IV. Tarım Orman Şûrası

Türkiye Yüzyılı

BEREKETİN YÜZYILI

7. ÇALIŞMA GRUBU

İklim Değişikliğine Uyum ve Azaltım

TÜRKİYE CUMHURİYETİ TARIM VE ORMAN BAKANLIĞI

IV. Tarım Orman Şûrası

İÇİNDEKİLER

Tablo Dizini iv
Şekil Dizini iv
Kısaltmalar v
Yönetici Özeti vii
1.GİRİŞ 1
2. I-II.-III. Tarım (Orman) Şura'larının Değerlendirilmesi 2
2.1. I. Tarım Şurası 2
2.2. II. Tarım Şurası 2
2.3. III. Tarım Orman Şurası 2
3. Mevcut Durum Değerlendirmesi 4
3.1. Meteorolojik Parametreler 4
3.2. Gelecek Dönem İklim Projeksiyonları 9
3.3. Toprak ve Su Kaynakları 10
3.4. Sera Gazı Emisyonları 12
3.5. Politikalar 13
3.5.1. Yasal Düzenlemeler 14
3.5.2. Destekleme ve Yönlendirme Politikaları 14
4. DOĞAL KAYNAKLAR YÖNETİMİ 15
4.1.Toprak 15
4.1.1.Durum Analizi 15
4.1.2. Toprak Kaynakları Envanteri 18
4.1.3. Toprak Tehditleri ve İklim Değişikliği 18
4.1.4. Sürdürülebilir Toprak Yönetimi 19
4.1.5. Arazi Tahribatının Dengelenmesi 21
4.1.6. Arazi Kullanım, Arazi Kullanım Değişikliği ve Ormancılık (AKAKDO) 23
4.1.7. İklim Değişikliği Azaltım Stratejisi Olarak Tarımsal Ekosistemde Karbon Yönetimi 25
4.2.Su 26
4.2.1. Su Kalitesi 27
4.2.2 Su Kaynaklarında İklim Değişikliğine Uyum 27
4.2.3. Sürdürülebilir Su Yönetimi 29
4.2.3.1. Tarımsal Sulamada Yenilenebilir Enerji Kullanımı 29
4.2.3.2. Su Kalitesi 31
4.2.3.3. Tarımsal Su Verimliliği 32
4.2.3.4. Alternatif Sulama Yöntemleri 34
4.2.3.5. Su Hasadı 35
4.2.4. Suyun Etkin Kullanımı 35
4.2.4.1. Planlı Su Dağıtımı 35

4.2.4.2. Su Kullanımın İzlenmesi 36
4.2.5. Su Ayak İzi 36
4.2.6. Arıtılmış Suların Sulamada Kullanımı 38
4.3. Biyoçeşitlilik 39
4.3.1. Ekolojik Sağlık 40
4.3.2. Sulak Alanlar 40
4.3.3. İstilacı ve Yabancı Türler 41
4.3.3.1. Erken Uyarı ve İzleme Sistemleri 43
4.3.3.2. Biyolojik Kontrol (Mücadele) 45
4.3.3.3. Farkındalık ve Eğitim 45
4.3.3.4. Politika ve Yasal Düzenlemeler 45
4.3.3.5. Araştırma ve Geliştirme 45
4.3.3.6. Uluslararası İş Birliği 46
4.3.4. Tehdit Altındaki Türler 46
4.3.5. Hassas Alanlar 49
4.3.6. Öneriler 50
5. BİTKİSEL ÜRETİM 52
5.1. İklim Değişikliğinin Bitkisel Üretim Üzerine Etkileri ve Uyum 52
5.2. Sürdürülebilir Üretim Sistemleri 55
5.2.1. Organik Tarım 56
5.2.2. İyi Tarım Uygulamaları 56
5.2.3. Koruyucu Tarım 57
5.2.4. Tarımsal Ormancılık (Agroforestry) 58
5.2.5. Yenilikçi Tarım Teknolojileri 58
5.3. Bitki Sağlığının Korunması 60
5.3.1. Abiyotik ve Biyotik Stres Koşullarına Dayanıklılık 63
5.3.2. Bitki Koruma Ürünlerine Alternatif Yöntemler 64
5.4. Tarımsal Erken Uyarı ve İzleme Sistemleri 64
5.5. Bitkisel Üretimden Kaynaklı Sera Gazı Emisyonlarının Azaltılması ve Yutak Alan Kapasitelerinin Arttırılması 66
5.6. Yenilenebilir Enerji 67
6. HAYVANSAL ÜRETİM 69
6.1. İklim Değişikliğinin Hayvansal Üretim Üzerine Etkileri 69
6.2. Büyükbaş Hayvan Yetiştiriciliği 72
6.3. Küçükbaş Hayvan Yetiştiriciliği 74
6.4. Kümes Hayvanları Yetiştiriciliği 77
6.5. Su Ürünleri 78
6.6. Arı Yetiştiriciliği 79
6.7. İpek Böceği Yetiştiriciliği 79

6.8. At Yetiştiriciliği 80
6.9. Hayvan Sağlığı 81
6.10. Hayvan Besleme 82
6.11. Mera ve Mera Yem Bitkileri 83
6.12. Hayvancılık Sektöründe İklim Değişikliğine Uyum ve Azaltım 84
7. ORMANCILIK 86
7.1. Ormanların Emisyon ve Yutak Kapasitelerinin Geleceğe Yönelik Belirlenmesi 88
7.2. Yutak Kapasitesinin Artırım Politikaları 94
7.3. Biyotik ve Abiyotik Etkilerin Azaltılması (Orman Yangınları Vb.) 95
7.3.1. Abiyotik Etkiler (Cansız Çevre Kaynaklı) 95
7.3.2. Biyotik Etkiler (Canlı Kaynaklı) 96
7.4. Orman Ürünlerinin (Odun Dışı Ürünler Dahil) Üretim Zincirine İklim Değişikliği Etkisi 98
7.5. Biyolojik Çeşitliliğin ve Gen Kaynaklarının Korunması 99
8. SOSYO EKONOMİK KONULAR 99
8.1. Sosyo-ekonomik etkiler 99
8.2. Kırsal nüfus 100
8.3. Finansman 101
8.3.1. Tarımsal Destekler 101
8.3.2. Afet Destekleri 107
8.3.3. Sigorta 107
8.3.4. Uluslararası finansal kaynaklara erişim 110
8.3.5. Tarımsal Krediler 111
8.4. AR-GE ve Eğitim-Yayım 112
8.5. Kurum içi ve Kurumlararası İşbirliği 113
9. GZFT Analizi 114
9.1. Güçlü Yönler 114
9.2. Zayıf Yönler 116
9.3. Fırsatlar 117
9.4. Tehditler 118
10.HEDEF VE STRATEJİLER 119
11.SONUÇ VE DEĞERLENDİRME 119
KAYNAKLAR 127
KATILIMCI LİSTESİ 142

Tablo Dizini

Tablo 3.1. Türkiye'deki Su Durumu ve Kullanım Alanları, 2023 11
Tablo 4.1. Su kaynaklarında etkilenebilirlik ve uyum tedbirleri 28
Tablo 5.1. Türkiye'deki sığır, koyun ve keçilerin yıllık enterik ve gübre kaynaklı metan emisyonu, .. 71
Tablo 5.2. Türkiye mera alanlarının değişimi (Anonim 2023a) 83
Tablo 5.3. İDASEP'in tarım sektörü ile ilgili strateji ve eylemler (ÇŞİB, 2024) 85
Tablo 5.4. İklim Değişikliğine Uyum İçin Amaçlar ve Hedefleri (ÇŞİB 2024) 86
Tablo 7.1. Orman Arazi Kullanımlarındaki Karbon Havuzları (IPCC, 2006) 90
Tablo 8.1. 2006-2025 Tarım Sigortası Sistemin Gelişimi 108

Şekil Dizini

Şekil 3.1. Köppen-Trewatha iklim sınıflandırmasına göre Türkiye'nin iklim bölgeleri 4
Şekil 3.2. 1991-2020 Türkiye ortalama sıcaklık dağılımı 5
Şekil 3.3. Türkiye yıllık ortalama sıcaklıklar ve trendi 5
Şekil 3.4. 1991-2020 Türkiye alansal yağış dağılımı 6
Şekil 3.5. Türkiye yıllara göre alansal yağış değişimi 6
Şekil 3.6. Türkiye meteorolojik afet değişimi 7
Şekil 3.7. Türkiye meteorolojik kuraklık değerlendirmesi 7
Şekil 3.8. Türkiye'de Kuraklık Eğilimi 8
Şekil 3.9. 2020-2024 Yılarına Ait Afetlerden Etkilenme Oranları 9
Şekil 3.10. Türkiye yıllık ortalama sıcaklık ve yıllık toplam yağış anomali projeksiyonları 10
Şekil 3.11. Türkiye'de tarım sektörü sera gazı emisyonları 12
Şekil 3.12. Türkiye'de tarım sektörü sera gazı emisyonlarının kaynaklarına göre payları, 2021 13
Şekil 4.1. DSİ Sulama GES Projeleri Haritası 30
Şekil 4.2. Türkiye Sulama GES İhtiyaç Analizi 31
Şekil 4.3. Türkiye'de üretimin sektörel su ayak izi dağılımı 37
Şekil 4.4. Türkiye'de tüketimin sektörel su ayak izi dağılımı 37
Şekil 5.1. Sektörlerin Enerji Kullanımlarında Temel Enerji Kaynaklarının Payları (%) 68
Şekil 5.2. İklim Değişikliğinin Hayvancılık Üzerindeki Beklenen Etkilerinin Sınıflandırılması (Koluman Darcan ve ark. 2009) 73
Şekil 5.3. İklim değişikliğinin mera ve mera yem bitki üzerine etkileri 73
Şekil 5.4. Ortalama çevre sıcaklığındaki değişime bağlı olarak sığır, koyun ve keçi türlerinin işletmelerdeki tepkisi 75
Şekil 5.5.Türlerin yaydığı toplam emisyon miktarı 76
Şekil 7.1. 2024 Seragazı Envanter Raporu AKAKDO Sektörü Emisyon/Tutum karbon eşdeğeri CO_2 (milyon ton/ yıl) 922
Şekil 8.1. Türkiye'de nüfusun yıllar içerisinde kent ve kırsal dağılımı (%) 1000
Şekil 8.2. 2006-2024 yılları arasında poliçe sayısı (milyon adet) 10909
Şekil 8.3. 2006-2024yılları arasında ödenen tazminat (milyon TL) 10909
Şekil 8.4. 2006-2024 yılları arasında devlet destek prim tutarı (milyon TL) 110

Kısaltmalar

AFOLU	Tarım, Ormancılık ve Diğer Arazi Kullanımları
AKAKDO	Arazi Kullanım, Arazi Kullanım Değişikliği ve Ormancılık
AKUP	Arazi Kullanım Planları
AR6	Altıncı Değerlendirme Raporu
ATD	Arazi Tahribatının Dengelenmesi
BMÇMS	Birleşmiş Milletler Çölleşmeyle Mücadele Sözleşmesi
BMİDÇS	Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi
BSGM	Balıkçılık ve Su Ürünleri Genel Müdürlüğü
BSMV	Banka ve Sigorta Muameleleri Vergisi
BÜGEM	Bitkisel Üretim Genel Müdürlüğü
C	Karbon
ÇATAK	Çevre Amaçlı Tarım Arazilerini Koruma Programı
ÇEM	Çölleşme ile Mücadele Genel Müdürlüğü
CH4	Metan
CO2	Karbon dioksit
CO2eşd	Karbon dioksit eşdeğeri
ÇŞİDB	Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı
DSİ	Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü
ETKB	Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı
EZY	Entegre Zararlı Yönetimi
FAO	Gıda ve Tarım Örgütü
GSYH	Gayrisafi Yurtiçi Hasıla
GZFT	Güçlü ve Zayıf Yönler, Tehdit ve Fırsatlar
HAYGEM	Hayvancılık Genel Müdürlüğü
ICMA	Uluslararası Sermaye Piyasası Kurumu-International Capital Market Association
İDASEP	İklim Değişikliği Azaltım Stratejisi ve Eylem Planı
İDB	İklim Değişikliği Başkanlığı
İDUK	İklim Değişikliği ve Uyum Koordinasyon Kurulu
İDUSEP	İklim Değişikliği Uyum Stratejisi ve Eylem Planı
IoT	Nesnelerin İnterneti-Internet of Things

Kısaltmalar

IPCC	Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli
ITPS	Küresel Toprak Ortaklığı Paneli
İTU	İyi Tarım Uygulamaları
İYT	İstilacı Yabancı Türler
KASAD	Kentsel Atıksu Arıtımı Direktifi
KKDF	Kaynak Kullanımı Destekleme Fonu
LTS	Uzun Vadeli İklim Değişikliği Stratejisi
MEB	Milli Eğitim Bakanlığı
mha	Milyon hektar
mton	Milyon ton
N2O	Nitroz oksit
NDC	Ulusal Katkı Beyanı
OGM	Orman Genel Müdürlüğü
OSB	Organize Sanayi Bölgesi
PDSI	Palmer Kuraklık Şiddeti İndeksi
SDG	Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri
SH	Stratejik Hedef
SPI	Standart Yağış İndeksi
STK	Sivil Toplum Kuruluşu
SYGM	Su Yönetimi Genel Müdürlüğü
TAGEM	Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü
TBMM	Türkiye Büyük Millet Meclisi
TOB	Tarım ve Orman Bakanlığı
TRGM	Tarım Reformu Genel Müdürlüğü
UNDP	Birleşmiş Milletler Kalkınma Programı
UNFCCC	Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi
YAS	Yeraltı Suyu
YÜS	Yerüstü Suyu

Yönetici Özeti

İklim değişikliğinin, tarım ve ormancılık sektörü başta olmak üzere çok sayıda sektörü etkilemesi kaçınılmazdır. Türkiye, hem nüfus artışı, şehirleşme, sektörlerin artan arazi, su ihtiyaçları ve tüketim alışkanlıklarındaki değişiklikler hem de bulunduğu konum nedeniyle iklim değişikliğinden en fazla etkilenecek ülkeler arasında yer almaktadır. Kuraklık, sel, don, dolu, sıcak hava dalgaları, orman yangınları, su kıtlığı gibi olumsuz durumların daha sık, şiddetli görülmesi beklenmektedir. Bu doğrultuda tarım ve ormancılık sektöründe etkileri en aza indirecek, kırılganlığı azaltacak, dayanıklılığı artıracak "iklim değişikliğine uyum" faaliyetleri büyük önem arz etmektedir. Diğer yandan tarım ve ormancılık sektörü, sera gazı emisyonu ve karbon tutumu yapan bir sektördür. "İklim değişikliği azaltım" yönüyle Türkiye'nin başta 2053 yılı için hedeflediği net sıfır emisyon olmak üzere tüm iklim değişikliği ile ilgili çabalarına gıda güvencesini tehdit altına sokmadan sürdürülebilir ve rekabetçi bir tarım sektörü ile katkı vermek durumundadır.

İklim Değişikliğine Uyum ve Azaltım Komisyonu, ilk toplantısını 30-31 Ocak 2025 tarihinde Ankara'da gerçekleştirmiş, toplantıya kamu/özel sektör, akademi, uluslararası kurumlar, STK ve çiftçilerden oluşan 100'den fazla paydaş katılmıştır. İlk toplantıda rapor içeriği belirlenmiş, sekiz adet alt grup oluşturulmuş, her alt gruba katkı verecek üyeler, başkan ve raportörleri belirlenmiş ve çalışma takvimi oluşturulmuştur. Belirlenen sekiz alt grup şunlar olmuştur: 1. Mevcut durum değerlendirmesi, 2.Doğal kaynaklar yönetimi: Toprak, 3. Doğal kaynaklar yönetimi: Su, 4. Doğal kaynaklar yönetimi: Biyoçeşitlilik, 5.Bitkisel üretim, 6.Hayvansal üretim, 7.Ormancılık ve 8. Sosyo-ekonomik konular.

Alt çalışma grubu koordinatörlüğünü, Mevcut durum değerlendirmesi için Prof. Dr. Kubilay Kurtuluş BAŞTAŞ, Doğal Kaynaklar Yönetimi Toprak için Prof. Dr. Taşkın ÖZTAŞ ve Prof. Dr. Erhan AKÇA, Doğal Kaynaklar Yönetimi Su için Prof. Dr. Mehmet Emin AYDIN, Doğal Kaynaklar Yönetimi Biyoçeşitlilik için Prof. Dr. Loğman ASLAN, Bitkisel Üretim için Dr. Fatih ÖZDEMİR, Hayvansal Üretim için Prof. Dr. Nazan KOLUMAN, Ormancılık için Doç. Dr. Hüseyin Tuncay GÜNER ve Sosyo-ekonomik konularda Prof. Dr. İlkay DELLAL gerçekleştirmiş, Doç. Dr. Ali Levent YAĞCI komisyon başkan yardımcısı, Doç. Dr. Ömer EREN ve Dr. Hüdaverdi GÜRKAN raportör olarak görev yapmışlardır.

Alt gruplar online toplantılar aracılığıyla içerik oluşturma, sözlü ve yazılı katkılar ile raporlama yapmışlar, ortak paylaşımlı dosyalar, online anketler ile GZFT analizi, hedef ve stratejiler için önem ve öncelik belirleme işlemleri gerçekleştirilmişlerdir. İklim Değişikliğine Uyum ve Azaltım Komisyonu 6 Şubat- 23 Mart 2025 tarihleri arasında 17 adet online toplantı gerçekleştirmiştir. Rapor, 27 Mart 2025 tarihinde IV. Tarım ve Orman Şurası sekretaryası ve Komisyon Başkanlarının online toplantısı, 28-30 Nisan 2025 tarihlerinde Ankara'da Komisyon ve Şura toplantısında gözden geçirilerek son hali verilmiştir. İklim Değişikliğine Uyum ve Azaltım Komisyon raporunda 6 hedef ve 128 strateji bulunmaktadır.

Türkiye'nin tarım ve ormancılık sektöründe iklim değişikliğine uyumu ve ülkemizin 2053 net sıfır hedefine katkısını sağlayacak seragazı emisyonu azaltımı için; tarım sektöründe iklim risk haritalarının çıkarılması ve bölgesel uyum planlarının hazırlanması, iklim değişikliğine dirençli ve düşük sera gazı emisyonlu üretimi teşvik eden destekleme mekanizmalarının oluşturulması, Tarım ve Orman Bakanlığı'nın iklim değişikliği konusunda uzmanlaşması ve çalışmalarını yürütmesi için kurumsal düzenleme yaparak ayrı bir birim kurması, akıllı tarım ve dijital sulama teknolojilerinin yaygınlaştırılması, su izleme ve tahmin modelleri için yapay zekâ ve uzaktan algılama teknolojilerinin kullanılması, iklim değişikliğinin beklenen etkilerine (kuraklık, yağış ve sıcaklık değişimleri, hastalıklar vb) dayanıklı çeşit, tür ve ırkların tespiti, geliştirilmesi ve kullanımının sağlanması, ürün rotasyonu, polikültür tarım, örtü bitkisi, canlı rüzgar perdeleri, tarımsal ormancılık (agroforestry) gibi uygulamalarının yaygınlaştırılması, il ve ilçe üretim deseni ve hayvancılık sistemi rehberleri

oluşturulması, bitkisel ve evsel organik atıkların yeşil gübre ve kompost gübre olarak kullanımı için yöntemler geliştirilmesi, biyolojik çeşitliliğe zarar veren faaliyetlerin önlenmesi ve azaltılması, alternatif zirai mücadele yöntemleri geliştirilmesine, geliştirilen ürünlerin, tescil ve ruhsat almasının sağlanması, ekosistemlerin direncinin artırılması ve sürdürülebilirliğin sağlanması için projeler hazırlanması ve desteklenmesi, organik tarım ve iyi tarım uygulamalarının yaygınlaştırılması, onarıcı tarım uygulamaları ile toprağın karbon tutma kapasitesinin artırılması, minimum toprak işleme tekniklerinin yaygınlaştırılması, hayvansal gübrelerin toplanmasına yönelik projeler geliştirilmesi, biyogaz tesislerinin yaygınlaştırılması, iklim değişikliğine uyuma hizmet eden geleneksel yöntemler envanterinin çıkarılması, dijital tarım uygulamaları (sensörler, insansız hava aracı teknolojisi, hayvan takip çipleri vb) ile toprak, su, gübre, yem gibi girdi kullanımında verimliliğin artırılması, çiftlik yönetiminin iyileştirilmesi, dijital tarımsal kuraklık izleme sisteminin geliştirilmesi, tahmin sistemlerinin kullanılarak çiftçilere erken uyarı sağlanması, doğa ve insan sağlığına zarar vermeden üretim yapan çiftçilere yönelik ödüllerin, bilgi ve finansal desteklerin artırılması için mekanizmalarının geliştirilmesi, çiftçilere, teknik personele ve diğer tarım paydaşlarına yönelik iklim değişikliğinin etkileri, uyum ve düşük karbonlu tarım uygulamaları hakkında eğitim verilmesi, denizlerde ekolojik ve biyolojik açıdan önemli balıkçılık koruma alanları oluşturulması, sualtı ekosistemlerinin geliştirilerek mavi karbon yutaklarının arttırılması, su ürünleri yetiştiriciliğinde iklim değişikliğine uyumlu ve çevre dostu yetiştiricilik sistemlerinin yaygınlaştırılması, tarımda veri tabanı, bilgi teknolojileri, inovasyon ve yapay zeka uygulamalarının geliştirilmesi, kadın çiftçilerin kredi ihtiyacını belirlemesi ve kullanımını artırmak için pilot sistem kurulması, Ziraat Fakülteleri'nde ekolojik / iklim dostu uygulamalarla ilgili derslerin artırılması ve ziraat mühendislerinin ekolojik ve iklim dostu uygulamalar konusunda mesleki yeterliliklerinin artırılması öncelikli eylemler arasındadır.

Komisyonumuzun üç ay süreyle yoğun çalışmaları sonucu hazırlanan raporda yer alan eylemlerin uygulanması, ülkemiz tarım ve ormancılık sektörünün iklim krizine karşı direncinin artırılması, daha çevre dostu uygulamalara yönelme ile toprak, su ve biyoçeşitliliğin korunması, gelecek nesillerin yeterli ve daha sağlıklı gıdaya erişimi başta olmak üzere ülkemizin kalkınması ve refahına, ekonomik, sosyal ve çevresel sürdürülebilirliğine önemli katkı sağlayacaktır. Başta şura sekretaryası, divan heyeti, grup başkanları ve koordinatörlerimiz olmak üzere, komisyonumuz çalışmalarının düzenli yürütülmesi, raporun oluşturulması ve yazımında emeği geçen, bilgi birikimlerini paylaşan, sözlü ve yazılı görüşlerini aktaran tüm üyelerimize en içten teşekkürlerimi sunarım.

Saygılarımla,

Prof.Dr. İlkay DELLAL

1.GİRİŞ

Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli (IPCC)'nin yayımladığı "Altıncı Değerlendirme Raporu'nda, sera gazı emisyonları başta olmak üzere insan faaliyetlerinin küresel ısınmaya kesin olarak sebep olduğu vurgulanmaktadır. Sanayi Devrimi öncesinden günümüze kadar küresel sıcaklıkların yaklaşık 1,1°C arttığı belirtilirken, mevcut eğilimlerin sürmesi halinde 2100 yılına kadar küresel ısınmanın yaklaşık 3°C'ye ulaşacağı öngörülmektedir (IPCC, 2021). IPCC'ye göre Türkiye'nin de içinde yer aldığı Akdeniz Havzası iklim değişikliğinden en fazla etkilenecek bölgelerden biri olup, bölgedeki sıcaklığın Sanayi Devrimi öncesi döneme kıyasla 1,5°C daha fazla olduğu belirtilmektedir (IPCC, 2022).

Küresel iklim değişikliğinin sıcaklık artışına bağlı olarak tarımsal üretim başta olmak üzere çok sayıda sektörü etkilemesi kaçınılmazdır. Türkiye, hem nüfus artışı, şehirleşme, sektörlerin artan arazi, su ihtiyaçları ve tüketim alışkanlıklarındaki değişiklikler nedeniyle hem de bulunduğu konum nedeniyle iklim değişikliğinden en fazla etkilenecek ülkeler arasında yer almaktadır. Kuraklık, sel, sıcak hava dalgaları, orman yangınları, su kıtlığı gibi olumsuz durumların daha sık, şiddetli ve uzun süreli olarak görülmesi beklenmektedir. Bu doğrultuda etkileri en aza indirecek, kırılganlığı azaltacak, dayanıklılığı artıracak "iklim değişikliğine uyum" faaliyetleri büyük önem arz etmektedir.

Diğer yandan tarım ve ormancılık sektörü, sera gazı emisyonu ve karbon tutumu yapan bir sektördür. Bu yönüyle Türkiye'nin başta 2053 yılı için hedeflediği net sıfır emisyon olmak üzere tüm iklim değişikliği ile ilgili çabalarına gıda güvencesini tehdit altına sokmadan sürdürülebilir ve rekabetçi bir tarım sektörü ile katkı vermek durumundadır.

İklim değişikliğine uyum ve azaltım çalışma grubu, Türkiye'de tarım sektörü açısından iklim değişikliğinin gözlenen ve beklenen etkilerini, güçlü ve zayıf yönlerini, tehdit ve fırsatlarını irdeleyerek, kısa, orta ve uzun dönemde hedef ve hedeflere ulaşmak için stratejileri ayrıntılı biçimde tartışmış, öneriler ortaya koymuştur. Raporda öncelikle geçmiş şuraların değerlendirmesi yapılmış, toprak, su, biyoçeşitlilik olmak üzere doğal kaynaklar irdelenmiş, sonra alt sektörler ve seçilmiş konular itibariyle durum değerlendirilmiş, bu değerlendirmeler ışığında yapılan GZFT analizi sonucunda ve iklim değişikliği ile ilgili ulusal politika belgeleri çerçevesinde geleceğe yönelik hedef ve stratejiler belirlenmiştir.

İklim değişikliğine uyum ve azaltım çalışma grubu ilk toplantısını 30-31 Ocak 2025 tarihinde Ankara'da yapmıştır. Bu toplantıya kamu ve özel sektör, akademi, uluslararası kurumlar ve STK'lardan 100'den fazla tarım ve orman sektör paydaşı davet edilmiştir. İlk toplantıda rapor içeriği belirlenmiş, sekiz adet alt grup oluşturulmuş, her alt gruba katkı verecek üyeler, başkan ve raportör gönüllülük usulü ile belirlenmiş ve çalışma takvimi oluşturulmuştur. Belirlenen sekiz alt gruplar şunlar olmuştur: 1. Mevcut Durum Değerlendirmesi, 2.Toprak, 3.Su, 4.Biyoçeşitlilik, 5.Bitkisel Üretim, 6.Hayvansal Üretim, 7.Ormancılık ve 8. Sosyo-ekonomik konular. İlave olarak koordinasyonu sağlamak için her alt grubun başkan ve raportörlerinden oluşan Başkanlar grubu oluşturulmuştur. Başkanlar grubu ve alt grupların her biri kendi üyeleri ile 6 Şubat-17 Mart 2025 tarihleri arasında online toplantılar ile içerik oluşturma, sözlü görüş verme ve yazılı katkılar ile raporlama yapmışlardır. Bu süreçte kendi üyeleri ile sürekli görüş alışverişi içinde bulunarak raporlarını hazırlamışlar, GZFT analizi yapmışlar, hedef ve strateji belirlemişler ve Çalışma Grup başkanlığına iletmişlerdir. Çalışma Grup başkanlığı alt grup

raporlarını birleştirmiş, çakışmaları, tekerrürleri, eksiklikleri gidererek bir bütün haline getirmiş ve raporun tamamı yeniden alt grup başkanlarının görüşüne açılmıştır. Bu süreçte ortak paylaşımlı dosyalar, online anketler, interaktif katılımlı online toplantılar yapılmış, GZFT analizi ile hedef ve stratejiler için önem ve öncelik belirleme işlemleri gerçekleştirilmiş, grubun 50 üyesi bu çalışmalara aktif olarak katılmış, yazılı, sözlü görüş vermiştir. 23 Mart 2025 tarihinde ise Ankara'da ilk toplantıya katılan çalışma grup üyelerinin tamamı ile online toplantı gerçekleştirilmiş, hazırlanmış olan hedef ve stratejiler için tüm grup üyelerinin görüşü alınmıştır. Aynı zamanda stratejilerin önceliklendirilmesi yapılmıştır. Bu toplantıda çok sayıda katılımcıdan kısa sürede cevap alınabilmesi için menti programı aracılığıyla online anket yöntemi kullanılmıştır. İklim değişikliğine uyum ve azaltım grubu 30 Ocak- 23 Mart 2025 tarihleri arasında 17 adet online toplantı gerçekleştirmiştir. Tüm üyelerin görüşlerinin yansıtıldığı rapor 27 Mart 2025 tarihinde IV. Tarım ve Orman Şurası sekretaryası ve tüm komisyon Başkanlarının katıldığı online toplantıda sunulmuştur. Sunum sonrası ise hazırlanan rapor gözden geçirilerek son hali verilmiştir.

2.I-II.-III. TARIM (ORMAN) ŞÛRA'LARININ DEĞERLENDİRİLMESİ

2.1. I. TARIM ŞÛRASI

25-27 Kasım 1997 tarihlerinde Ankara'da yapılan I. Tarım Şûrasına 410 Şûra üyesi katılım sağlamış ve süreç 10 çalışma konu başlığında oluşturulan komisyonlarca yürütülmüştür. Kamuoyuna ilan edilen Sonuç Bildirgesinde 26 adet kararın yer aldığı I. Tarım Şûrası, Türkiye'de tarım ve orman sektörlerinde politika geliştirmek, sorunları ele almak ve çözüm önerileri oluşturmak amacıyla düzenlenen ilk geniş kapsamlı Şûra'dır. I. Tarım Şûrası, Türkiye tarımı için ivme kazandırıcı yeni bir başlangıç niteliği taşımış ve sektörde izlenecek yol haritalarının temellerini atmıştır. İklim değişikliği konusuna yer verilmemiştir.

2.2. II. TARIM ŞÛRASI

II. Tarım Şûrası, 29 Kasım – 01 Aralık 2004 tarihleri arasında mülga Tarım ve Köyişleri Bakanlığı tarafından Ankara'da gerçekleştirilmiştir. Şûra'da, yeni bir yüzyılın başında tarımın mevcut durumu ele alınmış, gelişmeyi etkileyen temel sorunlar tespit edilerek çözüm yolları tartışılmıştır. 350 Şûra üyesinin katılım sağladığı çalışmalar 11 başlıkta oluşturulan komisyonlar tarafından yürütülmüş, sonuç bildirgesinde 36 karar yer almış ve tüm kararlar eylem planı haline getirilmiştir. Şûra tarım sektörü ile ilgili tüm konuları ele alırken özellikle AB ile uyum sürecinde sektörün gelişmesi ve rekabet gücünün artırılmasına yönelik strateji, politika ve uygulamaların üzerinde odaklanmıştır. İklim değişikliği konusuna yer verilmemiştir.

2.3. III. TARIM ORMAN ŞÛRASI

"Ortak Akıl Buluşması" temasıyla 18-21 Kasım 2019 tarihlerinde Ankara'da düzenlenen III. Tarım Orman Şûrası sektörün tüm paydaşlarını kapsayan 1.370 Şûra üyesi ile 21 başlıkta oluşturulan komisyonlar tarafından yürütülmüştür. Tüm topluma açık bir platforma dönüştürülen Şûra çıktıları, gelen görüşlerin, eleştirilerin ve geleceğe dair önerilerin derlendiği 2.000 sayfayı aşan raporlar altında toplanmıştır. Şûra çalışma grupları ve komisyonlarında, optimizasyon, örgütlenme, tarımsal hasıla artışı, tarımsal girdi ve etkin lojistik, finans ve pazarlama, sürdürülebilir orman ve su yönetimi, doğal kaynakların korunması, gıda güvenliği ve

dengeli beslenme gibi pek çok farklı konu üzerinde durulmuş, kadın girişimci ve istihdam konuları öncelikli alanlar olarak belirlenmiştir.

Türkiye'de önceki şuralarda iklim değişikliğine uyum ve azaltım konusuna detaylı yer veren şura III. Şura olmuştur. III. Tarım Şurası'nın "Tarımsal Meteoroloji, Çevre ve Doğal Kaynakların Yönetimi Grubu'nun çalışma raporu, iklim değişikliğine uyum ve azaltım konusunda belirlenen hedefleri ve bunlara ulaşmak için önerilen stratejileri içermektedir. III. Tarım Şurası kararlarında iklim değişikliğinin etkilerine karşı tarımsal üretimi korumak, doğal kaynakları sürdürülebilir şekilde yönetmek ve çevresel tehditlere karşı önlemler almak temel amaçlar arasındadır.

Raporda, kuraklık ve iklim değişikliği ile mücadele, tarımsal kuraklık izleme ve erken uyarı sistemlerinin geliştirilmesi önemli bir konu olarak ele alınmaktadır. Toprak, bitki ve atmosfer arasındaki ilişkilerin daha iyi anlaşılması için meteoroloji gözlem sistemleri kurulması ve toprak nem sensörlerinin yaygınlaştırılması önerilmektedir. Bu sistemlerle çiftçilerin olası kuraklıklara karşı önceden uyarılmasının sağlanması amaçlanmıştır. İklim değişikliğinin neden olduğu bitki ve hayvan hastalıklarıyla mücadele edilmesi için projeksiyonlar oluşturulması ve biyoteknolojik yöntemlerle (embriyo transferi, IVF vb.) hayvanların üreme kapasiteleri korunması önerilmiştir. Sera gazı emisyonlarının azaltılması için tarım kaynaklı sera gazı emisyonlarının ölçülmesi ve azaltılması konusunda stratejiler geliştirilmiştir. Bunun için, bitki, toprak ve hayvanlara yönelik sera gazı ölçüm sensörleri kullanılarak veri toplanması ve düşük metan üreten hayvan ırklarının yetiştirilmesinin desteklenmesi planlanmıştır. Aynı zamanda, sera gazı emisyonu düşük yem kaynakları üzerinde çalışmalar yapılması önerilmektedir.

Genetik çeşitliliğin korunması için iklim değişikliğine bağlı olarak kaybolabilecek bitki ve hayvan türlerinin genetik materyallerinin korunması için önlemler alınması, özellikle kuraklığa dayanıklı bitki türlerinin geliştirilmesi ve bunların tarımsal üretimde kullanılması hedeflenmiştir. Şehirlerde meteorolojik gözlemler ve kentsel planlama konusunda, şehirlerde değişen iklim koşullarını izleyebilmek adına meteorolojik gözlem ağları artırılması ve elde edilen veriler kentsel planlamaya entegre edilmesi hedeflenmiştir. Kentlerde geçirgen yüzeylerin artırılması, kuraklığa dirençli bitkilerle peyzaj düzenlemeleri yapılması ve kent ormanlarının oluşturulması gibi stratejiler de bulunmaktadır. Bitki hastalıkları ve zararlılarıyla mücadelede, meteorolojik veriler kullanılarak erken uyarı sistemlerinin geliştirilmesi ve çiftçilerin cep telefonları aracılığıyla bilgilendirilmesi sağlanacağı, böylece, çiftçiler hastalık ve zararlılar konusunda bilinçlenerek zamanında önlem alınabileceği ifade edilmiştir.

Sürdürülebilir su yönetiminin büyük bir öneme sahip olduğu, değişen iklim koşullarına göre uygun bitki desenlerinin belirlenmesi, yağmur suyu hasadı tekniklerinin teşvik edilmesi, yıllık su bütçesi çalışmalarının yürütülmesi ve su tahsis planlarının hazırlanması önerilmektedir. Ayrıca, su kalitesinin düzenli olarak izlenmesi ve su kirliliğini önlemek için yeni mevzuatların geliştirilmesi hedeflenmiştir. Tarımsal üretimde suyun etkin ve verimli kullanımı için modern sulama tekniklerinin yaygınlaştırılması teşvik edileceği ifade edilmiştir.

Toprak erozyonu ve çölleşme ile mücadelede, tarım alanlarının korunması, gübre ve ilaç kullanımının bilinçli bir şekilde yapılması ve basınçlı sulama sistemleri gibi sürdürülebilir tekniklerin teşvik edilmesi önerilmektedir.

Biyolojik çeşitliliğin korunması ve doğa koruma konusunda, biyolojik çeşitliliğin korunması için Ulusal Kırmızı Liste oluşturulacağı, yaban hayatının izlenmesi sağlanacağı ve yerel türlerin genetik kaynaklarının korunması için projeler yürütüleceği ifade edilmiştir. Avcılık faaliyetlerinin düzenleneceği ve koruma altındaki bölgelerin yönetimi daha etkin hale getirileceği belirtilmiştir. Korunan alanlarla ilgili mevzuatın güçlendirilmesi, ekosistem bütünlüğünü koruyacak yönetim sistemlerinin oluşturulması hedeflenmiştir. Bu kapsamda, doğa koruma politikalarının daha merkezi bir çatı altında toplanması önerilmiştir. Uluslararası iş birlikleri ve projeler geliştirilmesi, doğa koruma ve çevresel sürdürülebilirlik konusunda uluslararası iş birlikleri güçlendirilmesi ve dış kaynaklı projeler üretilmesi önerilmiştir. Bu projeler sayesinde, ülkemizin biyolojik çeşitliliği korunurken, çevresel politikalar küresel standartlara uygun hale getirileceği vurgulamıştır.

III. Tarım Şurası Tarımsal Meteoroloji, Çevre ve Doğal Kaynakların Yönetimi çalışma grubu raporu ve Şura kararlarına bakıldığı zaman tarımsal üretimi ve doğal kaynakları koruma, iklim değişikliğinin etkilerini azaltma, sera gazı emisyonlarını azaltma, su yönetimi, toprak erozyonu, biyolojik çeşitlilik, kentleşme gibi konular üzerinde durulmuştur. Bu doğrultuda, belirlenen stratejilerin bir bölümü hayata geçirilmiş, bir bölümü ise eksiklikler devam etmektedir.

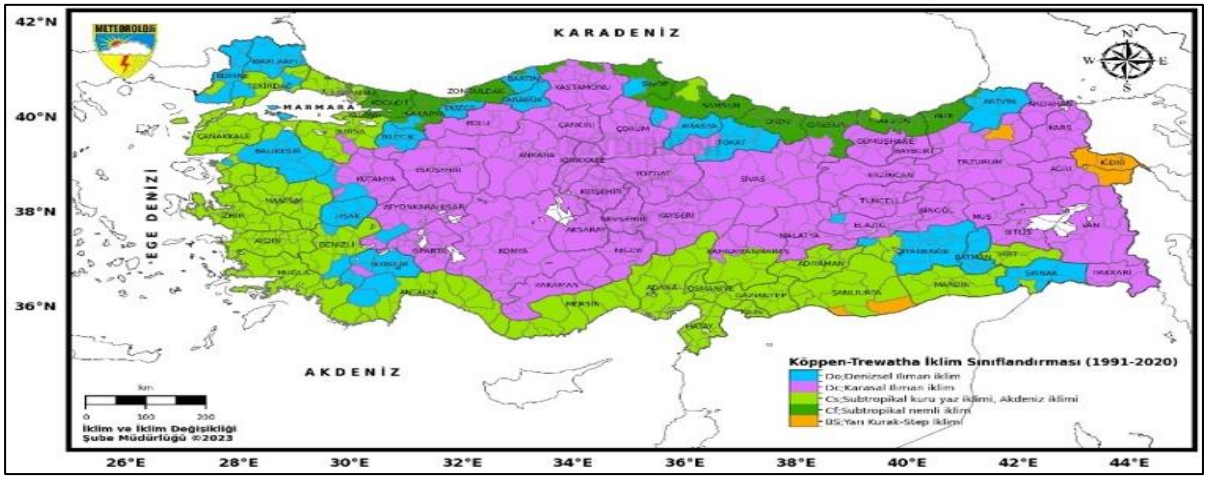
3. MEVCUT DURUM DEĞERLENDİRMESİ

3.1. Meteorolojik Parametreler

İklim değişikliği küresel ölçekte sıcaklık artışı, yağış rejimlerinin bozulması, meteorolojik karakterli afetlerin sayı, şiddet ve süresinde ciddi artışlara sebep olarak insan faaliyetlerini olumsuz etkilemekte her geçen yıl artan oranda can ve ekonomik kayıplara yol açmaktadır. Türkiye, IPCC raporlarında da belirtildiği gibi iklim değişikliği açısından hassas bir bölgede yer almaktadır. Güncel verilere göre yapılan Türkiye iklim değerlendirmeleri aşağıda verilmiştir.

Türkiye orta enlem iklim kuşağı ile subtropikal iklim kuşağı arasında yer almaktadır. Coğrafi özellikleri nedeniyle bölgeler arasında farklı iklim tipleri görülmektedir. Güncel iklim analiz dönemi (1991-2020) ve Köppen-Trewatha iklim sınıflandırmasına göre, farklı iklim tipleri Şekil 3.1'de gösterilmiştir.

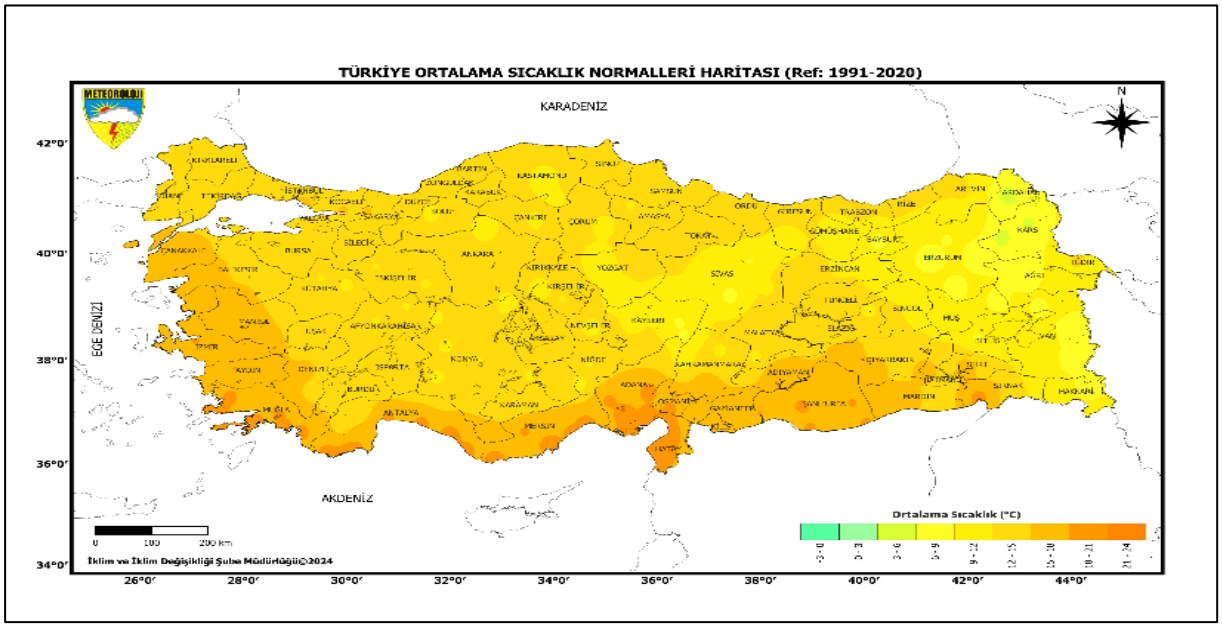
Şekil 3.1. Köppen-Trewatha iklim sınıflandırmasına göre Türkiye'nin iklim bölgeleri



Kaynak: MGM, 2023

Türkiye'nin 1991-2020 dönemi ortalama sıcaklığı 13,9°C'dir. Ortalama sıcaklıklar en yüksek Akdeniz bölgesinde en düşük ise Türkiye'nin kuzeydoğu bölgelerinde görülmektedir (Şekil 3.2).

Şekil 3.2. 1991-2020 Türkiye ortalama sıcaklık dağılımı



Kaynak: MGM, 2025

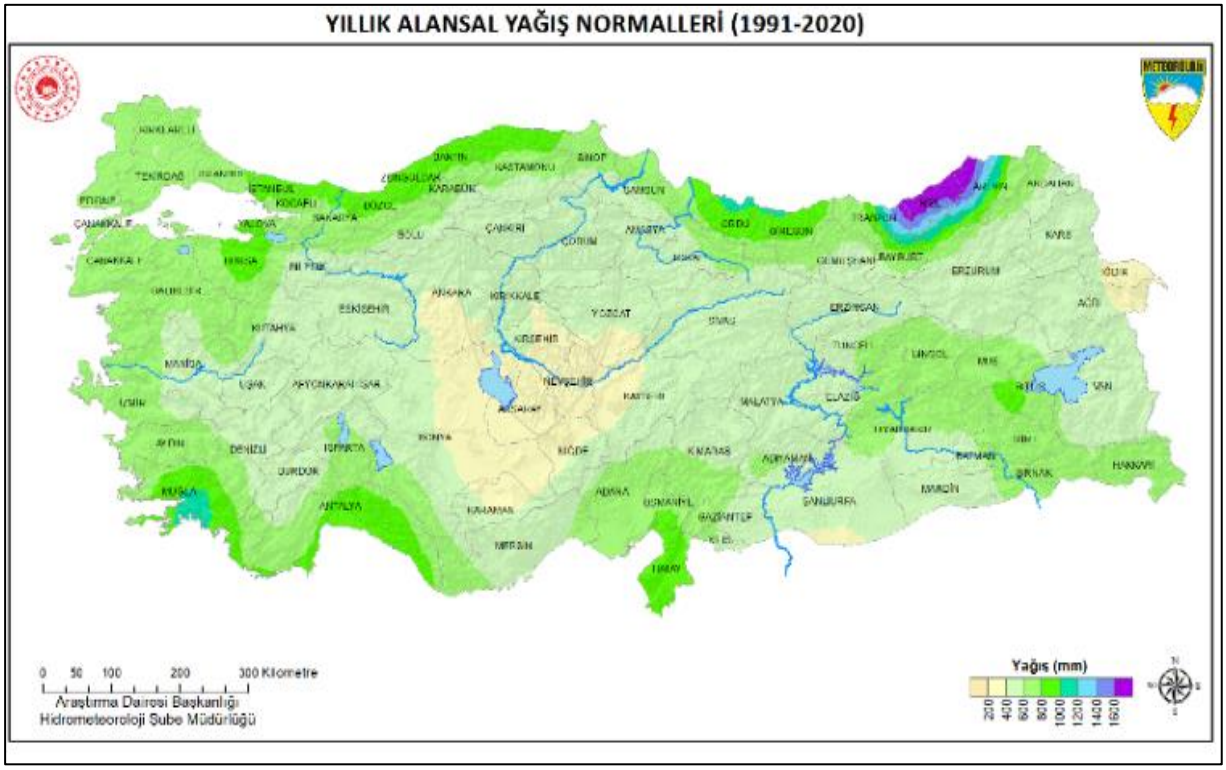
1971-2024 yılları arası sıcaklık değişimleri incelendiğinde ortalama sıcaklıkta belirgin bir artış eğilimi söz konusudur. 1971-2000 döneminde 13,2°C olan Türkiye ortalama sıcaklığı, 1981-2010 döneminde 13,5°C ve 1991-2020 döneminde 13,9°C'ye yükselmiştir. 2024 yılı Türkiye ortalama sıcaklığı 15,6 °C ile en sıcak yıl olmuştur (Şekil 3.3) (MGM, 2025).

