bir girişimdir. Türkiye'nin, aynı zamanda elektrikli traktör, elektrikli otobüs ve hidrojenli otobüs teknolojileri üzerinde ticarileşmiş ürünleri bulunmaktadır.

Mevcut ticari CO2 yakalama süreç ve yöntemlerine alternatif olarak, kurulum ve işletim açısından daha avantajlı, maliyet etkin, yenilikçi ve teknolojik gelişime açık süreç ve yöntemler geliştirmek üzere çalışmalar başlatılmıştır. Enerji depolama, fotovoltaik (PV) panellerin geliştirilmesi ve farklı yüzeylerde kullanımı ile hidrojen teknolojileri ve uygulamaları üzerine Ar-Ge projeleri yürütülmektedir. Hidrojen teknolojileri, Türkiye'nin enerji dönüşümünde önemli bir rol oynamaktadır. Hidrojen ve yakıt hücresi teknolojileri üzerine yapılan projeler, hidrojenin araçlarda kullanımına yönelik önemli adımlar atmıştır. Örneğin, bor temelli yakıt hücreleriyle geliştirilen menzil artırıcı projeler elektrikli araç kullanımını desteklemektedir. Yenilenebilir enerji kaynaklarından üretilen hidrojenin depolanması ve taşınmasına yönelik projeler ise yeşil hidrojen üretiminde kritik bir yer tutmaktadır. Türkiye'nin hidrojen hedefleri doğrultusunda, Batı Türkiye'de hayata geçirilecek Güney Marmara Hidrojen Vadisi Projesi ile 2035 yılına kadar 5 GW, 2053 yılına kadar ise 70 GW elektroloiz kapasitesine ulaşılması ve hidrojen üretim maliyetlerinin 2035'te kilogram başına 2,4 dolara, 2053'te ise 1,2 dolara düşürülmesi planlanmaktadır.

2023-2026 yıllarını kapsayan Güney Marmara Hidrojen Kıyası Projesi gibi projeler, hidrojen teknolojilerinin sanayide kullanımını ve acil durum enerji üretim sistemlerinde uygulanmasını artırmayı amaçlamaktadır. Öte yandan, Küçük Modüler Reaktörler (SMR) üzerine çalışmalar 2016 yılından bu yana devam etmektedir.

Güneş enerjisi gibi yenilenebilir enerji kaynaklarının daha verimli kullanımı için sensör ve sistem teknolojilerine yönelik çalışmalar ile fotovoltaik panellerin geliştirilmesi ve kullanımına dair Ar-Ge çalışmaları sürdürülmektedir. Ayrıca, karbon yakalama teknolojilerinin geliştirilmesi ve yaygınlaştırılması hedeflenmektedir. Karbon yakalama ve depolama sistemlerinde hibrit çözümler üzerine yapılan araştırmalar, mevcut sistemlerin maliyetlerini azaltmaya yönelik yenilikçi yöntemler sunmaktadır.

Sera gazı emisyonlarını azaltma hedefleri doğrultusunda, Türkiye, yapay zeka destekli hava kalitesi izleme sistemleri üzerine araştırmalar yapmaktadır. Bu sistemler, özellikle kentsel alanlarda hava kirliliği seviyelerini izleyerek iklim değişikliğinin etkilerini yakından takip etmeyi amaçlamaktadır. NO₂, O₃ ve PM_{2.5} gibi zararlı maddelerin tespitine yönelik projeler, Türkiye'nin iklim değişikliği ile mücadelede teknolojik altyapısını güçlendirmektedir.

4.5.1. 2053 Yılı Net Sıfır Emisyon Hedefi Doğrultusunda Uzun Dönemli Teknoloji Geliştirme Stratejileri

Türkiye'nin iklim değişikliğiyle mücadelesine katkı sağlayacak teknolojik kabiliyetinin ve bilimsel araştırma altyapısının geliştirilmesi amacıyla aşağıdaki stratejiler belirlenmiştir. Aşağıda belirtilen teknoloji alanları için teknoloji ve yenilik odaklı, uygulamalı çözüm ve sistemlerin geliştirilmesine yönelik temel/uygulamalı araştırma, teknoloji geliştirme ve yenilik projeleri desteklenecektir.

Strateji 1. Enerji sektörünün karbonsuzlaşmasına yönelik yerli teknolojilerin ve kritik ürünlerin geliştirilmesi, mevcut teknolojilerin ve ürünlerin performanslarının artırılması

Yenilenebilir enerji kaynakları kullanımındaki ivmeyi desteklemek için yerli ve milli teknolojiler geliştirilecektir. Bu kapsamda, fotovoltaik panellerin geliştirilmesi ve farklı yüzeylerde kullanımına yönelik çalışmalar, yoğunlaştırılmış güneş enerjisi sistemleri ve termal enerji depolama teknolojileri ön planda olacaktır. Deniz üstü rüzgar türbinlerinin geliştirilmesi ve entegrasyonu desteklenecektir. Hidrojen teknolojileri geliştirilerek enerji sistemlerine entegrasyonu sağlanacak, elektrolizör teknolojisinin yerleştirilmesi için sistem alt bileşenleri geliştirilecektir. Enerji depolama ve batarya teknolojilerinde katı hal bataryalar, Li-Metal, Li-Sülfür, Li-Hava, sodyum-iyon, magnezyum-kükürt bataryaları geliştirilecek ve verimliliği yükseltilecektir. Sanayide enerji verimliliğini artıracak yenilikçi çözümler ve yüksek verimli batarya yönetim sistemleri geliştirilecektir.

Strateji 2. Karbon Yakalama, Kullanma ve Depolama teknolojilerinin geliştirilmesi

Karbon yakalama teknolojilerinin etkinliği artırılacak, alternatif karbon yakalama teknolojileri (BECCS, DACCS) geliştirilecek, karbonun kullanımı ve faydalı ürünlere dönüştürülmesi adına maliyet-etkin çözümler geliştirilecek, güvenli ve sürdürülebilir karbon depolama çözümleri geliştirilecektir. Karbon depolama tarafında uygun altyapının oluşturulması; karbon emisyonuna yol açan kuruluşlar ile karbonu proseslerinde hammadde olarak kullanabilen kuruluşların ortak çalışabileceği kümelenme uygulamalarının yaygınlaştırılması desteklenecektir.

Strateji 3. Akıllı şehir uygulamalarının geliştirilmesi

Akıllı şehir altyapılarının geliştirilmesi sağlanacak, sürdürülebilir ve akıllı ulaşım çözümlerinin desteklenmesi amacıyla elektrikli araç teknolojileri ve şarj altyapısının geliştirilmesine yönelik yenilikçi uygulamalar desteklenecek ve akıllı trafik yönetim sistemleri iyileştirilecektir. Sürdürülebilir ve akıllı ulaşım çözümleri kapsamında, bağlantılı, kooperatif ve tam otonom mobilite sistemleri, Hyperloop ve maglev gibi yenilikçi teknolojiler geliştirilecektir.