Şekil 3.3. Türkiye yıllık ortalama sıcaklıklar ve trendi

Kaynak: MGM, 2025

Türkiye'nin 1991-2020 dönemi yıllık ortalama alansal yağış miktarı 573.4 mm'dir. Uzun yıllar ortalamalarına göre ülkemizde en yüksek yağışlar Doğu Karadeniz Bölgesi, Rize ve Artvin kıyılarında 1600 mm üzerinde gerçekleşirken, en düşük yağışlar İç Anadolu'nun orta kesimleri ile Şanlıurfa, Ağrı ve Iğdır çevrelerinde gözlenmektedir (Şekil 3.4).

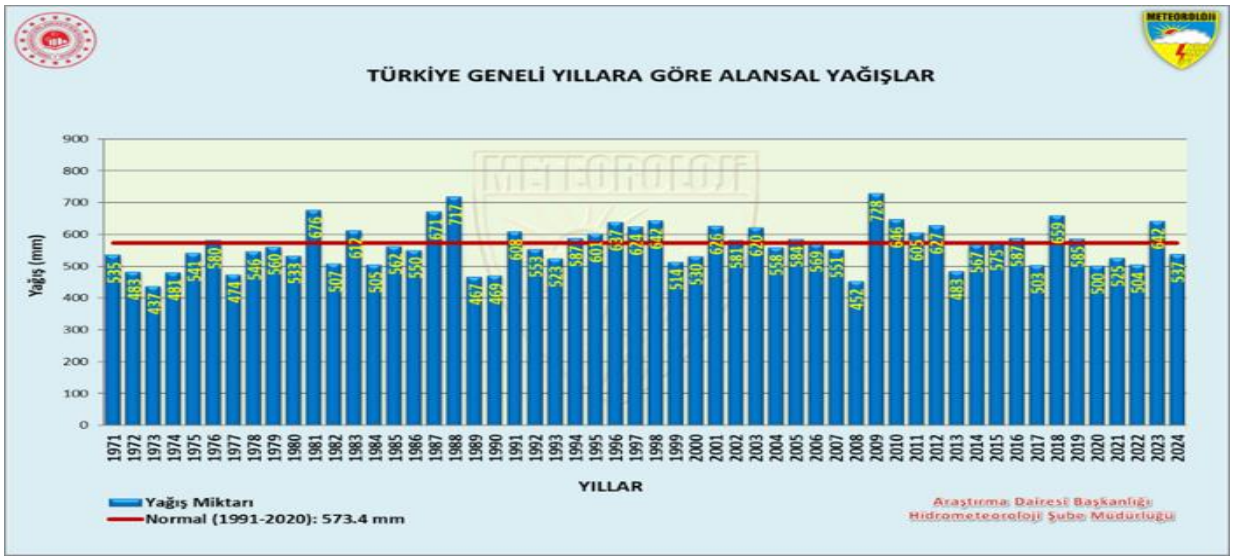
Şekil 3.4. 1991-2020 Türkiye alansal yağış dağılımı



Kaynak: MGM, 2025

1971-2024 yılları arası yağış değişimleri incelendiğinde en düşük yağış 437 mm ile 1973 yılında, en yüksek yağış ise 728 mm ile 2009 yılında gerçekleşmiştir belirgin bir artış eğilimi söz konusudur (Şekil 3.5).

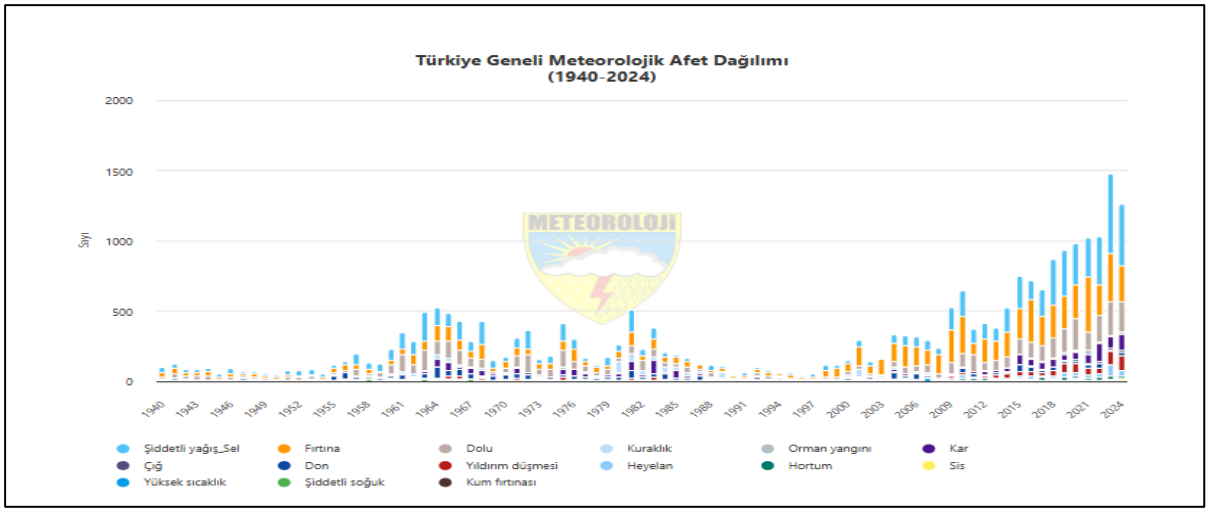
Şekil 3.5. Türkiye yıllara göre alansal yağış değişimi



Kaynak: MGM, 2025

Türkiye'de özellikle 2000li yıllardan itibaren meteorolojik afet sayılarında belirgin artışlar söz konusudur. 1940-2024 döneminde en yüksek afet sayısı 1475 adet ile 2023 yılında gerçekleşirken 2024 yılı toplam meteorolojik afet sayısı 1257 olmuştur (Şekil 3.6). 2024 yılında en fazla zarar veren olaylar, %35 ile şiddetli yağış ve sel, %20 ile fırtına, %18 ile dolu olmuştur.

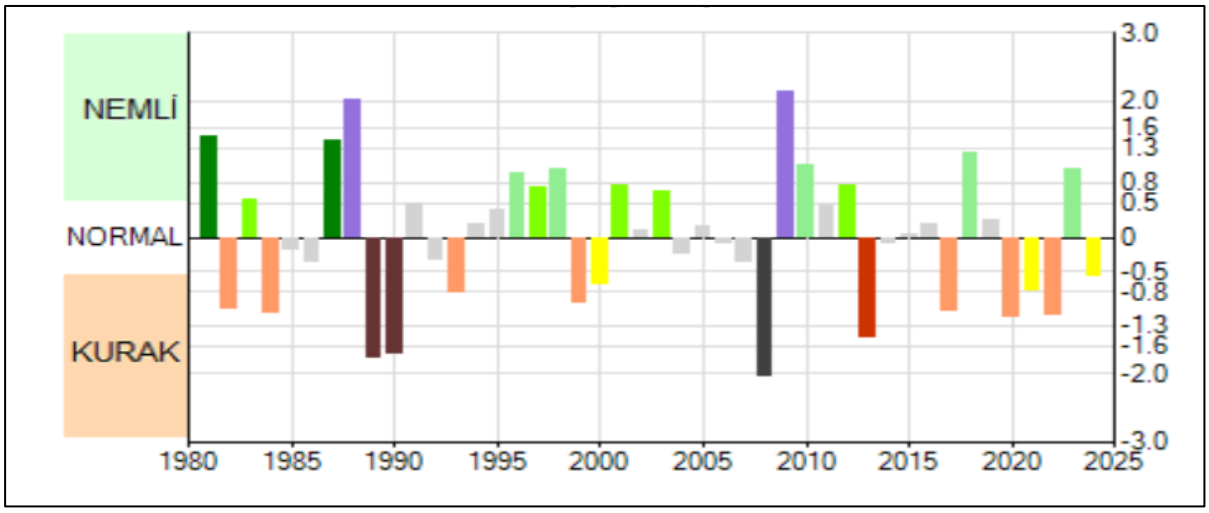
Şekil 3.6. Türkiye meteorolojik afet değişimi



Kaynak: MGM, 2025

Standart Yağış İndeksi (SPI) Metoduna göre 1981-2024 dönemi için yapılan 12 aylık (Ocak-Aralık 2024) meteorolojik kuraklık analizine göre son yıllarda kurak geçen yıllar sayısında artış söz konusudur. 44 yıllık analiz döneminde 14 yıl kurak geçerken, en kurak yıl 2008 yılı olmuştur.

Şekil 3.7. Türkiye meteorolojik kuraklık değerlendirmesi



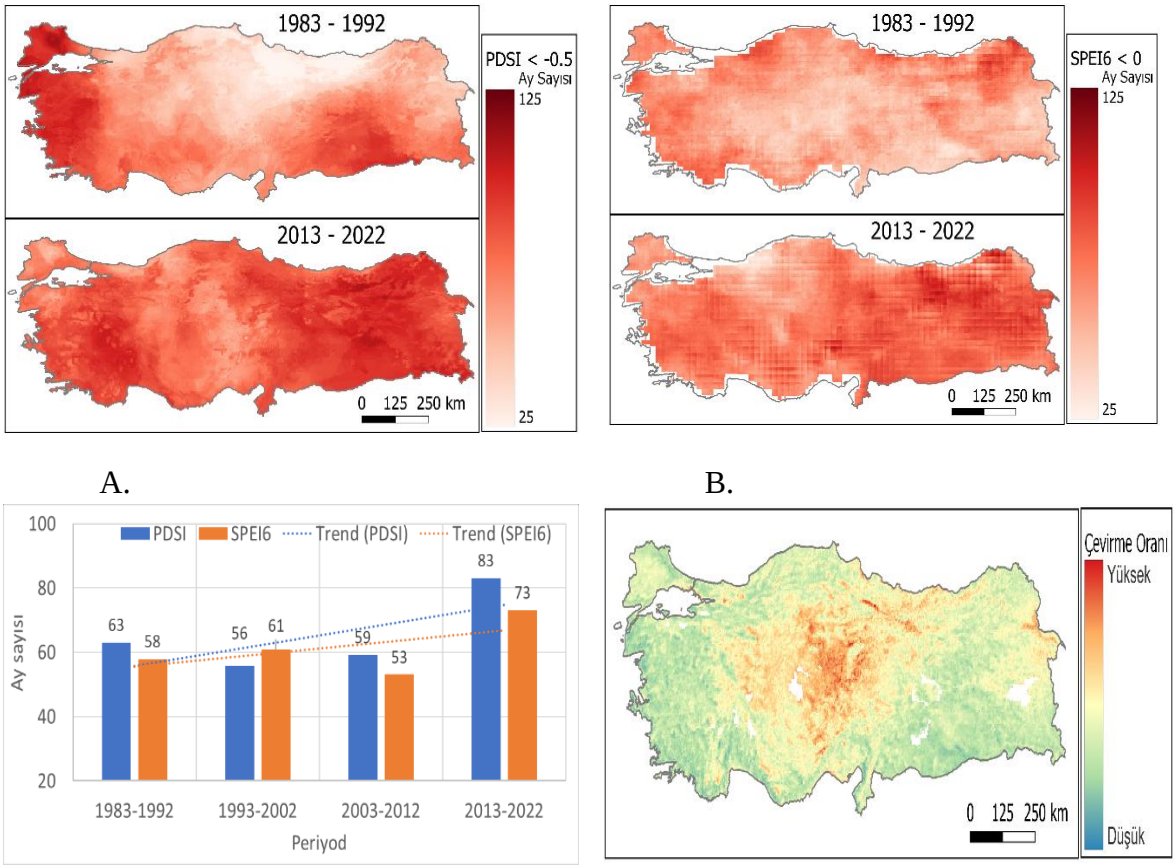
Kaynak: MGM, 2025

İklim değişikliğinin sıcaklıkta artışa, yağışta değişikliklere ve sıcak, soğuk dalgalanmalar, don günleri, kuraklık, sel vb. gibi aşırı olayların sıklığında artışa neden olacağı tahmin edilmektedir. Vejetatif büyüme, çiçeklenme, meyve verme ve meyve kalitesi gibi çeşitli bitki süreçleri iklim değişikliklerine karşı oldukça hassastır. Bitkiler üzerinde önemli etkileri olan iki ana iklim değişikliği parametresi, daha düzensiz yağış dağılımı ve sonuç olarak ürün verimliliğini düşürmesi beklenen öngörülemeyen yüksek sıcaklık dönemleridir. Bitkinin farklı fizyolojik

dönemleri, yani fenolojinin zaman değişimi, iklim değişikliğinin en belirgin etkilerinden biridir. Daha yüksek sıcaklıklar, sonuç olarak büyüme mevsimini uzatan ve bitkilerin fonolojik aşamalarını etkileyen biyokimyasal reaksiyonları arttırmaktadır.

Palmer Kuraklık Şiddeti İndeksi (PDSI; Palmer Drought Severity Index) ve 6 aylık Standart Yağış Evapotranspirasyon İndeksi (SPEI6; Standardized Precipitation Evapotranspiration Index) gibi yaygın kullanılan meteorolojik kuraklık indeksleri ile 10 yıllık periyotlarda ki meteorolojik kuraklık sayıları Şekil 3.8'de gösterilmiştir. SPEI6 ve PDSI için kuraklık başlangıç eşik değeri sırasıyla 0 (Vicente-Serrano vd. 2023) ve -0.5 (Alley 1984) alınmıştır. 5 km çözünürlüğündeki aylık SPEI6, 1981 ile 2022 yılları baz alınarak Gebrechorkos vd. (2023) ve 4 km çözünürlüğündeki aylık PDSI, 1958-2023 yılları baz alınarak Abatzoglou vd. (2018) tarafından hesaplanmıştır. Türkiye'nin çoğu bölgesinde 2013-2022 yılları arasında PDSI ve SPEI6 indeksleri tarafından belirlenen kuraklık ayları sayısı 1983-1992 yılları arasına göre artmıştır. Diğer bir deyişle Türkiye 2013-2022 yılları arasında 1983-1992'ye göre daha çok meteorolojik kuraklık yaşamıştır. Şekil 3.8'te, tüm Türkiye'nin 1983-1992, 993-2002, 2003-2012 ve 2013-2022 yılları arasındaki 10 yıllık periyodlarda etkilendiği ay cinsiden ortalama kuraklık sayıları gösterilmiştir. Türkiye, 1983-1992 yılları arasında PDSI'ye göre ortalama 63 ay kuraklık yaşamasına karşın, bu sayı 2013-2022 yılları arasında 83 aya çıkmıştır. Aynı şekilde, Türkiye, 1983-1992 yılları arasında SPEI6'ya göre ortalama 58 ay kuraklık yaşamasına karşın, bu sayı 2013-2022 yılları arasında 73 aya çıkmıştır.

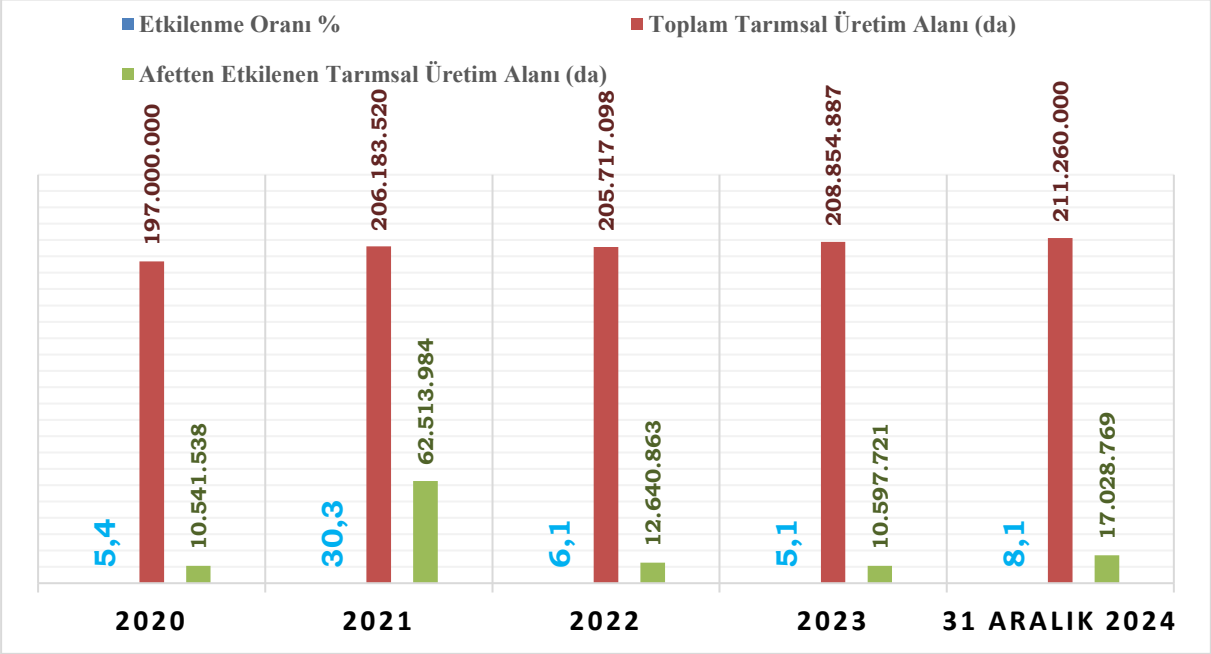
Şekil 3.8. Türkiye'de Kuraklık Eğilimi



(A. Palmer Kuraklık Şiddeti İndeksi'ne (PDSI) göre 1983-1992 ve 2013-2022 yılları arasındaki meteorolojik kuraklık sayıları karşılaştırılması, B. 6 aylık Standart Yağış Evapotranspirasyon İndeksi'ne (SPEI6) göre 1983-1992 ve 2013-2022 yılları arasındaki meteorolojik kuraklık sayıları karşılaştırılması, C. Türkiye 1983-1992, 993-2002, 2003-2012 ve 2013-2022 yılları arasında PDSI ve SPEI6 tarafından belirlenmiş ortalama meteorolojik kuraklık ay sayıları, D. 1983-2022 yılları baz alınarak meteorolojik kuraklığın tarımsal kuraklığa çevirme oranı gösterilmiştir).

Türkiye'de meydana gelen tüm doğal afetler, TOB il ve ilçe müdürlüklerinde düzenlenen afet ihbar formları ile izlenerek, afetlerin tarımsal üretime olan etkileri ortaya konulmaktadır (Şekil 3.9).

Şekil 3.9. 2020-2024 Yılarına Ait Afetlerden Etkilenme Oranları



3.2. Gelecek Dönem İklim Projeksiyonları

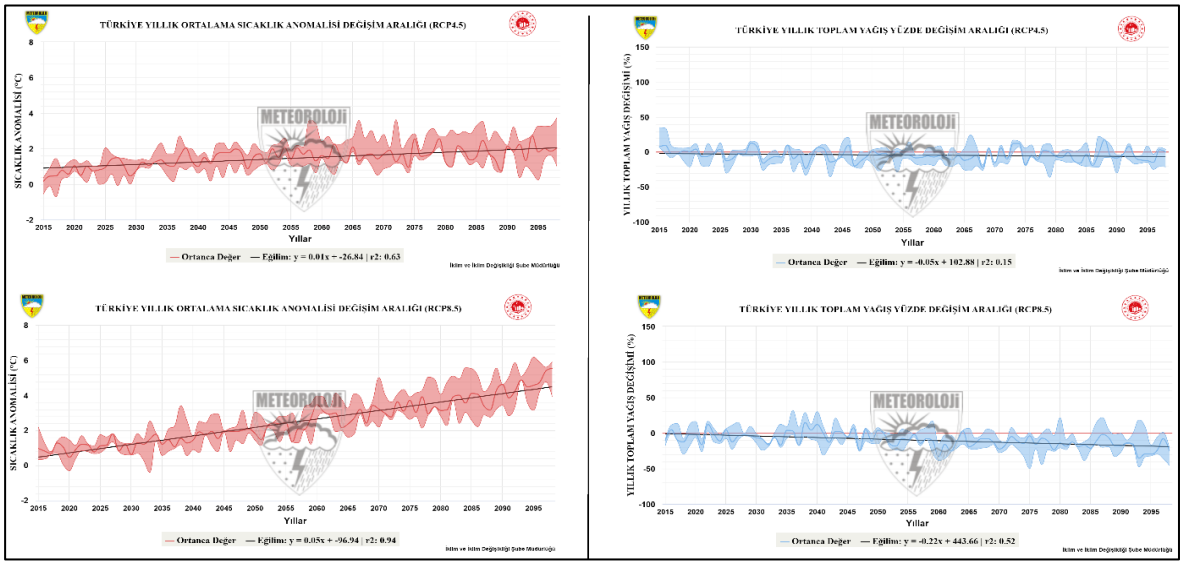
2100 yılına kadar yapılan öngörülerde, sıcaklıkların artışına da bağlı olarak kış yağışlarının daha çok yağmur şeklinde düşmesi ve kar örtüsünün daha hızlı bir şekilde eriyerek yüzeysel akışa katılması beklenmektedir. Aynı zamanda yağışların yıl içerisindeki dağılımının yani şiddet ve sıklığının da değişmesi veya kayması gözlenecektir. Yağışın kar yerine daha çok yağmur şeklinde düşmesi ve kar yükünün daha hızlı bir şekilde erimesi, özellikle kentsel ve tarımsal su ihtiyaçları yıl boyunca yüksek rakımlarda ki kar yükü tarafından regüle edilen bölgelerde suya en çok ihtiyaç duyulan zamanlarda sıkıntı duyulmasına neden olacaktır. Su döngüsündeki düzenin bu şekilde değişmesi, su kaynaklarının kalitesinde ve temininde önemli değişikliklere neden olacak ve suyun hayati öneme sahip olduğu gıda üretimi dâhil olmak üzere, iklime bağımlı birçok sektörü etkileyecektir. Türkiye'de iklim değişikliğinden kaynaklanan yaz sıcaklıklarının artması, kış yağışlarının azalması (özellikle batı illerinde), yüzey sularının kaybı, kuraklıkların sıklaşması, toprağın bozulması, kıyılarda erozyon, taşkın ve su baskınları gibi etkiler doğrudan su kaynaklarının varlığını tehdit etmektedir.

IPCC 5. Değerlendirme Raporu'nda kullanılan senaryolara uyumlu olacak şekilde MGM tarafından dinamik ölçek küçültme yöntemi ile Türkiye için 2100 yılına kadar bölgesel iklim projeksiyonlarına göre Türkiye sıcaklık ve yağış tahminleri aşağıda özetlenmiştir.

Türkiye yıllık ortalama sıcaklıklarının RCP4.5 senaryosuna göre 1,5-2,6°C, RCP8.5 senaryosuna göre ise 2,5-3,7°C aralığında artması beklenmektedir (Şekil 3.10).

Yağışlarda genel olarak azalma beklenmekle birlikte sürekli bir artış ya da azalış trendi olmadığı, bunun yanında yağış düzensizliklerinin artma eğiliminde olduğu görülmektedir. Türkiye yıllık toplam yağış anomalisinin RCP4.5 senaryosuna göre ortalama olarak %3 ile %6 aralığında azalması, RCP8.5 senaryosuna göre ise %+3 ile %-12 aralığında değişmesi öngörülmektedir (Şekil 3.10). Sonuç olarak projeksiyonlar ülke iklim bileşenlerinin tarım için zorlayıcı olacağını ortaya koymaktadır ve bu nedenle önlemlerin vakit kaybetmeden acilen hayata geçirilmesi zorunluluğu bulunmaktadır.

Şekil 3.10. Türkiye yıllık ortalama sıcaklık ve yıllık toplam yağış anomali projeksiyonları



Kaynak: MGM,2025

RCP 4.5 (üst grafikler) ve RCP 8.5 (alt grafikler) senaryolarına göre Türkiye yıllık ortalama sıcaklık anomali (sol grafikler) ve Türkiye yıllık toplam yağış anomali (sağ grafikler) projeksiyonları (MGM, 2025)

3.3. Toprak ve Su Kaynakları

Türkiye'de 24 milyon hektar (mha) işlenen tarım arazisi ve 14,6 mha'ı çayır ve mera arazisi olmak üzere toplam 38,6 mha tarım arazisi bulunmaktadır. İşlenen tarım arazisinin %82'sinde tarla bitkileri, %18'inde meyve, sebze ve süs bitkileri yetiştiriciliği yapılmaktadır. Türkiye, yarı kurak bir coğrafyada olduğu için kuru şartlarda üretim yapılan bölgelerde nadas zorunluluğu vardır. Bu nedenle tarla bitkileri yetiştirilen arazinin 2,8 mha'ı nadas arazisidir Tarla bitkileri içerisinde en büyük payı tahıl grubunda yer alan buğday (%35), arpa (%17) ve mısır (%5) arazisi almaktadır. Yağ bitkilerinden en fazla ayçiçeği, kültür bitkilerinden şekerpancarı ve pamuk, baklagillerden nohut, yem bitkilerinden yonca en fazla yetiştirilen ürünlerdir. Türkiye meyve ve sebze yetiştiriciliğinde uzmanlaşmış bir ülkedir. Pek çok meyve ve sebzenin üretimi ve ihracatında küresel ölçekte liderdir. Çok yıllık bitkilerde en fazla alana sahip ürünler, zeytin,

fındık, antepfıstığı, üzüm, elma, ceviz, kayısı, kiraz, çay ve narenciyedir. Sebze yetiştiriciliği ise en fazla üretilen sebzeler domates (13,3 milyon ton-mton), biber (3,1 mton), hıyar (1,9 mton), patlıcan (0,8 mton), kabak (0,6 mton), taze fasulye (0,5 mton), kavun (1,4 mton) ve karpuz (3,1 mton)'dur. Meyve, sebze ve süs bitkileri yetiştiriciliğinde açık alan yetiştiriciliği yanında, örtüaltı yetiştiricilik de yapılmaktadır. 2023 yılında örtüaltı yetiştiricilik yapılan alan 76 bin hektardır (TÜİK 2025).

Türkiye'de tarımsal üretim büyük oranda geleneksel yöntemlerle yapılmaktadır. Toplam işlenen tarım alanının sadece %1,5'inde organik tarım, %2,8'inde İyi Tarım Uygulamaları (İTU) yapılmaktadır. Organik bitkisel üretim yapan yaklaşık 50 bin çiftçi, 500 bin hektar alanda, İTU yapan 60 bin çiftçi ise yaklaşık 540 bin ha alanda üretim gerçekleştirmektedir.

Yarı-kurak iklim kuşağında yer alan Türkiye'nin yağış rejimi, mevsimlere ve bölgelere göre büyük farklılıklar göstermekte olup bazı havzalarda su talebinin su arzının üzerinde olduğu görülmektedir. Karasal iklimin hâkim olduğu Türkiye'de, 1981-2020 yılları baz alındığında yıllık ortalama alansal yağış 573,4 mm'dir. 450 milyar m^3 toplam yağış hacminin 185 milyar m^3'ü akışa geçmekte ve akarsular aracılığıyla denizlere ve kapalı havzalardaki göllere boşalmaktadır.

Yıllık kullanılabilir yerüstü suyu miktarı 91,99 milyar m^3 olan Ülkemizin yeraltı suyu emniyetli rezerv miktarı 18,6 milyar m3 olmak üzere yıllık toplam kullanılabilir su miktarı 110,55 milyar m^3'tür (DSİ 2023 Yılı Faaliyet Raporu, 2024).

Tablo 3.1. Türkiye'deki Su Durumu ve Kullanım Alanları, 2023

Su Bileşeni	Miktarı
Yıllık Toplam yağış miktarı	450 milyar m^3
Yıllık ortalama alansal yağış miktarı	573,44 mm
Yıllık ortalama yüzeysel akış miktarı	185 milyar m^3
Yıllık toplam kullanılabilir su miktarı	110,55 milyar m^3
Yıllık kullanılabilir yerüstü suyu miktarı	91,994 milyar m^3
Yeraltı suyu emniyetli rezerv miktarı	18,6 milyar m^3
Toplam sektörel su kullanımları	57 milyar m^3
Tarımsal Sulama	44 milyar m^3
Yerüstü Suyu (YÜS)	%75
Yeraltı Suyu (YAS)	%25
İçme Kullanma ve Sanayi	13 milyar m^3
Yerüstü Suyu (YÜS)	%58
Yeraltı Suyu (YAS)	%42

Kaynak: DSİ 2023 Yılı Faaliyet Raporu, 2024

Türkiye su kaynaklarının %77'si tarımsal, %23'ü kentsel ve endüstriyel amaçlı olarak kullanılmaktadır. 2024 yılı nüfusu 85 milyon 664 bin 944 kişi olup kişi başına düşen yıllık su miktarı 1.291 m^3'tür. Falkenmark Su Kıtlığı İndeksine göre yılda kişi başına düşen su potansiyeli 1.700 ~ 1.000 m^3 arası olan ülke veya bölgelerin "su sıkıntısı" içinde oldukları ifade edilmektedir (DSİ 2023 Yılı Faaliyet Raporu, 2024).

Dünya genelinde yaygın olarak kullanılan Falkenmark Su Kıtlığı İndeksi, Ülkemizin "su stresi" sınıfında yer aldığını göstermektedir. Türkiye nüfusunun 2030 yılında 88 milyon 188 bin 221 kişiye, 2040 yılında 91 milyon 529 bin 614 kişiye, 2050 yılında ise 93 milyon 774 bin 618 kişiye ulaşması beklenmektedir (TÜİK, 2024). Yapılan projeksiyonlar neticesinde, iklim değişikliğinin su kaynakları üzerindeki etkileri ve artan nüfus ile Türkiye'nin yakın gelecekte "su kıtlığı" çeken bir ülke durumuna gelebileceği öngörülmektedir.

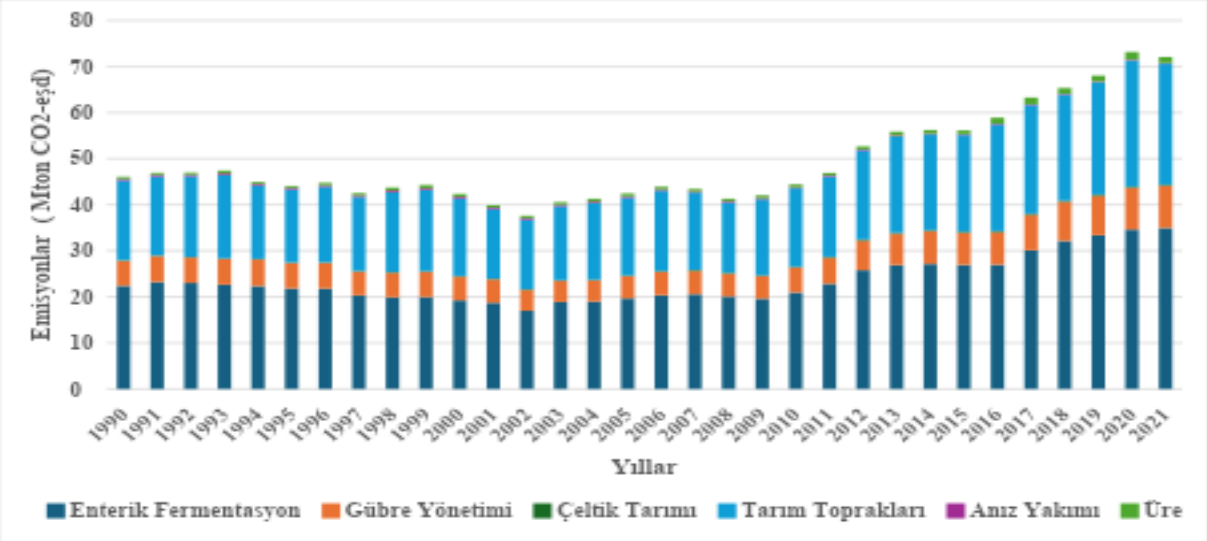
Ülkemizde su-nüfus ilişkisi ile ilgili durum itibarıyla suyun bölgesel dağılımı ile nüfusun bölgesel yoğunluğu arasında ters bir ilişki olduğu görülmektedir. Yağış miktarı ve su kullanımları dengeli dağılmamakta olup özellikle yağışın düşük ve su kullanımlarının yoğun olduğu havzalarda su stresi yaşanmaktadır. Marmara, Meriç, Ergene, Gediz, Büyük Menderes, Burdur Göller, Akarçay, Konya Kapalı ve Asi Nehri Havzalarında yerüstü ve yeraltı suyunun aşırı kullanımı, su kaynaklarının miktar olarak azalmasına neden olmuş bu durum da havzalar üzerindeki baskıyı arttırmış ve doğal ekosistem üzerinde büyük bir tehlike oluşturmuştur (Ulusal Su Planı Taslağı, 2024).

Tarım sektöründeki bitkisel üretiminin kuraklık riski incelendiğinde, her ne kadar İç Anadolu Bölgesi illerinin uyum kapasitesi yüksek olsa da bitkisel üretimin kuraklık riski çok yüksek ve yüksek seviyede tespit edilmiştir. Duyarlılığı yüksek illerin çoğunda kuraklık riski çok yüksek veya yüksek seviyede belirlenmiştir. Mevcut dönem koşullarına göre Konya, Karaman, Isparta, Mersin, Giresun, Sivas, Malatya, Kahramanmaraş, Hatay, Kars, Ağrı ve Van en yüksek riskli illerdir.

3.4. Sera Gazı Emisyonları

Türkiye'de ulusal sera gazı emisyon envanterine göre 2022 yılında toplam sera gazı emisyonu 558,3 Mton CO2-eşdeğeri (CO2-eşd)'dir ve toplam emisyonların %13'ü tarım kaynaklıdır (Şekil 3.11). Tarım sektörü kaynaklı sera gazı emisyonları, hayvan sayısındaki ve kimyasal gübre kullanımındaki artış nedeniyle yıllar itibariyle artmaktadır. Tarım sektöründen kaynaklanan emisyonlar 1990 yılında 46 Mton CO2-eşd iken 2022 yılı itibarıyle 72 Mton CO2-eşd'e ulaşmıştır (TÜİK 2024).

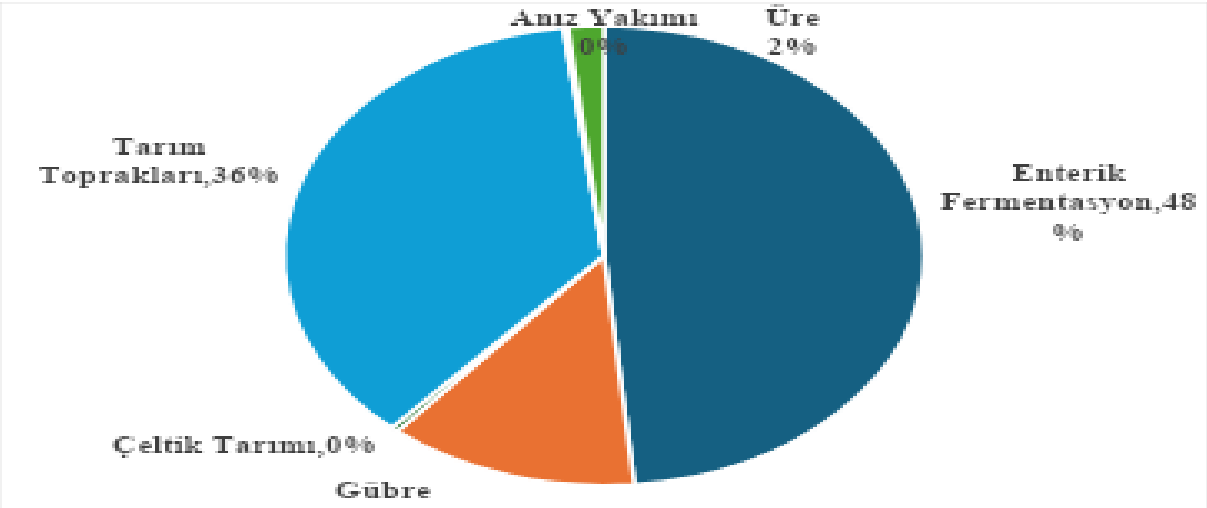
Şekil 3.11. Türkiye'de tarım sektörü sera gazı emisyonları



Kaynak: TÜİK, 2023

Tarım sektörü emisyonlarının büyük bölümünü enterik fermentasyon[1] (%49) oluşturmakta bunu tarımsal topraklar (%36), gübre yönetimi (%13) izlemektedir. Üre kullanımı, anız yakımı ve çeltik tarımının payı toplamda yaklaşık %2'dir.

Şekil 3.12. Türkiye'de tarım sektörü sera gazı emisyonlarının kaynaklarına göre payları, 2021



3.5. Politikalar

İklim değişikliğinin etkisine uyum ve sera gazı emisyonlarının azaltılması konusunda uluslararası çabalar devam etmektedir. 1994 yılında Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi, 2005 Yalında Kyoto Protokolü ve 2015 yılında Paris Anlaşması 190'dan fazla ülke tarafından imzalanan iklim değişikliği konusundaki uluslararası anlaşmalardır. Birleşmiş Milletlerin "2030 Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri (SDGs)" 2015 yılında kabul edilmiştir. Toplam 17 adet olan SDG'lerde 13 nolu eylem ikim eylemi olup, 5 alt hedef belirlenmiştir.

Avrupa Birliği (AB), iklim değişikliği konusunda küresel ölçekte en aktif gruptur. Bahsedilen anlaşmalara taraf olması yanında, bu süreç içerisinde Ortak Tarım Politikası amaç ve araçlarında iklim eylemlerine daha fazla yer vermiştir. 11 Aralık 2019 tarihinde "Avrupa Yeşil Mutabakatı" adı altına 2050 yılında iklim-nötr kıta olma hedefini ortaya koymuştur. Avrupa Yeşil Mutabakatı, çiftlikten çatala stratejisi ve biyoçeşitlilik stratejisi tarım sektörünün sera gazı emisyon azaltım eylemlerini içermektedir. 2030 yılına kadar pestisit ve antibiyotik kullanımının %50, kimyevi gübre kullanımının %20 azaltılması, organik tarım alanlarının tarım alanlarının en az %25'i olması hedeflenmiştir.

Türkiye bu sürece uyum kapsamında Ticaret Bakanlığı koordinasyonunda 2021 yılında "Yeşil Mutabakat Eylem Planı" hazırlanmış ve yayınlanmıştır. Eylem planı ekonomi, finansman, enerji, tarım, ulaştırma olmak üzere 5 başlıkta 8 hedef belirlenmiştir. Bu başlıkların biri "İklim Değişikliği İle Mücadele" kapsamında Çevre Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığına 3, Tarım ve Orman Bakanlığına ise 8 eylemde görev verilmiştir:

- Türkiye Cumhuriyeti Güncellenmiş Birinci Ulusal Katkı Beyan'ını BMİDÇS'ye 13 Nisan 2023 tarihinde sunarak, referans senaryoya kıyasla, 2030 yılına kadar sera gazı emisyonunu

[1] Geviş getiren hayvanların rumeninde, özellikle sığırlarda, mikrobiyal fermantasyon sonucu metan (CH4) üretim süreci

%41 azaltacağını açıklamıştır. Uzun Dönemli İklim Değişikliği Stratejisi (LTS) hazırlayarak 2053 yılın için net sıfır emisyon hedefini UNFCCC sekretaryasına bildirmiştir.

- İklim Değişikliği ile mücadele için sektörel bazda etkileri de içerecek kapsamda Ulusal Eylem Planları hazırlanmıştır. Bunların başlıcaları aşağıda sunulmuştur.
- İklim Değişikliği Azaltım Stratejisi ve Eylem Planı (2024-2030)
- İklim Değişikliğine Uyum Stratejisi ve Eylem Planı (2024-2030)
- 2053 Uzun Dönemli İklim Değişikliği Stratejisi
- İklim Kanunu taslağı TBMM'ne sunulmuş, çalışmaları devam etmektedir.
- Tarım ve Orman Bakanlığı, yukarıda belirtilen eylem planlarındaki sorumlu olduğu başlıkların dışında, uluslararası rekabet gücünü artıran, ileri teknolojiye dayalı, altyapı sorunlarını çözmüş, verimliliği yüksek, sürdürülebilir bir tarım ve orman sektörünün oluşturulması için ulusal belgelerde yer alan politika ve hedefler doğrultusunda eylem planları hazırlamıştır.
- TOB Strateji ve Eylem Planı (2024-2028)
- Tarımsal Kuraklıkla Mücadele ve Eylem Planı (2023-2027)
- Ayrıca iklim değişikliği konularıyla doğrudan ve dolaylı ilişikli olarak yapılan başlıca yasal düzenlemeler ve uygulamaya alınan önemli destekleme politikaları aşağıda verilmiştir.

3.5.1. Yasal Düzenlemeler

- Mera Kanunu (28/2/1998,Kanun No. 4342)
- Organik Tarım kanunu (3.12.2004,Kanun No. 5262)
- Toprak Koruma ve Arazi Kullanım Kanunu (3/07/2005,Kanun No. 5403)
- Tarım Sigortaları Kanunu (21/06/2005, Kanun No.2582)
- Tarım Kanunu (25/4/2006,Kanun No. 5488)
- Biyogüvenlik Kanunu (26/3/2010,Kanun No. 5977)
- Toprak Koruma ve Arazi Kullanımı Kanununda
- Değişiklik Yapılması Hk. Kanun (30/4/2014, Kanun No. 6537)

3.5.2. Destekleme ve Yönlendirme Politikaları

- Organik Tarım ve İyi Tarım Uygulamaları,
- Analize dayalı gübre kullanımı ve kontrolü,
- Su tasarrufu sağlayacak modern sulama sistemlerinin desteklenmesi,
- Toprak İşlemesiz ve az işlemeli tarım ile alan bazlı desteklenmesi,
- Çevre Amaçlı Tarım Arazilerini Korunması Programı destekleme kapsamına alınmıştır.
- Türkiye Tarım Havzalarının Üretim ve Destekleme Modeli uygulamaya konulmuştur.

- Arazi toplulaştırma ile optimum işletme büyüklüğü ve tarla içi geliştirme hizmetleri,
- Çiftçi özlük bilgileri olmak üzere tüm destekleme kayıt ve verileri ile Tarım Bilgi Sistemi oluşturuldu. Sistem, tarımsal kaynaklı sera gazı emisyonlarının izlenmesi ve kontrolünde gerekli olan tüm envanterleri sağlamaktadır.

4. DOĞAL KAYNAKLAR YÖNETİMİ

İklim değişikliği karşısında doğal kaynakları tarımsal kullanımlarda yönetmek oldukça karmaşıktır. Gıda ve sosyo-ekonomik güvenliği sağlamak için doğal kaynakları kullanırken söz konusu kaynakların kalitesi ve sağlığını korumak gerekmektedir. Türkiye iklim değişikliğinden yakın zamanda en fazla etkilenecek ülkeler arasında yer almaktadır. Ekstrem ve beklenmeyen iklim olaylarının (şiddetli yağışlar, sel, kuraklık, sıcak hava dalgası, don, dolu, hortum gibi) sıklıkla yaşanabileceği dikkate alındığında, doğal kaynaklarımızın (toprak, su, biyolojik çeşitlilik) sürdürülebilirliğinin sağlanması bakımından iklim değişikliğinin olumsuz etkilerini minimize edecek etkin uyum ve azatlım stratejilerinin belirlenmesi ve yönetim planlarına dahil edilmesi elzemdir.

Türkiye Cumhurbaşkanlığı Strateji ve Bütçe Başkanlığı 12. Kalkınma Planı (2024-2028)'nında da olduğu üzere iklim değişikliği ile mücadele için doğal kaynakların yönetilmesine ilişkin etkin çözümler sunan çok sayıda eylem planı, yönetmelik ve yasaları yürürlüğe koymuştur. Bunlara ek olarak iklim değişikliği ile mücadelede ulusal bilgi birikimi ile teknolojiler uluslararası standartları karşılamaktadır. Ancak ulusal ve uluslararası ölçekte artan nüfus baskısı doğal kaynakların yönetimlerinde sorunlara yol açmakta ve bozulan ekosistemler iklim değişikliğine yol açmaktadır. Örneğin, hızlı kentleşme, tarımda yeni sulama alanlarının açılması ve sanayileşme gibi faktörlerle birlikte Türkiye'nin su stresi yaşayan bir ülke konumuna geldiği, topraklarda ise başta organik madde azalması olmak üzere erozyon, sıkışma gibi çok sayıda tehdidin var olduğu ve birçok nedene bağlı habitat kayıplarının ülkenin son derece zengin biyoçeşitliliğini riske soktuğu bilinen gerçeklerdir.

Bu bölümde Toprak, Su ve Biyoçeşitlilik ana başlıklarında akademisyen ve kamu kurum kuruluşlarından deneyimli uzmanların katkısı ile mevcut durum, sorunlar, öneriler geliştirilmiş GZTF ve Hedeflerler hazırlanmıştır.

4.1. Toprak

4.1.1. Durum Analizi

Türkiye iklim değişikliğinden yakın zamanda en fazla etkilenecek ülkeler arasında yer almaktadır. Ekstrem ve beklenmeyen iklim olaylarının (şiddetli yağışlar, sel, kuraklık, sıcak ve soğuk hav dalgası gibi) sıklıkla yaşanabileceği dikkate alındığında, doğal kaynaklarımızın (toprak, su, biyolojik çeşitlilik) sürdürülebilirliğinin sağlanması bakımından iklim değişikliğinin olumsuz etkilerini minimize edecek etkin uyum ve azaltım stratejilerinin belirlenmesi ve yönetim planlarına dahil edilmesi elzemdir.

İklim değişikliğine uyum ve azaltım kapsamında; Türkiye'nin iklim değişikliğine ilişkin temel politika belgelerinde toprak kaynaklarının korunması ve sürdürülebilir yönetiminin sağlanması konusu da dahil tarımla ilgili konularda uyum ve azaltım eylemlerinin planlandığı önemli

sayıda politika belgesi [İklim Değişikliği Ulusal İletişim Stratejisi ve Eylem Planı (2020), Yeşil Mutabakat Eylem Planı (2021), İklim Şurası Kararları (2022), Türkiye'nin Tarımsal Kuraklıkla Mücadele Stratejisi ve Eylem Planı (2023-2027), Anadolu Bozkır Ekosistemleri için Ekosistem Temelli Uyum Stratejisi (2022-2036), İklim Değişikliği Uyum Stratejisi ve Eylem Planı (2024-2030), İklim Değişikliği Azaltım Stratejisi ve Eylem Planı (2024-2030), Tarım ve Orman Bakanlığı (2019-2023) Stratejik Planı, Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı (2024-2028) Stratejik Planı, Çölleşmeyle Mücadele Ulusal Stratejisi ve Eylem Planı (2024-2030), Türkiye 2053 Uzun Dönemli İklim Stratejisi, T.C. Cumhurbaşkanlığı Strateji ve Bütçe Başkanlığı 12. Kalkınma Planı (2024-2028)] mevcuttur.