Strateji 4. Akıllı tarım ve gıda teknolojilerinin geliştirilmesi

Tarımda dijital dönüşüme ve büyük veriye dayalı karar destek sistemleri geliştirilecektir. İnsansız tarım araçları (İTA), otonom tarım robotları ve ileri teknoloji çevre dostu tarım makineleri kullanımı

yaygınlaştırılacaktır. Gıda endüstrisi atıklarının kimyasal bileşimlerinin belirlenmesine yönelik veri tabanları oluşturulacak, sürdürülebilir gıda üretim yöntemleri geliştirilecektir. Tarım ve gıda sektörü atıklarının biyogübre, protein, besinsel lif ve biyoaktif maddeler üretimine dönüştürülmesine yönelik teknolojiler geliştirilecek, tarımsal üretimde su ve enerji verimliliğini artıracak ve kimyasal gübre kullanımını azaltacak yenilikçi çözümler desteklenecektir.

Strateji 5. Bütünleşik ekosistem odaklı teknolojilerin geliştirilmesi

Mavi ekonomi platformları kapsamında çok kullanımlı kıyı ötesi sistemler ve deniz altı ve deniz üstü biyokütle çiftlikleri geliştirilecektir. Mikro ve makro alglerin hasat edilmesine yönelik teknolojiler ile su kirliliği önleme teknolojileri desteklenecektir. Deniz, geçiş suları, iç sular ve kara ekosistemlerinin bütüncül olarak iklim değişikliğine karşı dayanıklılıklarının artırılmasına yönelik çözümler geliştirilecektir. Sera gazı emisyonunun izlenmesi ve yönetimi için gelişmiş sistemler kullanılacak, çözünürlük ve karmaşıklık düzeyleri açısından ileri özelliklere sahip küresel ve bölgesel iklim modelleme ve senaryo yaklaşımları geliştirilecektir.

Strateji 6. Aşırı iklim olaylarından kaynaklanan afet türleri için ortaya çıkabilecek risk, zarar ve kayıpları önlemeye ve etkilerini en aza indirmeye yönelik teknoloji ve yenilik odaklı çözümlerin geliştirilmesi

Afet öncesi, sırası ve sonrasında ortaya çıkabilecek risk, zarar ve kayıpları önlemeye ve etkilerini en aza indirmeye yönelik risk haritaları ve karar destek sistemleri geliştirilecektir. Aşırı iklim olaylarının izlenmesi için erken uyarı sistemleri oluşturulacak, dijital teknoloji entegrasyonu ile insan hayatı, ekosistemler, doğal kaynaklar ve kritik altyapıların iklim değişikliğine karşı dirençliliği artırılabilecektir.

Strateji 7. Kaynak verimliliği odaklı teknolojilerin geliştirilmesi ve atık yönetiminin iyileştirilmesi

Atık yönetimi ve geri dönüşüm teknolojileri kapsamında akıllı atık toplama sistemleri, doluluk algılama sensörleri, yakın kızılötesi optik ayrıştırıcılar ve robot teknolojileri ile atık ayrıştırma sistemleri geliştirilecektir. Sanayide süreç optimizasyonu için yenilikçi çözümler oluşturulacak, tüm sektörlerde dögüsel ekonomi uygulamaları desteklenecek, endüstriyel ve evsel atık yönetim teknolojileri geliştirilecektir.

Atık yönetiminin her alanında çevrimiçi veri giriş ve izleme sistemleri geliştirilecektir. Biyobozunur atıklardan biyogaz yükseltme ve biyometan üretim teknolojileri desteklenecek, biyobozunur ve kompostlanabilir plastik teknolojileri geliştirilecektir. Plastik atıklardan yeşil hidrojen üretimi gibi atıktan enerji elde etme teknolojileri üzerinde çalışılacaktır. Atıksu arıtma ve geri kazanım teknolojileri geliştirilecek, ileri sensör teknolojileri ve yapay zeka uygulamaları ile süreç optimizasyonu sağlanacaktır. Biyorafineri mantığıyla çalışan atıksu arıtma tesisleri tasarlanacak ve atık sektöründe sera gazı emisyonlarının azaltılmasına yönelik teknolojik çözümler geliştirilecektir. Atık ve atık suyun yönetim süreçlerinin optimizasyonu ve enerji verimliliği için ileri sensör teknolojileri, yapay zeka ve uzaktan algılama gibi dijital teknoloji uygulamaları geliştirilecek ve kullanımının yaygınlaştırılması sağlanacaktır.

4.6. Adil Geçiş

İklim değişikliğiyle mücadeleye yönelik alınacak tedbirlerin, çalışanlar ve özel politika gerektiren gruplar başta olmak üzere toplum üzerinde önemli etkilerinin olması beklenmektedir. Bununla birlikte, yeşil dönüşüm sürecinin toplumsal refah açısından çeşitli olanakları da beraberinde getirmesi öngörülmektedir. Dolayısıyla, sürecin olumsuz etkilerinin asgari düzeye çekilerek olanaklarının azamileştirilmesine yönelik çalışmaların kimseyi geride bırakmama yaklaşımıyla yönetilmesi için adil geçiş politikalarının geliştirilmesi önem arz etmektedir.

Adil geçişe yönelik çalışmalarda kadınlar, gençler, yaşlılar, engelliler, yüksek iş kaybı riskiyle karşı karşıya olan çalışanlar ve KOBİ'ler başta olmak üzere iklim kırılganlığı yüksek grupların dayanıklılığının artırılarak kapsayıcı istihdamın ve toplumsal uyumun geliştirilmesinin önceliklendirilmesi planlanmaktadır. Bu yaklaşımla adil geçiş, ulusal kalkınma planlarından tematik ve sektörel strateji belgelerine kadar geniş bir politika alanında ele alınmaktadır.

Bu çerçevede, iklim değişikliğinin gerektirdiği ekonomik dönüşüm sonucunda ortaya çıkacak risk ve fırsatların birlikte yönetilerek toplumun geniş kesimleri tarafından adil bir şekilde paylaşılması, insana yaraşır ve yeşil iş fırsatları yaratılarak kimsenin geride bırakılmaması anlayış esastır

Strateji 1. Kanıta dayalı ve bütüncül adil geçiş politikalarının geliştirilebilmesi için veri/bilgi kapasitesinin geliştirilmesi

Karbon yoğun üretime dayalı ve kaynak kullanımı yüksek sektörlerde iklime duyarlı temiz üretim uygulamalarının yaygınlaştırılmasına yönelik çalışmaların beceri ihtiyacına ve işgücü talebine yansımalarının yönetilmesi, bu süreçte önemli istihdam kayıpları ve buna paralel toplumsal sorunlarla karşılaşmamak açısından önemlidir. Sürecin etkin yönetimine yönelik adil geçiş politikalarının sonuç odaklı olabilmesinin koşulu, bu politikaların kanıta dayalı olarak ve birbirini destekleyecek şekilde geliştirilmesidir. Bu yaklaşımla politika yapımcılar ve uygulayıcılar başta olmak üzere ilgili tüm tarafların, dönüşümün yönü, etki alanı, öngörülen beceri açığı, sürecin riskleri ve olanakları ile çok yönlü toplumsal etkilerine ilişkin veri/bilgi kapasitesinin güçlendirilmesine yönelik çalışmalar yapılacaktır.