Belirtilen politika belgeleri arasında özellikle İklim Değişikliğine Uyum Stratejisi ve Eylem Planı (2024-2030), İklim Değişikliği Azaltım Stratejisi ve Eylem Planı (2024-2030), Tarım ve Orman Bakanlığı (2024-2028) Stratejik Planı, Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı (2024-2028) Stratejik Planı, T.C. Cumhurbaşkanlığı Strateji ve Bütçe Başkanlığı 12. Kalkınma Planı (2024-2028)'nında toprak kaynaklarının yönetimiyle doğrudan ve/veya dolaylı olarak ilgili birçok hedef konulmuştur.

İklim Değişikliğine Uyum Stratejisi ve Eylem Planı (2024-2030) Tarım ve Gıda Güvencesi sektörüne yönelik belirlenen 3 strateji ve 12 eylem planı içerisinde; iklim değişikliğine uyum için politika ve yasal çerçevenin geliştirilmesi, kurumsal kapasitenin, iş birliğinin ve farkındalığın güçlendirilmesi stratejik hedefi altında toprak ve arazi yönetiminin de içerisinde yer aldığı ilgili tarım politikalarının ve mevzuatın güncellenmesi, tarımsal desteklerin revize edilmesi ve eğitim, bilinçlendirme ve kapasite geliştirme faaliyetlerinin yaygınlaştırılması hedeflenmektedir. Ekosistemlerin ve doğal kaynakların korunması, geliştirilmesi ve sürdürülebilir kullanımının sağlanması stratejik hedefi altında; il ve/veya ilçe düzeyinde toprak ve su kaynaklarının etkin kullanımını ve biyolojik çeşitliliğin korunmasını sağlayabilecek uygun ürün deseni ve hayvancılık sisteminin belirlenmesi, tarım arazilerinin ve meraların niteliklerinin korunması amaçlanmaktadır. İklim değişikliğinin tarıma etkisi ve uyumu konusunda veri tabanı, bilgi teknolojileri ve inovasyon uygulamalarının geliştirilmesi ve tarımsal faaliyetlerin buna uygun olarak yürütülmesi stratejik hedefi altında ise toprak kaynaklarının etkin yönetimi ile ilgili veri tabanı, bilgi teknolojileri ve inovasyon uygulamalarının ve inovatif faaliyetlerin geliştirilmesi ve tarımsal faaliyetlerin buna uygun olarak yürütülmesi hedeflenmiştir.

İklim Değişikliği Azaltım Stratejisi ve Eylem Planı (2024-2030)'da yer alan 7 ana azaltım sektöründen 2 si (Tarım ve Arazi Kullanım, Arazi Kullanım Değişikliği ve Ormancılık-AKAKDO) doğrudan toprak kaynaklarının yönetimi ile ilgilidir. Tarım sektörü altında toprak sağlığı açısından kimyasal gübre kullanımında etkinliğin sağlanması, pestisit ve anti-mikrobiyallerin kullanımının azaltılması, arazi ve toprak yönetiminin etkinleştirilmesi, AKAKDO sektörü altında ise ekosistemlerin korunması, yönetilmesi, sürdürülebilir yönetimi ve genişletilmesi, yutak alanların artırılması ile sera gazı tutumunun yıllık bazda düzenli olarak artırılması, ekosistem kaynaklı emisyonların azaltılması öngörülmekte, erozyon kontrol tedbirleri ve iyi tarım uygulamaları yoluyla topraklardaki organik karbon stoklarının artışı sağlanarak iklim değişikliğine uyum kapasitesinin artırılması hedeflenmektedir.

Tarım ve Orman Bakanlığı (2024-2028) Stratejik Planı'nda; toprak kaynaklarının sürdürülebilir yönetiminin sağlanması, iklim değişikliği, çölleşme ve erozyonla etkin mücadele edilmesi bağlamında, iklim değişikliği, erozyon ve çölleşme ile mücadele kapasitesinin arttırılması, arazi tahribatı ve erozyonun belirlenmesi ve önlenmesi, Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı (2024-2028) Stratejik Planı'nda ise çevre ve doğal kaynakların korunması, iklim değişikliği, çölleşme ve erozyonla mücadele stratejik hedefi kapsamında; iklim değişikliği, çölleşme ve erozyonla mücadele kapasitesinin artırılması, doğa kaynaklı afetlerle mücadele için sürdürülebilir arazi yönetim modelinin geliştirilmesi ve korunan alan sayılarının artırılması hedeflenmiştir.

T.C. Cumhurbaşkanlığı Strateji ve Bütçe Başkanlığı 12. Kalkınma Planı (2024-2028)'nında tarım arazilerinin korunması, sürdürülebilir kullanımı ve etkin yönetiminin sağlanması, çevrenin korunması ve iklim değişikliği ile mücadele kapsamında tarım sektöründe sera gazı salımının azaltılması için çevre dostu tarımsal uygulamaların desteklenerek yaygınlaştırılması amaçlanmıştır. Kalkınma Planının Tarım ve Gıda Öncelikli Gelişme Alanına yönelik belirlenen politika ve tedbirler içerisinde; tarımsal arazi kullanım planlarının hazırlanması, arazi bankacılığı sisteminin kurulması, tarım arazilerinin kullanımının etkin şekilde izlenmesi, tarım arazilerinin tarım dışı amaçlı kullanımına yönelik denetimlerin artırılması, arazi toplulaştırma çalışmalarına sulama yatırımlarıyla entegre bir şekilde devam edilmesi, toprağın organik madde içeriğinin artırılması ile toprak erozyonu ve kirliliğinin önlenmesine yönelik uygulamaların desteklenmesi planlanmıştır. İklim değişikliği ile mücadele kapsamında tarım sektöründe sera gazı salımının azaltılmasına yönelik çevre dostu tarımsal uygulamaların (kimyasal gübrelerin toprak analiz sonuçlarına göre kullanımı, organik ve organomineral gübre üretimi ve kullanımının artırılması, nadas alanlarının daraltılması, baklagillerin münavebe uygulamalarına dahil edilmesi, iyi tarım uygulamaları ve organik tarım, doğrudan ekim ve azaltılmış toprak işleme) desteklenerek ve teşvik edilerek yaygınlaştırılması amaçlanmıştır. Ayrıca, toprağın korunması ve erozyonla mücadele için yukarı havzalarda heyelan, sel ve çığ kontrol projelerinin de yürütüleceği belirtilmektedir.

Diğer yandan, Yeşil Mutabakat Eylem Planı (2021)'nında iklim değişikliği ekseninde toprak kaynaklarının sürdürülebilir yönetimiyle alakalı olarak, tarımda sera gazı azatlımı, organik tarımın geliştirilmesi, kimyasal gübre kullanımının azaltılması, tarımsal üretimde atık ve artık yönetiminin geliştirilmesi, arazi toplulaştırma faaliyetleri ve tarımda yenilenebilir enerji kullanımının artırılması gibi eylemlere yer verilmiştir.

İklim Şurası (2022) raporunda "İklim Dostu Tarımsal Destekleme Modeli" nin oluşturulması ve uygulanması, tarımsal üretimde kimyasal gübre ve bitki koruma ürünlerinin kaynak verimli tüketiminin sağlanması ve takip edilmesi, organik tarımın ülkemizde geliştirilmesi için üretim alanlarının ve miktarlarının artırılmasına yönelik çalışmaların yapılması; tarım ve atık sektörleri kaynaklı metan emisyonlarının yönetimi ve değerlendirilmesi kapsamında gerekli çalışmalar yapılması; sürdürülebilir arazi kullanımının teşvik edilmesi, erozyon ve bozulmanın önlenmesi, doğa temelli çözümler, sulak alanların korunması, ekosistemlerin (orman, meralar, sulak alanlar vb.) restorasyonu ve korunmasına dikkat çekilmektedir.

4.1.2. Toprak Kaynakları Envanteri

Türkiye'nin toprak kaynakları envanterinin belirlenmesi amacıyla Topraksu Genel Müdürlüğü tarafından 1965-1971 yılları arasında tüm ülkeyi kapsayan 1:100.000 ölçekli istikşafı toprak etütleri ve haritaları tamamlanmıştır. Daha sonraki yıllarda, toprak etüt ve haritalama görevini üstlenen Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü, mevcut haritaları güncelleyerek toprak sınırları içindeki tuzluluk, drenaj, erozyon gibi önemli özellikleri yeniden revize ederek 1:100.000 ölçekli il raporları şeklinde yayımlamıştır.

Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü, özellikle GAP bölgesinde ve bazı üniversitelerin iş birliğiyle farklı ovalarda detaylı toprak etüt ve haritalama çalışmalarını tamamlamış, ancak bu çalışmaların büyük bir kısmı sayısal formata dönüştürülmemiştir. 2005 yılında Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü'nün kapatılmasının ardından, Toprak Etüt ve Haritalama görevi Tarım Reformu Genel Müdürlüğü'ne devredilmiştir. Ancak, bu süreçte öncelik daha çok toprakla ilgili sorunların çözümü ve yönetimsel işlemlere verilmiş, detaylı haritalama çalışmalarına yeterli kaynak ve öncelik sağlanamamıştır.

Tarım Reformu Genel Müdürlüğü bünyesinde yürütülen çalışmalar kapsamında, ülke genelinde 1:100.000 ölçekli toprak haritaları sayısal ortama aktarılmış ve kullanılmaya başlanmıştır. Ancak, Türkiye'de 1:25.000 ölçekli detaylı temel toprak haritalarının eksikliği, tarım arazilerinin doğru yönetilmesini zorlaştırmaktadır. Kaçak yapılaşma, yanlış arazi kullanımı ve plansız tarım uygulamaları nedeniyle, 1971 yılında 28,5 milyon hektar olarak haritalanan işlenebilir iyi tarım arazileri günümüzde 23,5 milyon hektara kadar gerilemiştir. Ülke topraklarının nüfus artışı ve alansal azalması göz önünde alındığında, gelecekte temel gıda üretiminin büyük bir risk altına girebileceğini göstermektedir.

Tarım topraklarının korunması, sürdürülebilir yönetimi ve doğru planlaması için detaylı-temel toprak haritalarının tamamlanması büyük önem taşımaktadır. Bu doğrultuda, Tarım Reformu Genel Müdürlüğü, Dünya Bankası tarafından sağlanan finasman ile ülke genelinde detaylı-temel toprak haritalarının yapımına başlamıştır. Bu haritalar, Tarım Reformu Genel Müdürlüğü uzmanlarının gözetiminde özel şirketler aracılığıyla hazırlanmakta olup, sayısal formatta ve güncel yöntemlerle üretilmektedir.

Tarım alanlarının korunması ve sürdürülebilir yönetimi için yalnızca haritalama çalışmaları yeterli değildir. Tarımsal üretim planlamasında bilimsel verilere dayalı karar mekanizmalarının oluşturulması, çiftçilerin bilinçlendirilmesi ve arazi kullanım planlamasının doğru bir şekilde yapılması gerekmektedir. Türkiye'nin tarım politikalarında uzun vadeli planlama yapılması ve mevcut tarım topraklarının korunmasına yönelik daha etkili önlemler alınması, gelecekte gıda güvenliğinin sağlanması açısından kritik bir önem arz etmektedir. Bu amaçla ülkenin temel detaylı toprak haritalarının tamamlanarak sayısal bir formata dönüştürülerek tüm ilgili kurumların kullanımına sunulması son derece kritiktir.

4.1.3. Toprak Tehditleri ve İklim Değişikliği

Topraklar iklim üzerinde iki yönlü rol oynamaktadır. Topraklar sağlıklı olduklarında iklim değişikliği ile mücadele de destek sağlarken yanlış yönetildiğinde sadece iklim değişiminin değil çölleşmenin de birçok nedeni olabilmektedir. FAO ve ITPS (2015) küresel ölçekte toprak organik karbon kaybı, toprak erozyonu, toprak biyoçeşitlilik kaybı, toprak bitki besin elementi

dengesizliği, toprağın tuzlanması ve alkalileşmesi, toprak kirliliği toprağın sıkışması, toprağın mühürlenmesi (betonlaşması), toprağın asitleşmesi ve suyla aşırı doygunluğunun tarım topraklarının sağlığını tehdit eden 10 süreç olduğunu açıklamıştır. Ne yazık ki bu tehditlerden hiçbiri tarım topraklarında tek başına bulunmamakta diğer tehditlerle birlikte toprakların sağlığını ve verimliliğini çoğu zaman geri dönülmez ölçekte bozmaktadır. İklim değişikliği ile mücadele de en büyük karbon yutak alanı olan toprakların ekosistem hizmetlerini yerine getirebilmesi için tehditlerle mücadele öncelikli olmalıdır.

Toprak koruma, yönetim, araştırma ve izleme ile ilgili faaliyetler kapsamında toprak tehditlerine yönelik doğrudan ve dolaylı çalışmalar devlet kuruluşları, üniversiteler, STK'lar ve Türkiye'de ofisleri bulunan FAO ve UNDP gibi uluslararası kurumlar tarafından yürütülmektedir. Çalışmalarda öncelik toprak organik karbonu kaybı, toprak kirlenmesi, toprak erozyonu, toprak tuzlanması ve alkalileşmesi ve toprak biyoçeşitliliği kaybına verilmektedir. Kurumlarda hâlihazırda var olan Toprak Bilgi Sistemleri'nden (TRGM, TAGEM, DSİ, OGM, ÇEM) toprak tehditlerine yönelik tematik başlıklar dağınık durumdadır ve tehditlere ait veriler güncel iklim modellerini çalıştırmada kimi zaman yetersiz kalmaktadır (TOB ve FAO, 2019). Toprak tehditlerinin tekli veya çoklu olarak neden olduğu zararların ölçümüne yönelik projeler istenen düzeyde değildir. Bu nedenle karar destek sistemlerinde tehditlerin etkisi yeterince görülememektedir. Ayrıca, Türkiye tarım topraklarına yönelik tehditlerin düzeyi tehditlere yönelik veri yetersizliği, güncelliği ve çözünürlüğü nedeniyle yeterince tanımlanmamaktadır.

4.1.4. Sürdürülebilir Toprak Yönetimi

Küresel iklim değişikliği ve sürdürülebilir olmayan arazi ve toprak yönetimi, arazi bozulumunun boyutlarını dünyanın birçok bölgesi için alarm seviyesine getirmiştir. Bu nedenle arazi bozulması, dünyanın en acil çevre sorunlarından biri olarak görülmektedir. Türkiye küresel iklim değişiminin olumsuz etkilerinden en fazla etkilenen ülkelerden biri ve yüzölçümünün yaklaşık 1/3'ünün kurak ve yarı kurak alanlardan oluşması nedeniyle de arazi bozulumu süreçlerine karşı oldukça kırılgan bir durum sergilemektedir.

Ülkelerin sürdürülebilir kalkınma düzeyleri, ulusal arazi ve toprak kaynaklarını verimli ve gereğine uygun biçimde koruma-kullanma dengesi gözetilerek belirlenen yönetim süreçleriyle doğrudan ilgilidir. Bu bağlamda, arazi ve toprak kaynaklarının mevcut durumunun, mevzuat çerçevesinin ve güncel arazi ve toprak yönetim politikalarının belirlenmesi, potansiyel kullanım olanaklarının planlanması, yapısal ve yönetsel boşlukların belirlenmesi ve çözüm odaklı politikaların geliştirilmesi, iklim ve çevre dostu arazi ve toprak yönetim uygulamalarının uluslararası anlaşmalar kapsamında ülke politikalarına yansıtılarak etkin stratejik planlamalarla uygulamaya geçirilmesi, erozyon kontrolü ve arazi tahribatının dengelenmesi, tarım topraklarının kullanımının etkin şekilde izlenmesi, tarım arazilerinin tarım dışı amaçlı kullanımına yönelik denetimlerin artırılması, toprak sağlığının korunması ve toprak organik-C stok miktarının iyileştirilmesi, toprak kaynaklarının kullanımı ve yönetiminden sorumlu kuruluşlar arasında etkin koordinasyonun sağlanması büyük önem arz etmektedir (Akça ve çal.ark., 2023).

Türkiye'de toprak koruma ve arazi kullanımına yönelik düzenleme, denetleme, inceleme ve uygulamaların Tarım ve Orman Bakanlığı görev, yetki ve sorumluluğunda yürütülmesine

rağmen, toprak kaynaklarının korunması, kullanılması ve yönetimi konusunda, çok sayıda kurum ve kuruluş yetki ve sorumluluk sahibidir. Bu durum toprak ve arazi kaynaklarının etkin kullanım ve yönetimi açısından istenilen bir durum değildir. Bununla birlikte, ulusal toprak kaynaklarının korunması, geliştirilmesi, tarım arazilerinin sınıflandırılması, tarımsal arazi büyüklüklerinin belirlenmesi ve bölünmelerinin önlenmesi, tarımsal arazilerin sürdürülebilir kalkınma ilkesine uygun olarak planlı kullanımını sağlayacak usul ve esaslar 2005 yılında yürürlüğe giren 5403 Sayılı Toprak Koruma ve Arazi Kullanımı Kanunu ile güvence altına alınmıştır.

Ülkemizde toprak kaynaklarının korunması ve sürdürülebilir yönetimi konusunda uluslararası sözleşmelerle uyumlu yasa, yönetmelik ve eylem planları mevcuttur; 5403 Sayılı Toprak Koruma ve Arazi Kullanımı Kanunu başta olmak üzere, 6537 Sayılı Toprak Koruma ve Arazi Kullanımı Kanunu'nda Değişiklik Yapılmasına Dair Kanun, 6831 Sayılı Orman Kanunu, 4342 Sayılı Mera Kanunu, 3083 Sayılı Sulama Alanlarında Arazı Düzenlenmesine Dair Tarım Reformu Kanunu, 30265 Sayılı Tarım Arazilerinin Korunması, Kullanılması ve Planlanmasına Dair Yönetmelik, 23419 Sayılı Mera Yönetmeliği, 30679 Sayılı Arazi Toplulaştırması ve Tarla İçi Geliştirme Hizmetleri Uygulama Yönetmeliği vb.

Doğal kaynakların korunması, sürdürülebilir arazi ve doğal kaynak yönetimi, iklim değişikliğine uyum ve ekosistem direncinin artırılması konularında ulusal ölçekte önemli çalışmalar yürütülmektedir (OSİB, 2017). Bu çalışmalar kapsamında, arazi tahribatını azaltmak suretiyle kırsal göçü önlemek ve kırsal yoksulluğu minimize etmek ana temasıyla ülkemizin doğal kaynaklarının korunmasına yönelik ulusal kalkınma ve hükümet programına entegre edilen yatırım projeleri ve uygulama faaliyetlerinde öncelikleri belirlemek amacıyla Türkiye'de arazi bozulumu ve çölleşme riskini havza ölçeğinde belirlenmesi, haritalanması ve izlenmesine yönelik geliştirilen Türkiye Çölleşme Modeli (ÇEM, 2017) ve Türkiye Toprak Organik Karbonu (KARBON) Projesi (ÇEM, 2018), hem veri kaynağı olması hem de ulusal modelleme açısından da önemli birer yer tutmaktadır.

Tarım topraklarına yönelik arazi politikaları iklim kriziyle mücadelede ciddi bir rol oynamaktadır. Çünkü tarım toprakları önemli karbon yutağı olarak kullanılabilecek kaynaklardır. Toprağın atmosferdeki serbest karbonu tutma kapasitesi; koruyucu tarım/ toprak işlemesiz tarım, koruyucu toprak işleme, anıza ekimi, karbon tutucu ürün yetiştirme, örtü bitkisi kullanımı, tarımsal üretim için kullanılmayan topraklarda kalıcı otlaklar kurulması, tarım-ormancılık faaliyetlerinin mümkün olan yerlerde birlikte yürütülmesi ve sulak alanların rehabilitasyonu gibi uygulamalarla artırılabilir. Tarım alanlarının yutak potansiyelinin artırılması için gerekli finansmanın sağlanması ve üreticilerin donanımlı yayım hizmetlerinden etkin bir şekilde faydalanmalarının temin edilmesi kilit önem taşımaktadır. Tarımsal yutak alanların bilimsel olarak izlenmesi, karbon tutulumunun takip edilmesi, bunların sağlanabilmesi için kurumsal kapasitenin artırılması ve gerekli işbirliklerinin yapılması; Türkiye'nin Ulusal Katkı Beyanının gerçekleştirilebilmesi için çok elzemdir (Erpul ve çal.ark., 2023).

Türkiye'nin arazi bozulması ve toprak yönetimi konularında sahip olduğu bilgi birikimi, edinim ve teknolojileri bir yandan ulusal kaynakların etkin ve dinamik bir şekilde planlama, kullanım ve yönetiminde kullanırken, diğer yandan da sahip olduğu kapasiteyi bölgesel ve küresel

ölçekte komşu ülkeler başta olmak üzere diğer bölge ve Dünya ülkeleriyle etkin bir iletişim, eşgüdüm ve koordinasyon sağlayarak paylaşması toprak diplomasisi bağlamında önemlidir.

4.1.5. Arazi Tahribatının Dengelenmesi

Sürdürülebilir Kalkınma Amaçlarının çevresel boyutunu oluşturan iklim değişikliği, çölleşme ve kuraklık gibi küresel sorunlar, ülkemizi de coğrafi konumu, iklimi ve topografyası nedeniyle ciddi şekilde etkilemektedir. Gelecek projeksiyonlarına göre bu riskin daha da artması beklenirken, plansız insan faaliyetleri bu problemlerin etkilerini her geçen gün daha da ağırlaştırmaktadır. Bu nedenle, önleyici tedbirler almak, biyo-çeşitliliğimizin dayanıklılığını artırmak ve hassasiyetini azaltmak adına yürütülen çalışmalara çok daha fazla önem verilmesi gerekmektedir.

Arazi bozulması, karasal ekosistemleri, tarımsal üretkenliği ve biyolojik çeşitliliği önemli ölçüde olumsuz etkileyen en kritik çevresel zorluklarından biridir. Arazi Tahribatının Dengelenmesi (ATD/LDN- -Land Degredation Neutrality) kavramı, sürdürülebilir arazi kullanımını sağlarken, arazi bozulmasıyla mücadele etmek için küresel bir yanıt olarak ortaya çıkmıştır. ATD Birleşmiş Milletler Çölleşmeyle Mücadele Sözleşmesi (BMÇMS/UNCCD) çerçevesinde tanıtılmıştır ve Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri'nin (SDG) temel bir hedefidir (15.3). Dünya nüfusunun giderek artışı sınırlı doğal kaynaklarına yönelik sürekli artan taleplerin sürdürülebilir şekilde karşılayabilmek, arazilerin ancak üretim potansiyelini korumak ve geliştirmekle mümkündür. Bu nedenle, karasal ekosistemlerin devamlılığının sağlanması ve çevresel değişkenliklere karşı dayanıklılığın arttırılmasında ATD önemli bir araçtır. ATD arazi kaynaklarının miktarının ve kalitesinin sürdürülebilir yönetim uygulamalarıyla sabit kaldığı veya zamanla iyileştiği bir durum olarak tanımlanır. Kavram, özellikle son yüzyıl içerisinde arazi kullanım ve arazi örtüsündeki hızlı değişmeye neden olan ormansızlaşma, kentleşme, yoğun tarım ve iklim değişikliğinin neden olduğu yaygın arazi bozulmasına yanıt olarak “engelle-koru”, “azalt-yönetim”, “tersine çevir-onarım” olarak ortaya çıkmıştır.

ATD izlenmesine yönelik, BMCMS Sekretaryası tarafından "arazi örtüsü-arazi kullanım değişimi", "arazi üretkenliği” ve yerin altı ve üstündeki toprak organik karbon stokları" göstergelerinin kullanılması önerilmektedir. Arazi kullanım-arazi örtüsündeki değişiklikler bitki örtüsünde, habitat parçalanmasında ve arazi değişimindeki artma ve azalmaların ilk işareti olduklarından izlenmesi gereken temel göstergelerden biridir. Arazi üretkenliği göstergesi, bitkilerin aldıkları enerjiden soluma payını çıkarınca geriye kalan net enerji şeklinde tanımlanan toplam yer üstü net birincil üretimi (NPP) ifade eder. Toprak organik karbon stoku ise bir havuzdaki (karbon biriktirme ya da salma kapasitesine sahip sistemler) karbon miktarıdır. Bu üç önemli küresel göstergelere yönelik olarak ülkemizde son 10 yılda önemli yol katledilmiş olup Arazi örtüsü değişkenliklerinin otomatik ve belirli periyotlarda izlenebilmesine yönelik UASİS projesi gerçekleştirilmiştir. TOK kapsamında ülkemizin TOK stok haritası üretilmiş ve üretkenlik kapasitesi belirlenmiştir. Bu kapsamda ülkemiz teknik ve teknoloji yanı sıra önemli kapasite ve kabiliyete sahip olmuştur. Birleşmiş Milletler Çölleşmeyle Mücadele Sözleşmesi’ nin odak noktalığını yürüten Çölleşme ve Erozyonla Mücadele Genel Müdürlüğü ile FAO iş birliğinde ATD Projesi kapsamında geliştirilen Karar Destek Sistemi (KDS) (https://projectgeffao.users.earthengine.app/view/ldn-turkey), ATD hedeflerinin belirlenebilmesi ve potansiyel müdahalelere ilişkin kararların alınabilmesi, araziye dayalı doğal

sermayenin tahmin edilebilmesi ve ilerlemenin takip edilebilmesi için; arazi tahribatına ilişkin mevcut durumun, eğilimlerin ve belirleyici etkenlerin bir değerlendirilmesinin yapılması ve müdahale edilecek öncelikli alanların belirlenebilmesine hizmet edecek şekilde tasarlanmış ve kullanıcıların hizmetine sunulmuştur.

Toprak, arazi kaynaklarının temel bir bileşenidir ve bozulması doğrudan ATD'yi etkiler. Toprak yönetimi, ATD'ye ulaşmanın kritik bir bileşenidir. Sağlıklı topraklar, su filtrasyonu, karbon tutulması ve besin döngüsü gibi ekosistem hizmetlerinin sürdürülmesi için olmazsa olmazdır. Ürün rotasyonu, tarımsal ormancılık ve koruma amaçlı toprak işleme gibi sürdürülebilir toprak yönetimi uygulamaları, toprak erozyonunu önlemek, toprak verimliliğini korumak ve toprak organik maddesini geliştirmek için hayati öneme sahiptir. Bu uygulamalar, toprak sağlığını iyileştirerek, daha fazla bozulmayı önleyerek ve bozulmuş arazilerin onarımını (restorasyonunu) teşvik ederek ATD hedeflerine doğrudan katkıda bulunur. Koruma-kullanım politikaları gereğince yapılan tarım, ağaçlandırma, kontrollü otlatma ve erozyon önleme dahil olmak üzere sürdürülebilir toprak yönetimi uygulamaları, ATD'ye ulaşmak için olmazsa olmazdır. Toprak organik maddesini iyileştirerek, su tutma kapasitesini artırarak ve erozyonu azaltarak, bu uygulamalar arazi restorasyonuna ve bozulma baskılarına karşı dayanıklılığa katkıda bulunur. Toprak sağlığı stratejilerini ulusal arazi politikalarına entegre etmek için ATD bir araç olarak daha etkin bir şekilde kullanılmalıdır. Bu bağlamda ATD çerçevesi dört başlık altında değerlendirilmelidir; Önleme: Sürdürülebilir arazi kullanım planlaması uygulamak, ormansızlaşmayı azaltmak ve muhafaza edici tarımı teşvik etmek. Azaltma: Etkili politikalar, ekosistem restorasyonu ve bozulmuş toprakların rehabilitasyonu yoluyla arazi bozulmasını en aza indirmek. Tersine çevirme: Ağaçlandırma, tarımsal ormancılık ve toprak verimliliğinin artırılması yoluyla bozulmuş arazilerin eski haline getirilmesi. İzleme ve Değerlendirme: Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS), uzaktan algılama ve arazi araştırmaları kullanarak arazi bozulma eğilimlerini izlemek ve ATD hedeflerine doğru ilerlemeyi ölçmek. Dolayısıyla, ATD için gelecekteki en önemli strateji, iklim değişikliğine uyum politikalarıyla entegrasyondur.

Türkiye, ATD hedefleriyle uyumlu çeşitli politikalar ve stratejiler benimsemiş durumdadır. 6831 sayılı Orman Kanunu temel olarak ormanların korunmasını, işletilmesini, ormanların geliştirilmesini ayrıca mülkiyet olarak devlete ait olmasını sağlamaktadır. Kanun; ormanların her türlü zararlara karşı mücadele etmeyi, ormanlardan faydalanmayı, ormanların artırılmasına yönelik çalışmaları devlet eliyle yapılmasını kapsar. Ayrıca orman suçlarının takibi ve cezai hükümleri yasada açıkça ortaya konulmaktadır. Ayrıca 4122 Milli Ağaçlandırma ve Erozyon Kontrolü Seferberlik Kanunu ormanlarda devletin hüküm ve tasarrufu altındaki arazilerde, göl ve akarsu kenarlarında, tüzel kişilerin mülkiyet ve tasarrufundaki arazilerde, orman sahasını ve ağaç servetini çoğaltmak, toprak, su ve bitki arasında bozulan dengeyi kurmak, geliştirmek ve çevre değerlerini korumak maksadıyla, kamu kurum ve kuruluşları ile gerçek ve tüzel kişiler tarafından yapılacak ağaçlandırma ve erozyon kontrolü çalışmalarına ait esas ve usulleri düzenlemektedir. 5403 sayılı Toprak Koruma ve Arazi Kullanımı Kanun toprağın korunması, geliştirilmesi, tarım arazilerinin sınıflandırılması, asgari tarımsal arazi ve yeter gelirli tarımsal arazi büyüklüklerinin belirlenmesi ve bölünmelerinin önlenmesi, tarımsal arazi ve yeter gelirli tarımsal arazilerin çevre öncelikli sürdürülebilir kalkınma ilkesine uygun olarak planlı kullanımını sağlayacak usul ve esasları belirlemektedir. Bu kanunlar doğrudan ATD hedef ve stratejilerine destek vermektedir. Benzer olarak çölleşme ile daha etkin mücadele etmek

kurumlar arası koordinasyonu sağlamak, sözleşme yükümlülüklerini yerine getirmek ve gerçekleşen faaliyetleri düzenli olarak izleyebilmek için "Çölleşme ile Mücadele Ulusal Eylem Programı" hazırlanmış olup 09 Mart 2005 tarihli Resmî Gazete 'de yayınlan genelge (2005/2) ile yürürlüğe girmiştir.

ATD hedeflerine ulaşmak, topraklarda ve bitki örtüsünde karbon tutulmasını artırarak iklim değişikliğinin hafifletilmesine katkıda bulunabilirken, aynı zamanda ekosistemlerin ve toplulukların iklim etkilerine karşı dayanıklılığını da artırabilir. ATD, çevresel bozulmayla mücadele için arazi kullanımı ve restorasyonunu dengelemeyi amaçlayan hayati bir küresel girişim olmakla birlikte Türkiye'nin ATD'ye olan bağlılığı, ulusal politikalarına ve eylem planlarına yansımış ve bunun sürdürülebilirliği esas olmalıdır. Sürdürülebilir toprak yönetimini entegre ederek, teknolojiyi kullanarak ve yasal çerçeveleri güçlendirerek, ATD'ye ulaşmak çevresel dayanıklılığı artıracak ve küresel iklim adaptasyonu ve azaltma hedeflerine katkıda bulunacaktır. Bu bağlamda yapılması planlanan aktivitelerin niceliğinden ziyade niteliğinin olması bakış açısının farkındalık olarak yerleşmesi de önemli bir etken olacaktır.

4.1.6. Arazi Kullanım, Arazi Kullanım Değişikliği ve Ormancılık (AKAKDO)

Arazi kullanımı, IPCC tarafından belirlenen altı ana arazi kullanım sınıfına (orman, tarım, mera, sulak alan, yerleşim, diğer) göre değerlendirilmektedir ve karbon döngüsünün izlenmesi amacıyla altı karbon havuzu (toprak üstü ve altı biyokütle, toprak, ölü örtü, ölü odun ve odun ürünleri) yer almaktadır. Ormancılığın enerji kullanımı dışındaki tüm faaliyetleri, tarım sektörünün karbondioksit emisyon ve tutumları, meralardaki ve sulak alanlardaki karbon döngüleri ve yerleşimlerde tutulan ve salınan sera gazları AKAKDO sektörü kapsamında yer almaktadır (Schlamadinger et al., 2007).

Ormanların iklim değişikliği azaltım ve uyum kapasitesine katkı sağlaması maksatlı orman alanları üzerinde diğer arazi kullanımlarından kaynaklı baskı/etkilerin azaltılması gereklidir. Ekolojik olarak iklim değişikliği kaynaklı muhtemel olumsuz senaryoda ormanlar, erozyon ve çölleşme önündeki en büyük anahtar konumundadır. Bu nedenle, iklim değişikliğine uyum sağlamak ve olumsuz etkileri en aza indirmek için orman alanlarının sürdürülebilir yönetimi büyük önem taşımaktadır. Bu bağlamda orman alanlarının arttırılmasına yönelik uygulamaların arttırılması yerine, mevcut durumun sürdürülebilirliği ve bozuk orman alanlarının biyoçeşitlilik açısından mevut halinin korunmasın yaklaşımları öncelikli yaklaşım olmalıdır.

AKAKDO süreci kapsamında sera gazı envanterine göre emisyon artış hızı, yutak alanların artış hızından daha yüksektir. AKAKDO sürecinde iklim değişikliğine bağlı olarak son yıllardaki orman yangınları, kuraklık gibi etkenler sürece olumsuz katkı sağlamaktadır. Sera gazı ulusal envanteri kapsamında azaltım kapasitesi büyük ölçüde orman yönetimi ve işlenmiş odun hammaddesi kullanımı ile sınırlıdır. AKAKDO sektörünün etkin şekilde uygulanmasını ve sürdürülebilir yönetimini sağlamak için belirli yasal düzenlemeler ve mevzuatlar temel bir çerçeve oluşturmaktadır.

Temel ekosistem hizmetlerinin sağlanması ve arazi tahribatının dengelenmesi bağlamında ormanların sürdürülebilirliği sağlanmalıdır. AKAKDO sektörü kapsamında karbon piyasası ve yeşil sertifikasyon uygulamaları geliştirilmelidir. Orman kaynaklı ürün ve hizmetlerin sürdürülebilir orman yönetimi ilkeleri çerçevesinde ihracat odaklı çeşitlendirilmesi hedeflenmiş

olsa da, bu noktada ekolojik ilkeler çerçevesinde korum-kullanım planları ölçeğinde odun ve odun dışı ürünlerin ihracat politikalarının geliştirilmesi hedeflenmelidir. Son yıllardaki alansal büyüklük ve sıklığı ile öne çıkan orman yangınları noktasında orman yangınlarını önleyici tedbirler artırılması ve yangınlarla müdahale kapasitesi güçlendirilmeye devam ettirilmelidir. Ulusal iklim değişikliği stratejisi (2010-2023) nezdinde Türkiye'nin İklim Değişikliği Stratejisi kısa, orta ve uzun vadeli stratejik hedefler kapsamında ormansızlaşma ve orman tahribatı konuları ele alınmıştır. Bu amaçla, Türkiye'ye özgü bir arazi kullanım sınıfları haritasının oluşturulması büyük önem taşımaktadır. Bu harita, uluslararası arazi kullanım sınıflarıyla entegre edilebilecek şekilde tasarlanmalı ve izleme ve değerlendirme süreçlerine katkı sağlayacak bir izleme modeliyle desteklenmelidir. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığına bağlı Çölleşme ve Erozyonla Mücadele Genel Müdürlüğünce geliştirilen 'Ulusal Arazi Örtüsü Sınıflandırma ve İzleme Sistemi' (UASİS) projesi bu amaca hizmet edebilecek niteliktedir ve olası en kısa sürede hayata geçirilmesi önem arz etmektedir. Ormanların sağladığı ekosistem hizmetleri ve tutulan karbon miktarı düşünüldüğünde ağaçlandırma eylem planları, milli ağaçlandırma seferberliği çalışmaları devam ettirilmelidir. Ormanların yanı sıra sulak alan ve turbalıklarında koruma statülerinin güçlendirilmesi, tehlike altındaki alanların rehabilite edilmesine yönelik koruma stratejilerinin kurgulanarak uygulanması gereklidir. İklim değişikliğinin olumsuz etkilerine yönelik yürütülen erozyon kontrolü, ıslah ve ağaçlandırma çalışmalarının AKAKDO sektörünü doğrudan desteklediği dikkate alındığında, erozyon ve çölleşme ile mücadele kapasitesinin arttırılması ve arazi tahribatının dengelenmesinin önemi ortaya çıkmaktadır.

AKAKDO sektörü çatısı altında en önemli konu mevcut ekosistemlerin korunması ve sürdürülebilirliğinin sağlanmasıdır. Bu yaklaşım sayesinde yutak alanlar korunacak, artışına katkı sağlanmış olacak ve sera gazı tutumunun düzenliliği sağlanmış olacaktır. Ormancılık sektörünün de tarım işletmelerinde olduğu gibi katma değerli döngüsel geçişinin sağlanması gereklidir. Odun dışı orman ürünlerinin ihracatı, iklim dostu tarım uygulamalarının sürdürülebilirliği ve verimliliği birlikte düşünülmelidir. Arazi kullanım sektöründe katma değer ve döngüselliğin iyileştirilmesi için Ar-Ge ve inovasyona dönük desteklerin artırılması gerekmektedir. Bu yaklaşım başta ormancılık ve tarım olmak üzere iklim değişikliği ile mücadelede teknoloji kullanımını artıracaktır. Hassas ve akıllı ormancılık uygulamalarının yaygınlaşması ve bu kavramlara ilişkin okur-yazarlık farkındalığının arttırılması elzemdir. Sektörde karbon yönetimi konusunda yetişmiş insan kaynağı arttırılmalıdır. Orman zararlıları, erozyon, çölleşme, iklim dostu tarım, sulak alanlar, iklim değişikliği kapsamındaki riskler, sera gazı hesaplamaları vb. birçok alt konuda üst seviyede insan kaynağı oluşturmak için yükseköğretimle birlikte hareket edilmeli ve uygulayıcı olarak teknik ve insan kapasitesinin artırılması sağlanmalıdır. İklim değişikliği kapsamında hareket tarzı önce azaltım sonra uyum süreçleri olmalıdır. Bu doğrultuda, politikaların anılan sıraya göre şekillendirilmesi ve AKAKDO stratejilerinin önümüzdeki yıllarda operasyonel hale getirilerek güçlendirilmesi gereklidir.

4.1.7. İklim Değişikliği Azaltım Stratejisi Olarak Tarımsal Ekosistemde Karbon Yönetimi

Topraklarda depolanan organik karbon miktarı yeşil bitkiler ve atmosferde bulunan karbondan çok daha fazla olup bu durum toprakların karbon yönetimi ve depolanması üzerindeki önemini artırmaktadır. Tarım toprakları atmosferdeki karbon için bir yutak görevi görebileceği gibi iyi yönetilmediği takdirde bir kaynak görevi de görebilir. Tarım topraklarımız yıllardır uygulanan geleneksel tarım sonucu sahip olduğu organik karbonun önemli bir kısmını CO_2 halinde atmosfere kaybetmiş olup, küresel ısınmaya katkı sağlamaktadır. Topraklarda depolanan karbonun yaklaşık 1/3 tarım arazilerinde olduğu düşünülürse tarım arazilerin karbon depolanmasındaki önemi artmaktadır. Geleneksel tarım sonucu topraklarımız sahip olduğu karbonun yaklaşık %50'ni kaybetmiş durumdadır. Ancak bu düşük değer aynı zamanda tarım topraklarının atmosferdeki karbonu depolama noktasında iyi bir kapasiteye sahip olduğunu ortaya koymaktadır. Çünkü tarım topraklarının kaybetmiş olduğu karbonu yeniden kazanması atmosferdeki CO_2 azaltılmasına katkı sağlamakla kalmayacak aynı zamanda toprakların kalitesi ve verimliliğinin artmasına önemli katkı sağlayacaktır. Toprakta karbonun bu çok yönlü etkisi göz önüne alındığında, atmosferde küresel ısınmaya yol açan karbonun yeniden toprağa kazanılması mevcut tarımsal üretim sistemlerinin yeniden gözden geçirilerek karbon etkin uygulamaların üretim sistemine dahil edilmesi gerekir. Tarımsal ekosistemde karbon yönetimi üzerine etkili olan tarımsal uygulamalar (toprak işleme, münavebe, sulama, hasat ve budama artık/atıkları ve organik gübreler) bilinçli ve etkin şekilde programlanmalıdır.

Tarım topraklarında depolanan karbon üzerine insan kaynaklı en büyük etki şüphesiz toprak işleme olarak düşünülmektedir. Bu bağlamda konvansiyonel tarım sistemleri yerine, %20-30 oranında daha fazla CO_2 emisyon değerlerine sahip toprak işlemesiz tarım (sıfır sürüm) ve minimum sürüm sistemlerinin ikame edilmesi önemlidir.

Tarım arazilerinde toprağa bağlanan karbon miktarı yetiştirilen kültür bitkisi ve onun hasat atıklarıyla doğrudan ilişkilidir. Ürün deseninde, kök yoğunluğu ve hasat atığı fazla olan bitkiler tercih edilmeli ve münavebe içerisinde çapa bitkilerinin yoğunluğunun azaltılarak baklagil gurubu tane yemeklik ve yem bitkilerine daha fazla ağırlık verilmelidir. Üretimin nihai hedefi olan tüketiciler de düşük karbonlu beslenme konusunda bilgilendirilmelidir.

Sulama bitkisel üretimi artırmakla birlikte toprağa ilave olan organik karbon miktarı ve organik karbonun oksidasyonunu doğrudan etkilemektedir. Damla sulama gibi su tasarrufu sağlayan ve organik karbonun depolanmasına katkı sağlayan sulama sistemlerinin tarımsal üretimde kullanılması teşvik edilmelidir.

Tarımsal üretim yapılan alanlarda hasat sonrası açığa çıkan toprak üstü ve toprak altı hasat atıkları toprağa ilave olan en büyük organik karbon kaynağını oluşturmaktadır. Tarım arazilerinde hasat atıklarının toprak yüzeyinde bırakılması toprağı su ve rüzgâr erozyonuna karşı korumakla birlikte toprak yüzeyinde malç etkisi yaparak organik karbonun oksidasyonu yavaşlatmaktadır. Dolayısıyla, hasat atıklarının toprak yüzeyinde bırakılarak organik karbonun oksidasyonunun yavaşlatılması ve bunun sonucu olarak depolanan karbon miktarının artması sağlanmalıdır.

Toprağa uygulanan organik gübreler bitkilerin ihtiyaç duyduğu besin maddelerini sağlamanın yanında toprağın fiziksel yapısını iyileştirerek organik karbonun fiziksel olarak korunumunu artırmaktadır. Organik gübrelerin bu çok yönlü etkisi ile toprakta organik karbonun artmanın yanında, toprakların verimliliği ve üretkenliğinin artmasına neden olmaktadır. Bu nedenle, topraklara düzenli bir şekilde organik gübrelerin uygulanması sağlanarak toprakların verimliliği ve organik karbon miktarının artması sağlanmalıdır. Sonuç olarak toprak organik karbonu artışı sadece iklim değişikliğiyle mücadele de değil aynı zamanda toprak sağlığına da olumlu etki yapacağından tarım topraklarının veriminde artış kaydedilmesini sağlayacaktır. Verim artışının gelire yansıması çiftçinin toprak organik karbonu artışını sahiplenmesi için uygun bir güdüleyici olacaktır.

4.2. Su

İklim değişikliğinin su kaynakları üzerindeki etkisi, yağış rejimi ve sıcaklıktaki değişimler öncelikli olmak üzere, iklim parametrelerindeki değişimlerden kaynaklanmaktadır. Sıcaklıklardaki değişiklik evapotranspirasyon hızını, bulut karakteristiğini, toprak nemini, fırtına şiddetini ve kar yağış ve erime rejimlerini etkilemektedir. İklim değişikliği nedeniyle meydana gelen bahse konu değişimler, su döngüsü ve su kaynakları için çok önemli sonuçlar doğurabilmektedir.

Hidrolojik su döngüsü, yağışlar ve buharlaşma ve bunlar arasındaki bütün aşamalarda kırılgan bir dengededir. İklim değişikliğinin hidrolojik su döngüsünde meydana getirdiği önemli değişiklikler aşağıdaki gibidir:

- Yağışların mevsimsel dağılımı ve miktarında değişiklikler
- Ortalama yıllık yüzey akışındaki değişiklikler,
- Kıyı alanlarındaki hidrolojik etkiler,
- Su kalitesindeki değişiklikler,
- Yeraltı suyundaki değişiklikler,
- Taşkınlara ve kuraklığa olan etkiler,
- Su sıcaklıklarına olan etkiler,
- Su talebindeki değişiklikler.

Türkiye'de iklim değişikliğinin su kaynaklarına etkilerini incelemek amacıyla Tarım ve Orman Bakanlığı Su Yönetimi Genel Müdürlüğü tarafından iklim projeksiyonu çalışmaları yapılmıştır (SYGM, 2016). Çalışmalar kapsamında iki emisyon senaryosu (iyimser-RCP4.5, kötümser-RCP8.5) ve üç farklı küresel iklim modelinin verileri, ülkemiz için yüksek çözünürlükte üretilmiş olup, 2015-2100 yılları arasında Türkiye'deki tüm havzalarda (25 havza) iklim değişikliği projeksiyonları elde ederek, beklenen iklim değişikliği etkilerinin yüzey ve yeraltı sularına etkisini tespit etmiştir. Bu projeksiyon sonuçlarına göre;

- Ülke genelinde sıcaklıkların 2100 yılına kadar ise 4-6 °C artabileceği öngörülmektedir. Ülkemizin doğu ve güneydoğu kesimlerindeki sıcaklık artışları diğer bölgelerden 1-2 °C daha fazla olacaktır.
- Yağışlarda genel olarak azalış eğilimi beklenmekte olup, 2050'den itibaren daha belirgin azalmalar olacağı öngörülmektedir. Ülkemizin kıyı kesimlerinde, bahar ve yaz

dönemlerinde şiddetli yağışların oluşabileceği değerlendirilmektedir. Ayrıca, artan sıcaklıkla beraber kış yağış tipinin kardan yağmura geçişi ve yükseklerde biriken kar katmanlarının erken erimeye geçeceği öngörülmektedir. Bu durum, bahar aylarının sonlarında ve yaz aylarında su stresini artıracaktır.