Strateji 2. Ulusal, bölgesel ve sektörel düzeyde adil geçiş politikalarının belirlenmesi ve etkili biçimde yönetişiminin sağlanması

Eğitim, istihdam, sosyal koruma, iş sağlığı ve güvenliği, sosyal içerme, göç gibi alanlarda iklim değişikliği ve yeşil dönüşüm bağlamında risk ve fırsat yönetimini temel alan kanıta dayalı adil geçiş politikaları geliştirilecek, ulusal adil geçiş stratejisi hazırlanarak etkin mekanizmalarla uygulamaya taşınacaktır. Bu doğrultuda beceri ekosistemi, yeşil ve dijital dönüşüm gereklilikleri de dikkate alınarak güçlendirilecek, her düzeyde faaliyet gösteren ekosistem paydaşlarının kurumsal kapasitelerini artırmaya, işbirliklerini desteklemeye ve kurumlar arası koordinasyonu iyileştirmeye yönelik çalışmalar yapılacaktır. Uygulama deneyimleri göz önünde bulundurularak ülkemizde adil geçişin yönetim ve finansman modelleri oluşturulacaktır. Sürecin çalışma barışını ve toplumsal refahı güçlendirerek ilerlemesi için sosyal diyalogun geliştirilmesine ve katılımcılığın sağlanmasına yönelik tedbirler alınacaktır.

Strateji 3. Yeşil dönüşüm sürecinde beceri talebinde ortaya çıkacak değişiklikleri erken aşamada tespit etmeye ve eğitim-öğretim programları ile beceri geliştirme ve beceri kazandırma programlarını yeni ihtiyaçlara uyumlaştırmaya yönelik uygulamaların hayata geçirilmesi

Yeşil dönüşüm süresince işgücü piyasaları arz ve talep boyutlarıyla düzenli olarak analiz edilecek, işgücü piyasasındaki beceri uyumsuzluğunun azaltılmasına yönelik çalışmalar yürütülecektir. Yeşil dönüşüm gerçekleşen sektörlerin beceri ihtiyaçları doğrultusunda mesleki eğitim, yükseköğretim, hayat boyu öğrenme ve aktif işgücü piyasası programları düzenlenecektir. Yeşil becerilere sahip işgücünün sürdürülebilir biçimde sağlanmasına yönelik olarak eğitim-öğretim sisteminin tüm kademelerinde esnekliğin ve uyum kabiliyetinin artırılması için çalışmalar yapılacaktır.

Strateji 4. İşgücü piyasalarının yeşil ve dijital dönüşüme uyumunun, işgücü piyasalarında cinsiyet eşitliğini ve kapsayıcılığı güçlendirerek herkes için en adil koşullarda sağlanması

İklim değişikliğine yönelik azaltım ve uyum tedbirlerinin gerektirdiği becerilerin mesleki eğitimler, beceri kazandırma ve beceri geliştirme programları aracılığıyla işgücüne kazandırılmasına yönelik çalışmalar yürütülecektir. Azaltım ve uyum politikalarının uygulama sürecinin kadınlar, gençler ve engelliler gibi özel politika gerektiren (kırılgan) grupların işgücü piyasasından dışlanmasına neden olabilecek etkilerinin yönetilebilmesi, ülkemizde istihdamın kapsayıcılığının geliştirilmesi ve yeşil ekonomiye geçişin herkes için en adil koşullarda gerçekleşmesi amacıyla beceri uyumunu sağlamaya yönelik çalışmalar kapsayıcılık ilkeleri doğrultusunda sürdürülecektir.

Strateji 5. Yeşil iş alanlarının oluşturulması ile yeşil istihdamın artırılması

İnsana yaraşır tam sosyal koruma sağlayan, aynı zamanda sera gazı emisyonlarını azaltıcı etkisi olan yeşil işlerin gelişimi desteklenecektir. Yeşil işlerde sosyal girişimciliğin desteklenmesine yönelik uygulamaların yaygınlaştırılmasıyla yeşil ekonomi değer zincirlerinde yer alan KOBİ'lerin güçlendirilmesine yönelik tedbirler alınacaktır.

Özellikle, 2053 net sıfır hedefi kapsamında enerji sektöründe çalışanların, yeşil enerji teknolojilerine bağlı olarak ortaya çıkan iş olanaklarına uyum sağlayabilmeleri için gerekli mesleki eğitimlerin ve kapasite geliştirme programlarının planlanması gibi istihdamı destekleyici politikalar hayata geçirilecektir.

4.7. Kapasite Geliştirme

4.7.1. İklim Elçileri

Hem iklim değişikliği ile mücadeleyi ulusal bazda yeşil dönüşüm yoluyla gerçekleştirme çalışmalarını güçlendirmek hem de genç kuşaklarımızın iklim politikalarının geliştirilmesi ve uygulanmasında etkinliğini artırmak amacıyla İklim Elçileri Projesi yürütülmektedir. Mevcut durumda, 2024 yılı itibarıyla 208 üniversiteden 175 iklim elçisi bulunmaktadır. İklim Elçileri hareketinin vizyonu, İklim Değişikliği ile mücadelede İklim Elçisi gençlerle birlikte karar alma süreçlerine gençlerin katılımı ve kamuoyu farkındalığının geliştirilmesidir. İklim Elçilerinin temel misyonu, temsil ettikleri üniversitelerin yeşil ve iklim dostu kampüse sahip olması ve bunun öncülüğünü üstlenmeleri şeklindedir.

İklim Elçileri ilk olarak 2022 yılında Konya’da gerçekleşen İklim Şûrasında Gençlik Oturumu’nu gerçekleştirmiş ve yaklaşık 200 gencin hazırladığı Gençlik Bildirisi sunulmuştur. 2 yıllık dönemde İklim Elçileri Politika Diyaloğu Eğitimi verilmiş, İklim Elçileri Gençlik Kampı ve Yerel Gençlik Konferansı (LCOY-Local Conference of Youth) gerçekleştirmiş, iklim elçileri kurumsallaşma süreci tamamlanmış ve seçilen İklim Elçileri Türkiye Delegasyonu ile birlikte COP27 ve COP28’e katılım sağlamıştır. Ayrıca İklim Elçileri BMİDÇS raporlama süreçleri kapsamında Türkiye’nin 8. Ulusal Bildirimi hazırlık çalışmalarına katkı sağlamıştır.

İklim Elçileri girişimiyle Türkiye’nin 2053 net sıfır emisyon ve yeşil kalkınma hedefleri doğrultusunda iklim değişikliğiyle mücadele ve uyum çalışmalarındaki gençlik katılımının güçlendirilmesi hedeflenmektedir

4.7.2. Eğitim ve Kapasite Geliştirme

Strateji 1. İklim Değişikliği farkındalığının artırılması

İklim değişikliği ile mücadelede eğitim ve kapasite geliştirme, Türkiye’nin Uzun Dönemli İklim Stratejisinde merkezi bir konuma sahiptir. Bu çerçevede, toplumsal farkındalığı artırmak, teknik bilgi ve becerileri geliştirmek, kamu ve özel sektör iş birliğini sağlamak için çeşitli programlar tasarlanmaktadır. Eğitim programları, hem kurumların hem de bireylerin iklim değişikliğine uyum ve azaltım süreçlerinde aktif rol almasını hedeflemektedir. Aynı zamanda, kapasite geliştirme çalışmaları ile teknik personelin yetkinlikleri artırılarak, iklim değişikliği ile mücadelede daha güçlü ve etkili çözümler üretilmesi amaçlanmaktadır.

Toplumsal farkındalığı artırmanın yanı sıra, teknik ve bilimsel kapasitenin geliştirilmesi, Türkiye’nin hem ulusal hem de uluslararası düzeyde iklim hedeflerine ulaşmasını sağlayacaktır. Eğitim ve kapasite geliştirme alanındaki çalışmalar, sürdürülebilir kalkınma yolunda atılan adımların kalıcı olmasını ve yeni nesillerin de bu sürece katılımını güvence altına alacaktır. Sektörlere özel hazırlanan eğitim ve farkındalık programları, hem ulusal hem de yerel düzeyde daha etkili ve sürdürülebilir çözümler üretilmesine katkı sağlayacaktır. Eğitim programlarının içeriği, yenilikçi ve bilim temelli yaklaşımları kapsayacak şekilde genişletilecektir. Bu programlar, bireylerden kurumlara kadar geniş bir yelpazeye hitap edecek ve farklı sektörlerdeki profesyonellere, yerel yönetimlere ve akademik çevrelere yönelik eğitim modülleri oluşturulacaktır. Bu süreçte, Türkiye’nin iklim değişikliği ile mücadele kapasitesi gelişecek, daha geniş kitlelerin iklim dostu uygulamalara katılımı sağlanacaktır.

İklim politikalarının cinsiyete duyarlı bir şekilde planlanması, bütçelenmesi ve uygulanmasında kadınların etkin katılımının sağlanması kritik bir öncelik olarak belirlenmiştir. Ayrıca, kadınlar ve kız çocuklarının iklim değişikliği karşısında maruz kalabilecekleri riskler konusunda toplumda farkındalık yaratılması ve bilinçlendirme faaliyetlerinin yaygınlaştırılması, toplumsal dayanıklılığı artırmada temel bir araç olacaktır.

Türkiye, iklim değişikliğine yönelik kapasite geliştirme çalışmalarını çok yönlü bir yaklaşımla ele almaktadır. Kısa ve orta vadeli sektörel bazda farkındalık ve eğitim çalışmalarının yanında teknik altyapının geliştirilmesi de ön plandadır. Örneğin, AKAKDO alanında, sera gazı emisyon hesaplamaları ve raporlamaları için teknik personelin eğitilmesi ve orman kayıplarına karşı bilimsel, beşeri ve teknik

kapasitenin artırılması hedeflenmektedir. Ayrıca, tarım sektöründe iklim dostu uygulamaların yaygınlaştırılması ve iyi tarım uygulamaları ile organik tarım faaliyetlerine yönelik eğitimler ile yerel yönetimlerce gerçekleştirecek iklim eylemlerine yönelik eğitimlere odaklanılacaktır. Sanayi sektöründe ise KOBİ'ler başta olmak üzere işletmelerin sera gazı emisyon azaltımı ve iklim değişikliğine uyum süreçlerine yönelik kapasitelerinin güçlendirilmesi öngörülmektedir. Bu kapsamda, enerji kullanımı ve karbon yönetimi gibi konulara odaklanılarak, yeşil dönüşüm sürecinde ihtiyaç duyulan yeni beceriler kazandırılacaktır. Özellikle ETS'ye dahil olacak sektörlerle yönelik kapsamlı bir kapasite geliştirme ve eğitim programının mevzuat ve idari düzenlemeler eş zamanlı olarak planlanarak, uyuma yönelik kapasitenin değer zinciri boyunca güçlendirilmesi sağlanacaktır. Ayrıca, eğitim müfredatlarının iklim değişikliği ve sürdürülebilir kalkınma hedeflerine uygun hale getirilmesi, gelecekteki iş gücünün bu alanlardaki bilgi ve becerilerle donatılmasını sağlayacaktır. Yenilenebilir enerjinin ve enerji verimliliğinin iklim değişikliği ile mücadelede kritik öneminden hareketle toplumun tüm kesimlerinde farkındalığın artırılması amacıyla eğitim ve öğretim programlarına ağırlık verilecektir. Adil geçiş sürecinin toplumsal diyalogun gelişmesiyle birlikte kadınlar ve özel politika gerektiren grupların sürece katılımı teşvik edilmekte ve mesleki eğitim programlarıyla bu grupların etkin bir şekilde yararlanması sağlanmaktadır.

4.8. Uzun Uzun Dönemli İklim Stratejisinin Temel Hedeflerinin Özeti

Sektör		Hedef		
AZALTIM	Enerji	2030	Birincil enerji arzında %16 oranında tasarruf sağlanacak ve 100 milyon CO2 emisyonu önlenecek	
			Nükleer enerji kurulu gücü 4,8 GW'a çıkartılacak	
			Elektrolizör kapasitesi 2 GW'a çıkartılacak	
			Batarya kapasitesi 2,1 GW'a çıkartılacak	
		2035	Enerji yoğunluğu %35 oranında azaltılacak	
			Güneş ve rüzgar enerjisi kurulu gücü 4 katına çıkartılacak	
			Nükleer enerji kurulu gücü 7,2 GW'a çıkartılacak	
			Elektrolizör kapasitesi artırılacak	
		2053	Yenilenebilir enerjinin birincil enerjideki payı %17'den %50'ye çıkartılacak	
			Elektrolizör kapasitesi 70 GW'a çıkartılacak	
		İmalat Sanayii	2040	Demir-çelik sektöründe %20 emisyon azaltımı sağlanacak
				Çimento sektöründe %30 emisyon azaltımı sağlanacak
	Alüminyum sektöründe %53 emisyon azaltımı sağlanacak			
	2045		HFC tüketiminden %80azaltım sağlanacak	
	2053		Çimento sektöründe %93 emisyon azaltımı sağlanacak	
			Demir-çelik sektöründe %99 emisyon azaltımı sağlanacak	
			Alüminyum sektöründe %75 emisyon azaltımı sağlanacak	
			Gübre sektöründe %100 emisyon azaltımı sağlanacak	
	Binalar	2025	2000 m ² ve üzeri kullanım alanına sahip yeni binaların nSEB (Neredeyse Sıfır Enerji Binalar) standartına sahip olması sağlanacak	
		2030	Kamu binalarında %30 enerji tasarrufu sağlanacak	
		2033	Tüm yeni binaların EKB A sınıfı olması sağlanacak	
		2043	Tüm yeni binaların Net Sıfır Operasyonel Karbon Bina olarak yapılması sağlanacak	
		2053	Binalar sektörü emisyonları sıfıra yaklaştırılacak	
			30 yılda 2 milyar ton CO ₂ -eşd. emisyon önlenecek	
	Ulaştırma	2035	Elektrikli araçların sayısı 4,2 milyona çıkartılacak	
			347 bin şarj noktası kurulacak	
			Elektrikli araç yerlilik oranında %75'e ulaşılacak	
		2053	Demiryollarının elektrifikasyonu tamamlanacak	
7 bin km YHT ve HT hattı inşa edilecek				
Demiryollarının lojistikteki payı %5'ten %22'ye çıkartılacak				