- Ekstrem hava olayları bakımından sıcaklık aşımları için en önemli göstergelerden biri sıcak hava dalgasına ait indis değerleridir. Sıcak hava dalgalarında Türkiye genelinde önemli ölçüde artışlar olacağı öngörülmektedir. Sıcak hava dalgalarındaki hızlı artış ile orman yangınları riski artacaktır.
- Beklenen yağış eksiklikleri ile beraber buharlaşma hızının artmasına ve tarımda suya olan talebi yükselterek su kaynakları üzerindeki baskının artmasına neden olacaktır.
- Ülkemizde yer alan 25 nehir havzasının 20'sinde brüt su potansiyelinde değişen oranlarda azalmalar öngörülmektedir. Tüm havzalarda su potansiyelinde %25 azalış beklenmektedir.
- Gelecek dönemde tüm senaryolarda Fırat-Dicle, Doğu Akdeniz ve Konya Kapalı Havzalarında ciddi su açığı yaşanması beklenmektedir. Öte yandan, Türkiye'nin kuzey kesimlerinde (özellikle Doğu Karadeniz ve Batı Karadeniz Havzaları) ise su fazlası meydana geleceği tahmin edilmektedir.

4.2.1. Su Kalitesi

İklim değişikliği, su kaynaklarının kimyasal ve biyolojik yapısını da etkilemektedir. Artan sıcaklıklar, özellikle göllerde, nehirlerde diğer içsu kaynaklarında ötrofikasyona, aşırı alg artışları gibi birçok soruna yol açarak suyun kalitesini düşürmekte, su kaynaklarının içme suyu, akuakültür ve tarımsal kullanım açısından niteliğini bozabilmektedir. Aynı zamanda aşırı yağışlar, çeşitli kirleticilerin su kaynaklarına karışmasına neden olabilir.

İçsu sistemlerinde meydana gelen besin tuzu artışları geçici de olsa birincil üretimin artmasına yol açarak bu alanlardan başta balıkçılık ürünleri olmak üzere elde edilen ürünlerin miktarını artırabilir.

4.2.2 Su Kaynaklarında İklim Değişikliğine Uyum

Uyum, iklim değişikliğinin olumsuz etkilerini tahmin edilip bunların neden olabileceği zararları önlemek veya en aza indirmek için uygun önlemleri almak veya ortaya çıkabilecek fırsatlardan yararlanmak için yapılan çalışmalardır. Uyum sonuç değil bir süreçtir. Pratikte kalkınma eylemleri ile iklim değişikliğine uyum girişimleri arasında açık bir ayrım yoktur. Çoğu uyum önleminin açık ya da kapalı bir şekilde kalkınma bileşeni vardır. Uyum önlemleri gelecekteki iklim değişikliği beklentisiyle uygulanır çünkü iklim değişikliği ile ilgili belirsizlik yüksek seviyededir. Bu problemle başa çıkmanın bir yolu "pişman olunmayacak önlemler – no regret measures"dir. Bu önlemlere örnek olarak suyu daha verimli kullanmak amacıyla sulama sistemlerinin iyileştirilmesi veya yarı kurak iklimlerde suyun sürekli olarak arzının sağlanabilmesi için depolama sistemlerinin inşa edilmesini örnek verebiliriz.

Su kaynakları büyük ve önemli bir ölçekte iklim değişikliğinin olumsuz etkilerine maruz kalacak olup su kullanan, suya bağlı pek çok sektör de dolaylı olarak iklim değişikliğinden etkilenecektir. Bu nedenle su yönetiminde iklim değişikliğine uyum planlamaları ve uygulamaları büyük önem ve öncelik arz etmektedir (Bayraç ve Doğan, 2016). Su

kaynaklarında iklim değişikliğine uyum faaliyetleri çok yönlü faaliyetler olup iklim değişikliğine uyumla birlikte başka maksatlara da hizmet etmektedir.

İklim değişikliğine uyum, iklim değişikliğinin negatif etkilerinin azaltılması için doğru önlemler almayı zorunlu kılmakla birlikte fırsatlardan da yararlanmayı amaçlamaktadır. Uyum çalışmasında iklim değişikliğinin etkilerinin belirlenmesi, etkilenebilirlik ve uyum süreçlerinin anlaşılması ve bunlara yönelik değerlendirmelerin yapılması gerekmektedir (Tablo 4.1).

Tablo 4.1. Su kaynaklarında etkilenebilirlik ve uyum tedbirleri

Etkilenebilirlik	**Uyum Tedbirleri**
Su kaynakları yönetimi, oluşabilecek taşkın ve kuraklık koşulları	• Su kaynaklarının havza bazında sürdürülebilir bir şekilde korunması, iyileştirmesi, geliştirilmesi ve kullanılmasının sağlanması • Havza bazında iklim değişikliğinin su kaynakları üzerine etkisinin belirlenmesi ve bunun su kaynakları planlaması ve yönetimi çalışmalarına dahil edilmesi • Taşkın ve kuraklık tahmin çalışmalarının yapılarak tahmin ve erken uyarı sistemlerinin kurulması, taşkın ve kuraklık yönetim planlarının hazırlanması
Sulamalar	• Sulama yatırımlarında uygun olan yerlerde borulu sistem kullanılması • Aşırı su tüketimine neden olan sulama şebekelerinin rehabilite edilmesi ve/veya modern sistemlere dönüştürülmesi • Tarım havzalarında iklim ve su mevcudiyetine uygun ürün çeşitlerinin teşvik edilmesi • Çiftçilerin yeni teknolojilere uyum sağlaması, toprak-bitki-su ihtiyaçları kapsamında bilinç oluşturulması için kapasite geliştirme faaliyetlerinin sürdürülmesi
İçmesuyu ve şebeke sistemleri	• İçmesuyu havzalarının korunması • Kentlerde su kayıp ve kaçakların oranının azaltılmasına yönelik önlemlerin alınması, ulusal düzeyde SCADA Sisteminin yaygınlaştırılması • Su tasarrufu konusunda halkın bilinçlendirilmesi
Yeraltısuları	• Yeraltı sularının kirlenmesinin ve bozulmasının önlenmesi, iyi durumda olan yeraltı sularının mevcut durumunun korunması, kötü durumda olanların iyileştirilmesi • Sürdürülebilir yeraltı suyu yönetimi için yeraltı suyu rezerv-çekim ilişkisinin modern sulama sistemleri ile desteklenerek kontrol altına alınması ve tüm kuyulardan çekilen ve çekilecek yeraltı suyunun ölçülmesi • Aşırı yeraltı suyu çekiminin ve kaçak yeraltı suyu kullanımının engellenmesi bu konuda halkın bilinçlendirilmesi

İklim değişikliğinin olumsuz etkilerinin azaltılması için su yönetiminde iklim değişikliğine uyum planlamaları ve uygulamaları açısından Su Yönetimi Genel Müdürlüğü tarafından Su Kaynaklarında İklim değişikliğine Uyum çalışmaları yürütülmüştür (SYGM, 2023). Çalışmalar kapsamında, yağmur suyu hasadı ve gri suyun kullanımı faaliyetlerinin bölgelere ve çalışma alanlarına göre değişen gerçek uygulama maliyetleri ve uygulama detayları (zorlukları) gerçek örnekler ile ortaya çıkartılmış; sonuçlar tüm büyükşehirlerde bir dizi çalıştay ve eğitim faaliyeti gerçekleştirerek paylaşılmıştır.

Yapılan çalışmalar ile ülkemizdeki 30 büyükşehir belediyesini temsil eden 6 ilde, 7 farklı bina çeşidinde (kapalı spor salonu, otel, mevcut toplu konut, inşaatı başlamamış olan toplu konut, sanayi bölgesi, kamu binası ve rekreasyon alanı) yağmur suyu hasadı, 5 farklı bina çeşidinde (inşaatı başlamamış olan bina, mevcut bina, kamu binası, inşaatı başlamamış otel ve mevcut otel) gri suyun kullanımı sistemleri analiz edilmiştir. Her iki uyum faaliyeti için de mikroalanlar özelinde fayda-maliyet, teknik yapılabilirlik ve sürdürülebilirlik analizleri yürütülerek sistemlerin rantabilitesi incelenmiştir.

Analiz çalışmaları sonuçlarına göre, yağmur suyu hasadı sistemlerinin geri ödeme sürelerini etkileyen en önemli unsurlar; bölgeye düşen yağış miktarı, çatı alanı büyüklüğü ve suyun o ildeki birim fiyatıdır. Yağmur suyu hasadı sistemlerinin, çatı alanları, diğer bina tiplerine oranla daha büyük olan kapalı spor salonları, sanayi bölgeleri ve rekreasyon alanlarında kurulmasının fayda-maliyet açısından oldukça avantajlı olduğu ortaya çıkmıştır. Yerleşik yapılarda hasat edilen yağmur suyunun yeşil alan sulamasında kullanılması, sifon suyu olarak kullanılması durumuna göre yapım maliyeti düştüğü için kıyasla daha avantajlı olduğu anlaşılmıştır.

Ayrıca, gri su kullanımı sistemlerinin geri ödeme sürelerini etkileyen en önemli unsurlar; toplanabilen gri su miktarı, yatırım-işletme maliyeti ve su birim fiyatıdır. Gri su sistemlerinin uygulanması, inşaatı başlamamış yapılarda; yerleşik binalara göre (kırım-onarım yapılmayacağı için) daha avantajlıdır. Bunun yanı sıra, gri suyun kullanımına yönelik sistemler için oteller; spa, duş ve banyo gibi su kullanımlarının fazla olduğu yapılar olması sebebiyle gri su kullanımı açısından oldukça rantabldır. Konutlarda ise rantabl olan kullanımlar genelde fazla nüfus barındıran toplu konut alanlarıdır.

Bu iki sistemin birlikte kullanılması ile geri ödeme sürelerinin düştüğü görülmektedir. Yağmur suyu hasadı ve gri su sistemlerinin kullanılmasıyla evsel kullanım suyunda %50'ye varan tasarruf sağlanabilmektedir.

4.2.3. Sürdürülebilir Su Yönetimi

4.2.3.1. Tarımsal Sulamada Yenilenebilir Enerji Kullanımı

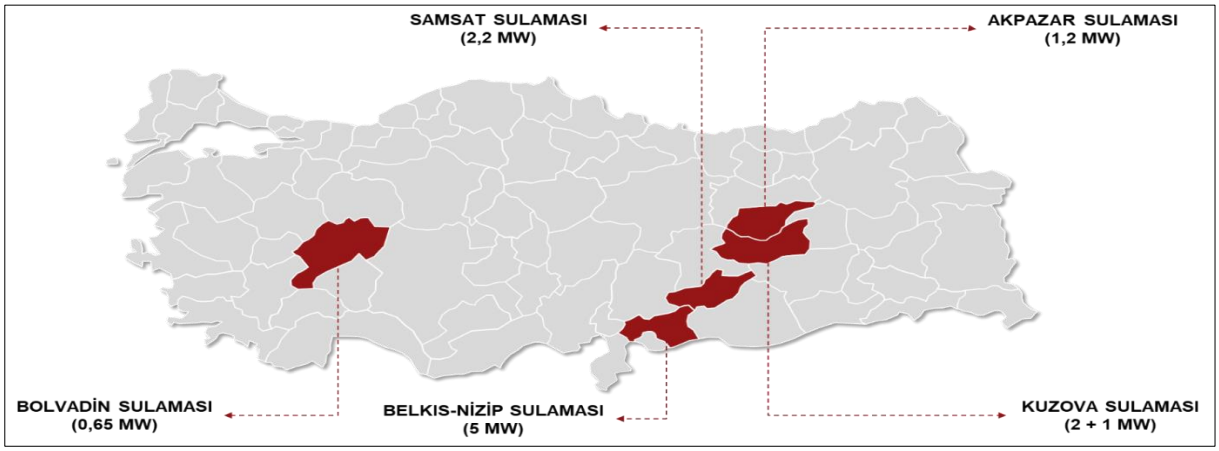
Türkiye'de tarımda kullanılan terfili sulama tesislerinde pompa enerji giderleri, çiftçiler için önemli bir maliyet kalemi haline gelmiştir. Rezervuar seviyesinin üst kotlarında yer alan sulama sahaları ile yeraltı suyu kullanımının yaygın olduğu bölgelerde suyu yüzeye çıkarmak ve basınçlı sulama sistemlerine iletmek için yüksek miktarda elektrik enerjisi tüketilmektedir. Son yıllarda elektrik fiyatlarındaki artışlar, bu giderleri daha da yükseltmiş ve çiftçilerin sulama maliyetlerini ciddi oranda artırmıştır. Bu durum, özellikle küçük ölçekli çiftçilerin sulama yatırımlarını kısıtlamasına ve verimlilik kaybına yol açmaktadır. Enerji maliyetlerindeki yükseliş, tarımsal üretimin sürdürülebilirliği açısından büyük bir zorluk teşkil ederken,

yenilenebilir enerji kaynakları ve enerji verimliliği sağlayan teknolojilere yönelimin artırılması bu sorunu hafifletmek için önemli bir çözüm olarak görülmektedir. Ülkemizdeki sulanan arazilerden 661.010 hektar alanı işletmede ve 221.372 hektar alanı inşaat aşamasında olan toplamda 882.382 hektarlık alanda pompajlı sulama yapılmaktadır. Bu tesislerin toplam yıllık enerji gideri 6,5 milyar TL olmakla birlikte terfili sulama alanlarının sulama oranı %55 seviyesindedir. Bu düşüklüğün sebebi genel olarak elektrik giderlerinin yüksek olmasıdır.

Türkiye'de tarımsal sulamada yenilenebilir enerji kullanımı hem çiftçilerin ekonomik yükünü hafifletmek hem de sürdürülebilir tarım uygulamalarını desteklemek açısından büyük önem taşımaktadır. Özellikle pompaj sulama sistemlerinde elektrik enerjisi tüketimi, çiftçiler için önemli bir maliyet kalemi oluşturmakta ve bu durum, üretim maliyetlerini artırarak çiftçilerin gelirlerini olumsuz etkilemektedir. Ülkemizde pompaj yapılarak sulanan alanlarda sulama suyu pompajı için tüketilen elektrik enerjisinin yenilenebilir enerji kaynaklarından karşılanarak, sulama tesislerini işleten, bakım ve onarımını yapan sulama birlikleri ve çiftçilere yük olan enerji masraflarının azaltılması veya tamamen ortadan kaldırılarak, çiftçinin net gelirinin yükseltilmesi, sulama tesislerinde teknik, ekonomik ve sosyal sürdürülebilirliğin sağlanması ayrıca üretime ek olarak ilave gelir kaynağı sağlanması amacıyla güneş enerjisine dayalı elektrik üretim santralleri kurulması elzemdir.

Güneş enerjisi gibi temiz ve doğal kaynakların kullanımı, enerji maliyetlerini önemli ölçüde düşürürken, çiftçilerin daha verimli ve rekabetçi bir şekilde üretim yapmalarına olanak tanır. Aynı ürün, cazibeli sulama sistemlerinin kullanıldığı bölgelerde daha ucuza üretilebilirken, pompaj giderlerinin yüksek olduğu bölgelerde aynı ürünün yetiştirilmesi çok daha maliyetli olabilmekte ve bu durum bölgesel fiyat farklılıklarına yol açmaktadır. Bu nedenle, yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelim, özellikle güneş enerjisi potansiyeli yüksek olan Türkiye'de, tarımsal sulamada enerji maliyetlerini azaltmanın yanı sıra, fazla üretilen elektriğin şebekeye satılmasıyla çiftçilere ek gelir imkânı da sunabilir. Bu durum hem çiftçilerin ekonomik olarak güçlenmesine hem de tarımsal üretimin sürdürülebilirliğine katkı sağlayacaktır. Dolayısıyla, tarımsal sulamada yenilenebilir enerjiye geçiş hem ekonomik hem de ekolojik açıdan büyük bir adım olacak ve ülke tarımının geleceği için stratejik bir yatırım haline gelecektir. Halihazırda DSİ tarafından işletilmekte olan sulama GES projelerine ilişkin harita Şekil 4.1'de yer almaktadır.

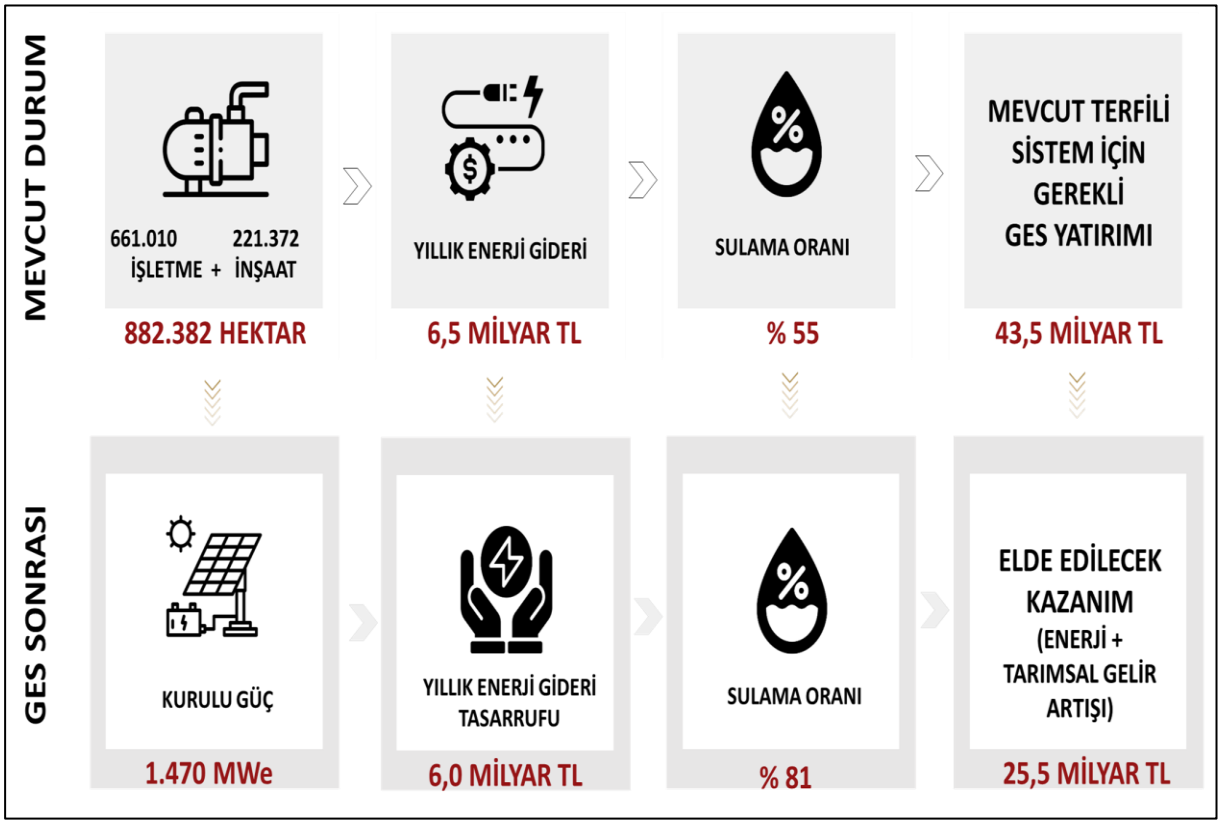
Şekil 4.1. DSİ Sulama GES Projeleri Haritası



Kaynak: DSİ

Ülkemizde yer alan terfili sulama tesisleri için kurulacak yaklaşık 1.470 MWe kurulu gücündeki GES tesisleriyle enerji giderinde yıllık 6 milyar TL tasarruf sağlanacak ve sulama oranı %81 seviyesine çıkarılarak tarımsal gelir artışı sağlanabilecektir.

Şekil 4.2. Türkiye Sulama GES İhtiyaç Analizi



Kaynak: DSİ

4.2.3.2.Su Kalitesi

Türkiye'nin su kaynaklarının kalitesini etkileyen başlıca sebepler arasında; tabii kaynakların aşırı kullanımı, sanayileşme faaliyetlerinin ve kentleşmenin denetimsiz ve düzensiz oluşu, kentsel ve endüstriyel deşarjlar ile tarımsal faaliyetler yer almaktadır. Bu nedenle, söz konusu kirlilik kaynaklarının kontrolü, etkin bir su kalitesi yönetimi ve iyi su kalitesi hedefine ulaşılması açısından büyük önem arz etmektedir.

21.12.2009 tarihinde müzakereye açılan, Su Kalitesi Sektörünün de içinde bulunduğu Çevre Faslı kapsamında, AB müktesebatı ile ulusal mevzuatımızın uyumlaştırılması ve uygulanmasına yönelik çalışmalar hızla sürdürülmektedir. Su konusunda temel AB mevzuatı olan 2000/60/EC sayılı Su Çerçeve Direktifi ve benzer direktiflere uyum ihtiyacı da dikkate alınarak yerüstü ve yeraltı su kaynaklarını kapsayacak şekilde hukuki düzenlemeler ve bu düzenlemelere altlık teşkil edecek nitelikte teknik çalışmalar büyük ölçüde eş zamanlı olarak tamamlanmıştır. Bu doğrultuda, ilk olarak Su Çerçeve Direktifinin yerüstü suyu kalitesi ve sınıflandırılması ile alakalı hususlarının uyumlaştırılması maksadıyla kıyı ve geçiş sularını da kapsayacak şekilde Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliği (YSKY) (R.G: 30.11.2012/28483) hazırlanmıştır. Yerüstü su kaynaklarının kalitesinin yönetimi konusunda temel mevzuat olan Yönetmelik, yerüstü sularının biyolojik, kimyasal, fiziko-kimyasal ve hidromorfolojik kalitelerinin belirlenmesi, sınıflandırılması, su kalitesinin izlenmesi, bu suların kullanım

maksatlarının sürdürülebilir kalkınma amaçlarıyla uyumlu bir şekilde koruma kullanma dengesi de gözetilerek ortaya konulması, korunması ve iyi su durumuna ulaşılması için alınacak tedbirlere yönelik usul ve esasları içermektedir. Aynı zamanda, yerüstü sularının kalitesinin belirlenmesi aşamasında dikkate alınması gereken parametreler ve bu parametrelere ilişkin su kalitesi standartları belirlenmiştir.

Yönetmelik kapsamında uygulamaların hayata geçirilmesi ve gerekli teknik altyapının oluşturulmasını teminen; SYGM tarafından yerüstü su kaynaklarımızın kalitelerinin ortaya konulması, korunması ve iyileştirilmesi için gerekli tedbirlerin alınması maksadıyla Türkiye'ye özgü tehlikeli maddelerin tespiti ve sektörel envanterin hazırlanmasına yönelik çalışmalar 2014 yılı sonunda tamamlanmıştır.

Mevcut ve gelecekteki gereksinimlerin karşılanıp su kaynaklarının yalnızca fiziksel değil, aynı zamanda sosyal, ekonomik ve çevresel faktörleri de kapsayacak entegre bir yönetim yaklaşımı doğrultusunda ele alınması gerekliliği Su Çerçeve Direktifi ile gündeme gelmiştir. Su Çerçeve Direktifi daha önceki AB mevzuatının -Kentsel Atıksu Arıtımı Direktifi (KASAD), Nitrat Direktifi'nin- gerekliliklerini de tamamen dikkate alarak su kaynaklarında ötrofikasyon yönetimi için daha tutarlı ve bütüncül bir yaklaşım ortaya koyduğundan çalışmalar Su Çerçeve Direktifi doğrultusunda ilerlemiştir.

Ülkemizde de Su Çerçeve Direktifi kapsamında ötrofikasyon[2] yönetimine yönelik çalışmalar ile kirlenmiş ve kirlenme tehdidi altında olan kentsel ve nitrata hassas alanlar ile durgun suların özümleme kapasiteleri belirlenmiş ve su kalitesinin iyileştirilmesi amacıyla alınması gereken tedbirler ortaya konulmuştur. Yürütülen çalışmalar sonucu, Türkiye'nin yüzde 50'si kentsel hassas alan ve nitrata hassas alan olarak ilan edilmiştir.

Yeraltı Sularının Kirlenmeye ve Bozulmaya Karşı Korunması Hakkında Yönetmelik'in 07.04.2012 tarihli ve 28257 sayılı Resmî Gazete'de (Değişik 22.05.2015 tarihli ve 29363 sayılı RG) yayımlanarak yürürlüğe girmesini müteakiben Yönetmelikte yer alan uygulama adımlarının hayata geçirilmesi amacıyla Türkiye genelinde 25 nehir havzasında Nitrat Hassas Bölgeler belirlenmiştir. Nitrat Hassas Bölgelerde toprak ve su kaynaklarının tarımsal kirliliğe karşı korunmasına yönelik tedbirleri içeren Tarımsal Eylem Planları hazırlanmıştır. Tarımsal kirliliğin kaynaklarından olan hayvancılık işletmelerin atık depolama altyapılarının geliştirilmesine ve hayvansal gübre uygulama makine ve ekipman alımlarına hibe desteği sağlanmıştır (SBB, 2024)

4.2.3.3.Tarımsal Su Verimliliği

Gerek ülkemizde gerekse dünya ölçeğinde değerlendirildiğinde yüzey ve yeraltından sağlanan toplam kullanılabilir su potansiyelinin sektörel bazda dağılımı yıldan yıla ve gelişmişlik düzeyine bağlı olarak farklılık göstermektedir. Dünya ölçeğinde suyun sektörel olarak kullanımı evsel tüketimde %12, endüstride %19 ve tarımda ise %69'dur. Ülkemizde ise tarım sektöründe kullanılan su, toplam su varlığının %75'i kadardır. Sektörel bazda bakıldığında ülkemizde mevcut su kaynaklarımızın etkin kullanımında tarımsal su yönetimi ve verimliliğinin

[2] Ötrofikasyon, göl gibi herhangi bir büyük su ekosisteminde, başta karasal bölgelerden gelenler olmak üzere, çeşitli nedenlerle besin maddelerinin büyük oranda artması sonucu, plankton ve alg varlığının aşırı şekilde çoğalmasıdır.

ne denli önem arz ettiği ortadadır. Diğer taraftan küresel bir tehdit olan iklimdeki değişmeler de sınırlı miktardaki su varlığımız üzerindeki baskıyı oldukça artırmış, kuraklık ve diğer faktörlere bağlı olarak tarımsal üretimimiz olumsuz olarak etkilenmiştir. Tarımsal su verimliğinde temel hedef mevcut su kaynaklarının en etkin biçimde (kalitatif ve kantitatif olarak) kullanılarak birim su miktarından en fazla tarımsal ürün ve geliri temin etmektir. Dolayısı ile tarımsal su verimliğinin, tarımsal üretimi gerçekleştirilmesi planlanan bitki deseni, sulama şekli, programı ve yönetimi üzerine doğrudan etkisi vardır. Tarımda su verimliğinin artırılmasıyla ilişkili global anlamda birçok gayret bulunmaktadır. Ülkemiz ölçeğinde ise bu manada yapılması gerekli en öncelikli düzenleme, sulama planlama ve yönetiminin kurumsal yapısının hızla revize edilmesi, buna bağlı olarak da mevcut su potansiyelimizin daha akılcı, planlı ve verimli kullanımının imkanı sağlanmalıdır. Dolayısı ile su yönetim anlayışımızın, yenilikçi, katılımcı, daha çevreci ve çözüm odaklı olması sağlanmalıdır. Bu şekilde bir su yönetim anlayışının gerçekleşmesi, entegre havza yönetimine bağlıdır. Bu açıdan tarımsal su verimliği havza odaklı düşünülmelidir. Havza bazlı sürdürülebilir su verimliliği açısından, içme ve sulama sistemlerindeki kaybın mümkün olduğunca en aza indirilmesi, kurak ve yarı kurak alanlarda düşen yağıştan en üst seviyede yararlanılacak şekilde tarımsal faaliyetlerin (su hasadı gibi) ön plana çıkarılması, evsel atık suların yeniden tarımsal sulamada kullanılması, su uygulama randımanı yüksek sulama yöntemlerinin seçilmesi ve çiftçi bazında önemli desteklerin verilmesi, sürdürülebilir tarımsal üretim için sulama suyu kalitesinin kontrolü ve analizinin yapılması, sulama suyu ücret politikasının üreticilerin de katılımıyla kontrolsüz sulama uygulamalarının önüne geçilmesinde önemli bir parametre olarak dikkate alınması gereklidir. Böylece havza ölçeğinde su kaynaklarının ve ekolojik bütünlüğün sağlanması yanında, tarımsal girdilerden en üst düzeyde fayda sağlanacak, tarımsal üretim ve kalitede artış, sulama maliyetinde azalma, su ve enerjide tasarruf sağlanacaktır.

Ünver ve ark. (2017) de küresel manada sulu tarımda su verimliliğinin %55 olduğunu, diğer taraftan Kendirli ve Çakmak (2005) de tarımsal sulamadaki verimliğin düşmesindeki ana etkenin su uygulama randımanı düşük olan yüzey sulama yöntemleri olduğunu belirtmiştir. Yüzey sulama yöntemlerinde ortalama olarak vermek gerekirse, bir birimlik bitki su ihtiyacı için iki birimlik bir sulama suyu vermek gerekmektedir. Oysaki basınçlı sulama sitemlerinde tarımsal su verimliliğinin önemli göstergelerinden olan su uygulama randımanı %95'e (damla sulamada) kadar çıkabilmektedir. 2020 yılı sulama sezonunda izleme ve değerlendirme faaliyetleri yapılmakta olan sulanan alanlarda sulama oranının %69, sulama randımanı % 48,4 olarak gerçekleştiğini belirtilmiştir (Anonim 2021). Dolayısı ülkemiz açısından tarımsal su verimliliğinin artırılmasının gerek mevcut koşullar gerekse küresel ısınma tehdidi altında ülkemizin su temelli problemlerden mümkün olduğunca en aza indirilmiş zarar ile kurtulması için önlem ve politikaların geliştirilmesi zorunluluk olmuştur.

Sürdürülebilir bir tarım sisteminin oluşturulmasında ana etken olan suyun verimli kullanımı açısından başlıca alınacak tedbirler arasında şunlar sayılabilir; suyun iletim ve dağıtım hatlarının doğru bir şekilde planlanması, su uygulama randımanı yüksek sulama sitemlerinin seçimi, en uygun sulama zamanın planlanması, alternatif su kaynaklarının oluşturulması (yağmur suyu hasadı, gri ve arıtılmış atık sular, deniz suyu), su kaynaklarının korunması, su kaynaklarını kirleten unsurların kontrol altına alınması. Diğer taraftan faaliyette olan sulama projelerinin bakım ve onarım işlemleri yapılarak kayıp ve kaçakların önüne geçilmesi, açık

sulama kanalları şeklinde projelenmiş sulama sistemlerinin kapalı borulu sistemlere alınarak buharlaşma kayıpları ve kaçakların mümkün olduğunca en aza indirilmesinde önemli olacaktır. Ülkemizde sulama şebekelerinde suyun iletimi ve dağıtımı genel olarak toprak ve beton kaplamalı kanal ile kanalet sistemlerle yapılmaktadır. Sulama şebekelerindeki kaybın %10 olarak belirtilmesine rağmen bu miktar pratikte çok daha fazla gerçekleşmektedir. Su verimliliğinin sürdürülebilir olması açısından işletmeye açılan sulama projelerin izleme ve değerlendirmeleri ile bakım ve onarımlarının ihmal edilmeden yapılması gereklidir.

4.2.3.4.Alternatif Sulama Yöntemleri

İklim değişikliği yanında, hızlı nüfus artışı ve su tüketim alışkanlıklarındaki değişmeyle su kaynakları üzerindeki baskılar daha fazla artmıştır. Bu sebeple, ülkemizde de su kaynaklarının çok iyi korunup, akılcı kullanılması gerekmektedir. Birleşmiş Milletler 2030 Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri kapsamında "su stresi düzeyini" kaynaklardan çekilen tatlı suyun mevcut tatlı su kaynaklarına oranı şeklinde tanımlamıştır. Bu oranı dikkate alan Dünya Su Kaynakları Enstitüsü'nün yaptığı sınıflamaya göre, Türkiye yüksek su stresine sahip ülkeler sınıfında yer almıştır (Atış ve ark., 2019).

Ülkemizdeki kullanılabilir suyun yaklaşık ¾'ünün tarım sektöründe tüketildiği göz önüne alındığında iklim değişikliğine uyum bağlamında bu sektörün en önemli konularından birisi sulama uygulamaları olmaktadır. Dolayısı ile üreticilerin suyu etkin kullanan sulama uygulamalarına adapte olması onların olası riskleri en aza indirebilmesine imkan tanıyacaktır. Toprak, topoğrafya, bitki, iklim ve ekonomik koşullar dahilinde etkin su kullanımı açısından basınçlı sulama yöntemlerinin çiftçiler tarafından kullanımının zorunluluğu ve özendirilmesi için gerekli faaliyetlerin yapılması gerekmektedir. Ayrıca suyun kısıtlı olduğu kurak ve yarı kurak alanlarda su kaynaklarından ve düşen yağıştan etkin olarak yararlanmak için geliştirilmiş alternatif sulama uygulamaları da mevcuttur. Bunlar arasında kısmi kök kuruluğu ve su hasadı sayılabilir. Ayrıca arıtılmış atık suların tarımsal sulamada kullanımı da alternatif bir su kaynağı olarak göz önüne alınmaktadır.

Kısmi Kök Kuruluğu: Bu sulama yaklaşımında, bitkilerin suya olan tepkileri yönetilerek su tüketiminin azaltılması amaçlanır. Bu teknikte, bitkilerin köklerinin bir kısmı kuru bırakılır, diğer kısmı ise sulanır. Bu strateji ile bitkilerin su stresine karşı daha dayanıklı hale gelinmesine yardımcı olunur ve köklerin su kaybına karşı adaptasyonunu artırılır. Bitkilerin köklerinin bir kısmı su ile sulanır, diğer kısmı ise kuru kalır. Bu yaklaşımda suyun verildiği kökler suyu absorbe ederken, kuru olan kökler, bitkiye stres sinyalleri gönderir. Bu sinyaller, bitkileri suyu daha verimli kullanmaya teşvik eder. Kısmi kök kuruluğu uygulaması, farklı sulama sistemleri ve yöntemleriyle yapılabilir. Bu bitkinin türüne, iklim koşullarına ve sulama sistemine göre değişiklik gösterebilir (Hakeem ve ark,2016).

Alternatif Kök Kuruluğu: Bu yöntemde, bitkinin kök bölgesinin her iki tarafına değiştirerek her sulamada bir tarafına su verilmektedir. Bitki kökleri suyu daha verimli kullanmaya adapte olur. Bu yöntem suyun daha eşit dağılmasını sağlar.

Sabitleştirilmiş kısmi kök kuruluğu: Kök sisteminin yarısı büyüme mevsimi boyunca sulanırken, diğer yarısı tüm büyüme dönemi boyunca susuz bırakılır. Su kaybı minimize edilir ve bitki, daha iyi adaptasyon göstererek suya duyarlılığını artırır.

Kısmi kök kuruluğu sulamasında bazı üstünlüklere sahiptir. Bitkilerin sadece suya gerçekten ihtiyaç duyduklarında sulanmasını sağlar. Bitkilerin su stresine daha dayanıklı hale gelmesini sağlar. Su stresine karşı daha hızlı uyum sağlamalarına yardımcı olur. Doğru uygulandığında, bu teknik bitkilerin büyümesini engellemeden su tasarrufu sağlar.

4.2.3.5. Su Hasadı

Yağmur suyu hasadı, doğal yağmur suyunun, çatı, yol, açık alan gibi suyun kolayca toplanabileceği yüzeylerden toplanması ve depolanması sürecidir. Toplanan bu su, gerekiyorsa filtre edildikten sonra tarım alanlarında sulama amacıyla kullanılabilir. Aynı zamanda, yağmur suyunun doğrudan yüzeylere akmasını önleyerek, sel riskini azaltır. Büyük su rezervuarlarına olan bağımlılığı azaltır ve yerel suyu toplama kapasitesine dayalı daha esnek ve dirençli sistemler yaratır (Oweis, ve ark., 2001).

Kent nüfusuyla birlikte su kullanımının da artması, çok miktarda atık su oluşmasına neden olmaktadır. Kentsel atık suların güvenli ve yararlı bir şekilde uzaklaştırılma gerekmektedir. Atık suların uygun bir strateji ile kontrollü olarak tarımda kullanılması, bu suların uzaklaştırılması için iyi ve yararlı bir yöntem sunmaktadır. Diğer taraftan, atık suların kullanılması, iyi kaliteli suların sulama dışındaki kullanım amaçları için korunmasını da sağlamaktadır. Bu sayede atık suların içerdiği bitki besin maddeleri bitki yetiştiriciliğinde avantaj sağlar. Atık suların azot ve fosfor içeriği tarımsal gübre gereksinimini azaltmakta veya tamamen ortadan kaldırmaktadır. Atık suların sulamada kullanılması ile bitki yetiştiriciliği için yararlı olan toprak mikroorganizmalarının metabolik aktiviteleri artmaktadır (Pescod, 1992; Toze, 2006).

4.2.4. Suyun Etkin Kullanımı

4.2.4.1. Planlı Su Dağıtımı

İklim değişikliğine bağlı olarak öngörülen projeksiyonlar doğrultusunda giderek kısıtlı hale gelen su kaynakları ile daha geniş alanın sulanabilmesi için en önemli koşulları, mevcut sulama teknolojilerinin geliştirilmesi, toprak, bitki, su kaynağı, ekonomi vb. faktörler göz önüne alınarak en uygun sulama yönetimin seçilmesi, sulama sisteminin kurulması ve uygun biçimde işletilmesidir.

DSİ'nin işletmeye açtığı sulama sahalarında planlı su dağıtım çalışmaları: sulama sezonu öncesi genel sulama planlaması, sulama sezonu süresince su dağıtımı programı ve sezon sonunda da su dağıtım performansının değerlendirildiği planlı su uygulama raporlarının hazırlanmasını kapsar.

Bu çalışmalar, esas itibariyle iklim değişikliğine bağlı olan kuraklıkta dikkate alındığında sulama yönetimin yanı sıra suyun yönetiminde de rol oynamaktadır. "Planlı Su Dağıtım Çalışmalarının" uygulamadaki başarısı tarımda suyun etkin kullanımı açısından önemli bir adım teşkil ederek, etkin bir geri besleme-denetim-kontrol-yönlendirme mekanizmasının da oluşmasını sağlamaktadır.

Planlı su dağıtımı uygulamaları ile su-verim ilişkisinin istenilen düzeyde tutulması ve kullanılan sudan en yüksek faydanın sağlanması için, mevcut sulama suyunun tüm sisteme güvenilirlik,

yeterlilik ve eşitlik ilkelerine uygun olarak belirli bir program çerçevesinde dağıtımı amaçlanmaktadır.

Su potansiyeli bakımından zengin bir ülke olmayan Türkiye'nin, nüfus artışı ve iklim değişikliğinin etkileri dikkate alındığında gelecek yıllarda su kısıtı bulunan ülkeler arasında yer alması muhtemel görülmektedir. Bu nedenle suyun tasarruflu ve optimum bir şekilde kullanılması için planlı su dağıtımın yapılması önem arz etmektedir.

4.2.4.2. Su Kullanımın İzlenmesi

Bitkilerin yetişme ve gelişme dönemlerinin sıcak ve kurak geçtiği zamanlarda sulanmaları gerekmektedir. İklim değişikliğiyle birlikte giderek sınırlı hale gelen su kaynaklarımızın sulamanın yanında diğer amaçlarla da kullanıldığından ekonomik kullanımı oldukça önem kazanmaktadır.

Mevcut su kaynaklarını en iyi bir şekilde kullanarak daha fazla alanı sulamak, sulama planlaması yapabilmek, suyun adaletli dağıtabilmek, fazla su kullanımından dolayı toprağın zarar görmesi ve ürün kaybını önleyebilmek ancak suyun ölçülmesi ve ölçülü dağıtılması ile mümkündür.

Ülkemizde sulama suyu ölçümleri savaklar, sabit yüklü orifisler, mulineler, küçük sifonlar, limnigraflar ve eşeller vasıtasıyla gerçekleştirilmektedir. Güncel su kullanımın izlenmesi çalışmalarında su kullanıcı örgüt bazında şebekeye alınan su miktarının takip edilebilecek şekilde kurulmaktadır. Tarım sektöründe su kullanımın izlenmesini gerçekleştiren ölçü tesislerinin yazılım sistemlerine entegre edilmiş bir şekilde takibi yapılmaktadır. Suyun izlenmesi ve yönetimi büyük önem taşımakta olup, ölçü tesislerinin yaygınlaştırılması su kaynaklarının sürdürülebilirliği açısından kritik bir gerekliliktir.

4.2.5. Su Ayak İzi

Su ayak izi, bir bireyin, topluluğun veya üretim sürecinin tükettiği toplam tatlı su miktarını ölçen bir göstergedir (SYGM, 2023a). Bu kavram, doğrudan kullanılan suyun yanı sıra dolaylı olarak tüketilen suyu da içerir. Su ayak izi mavi, yeşil ve gri su ayak izi olarak üç bileşene ayrılır:

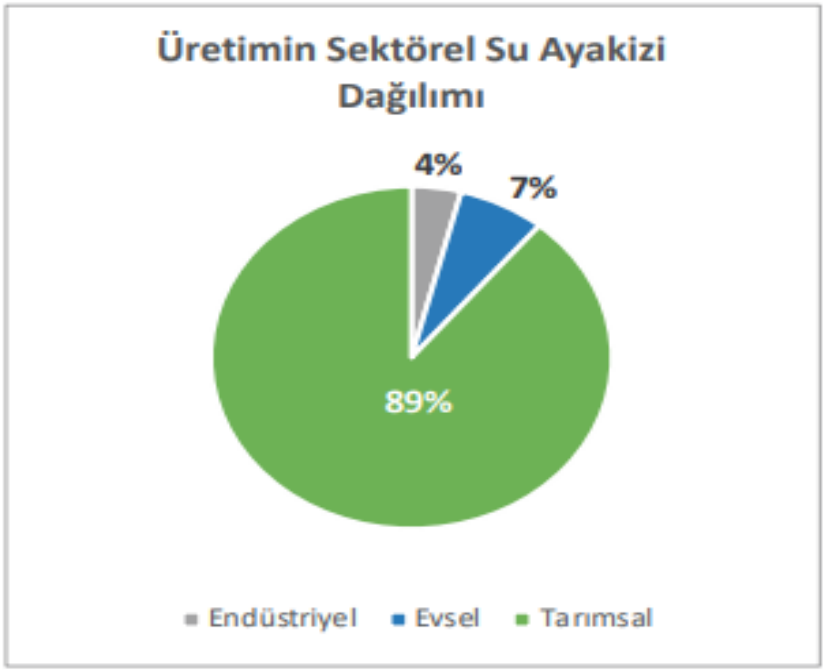
Mavi Su Ayak İzi: Nehirler, göller, barajlar ve yeraltı sularından çekilen ve tarım, sanayi ya da evsel kullanımlarda tüketilen tatlı sudur.

Yeşil Su Ayak İzi: Bitkilerin büyümesi için kullanılan yağmur suyudur. Tarımsal üretimde büyük bir yer tutar.

Gri Su Ayak İzi: Kirliliğin giderilmesi için gereken su miktarını ifade eder. Bir üretim sürecinin su kaynakları üzerindeki kirletici etkisini gösterir.

Türkiye'nin Su Ayak İzi Raporu (Pegram vd., 2014)'na göre; toplam tüketilen su miktarı 139,6 milyar m^3/yıl'dır. Bu miktarın %64'ü yeşil, %19'u mavi ve %17'si gri su ayak izidir. Bu miktarlarda tarımın toplam su ayak izi içindeki oranı %89'dur (Şekil 4.3).

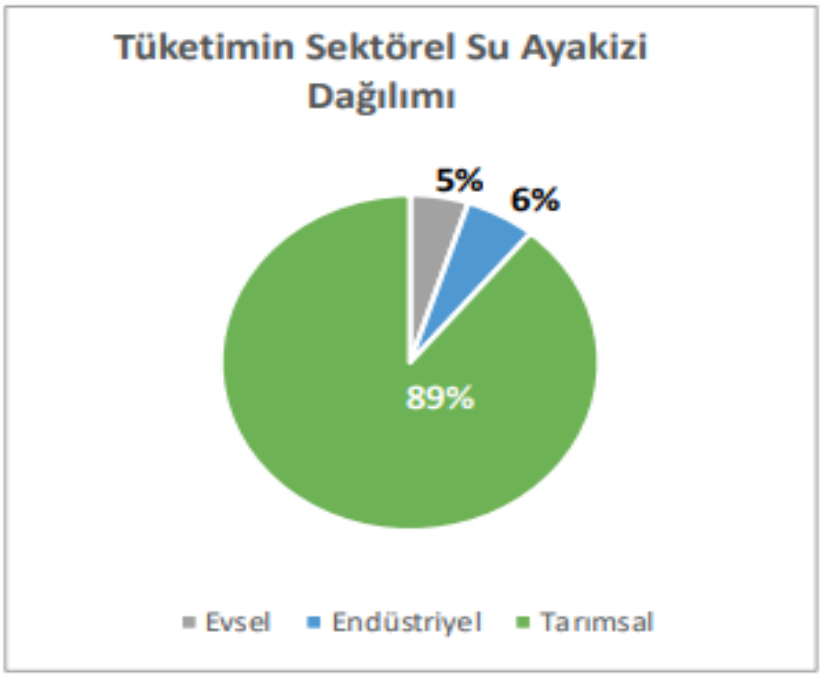
Şekil 4.3. Türkiye'de üretimin sektörel su ayak izi dağılımı



Kaynak: DSİ

Tüketimin su ayak izi sonuçlarına göre toplam tüketilen su miktarı 140,2 milyar m³/yıl'dır. Bu miktarın %66'sı yeşil, %17'si mavi ve %17'si gri su ayak izidir. Bu miktarlarda tarımın toplam su ayak izi içindeki oranı %89'dur (Şekil 4.4).

Şekil 4.4. Türkiye'de tüketimin sektörel su ayak izi dağılımı



Kaynak: DSİ

Türkiye'de kişi başı doğrudan ve dolaylı su tüketimimizin yani su ayak izimizin 5.416 L olduğu hesaplanmıştır. Bu miktar, doğrudan tüketimin yanı sıra dolaylı olarak mal ve hizmetler aracılığıyla tüketilen su miktarını da içermektedir.