	Atık	2030	Arıtılmış atıksuların yeniden kullanım oranı %15'e çıkartılacak
			Atıksu arıtma hizmeti verilen nüfus oranı %100'e çıkartılacak
		2035	Düzensiz döküm sahalarına atık alımı sonlandırılacak
		2053	Belediye atıklarının geri kazanım oranı %70'e çıkartılacak
			Atıkların ayrıştırılmadan düzenli depolama sahalarına gönderilmesine son verilecek
			Arıtılmış atıksuların yeniden kullanım oranı %20'ye çıkartılacak
	Tarım	2030	Her coğrafi bölgeye uygun hayvan tür, ırk ve sistem öneri raporlarına göre planlı hayvansal üretimi tamamlanacak
			Parçalı tüm arazilerin toplulaştırması tamamlanacak
		2053	Tarım topraklarının en az %10'unda organik tarım yapılması sağlanacak
			Sulama randımanı oranının %65'e yükseltilmesi sağlanacak
			Hayvancılıkta yem rasyonu ve yem çeşidinin optimize edilmesiyle hayvancılıktan kaynaklanan emisyonlar azaltılacak
	Biyogaz tesisleri yaygınlaştırılacak		
	AKAKDO	2030	Sektörün Ar-Ge ve inovasyon bakımından güçlendirilmesi için proje destekleri 2030 itibariyle 2020 seviyesinin iki katına çıkarılması sağlanacak
			Proaktif restorasyon ve koruma kapsamında ekosistemlerin korunması sağlanacak
		2053	Ekosistem tabanlı fonksiyonel planlamanın geliştirilmesi ve yaygınlaştırılması ile ulusal ölçekte ormanların dayanıklılığının artırılması sağlanacak
Yerleşimlerdeki odunsu yeşil alan oranının artırılması sağlanacak			
AB Karbon Çıkarım Sertifikasyon düzenlemelerine benzer ve uyumlu mekanizmalar geliştirilecek			
UYUM	Genel hedefler	Türkiye'nin 3 km çözünürlüğe sahip 2100 iklim projeksiyonu yapılacak	
		Her sektörde etkilenebilirlik analizleri gerçekleştirilecek	
		Her sektörde kritik altyapıların iklim tehlikelerinden korunması ve dirençliliğinin artırılması sağlanacak	
	Su Kaynakları Yönetimi	Su Kanunu ve Taşkın Kanunu çıkarılacak	
		Nehir Havza Yönetim Planları, İçme Suyu Güvenliği Planları, Sektörel Su Tahsis Planları hazırlanacak	
		Akıllı Su Yönetim Sistemine geçilecek	
		Kentlerde su kayıp oranı 2033'e kadar yüzde 25 seviyesine düşürülecek	

		Kişi başı günlük su tüketimi 2030'a kadar 120 litreye, 2050 yılına kadar 100 litreye düşürülecek
		Tarımsal sulama randımanı 2030 yılına kadar yüzde 60, 2050 yılına kadar yüzde 65 seviyesine çıkartılacak
		2030'a kadar sanayide yüzde 50'ye varan oranlarda su verimliliği sağlanacak
		2030'a kadar turizm sektöründe %40'a varan oranlarda su verimliliği sağlanacak
	Taşımacılık	Kritik altyapının dayanıklılığı artırılacak
		Ulaşım ve yolcu sağlığı, kırılabilirlik seviyelerinin azaltılmasıyla korunacak
		Afet ve acil durumlarda erişilebilirlik ve tahliye yetenekleri geliştirilecek, müdahale kapasitesi artırılacak
	Biyolojik Çeşitlilik ve Ekosistem Hizmetleri	Sürdürülebilir orman yönetimi çerçevesinde, döngüsel biyo-ekonomiye geçiş ile birlikte optimum odun hammaddesi üretim düzeyinin belirlenmesi sağlanacak
		Havza Bazlı Çölleşmeyle Mücadele Eylem Planları oluşturulacak
	Enerji	İklim değişikliğine uyum, elektrik enerji sistemlerine entegre edilecek
		Mevcut fosil yakıtı dayalı tesislerin altyapısı gözden geçirilecek
	İmalat Sanayii	Yüksek teknoloji ve iklim dostu ürünlerin üretimine geçiş, kırılabilirliği azaltırken uyum kapasitesini artıracak
		Stratejik, büyük ölçekli tesisler ve büyük endüstriyel kazalar riski taşıyan tesisler önceliklendirilerek, üretim tesislerini afetlerden korumaya yönelik planlama çalışmaları yapılacak
		Üretim sanayisinde gönüllü girişimler, sektör temsilcisi kuruluşlar ve meslek birliklerinin liderliğindeki çalışmalarla uyum kapasitesi güçlendirilecek
		Fiziksel iklim riskini değerlendirmek için bir risk analizi aracı geliştirilecek
	Kent	Mekânsal veriler kullanılarak kentsel alanlarda risk haritaları oluşturulacak
		Yağış senaryolarına göre taşkın hesapları ve haritalar yapılarak taşkın riskli yerler analiz edilecek ve uygun dönüşüm modelleri belirlenecek
		Binaların çatı ve cephe yapısının şiddetli hava olaylarına karşı dirençliliğini artıracak ve kentsel ısı artışı önleyecek yere özgü uygun malzemelerin standartları belirlenerek yaygınlaştırılacak
		Drenaj sistemleri yeniden yapılandırılacak, birleşik kanalizasyon (yağmur suyu, atık su) sistemleri ayrıştırılacak, yeşil koridorlar ile geçirgen yüzey malzemeleri kullanımını yaygınlaştıracak

		Mekânsal plan yapım süreçleri, iklim değişikliğine uyum kapsamında yeniden ele alınacak, kuraklığa dayanıklı ve estetik kentsel alanlar oluşturulacak
		Tahliye kaçış koridorları oluşturulacak, kapalı dere hatları açılacak, dere yatakları çevresinde koruma bölgeleri oluşturulacak
	Turizm ve Kültürel Değerler	Sürdürülebilir Turizm Programı kapsam ve bölge olarak yaygınlaştırılacak
		Kültürel miras alanlarında etki değerlendirmesi ve risk analizleri yapılacak ve önlemler alınacak
		Etkilenebilirlik ve risk analizleri sonuçlarına göre mekansal planlama çalışmaları gerçekleştirilecek
		İklim değişikliğine dirençliliği sağlamaya yönelik politika ve stratejiler belirlenecek ve uygulanacak
	Tarım	Tarım arazilerinin, meraların niteliklerinin korunması sağlanacak
		Doğa dostu ve iklim değişikliğine uyum kapasitesini artırıcı geleneksel ve doğal yöntemler konusunda çalışmalar artırılacak
		Türkiye genelindeki organik tarım ve iyi tarım uygulamaları yapan çiftçi sayısı artırılacak
		İşlemesiz tarım, koruyucu ve onarıcı tarım uygulamaları, yağmur hasadı, permakültür, canlı rüzgâr perdeleri uygulamaları yaygınlaştırılacak
		Doğa temelli çözümler ile ekosistem odaklı gıda üretim modeli uygulanması ve yaygınlaştırılması sağlanacak
		Kuraklık, sel, dolu ve taşkınların tarıma etkisini azaltmak için mücadele ve uyum sistemleri geliştirilecek ve uygulanacak
		İklim hassasiyeti görece daha az olan bitki türlerinin ve hayvan ırklarının geliştirilmesi; uyum kapasitesi yüksek olan yerel ırkların korunması, desteklenmesi ve yaygınlaştırılması sağlanacak
		Kritik altyapılara (sulama, soğuk zincir, modern depolama, ulaşım altyapısı, vs.) ilişkin kayıp ve zararın azaltılmasına yönelik sigortacılık sistemi geliştirilecek
	Sağlık	İklim değişikliğinin sağlık üzerindeki etkilerini azaltmak için tüm uyum politikaları Sağlık Etki Değerlendirmesi (SED) sürecine dahil edilecek
		İklim değişikliğine uyumlu sağlık izleme ve sürveyans sistemleri kurulacak
		İklim duyarlı hastalıklara yönelik erken uyarı ve hızlı yanıt mekanizmaları ile müdahale planları geliştirilecek

YATAY-KESEN		Dünya Sağlık Örgütüne göre 2030-2050 yılları arasında artması beklenen iklimle ilişkili ölüm olaylarına karşı hazırlıklı yapılacak
	Sosyal Kalkınma	Ailelerin iklim değişikliği ve doğal afetler karşısında dirençliliğini artırmak için aileye duyarlı çevre politikaları geliştirilecek
		Ulusal ve yerel düzeyde sosyal koruma sistemlerinin ve iklim değişikliği stratejilerinin birbirleriyle uyumlu hale getirilmesi sağlanacak
		Başta etkilenebilir gruplar olmak üzere, iklim değişikliğine uyum konusunda toplumun farkındalığı artırılacak
	Afet Risk Azaltma	Afetlere karşı dayanıklılığı sağlamak amacıyla, afet riskini azaltmaya yönelik yatırımlarla dayanıklı altyapı sistemleri oluşturulacak
		Erken uyarı ve tahmin sistemleri, yenilikçi teknolojiler kullanılarak geliştirilecek ve bu sistemlerin uluslararası standartlara uygun olması sağlanacak
		Afetlere karşı dirençliliğin sağlanması için afet riskini azaltmaya yönelik yatırımlar yapılarak dirençli altyapı sistemleri oluşturulacak
		Erken uyarı ve tahmin sistemleri yenilikçi teknolojiler kullanılarak geliştirilecek ve bu sistemlerin uluslararası standartlara uyumlu olması sağlanacak
	Teknoloji Geliştirme	Yeşil dönüşüm kapsamında hidrojen teknolojileri, karbon yakalama, kullanma ve depolama teknolojileri, akıllı şehir, akıllı tarım ve gıda teknolojileri ile bütünleşik ekosistem odaklı teknolojiler geliştirilecek
	Adil Geçiş	Ulusal, bölgesel ve sektörel düzeyde adil geçiş politikaları uygulanacak
Karbon Fiyatlandırma	Emisyon Ticareti Sistemi 2025 yılından itibaren hayata geçirilecek	
Kapasite Geliştirme	Her sektörde iklim değişikliği azaltım ve iklim değişikliğine uyum odaklı olarak her paydaş için kapasite geliştirme süreçleri yürütülecek	

Kaynaklar

- [1] IPCC, “SYNTHESIS REPORT OF THE IPCC SIXTH ASSESSMENT REPORT (AR6),” 2023. Accessed: Jul. 16, 2024. [Online]. Available: https://report.ipcc.ch/ar6syr/pdf/IPCC_AR6_SYR_LongerReport.pdf.
- [2] TÜİK, “Dönemsel Gayrisafi Yurt İçi Hasıla, II. Çeyrek: Nisan-Haziran, 2024,” <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Donemsel-Gayrisafi-Yurt-Ici-Hasila-II.-Ceyrek:-Nisan-Haziran,-2024-53754>.
- [3] TÜİK, “Dış Ticaret İstatistikleri,” <https://data.tuik.gov.tr/Kategori/GetKategori?p=dis-ticaret-104&dil=1>.
- [4] International Monetary Fund, “GDP, current prices Billions of U.S. dollars,” <https://www.imf.org/external/datamapper/NGDPD@WEO/TUR?zoom=TUR&highlight=TUR>.
- [5] SBB, “On İkinci Kalkınma Planı,” 2023. Accessed: Aug. 06, 2024. [Online]. Available: https://www.sbb.gov.tr/wp-content/uploads/2023/12/On-Ikinci-Kalkinma-Plani_2024-2028_11122023.pdf
- [6] TÜİK, “İşgücü İstatistikleri, 2023,” <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Isgucu-Istatistikleri-2023-53521>.
- [7] WIPO, “Global Innovation Index 2024,” <https://www.wipo.int/web-publications/global-innovation-index-2024/en/>.
- [8] TÜİK, “Sera Gazı Emisyon İstatistikleri, 1990-2022,” <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Sera-Gazi-Emisyon-Istatistikleri-1990-2022-53701>.
- [9] OECD, “Air and GHG emissions,” <https://www.oecd.org/en/data/indicators/air-and-ghg-emissions.html>.
- [10] ÇŞİDB, “Republic of Türkiye Updated First Nationally Determined Contribution,” 2023. Accessed: Aug. 05, 2024. [Online]. Available: https://unfccc.int/sites/default/files/NDC/2023-04/T%C3%9CRK%C4%B0YE_UPDATED%201st%20NDC_EN.pdf
- [11] ÇŞİDB, “İklim Değişikliği Azaltım ve Uyum Stratejisi ve Eylem Planları.” Accessed: Aug. 05, 2024. [Online]. Available: <https://iklim.gov.tr/eylem-planlari-i-19>
- [12] UNDP, “İklim Portal,” <https://iklimportal.gov.tr/>.
- [13] ETKB, “EİGM Raporları.” Accessed: Aug. 05, 2024. [Online]. Available: <https://enerji.gov.tr/eigm-raporlari>.
- [14] SBB, “2024 Yılı Cumhurbaşkanlığı Yıllık Programı.” Accessed: Aug. 05, 2024. [Online]. Available: <https://www.sbb.gov.tr/yillik-programlar/>
- [15] ETKB, “Elektrik,” <https://enerji.gov.tr/bilgi-merkezi-enerji-elektrik>.
- [16] UNFCCC, “National Inventory Submissions 2024,” <https://unfccc.int/ghg-inventories-annex-i-parties/2024>.
- [17] ETKB, “2040’a kadar 46 milyar dolar enerji tasarrufu sağlayacağız,” <https://enerji.gov.tr/haber-detay?id=21224>.
- [18] Y. Taranto, “Yenilenebilir Enerji-Hidroelektrik Created with a trial version of Syncfusion Essential PDF,” 2014. Accessed: Aug. 05, 2024. [Online]. Available: https://www.tskb.com.tr/i/content/725_1_Yenilenebilir_Enerji_Hidro_Temmuz_2014_pub-2.pdf