Türkiye'nin toplam su ayak izinin büyük bir kısmının tarım sektörü kaynaklı olduğu görülmektedir. Bu sektörde yer alan otlatmanın su ayak izi ise büyük ölçüde yeşil sudan oluşur. Bu oranlar tarım sektörü için yağışın ne kadar önemli olduğunu ve bu sektörün kuraklık koşullarından kaçınılamaz ölçüde etkileneceğini göstermektedir. Bitkisel üretimde kullanılan suyun yaklaşık %20'sini ise mavi su oluşturur. Bu da sulama yöntemlerine ve üretimde su kaynaklarının verimli kullanımına dikkat çekmektedir (Pegram vd., 2014).

2013-2019 yılları arasındaki ortalama tarımsal üretim verileri kullanılarak, bu ürünlerin toplam mavi su ayakizi miktarları ve ortalama tarımsal gelirleri değerlendirildiğinde, 30 tarım ürünün toplam üretim, mavi su ayakizi ve tarımsal gelir açısından diğer ürünlerden ön planda olduğu belirlenmiştir (Pilevneli vd., 2023). Bu ürünler arasında 12 tanesi (buğday, mısır, domates, yonca, üzüm, patates, pamuk, biberler, şeker pancarı, ayçiçeği, elma, fiğ/burçak) yıllık üretim, mavi su ayak izi ve tarımsal gelir açısından ülkemizin en önemli tarımsal ürünleri olarak ön plana çıkarken, özellikle mısır, buğday ve yonca üç kategoride de en üst sırada yer almıştır.

4.2.6. Arıtılmış Suların Sulamada Kullanımı

"12. Ulusal Kalkınma Planı", "Avrupa Yeşil Mutabakat Eylem Planı", "Değişen İklime Uyum Çerçevesinde Su Verimliliği Strateji Belgesi ve Eylem Planı" ve "İklim Değişikliği Azaltım Stratejisi ve Eylem Planı" dahilinde arıtılmış atıksuların alternatif su kaynağı olarak kullanımının artırılmasına yönelik kararlar yer almakta ve günümüzde entegre su ve atıksu yönetimi kapsamında farklı yöntemlerle arıtılmış atıksuların tarımsal sulama amaçlı yeniden kullanımına ilişkin uygulama ve araştırmaların sayısı giderek artmaktadır.

Türkiye'de arıtılmış atıksuların sulamada kullanılmasına ilişkin yasal düzenlemelerin geçmişi, 7 Ocak 1991 tarihli ve 20748 sayılı Resmî Gazete'de yayımlanarak yürürlüğe giren Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği Teknik Usuller Tebliği'ne dayanmaktadır. Arıtılmış atıksuların yeniden kullanımına ilişkin uygulamalar ise, 20 Mart 2010 tarihli ve 27527 sayılı Resmi Gazete'de yayımlanarak yürürlüğe giren Atıksu Arıtma Tesisleri Teknik Usuller Tebliği çerçevesinde yapılmakta olup 20.03.2010 tarihli ve 27527 sayılı Resmî Gazete'de yayımlanarak yürürlüğe giren Atıksu Arıtma Tesisleri Teknik Usuller Tebliği ve Tebliğin Ek-7'sinde revizyona gidilerek arıtılmış atıksuların sulama suyu olarak geri kullanımı dışında çevresel (sulak alan oluşturulması, sulak alanların beslenmesi, yüzeysel ve yeraltı sularının beslenmesi), endüstriyel (işleme/proses suyu, soğutma suyu, kazan besleme suyu) ve diğer (genel temizlik, yangın suyu, toz kontrolü/saha sulama suyu, pisuvar ve sifon suyu vb.) alanlarda yeniden kullanımına ilişkin düzenlemeler getirilmiş ve 25.10.2022 tarihli ve 31994 sayılı Resmî Gazete'de yayımlanarak yürürlüğe girmiştir. Ayrıca, ülkemizin 2019-2023 yıllarını kapsayan On Birinci Kalkınma Planında kentsel altyapı ile ilgili ortaya koyulan hedeflerden biri de arıtılmış atıksuların yeniden kullanım oranının artırılması olup bu kapsamda "arıtılmış atıksuların başta tarım olmak üzere yeniden kullanılması için havza bazında planlama yapılması ve su kaynakları üzerindeki baskının azaltılması" politika ve tedbir olarak belirlenmiştir.

Hâlihazırda Türkiye'de arıtılmış atıksuların geri kazanım oranı yüzde 4,75'tir. Bununla birlikte, Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı 2019-2023 Stratejik Planında da belirtildiği üzere, 2023 yılına kadar kentsel atık suyun yüzde 5'inin, 2028 yılına kadar yüzde 11'inin uygun arıtma teknolojileri uygulanarak yeniden kullanılması hedeflenmektedir. Bu hedefe ulaşılması amacıyla, Çevre Kanunu'nun 29.maddesi uyarınca atıksu arıtma tesislerinde kullanılan elektrik enerjisinin yüzde 50'sine kadar yapılan ödeme, Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı tarafından 2872 sayılı Çevre Kanunu'nda yapılan değişiklik ile ileri arıtma teknikleri ile arıtılmış atıksuyunu yeniden kullanan kuruluşlara, yeniden kullanım oranına göre yüzde 100 oranında yapılabilecektir.

4.3. Biyoçeşitlilik

Küresel iklim değişikliği, dünyanın çevresel dengelerini bozarak ekosistemler ve türler üzerinde geri dönülemez etkilere yol açmaktadır. Sıcaklık artışı, yağış rejimlerinin değişmesi ve kuraklık gibi iklim değişikliğinin olası etkileri, zengin biyoçeşitliliğe sahip Türkiye gibi ülkelerde türlerin ve habitatların dengesini tehlikeye sokmaktadır.

İklim değişikliğinin yarattığı etkiler, habitat kayıplarına, İ türlerin yayılımının artmasına ekosistemlerin doğal dengesinin bozulmasına ve ekosistem işlevlerinin bozulmasına sebep olmaktadır. Bu etkiler her ekosistem tipinde ve bölgede farklı şekillerde ortaya çıkabilmektedir. İklim değişiminin ekosisteme ve biyolojik çeşitliliğe olan etkileri, tarımsal üretim sistemlerini ve gıda güvenliğini de doğrudan etkileyecektir.

Ekosistemlerin korunması ve sürdürülebilir yönetimi için doğal sistemlerin karmaşık etkileşimleri ve insan faaliyetlerinin etkileri bir arada değerlendirerek stratejiler geliştirilmelidir. Bu bağlamda ekosistem tabanlı yönetim yaklaşımı, koruma çalışmalarının etkinliğini artırıp aynı zamanda sosyo-ekonomik kalkınma hedefleriyle de uyumlu bir çerçeve sunmaktadır. Bu yaklaşım, yerel toplulukların ihtiyaçlarını göz önünde bulundurarak, doğal kaynakların sürdürülebilir kullanımını amaçlamaktadır.

Biyoçeşitlilik, ekosistemlerin sağlıklı ve verimli işleyişi için temel bir unsurdur. Ekosistem süreçleri içerisinde farklı türler, karbon ve su döngüsü, besin geri dönüşümü ve toprak oluşumu gibi kritik roller oynarlar. Bitkiler atmosferdeki karbonu fotosentezle tutarken, mikroorganizmalar organik maddeleri ayrıştırarak besin döngüsüne katkı sağlar. Ekosistemlerde besin zinciri, canlılar arasındaki enerji ve besin aktarımını sağlayan önemli bir yapıdır. Zincirin herhangi bir halkasında meydana gelen zarar, diğer organizmaları da etkileyerek ekosistemin dengesini bozarak ekosistem hizmetlerinin verimini azaltabilir.

İklim değişikliği sonucunda, türler için habitat kaybı, kirlilik ve istilacı türler ve insan kaynaklı tehditler, biyoçeşitliliğin azalmasına neden olmaktadır (Aksu, 2021; Aksu vd., 2024). Tür kayıpları, ekosistemlerin işlevselliğini zayıflatarak doğal dengeyi bozabilir. Bu nedenle, ekosistemlerin dayanıklılığını artırmak ve biyolojik çeşitliliği korumak büyük önem taşır.

Biyoçeşitliliğin korunması ve sürdürülebilir yönetimi için koruma politikaları, habitat iyileştirme çalışmaları ve ekosistem yönetimi stratejileri hayata geçirilmelidir. Bilimsel araştırmaların desteklenmesi, toplum bilincinin artırılması ve bölgesel iş birliklerinin güçlendirilmesi gereklidir.

Gelecek nesillere sağlıklı ve yaşanılabilir bir çevre bırakmak için doğal kaynakların sürdürülebilir şekilde kullanılması ve ekosistemlerin korunması önemli bir sorumluluktur. Uzun vadeli stratejiler, biyolojik çeşitliliği güvence altına alırken, iklim değişikliğine uyum kapasitesini de artırmalıdır. Ülkemizin ekolojik geleceği, bugün alınacak doğru kararlar ve uygulanacak etkin politikalarla şekillenecektir

4.3.1. Ekolojik Sağlık

Ekolojik sağlık temelde, bir ekosistemin işlevleri ve bütünlüğünü sürdürebilme kapasitesini ifade eder. Sağlıklı bir ekosistem, doğal süreçlerin (örneğin enerji akışı, besin döngüsü ve türler arası etkileşimler) kesintisiz olarak işlediği, dışsal tehditlere karşı direnç gösterebildiği ve çevresel değişikliklere uyum sağlayabilen bir yapıdır. Ancak insan faaliyetleri ve iklim değişikliği gibi faktörler, ekolojik sağlığı tehdit ederek biyoçeşitlilik, tarım ve orman ekosistemleri üzerinde olumsuz etkiler yaratmaktadır.

Ekosistem sağlığı, biyolojik çeşitliliğin korunması, çevresel dengenin sürdürülmesi ve ekosistem işlevlerinin devamlılığı ile ölçülür. Tüm ekosistemler, barındırdıkları canlı türleri ve doğal süreçleriyle hayatın ayrılmaz bir parçasıdır. Sağlıklı bir ekosistem, doğal kaynakları koruyarak hava ve su kalitesini iyileştirir, besin döngüsünü destekler ve iklimin düzenlenmesine katkıda bulunur.

Ekosistemlerin korunması yalnızca doğal yaşam için değil, insan hayatı için de kritik öneme sahiptir. Tarım, hayvancılık, su temini ve ekonomik faaliyetler ekosistemlerin sağlıklı işlemesine bağlıdır. Ancak, habitat tahribatı, kirlilik, aşırı kaynak kullanımı ve iklim değişikliği gibi insan kaynaklı tehditler, ekosistem dengesini bozabilir.

Bu nedenle, ekosistemlerin sürdürülebilirliği için entegre yönetim yaklaşımları benimsenmeli, doğal kaynakların kullanımı dikkatle planlanmalıdır. Sağlıklı ekosistemler hem çevresel hem de toplumsal sürdürülebilirliği destekleyen temel unsurlardır.

4.3.2. Sulak Alanlar

Sulak alanlar, göller, nehir deltaları, bataklıklar, lagünler ve sazlıklar gibi su ile toprak arasındaki geçiş bölgelerini kapsayan ekosistemlerdir. Bu alanlar hem biyoçeşitliliğin korunmasında hem de ekosistem hizmetlerinin sürdürülebilirliğinde kritik öneme sahiptir. Karbon depolama, suyun filtrelenmesi, taşkın kontrolü ve besin zincirine katkı gibi işlevler sulak alanların ekosistem sağlığına olan katkılarından bazılarıdır (MEA, 2005).

Özellikle Su Kuşları Yaşama Ortamı Olarak Uluslararası Öneme Sahip Sulak Alanlar

Hakkında Sözleşme" kısaca Ramsar olarak adlandırılan sözleşmeye Türkiye 1994 yılında taraf olmuştur (Resmî Gazete, Sayı: 21937, Tarih: 17.05.1994). Ramsar sözleşmesinde sulak alanlar şu şekilde tanımlanmıştır; doğal veya yapay, devamlı veya geçici, suları durgun veya akıntılı, tatlı, acı veya tuzlu, denizlerin gel-git hareketinin çekilme devresinde 6 metreyi geçmeyen derinlikleri kapsayan, bütün sular, bataklık, sazlık ve türbiyerler sulak alanlardır.

Ülkemizde bulunan sulak alanlar, iklim değişikliği ve insan faaliyetlerinin birleşik etkileri nedeniyle büyük risk altındadır. Sulak alanların kaybı, yalnızca burada yaşayan endemik ve

göçmen türler için değil, aynı zamanda çevredeki tarım ve yerleşim yerleri için de olumsuz sonuçlar doğurmaktadır.

Sulak alanlar karbon depolama, biyoçeşitlilik için habitat sağlama, su kaynaklarının yönetimi ve ekosistem işlevlerinin sürekliliğinin sağlanması için önemli alanlardır. Sulak alanlar, karbon döngüsünde önemli bir rol oynar; özellikle bataklıklar ve turbalıklar, organik karbon birikimi sağlayarak sera gazı emisyonlarını sınırlandırır. Sulak alanlar aynı zamanda, sucul ve karasal yaşam formları arasında bir geçiş bölgesi olarak birçok türün barınma, beslenme ve üreme ihtiyaçlarını karşılar.

Sulak alanlar, iklim değişikliğinin etkilerine karşı son derece hassas olup, artan sıcaklıklar ve azalan yağışlar nedeniyle su kaynaklarını hızla kaybetmektedir. Türkiye'de tarımsal sulama faaliyetleri ve düzensiz yağış rejimleri, bu ekosistemlerin daralmasına yol açarken, ani sağanaklar ve uzun kuraklık dönemleri su seviyelerinde dalgalanmalara neden olmaktadır. Azalan su seviyeleri, tuzluluk oranlarını artırarak ekosistem dengesini bozmakta ve sulak alanlarda organizmaların yaşam koşullarını zorlaştırmaktadır. Bunun yanı sıra, sulak alanların kaybı su kaynaklarının azalmasına, tarımsal verim düşüklüğüne ve doğal taşkın kontrolünün zayıflamasına neden olarak yerleşim bölgelerinde maddi hasar ve altyapı sorunlarına yol açmaktadır. Ekoturizm ve yerel ekonomi açısından da büyük önem taşıyan bu alanların bozulması, bölgesel gelir kayıplarına sebep olmaktadır.

Su seviyelerindeki düşüş ve tuzluluk oranlarındaki artış, sulak alan ekosistemlerinin yapısını ve işleyişini değiştirmektedir. Özellikle Tuz Gölü'nde gözlemlenen değişimler, buradaki endemik türleri ve göçmen kuşları tehdit etmektedir. Yağış rejimlerindeki düzensizlikler, ani sağanaklar ve uzun kuraklık dönemleri arasındaki dengesizlikler, sulak alanların su seviyelerinde ciddi dalgalanmalara yol açmaktadır

Sulak alanların korunması ve sürdürülebilir yönetimi için bütüncül bir yaklaşım gerekmektedir. Hidrolojik döngünün restorasyonu ve su kalitesinin iyileştirilmesi, öncelikli hedefler arasında yer almalıdır. Su kaynaklarının sürdürülebilir kullanımı için havza bazlı yönetim planları geliştirilmeli ve uygulanmalıdır.

Ekosistem temelli iklim uyum stratejileri, sulak alanların direncini artırmak için kritik öneme sahiptir. Bu stratejiler, biyolojik çeşitliliğin korunması, habitat restorasyonu ve ekosistem hizmetlerinin sürdürülebilirliği gibi hedefleri bütünleşik bir şekilde ele almalıdır. Yerel toplulukların katılımı ve geleneksel ekolojik bilginin korunması, başarılı bir yönetim için vazgeçilmez unsurlardır.

4.3.3. İstilacı ve Yabancı Türler

İklim değişikliği, istilacı türlerin yayılımını ve etkilerini artıran önemli bir faktördür. Sıcaklık artışı, özellikle tropikal ve subtropikal kökenli türlerin daha geniş alanlara yayılmasına olanak sağlamaktadır. Yağış rejimlerindeki değişiklikler ve uzun süren kuraklık dönemleri, istilacı bitki türlerinin yerel türler üzerinde hakimiyet kurmasını kolaylaştırmaktadır.

Ekosistemlerin iklim değişikliği nedeniyle zayıflayan direnç mekanizmaları, istilacı türlerin yerleşmesini ve yayılmasını hızlandırmaktadır. Aşırı hava olaylarının sıklığındaki artış, yerel

türlerin popülasyonlarını zayıflatmakta ve ekosistemlerin toparlanma kapasitesini azaltmaktadır. Bu durum, istilacı türler için yeni fırsatlar yaratmaktadır

Türkiye'nin coğrafi konumu, çeşitli iklim kuşaklarına sahip olması ve biyocoğrafik bölgeler arasında bir köprü işlevi görmesi nedeniyle istilacı yabancı türler (İYT) için stratejik bir alandır. Deniz, tatlı su ve karasal ekosistemlerde istilacı yabancı türler yerel türler üzerinde baskı oluşturmakta ve ekolojik dengeyi bozmaktadır.

Deniz ekosistemleri, küresel deniz ticareti ve iklim değişikliğinin etkileri nedeniyle istilacı türlerin en hızlı yayıldığı bölgeler arasında yer almaktadır. Türkiye'nin Akdeniz ve Ege Denizi sahillerinde bu durum çok belirgindir. Tatlı su ekosistemleri, istilacı türlerin yerli balık ve bitki türleri üzerinde ciddi baskı oluşturduğu bölgeler arasındadır. Türkiye'de dağılım gösteren istilacı yabancı tür sayısı oldukça fazladır ve ciddi ekolojik, ekonomik ve sosyal etkiye sahiptirler. Türkiye iç sularında tropik ve sub-tropik istilacı türlerin varlığı bilinmektedir (Aksu vd. 2021). Bu türler özellikle iklim koşullarının uygun olduğu sıcak su kaynaklarında yer almaktadırlar. Bazıları sınırlı dağılım alanına sahip olsalar da iklim değişimi sonucunda artan sıcaklıklar bu türler için yeni habitatlar oluşmasına ve dağılım alanlarının genişlemesine sebep olacaktır. İç sulardaki istilacı türleri kazara veya kasıtlı olarak farklı habitatlara taşınabilmektedir (Ekmekçi vd. 2014; Tarkan vd. 2016). Bu türler yeni habitatlarında gösterdikleri uyum ve başarıdan dolayı yerel türler için önemli tehdit olmaktadır. Yerel türleri için habitat kayıpları ve habitat bozulmaları neticesinde bazı türlerin neredeyse nesli tehlike atına girmektedir. Özellikle Türkiye gibi farklı biyoklimatik özellikleri bir arada bulunduran coğrafyalar için iklim değişiminin etkisiyle istilacı türler önemli bir biyolojik tehdit olarak karşımıza çıkmaktadır. Karasal ekosistemlerde istilacı türler, tarım ve orman alanları üzerinde baskı oluşturarak verim kayıplarına ve biyolojik çeşitliliğin azalmasına neden olmaktadır.

Türkiye'de iklim değişikliği, istilacı türlerin yayılımı ve etkilerini artırmaktadır. Bu etkiler sıcaklık artışı, değişen yağış rejimleri ve ekosistemlerin direnç mekanizmalarının zayıflaması gibi çeşitli yollarla ortaya çıkmaktadır.

Sıcaklık Artışı

Artan sıcaklıklar, tropikal ve subtropikal kökenli istilacı türlerin daha geniş alanlara yayılmasına olanak sağlamaktadır. Özellikle Akdeniz ve Ege Denizi'nde bu durum belirgin bir şekilde gözlemlenmektedir. Sıcaklıklardaki artışlar özellikle sıcak iklim türleri için uygun habitat alanlarının oluşmasına ve oluşan bu alanlara yeni türlerin yerleşerek istilacı olmalarına sebep olmaktadır (Emiroğlu vd. 2023). Benzer şekilde, tatlı su ekosistemlerinde sıcaklık artışı, istilacı balık türlerinin daha geniş alanlara, yüksek rakımlara kadar yayılmasına bu durum soğuk su balıkları gibi hassas türler ve endemik türlerin habitatlarının daralmasına neden olmaktadır (Aksu, 2020; Aksu vd. 2021; Aksu, 2021; Emiroğlu vd. 2023 Aksu vd. 2024).

Değişen Yağış Rejimleri

İklim değişikliğinin bir diğer önemli etkisi, yağış rejimlerindeki değişikliklerdir. Yağışların düzensizleşmesi, özellikle uzun süren kuraklık dönemlerinde istilacı türlerin yerel flora ve fauna üzerinde hakimiyet kurmasını kolaylaştırmaktadır. Kuraklık koşullarına daha dayanıklı olan bu türler hem karasal hem de sucul ekosistemlerde hızla yayılabilmekte ve ekolojik dengeyi bozabilmektedir. Kurak dönemlerde istilacı türlerin çoğalması, tarımsal ekosistemlerde

verim kaybına yol açarken, doğal sulak alanlarda da sucul organizmaların yaşam alanlarını daraltmaktadır. Yağışların azalması, hem tarım alanlarında istilacı ot türlerinin yayılımını hızlandırmakta hem de sucul istilacı türlerin artmasına neden olarak yerel türlerin gelişimini ve ekosistemlerin sürdürülebilirliğini tehdit etmektedir.

Ekosistemlerin Direncinin Zayıflaması

İklim değişikliği, ekosistemlerin direnç mekanizmalarını zayıflatarak istilacı türlerin yayılmasını kolaylaştırmaktadır. Aşırı ve beklenmeyen hava olayları (fırtına, sel, kuraklık, sıcak ve soğuk hav dalgası gibi) yerel türleri baskılayarak ekosistemlerin toparlanma kapasitesini düşürmekte ve biyolojik çeşitliliği tehdit etmektedir. Kuraklık ve sel gibi etkiler hem karasal hem de sucul istilacı türler için elverişli ortamlar oluşturmaktadır.

Ekonomik ve Sosyal Etkiler

İklim değişikliğiyle artan istilacı türler, tarımda ürün kayıplarına, balıkçılıkta ekonomik değeri yüksek türlerin azalmasına ve ekoturizmde biyolojik çeşitliliğin bozulmasına yol açarak ekonomik kayıplara neden olmaktadır. Özellikle sulak alanlarda istilacı bitki ve hayvan türleri, ekoturizm faaliyetlerini olumsuz etkilemektedir. Oluşan bu tehditlere karşı stratejik önlemler alınması, ekosistemlerin sürdürülebilirliği açısından kritik önem taşımaktadır.

İklim Değişikliğine Bağlı İstilacı Türlere Yönelik Çözüm Önerileri

İstilacı türlerin yayılmasını önlemek ve ekosistem sağlığını korumak için aşağıdaki stratejiler önerilmektedir:

4.3.3.1. Erken Uyarı ve İzleme Sistemleri

İstilacı türlerin erken tespiti ve etkilerinin izlenmesi, hızlı müdahale için kritik bir öneme sahiptir. Hassas ekosistemlerde, istilacı türlerin popülasyonlarındaki değişikliklerin izlenmesi ve erken uyarı sistemlerinin kurulması, bu türlerin kontrol altına alınmasında etkili bir adım olabilir. Bu sistemler sayesinde istilacı türlerin yayılma oranlarını azaltmak ve yerel türlerin zarar görmesini önlemek mümkün hale gelir. Erken uyarı sistemleri henüz ülkemiz sınırları içerisine giriş yapmamış ancak giriş yapma potansiyeli olan türlerin belirlenmesi açısından önemlidir.

İstilacı Türler İçin Erken Uyarı Sistemleri ve Uygulama Önerileri

Tespit: Belirlenen hedef türlerin varlığı, çevresel DNA (eDNA) ve standart örnekleme yöntemi kullanılarak tespit edilmelidir. Tespit süreci, biyolojik izleme yönetmeliğine uygun şekilde yürütülmeli ve elde edilen veriler, ekosistem sağlığının değerlendirilmesi ve koruma stratejilerinin geliştirilmesi için kullanılmalıdır.

Yeni Habitatların Tespiti: Tür dağılım modellemeleri kullanılarak, halihazırda dağılım gösteren istilacı türler için uygun yeni habitatlar belirlenmelidir (Emiroğlu vd., 2023; Haubrock vd., 2024; Yaman ve Yaman 2024). Bu tespitler, istilacı türlerin yayılım potansiyelinin ve habitat tercihlerinin anlaşılmasına olanak sağlar. Ayrıca, türlerin hangi koşullarda ekosistem üzerinde daha fazla baskı oluşturabileceği belirlenerek, uygun önleyici tedbirler ve kontrol stratejileri geliştirilebilir. Bu analizler, özellikle istilacı türlerin ekosistemi tehdit eden etkilerinin önceden tespit edilip yönetilmesine katkı sağlayacaktır.

Potansiyel Türlerin Tespiti: Henüz ekosisteme giriş yapmamış ancak giriş yapma potansiyeline sahip istilacı türler için, uygun habitat bölgeleri ve bu türlerin yayılma riskleri belirlenmelidir (Emiroğlu vd. 2023). Bu analizler, ekosistemdeki zayıf noktaların ve istilacı türlerin yerleşebileceği bölgelerin önceden tespit edilmesini sağlar. Böylece, istilacı türlerin kontrolüne yönelik önleyici stratejiler geliştirilebilir ve ekosistem üzerinde oluşabilecek olumsuz etkiler en aza indirilebilir.

Türler Arası Etkileşimlerin İncelenmesi: Ekosistem sağlığını tehdit edebilecek giriş yapmış veya yapma potansiyeli olan istilacı türlerin, yerel türlerle besin, habitat ve yaşam alanı paylaşımı üzerindeki etkileşimleri analiz edilmelidir (TarAksu vd., 2025). Bu analizler; türler arasındaki alan paylaşımı, av-avcı ilişkileri, kaynak tüketimi ve popülasyon dinamiklerindeki değişimleri kapsamlı bir şekilde değerlendirmelidir. Elde edilen veriler, ekosistem üzerindeki baskıları önceden tespit etmek ve türlerin sürdürülebilirliğini sağlamak amacıyla koruma ve müdahale stratejilerinin geliştirilmesinde kullanılmalıdır.

Ekolojik Nişlerin Belirlenmesi: İstilacı türlerin ekolojik nişleri belirlenmeli ve bu türlerin yerel türlerle olan ilişkileri, besin kaynakları üzerindeki rekabetleri, habitat alan kullanımları ve popülasyon dinamiklerine olan potansiyel etkileri ortaya konulmalıdır. Ekolojik niş analizleri, istilacı türlerin hangi koşullarda yayılabileceğini ve yerel türler üzerindeki baskı düzeyini değerlendirmeye olanak sağlar (Tarkan vd., 2023). Bu veriler, ekosistem dengesini koruyacak müdahale ve yönetim stratejilerinin geliştirilmesi için önemli bir temel oluşturur.

Ekosistem Üzerindeki Etkilerin Değerlendirilmesi: İstilacı türlerin, ekosistem ve ekosistemde bulunan yerel ve endemik türler üzerindeki etkileri ayrıntılı bir şekilde incelenmelidir (Tarkan vd. 2024). Bu değerlendirme, türler arasındaki rekabet, besin zincirinin bozulması, habitat bozulmasına etkileri, popülasyon dinamiklerindeki değişiklikler ve genetik çeşitlilik üzerindeki olumsuz etkiler gibi unsurları kapsamalıdır. Yapılacak incelemeler, ekosistemin sürdürülebilirliğini sağlamak ve istilacı türlerin kontrolüne yönelik stratejiler geliştirmek açısından kritik öneme sahiptir.

Habitat Paylaşım Alanlarının Analizi: İstilacı türlerin, yerel türlerle ortak kullandığı veya kullanma ihtimali olan habitat paylaşım alanları tespit edilmeli ve bu alanlardaki etkileri kapsamlı bir şekilde değerlendirilmelidir (Emiroğlu vd., 2023). Bu değerlendirme; türler arasındaki rekabet, besin kaynaklarının kullanımı, habitat bozulması ve yerel türlerin popülasyon dinamiklerinde meydana gelen değişiklikler gibi faktörleri içermelidir. Elde edilen veriler, istilacı türlerin yayılımını kontrol altına almak ve ekosistem dengesini korumak amacıyla etkili yönetim stratejilerinin geliştirilmesine katkı sağlayacaktır.

Çevresel Bileşenlerin Önemi: İstilacı türlerin yaşam döngüsünü, popülasyon dinamiklerini ve yayılımını etkileyen önemli çevresel bileşenler belirlenmelidir (Aksu vd., 2021). Bu bileşenler; sıcaklık, nem, toprak yapısı, su kalitesi, taşınmasını sağlayan vektörler ve besin kaynaklarının mevcudiyeti gibi faktörleri içerebilir. Bu analizler, istilacı türlerin hangi koşullarda hızla yayılabileceğini ve yerel ekosistem üzerindeki etkilerini ortaya koyarak, etkili koruma ve yönetim stratejilerinin geliştirilmesine temel sağlayacaktır.

Sürekli İzleme Programları: Hassas ve kırılgan ekosistemlerin korunması amacıyla, çevresel DNA (eDNA) ve standart örnekleme yöntemleri kullanılarak sürekli izleme programları

uygulanmalıdır. Bu programlar, türlerin popülasyon dinamiklerini, habitat değişimlerini ve istilacı türlerin varlığını düzenli olarak izlemeyi hedeflemelidir. Sürekli izleme, erken uyarı mekanizmalarının etkinliğini artırarak ekosistem sağlığını tehdit eden unsurların zamanında tespit edilmesini ve koruma stratejilerinin proaktif bir şekilde uygulanmasını sağlayacaktır.

Veri Entegrasyonu ve Model Geliştirme: Erken uyarı sistemlerinin etkinliğini artırmak amacıyla, türlerin dağılım projeksiyonları, ekosistem hassasiyet analizleri ve bölgesel risk haritalarının entegrasyonu ile kapsamlı karar destek sistemleri geliştirilebilir. Bu sistemler, ekolojik risklerin önceden tespit edilmesine, habitat değişikliklerinin izlenmesine ve tehdit altındaki türler için önleyici koruma stratejilerinin oluşturulmasına olanak sağlayacaktır. Özellikle sucul ekosistemler gibi kırılgan ve yüksek risk taşıyan bölgelerde, bu tür entegre sistemler sayesinde koruma ve müdahale önlemleri daha etkin bir şekilde planlanabilecektir.

4.3.3.2. Biyolojik Kontrol (Mücadele)

Biyolojik kontrol yöntemleri, istilacı türlerin popülasyonlarını sınırlandırmak amacıyla doğal düşmanları, patojenler veya rekabetçi türlerden yararlanmayı hedefler (Aksu vd. 2025). Ancak bu yöntemin uygulaması sırasında ekosistemin diğer bölümlerine zarar verilmemesi çok önemlidir. Yan etkilerin dikkatlice değerlendirilmesi ve uzun vadeli etkilerinin izlenmesi gereklidir.

4.3.3.3. Farkındalık ve Eğitim

Toplumun istilacı türlerin zararları konusunda bilinçlendirilmesi, müdahale stratejilerinin etkinliğini artırabilir. Toplumsal farkındalık kampanyaları, istilacı türlerin yayılmasını önlemek için önemli bir stratejidir. Çiftçiler, balıkçılar, orman yöneticileri ve özellikle ilköğretimden öğrenciler gibi ilgili gruplara yönelik eğitim ve farkındalık programları düzenlenebilir.

4.3.3.4. Politika ve Yasal Düzenlemeler

İstilacı türlerin ülkeye girişini ve yayılmasını önlemek amacıyla güçlü bir yasal çerçeve oluşturulmalıdır. Ulusal ve uluslararası düzenlemeler, istilacı türlerin kontrol altına alınmasında etkin bir rol oynayabilir. Türkiye, biyolojik çeşitliliği koruma sözleşmeleri kapsamında bu türlere yönelik düzenlemeleri güçlendirebilir. Ayrıca, istilacı türlerin ticaret yoluyla getirilmesini ve doğal alanlara salınmasını ve bir yerden başka bir yere taşınmasını engelleyen denetim mekanizmaları kurulmalıdır.

4.3.3.5. Araştırma ve Geliştirme

İstilacı türlerin etkilerinin anlaşılması ve etkin müdahale yöntemlerinin geliştirilmesi için bilimsel araştırmalar desteklenmelidir. Ekosistemler üzerindeki uzun vadeli etkilerin izlenmesi ve çözüm stratejilerinin optimize edilmesi için veri toplama ve analiz çalışmalarına öncelik verilmelidir. Bu kapsamda üniversiteler, kamu kurumları ve sivil toplum kuruluşları arasında iş birliği geliştirilebilir.

4.3.3.6. Uluslararası İş Birliği

İstilacı türlerin yayılması, sadece ulusal çapta değil, aynı zamanda uluslararası boyutta bir sorundur. Bu nedenle, Türkiye'nin istilacı türlerle mücadelede uluslararası platformlarda aktif olarak yer alması, bilgi ve deneyim paylaşımını artırabilir. Bölgeler arası koordinasyon ve ortak eylem planlarının uygulanması, istilacı türlerin kontrol altına alınmasında etkili olabilir.

4.3.4. Tehdit Altındaki Türler

Biyoçeşitlilik, ekosistemlerin sürdürülebilirliği için kritik öneme sahiptir. Ancak, insan faaliyetleri kaynaklı faktörler, özellikle iklim değişikliği, birçok canlı türünü ve yaşam alanını tehdit etmektedir (IPCC, 2021). İklim değişikliğinin etkileri ile sıcaklık artışları, kuraklık, aşırı hava olayları, deniz seviyesinin yükselmesi ve habitat kayıpları gibi sorunlar, ekosistemlerin yapısını bozmakta ve türlerin dağılım dinamiklerini değiştirmektedir. Türkiye, yüksek biyolojik çeşitliliği ve farklı ekosistemleri ile birçok endemik tür için kritik bir öneme sahip olmakla birlikte, bu tehditlerden ciddi şekilde etkilenmektedir.

Türkiye özelinde yapılan çalışmalar, özellikle sucul ekosistemlerdeki türlerin değişen iklim koşulları nedeniyle göç etmek zorunda kalabileceğini, bazı türlerin ise mevcut yaşam alanlarını kaybedebileceğini göstermektedir (Aksu vd., 2020; Aksu, 2021). Bu kapsamda tatlı su ekosistemleri, deniz ekosistemleri ve karasal ekosistemlerde meydana gelen etkiler farklı yönleriyle ele alınmalıdır.

İklim değişikliğine bağlı olarak doğal habitatların küçülmesi ya da yok olması, birçok türün yaşam alanını tehdit etmektedir. Özellikle sucul ekosistemlerde yapılan çalışmalar, sıcaklık artışları ve su seviyelerindeki değişimlerin balık türleri gibi sucul canlıların yaşam alanlarını etkilediğini ortaya koymaktadır.

Türlerin ekolojik ihtiyaçları, iklim değişikliğine bağlı olarak değişen sıcaklık ve nem gibi çevresel faktörlerden etkilenmektedir. Değişen çevre koşullarına uyum sağlayan türlerin göç ettikleri göç edemeyen türler ise yok olma tehdidiyle karşıya kalmaktadırlar. Bu durum endemik tür bakımından zengin flora ve faunaya sahip Türkiye'de önemli miktarda türün yok olma tehdidiyle karışılacağını göstermektedir. Özellikle dar yayılış alanı gösteren ve hassas türler için bu tehlikenin boyutu oldukça fazladır.

- Yerel türler için iklim değişim sonucunda bazı tehditler bulunmaktadır. Bunlar;
- İklim değişikliği ve istilacı türlerin yayılımı: İstilacı türler, iklim değişikliği nedeniyle yeni bölgelere hızla yayılabilir ve yerel türleri tehdit edebilir.
- Besin zinciri ve üreme döngülerindeki bozulmalar: Sıcaklık değişiklikleri, yerel türlerin besin zincirlerini ve üreme döngülerini olumsuz etkileyebilir.
- Antropojenik baskıların artması: İnsan faaliyetleri, iklim değişikliği ile birleşerek doğal ekosistemler üzerinde daha fazla baskıya neden olabilir.
- Aşırı su kullanımı: Su kaynaklarının aşırı tüketimi, kuraklık riskini artırarak türlerin yaşam alanlarını tehdit eder.
- Tarım alanlarında aşırı pestisit kullanımı: Pestisitler, ekosistemlerin kimyasal dengesini bozarak yerel türlere zarar verebilir.

- Ekosistem hizmetlerindeki eksiklikler: Ekosistemlerin sunduğu doğal hizmetler (su arıtımı, toprak verimliliği vb.) azalabilir.
- Arazi kullanımı: Ormansızlaşma, kentleşme ve tarım arazilerinin genişlemesi gibi faktörler habitat kaybına yol açar.
- Sıcaklık artışlarının habitat değişimine yol açması: Yükselen sıcaklıklar nedeniyle yerel türler yaşam alanlarını terk etmek zorunda kalabilir.
- Kuraklık ve su kaynaklarının azalması: İklim değişikliği, su kıtlığı ve kaynakların tükenmesine yol açabilir.
- Deniz seviyesindeki yükselmenin etkisi: Kıyı ve sucul ekosistemler, deniz seviyesindeki artış nedeniyle risk altına girebilir.
- Asidifikasyon: Su pH değerinin asit değerlere doğru kayması, özellikle sucul türler üzerinde olumsuz etkilere neden olabilir.
- Ekstrem ve beklenmeyen hava olaylarının artışı: Ani sel, fırtına veya sıcak hava dalgaları gibi olaylar, yerel türler üzerinde ani etkiler yaratabilir.
- Genetik çeşitliliğin azalması: İklim değişikliği, bazı türlerin yok olma riskini artırarak genetik çeşitliliği tehdit edebilir.
- Yabancı türlerin yerel türlere üstünlük sağlaması: Bazı istilacı türler, değişen iklim koşullarında daha avantajlı hale gelebilir.
- Mikrohabitatların kaybı: Küçük ekosistemlerin (göletler, orman altı gibi) yok olması, yerel türlerin yaşam ortamlarını kaybetmesine yol açabilir.
- Yerel ve endemik türler için yapılması gerekenler;
    - Koruma ve Adaptasyon Stratejileri

Habitat Projeksiyonları: İklim değişikliğine bağlı olarak habitat daralması riski taşıyan türler için, güncel ve geleceğe yönelik uygun habitat projeksiyonları oluşturulmalıdır (Aksu, 2020; Uzun vd., 2023; İzmirli ve Gül., 2023; Gür, 2022). Bu projeksiyonlar, türlerin iklim değişikliğine adaptasyon kapasitesini, olası göç yollarını ve habitat bağlantılarını değerlendirmeye olanak tanımalıdır. Elde edilen sonuçlar, koruma önceliklerinin belirlenmesi, tehdit altındaki türler için koruma alanlarının planlanması ve habitat restorasyon projelerinin yönlendirilmesi amacıyla kullanılmalıdır.

Yeni Habitat Tespiti: Tür dağılım modellemeleri kullanılarak, iklim değişikliği ve habitat bozulmaları gibi çevresel faktörler nedeniyle tehdit altındaki endemik türler için yeni uygun habitatlar belirlenmelidir (Aksu, 2020; Aksu, 2021; Aksu vd., 2021; Gül vd. 2023). Bu süreç, türlerin ekolojik gereksinimlerine uygun alanların tespiti, potansiyel habitat bağlantılarının oluşturulması ve koruma önceliklerinin belirlenmesini kapsamalıdır. Ayrıca, bu veriler, koruma planlarının geliştirilmesi ve ekosistem restorasyon projelerinin yönlendirilmesi için temel oluşturmalıdır.

Çevresel Değişkenlerin Analizi: Ekolojik niş modellemeleri kullanılarak, türlerin yaşamını sürdürebilmesi ve popülasyonlarını koruyabilmesi için önemli çevresel değişkenler tespit edilmelidir (Aksu vd., 2024; Gül vd., 2023). Bu değişkenler, sıcaklık, nem, toprak yapısı, su kaynaklarının mevcudiyeti ve besin zinciri ilişkileri gibi faktörleri içermelidir. Elde edilen veriler, habitat yönetimi, koruma stratejilerinin geliştirilmesi ve türlerin iklim değişikliği gibi çevresel baskılara karşı adaptasyon yeteneklerinin değerlendirilmesi için kullanılmalıdır.

Gen Kaynaklarının Korunması: Tehlike altındaki türlerin hayatta kalması ve ekosistemlerin uzun vadede sürdürülebilirliğini sağlamak amacıyla, gen kaynaklarının korunmasına yönelik yöntemler geliştirilmelidir. Bu kapsamda, genetik çeşitliliğin devamlılığını sağlamak için gen kaynak bölgeleri tespit edilmeli ve mümkünse koruma altına alınmalıdır. Bu süreçte, genetik materyalin korunması için ex-situ (koruma alanı dışında) ve in-situ (doğal ortamda) koruma stratejileri uygulanmalıdır. Ayrıca, tehdit altındaki türlerin genetik materyali üzerine düzenli izleme ve araştırma çalışmaları yapılmalıdır.

Yasal Düzenlemeler: Yerel ve endemik türlerin korunmasını sağlamak amacıyla, yasal düzenlemeler yoluyla etkin denetim mekanizmaları güçlendirilmelidir. Bu düzenlemeler, iklim değişiminden etkilenecek türler öncelikli dikkate alınarak türlerin yaşam alanlarına yönelik izinsiz müdahalelerin önlenmesi, biyolojik çeşitliliği tehdit eden faaliyetlerin denetlenmesi ve sürdürülebilir kullanım ilkelerine uyumun sağlanmasını içermelidir. Ayrıca, bu yasal çerçeve kapsamında cezai yaptırımlar, teşvik mekanizmaları ve toplumsal farkındalığı artıracak önlemler hayata geçirilmelidir.

Koruma Alanlarının Genişletilmesi: Koruma alanlarının genişletilmesi, ekosistemlerin bütünlüğünü ve sürdürülebilirliğini sağlamak için stratejik bir öncelik olmalıdır. Mevcut koruma alanları, tehdit altındaki türlerin yaşam alanlarını kapsayacak şekilde genişletilmeli ve bu alanların habitat bağlantılarını sağlayacak koridorlar oluşturulmalıdır. Ayrıca, ekolojik hassasiyeti yüksek bölgeler koruma altına alınarak, insan faaliyetlerinden kaynaklanan baskılar azaltılmalıdır. Bu adımlar, türlerin neslinin devamını ve biyolojik çeşitliliğin korunmasını destekleyecektir.

Genetik Çeşitliliğin Korunması: Genetik çeşitliliğin korunması amacıyla, iklim değişikliğinin türlerin üreme dönemleri üzerindeki etkileri dikkate alınmalıdır. Bu bağlamda, özellikle avcılık faaliyetleri için belirlenen yasak dönemleri, türlerin üreme ve gelişim süreçlerine uygun şekilde bölgesel düzeyde yeniden düzenlenmelidir. Bu uygulama, popülasyonların sürdürülebilirliğini ve genetik çeşitliliğin korunmasını sağlayarak ekosistem sağlığını destekleyecektir.

İstilacı Türlerle Mücadele: İstilacı türlerle mücadele kapsamında, bu türlerin yerel türlerle olan besin ve habitat etkileşimleri tespit edilmeli, aynı zamanda yerel ekosistem dengesine, tür çeşitliliğine ve popülasyon dinamiklerine olan olumsuz etkileri de değerlendirilmelidir. Bu analizler, istilacı türlerin yayılımını önlemek ve kontrol altına almak için etkili yönetim stratejilerinin geliştirilmesine temel oluşturacaktır.

Göç Yollarının Planlanması: İklim değişimine bağlı olarak habitatların yer değiştirmesi ve bozulması nedeniyle, türlerin göç yolları belirlenmeli ve bu yolların sürekliliğini sağlamak amacıyla ekolojik köprüler gibi yapılar planlanmalıdır. Bu köprüler, karayolları, demiryolları ve diğer insan yapımı engellerin oluşturduğu habitat parçalanmalarını azaltarak türlerin güvenli hareketini ve popülasyonlar arası genetik alışverişi desteklemelidir.

Habitat Parçalanmasının Önlenmesi: Habitat parçalanmasını önlemek amacıyla, ekosistem bütünlüğünü destekleyen ekolojik bağlantı alanları oluşturulmalıdır. Bu alanlar, türlerin göç yollarını koruyarak genetik çeşitliliğin sürdürülmesine ve ekosistem işlevlerinin devamlılığına katkı sağlayacaktır. Özellikle koridorlar ve tampon bölgeler gibi bağlantılar, parçalanmış habitatlar arasındaki ekolojik iletişimi güçlendirmelidir.

Ekosistem Restorasyonu: Ekosistemlerin doğal işlevlerini (su döngüsü, toprak verimliliği, karbon depolama, biyolojik çeşitlilik vb.) desteklemek amacıyla restorasyon projeleri uygulanmalıdır. Bu projeler, bozulan habitatların iyileştirilmesi, ekosistem bağlantılarının yeniden oluşturulması ve yerel türlerin yeniden kazandırılması gibi stratejileri içermelidir.

Üniversite-Kamu İş birliği: Türlerin yaşam döngülerinde iklim değişikliğinin etkilerini araştırmak için üniversitelerle kamu kurumlarının iş birliği projeleri desteklenmelidir. Ekosistemlerin değişim süreçleri için uzun vadeli izleme programları uygulanmalı ve veriler sürekli olarak güncellenmelidir.

Sucul Ekosistemlerin Korunması: Sucul ekosistemlerin korunması amacıyla, su kaynaklarının sürdürülebilir kullanımı sağlanmalı ve su kullanımına yönelik denetimler yaygınlaştırılmalıdır. Bu denetimler, tarım, sanayi ve yerleşim alanlarındaki su tüketiminin izlenmesi ve ekosistem sağlığını tehdit eden aşırı kullanımın önlenmesi için uygulanmalıdır.

Ekosistem hizmetleri: Ekosistem hizmetlerinin planlanmasında, biyoçeşitliliğin korunması ve sürdürülebilirliğin sağlanması amacıyla biyolojik çeşitliliğin bu hizmetlere entegrasyonu sağlanmalıdır. Bu kapsamda, yerel türlerin korunması, habitatların yönetimi ve sürdürülebilir kullanım stratejileri dikkate alınmalıdır.

Yangın Risk Yönetimi: Orman ekosistemlerinde artan sıcaklık ve uzun süreli kuraklık nedeniyle yangın risk haritaları hazırlanmalı ve risk yönetimi kapsamında önlemler alınmalıdır. Bu önlemler; yangına karşı erken uyarı sistemlerinin kurulması, yangına dayanıklı bitki örtüsünün teşvik edilmesi, düzenli bakım ve temizleme çalışmaları, yangın geçiş yollarının oluşturulması ve toplumun yangınla mücadele konusunda bilinçlendirilmesini içermelidir.

Sürdürülebilir Arazi Kullanımı: Ekosistem parçalanmasını ve bozulmasını önlemek amacıyla, sürdürülebilir arazi kullanım politikaları geliştirilip uygulanmalıdır. Bu politikalar, doğal kaynakların korunmasını, habitat bağlantılarının devamlılığını, tarım, sanayi ve yerleşim alanlarının çevresel etkilerinin minimize edilmesini hedeflemelidir. Ayrıca, arazi kullanım kararlarında biyolojik çeşitliliğin korunması ve ekosistem hizmetlerinin sürdürülebilirliğine öncelik verilmelidir.