- [19] IRENA, “RENEWABLE CAPACITY STATISTICS 2024,” 2024. Accessed: Oct. 23, 2024. [Online]. Available: https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2024/Mar/IRENA_RE_Capacity_Statistics_2024.pdf
- [20] ETKB, “TÜRKİYE ULUSAL ENERJİ PLANI,” 2022. Accessed: Aug. 06, 2024. [Online]. Available: https://enerji.gov.tr/Media/Dizin/EIGM/tr/Raporlar/TUEP/T%C3%BCrkiye_Ulusal_Enerji_Plan%C4%B1.pdf.
- [21] TÜİK, “Enerji Hesapları, 2021,” <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Enerji-Hesapları-2021-49751>.
- [22] Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı, “Türkiye Çimento Sektörü için Düşük Karbonlu Yol Haritası,” 2024. Accessed: Sep. 10, 2024. [Online]. Available: <https://www.sanayi.gov.tr/assets/pdf/birimler/turkiye-cimento-sektoru-icin-dusuk-karbonlu-yol-haritasi.pdf>
- [23] ÇŞİDB, “İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ AZALTIM STRATEJİSİ VE EYLEM PLANI (2024-2030).” Accessed: Jul. 12, 2024. [Online]. Available: [https://iklim.gov.tr/db/turkce/icerikler/files/%C4%B0klim%20De%C4%9Fi%C5%9Fikli%C4%9Fi%20Azalt%C4%B1m%20Stratejisi%20ve%20Eylem%20Plan%C4%B1%20\(2024-2030\).pdf](https://iklim.gov.tr/db/turkce/icerikler/files/%C4%B0klim%20De%C4%9Fi%C5%9Fikli%C4%9Fi%20Azalt%C4%B1m%20Stratejisi%20ve%20Eylem%20Plan%C4%B1%20(2024-2030).pdf)
- [24] UNFCCC, “Türkiye National Inventory Report,” 2023. Accessed: Aug. 19, 2024. [Online]. Available: https://unfccc.int/documents/627786?gad_source=1&gclid=EAIaIQobChMIhsLXstX-hwMVmJdoCR3PUChfEAAYASAAEgK_FvD_BwE
- [25] TÜİK, “Yapı İzin İstatistikleri, IV. Çeyrek: Ekim-Aralık, 2023,” <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Yap%C4%B1-%C4%B0zin-%C4%B0statistikleri-IV.-%C3%87eyrek:-Ekim-Aral%C4%B1k,-2023-49531&dil=1> .
- [26] ÇŞİDB, “Türkiye Bina Sektörü Karbonsuzlaşma Yol Haritası,” 2023. Accessed: Aug. 06, 2024. [Online]. Available: https://webdosya.csb.gov.tr/db/meslekihizmetler/menu/turkiye_bina_sektoru_karbonsuzlasma_yol_haritasi_v1_20231218095757.pdf
- [27] TÜİK, “Motorlu Kara Taşıtları, Aralık 2023,” <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Motorlu-Kara-Taşıtları-Aralık-2023-49432>.
- [28] UNEP, “Transport,” https://www.unep.org/topics/transport?gad_source=1&gclid=CjwKCAjw5Ky1BhAgEiwA5jGujooF50mJFiQIrmu3_iju_v_d3QJkw5F1q8Dv-A3gnx0Wg57Pzd0QshoCYhYQAvD_BwE.
- [29] ETKB, “Enerji Verimliliği 2030 Stratejisi ve II. Ulusal Enerji Verimliliği Eylem Planı (2024-2030).” Accessed: Aug. 06, 2024. [Online]. Available: https://enerji.gov.tr/Media/Dizin/BHIM/tr/Duyurular/T%C3%BCrkiyeninEnerjiVerimlili%C4%9Fi2030StratejisiVeIIUlusalEnerjiVerimlili%C4%9FiEylemPlan%C4%B1_202401161407.pdf
- [30] TÜİK, “Adrese Dayalı Nüfus Kayıt Sistemi Sonuçları, 2023,” <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Adrese-Dayalı-Nüfus-Kayıt-Sistemi-Sonuçları-2023-49684>.
- [31] EUROSTAT, “Passenger cars per 1 000 inhabitants reached 560 in 2022,” <https://ec.europa.eu/eurostat/web/products-eurostat-news/w/ddn-20240117>.
- [32] US EIA, “EIA projects global conventional vehicle fleet will peak in 2038,” <https://www.eia.gov/todayinenergy/detail.php?id=50096#:~:text=The%20OECD%20countries'%20motorization%20rate,in%20OECD%20countries%20in%202025>.
- [33] IEA, “Trends in electric cars,” <https://www.iea.org/reports/global-ev-outlook-2024/trends-in-electric-cars>. Accessed: Oct. 23, 2024. [Online]. Available: https://library.wmo.int/viewer/68835/download?file=1347_Global-statement-2023_en.pdf&type=pdf&navigator=1