Toplum Bilgilendirme ve Eğitimi: Ekosistemlerin korunması konusunda toplum bilinçlendirilmeli ve eğitim çalışmaları yürütülmelidir. Bu kapsamda, çevre bilincini artırmak amacıyla biyolojik çeşitlilik, doğal kaynakların sürdürülebilir kullanımı ve ekosistem hizmetlerinin önemi gibi konular ilköğretim müfredatına dahil edilmelidir. Ayrıca, kamu farkındalığını artırmak için medya kampanyaları, toplumsal etkinlikler ve sivil toplum iş birlikleri ile çevre koruma konusunda sürekli bilgilendirme sağlanmalıdır. Eğitim programları, farklı yaş gruplarına ve meslek gruplarına özel olarak uyarlanarak yaygınlaştırılmalıdır.

4.3.5. Hassas Alanlar

İklim değişikliği, Türkiye'nin ekosistemleri ve doğal kaynakları üzerinde belirgin etkiler yaratmakta, bu etkiler özellikle hassas bölgelerde daha yoğun şekilde hissedilmektedir. Türkiye'nin bulunduğu coğrafyada, sıcaklık artışı, kuraklık, su kaynaklarının azalması ve ekosistemlerdeki bozulmalar gibi çeşitli sorunlarla karşı karşıyadır. Bu durum tarım, su kaynakları, turizm, sağlık ve biyolojik çeşitlilik gibi kritik sektörleri tehdit etmektedir.

Artan sıcaklık ve değişen yağış rejimleri, Türkiye'nin doğal ekosistemlerinde kayıplara neden olmaktadır. Ormanlık alanlar ve sulak bölgeler gibi hassas habitatlar, iklim değişikliği etkileri karşısında giderek kırılgan hale gelmektedir. Özellikle İç Anadolu, Güney ve Doğu Anadolu'da çölleşme riski artmakta, bu durum toprak kaybı ve biyolojik çeşitliliğin azalması ile sonuçlanmaktadır.

Su kaynakları, iklim değişikliğinin en çok etkilediği unsurlardan biridir. Yağış düzenlerindeki bozulmalar, bazı bölgelerde aşırı yağışlara, bazı bölgelerde ise uzun süreli kuraklıklara neden olmaktadır. Özellikle Akdeniz ve İç Anadolu bölgelerinde su kıtlığı önemli bir sorun haline gelmiştir. Bu durum tarımsal sulama, enerji üretimi ve içme suyu temininde zorluklara yol açmaktadır.

İklim değişikliği, tarımsal üretim üzerinde doğrudan ve dolaylı etkiler yaratmaktadır. Sıcaklık artışları, bitki gelişimini olumsuz etkilerken, yağış rejimlerindeki değişiklikler sulama ihtiyacını artırmakta ve verimlilik kayıplarına neden olmaktadır. Bu durum özellikle kırsal kesimlerde gıda güvenliğini tehdit etmektedir.

Türkiye'nin kıyı bölgeleri, iklim değişikliğinden kaynaklanan sıcaklık artışı ve deniz seviyesi yükselmesi gibi faktörlerden etkilenmektedir. Bu durum turizm sezonlarının değişmesine ve bazı bölgelerde turizm faaliyetlerinin azalmasına yol açabilir. Ancak, bahar ve sonbahar aylarında daha uygun iklim koşulları, turizmde mevsimsel genişlemelere fırsat sunmaktadır.

İklim değişikliğine bağlı olarak sıcak hava dalgaları, hava kalitesinin bozulması ve su kaynaklı hastalıkların yaygınlaşması gibi sağlık riskleri artmaktadır. Bu etkiler özellikle yaşlılar, çocuklar ve kronik hastalıklara sahip bireyler için ciddi tehditler oluşturmaktadır.

4.3.6. Öneriler

Uyum Stratejilerinin Geliştirilmesi: İklim değişikliğine uyum sağlamak için bölgesel özelliklere göre özel stratejiler geliştirilmelidir. Bu konuda hassas alanların belirlenerek envanterini tam olarak çıkarılması koruma stratejileri açısından önemlidir. Su kaynaklarının sürdürülebilir yönetimi, tarımsal sulama tekniklerinin iyileştirilmesi ve kuraklığa dayanıklı bitki türlerinin kullanılması önemlidir.

Doğal Kaynakların Korunması: Ormanlar, sulak alanlar ve diğer hassas ekosistemlerin korunması için daha güçlü çevre politikaları benimsenmelidir. Bu alanlarda biyolojik çeşitliliğin devamlılığını sağlamak amacıyla koruma önlemleri artırılmalıdır.

Eğitim ve Farkındalığın Artırılması: Toplumun iklim değişikliği konusundaki farkındalığı artırılmalı ve yerel halkın uyum stratejilerine katılımı teşvik edilmelidir. Eğitim programları ve kamu kampanyaları bu konuda etkili olabilir.

Veri Toplama ve Araştırmaların Desteklenmesi: İklim değişikliğinin etkilerini daha iyi anlamak ve buna uygun politikalar geliştirmek için düzenli veri toplama ve bilimsel araştırmalar desteklenmelidir. Bu veriler, karar alıcılar için rehber niteliğinde olmalıdır.

Türkiye'nin ekolojik sistemleri, iklim değişikliği ve insan kaynaklı baskılar karşısında kritik bir dönemeçten geçmektedir. Ekolojik sağlık, sulak alanlar, istilacı türler, tehdit altındaki türler ve hassas alanlar gibi temel bileşenlerin her biri, birbiriyle yakından ilişkili ve karmaşık

etkileşimler içindedir. Bu etkileşimlerin anlaşılması ve yönetilmesi, sürdürülebilir bir gelecek için hayati önem taşımaktadır.

Ekosistem tabanlı yaklaşımların benimsenmesi ve uygulanması, karşılaşılan sorunların çözümünde temel bir strateji olarak öne çıkmaktadır. Bu yaklaşım, doğal sistemlerin direncini artırırken, insan toplulukları ile doğal kaynaklar arasındaki ilişkiyi de dengeli bir şekilde yönetmeyi hedeflemektedir. Bilimsel araştırmalar, teknolojik yenilikler ve geleneksel ekolojik bilginin entegrasyonu, bu hedeflere ulaşmada önemli araçlar sunmaktadır.

Türkiye'nin zengin biyolojik çeşitliliğinin ve eşsiz ekosistemlerinin korunması, ulusal ve uluslararası düzeyde ortak çabaları gerektirmektedir. Bu bağlamda, kurumsal kapasitenin güçlendirilmesi, yasal çerçevenin iyileştirilmesi ve toplumsal katılımın artırılması öncelikli hedefler arasında yer almalıdır. Ekosistemlerin sağlığı ve sürdürülebilirliği, gelecek nesillerin refahı için vazgeçilmez bir mirastır.

Geleceğe yönelik perspektif, doğal sistemlerin korunması ile sosyo-ekonomik kalkınmanın dengeli bir şekilde yürütüldüğü, iklim değişikliğine dirençli ve biyolojik çeşitliliği koruyan bir yaklaşımı içermelidir. Bu hedeflere ulaşmak için atılacak adımlar, bugünden planlanmalı ve kararlılıkla uygulanmalıdır. Ekolojik sistemlerin korunması ve sürdürülebilir yönetimi çevresel sorumluluk değil, aynı zamanda ekonomik gereklilik ve toplumsal bir sorumluluktur.

Yaban hayatı ve tarımsal üretim arasındaki dengenin sağlanması, ekosistem temelli bir yaklaşımı gerektirmektedir. Bu yaklaşımın temelinde, doğal yaşam alanlarının korunması ve restore edilmesi yatmaktadır.

Tarım alanları çevresindeki doğal habitatların korunması ve geliştirilmesi, yaban hayatının sürdürülebilirliği için kritik öneme sahiptir. Bu alanlar, polinatörler ve faydalı böcekler için yaşam alanı sağlarken, aynı zamanda yaban hayatı ile tarım alanları arasında tampon bölge işlevi görmektedir.

Su kaynaklarının sürdürülebilir yönetimi hem tarımsal üretimin devamlılığı hem de yaban hayatının korunması için vazgeçilmezdir. Su havzalarının bütüncül yönetimi, sulak alanların restore edilmesi ve su kalitesinin iyileştirilmesi, ekosistemin tüm bileşenlerini olumlu yönde etkilemektedir. Yağmur suyu hasadı ve verimli sulama teknikleri, su kaynaklarının etkin kullanımını sağlarken, yaban hayatı için de sürdürülebilir su kaynakları oluşturmaktadır.

İnsan-yaban hayatı çatışmalarının çözümü için geliştirilen stratejiler, yerel koşulları ve toplumsal dinamikleri dikkate almalıdır. Çiftçilerin yaban hayatı ile bir arada yaşama pratiklerinin geliştirilmesi, geleneksel ekolojik bilginin modern uygulamalarla birleştirilmesi yoluyla mümkün olabilir. Tazminat mekanizmalarının adil ve etkin bir şekilde işletilmesi, çiftçilerin yaban hayatına karşı toleransını artıracaktır.

Kimyasal mücadelenin minimize edilmesi ve biyolojik mücadele yöntemlerinin yaygınlaştırılması, ekosistemin doğal dengesinin korunmasına katkı sağlayacaktır. Zararlı popülasyonlarının doğal yollarla kontrolü hem çevresel sürdürülebilirlik hem de ekonomik verimlilik açısından avantaj sağlamaktadır.

Araştırma ve izleme çalışmalarının sürdürülmesi, yaban hayatı ve tarım etkileşimlerinin daha iyi anlaşılmasını sağlayacaktır. Bilimsel verilerin ışığında geliştirilen yönetim stratejileri, değişen iklim koşullarına adaptasyon kapasitesini artıracaktır. Uzun vadeli ekolojik izleme programları, müdahale stratejilerinin etkinliğinin değerlendirilmesine ve gerektiğinde güncellenmesine olanak tanıyacaktır.

Toplumsal farkındalığın artırılması ve eğitim programlarının yaygınlaştırılması, çözüm stratejilerinin başarısı için temel oluşturmaktadır. Çiftçilerin, doğa koruma uzmanlarının ve yerel toplulukların iş birliği, sürdürülebilir çözümlerin geliştirilmesi ve uygulanması için vazgeçilmezdir. Başarılı uygulamaların paylaşılması ve yaygınlaştırılması, deneyim aktarımını sağlayacak ve yeni çözümlerin geliştirilmesini teşvik edecektir.

Finansal teşvikler ve destekler, çiftçilerin yaban hayatı dostu uygulamaları benimsemesini kolaylaştıracaktır.

Yasal düzenlemelerin güçlendirilmesi ve denetim mekanizmalarının etkinleştirilmesi, koruma çalışmalarının başarısını destekleyecektir.

5. BİTKİSEL ÜRETİM

5.1. İklim Değişikliğinin Bitkisel Üretim Üzerine Etkileri ve Uyum

İklim değişikliği bitkisel üretimi hem doğrudan hem dolaylı olarak etkilemektedir. Türkiye'de bitkisel üretim çoğunlukla kuru şartlarında gerçekleşmektedir ve yağışlardaki değişkenliklere karşı çok kırılgandır. Bununla birlikte aşırı hava olaylarından kaynaklanan riskler, bitkisel üretimi ve ülke ekonomisini doğrudan etkilemektedir.

İklim değişikliğinin tarım ve gıda üretimine etkisinde üç faktör önemli rol oynamaktadır. Birincisi suyun elde edilebilir olma durumudur. Su stoklarının iklim değişikliğine karşı savunmasız olması ürünlerin büyümesini ve gıda üretimini de savunmasız kılmaktadır. Bu durum daha çok gelişmekte olan ülkelerdeki kurak veya yarı kurak alanlarda hissedilmektedir. İkincisi atmosferik karbondioksitin artmasıyla birlikte özellikle bazı ürünlerin büyümesinde olumlu değişime neden olmasıdır. Üçüncüsü ise sıcaklık değişmesinin etkisidir. Özellikle çok yüksek sıcaklıklarda bazı ürünlerin veriminin düşeceği bildirilmektedir (Kanat ve Keskin, 2018).

Tarım üzerindeki etkiler arasında düşük soğuklama saatleri, ürün verimi düşüşleri, artan zararlı ve hastalık baskısı, artan sulama suyu talepleri, yıllık ve çok yıllık ürünlerin değişen fenolojisi gözlenmektedir. İklim değişikliğine hassas ürünlerin gelecekteki sürdürülebilirliği belirsizdir. Her ürün iklime farklı tepki verdiğinden, tarımın tüm paydaşlarıyla birlikte iklim adaptasyonu araştırması bölgesel olarak yapılmalı ve uygulanması için teşviklerle desteklenmelidir (Pathak vd., 2018).

İklim senaryolarına göre Türkiye'nin etkili yağış miktarının %5-20 arasında azalacağı, +1,5°C derece sıcaklık artışının ise bitki su tüketimini %5-15 arası artıracağı öngörülmektedir. Bu durum hiçbir önlem alınmaz ve yatırım yapılmaz ise mevcut tarımsal sulama suyu ihtiyacının %12 ile %40 arasında artacağını göstermektedir. Yapılan araştırmalara göre iklim değişikliği

nedeniyle Türkiye'nin daha kurak bir bölge haline geleceği ve ülkemizde 2050 yılına kadar tarımsal verimlilikte %2 ila %13 arasında azalma beklenmektedir.

Sıcaklığın artması, yağış değişiklikleri, su varlığındaki değişiklikler, aşırı ve beklenmeyen iklim olaylarının (sel, fırtına, don, dolu, sıcak ve soğuk hava dalgası vb.) sıklığı ve yoğunluğu, deniz seviyesinin yükselmesi, tuzlanma, ekosistemlerin bozulması gibi ortaya çıkan etkiler toprak sağlığını, tarımı ve aynı zamanda gıda üretimini büyük ölçüde etkilemektedir. Artan sıcaklık, toprağın azot miktarı ve pH değeri ile mikro bakteriyel bileşimini değiştirmekte ve topraktaki besin maddelerini ve bitki sağlığını olumsuz yönde etkileyerek üretimde kayıplara sebep olmaktadır.

İklim değişikliği yağışların azalmasına, bitkisel üretimde verim ve kalite düşüklüğüne neden olmaktadır. Artan sıcaklıklar sonucu oluşan kuraklık ve aşırı yağışlar bitki hastalıklarının çeşitlenmesine ve artmasına sebep olmaktadır. Düzensiz yağışlar ve sıcak/soğuk hava değişimleri erken ve geç donların yaşanmasına, bitkilerin ekim-dikim ve hasat takviminde kaymalara ve mevsimsel dalgalanmalar ciddi ürün kayıplarına sebep olmaktadır. Artan sıcaklıklar ve yağış rejimi değişiklikleri, bitkilerin fizyolojik durumlarını fazlasıyla etkilediğinden rekolte azalmalarına, ürünlerin üretim yerlerinin değişmesine, üretim risk faktörlerinin artmasına neden olabilecektir. İklim değişikliği üretim kültürünün değişeceği ve üreticilerin karar verme süreçlerine belirsizlik oluşturacaktır.

Türkiye'de 1990'lardan sonra görülen belirgin sıcaklık artışlarının tarla ve bahçe bitkilerinin fenolojik dönemlerini öne çektiği düşünülmektedir. Gerçekleştirilen bir iklim indisi çalışmasına göre Türkiye'de büyüme sezonu uzunluğu, zaten yüksek olan sahil alanları dışında Trakya, İç Anadolu ve Doğu Anadolu'da artmaktadır. Genel olarak Türkiye'de büyüme sezonu uzunluğunun yüz yılda ortalama 21 gün arttığı tespit edilmiştir (Şensoy vd., 2013). Artan sıcaklıklar orta kuzey enlemlerde bitki gelişimini hızlandırmaktadır (Kadıoğlu ve Şaylan, 2000).

İklim değişikliği her ürün özelinde farklı etkiler de yaratacaktır. Örneğin Karadeniz Bölgesinde, yağış rejiminde olan düzensizlikler çay alanlarında da filizlenme problemleri ile birlikte kalite sorunlarını getirmekte, boyu uzamayan filizlerin bodur gelişmesine ve kalitenin azalmasına neden olmaktadır. En erkenci kiraz olarak Manisa, İzmir illerinde yapılan kiraz üretimi, iklim değişikliği nedeniyle soğuklanma isteği karşılanamaz ise sürdürülemeyecektir. Fındıkta iklim değişikliği senaryoları ile döllenme biyolojisi, kayısı üretiminde aşırı sıcaklık stresinin bitki göz oluşumuna etkisi, incirde Küçük ve Büyük Menderes havzalarında incir olgunlaşma dönemlerinde rüzgâr değişim senaryolarında incir sineğinin adaptasyonu sorunları görülebilecektir.

Özellikle çok yıllık bitkiler, çiçeklenme ve meyve verimi döneminde meydana gelen don, dolu, ani ve zamansız yağış, aşırı sıcaklıklar gibi olaylara uyum sağlamada oldukça zorlanmaktadırlar. Bu durum, direk meyve üretim ve kalitesini de olumsuz yönde etkilemekte ve çok önemli ekonomik zararlara yol neden olmaktadır. Meyve ağaçlarında soğuklama ihtiyacı, tomurcuk oluşumu, çiçeklenme, tozlanma durumu (rüzgâr ya da böcekle), güneş yanıklığı, don ve dolu zararı, hastalık ve zararlı popülasyonundaki dengesizlikler gibi birçok olumsuzlukları da beraberinde getirmektedir. Küresel ısınma genel olarak incelendiğinde kış

döneminde hava sıcaklığını arttırma potansiyeline sahiptir ve öngörülen bu sıcaklık değişimlerinin, meyvecilik ve asma yetiştiriciliğinin yaygın olarak yapıldığı bölgelerde olumsuz etkileri olacağı ön görülmektedir. (Webb ve ark., 2007; Campoyve ark., 2011; Luedeling ve ark., 2011; Pope ve ark.,2014). Tüm bu olumsuzluklar üreticilerin karşı karşıya kaldıkları biyotik ve abiyotik stres faktörleri meyve üretimini direk etkileyerek üretimde önemli düşüşlere sebep olmaktadır. Meyve ağaçlarının erken çiçek açması da ilkbaharın geç don zararlarını artırabilecektir (Chmielewski vd., 2002)

Orta kuşakta bitki gelişimi büyük oranda hava sıcaklığına bağlıdır. İlkbaharda kış uykusundan sonra ortaya çıkan yüksek sıcaklıklar, fenolojik fazların erkene kaymasına neden olmaktadır. Dünyada 1980'lerden sonra meydana gelen belirgin sıcaklık artışları bitki fenolojileri üzerine net yanıtlar sunmaktadır.

Türkiye'de ortalama sıcaklıklar yaz aylarında değil de özellikle kış ve ilkbahar mevsimlerinde de artış göstermektedir. Bu durum bitki fenolojik dönemlerini etkilemektedir. Orta ve yüksek enlem derecelerinde bitki gelişimi büyük ölçüde hava sıcaklığı tarafından kontrol edilmektedir. Türkiye'de 1990'lardan sonra görülen belirgin sıcaklık artışlarının tarla ve bahçe bitkilerinin fenolojik dönemlerini öne kaydırdığı düşünülmektedir.

Gerçekleştirilen bir iklim indisi çalışmasına göre Türkiye'de büyüme sezonu uzunluğu, zaten yüksek olan sahil alanları dışında Trakya, İç Anadolu ve Doğu Anadolu'da artmaktadır. Genel olarak Türkiye'de büyüme sezonu uzunluğunun yüz yılda ortalama 21 gün arttığı tespit edilmiştir (Şensoy vd., 2013). Artan sıcaklıklar orta kuzey enlemlerde bitki gelişimini hızlandırmaktadır (Kadıoğlu ve Şaylan, 2000).

İklim değişikliğinin sadece canlı yaşamına etkisi ve yaşamın sürdürülebilirliğinin ötesinde, ekonomik, sosyal ve politik etkilere de neden olmakta, uluslararası politikalara da yön vermektedir. İklim değişikliğine neden olan sera gazı emisyonunun azaltılması, ülkelerin üretim faaliyetlerini de etkilediği için iklim değişikliği aynı zamanda bir kalkınma problemidir.

Bu nedenle, ülkelerin politikalarını, çevreye zarar vermeden kalkınmalarını sağlayacak yönde dönüştürmeleri gerekmektedir (Dellal vd. 2020). İklim değişikliği bu yönleri ile ele alındığında etkilerinin belirlenmesi ve bu etkileri azaltmak için gerekli uyum tedbirlerinin alınması, iklim değişikliği ile mücadele politikalarının belirlenmesi konuları günümüzde tarım politikalarına yön veren karar alıcıların ve uygulayıcıların temel ilgi alanlarının başında gelmektedir.

İklim değişikliğinin etkileri ülkeler için ve hatta ülkelerin içindeki her bölge için aynı olmayacaktır. Bu etkilerin miktarının belirlenmesine yönelik çalışmalar önem taşımaktadır. Gelecekte verimli toprakların ve tatlı su kaynaklarının azalmasıyla ve iklim değişikliği ile birlikte karşılaşılan yeni tehditlerin artmasıyla, küresel gıda arzının artırılması ihtiyacı, önemli zorluklarla karşı karşıya kalacaktır. Bununla birlikte yeni biyoteknolojiler, çevresel değişikliklerin etkilerini azaltacak, ekonomik ve sosyal çevresel risklere yanıt veren modern tarım sistemlerinin teşvik edilmesi için fırsatlar sağlayacaktır (Elena, 2019).

Bitki türlerinin değişik hayat devreleri veya fenolojik dönemlerinde farklı ekolojik istekleri bulunmaktadır. Bu isteklerin minimum seviyede karşılanması halinde bitkiler hayatlarını devam ettirir, optimum seviyede karşılandığında verim ve kalite en yüksek düzeye çıkar,

maksimum seviye aşıldığında ise bitkiler zarar görmeye başlar veya ölür. Bu faktörlerin karşılanma düzeyi bitkilerin yayılma alanlarının en önemli belirleyicisi durumundadır. Kültür bitkileri özellikle anavatan bölgeleri dışına çıkarıldığında bu isteklerini optimum düzeyde karşılayamaz. Ancak insanoğlu gıda ihtiyacı nedeniyle dünya genelinde bitki türlerinin yetişme alanlarını sürekli genişletme çabası içindedir. Bitki türleri en iyi yetişme şartlarını buldukları anavatan bölgeleri dışına çıkarıldıklarında verim ve kalitelerinde değişik ölçülerde düşüşler olabilir. Ancak ürün ekonomik getiri sağlıyorsa yetiştiriciliğine devam edilir. Küresel iklim değişikliği ile birlikte pekçok bitki türünde değişik hayat devreleri veya fenolojik devreler için ihtiyaç duyulan optimum sınırların dışına çıkılmaya başlanmıştır. Bu durum da önemli verim ve kalite kayıplarını beraberinde getirmiştir. Hatta zaman zaman bazı ürünlerin arzında problemler yaşanmakta veya üretimdeki azalma nedeniyle büyük fiyat dalgalanmaları yaşanmaktadır. Örneğin kış aylarında sıcaklıkların mevsim normallerinin üzerinde olması bazı meyve türlerinde soğuklama ihtiyacının karşılanmaması sonucunu doğurmakta, bu da çiçeklenmede problemlere, dolayısıyla verimde düşüşlere sebep olmaktadır. Benzer şekilde kış mevsimi sonunda mevsim normalleri üzerindeki sıcaklıklar ılıman iklim meyve türlerinde beklenen dönemden çok önce çiçeklenmeye sebep olmakta, sonrasında meydana gelecek don hadiseleri bu bitkilerin soğuğa en hassas olan küçük meyvelerine zarar vermekte, bunun sonucunda bazı üretim bölgelerinde ürünün tamamına yakını yok olmaktadır. Küçük meyve döneminde mevsim normalleri üzerindeki sıcaklıklar da bu hassas organlara zarar verebilmektedir. Bu örnekleri çeşitlendirmek mümkündür.

Yetiştiriciliği yapılan her bir bitki türünün çok sayıda çeşidi bulunmaktadır. Bazı ürünlerde ise (erik, armut, elma, turunçgiller) hem birden fazla türün ürününün ticari değeri olmakta, hem de türler arası melezler bulunmaktadır. Genetik olarak her bir çeşit veya melez farklı özellikler göstermektedir. Bu özelliklerin bir bölümü de ekolojik faktörler, özellikle iklimle doğrudan ilgilidir.

İklim değişikliğinin zararlı etkilerinden kaçınmanın yollarından biri de bu değişikliklere uyumlu bitki tür çeşitlerinin ıslah yoluyla elde edilmesi ve mevcut tür ve çeşitlerin yerine kullanılması olabilir. Bölgesel olarak uzun dönemli projeksiyonlarla farklı iklim parametrelerindeki değişiklikler öngörülebilmektedir. Bu verilerden yararlanılarak bölge veya havza bazlı yapılacak değerlendirmelerle önümüzdeki periyotta iklim değişikliğinden fazla etkilenmeyecek tür ve çeşitlerin yetiştiriciliği teşvik edilebilir, hatta kritik öneme sahip ürünlerde bu tür ve çeşitlerin kullanımı zorunlu hale gelebilir. Bu şekilde örneğin soğuklama ihtiyacını karşılamakta problem oluşan meyve çeşitleri yerine soğuklama ihtiyacı düşük çeşitler ikame edilebilir. İlkbahar son donlarından sık sık zarar gören türlerde geç çiçek açan çeşitler kullanılabilir. İklim değişikliğinin sonucu olarak sulama suyundaki azalmaya karşı daha az su tüketen veya su kullanım etkinliği yüksek tür veya çeşitler kullanılabilir.

5.2. Sürdürülebilir Üretim Sistemleri

İklim değişikliği ile mücadelede yoğun girdi kullanımı ile gerçekleştirilen geleneksel tarım yöntemlerinin yerine sürdürülebilir üretim sistemlerini tercih etmek bir yoldur. Organik tarım, iyi tarım uygulamaları, koruyucu tarım uygulamaları bu sistemlerden bazılarıdır. Geleneksel tarım uygulamaları; toprak kalitesini düşürmekte, üretkenliği azaltmakta ve daha fazla

gübreleme, sulama ve pestisit ihtiyacına yol açarak toprak karbonu tüketimini daha da tetiklemektedir.

İklim değişikliğine uyum sağlayabilmek için, doğa ile uyumlu daha dirençli tarımsal üretim tarım yöntemleri olan agroekolojik, koruyucu yöntemlere daha çok önem verilmelidir. Organik tarım ve iyi tarım uygulamaları gibi uygulamalar toprağın fiziksel, kimyasal ve biyolojik koşullarını iyileştiren ve koruyan ürün rotasyonu, toprak işleme ve kontrollü bitki koruma ve gübreleme gibi uygulamaların uygulamasını zorunlu kılmaktadır. Sağlıklı topraklar daha fazla karbon depolar ve atmosferdeki fazla karbonu (CO2) gidermenin en pratik ve maliyet etkin yolu canlı bitkiler ve topraklardır.

Organik tarım yabani otları kontrol etmek fiziksel mücadele gerektirse de sentetik girdileri ortadan kaldırır ve toprak işlemeyi önemli ölçüde azaltabilir. Azaltılmış toprak işleme, ürün çeşitlendirmesi, sağlıklı besin yönetimi, karbon tutumunu artırabilecektedir.

5.2.1. Organik Tarım

Organik tarım; çevreye duyarlı, insan ve hayvan sağlığına zarar vermeyen, doğal kaynakları korumayı ve sürdürülebilirliği hedefleyen, sentetik kimyasal girdi kullanılmayan, izlenebilirlik ve güvenilir ürün arzının sağlanması açısından son derece önemli, üretimden tüketime kadar her aşaması kontrollü ve sertifikalı tarımsal üretim biçimidir. Ülkemizde organik tarım faaliyetleri, Tarım ve Orman Bakanlığı, Bitkisel Üretim Genel Müdürlüğünce 5262 sayılı Organik Tarım Kanunu ve ilgili yönetmelik kapsamında yürütülür. Organik tarım faaliyetlerinin üretimden tüketiciye ulaşıncaya kadar tüm aşamaları kayıt altına alınarak izlenebilirlik ve takibi yapılmaktadır.

Organik ürünlerde Organik Tarım Kanunu ve buna dayanılarak çıkarılan yönetmelik ve eklerinde izin verilen katkı maddeleri dışında katkı maddesi kullanılmamaktadır. Tarım ve Orman Bakanlığı 2024-2028 Stratejik Planında, 2028 yılında organik tarım ve iyi tarım uygulamaları yapılan alanın toplam 1.040.000 ha olması hedeflenmektedir. Organik tarım, kimyasal gübre ve pestisitlerin kullanılmaması ile toprak ve su kaynakları üzerindeki baskıyı azaltması, tarım toprak için gerekli olan besin maddelerini ve organik karbonu yeniden kazandırmaya faydalı olması ve yapılan uygulamalar ile verimli üst toprağın erozyonunu önlemesi ve hayvan gübresinin doğrudan geri kazanımı, ürün artıkları için etkili kompostlama tekniklerini ve ürün atığını yeşil gübre ile birbirine karıştırmayı içermektedir. Bu yöntemlerle toprak yapısının iyileştirilmesi, sera gazı emisyonunu azaltmaya yardımcı olmaktadır.

5.2.2. İyi Tarım Uygulamaları

İyi Tarım Uygulamaları (İTU), çevre, insan ve hayvan sağlığına zarar vermeyen bir tarımsal üretimdir. Bu uygulama ile doğal kaynakların korunması, tarımda izlenebilirlik ve sürdürülebilirlik ile gıda güvenliğinin sağlanması amaçlanmaktadır. İyi tarım uygulamaları faaliyetleri 07.12.2010 tarihli ve 27778 sayılı Resmî Gazete'de yayımlanan "İyi Tarım Uygulamaları Hakkında Yönetmelik" hükümleri ve Bakanlıkça belirlenerek yayımlanan uygunluk kriterleri ve kontrol noktaları doğrultusunda yürütülmektedir. İyi Tarım Uygulamaları kapsamında üretilen ürünler, yetkilendirilmiş Kontrol ve Sertifikasyona Kuruluşları tarafından, yayımlanmış mevzuata göre kontrol edilir ve sertifikalandırılır. Ürünün

sertifikalandırılması için kayıt tutma ve izlenebilirlik şarttır. Bu nedenle; üretimin ilk aşamasından itibaren yapılan bütün işlemler kayıt altına alınarak saklanır. Ayrıca iyi tarım uygulamaları gıda güvenliği, çevre koruma, işçi sağlığı güvenliği ve refahı, zararlılarla entegre mücadele, risk analizi gibi temel konularını da içermektedir.

Organik tarım ve iyi tarım uygulamalarının uluslararası standartlara entegrasyonunun sağlanması önem arz etmektedir. Etkin bir veri sistemi ve izlenebilirliğin sağlanması gerekliliği önemini korumaktadır. Organik tarım ve iyi tarım yapan üreticilerin iklim değişikliğine yönelik farkındalık ve bilgi düzeylerinin artırılması sağlanmalıdır. Özellikle organik tarım yapılan tarım arazilerinin payı artırılmalıdır. Organik ürünlerde markalaşma ve pazarlama faaliyetleri desteklenmelidir. Organik tarım kümelenme çalışmalarının yaygınlaştırılması gerekli ve faydalı görülmektedir. Organik ve organomineral gübrelerin etkin bir şekilde kullanılmasına yönelik çalışmaların artırılması ve yaygınlaştırılması sağlanmalıdır.

5.2.3. Koruyucu Tarım

Koruyucu Tarım (Conservation Agriculture-CA), uluslararası literatürde tarımsal üretim yapılan alanlarda toprak sağlığının arttırılması için toprak yapısının korunması, toprağın su tutma kapasitesinin ve organik maddesinin arttırılmasını, toprakta kök ve benzeri yapıların bozulmayarak dikey kapillar halini alması ve su taşınmanın sağlanması gibi birtakım faydaların arttırılması adına toprak işlemenin azaltılarak yapılması veya hiç işleme yapılmamasıdır. Koruyucu tarım sistemi içerisinde temel prensipleri hemen hemen aynı olmak üzere birbirinden farklı sistemlerden bahsedilebilir (Toprak İşlemesiz Tarım-No-Till-Zero-Till; Şeritvari Toprak İşleme-Strip Till vb.).

Bu sistemlerin hepsinde temel prensip özellikle yağışa dayalı tarımsal üretim yapılan alanlarda zaten az olan toprak neminin toprak işleme ile kaybedilmemesi, yakıttan ve zamandan tasarruf edilmesidir. Bu yönüyle bakıldığında tüm sistemler iyi anlatıldığı ve doğru uygulandığı zaman özellikle yağışa dayalı üretim yapılan alanlarda iklim değişikliğine uyum kapsamında son derece faydalı ve verimli sistemlerdir.

Bu sistemler dünyada özellikle büyük tarım arazilerine sahip, işçiliğin azaltıldığı, tarımsal mekanizasyonun ve tarım teknolojilerinin daha fazla yaygınlaştığı ABD ve Güney Amerika ülkelerinde son derece yaygın kullanılmakta olup Arjantin'deki tarım arazilerinin neredeyse tamamı Doğrudan Ekim Sistemi ile ekilmektedir. Bu sistemin kullanıldığı alanlar dünyada toplam 205 Milyon hektar olup, maalesef ülkemizde hala 100.000 hektar düzeyindedir. Bu kapsamda:

Sistemlerin iklim değişikliğinden etkilenen Türkiye'de, başta yağışa dayalı üretim yapılan orta Anadolu ve geçit bölgeleri olmak üzere hemen hemen her yerde kullanılması ve yaygınlaştırılması Üretim Planlaması içerisinde destekleme ile sağlanmalıdır,

Doğrudan Ekim Sistemi yakıttan %80'e varan tasarruf sağlamasının yanı sıra zaman tasarrufu da sağlamaktadır.

Sistemi uygulayan üreticiler pulluk, rotovatör ve merdane vb gibi ekim öncesi toprak işleme ve hazırlık işlemlerini yapmadan bu işlem için kullanılan özel makinaları kullanarak avantaj sağlarlar,

Sistem özellikle şekerpancarı gibi Ekim sonu-Kasım aylarında geç zamanlara kalan mahsullerden sonra toprak hazırlığı yapılmadan ekim yapılabilmesini de sağlar,

Anız bırakma, münavebe, uygun tarım aleti kullanılması gibi birtakım zorunlulukları olan sistemin uygulanması da bir disiplin ve bilgi gerektirdiğinden mutlaka uygulamalı eğitim ve demonstrasyonlar yapılmalıdır,

Bu sistem dışında diğer bir sistem ise Şeritvari Toprak İşleme Sistemi olup, sıra üzerine ekimi yapılan mısır ayçiçeği vb. gibi üretimi yapılan alanlarda son derece uygundur,

Bu sistemde sıra araları sürülmeden kalmakta olup, bu sürülmemiş alanlar toprak yapısının bozulmadığı ve toprak neminin muhafaza edildiği alanlar olarak kalmaktadır,

Bu sürülmeyen alanlar seneye aynı makine ile işlenip ekilecek hale getirildiğinde tarlanın kendi içinde oluşturulan sıraları arasında bir nevi nadas işlemi de yapılmış olur,

Sistemin gerçekleşmesini sağlayan makine oldukça hızlı çalışabildiği için eş zamanlı olarak arkasından hemen mibzerin girmesi de mümkündür,

Bu sayede üreticilerimiz yakıttan yaklaşık %60 tasarruf ederken zamandan da büyük ölçüde kazamın sağlarlar,

Her iki sistemde de yerli makinalar mevcut olup, sistemin yaygınlaşması için en önemli faktörlerden birisi makinaya ulaşımdır,

Bu makinalar ve sistemler desteklenerek yaygınlaştığında üreticilerimizin işleri kolaylaşmış olacak olup, topraktaki nemin muhafazası ile çıkış kolaylığı ve erkencilik sağlanmış olacak, anız bırakma ile toprak yüzeyi de güneşten ve rüzgâr erozyonundan korunmuş olacaktır. BU faydalarla birlikte sistemin sürdürülmesi zaman içerisinde verimde de artışlara neden olacaktır.

5.2.4. Tarımsal Ormancılık (Agroforestry)

Tarımsal ormancılık, çok yıllık bitkilerin tarımsal ürünler ve/veya hayvanlarla, bir tür mekansal düzenleme veya zamansal sıralama içinde bütünleştirildiği arazi yönetim sistemleri için kullanılan ortak bir terimdir. Tarımsal ormancılık sistemlerinde, farklı bileşenler arasında hem ekolojik hem de sosyo-ekonomik etkileşimler vardır. Tarımsal ormancılık, artan sosyal, ekonomik ve çevresel faydalar için üretimi çeşitlendirebilen ve sürdürebilen doğa temelli bir çözümdür. Tarımsal ormancılık, özellikle küçük çiftçiler ve diğer kırsal kesim insanları için önemlidir çünkü verimlerini ve gelirlerini çeşitlendirebilir, gıda güvenliğini artırabilir ve çiftliklerin iklim değişikliğine karşı dayanıklılığını artırabilir. Meyve, yem veya azot bağlanmasını sağlayan bitkiler ile ağaçların bütünleştirilmesi, çiftçilere bir dizi doğrudan ve dolaylı fayda da sağlayabilir.

5.2.5. Yenilikçi Tarım Teknolojileri

Mevcut tarımsal uygulamaların günümüz teknolojisi ile desteklenmesi iklim değişikliği kaynaklı sorunlara çözüm getirebilmektedir. Yenilikçi stratejilerle, toprak sağlığı iyileştirilebilir, su ve besin kaynakları daha verimli kullanılabilir ve karbon ayak izi

minimize edilerek daha sürdürülebilir bir geleceğe katkı sunulabilir. Bu kapsamda uygulanan bazı yenilikçi yaklaşımlar şunlardır:

- Toprak sağlığını izlemek için sensörler kullanılması: Bu cihazlar topraktaki nem, pH, sıcaklık, organik madde içeriği gibi faktörleri gerçek zamanlı olarak izler ve veriler toplanarak daha doğru ve verimli tarım kararları alınmasını sağlar.
- Toprak sağlığını iyileştirmek için toplanan veriler, yapay zeka ve makine öğrenimi algoritmaları ile analiz edilerek toprak tipleri, sulama ihtiyaçları ve gübreleme planları hakkında doğru tahminler yapılabilir. Bu şekilde, kaynaklar daha verimli bir şekilde kullanılır.
- Toprağın fiziksel özelliklerini (örneğin, erozyon riski, su tutma kapasitesi) ve mikrobiyal sağlığını görsel olarak modellemek için 3D haritalama teknolojileri kullanılabilir. Bu tür dijital haritalar, toprak sağlığını daha iyi anlamak ve optimize etmek için çok faydalıdır.
- Sensörler ve Nesnelerim İnterneti (IoT-Internet of Things) teknolojileri ile entegre akıllı sulama sistemleri, toprağın nem seviyelerine göre sulama yapar. Bu, su israfını azaltırken, toprakta optimum nem dengesini koruyarak sağlıklı bitki gelişimini destekler.
- Toprağın besin ihtiyacı dijital olarak analiz edilerek, uygun gübreleme zamanları ve miktarları hesaplanabilir. Bu, toprak sağlığını koruyarak aşırı gübre kullanımının önüne geçer ve sürdürülebilir tarım uygulamalarını destekler.
- Toprak sağlığını iyileştirmeye yönelik yapılan uygulamaların ve verilerin güvenli bir şekilde kaydedilmesi ve izlenmesi için blok zinciri (blockchain)[3] teknolojisi kullanılabilir. Bu teknoloji, özellikle sürdürülebilir tarım uygulamalarının izlenebilirliğini artırır.
- Dijital ortamda genetik verilerin saklanması ve analiz edilmesi, toprak sağlığına zarar vermeyen, verimli ve dayanıklı bitkilerin geliştirilmesinde yardımcı olabilir. Bu sayede daha sağlıklı topraklar için daha dayanıklı bitkiler yetiştirilebilir.
- Toprak sağlığını iyileştiren uygulamaların dijital ortamda simüle edilmesi, çiftçilerin doğru teknikleri öğrenmesi ve deneyim kazanmaları için faydalıdır. Çiftçiler, sanal eğitim platformlarıyla toprak işleme, sulama ve gübreleme tekniklerini öğrenebilir.
- Özellikle şehir içi tarımın gelişmesi için dikey tarım ile bitki fabrikaları artırılabilir. Ayrıca bu sistemin getirmiş olduğu enerji maliyetlerini en aza indirmek için de agrivoltaik sistemler ile entegre edilerek daha sürdürülebilir tarım uygulamalarına hizmet edilebilir.
- Simülasyon çalışmaları ile toprak analizleri, su varlığı ve diğer bitkisel üretimde verim artırıcı yöntemler hakkında elde edilen senaryoların sektör, halk ve diğer alanlarda paylaşılması.
- Çiftçiler, sanal eğitim platformlarıyla toprak işleme, sulama ve gübreleme tekniklerini dijital ortamda simüle edilerek doğru deneyimleri kazanması sağlanabilir.

[3] Şifrelenmiş işlem takibini sağlayan dağıtık yapıdaki bir veritabanı sistemi

5.3. Bitki Sağlığının Korunması

Bitkisel üretimde verim ve kalite kayıplarının önlenmesi için zararlı organizmalara karşı gerekli tespitlerin yapılarak mücadelesinin zamanında ve doğru bir şekilde yapılması, yeni bulaşma ve yayılmaların önlenmesi, karantina önlemlerinin alınması, uluslararası ticarette sürdürülebilirliğin sağlanması amacıyla bitki sağlığı faaliyetlerinin etkin bir şekilde yürütülmesi gerekmektedir.

Artan dünya nüfusuna karşın tarımda elverişli üretim alanlarının azalması, bitkisel üretimi sınırlayan zararlı organizmaların sayısının artması ve iklim değişikliği gibi riskler, bitkisel üretimi ve buna bağlı olarak gıda güvenliğini sürekli olarak gündemde tutmakta, tarımda verimi arttırmaya olan yönelimi de beraberinde getirmektedir. Tarım sektörü doğrudan doğaya, iklim koşullarına ve hava olaylarına bağlı olarak sürdürülen bir faaliyet olması nedeniyle, iklim değişikliğinden en çok etkilenecek sektör olarak kabul edilmektedir. İklim değişikliği ve buna bağlı olarak ürün deseninde oluşacak değişiklikler yeni bitki koruma sorunlarını beraberinde getirmekte ve bu sorunların küresel bir sorun olacağı düşünülmektedir. İklim değişikliğinin etkileri nedeniyle gıda güvenliğinin tehlikeye girdiği bilinmektedir.

Günümüzde artan küresel ticaret ve iklim değişikliğinden dolayı zararlı organizmaların yayılışı ve hareketi çok daha geniş alanlara ulaşmakta, yerli bitkiler ve çevre açısında büyük riskler oluşturmaktadır. Ayrıca iklim değişikliklerine kısa sürede uyum sağlayan istilacı türlerinin daha baskın hale gelmesine yol açmakta, yeni hastalık, zararlı ve yabancı ot türlerinin girişine olanak sağlamakta, mücadele uygulamaları değişmekte, pestisit uygulamaları artmaktadır. Bu da sürdürülebilir tarımsal üretim açısından zararlı organizmaların oluşturduğu olumsuz etkileri geçmişe göre çok daha fazla önemli hale getirmektedir.

Günümüzde tarım sisteminde yoğun olarak kullanılan pestisitler doğal kaynakların ve çevrenin bozulmasına, biyolojik çeşitliliğin azalmasına neden olmakta, gıda güvenliği ve insan sağlığı için tehlike oluşturmaktadır. Bitkisel üretimde insan sağlığının, çevre ve biyolojik çeşitliliğin korunması ön plana çıkmış olup, zirai mücadelenin agroekosistem ve sürdürülebilir tarımsal üretimin dikkate alınarak yapılması bir zorunluluk haline gelmiştir. Bitkisel üretimde zararlı organizmalardan dolayı %30-35 civarında ürün kaybı meydana gelmektedir. Zararlı organizmalarla mücadele yapılmadığında ise kayıp %70-75 civarında ve hatta bazı ürünlerde ise tamamı kaybedilmektedir.

Entegre Zararlı Yönetimi (EZY); zararlı organizmaların popülasyon dinamikleri ve çevre ile ilişkilerini dikkate alarak, uygun olan tüm mücadele yöntem ve tekniklerini uyumlu bir şekilde kullanarak, zararlı organizmaların popülasyon yoğunluklarını ekonomik zarar seviyesinin altında tutan bir zararlı yönetim sistemidir. Bu sistem, pestisit kullanımını en aza indirirken sağlıklı ürünler yetiştirmek için farklı mücadele yönetim stratejilerini ve uygulamalarını en uygun şekilde entegre etmektedir. EZY kaliteli ve ilaç kalıntısı bulunmayan ürün elde edilmesi, faydalı organizmaların korunması ve desteklenmesi, çiftçilerin kendi bahçesini düzenli aralıklarla kontrol edebilme ve karar verebilme düzeyine getirilmesi, ilaçların çevrede (toprak, su ve hava) yarattığı olumsuzlukların en aza indirilmesini hedeflemektedir. Entegre zararlı yönetimi belirli bir agro-ekosistemde bulunan zararlı organizmaların mücadelesinin ayrı ayrı değil, bunların hepsinin birlikte yapılmasını ve uygun mücadele metotları ve tekniklerinin,

birbirini tamamlayacak şekilde uygulanmasını öngörmektedir. Aynı zamanda zararlı organizmaların tamamen ortadan kaldırılması değil, bunların popülasyon yoğunluklarının ekonomik zarar seviyesinin altında tutulmasını ve mevcut faydalı organizmaların korunmasını ve desteklenmesini esas almaktadır. Bu kapsamda kimyasal mücadele, EZY programlarında en son başvurulması gereken bir mücadele yöntemi olup, ekonomik ve ekolojik olarak bir zorunluluk bulunmadığı sürece, kimyasal mücadeleye yer verilmemesi gerektiği belirtilmektedir.

Entegre mücadele çalışmalarıyla; kimyasal mücadeleye alternatif olabilecek, biyoteknik mücadele çalışmaları, biyolojik mücadele çalışmaları, toksikoloji ve direnç çalışmaları ile aşırı pestisit kullanımının önüne geçilmesi, dayanıklı çeşitlerin kullanımı(CRISPR / Cas9 vb.), genetik mücadele, mekanik ve fiziksel mücadele ile kültürel tedbirler gibi mücadele yöntemlerine öncelik verilmekte, yapay zeka uygulamaları, tahmin uyarı modelleri vb. dijital teknolojiler kullanılarak yeni mücadele metotlarına yönelik Ar-Ge çalışmaları yapılmaktadır.

Son zamanlarda iklim faktörlerinde görülen değişimler bitki hastalık, zararlı ve yabancı otların habitat ortamlarını, coğrafi dağılımlarını, bulunma oranlarını, çeşitliliğini ve mücadelede kullanılan Bitki Koruma Ürünlerinin etkinliğini değiştirmekte, mevcut zararlı türler istilacı tür durumuna geçebilmekte ve bitki hassasiyetinde artışlar meydana gelmektedir. İklim değişikliği bir yandan biyolojik çeşitliliği etkilerken, diğer yandan ekstrem koşullara rahatlıkla adapte olan istilacı yabancı türlerden kaynaklanan biyolojik istilaları da teşvik etmektedir.

İklim değişikliği nedeniyle istilacı olabilme potansiyeli taşıyan yabancı türlerin yayılmadan ve istilacı özelliği kazanmadan önce tespit edilmeleri, eradike edilmeleri ya da kontrol altına alınmaları gerekmektedir. Mücadelede kullanılan pestisitlere karşı zararlı organizmaların dayanıklılık kazanması, çevre ve insan sağlığının olumsuz etkilenmesi nedenleri ile kimyasal mücadeleye alternatif çevre dostu ve daha ucuz mücadele yöntemlerine geçilmesini zorunlu hale getirmiştir. Bu yöntemler arasında en ümit verici, çevre dostu, ucuz ve sürdürülebilir olanı ise yer alan biyolojik mücadeledir.

Biyolojik mücadele, bitkisel üretimde ekonomik kayıplara yol açan zararlı organizmalarla mücadelede doğada var olan faydalı organizmaların kullanılması olarak kısaca tanımlanmaktadır.

Alternatif mücadele yöntemlerinden bir diğeri Biyoteknik mücadeledir. Biyoteknik mücadele; zararlı organizmaların direk olarak öldürülmesi yerine bazı tekniklerle normal seyrindeki biyolojik ve fizyolojik davranışlarının engellenerek kontrol altına alınmasıdır. Biyoteknik mücadelede; Feromon tuzak sistemleri veya cezbediciler, yumurtlamaya mâni olucular, uzaklaştırıcılar, beslenmeyi engelleyiciler, kısırlaştırıcılar, böcek gelişmesini engelleyici ve düzenleyiciler, kısır böcek salma yöntemi gibi bazı doğal veya sentetik bileşik ya da yöntemlerden yararlanılır.

Bitkisel üretimde EZY'de hastalık ve zararlılarla mücadelede önemli bir yer tutan tahmin-uyarı sistemi, bitkisel üretimde hastalık ve zararlılarla mücadelede ilaçlamanın gerekli olup olmadığına karar vermek, en uygun ilaçlama zamanını saptamak, üreticileri uyarmak ve böylece para, enerji ve zaman kaybını önlemek, ilaçların çevreye yaptığı zararı en aza indirmek amacıyla geliştirilmiş ve uygulamaya aktarılmış bir sistemdir. İlk olarak elma bahçeleri ve

bağlarda araştırılmıştır. Elma iç kurdu, Elma karaleke hastalığı, Bağ Salkım güvesi, Bağ Mildiyösü, Zeytin Halkalı leke de tahmin ve uyarı sistemleri kullanılmaktadır.

İklim değişikliği ile bazı kültür bitkilerinde kök çürüklüğü hastalıklarında artış görülmektedir. Ülkemiz açısından toprak kökenli patojenlerden en fazla zarar gören patates, mısır, buğday, pamuk, yer fıstığı, fasulye, çeltik, soya fasulyesi ve soğandır. Toprak kökenli patojenlere yönelik yürütülen projeler ile tarım alanlarımızda sorun oluşturan toprak kökenli patojenleri yaygınlık haritalarını oluşturmak, konukçu tercihleri, coğrafik değişimleri, zarar seviyeleri, olası yeni patojenlerin durumlarını belirlemek, takip etmek ve çözüm stratejileri geliştirmek amaçlanmaktadır.

Bitki hastalıkların biyolojik mücadelesinde kullanılan yöntemlerden birisi de bakteriyofajlardır. Bakteriyofaj kullanımı, potansiyeli olan ve gelişmekte olan bir alandır. Bakteriyofaj'lar ya da kısa adı ile Faj'lar bakterilerin zorunlu parazitleri olup, ancak canlı hücre içinde çoğalabilen virüslerdir. Ateş Yanıklığı, Zeytin Dal Kanseri, Domates Yetiştiriciliğinde Sorun Olan Bakteriyel Kökenli Yaprak Hastalıklarının Mücadelesinde Bakteriyofajların Kullanım Olanaklarının Araştırılmasına yönelik Ar-Ge faaliyetleri yürütülmektedir.

Son yıllarda tarımsal faaliyetlerde insansız hava araçları sık kullanılmaya başlanmıştır. İlaçlama, gübreleme ve haritalama yapabilen bu insansız hava aracı sistemleri, büyük ölçekli tarım alanlarında faaliyetlerini sürdüren çiftçi ve özel sektörün ilgi odağında yer almaktadır.

Öneriler

1- "İklim Değişikliği ve Bitki Sağlığı Konuları" kapsamında çalışma grubu kurulması ve eylem planı oluşturulması

2- İklim değişikliğine bağlı olarak ortaya çıkan istilacı türler ve bitkisel üretimde sorun olan zararlı organizmaların mücadelesine yönelik eylem planları hazırlamak,

3- İklim değişikliğinin bitki sağlığı üzerindeki etkisinin değerlendirilmesi ve yönetimi konusundaki Ar-Ge çalışmalarının yapılması

4- Bitki sağlığı politikalarını ulusal ve uluslararası iklim değişikliği tartışmalarında gündeme getirilmesi

5-İklim değişikliğine karşı uluslararası iş birliği ve bilgi paylaşımı

6-İklim değişikliğinin bitkisel üretimde sorun olan hastalık, zararlı ve yabancı otlar üzerindeki olumsuz etkilerini azaltmak için dayanıklı bitki çeşitleri geliştirilmesine yönelik Ar-Ge çalışmalarının artırılması

7-Hastalık, zararlı ve yabancı otların tespit, tanı, izlenmesi ve mücadelesine yönelik gelişmiş sensör, İnsansız Hava Aracı kullanımı ve dijital tarım teknolojilerinin kullanılması, yenilikçi ve çevreci Ar-Ge çalışmalarının yapılması,

8-Bitki sağlığında biyoteknolojinin kullanımına yönelik Ar-Ge faaliyetlerinin artırılması

9-Pestisit kullanımını azaltmak amacıyla zararlı organizmalara karşı yeni Biyolojik, biyoteknik mücadele yöntemlerinin geliştirilmesi

10- Biyopestisit formülasyonların oluşturulmasına yönelik Ar-Ge çalışmaları

11-Zararlı organizmalara karşı tahmin uyarı sistemlerinin geliştirilmesi

12- Yerli ve milli imkanlarla bitki koruma ürünü geliştirilmesine yönelik Ar-Ge çalışmaları yapmak

13- İklim değişikliğine yönelik farkındalığı artırmanın için üreticilere eğitim verilmesi

14-İklim değişikliğine bağlı olarak zararlı organizmaların sürvey ve takiplerinin yapılması gelecekte öngörülen yayılış alanlarına yönelik Ar-Ge projeleri yürütülmesi,
15-İklim değişikliğinin mücadele yöntemlerine olan etkisinin belirlenmesine yönelik AR-GE çalışmaları

16-Karbon yutak alanlarının korunması ve oluşturulması, bu amaçla örtücü bitki kullanımının artırılmasına yönelik AR-GE çalışmalarının yapılması

5.3.1. Abiyotik ve Biyotik Stres Koşullarına Dayanıklılık

Küresel iklim değişikliği gün geçtikçe abiyotik stres faktörlerinin olumsuz etkisini artırarak verim ve kalite kayıplarına sebep olmaktadır. İklim değişikliği ile birlikte, kuraklık başta olmak üzere, yüksek sıcaklık, düşük sıcaklık ve sel baskınları gibi abiyotik stres faktörleri bitkisel üretimde önemli sorunlara yol açmaktadır. Bu sepele mevcut stres faktörlerine karşı bitkisel üretimde bitki sağlığını koruyucu önlemlerin alınması kaçınılmazdır. Bitkisel sağlığın korunmasında biostimulantların uygulanması, tolerant anaçların tercih edilmesi, bitki sağlığı korunarak kısıtlı sulama uygulamaları önemli yaklaşımınlar arasındadır.

Bu sebeple mevcut abiyotik stres faktörlerinin ülkemizde bulunan tarım alanlarında oluşma sıkılığı ve şiddeti kayıt altına alınarak bitki sağlığını koruyacak tedbirlerin belirlenmesi gerekmektedir. Bu amaçla farklı abiyotik stres faktörlerine karşı bitki sağlığını korumak için yapılan araştırmalar desteklenmeli ve ortaya çıkan etkin uygulama yöntemleri (biyostimulant uygulamaları, tolerant anaçların tercih, kısıtlı sulama, fenolojik dönemlerde etkin su miktarı) hayata geçirilmelidir.

Abiyotik stres faktörünün (kuraklık, yüksek sıcaklık, düşük sıcaklık ve sel baskınları) etkisinin ve şiddetinin yüksek olduğu tarım alanlarında ise belirtilen stres faktörlerine uyumlu tür ve çeşitlerin yetiştirilmesini teşvik edecek uygulamalara yer verilmelidir.

Hastalık, zararlı ve yabancı otlardan kaynaklı ve bitkilerde biyotik strese neden etkenler %100'e varan düzeyde ürün kayıplarına neden olmaktadır. Başlıca küresel ısınma ve su stresi kaynaklı iklim değişikliği çok sayıdaki hastalık, zararlı ve yabancı otun yaşam döngüleri üzerinde kritik değişikliklere neden olarak mevcut bazı etkenlerin zarar seviyelerinde azalışlara neden olurken muhtemel daha riskli olanlarının artışına neden olmaktadır.

Pestisitler ekosistem dengesini bozarak biyolojik çeşitliliği tehdit etmekte ve gıda zinciri boyunca risk yaratarak insan sağlığı açısından çok önemli sorunlara neden olmaktadır. Ayrıca kullanımları sırasında yüksek miktarlarda su ve enerji tüketiminin yanısıra önemli karbon emisyonları meydana gelerek bitkisel üretimde su ve karbon ayak izinin artışına büyük katkıda bulunmaktadırlar.

İklim değişikliği baskısı altında değişiklik gösteren hastalık, zararlı ve yabancı otların tespiti, tanılanmaları ve coğrafi dağılımlarının belirlenmeleri bitkisel üretimde önemli ürün kayıplarının önlenmesinde etkili olacaktır.

Hastalık, zararlı ve yabancı otların kontrolünde uygun sulama stratejilerinin kullanımı, bitki, hastalık ve zararlıların biyolojileri dikkate alınarak ekim dikim zamanlarının düzenlenmesi,

zarar şiddetlerinin azaltılmasında ürün rotasyonuna alınacak bitkilerin belirlenmesi gerekmektedir.

Hastalık, zararlı ve yabancı otlara karşı, iklim değişikliği faktörleri de dikkate alınarak dayanıklı çeşitlerin araştırılması / dayanıklı çeşit geliştirme ıslah programlarının geliştirilmesi ve teşvik edilmesi önem arz etmektedir.

Bölgesel ve ülkesel karantina tedbirlerinin titizlikle uyulmalı ve uzmanları tarafından düzenli aralıklarla hastalık, zararlı ve yabancı ot kontrolleri ile soruna anında müdahale edilmelidir.

Pestisit kullanımlarının çok sayıdaki olumsuz etkileri nedeni ile pratik çiftçi uygulamalarını da içeren kültürel ve fiziksel önlemlerin kullanımına önem verilmelidir.

Etkililik düzeyleri, insan ve çevre sağlığı üzerindeki etkileri için gerekli araştırmalar ve kullanımları hakkındaki yasal düzenlemelerle biyo-pestisitlerin geliştirilmesi ve kullanımlarının yaygınlaştırılması gerekmektedir.

5.3.2. Bitki Koruma Ürünlerine Alternatif Yöntemler

Türkiye'de pestisitlerin insan ve ekosistem üzerindeki olumsuz çok sayıdaki etkisi bilinmektedir ve bunların kullanımına ilişkin denetim mekanizmalarının güçlendirilmesinin, halk sağlığını korumaya yönelik önleyici politikaların hayata geçirilmesinin ve bu alandaki verilerin şeffaf bir şekilde kamuoyuyla paylaşılmasının zorunlu hale gelmelidir.

Türkiye'de pestisitlerin sağlık üzerindeki akut ve kronik etkilerini izlemek amacıyla yürütülen veya desteklenen bilimsel araştırmalar desteklenmelidir.

Pestisit kullanımının minimum ya da hiç seviyesinde kullanımı, Türkiye tarımsal ihracatı açısından önemli olmasının yanı sıra ülkemiz içi tarımsal ürünlerin kalite ve kantitesi açısından da önem arz etmektedir.

Hastalık ve zararlı yönetiminde ilk koşul sağlıklı bitki yetiştirme olarak düşünülmeli ve bu kapsamda öncelikli olarak kanunsal ve kültürel mücadelelere ağırlık verilmelidir.

İklim değişikliği, hastalık ve zararlılara dayanıklı çeşitlerin araştırılması, ekonomik öneme sahip bitkiler için ıslah çalışmalarının yürütülmesi ve çeşit geliştirme çalışmaları en kısa sürede gerçekleştirilmelidir.

Sağlıklı bitki gelişimi sayesinde iklim değişikliği, hastalık ve zararlılara direnç sağlanabileceği göz önüne alındığında bitki gelişim düzenleyici, bitki aktivatörü, bitkiye direnç sağlayabilecek pestisit olmayan, çevre dostu kimyasalların ve mikroorganizmaların kullanımı arttırılmalıdır.

Hastalık, zararlı ve yabancı otların popülasyonlarının azaltılması ve mücadelesinde biyopestisit olarak kullanılabilecek mikrobiyal ürünlere öncelik verilmelidir.

5.4. Tarımsal Erken Uyarı ve İzleme Sistemleri

Tarımsal erken uyarı ve izleme sistemlerinin uluslararası standartlarda kurulması çiftçilerimize, planlayıcılara ve araştırmacılara, karar vericilere önemli bir bilgi desteği sağlayacaktır. Bu

kapsamda, tarımsal meteorolojik verilerin izlenebilmesi, bu verilerden etkileneceklerin erkenden uyarılabilmesi için aşağıdakilerin yapılması önerilir:

- İklim değişikliğinin tarım alanlarına (çayır ve mera dahil) yapabileceği etkiler ve bu etkileri belirlemek için gerekli veri tabanının eksikleri belirlenmeli; bunun için gerekli ölçüm sistemleri ve ölçüm ağı geliştirilmeli, oluşturulması; kullanılacak yöntemlerin belirlenmeli, geliştirilmeli; bu verileri toplayacak, analiz edecek araştırmacı ve personelin eğitimi ve sürdürülebilirliği sağlanmalıdır.
- Tarımsal meteorolojik veri tabanında kullanılacak yöntemlerin, modellerin, yaklaşımların, günümüzde ve gelecekte ihtiyaç duyduğu, duyacağı verilerin (zamansal çözünürlükleri dikkate alınarak) mevcut durumu tespit edilmeli, eksikler belirlenmeli ve geliştirilmelidir.
- Tarım alanlarında kurulacak ölçüm ve erken uyarı sistemlerinde öncelikle ulusal, bölgesel ihtiyaçlar göz önünde bulundurulmalı ve uluslararası kurumların ölçüm, izleme, kayıt standartlarına, özelliklerine uyulmalı, bu çerçevede ölçüm sistemleri geliştirilmeli ve ölçümler tek bir yerden yürütülmeli, ölçüm aletlerinin düzenli bakım ve kalibrasyonları yapılmalıdır. Tarımsal Meteorolojik ölçümler ve ölçüm ağlarının kurulumu Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü (MGM) tarafından yapılmalıdır. Tarımsal meteorolojik ölçümlerde, MGM ve onun da dikkate aldığı Dünya Meteoroloji Organizasyonu (WMO) ölçüm, izleme ve kayıt standartları kullanılmalıdır. MGM Tarım ve Orman Bakanlığı'nın kurulacak iklim değişikliği ve tarım, orman ilişkilerini araştıran merkeze verileri anlık olarak iletmelidir.
- Tüm bu izleme ve uyarı sisteminin geliştirilmesinde ve oluşturulmasında tarımsal meteoroloji konusunda uzman ve tecrübeli akademisyenlerden ve araştırmacılardan yararlanılmalıdır. Uluslararası gelişmeler izlenmeli ve kurulacak merkez bu gelişmelerden ülkemize yararlı olanlarını dikkate almalıdır.

İklim değişikliğine bağlı bitkisel üretimdeki sorunlara hızlı ve etkili müdahale büyük önem taşımaktadır.

Doğal bitki sirkadiyen ritimlerini ve stresin gen ifadesi üzerindeki etkilerini anlamak, bitki sağlığı ve dolayısıyla ürün verimleri üzerindeki olumsuz etkileri azaltmak için gerçek zamanlı tüm bitki görüntüleme stratejilerinin geliştirilmesine yardımcı olacaktır. Bitki yetiştirme, ürün geliştirme, tohum üretimi veya genel olarak tarımsal biyoteknoloji için, kontrollü çevre koşulları altında tüm bitki çok pozisyonlu görüntüleme güçlü bir teknoloji çözümü sunacaktır.

Ülkemiz iklim ve coğrafik koşullarında farklılıklar gösterebilecek hastalık simptomlarına özel görüntüleme programları geliştirilerek tahmini hastalık tanılarını hızlı bir şekilde yapabilmek mümkün olacaktır.

Bitki fenolojisi, toprağın fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik karakteri, bölge ya da il/ilçe bazında meteorolojik veriler, bitki hastalık etmeni patojenlerin yaşam döngüleri, fungal, bakteriyel ve viral etmenlerin türler ve ırkları düzeyindeki bilgiler interaksiyon olarak değerlendirilerek hastalık çıkışları ve şiddeti belirlenebilir.

Hastalıklar başlamadan önce belirlenmesi hem mücadeleye başlama zamanının tespiti için hem de daha az ve zamanında pestisit kullanımına olanak sağlayacaktır. Yeni geliştirilecek hastalık ve zararlılar karşı erken tahmin ve uyarı modellerine acilen ihtiyaç bulunmaktadır.

5.5. Bitkisel Üretimden Kaynaklı Sera Gazı Emisyonlarının Azaltılması ve Yutak Alan Kapasitelerinin Arttırılması.

Sera gazı bütçesinde tarımdan kaynaklanan payda, bitkisel üretim ve bu üretim için kullanılanlar yer almaktadır. Toprak, kimyasal gübre, çeltik yetiştirilmesi ve az da olsa anız yakılması, tarımsal faaliyetler için fosil yakıt kullanılması gibi bitkisel üretimden kaynaklanan emisyonlar vardır. Kimyasal gübre kullanımı özellikle azotlu gübreler tarım kaynaklı sera gazı emisyonlarının önemli bölümünü oluşturmaktadır. Tarım kaynaklı emisyonları azaltmak için pek çok yöntem bulunmaktadır. Örneğin baklagiller ile münavebe bunlardan birisidir. Tarımsal üretimde bakliyatlar toprak karbon stoklarının arttırılmasında önemli bir yere sahiptir. Bakliyatlar, köklerindeki rhizobium bakterileri sayesinde atmosferdeki azotun toprağa bağlanmasını sağlarlar. Havada zararlı olan azotun faydalı olduğu toprak kütleye fiksasyonu ise toprak sağlığı ve bitki gelişimi açısından önem sağlar. Ayrıca toprak organik madde içeriği artarken, kimyasal gübre ihtiyacı da azalır. Baklagillerin kök sistemleri ise toprağı havalandırmaya ve su infiltrasyonunu iyileştirmeye yardımcı olur. Baklagil tarımı diğer tarımsal ürünlere oranla daha az toprak işlemeye ihtiyaç duymaktadır. Bu da toprak bozulmasını en aza indirmeye ve depolanan karbonun salınmasını önlemeye yardımcı olur.Tarım alanlarında ekim nöbeti uygulaması su, toprak kullanımı, hastalık ve zararlı mücadelesinde önemli olup baklagiller rotasyonda kullanımı en uygun bitki türleridir.

Bunların yanısıra özellikle meyve ağaçları gibi çok yıllık bitkiler, çayır ve mera alanlarımız ulusal sera gazı bütçemizde yutak potansiyeline sahiptirler. Bu bağlamda bitkisel üretimden kaynaklanan sera gazı emisyonun azaltılması ve yutak kapasitesinin artırılması için ülkemizde yapılması gerekenler ile ilgili öneriler aşağıdadır:

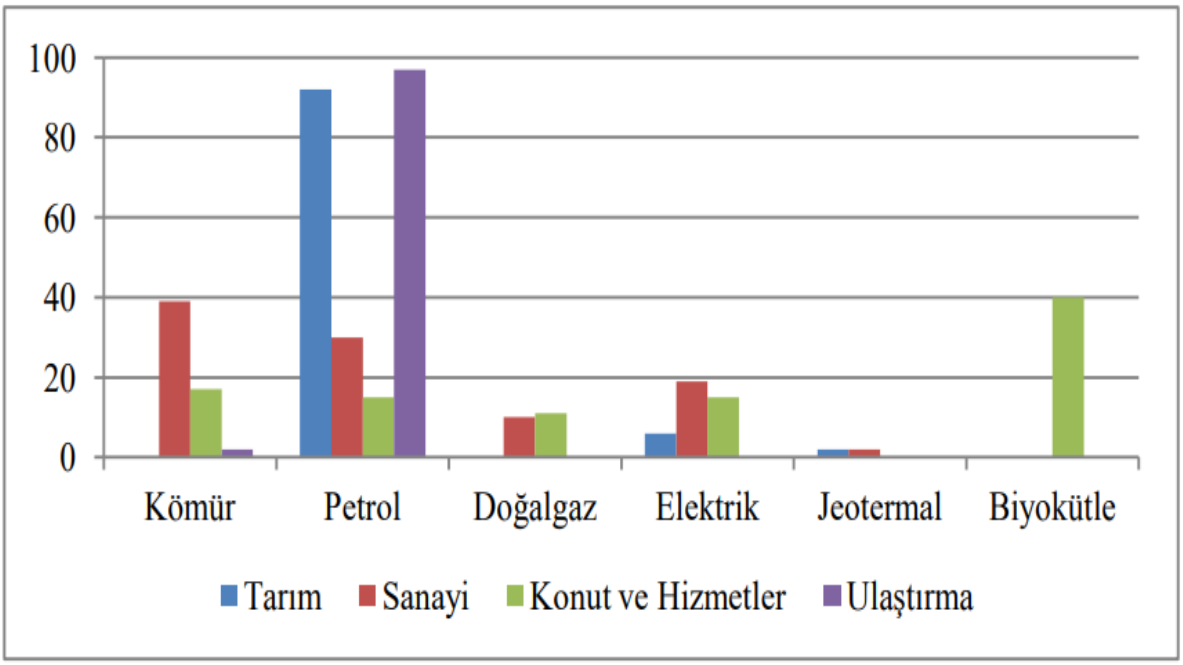
- Bitkisel üretimden kaynaklanan emisyonları azaltabilmek için üretimin bileşenlerinin herbiri ile ilgili diğer ülkelerde yapılan araştırmaları da dikkate alarak, ülkemizde emisyon azaltım ve yutak artırım yöntemleri belirlenmeli, geliştirilmeli ve son kullanıcıların bunları kullanması teşvik edilmelidir.
- Sera gazı azaltım ve yutak miktarının arttırılması için yapılacak araştırmalar uluslararası kabul gören yöntem ve teknolojilere dayanmalıdır. Öncelikle bitkisel üretimden kaynaklanan sera gazı değişimi belirlenmelidir. Tarımdan ve ormanlardan kaynaklanan sera gazı emisyon ve yutak miktarları, uluslararası kabul edilen, modern, yaygın kullanılan yöntem ve teknolojiler ile ölçülmeli, belirlenmeli; bunun için gerekli ölçüm ağı kurulmalı; model geliştirilmeli ve gerekli emisyon ve yutak değerleri bu sektörlerin her bir bileşeni için tespit edilmelidir. Bu kapsamda mikrometeorolojik yöntem ve teknolojilerin tarım, orman ve su kaynaklarında sera gazı değişiminin belirlenmesinde kullanılması sağlanmalı, yöntem ve teknolojilerdeki gelişmeler sürekli takip edilmeli ve değişimlerin gerekli olanlarına ayak uydurulmalıdır.
- Tarımdan kaynaklanan sera gazı emisyonu bileşenlerinin emisyon ve yutak kapasiteleri belirlendikten sonra, azaltım stratejileri ülkemizde test edilmeli ve geliştirilmelidir.

- Ormanların sera gazı yutak kapasiteleri uluslararası standartlarda ve mikrometeorolojik yöntemler ile belirlenmeli ve ormanlarımıza özgün ulusal sera gazı katsayılarımız elde edilmelidir. Ormanlar'da da sera gazı ölçüm ağı oluşturulmalı ve bu ölçümler, analizler Mikrometeoroloji ve Tarım-Orman Meteorolojisi konusunda tecrübeli uzmanlar tarafından yapılmalıdır.
- Bitkisel üretimin iklimi, iklimin bitkisel üretimi nasıl etkilediğinin belirlenebilmesi, gelecek planlarının yapılabilmesi, stratejilerinin belirlenebilmesi veya revize edilebilmesi için, tarım orman meteorolojisi ve uygulamalı mikrometeoroloji alanındaki öğretim üyeleri ve araştırmacıların öncülüğünde oluşturulacak bir "bilim ve danışma kurulu" tarafından planlamaların yapılmalıdır.
- Tarım ve Orman Bakanlığının ilgili kurumlarında, iklim değişikliği ile tarım, orman ilişkilerini analiz edebilmek için Meteoroloji Mühendislerinin de istihdam edilmesi ve bu mühendislerin diğer disiplinler ile birlikte çalışarak ülkemizin bu alandaki problemlerine çözümler bulması için gerekli altyapı ve organizasyon kurulmalıdır.
- Ülkemizde "İklim değişikliği-tarım-orman" ilişkilerini izleyecek, analiz edecek ve planlayıcılara, karar vericilere veri ve bilgi desteği sağlayacak, uluslararası alanda ilgili konularda toplantılarda ülkemizi temsil edecek ve alınan kararların uygulanmasını sağlayacak, bir araştırma merkezi kurulmasında yarar vardır. Bu merkezin bağlı olacağı bir "İklim Değişikliği Daire Başkanlığı"nın ilgili genel müdürlük/lerde kurulmasında yarar vardır. Bu merkezlerde görev yapacak personelin eğitimleri araştıracakları alanlara uygun olmalıdır.
- Ülkemizde kurulacak iklim değişikliği ile ilgili bu merkez veya organizasyonun faaliyetleri, tarım ve orman meteorolojisi konusunda uzun yıllardır çalışan, ulusal ve uluslararası yayınları olan bir "bilim ve danışma üst kurulu" gözetiminde ilerlemelidir. İklim değişikliği ile ilgili ulusal ve uluslararası toplantılarda ülkemizi bu bilim ve danışma kurulu üyeleri ve merkezde çalışan tecrübeli araştırmacıların temsil etmesi sağlanmalıdır.
- Diğer ülkelerdeki iklim değişikliği ve bunun tarıma olası (ülkemiz ithalat ve ihracatı için önemli ürünler için) etkilerini takip edecek bir organizasyonun da oluşturulmasında veya geliştirilmesinde yarar vardır.

5.6. Yenilenebilir Enerji

Tarım sektöründe bitkisel ve hayvansal üretim işlemleri belirli miktarda enerji kullanımını gerektirmektedir. Tarımda enerji kullanımı, doğrudan ve dolaylı enerji kullanımı olmak üzere iki grupta incelenebilir: Doğrudan enerji kullanımı: bitkisel üretimde, büyükbaş ve küçükbaş hayvan yetiştirmede, tarım ürünlerinin taşınmasında, tarımsal ürünlerin işlenme ve değerlendirilmesinde kullanılan elektrik, petrol ürünleri, doğal gaz, kömür vb. enerjilerin kullanımın kapsar. Dolaylı enerji kullanımı ise tarımsal mekanizasyon araç ve makinaları, kimyasal gübreler, tarım ilaçlarının üretim, paketleme ve taşınmasında kullanılan enerjileri kapsar.

Şekil 5.1. Sektörlerin Enerji Kullanımlarında Temel Enerji Kaynaklarının Payları (%)



Kaynak: ETKB, 2020

Tarımda enerji kullanımı, özellikle fosil yakıtlarla yapılan enerji üretimi nedeniyle çevresel etkilere yol açmaktadır. 2018'de yapılan bir araştırma, tarımsal faaliyetlerin fosil yakıt kullanımı sonucu yıllık CO2 emisyonlarının %15-20 oranında arttığını belirlemiştir. Bu nedenle, tarımda yenilenebilir enerji sistemlerinin entegrasyonu çevresel etkileri azaltmada büyük rol oynamaktadır (Şahin, 2018). Ayrıca şekilde 1'de görüldüğü gibi enerji kullanımlarında enerji kaynaklarına bakıldığında en çok petrol ve ardından elektrik enerjisi kullanılmaktadır. Bunun için tarım sektöründe yenilenebilir enerji gün geçtikçe önemli hale gelmiş olup gelişen teknoloji ile yenilenebilir enerji kullanımı artırılmalıdır. Bunun için tarım ve hayvancılık sektöründe yenilenebilir enerji kullanımı artırılması için yapılacaklar önerilmiştir.

- Tarım arazilerine güneş panelleri kurarak, sulama sistemleri, seralar ve tarım makineleri gibi enerji ihtiyacı olan alanlarda güneş enerjisi kullanılabilir. Özellikle sulama için elektrikli pompaların güneş enerjisi ile çalışması, büyük bir enerji tasarrufu sağlar.
- Tarım arazilerinin geniş alanları, rüzgâr enerjisi santralleri kurmak için uygun olabilir. Küçük ölçekli rüzgâr türbinleri, çiftliklerin enerji ihtiyacını karşılamak için kullanılabilir.
- Tarımsal atıklar (tütün, mısır sapları, buğday samanı gibi) biyokütle enerjisine dönüştürülerek, çiftliklerde ısıtma, elektrik üretimi veya biyogaz üretimi için kullanılabilir. Bu yöntemle atıklar da değerlendirilmiş olur.
- Hayvansal atıklardan biyogaz üretmek, tarım işletmeleri için enerji kaynağı sağlayabilir. Ayrıca, biyogaz üretimi çiftliklerdeki gübre yönetimini de iyileştirir.
- Yenilenebilir enerji kullanımı, su ve enerji verimliliği artıran modern tarım teknikleriyle desteklenmelidir. Örneğin, enerji verimli sulama sistemleri, damla sulama veya yağmurlama sistemleri, gereksiz su kullanımını önlerken, güneş enerjisiyle çalıştırılabilir.

- Sera içinde enerji verimliliği sağlamak için güneş enerjisinden faydalanılabilir. Güneş enerjisiyle çalışan ışıklandırma, ısıtma ve havalandırma sistemleri, sera üreticilerinin enerji maliyetlerini azaltabilir. Ayrıca ısıtma için jeotermal enerji kullanımı artırılabilir.
- Çiftçilere yenilenebilir enerji teknolojilerinin faydaları, verimlilik artırıcı etkileri ve uzun vadeli tasarruflar konusunda eğitim verilmesi çok önemlidir. Ayrıca, bu tür teknolojilere yatırım yapmalarını teşvik edecek finansal destekler veya teşvikler sağlanabilir.
- Yenilenebilir enerji yatırımlarını teşvik etmek için hükümetler, düşük faizli krediler, hibe programları ve vergi indirimleri gibi teşvikler sunabilir. Ayrıca illerin bulunduğu şartlar göz önünde bulundurularak tesislerde ya da bahçelerde yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı politika haline gelerek en yüksek oranda faydalanılabilir.
- Enerji Tabii Kaynaklar Bakanlığı ve Tarım ve Orman Bakanlığı arasında tarımsal üretimde kullanılan enerji planlamaları oluşturarak ve dünyada yeni çalışmaları takip eden ve uygulayıcı görevi olan bir birim oluşturulabilir.
- Yerli kaynakların değerlendirilmesi açısından biyoyakıt üretimi ile ilgili tüm yasal düzenlemeler ve uygulamalar tamamlanabilir.
- Yeşil şehirler, yeşil binalar aracılığı ile yenilenebilir enerji kullanımı artırılmalı ve böyle projeler ile farkındalık artırılmalı.
- Sertifikasyonlu yeşil ürünler sunan şirketler ya da markalara desteklemelerin artırtılması.

6. HAYVANSAL ÜRETİM

6.1. İklim Değişikliğinin Hayvansal Üretim Üzerine Etkileri

Tarım sektörü içerisinde üretilen değerin %40'ı hayvancılık sektöründen kaynaklanırken dünyadaki yaklaşık 1,3 milyar insanın geçimi doğrudan ve dolaylı olarak bu sektörden sağlanmaktadır. Diğer taraftan, hayvancılık sektörüne yönelik arazi kullanımı ve bu arazilerin dönüşümünden ortaya çıkan CO_2 emisyonu, insan faaliyetleri sonucu ortaya çıkan toplam CO_2 emisyonunun ancak %9' undan sorumludur. Ancak, burada dikkat edilmesi gereken nokta, küresel ısınmaya katkısı CO2'nin 296 katı olan ve çok daha zarar verici nitelikteki Nitroz oksit (N_2O) in hayvancılık faaliyetleri sonucu büyük oranda üretilmesidir. İnsan faaliyetlerinden kaynaklanan toplam N_2O'nun %65'inden hayvansal üretim sorumludur. Hayvan gübresi büyük ölçüde N_2O'nun temel üreticisidir. Ayrıca insan faaliyetleri sonucu üretilen metan gazının (CH_4) %37'si (küresel ısınmaya katkısı CO_2'nin 23 katı olup 8 yıl boyunca atmosfer içinde kalabilir) büyük ölçüde çiftlik hayvanlarının sindirim sisteminden çıkmaktadır. Yine asit yağmurlarının oluşmasında rol oynayan amonyak (NH_3)'ın %64'ü de hayvancılık sektöründen ortaya çıkmaktadır.

Son birkaç on yılda, küresel çapta hava koşulları belirgin şekilde değişmiştir (IPCC 2007). Bu iklim değişiklikleri, tropikal, kurak veya Akdeniz bölgeleriyle sınırlı değildir. Orta ve Kuzey Avrupa (EEA-JRC-WHO 2008) ile ABD (Adams ve ark. 1990) bölgelerinde de son birkaç on yılda belirgin değişiklikler olmuştur ve bu değişiklikler, daha aşırı hava olayları ve mevsimsel değişiklikler ile karakterizedir. Bu değişiklikler arasında daha sıcak yazlar ve daha uzun, daha yağışlı kış sezonları yer almaktadır (Silanikove ve Koluman 2015). Isınmanın yüzyıllar

boyunca devam etmesi ve Orta-Kuzey Kuzey Amerika ve Avrupa'da daha sık yaz sıcak hava dalgaları ile kışın daha yoğun yağışlar görülmesi beklenmektedir. Bu durum, en mütevazı ısınma senaryoları altında bile öngörülebilir bir gelecek olup, bu durumun hayvancılık sektörü üzerinde önemli bir etkisi olması muhtemeldir (Silanikove ve Koluman 2015). İklim değişikliğinin süt üretimi üzerindeki etkileri, hem doğrudan, hayvanlar üzerindeki etkiler hem de dolaylı olarak, bitkisel üretim, zararlılar ve patojenlere daha fazla maruz kalma yoluyla gerçekleşmektedir (Gauly ve ark. 2013). Bu olumsuz etkiler, dünyadaki nüfus artışı ile ilişkili olarak artan gıda talepleri karşısında meydana gelmektedir (Godfray ve Garnett 2014). Hayvansal ürünlere olan talep, bazı ülkelerdeki hızlı gelir artışı ile ilişkilidir (Haq ve Ishaq 2011). Diğer taraftan, hayvancılığın sera etkisine (Steinfeld ve ark. 2006; EPA 2011) katkısı ve dolayısıyla küresel ısınmaya olan etkisi konusunda artan bir farkındalık vardır. Hayvansal üretim sistemleri ve iklim değişikliği kavramı, birbirleriyle etkileşimde bulunarak son zamanlarda gündemde popüler bir konu olmuştur (Silanikove ve Koluman 2015).

İklim değişikliğinin hayvancılık üretimi üzerindeki etkileri, iklimsel faktörlerin doğrudan veya dolaylı etkileri olarak analiz edilebilir. Bu bölümde, bir hayvanın çevre ile etkileşimi, onun fizyolojik durumu, hayvanların doğal kaynak kullanım sorunları ve tarımsal üretimin atık yönetimi önemli hale gelmektedir. Hayvancılık üretimini etkileyen diğer bir baskı unsuru, sera gazı emisyonlarını azaltmaya yönelik siyasi, sosyal ve ekonomik yaptırımlardır. Toplam sera gazı emisyonu, hayvan sayısıyla yakından ilişkilidir. Bu bağlamda, üretimde yüksek verimli hayvanların kullanılması, gelecekte hayvancılık üretimi açısından önemli bir strateji haline gelmelidir. Bu amaçla, özellikle çevre ile genetik etkileşimlerin iyileştirilmesine yönelik belirli uygulamalar öne çıkacaktır. İklim koşullarındaki bir iyileşme, bir hayvanın biyolojik kapasitesi ile ekonomik üretim düzeyiyle yakından ilişkilidir. Buna göre, bu iki faktör, hayvandan elde edilecek verim seviyesini etkiler. Bu nedenle, hayvanın türüne göre genetik kapasitenin iyileştirilmesine ve hayvandan elde edilen üretim seviyesinin artırılmasına yönelik çabalar gösterilmelidir. Biyolojik çevresel koşullar, doğal kaynakların geleneksel yöntemlerle kullanılmasını tercih ederek üretimin alan başına arttırılması açısından dikkate alınmalıdır. Bu bağlamda, doğal yaşamı koruma ve organik üretim konuları önemli hale gelmektedir. Ayrıca, maddelerin kontrolsüz kullanımından kaynaklanan biyolojik etkiler, yeni hastalıkların ortaya çıkmasına yol açmaktadır. Kirlenmiş çevre koşulları, hayvancılık üretiminden salınan sera gazlarından ve atık yönetiminin etkili bir şekilde yapılamamasından kaynaklanmaktadır. Bu nedenle, üretimde ve insan sağlığında belirli olumsuz koşullar ortaya çıkmaktadır.

Gıda, insanlık için doğal olarak yaşamın vazgeçilmez tek girdisidir. Bu nedenle, gıda üretimini içeren tarımsal faaliyetler ve doğa-tarım ilişkisi her zaman gündemde olmuştur. Yukarıda belirtildiği gibi, geleneksel girdilerin yoğun kullanımı ve doğal kaynaklar üzerindeki baskılar, tarımı iklim değişikliği sürecinde sorumlu ve sorgulanan bir alan haline getirmiştir. Hayvansal ve bitkisel üretimler ile bu üretimlerde uygulanan yöntemler, öncelikle sera gazı emisyonları açısından değerlendirilmelidir. Stubble yakma ve benzeri faaliyetlere alternatif bulunamaması, hayvancılıkta uygun bir diyet ve kaliteli yem kullanımı ve üretim ile hayvan nakil süreçlerinde ortaya çıkan kirlilik gibi problemler, iklim değişikliği sürecinde dikkate alınmalıdır. Bu noktada, geleneksel üretim sistemleri bir diğer tartışma konusu olacaktır.

Yerel keçi ırklarının yerel kaynaklarının avantajlarını ve dezavantajlarını, bölgesel bir projeksiyon içinde daha iyi anlamak, uzun vadede uygulanacak adaptasyon programlarının başarısı açısından oldukça önemlidir. Genetik ve biyoteknolojik yaklaşımların uygulanması, İD' ye uyumun iyileştirilmesi için bir araçtır. Ancak bu incelemede, yerel aşırı çevre koşullarına karşı direnç ve dayanıklılık sunan yerel gen kaynaklarının önemini vurgulamak istiyoruz. Yerel keçilerin canlı ağırlığı ve üretkenlik seviyesine göre metan emisyonunun dikkate alınması da böyle bir yaklaşımla ele alınmalıdır. Bu konuda yapılmış bir pilot çalışma aşağıda açıklanmıştır. Türkiye'deki hayvancılıktan kaynaklanan metan emisyonu üzerine yaptığımız hesaplamalar, IPCC'ye (2007) göre sığır, koyun ve keçilerin farklı yaş ve fizyolojik durumlarına göre, hayvan başına gastrointestinal sistemden veya gübre yoluyla salınan metan gazlarını dikkate almıştır (Tablo 5.1; Görgülü ve ark. 2009'a dayalı).

Tablo 5.1. Türkiye'deki sığır, koyun ve keçilerin yıllık enterik ve gübre kaynaklı metan emisyonu,

Türler	Enterik, ton	Gübre, ton	Toplam, ton	Enterik, %	Türler, %
Sığır	675,394	108,457	783,850	86,16	76,53
Koyun	203,800	6,114	209,914	97,09	20,49
Keçi	29,600	888	30,488	97,09	2,98
Toplam	908,794	115,459	1,024,252		

Kaynak: Görgülü ve ark. 2009'a dayalı

Hayvancılıktan kaynaklanan sera gazlarının çoğunluğu, esas olarak rumende gerçekleşen sindirim sürecinden kaynaklanmaktadır; az bir kısmı ise gübre ve yem üretiminden gelmektedir. Türkiye'deki ruminantların metan emisyonunun yaklaşık 1 milyon ton olduğu tahmin edilmektedir ve bunun %85'inden fazlası enterik kökenlidir. Ayrıca, toplam emisyonun %76'sının sığır nüfusundan kaynaklandığı düşünülmektedir. Bu tahmin, 2000 yılında Devlet İstatistik Enstitüsü (DİE) Çevre İstatistikleri Şubesi tarafından yapılan önceki tahminle karşılaştırıldığında bir artışı temsil etmektedir. Bu kaynağa göre, enterik fermantasyon sonucu salınan metan toplamda 692.000 ton olup, gübrelerden kaynaklanan emisyon ise 37,6 ton olmuştur (TÜİK 2009).

Metan emisyonunun hayvanların kuru madde tüketimi ile ilişkili olduğu bir gerçektir. Bu nedenle, yemlerin yetersiz alımının metan üretimini sınırlayabileceği, yüksek metan üretiminin ise Türkiye'deki yem oranındaki dengesizlikten kaynaklandığı söylenebilir. Bu durum, düşük yem alımıyla nispeten dengelenebilir ancak tercih edilmez.

Ayrıca, hayvan nüfusu, yoğun bir sistemde yüksek verimli hayvanların lehine arttıkça, her bir hayvandan salınan metan gazı miktarı daha yüksek olmaktadır. Daha az canlı ağırlığa ve daha düşük üretkenliğe sahip yerel ırklar, daha az metan emisyonu yapmaktadır ve bu durum, bu hayvanların üretim amaçlı kullanımı açısından gelecekte bir avantaj sağlayacaktır.

Sera gazları (CH_4, CO_2 ve nitroz oksit) Dünyanın sıcaklığını artırma kapasitesine sahiptir ve dolaylı olarak iklim değişikliği ve küresel ısınmadan sorumludur. CO_2'den sonra, metan (CH_4), küresel ısınmada ikinci önemli gazdır. Hayvancılık, toplam sera etkisinin yaklaşık %2.5-4' ünden sorumludur (Crutzen ve ark. 1986) ve farklı türler bu sorunda rol oynamaktadır; bu

etkiler, farklı yöntemlerle belirlenebilir. Keçi üretimi de küresel ısınmaya katkıda bulunan metan emisyonuyla ilişkilidir. Yaklaşık 700 g/kg metan üretimi antropojenik kaynaklardan gelmektedir. Tarım, bunun yaklaşık 2/3'ünden; enterik fermantasyon, tarımdan kaynaklanan metanın 1/3'ünden sorumludur (Moss ve ark. 2000). Johnson ve Johnson'a (1995) göre, hayvanların enterik fermantasyonu sonucu her yıl 80 milyon ton CH_4 üretilmektedir ve bunun 730 g/kg'ı sığırlara aittir (Johnson ve Johnson 1995). 1057 milyon koyunun (her biri 9 kg CH_4 emisyonuna neden olur) ve 677 milyon keçinin enterik fermantasyonundan kaynaklanan emisyon, 200 g/kg'ı bulmaktadır (Mbanzamihigo ve ark. 2001). Metan (CH_4), sadece koyun ve keçilerden kaynaklanan önemli bir sera etkisi gazı olmakla kalmaz, aynı zamanda enerji alımının kaybını da gösterir (Johnson ve Johnson 1995).

6.2. Büyükbaş Hayvan Yetiştiriciliği

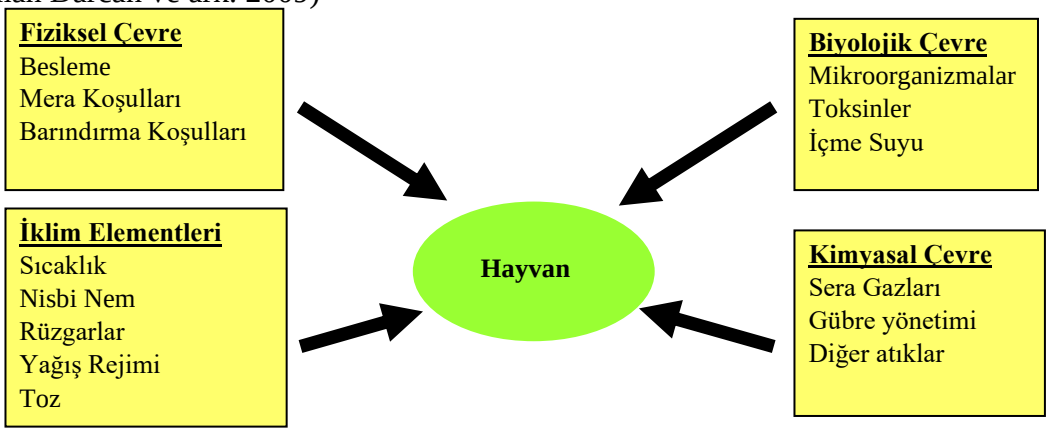
İklim değişikliği, hayvan yemlerinin kalitesi ve miktarı, besleme stratejileri, otlakların mevsimsel kullanılabilirliği, genetik çalışmalar (melezleşme vb.) ve hayvan sayısı gibi alanlarda dolaylı etkiler yaratması muhtemeldir. Hayvan yemi kalitesi ve miktarı, hazırlanan rasyonlarla ilgili olarak önemlidir. Hayvan yemi olarak kullanılan tahıllar (buğday, arpa vb.) ve yağlı tohum kalıntıları (pamuk tohumu kalıntıları, ayçiçeği tohumu kalıntıları vb.) rasyonların düşük maliyetle, besin değerinden ödün vermeden hazırlanmasını sağlar (Koluman Darcan ve ark. 2009).