- [34] OSD, “Otomotiv Sanayii Üretim Bülteni,” 2023. Accessed: Aug. 06, 2024. [Online]. Available: https://www.osd.org.tr/saved-files/PDF/2024/01/14/Otomotiv_Sanayii_Uretim_Bulteni-2023.12.pdf
- [35] TÜİK, “Trafığe kayıtlı otomobillerin yakıt cinsine göre dağılımı, 2004 - 2024,” <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/DownloadFile?p=G316NhCfWUVhcU28zMC2kvFnOYNeuacSJ3ok6RZERBSefJGkQMFcp02YJDyo1KBAAbJNaG5QH7CSnDBV7K0YwKX0EgVEoyeRnBIuy9o3LCVA=>.
- [36] EPDK, “Şarj Hizmeti Piyasası İstatistikleri Ağustos 2024,” <https://www.epdk.gov.tr/Detay/Icerik/3-0-222/sarj-hizmeti-piyasasi-istatistikler>.
- [37] KGM, “Otoyollar, Devlet ve İl Yolları Üzerine Yolcu ve Yük Taşımaları,” <https://www.kgm.gov.tr/SiteCollectionDocuments/KGMdocuments/Istatistikler/SeyirveTasimalar/SeyirVeTasimalar.pdf>.
- [38] KGM, “Trafik ve Ulaşım Bilgileri,” <https://www.kgm.gov.tr/SiteCollectionDocuments/KGMdocuments/Istatistikler/TrafikveUlasimBilgileri/23TrafikUlasimBilgileri.pdf>.
- [39] TÜİK, “Metro, Tramvay ve Hafif Raylı Sistem İstatistikleri,” <https://data.tuik.gov.tr/Kategori/GetKategori?p=ulastirma-ve-haberlesme-112>.
- [40] TÜRKLİM, “TÜRKLİM üyesi 20 liman Yeşil Liman Sertifikası'nın Sahibi Oldu,” <https://www.turklim.org/turklim-uyesi-20-liman-yesil-liman-sertifikasinin-sahibi-oldu/>.
- [41] UAB, “2053 Ulusal Ulaştırma ve Lojistik Ana Planı ” Accessed: Aug. 06, 2024. [Online]. Available: <https://www.uab.gov.tr/uploads/pages/bakanlik-yayinlari/20221025-2053-ulastirma-ve-lojistik-ana-plani-tr.pdf>
- [42] EPDK, “Elektrikli Araç ve Şarj Altyapısı Projeksiyonları ,” 2024. Accessed: Aug. 06, 2024. [Online]. Available: <https://www.epdk.gov.tr/Detay/DownloadDocument?id=jvDGtVdWM9A=>
- [43] UAB, “Elektrikli araç şarj istasyonlarının yer seçiminin belirlenmesi ve simülasyon programının oluşturulması,” <https://www.uab.gov.tr/uploads/pages/bakanlik-yayinlari/elektrikli-arac-sarj-istasyonlarinin-yer-seciminin-belirlenmesiprojesi.pdf>.
- [44] STKB, “Mobilite Araç ve Teknolojileri Yol Haritası ,” 2022. Accessed: Aug. 06, 2024. [Online]. Available: <https://www.sanayi.gov.tr/assets/pdf/plan-program/MobiliteAracveTeknolojileriYolHaritasi.pdf>
- [45] TÜİK, “Atık İstatistikleri, 2022,” <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Atik-Istatistikleri-2022-49570>.
- [46] EUROSTAT, “Municipal waste down by 19 kg per person in 2022,” <https://ec.europa.eu/eurostat/web/products-eurostat-news/w/ddn-20240208-2>.
- [47] World Bank, “What a Waste: An Updated Look into the Future of Solid Waste Management,” <https://www.worldbank.org/en/news/immersive-story/2018/09/20/what-a-waste-an-updated-look-into-the-future-of-solid-waste-management>.
- [48] EPDK, “Yenilenebilir Enerji Kaynakları Destekleme Mekanizması,” <https://www.epdk.gov.tr/Detay/Icerik/3-0-0-122/yenilenebilir-enerji-kaynaklari-destekleme-mekanizmasi-yekdem>.
- [49] B. Özbakır, “Uzmanlar Sıfır Atık Hareketi'nde gelinen noktayı değerlendirdi,” <https://www.aa.com.tr/tr/yesilhat/sifir-atik/uzmanlar-sifir-atik-hareketinde-gelinen-noktayi-degerlendirdi/1820102>.
- [50] TÜİK, “Dönemsel Gayrisafi Yurt İçi Hasıla, IV. Çeyrek: Ekim-Aralık ve Yıllık, 2023,” <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Donemsel-Gayrisafi-Yurt-Ici-Hasila-IV.-Ceyrek:-Ekim-Aralik-ve-Yillik,-2023-53756>.

- [51] TÜİK, “Dış Ticaret İstatistikleri, 2023 yılı İhracat verileri,” <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Dis-Ticaret-Istatistikleri-Nisan-2024-53528#:~:text=D%C4%B1%C5%9F%20ticaret%20a%C3%A7%C4%B1%C4%9F%C4%B1%20cak%2DNisan,73%2C3'e%20y%C3%BCkseldi>.
- [52] TÜİK, “İstihdam İstatistikleri, 2023 yılı Ekonomik sektörlere göre istihdam verileri,” <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Isgucu-Istatistikleri-2023-53521#:~:text=2023%20y%C4%B1%C4%B1nda%204%20milyon%20695,ki%C5%9Fi%20hizmet%20sekt%C3%B6r%C3%BCnde%20istihdam%20edildi>.
- [53] TÜİK, “Bitkisel Üretim İstatistikleri, 2023 yılı Tarım ve Orman Alanları verileri,” <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Bitkisel-Uretim-Istatistikleri-2023-49535#>.
- [54] FAOSTAT, “Food and agriculture data,” <https://www.fao.org/faostat/en/#home>.
- [55] PWC, “The World in 2050 Will the shift in global economic power continue?,” <http://www.pwc.com/gx/en/issues/the-economy/assets/world-in-2050-february-2015.pdf>.
- [56] TOB, “Değişen İklim Uyum Çerçevesinde Su Verimliliği Strateji Belgesi ve Eylem Planı (2023 – 2033).” Accessed: Aug. 06, 2024. [Online]. Available: <https://www.suverimlilik.gov.tr/yayinlar/>
- [57] TRGM, “ÇEVRE DOSTU TARIMSAL UYGULAMALAR,” <https://www.tarimorman.gov.tr/TRGM/Link/47/Cevre-Dostu-Tarimsal-Uygulamalar>.
- [58] TOB, “Gıdanı Korum,” <https://gidanikoru.tarimorman.gov.tr/>.
- [59] WMO, “State of the Global Climate 2023,” 2024. Accessed: Oct. 23, 2024. [Online]. Available: <https://library.wmo.int/records/item/68835-state-of-the-global-climate-2023>
- [60] IPCC, “CCP4 Mediterranean Region,” 2022. Accessed: Oct. 23, 2024. [Online]. Available: https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg2/downloads/report/IPCC_AR6_WGII_CCP4.pdf
- [61] M. Yılmaz, “Consistency of spatiotemporal variability of MODIS and ERA5-Land surface warming trends over complex topography,” *Environmental Science and Pollution Research*, vol. 30, no. 41, pp. 94414–94435, 2023, doi: 10.1007/s11356-023-28983-y.
- [62] MGM, “2023 Yılı İklim Değerlendirmesi,” <https://www.mgm.gov.tr/FILES/iklim/yillikiklim/2023-iklim-raporu.pdf>.
- [63] MGM, “2022 YILI İKLİM DEĞERLENDİRMESİ,” <https://www.mgm.gov.tr/files/iklim/yillikiklim/2022-iklim-raporu.pdf>.
- [64] ESCAP, “Republic of Türkiye,” <https://rrp.unescap.org/country-profile/tur>.
- [65] UNCTAD, “General profile: Türkiye.” Accessed: Sep. 11, 2024. [Online]. Available: <https://unctadstat.unctad.org/EN/About.html>
- [66] MGM, “YENİ SENARYOLARALA TÜRKİYE İÇİN İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ PROJEKSİYONLARI,” https://www.mgm.gov.tr/files/iklim/iklim_degisikligi_projeksiyonlari.pdf.
- [67] SYGM, “İklim Değişikliğinin Kar Erimelerine ve Akımlarına Etkisinin Belirlenmesi Projesi,” https://www.tarimorman.gov.tr/SYGM/Belgeler/Ta%C5%9Fk%C4%B1n%20SON/%C4%B0klim%20Projeksiyonlar%C4%B1-Veri%20Analizi_CBalli.pdf.
- [68] IPCC, “Climate Change 2021: The Physical Science Basis,” <https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/>.
- [69] İklim Şurası, “Komisyon Tavsiye Kararları, 25 Şubat 2022,” 2022.
- [70] TOB, “1. Su Şurası Sonuç Bildirgesi,” <https://susurasi.tarimorman.gov.tr/>.
- [71] TÜİK, “Nüfus Projeksiyonları, 2018-2080,” <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Nufus-Projeksiyonlari-2018-2080-30567>.