İklim değişikliğinin çiftlik hayvanları üzerindeki etkileri, fiziksel çevre, biyolojik çevre, kimyasal çevre ya da doğrudan iklim etkileri olarak ortaya çıkmaktadır.

Fiziksel çevre koşulları, besleme koşullarında olası değişikliklerle birlikte kendini gösterecektir. Aşırı iklim koşulları (çok sıcak ya da çok soğuk) nedeniyle barınma maliyetlerinin artması ve süt ve et üretkenliği gibi performansla ilgili bazı özelliklerin geride kalması muhtemeldir. Yapılan çalışmalarda, aşırı iklim koşullarının sığırların süt kalitesi ve miktarı üzerinde etkili olduğu ve süt verme döneminin kısalmasına neden olduğu belirtilmiştir (Chase ve Sniffen 1988; Bucklin ve ark. 1991; Alnaimy ve ark. 1992). İklim değişikliği ile üreme performansı üzerine yapılan çalışmalar, doğurganlığın azaldığını (Alnamier ve ark. 2002; De Rensis ve ark. 2002) ve keçilerde kızgınlık döneminin net bir şekilde belirlenemediğini rapor etmiştir. Sonuç olarak, ilk tohumlama aralığı (gün) artmakta ve gebelik oranı azalmaktadır (Alnamier ve ark. 2002; De Rensis ve ark. 2002). Ayrıca, yüksek atmosferik sıcaklık nedeniyle sığırların rahme kan akışı azalır. Vücut sıcaklığındaki artış, rahim sıcaklığını yükseltir ve bu da döllenme oranlarını sınırlar ve embriyo gelişimini olumsuz etkileyerek erken embriyonik ölüm oranlarını artırır (De Rensis ve ark. 2002). Bu koşulların, genç oğlak ve kuzu büyüme ve gelişimi üzerinde de olumsuz etkiler yarattığı bildirilmiştir (Darcan 2005; Çoban ve ark. 2008; Koluman Darcan ve ark. 2009).

Ayrıca, yüksek çevresel sıcaklığın hayvanların gönüllü yem alımını, yem verimliliğini azalttığı ve besleme süresinin uzamasına neden olduğu bildirilmiştir (Linn 1997; Harner ve ark. 1999; Silanikove 2000; Davis ve ark. 2001a, b; Göncü ve Özkütük 2003).

Şekil 5.2. İklim Değişikliğinin Hayvancılık Üzerindeki Beklenen Etkilerinin Sınıflandırılması (Koluman Darcan ve ark. 2009)



Kaynak: Koluman Darcan ve ark. 2009

Şekil 5.3. İklim değişikliğinin mera ve mera yem bitki üzerine etkileri

Kaynak: Koluman Darcan, 2005

Şekil 5.3. de iklim değişikliğinin mera ve mera yem bitkileri üzerine etkileri verilmiştir. Çayır ve tarım ürünleri üretimi ve bunların kalitesi, su kaynaklarının ve tarım arazilerinin azalması nedeniyle düşüşe geçecektir. Tarım için uygun arazilerin deniz suyu seviyesinin yükselmesi, kuraklık veya tuzluluk nedeniyle daralmasıyla, öncelikle insan beslenmesi amacıyla gıda üretimine yönelik eğilimler artacaktır. Yerel gen kaynaklarının yaşam süresi, hayvan sağlığı ve verimlilik gibi özellikleri, sera gazı emisyonları üzerinde etkili olup, bu hayvanlar, iklim değişiklikleri altında bile melez ırklara karşı avantajlarını sürdürebilecektir. Ayrıca, anatomi ve fizyolojik yapıları nedeniyle kısa süreli sıcak hava dalgalarından daha az etkilenirler ve ekstra ısıyı mekanizmaları yardımıyla kolayca atarak vücut sıcaklıklarını korurlar (IPCC 2007, Koluman Darcan et al. 2009, Silanikove et al. 2010, Steinfeld et al. 2006). Sıcak ve soğuk koşullara karşı dirençlerinin oldukça iyi kalitesi, özellikle bazı çalışmalar tarafından vurgulanmıştır. Adaptasyona yönelik özellikler arasında deri ve tüy tipi, ter bezi kapasitesi,

üreme oranı ve zor koşullarda verimliliği sürdürme yeteneği, yerel hastalıklara ve parazitik enfestasyonlara karşı direnç, metabolik ısı üretimi, kuraklığa tolerans, anatomik ve morfolojik yapı gibi önemli etkiler yer almaktadır (IPCC 2007, Koluman Darcan et al. 2009, Silanikove et al. 2010, Steinfeld et al. 2006). Hayvancılıkla ilgili ciddi bir tehdit, bazı hayvan hastalıkları nedeniyle tedavi masrafları, verim kayıpları ve bağışıklık açısından ortaya çıkacaktır (mavi dil, gastroenterit vb.). Bu hastalıkların ortaya çıkmasında, hastalık vektörlerinin daha kolay yayılması ve atmosfer sıcaklığındaki artış gibi faktörler rol oynayacaktır. Gelecekte, kuraklık ve aşırı iklim koşulları altında değişecek olan hastalık vektörlerine karşı diğer hayvanlara kıyasla keçiler hastalıklara ve dış parazitlere karşı daha yüksek direnç göstermektedir. Küresel ısınmanın sosyal ve ekonomik etkileri, sınırlı doğal kaynaklar altında gıda eksikliği gibi ciddi olabilir. Buna bağlı olarak, geleneksel kaynaklar üretimde yaygınlaşacak ve daha yüksek verim elde etmek için geleneksel yöntemler geliştirilecek ve kullanılacaktır. Böylece dengesiz ve sağlıksız beslenme söz konusu olabilir. Hayvan proteinlerinin, özellikle insan organizmasının beden ve zihinsel sağlığı açısından önemli olduğu bilinmektedir. Bu nedenle, hayvansal üretimin sürekliliğinin sağlanması, sağlıklı toplum perspektifi olarak dikkate alınmalıdır (Koluman Darcan et al. 2009). Yağmur miktarındaki azalma ile toprakta depolanan su azalacak ve bu da bitkilerdeki kuru madde içeriğini azaltacaktır. Ayrıca, hayvan üretiminde kullanılan yan ürünlerin biyokütlesi iklim değişikliğinden büyük ölçüde etkilenecek ve hazırlanacak rasyonların besin değeri düşecektir. Bu nedenle, silo ve yem üretimi geride kalacaktır (Koluman Darcan et al. 2009). Verimlilik düzeyinin yanı sıra, yaşam süresi de iklim değişikliklerinden etkilenebilir. İklim değişikliği nedeniyle kuraklık, sel ve salgın hastalıklar gibi olayların artması beklenmektedir. Bu nedenle, özellikle kuraklık ve hastalıklara dirençli hayvanların üretimde kullanılmasına başlamak önemlidir. Yerel gen kaynakları, özellikle hastalıklara karşı direnç, kötü bitki örtüsünü kullanabilme ve kuraklığa dayanıklılık açısından egzotik ırklara göre daha avantajlıdır. Yerli hayvanlar, lignin açısından zengin bitkileri daha az yem ve su tüketerek etkin bir şekilde kullanabilirler. FAO (2007), dünyadaki birçok hayvan türünün yok olma tehlikesi altında olduğunu bildirmiştir. Bu hayvanların çoğu, düşük girdilerle işletilen, bitki ve hayvan üretiminin aynı anda yapıldığı küçük işletmelerde yetiştirilmektedir. İklim değişikliğinin hayvanlar üzerindeki doğrudan etkileri, atmosfer sıcaklığı, bağıl nem ve rüzgâr hızı gibi fizyolojiyi doğrudan etkileyen iklim faktörlerinden kaynaklanmaktadır. Hayvanların değişen iklim koşullarına tepkileri, bir ruminant ya da non-ruminant olmalarına ve iklim konfor bölgelerine bağlı olarak farklılık gösterir. İklim etkileri, hayvanın yaşı, cinsiyeti, verimlilik düzeyi ve ürünler gibi faktörlere göre değişir. İklim koşullarına uyum sağlayıp bir bölgede yaşayan çiftlik hayvanları, bu koşullarda bir değişiklik olması durumunda uyum sorunları ile karşılaşırlar; hatta genç hayvanlar bu durumda ölebilir.

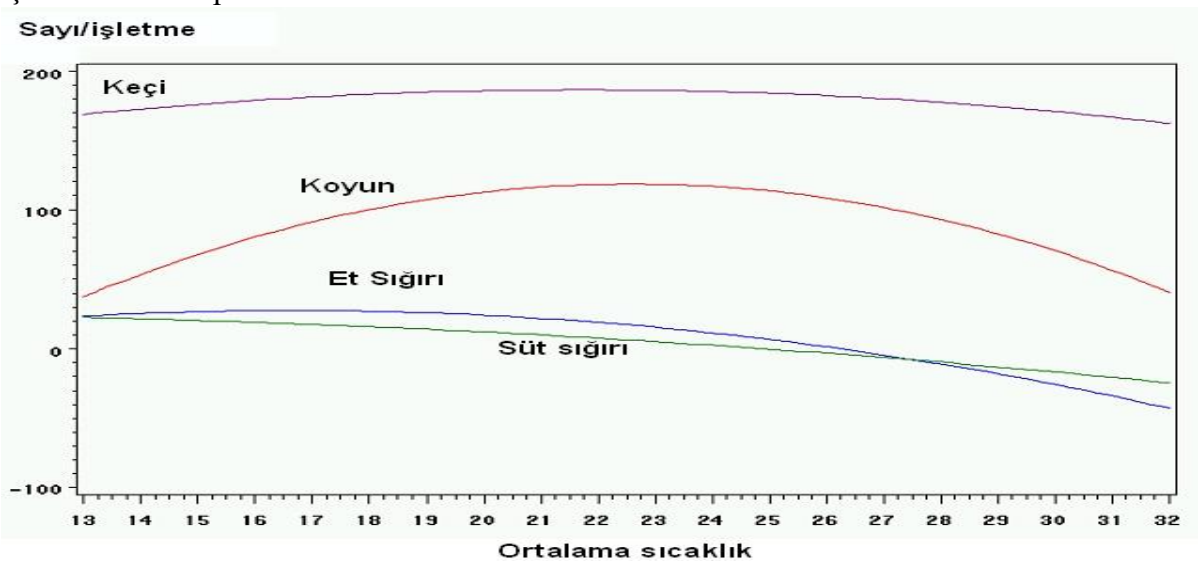
6.3. Küçükbaş Hayvan Yetiştiriciliği

Türkiye küçükbaş hayvancılık bakımından dünyada sayılı ülkelerden birisidir. Doğu Anadolu başta olmak üzere İç Anadolu ve Güneydoğu Anadolu küçükbaş hayvancılığın yaygın olarak yapıldığı ve küçükbaş hayvancılıktan elde edilen ürünlerin ekonomiye önemli ölçüde katma değer sağladığı bölgelerdir. Bununla birlikte iklim değişikliğinin hayvansal üretim sistemleri ve tür seçimine ne tür etkilerinin olacağına dair çalışmalar son zamanlarda giderek artmaktadır. Örneğin Dünya Bankasının Afrika da yürüttüğü bir çalışmada koyun, keçi, süt ve et sığırlarının

sıcak ve soğuk iklime dayanımları araştırılmış ve en efektif türün keçi olduğu yönünde veriler elde edilmiştir.

Hayvansal üretimden kaynaklanan emisyonlarının yaklaşık yüzde 6,5' ini temsil eden küçükbaş hayvanlardan kaynaklanan emisyonlar, 299 milyon tonu et üretimi, 130 milyon tonu süt üretimi ve 46 milyon tonu diğer üretim şekillerinden olmak üzere 475 milyon ton CO_2 eşdeğeridir. Keçi sütü, daha yüksek verim nedeniyle koyunlara kıyasla daha düşük bir süt emisyon yoğunluğuna sahiptir. Küçükbaş hayvan eti için ortalama emisyon yoğunluğu 23,8 kg CO_2-eq/kg olup, koyun ve keçi eti arasında büyük farklar yoktur. Temel emisyon kaynakları: enterik fermantasyon ve yem gübrelemeden kaynaklı olup Manda yetiştirme ile benzer şekildedir. Küçükbaş hayvan eti ve süt üretiminden kaynaklanan emisyonların yüzde 55'inden fazlası enterik fermantasyondan kaynaklanmaktadır. Emisyonların yüzde 35' inden biraz fazlası yem üretiminden kaynaklanmaktadır. Manda ve sığır ile karşılaştırıldığında, hasat sonrası enerji tüketimi daha az işleme nedeniyle küçükbaş hayvancılıkta daha düşüktür. Nitekim gübre emisyonları da daha düşüktür, çünkü gübre çoğunlukla merada otlatma esnasında biriktirilmektedir. Küçükbaş hayvanlar sadece yenilebilir ürünler üretmekle kalmaz, aynı zamanda yün, kaşmir ve tiftik gibi önemli yan ürünler de üretir. Emisyonları yenilebilir ürünler (et ve süt) ve yenilebilir olmayan ürünler (doğal lif) arasında bölmek için göreceli ekonomik değer kullanılmıştır. Doğal elyaf üretiminin önemli olduğu ve yüksek ekonomik değere sahip olduğu bölgelerde, emisyonların önemli bir kısmı bu ürünlere atfedilebilir ve bu da süt ve et üretimine atfedilen emisyon payını azaltır. Küresel olarak, 45 milyon ton CO_2-eq lif üretimine atfedilmektedir.

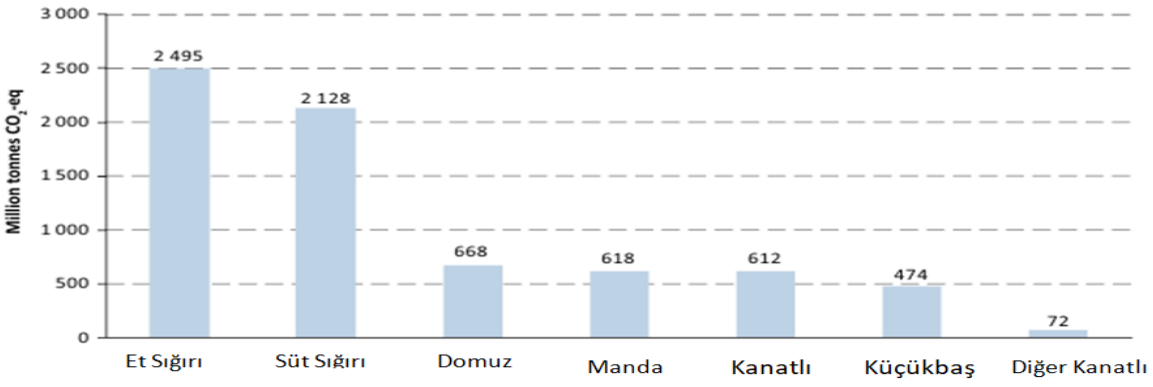
Şekil 5.4. Ortalama çevre sıcaklığındaki değişime bağlı olarak sığır, koyun ve keçi türlerinin işletmelerdeki tepkisi



Verilen bu bilgilerin ışığı altında küçükbaş hayvancılığın iklim değişikliğine olan etkisini ve iklim değişikliğinin küçükbaş hayvancılık üzerinde etkisini gösteren bazı mekanizmaların bilinmesinde yarar vardır. Küçükbaş hayvancılığın belirtilen bilgiler ışığı altında emisyon miktarları her koşulda büyükbaşlardan daha az ve daha etkin bir et ve süt üretim potansiyellerinin olduğunu göstermektedir. Buna ek olarak keçilerin ise küçükbaş hayvancılık içerisinde daha özel bir konumu olup iklim değişikliklerinin olumsuz koşullarını en iyi tolere edebilecek tür olarak ortaya çıktığı görülmektedir.

Agossou ve Koluman (2021) yürüttükleri bir tez çalışmasında Türkiye'nin Doğu Akdeniz bölgesindeki emisyonla ilgili olarak, 2004'te 2540 ve 4689 Gg CO_2 eşdeğeri olduğu ve 2020 yılına kadar, yıllık %4,98 büyüme oranı ile arttığı görülmüştür.

Şekil 5.5.Türlerin yaydığı toplam emisyon miktarı



Hayvan türleri açısından, Türkiye'de çalışma alanında sektör emisyonlarının yaklaşık %66,20'sini (3104 Gg CO_2 eşdeğeri) temsil eden emisyondan sığırların sorumlu olduğu belirlenmiştir. Enterik fermantasyon emisyonun ana kaynağıdır ve Türkiye'deki toplam emisyonların ortalama %60,86'sını (2151,19 Gg CO_2 eşdeğeri) oluşturmaktadır. Gübre depolama ve işleme, Türkiye'nin Doğu-Akdeniz bölgesinde de emisyonun %39,14'ünü temsil etiği belirlenmiştir. Toplam çiftlik hayvanlarının %58 'ini oluşturan küçükbaş hayvanların sayısı toplamda 2,397 milyar baştır. Bu varlığın 1,285 milyar başı koyun ve 1,112 milyar başı da keçidir. Keçiler biyoçeşitliliğin korunmasına yardımcı olurken hayati bir sosyo-ekonomik öneme sahiptirler ve diğer çiftlik hayvanlarına göre yem kaynaklarını et ve süte daha etkin çevirdikleri gibi değişen iklim koşullarına da uyum yetenekleri ile çok farklı iklim senaryolarında ön plana çıkmaktadırlar. Ayrıca keçiler üretim süreçlerinde açığa çıkan metan emisyonlarının diğer hayvanlarına göre daha düşük olması ile de ayrı bir öneme sahiptirler. Bu avantajlara dayanarak keçi ve keçi yetiştiriciliği önümüzdeki yüzyıl boyunca iklim değişikliği senaryolarına yanıt vermede önemli bir rol oynayacaktır. Keçiler sınırlı meralarda, yüksek sıcaklıklarda ve kurak koşullarda yaşama ve üreme kapasitelerinin yanı sıra dış parazitlere ve hastalıklara karşı dirençleri ile de diğer türlerden ayrılmaktadırlar. Bunun gibi bazı yüksek sıcaklıklara dirençli koyun ırkları da gelecek iklim senaryolarında büyük önem arz edeceklerdir. Ayrıca gelecekte büyük önem arz edecek su kıtlığı ile baş etmede keçi türü davranışsal ve fiziksel özelliklerini kullanma konusundaki yetenekleri ile de ön plana çıkmaktadırlar. Birçok çalışma yerli keçi ırklarının kuru meralarda yüksek ısı yüklerine su açığına ve enerji açığına egzotik ırklardan daha dayanıklı olduklarını göstermiştir. Yüksek verimli koyun ve keçi üretimi büyük ölçüde ırk, besleme, diğer üretim faktörleri ile üretimi sınırlayan potansiyel hastalıkların yokluğu veya doğru sürü yönetimine bağlılık göstermektedir. Entansifleşmenin yeterli beslenme, barınma ve belirli hastalıklara yönelik riskin azaltılması açısından bazı avantajları olmasına rağmen, diğer patojenlerin bulaşmasının artmasına veya strese ve dolayısıyla hastalık duyarlılığının artmasına yol açabilecek hayvancılık ve yönetim uygulamalarına da neden olabileceği bildirilmiştir (Jaÿ ve Tardy 2019). Bu nedenle sağlık koruma planlarının her zaman stresten kaçınma ve yetiştirme koşullarının optimize edilmesine güçlü bir şekilde odaklanılması gerekmektedir. Irklar, yetiştirme sistemleri ve hastalık

prevalansındaki yüksek bölgesel değişkenliğin yanı sıra et ve süt üretimini de içeren üretim sistemlerindeki yüksek değişkenlik, küçükbaş hayvan sağlığı planlarına kapsamlı bir yaklaşımı engellemektedir. Ancak başarılı bir koyun veya keçi üretimi için iyi bir sağlık koruma planı şarttır. Göz önünde bulundurulması gereken temel faktörler, refah ve üretim üzerindeki olası etki, zoonotik potansiyel ve hastalıkların olası ticari etkilerinin yanı sıra kontrol önlemlerinin maliyeti ve etkinliği ve bunların yetiştiriciler tarafından potansiyel olarak kabul edilmesidir (Maino ve ark., 2012).

6.4. Kümes Hayvanları Yetiştiriciliği

İklim değişikliği, dünya çapında çevresel, sosyal ve ekonomik değişimlere neden olan ciddi bir sorun olarak karşımıza çıkmaktadır. Giderek artan sıcaklıklar, anormal hava olayları ve su kaynaklarındaki azalma, ekosistemlerin dengesini bozmaktadır. Bu değişiklikler yalnızca doğal yaşamı değil, insan faaliyetlerini de derinden etkilemektedir. Özellikle tarım ve hayvancılık sektörü, iklim değişikliğinden doğrudan etkilenmektedir. Kümes hayvanları üretimi, dünya genelinde önemli bir gıda kaynağı olarak öne çıkarken, aynı zamanda küresel ısınma ve iklimsel değişikliklerin etkilerine de açıktır. Kümes hayvancılığı sektörü, gıda güvenliğinin sağlanmasında kritik bir rol oynarken, iklim değişikliği bu sektörün geleceğini tehdit etmektedir. Ancak, doğru stratejiler ve uygulamalarla bu tehditler minimize edilebilir.

Kümes hayvanları, gelişmekte olan birçok ülkenin ekonomisini canlandırmada, nitelikli hayvansal protein sağlamada ve özellikle kırsal alanlarda birçok kişinin geçimine katkıda bulunmada önemli bir rol oynamaktadır (Demeke, 2004). Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü'ne (FAO) göre, 2023 yılında yıllık kanatlı eti üretimi 142,5 milyon ton olarak gerçekleşmiş ve küresel et üretiminin %40,6' sına katkıda bulunmuştur. Kümes hayvanlarına yönelik artan talep, esas olarak tavuk etinin ana protein kaynağı olduğu gelişmekte olan ülkelerde gözlemlenmiştir ve bu ülkeler daha varlıklı hale geldikçe bu talep de artmaya devam etmektedir (Speedy, 2002). Kümes hayvanı eti ve yumurtasına yönelik artan talep, bunların tüketimine ilişkin dini tabuların bulunmamasından ve ayrıca fiyatlarının daha ucuz olmasından da kaynaklanmaktadır (Melesse, 2014).

Kümes hayvancılığı endüstrisi dünya çapında büyürken, özellikle sıcak ve nemli tropikal bölgelerde verimlilikleri üzerindeki en büyük kısıtlamanın ısı stresi olduğu kabul edilmektedir. Konfor/termin nötr bölgesi, yumurtlayan tavuklar için 19 ila 22 °C ve büyüyen piliçler için 18 ila 22 °C arasındadır (Charles, 2002). Kanatlı hayvanlarda ısı stresi şu şekilde sınıflandırılır: akut: 27-38 °C 1-24 saat; orta: 27-38 °C 7 güne kadar; kronik veya şiddetli: 38-50 °C 7 gün veya daha fazla (Mujahid ve ark., 2007; Sohail ve ark., 2012; Vladimir ve ark., 2018). Kümes hayvanlarının sıcaklıkla ilişkili çevresel zorluklara, özellikle de ısı stresine karşı özellikle hassas olduğu görülmektedir. Modern kümes hayvanı genotiplerinin, daha yüksek metabolik aktiviteleri nedeniyle daha fazla vücut ısısı ürettiği öne sürülmüştür (Settar ve ark., 1999; Deeb ve Cahaner, 2002). Çevresel koşulların anlaşılması ve kontrol edilmesi, başarılı kümes hayvanı üretimi ve refahı için çok önemlidir.

İklim değişikliğinden kaynaklı yüksek sıcaklıklar kümes hayvanlarında büyüme, ölüm oranının artmasına, üremenin azalmasına, yumurta üretiminin, yumurta ve et kalitesinin düşmesine neden olur. Isı stresi, beyaz ve kırmızı kan hücrelerini azaltarak ve stres ve korku tepkilerini

artırarak kümes hayvanlarının bağışıklık performansını düşürür. Örneğin, bazı araştırıcılar (McKechnie ve Wolf, 2010; Rath ve ark., 2015) tarafından uzun süre ısı stresine maruz kalmanın kanatlılarda üretim kayıplarına ve aşırı durumlarda ölümlere neden olabileceği bildirilmiştir. Irshad ve ark. (2012) kanatlı hayvanlarda ısı stresinin büyümede azalmaya, üremede düşüşe, yumurta üretiminde ve et kalitesinde azalmaya ve ölüm oranında artışa neden olduğunu bildirmişlerdir.

İklim değişikliği, kümes hayvanları üretimini ciddi şekilde etkilemektedir. Yüksek sıcaklıklar, su kaynaklarındaki azalma, yem üretimindeki verimlilik kayıpları ve hastalıklar, sektördeki verimliliği düşürmektedir. Ancak, uygun önlemler alındığında bu etkiler en aza indirilebilir. Modern teknolojiler, genetik mühendislik ve sürdürülebilir tarım yöntemleri gibi çözümler, kümes hayvancılığı sektörünün iklim değişikliğine karşı dayanıklı hale gelmesini sağlayabilir. Eğitim ve bilinçlendirme faaliyetleri, üreticilerin iklim değişikliğine uyum sağlamasını kolaylaştıracak önemli bir adım olacaktır.

6.5. Su Ürünleri

Türkiye'de balıkçılık filosunun sınırlandırılması, oluşturulan balıkçılık koruma ve resif alanları, ekosistem dengeleyici türlerin avcılığına getirilen kota ve sınırlamalar, midye ve yeni tür yetiştiriciliği ile kapalı devre sistemlerin teşvik kapsamına alınması, avcılıkta kota ve bölgesel zaman yasaklarına geçilmesi, istilacı türlerin yönetimine ilişkin yapılan düzenleme ve çalışmalar ile balıkçılık politikalarında önemli adımlar atılmıştır (BSGM, 2024).

Sucul istilacı türler ile ilgili çalışmalar arasında yer alan Balon Balığı Avcılığının Desteklenmesine İlişkin Tebliğ, 2020 yılında uygulamaya konulmuş olup, Tebliğ ile insan tüketimine uygun olmayan bu türün farklı sanayi dallarında (deri, ilaç vb.) kullanılmasına yönelik çalışmalar desteklenmiş ve üzerinde av baskısı oluşturulmuştur. Akdeniz'de yoğun popülasyonlar oluşturan yabancı istilacı aslan balığı (Pterois miles), verilen doğru avlama ve temizleme eğitimleriyle tüketime kazandırılmış, ülkemizde pazarı olmayan ancak ihracat potansiyeli yüksek deniz salyangozunun (Rapana venosa) avcılık yoluyla üzerinde av baskısı oluşturulmuş ve yönetimi sağlanmıştır. Yine istilacı bir tür olan pasifik istiridyesinin (Magallana gigas) doğadan spatlarının toplanması suretiyle yetiştiriciliğinin yapılarak hem stoğa katılım oranlarının azaltılması hem de ekonomiye kazandırılması için çalışmalar yürütülmektedir (BSGM, 2024).İklim değişikliğinin balıkçılık ve su ürünleri yetiştiriciliği üzerindeki muhtemel etkileri arasında; balık stoklarının verimliliği ve dağılımında meydana gelen değişiklikler, kıyı bölgelerinde her iki yönde gerçekleşebilecek insan göçü, balıkçılık kıyı yapılarına yönelik baskılar, deniz yetki alanı sınırlarına yönelik zorluklar, artan sıcaklık, tatlı su kaynaklarında azalma, okyanus asitlenmesi, hastalıklar, zararlı alg patlamaları, yağış/yağış düzenlerindeki değişiklikler, deniz seviyesinin yükselmesi, dış girdi tedariklerinin belirsizliği, deniz yüzeyi tuzluluğundaki değişiklikler ve şiddetli iklim olayları yer almaktadır (Mendenhall ve ark.,, 2020; Khalid, 2022).Balıkçı barınakları, yükselen deniz seviyesi ve fırtına dalgalarının etkisi altında ya da sele duyarlı nehir ağzı bölgelerinde bulundukları için iklim değişikliği kaynaklı etkilere karşı hassasiyetlerinin uygun modeller, endeksler ve göstergeler aracılığıyla değerlendirilmesi ve gerekli tedbirlerin alınması gerekmektedir (Kontogianni ve ark., 2019).Yabancı istilacı türlerin giriş, yerleşme ve

yayılışının engellenmesi/azaltılması için ülke çerçevesinin geliştirilmesi de önemli konular arasında yer almaktadır.

6.6. Arı Yetiştiriciliği

Özellikle Muğla, Ordu, Adana, Sivas ve İzmir gibi iller bal üretiminde öne çıkmaktadır. Çam balı üretimi konusunda ise Türkiye, dünya pazarında lider konumdadır. Ancak, bu güçlü konuma rağmen arıcılık sektörü bazı yapısal ve çevresel sorunlarla karşı karşıyadır. Sektörün sürdürülebilir büyümesini tehdit eden başlıca faktörler arasında arı hastalıkları ve zararlıları, iklim değişikliğinin olumsuz etkileri, bilinçsiz pestisit kullanımı, sahte ve tağşişli bal üretimi, düşük kovan başına verim gibi sorunlar yer almaktadır (Şengül ve ark., 2023). Örneğin, 2021 yılında Türkiye'nin farklı bölgelerinde yaşanan kuraklık, bal üretiminde %7,4'lük bir düşüşe neden olmuştur. Bunun yanı sıra, pestisit kullanımı sonucu arı kolonilerinde ciddi kayıplar yaşanmakta ve kovan başına verim düşmektedir. Bu nedenle, arıcılığın daha verimli, sürdürülebilir ve katma değerli hale getirilmesi için kısa, orta ve uzun vadeli stratejilerin belirlenmesi büyük önem taşımaktadır. Özellikle hastalıklara, zararlılara, pestisitlere ve iklim değişikliğine dayanıklı arı ırklarının geliştirilmesi, yerli ana arı üretiminin artırılması ve modern arıcılık tekniklerinin yaygınlaştırılması sektöre uzun vadede katkı sağlayacaktır. Ayrıca, sahte bal ile mücadelenin güçlendirilmesi, arı ürünlerinin pazarlanması ve ihracatın artırılması için gerekli düzenlemeler yapılmalıdır (Acar ve Erdoğan, 2024). Arıcılık sektörü, tozlaşma rolü ile tarımsal üretimin önemli bir parçası olarak, hem ekonomik katkıları hem de ekosistem üzerindeki olumlu etkileri nedeniyle büyük bir öneme sahiptir (Okuyan ve ark., 2023). Bu analizde, Türkiye'deki arıcılık faaliyetlerinin mevcut durumu; üretim, dış ticaret, iç piyasa göstergeleri, kurumsal yapı, mevzuat ve ilişkili temel alanlardaki gelişmeler çerçevesinde ele alınacaktır. Amaç, sektörün mevcut durumunu kapsamlı bir şekilde değerlendirerek, gelecekteki stratejik planlamalara ışık tutmaktır.

IV. tarım orman şûrası dönemi için; sektörün güçlü ve zayıf yönlerini belirleyerek, karşılaşabileceği fırsatlar ve tehditleri tanımlanmıştır. Bu sayede, arıcılık faaliyetlerinin geliştirilmesi ve sürdürülebilirliğinin sağlanması için stratejiler oluşturulabilecektir.

6.7. İpek Böceği Yetiştiriciliği

İklim değişikliği, dünya genelinde tarım ve hayvancılık sektörlerinde önemli değişimlere yol açarken, Türkiye'deki birçok geleneksel tarım faaliyetini de etkileyebilmektedir. İpekböcekçiliği, Türkiye'nin önemli tarım sektörlerinden biri olup, iklim değişikliğinden etkilenen alanlar arasında yer alır.

İpekböceği (Bombyx mori) yüksek nem ve belirli sıcaklık koşullarında sağlıklı bir şekilde gelişir. İklim değişikliğiyle birlikte, sıcaklık ve nem düzeylerinde yaşanan değişiklikler, ipekböceklerinin üreme döngüsünü olumsuz etkileyebilir. Yüksek sıcaklıklar, ipekböceklerinin besin kaynağı olan dut ağaçlarının büyümesini zorlaştırabilir ve böceklerin sağlıklı bir şekilde gelişmesi engellenebilir. Ayrıca, sıcaklık değişimleri böceklerin beslenme alışkanlıklarını ve gelişim sürelerini değiştirebilir. İpekböceği için en önemli besin kaynağı olan dut ağaçlarının verimi, iklim değişikliğinden büyük ölçüde etkilenmektedir. Artan sıcaklıklar ve kuraklık, dut ağaçlarının büyümesini engelleyebilir ve yaprak verimini azaltabilir. Dut yaprağı üretiminin

azalması, ipekböceği yetiştiriciliğinin sürdürülebilirliğini tehdit edebilir. İklim değişikliği, özellikle sıcaklık ve nemin değişmesiyle birlikte, ipekböcekleri üzerinde zararlı organizmaların sayısında artışa yol açabilir. Yüksek sıcaklık ve nem, ipekböcekleri ve dut ağaçları için çeşitli mantar, bakteri ve virüslerin çoğalmasına olanak tanır. Bu durum, üretimde verim kayıplarına ve kalite düşüşüne neden olabilir. Su, ipekböcekçiliği için kritik bir kaynaktır, çünkü ipekböcekleri ve dut ağaçları sürekli suya ihtiyaç duyar. Ancak, iklim değişikliğiyle birlikte su kaynaklarının azaldığı ve suyun verimli kullanılmasının zorlaştığı durumlar yaşanabilir. Bu, üreticilerin sulama ihtiyaçlarını karşılamada güçlük yaşamalarına ve verim kayıplarına neden olabilir.

III. Tarım Şurası'nda belirlenen bir diğer hedef, ipekböceği yetiştiriciliğini canlandırmak, geliştirmek ve sürdürülebilirliğini sağlamak olup, katma değer yaratan ürünlere dönüştürmektir. Bu hedef doğrultusunda, ulusal bir dut ve ipekböcekçiliği eylem planı oluşturulmalı, ipekböceği yetiştiriciliğinde kullanılan zararlı etken maddeler yasaklanmalıdır. Üretimle ilgili destekler ve ürün alım fiyatları önceden açıklanarak, köylerde dut bahçeleri ve ipekböceği yetiştirme bölgeleri kurulmalıdır. Ayrıca, koza işlenerek markalaştırılmış nihai ürünler (ipek ipliği, halı, sabun vb.) üretimine yöneltilmeli, teknolojik yatırımlar ve yeni üretim modelleri teşvik edilmelidir. Hibrit ipekböceği yumurtası üretiminde yeni saf hatlar geliştirilmeli, ipekböceği yetiştiriciliği alanında uzmanlaşmış personel yetiştirilmelidir.

6.8. At Yetiştiriciliği

İklim değişikliği, dünya genelinde tarım ve hayvancılık sektörlerini derinden etkileyen bir fenomen olarak, Türkiye'deki birçok geleneksel tarım ve hayvancılık faaliyetinde de değişimlere yol açmaktadır. At yetiştiriciliği, özellikle spor ve kültürel alanlarda önemli bir yere sahip olan bir sektördür. İklim değişikliğinin at yetiştiriciliği üzerindeki etkileri, sektördeki verimlilik, hayvan sağlığı ve üretim süreçlerini etkileyebilir.

Atlar, aşırı sıcaklar karşısında strese girebilirler ve sıcak hava dalgaları, hayvanların sağlığını olumsuz etkilemektedir. Yüksek sıcaklıklar, atların vücut ısısını düzenlemekte zorlanmasına neden olabilir. Bu da beslenme isteksizliği, yorgunluk, aşırı terleme, hatta sıcak çarpması gibi sağlık sorunlarına yol açmaktadır. Ayrıca, atların spor ve yarış performansları da sıcak havalarda düşebilir. Kuraklık ve su kaynaklarının azalması, atların su ihtiyacını karşılamada zorluklara yol açabilir. Atlar, yüksek miktarda suya ihtiyaç duyan hayvanlardır ve suyun temin edilememesi, hayvanların sağlığı ve verimliliği açısından ciddi sorunlar yaratabilir. Ayrıca, su kısıtlamaları, atların egzersiz ve bakım sürelerini de olumsuz etkilemektedir. Atların sağlıklı bir şekilde beslenebilmesi için kaliteli yemlere ihtiyaçları vardır, ancak yem üretiminde yaşanacak düşüşler, maliyetlerin artmasına neden olabilir. İklim değişikliği, zararlılar ve hastalıkların yayılmasına da zemin hazırlayabilmektedir. Sıcaklık artışı, vektörler (örneğin sivrisinekler) ve parazitlerin çoğalmasını hızlandırabilir. Atlar, bu zararlılar ve hastalıklar nedeniyle sağlık sorunları yaşayabilmektedir. Ayrıca, sıcak hava ve nemli koşullar, bazı at hastalıklarının (örneğin tüberküloz, solunum yolu enfeksiyonları) yayılmasını teşvik etmektedir.

III. Tarım Şurasında Atçılık sektörünün geliştirilmesi amacıyla belirlenen hedefler arasında, atçılık işletmelerinin kırsal kalkınma desteklemeleri kapsamına alınması, yeni doğan tayların

DNA analiz ve tescil işlemleri için destek sağlanması ve hippoterapi merkezlerinin yaygınlaştırılması yer alıyor. Ayrıca, suni tohumlama kayıtları ve ıslah çalışmalarının sistematik hale getirilmesi, yarış atı yetiştiriciliği için sürdürülebilir finansal mekanizmaların oluşturulması ve safkan yarış atı yetiştiriciliğinde tam rekabetin sağlanması öngörülüyor. At sahipliği ve yetiştiriciliği teşvik edilerek bu alanda tescil ve lisanslama işlemleri kolaylaştırılacak, ayrıca at sağlığı komisyonu kurulacak ve at nesli ıslahı için daha fazla yatırım yapılacak. Yeni hipodromların inşa edilmesi ve idman merkezleri açılması da desteklenecek konular arasında yer almıştır.

6.9. Hayvan Sağlığı

İklim değişikliği, hayvan sağlığını doğrudan veya dolaylı olarak etkileyebilir. Bu etkiler özellikle hava sıcaklığı, nem oranı, yağış miktarı ve aşırı hava olaylarının (sıcak hava dalgaları, kuraklıklar, şiddetli yağışlar ve kıyı taşkınları gibi) sıklığı ve şiddetindeki değişimlerle bağlantılıdır. Sadece hava koşulları değil, aynı zamanda ekolojik dengeler, sosyal faktörler, ekonomik çıkarlar ve bireylerin yanı sıra toplumların davranışları da bu süreci şekillendirmektedir. İklim değişikliğinin doğrudan etkileri arasında sıcaklığa bağlı hastalıklar ve ölümler yer alır. Dolaylı etkiler ise mikroorganizmaların yayılımı, bulaşıcı hastalık taşıyan vektörlerin (örneğin sinekler ve keneler) çoğalması, gıda ve su kaynaklarının azalması ya da gıda kaynaklı hastalıkların artışı gibi durumları kapsar (Lacerta, 2019).

Isı stresi, solunum ve kalp atış hızında artış, terleme, kan kimyasında ve hormon seviyelerinde değişiklikler gibi fizyolojik tepkilerle kendini gösterir. Ayrıca, su ve mineral dengesini, besinlerin sindirimini ve metabolizmasını etkileyerek hayvanların su tüketimini artırırken yem alımını azaltmalarına neden olabilir. Türüne bağlı olarak, bu durum et ve süt veriminde düşüşe yol açabilir ve üreme organlarını olumsuz etkileyebilir (Key ve ark., 2014). Hayvancılık işletmeleri, ısı stresini azaltmak için gölgelik yapılar, soğutma sistemleri ve özel yemleme programları gibi yöntemler kullanabilir. Ancak bu önlemler, üretim maliyetlerini ve sermaye yatırımlarını artırmaktadır. Özellikle süt inekleri ısı stresine karşı daha hassastır; yüksek sıcaklıklar süt verimini düşürmekle kalmaz, aynı zamanda sütün yağ, protein, laktoz ve kuru madde içeriğinde de azalmaya neden olur (Key ve ark., 2014). Artan ısı stresinin hayvancılık maliyetlerini artıracağı, yem verimliliğini azaltacağı ve hayvan sağlığını olumsuz etkileyeceği kabul edilmektedir. Yalnızca ısı stresi, süt işletmelerinin %4 ila %18'inde %2'den fazla ekonomik kayba neden olmaktadır (Key ve ark., 2014).

Isı stresi altında süt inekleri, yem kuru madde alımını azaltır ve bu durum süt üretimindeki azalmanın yaklaşık %35'ini oluşturur. Ayrıca, yüksek üretimli süt inekleri, daha büyük boyutları ve düşük üretimli ırklara kıyasla daha fazla metabolik ısı üretmeleri nedeniyle ısı stresine daha duyarlıdır. Bu nedenle, ısı stresi nedeniyle artan metabolik ısı üretimi süt veriminde düşüşe yol açar. Ayrıca yapılan çalışmalar sıcaklık-nem indeksi arttıkça süt proteini ve süt yağı içeriğinin azaldığını ortaya koymuştur. Süt inekleri üzerinde yapılan çalışmalar, artan ısı stresinin ölüm oranlarını yükselttiğini göstermiştir. Sıcak ve nemli hava, sıcak fakat kuru hava koşullarına kıyasla inekler için daha büyük bir yaşam riski taşımaktadır. Özellikle, %50'nin üzerindeki nem oranıyla birlikte 37,7 °C'nin üzerindeki sıcaklıkların zararlı etkiler yarattığı belirlenmiştir (Cheng ve ark., 2022). Patojenlerin ve parazitlerin hayvancılık üzerindeki etkisi genellikle dolaylı bir etki olarak kabul edilse de, iklim değişikliği, vektör

kaynaklı zararlıların dağılımını ve yoğunluğunu etkileyerek yeni hastalıkların ortaya çıkmasına neden olabilir. Bu durum, morbidite ve mortalite oranlarını artırarak ekonomik kayıpların büyümesine yol açabilir. Diğer etkilerle karşılaştırıldığında, iklim değişikliğinin hayvan hastalıkları üzerindeki etkilerini tahmin etmek ve öngörmek daha zordur. Bunun nedeni hem hastalıkların doğası hem de iklim değişikliğinin hayvancılık sektöründeki değişimler üzerindeki karmaşık etkileridir (Cheng ve ark., 2022). Bulaşıcı hayvan hastalıklarının erken gelen ilkbaharlar ve daha sıcak geçen kışlar nedeniyle artması muhtemeldir. Bu durum, patojen ve parazitlerin daha hızlı çoğalmasına ve hayatta kalma oranlarının yükselmesine yol açacaktır. Ayrıca, bölgesel sıcaklık farklılıkları ve yağış rejimlerindeki değişimler, hastalıkların coğrafi yayılımını ve yıl içindeki görülme sıklığını etkileyecektir (Hatfield ve ark, 2008). İlkbaharın daha erken başlaması ve kış aylarının daha sıcak geçmesi, patojenlerin ve parazitlerin gelişme hızını artırma potansiyeline sahiptir. Bu koşullar, bu organizmaların daha fazla çoğalmasına ve hayatta kalmasına olanak tanımaktadır. Ayrıca, sıcaklık artışı ve yağış rejimindeki değişiklikler, şarbon, mavi dil ve vektör kaynaklı diğer hastalıklar gibi neme duyarlı hastalıkların coğrafi yayılımında ve mevsimsel döngülerinde değişimlere yol açabilir (Hatfield ve ark., 2008).

6.10. Hayvan Besleme

Türkiye hayvancılık sektörü açısından dünyada önemli bir konumdadır ve hayvancılık sektörü önemli emisyon kaynaklarından birisidir. Bu nedenle günümüzde ve gelecekte hayvancılık kaynaklı emisyonlar üzerine çalışmalar büyük önem taşımaktadır. Bununla birlikte hayvancılık sektörü için sera gazı hesaplamalarında daha detaylı ve kategorize edilmiş verilerin temin edilmesi gerektiği görülmektedir. Dünyada, IPCC (2019) referans alındığında hayvancılık kaynaklı emisyonların hesaplanmasında temel etken olarak rasyonda kullanılan yem kaynaklarının kalitesi öne çıkmaktadır. Rasyonda bulunan yem maddelerinin sindirilebilirliği ve temel N ve P gibi bileşenlerin oranları gübre kaynaklı emisyonları da etkilemektedir. Diğer yönden sıcaklık artışının/değişimin hayvancılık üzerine etkilerinin hayvan besleme bakımından yem tüketiminde ve verimlilikte önemli düşüşlere neden olabilmektedir. Sıcaklık artışı ile yeterli miktarda kaliteli yem kaynaklarının üretilememesi doğaya bağlı hayvancılık üretim sistemlerini daha fazla etkileyecektir. Hayvancılık kaynaklı CH_4 ve N_2O emisyonları kullanılan yem kaynaklarının kalitesi ve rasyon bileşenlerinden etkilenmektedir. Ülkemizde özellikle süt ve besi sığırcılığı açısından yaygın rasyonların kullanımı ve emisyon üzerine etkileri yeterince çalışılmamıştır. Küresel sera gazları salımı içerisinde hayvancılık sektörü %18'lik bir orana sahiptir. Bu nedenle hayvancılık sektörü kaynaklı salımların tespiti ve bu salımların azaltılması için dünyada yoğun araştırmalar yürütülmektedir. Ülkemizde toplam tarımsal sera gazı salımlarının yaklaşık %48'ini hayvancılık sektörünün sindirim kaynaklı olan CH_4 salımı, %11'lik kısmını ise gübre yönetimi kaynaklı CH_4 ve N_2O salımları oluşturmaktadır. Uluslararası İklim Değişikliği Paneli (IPCC) ve Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü (FAO) tarafından hayvancılık kaynaklı salımların tahmini ve modellenmesi için farklı yöntemler önerilmektedir. Fakat ülkemizde hayvancılık sektörü kaynaklı salımlara ait detaylı ve kategorize edilmiş verilerin temin edilemediği 2018 yılı ulusal raporda yer almıştır. Ülkemizde hayvancılık sektöründen kaynaklanan salımların belirlenmesi ve tarımsal çevreye yayılımlarına ilişkin ülkesel ve bölgesel düzeyde daha detaylı çalışmaların yapılmasına ihtiyaç duyulduğu açıktır.

Sera gazı emisyonlarının azaltılması için dünyada kabul gören ve ülkemizde uygulanabilecek yöntemlerin geliştirilmesine ihtiyaç bulunmaktadır. Örneğin hayvan yemlerinde belirli yem katkılarının kullanılması fermentasyon kaynaklı salımları azaltmaktadır. Dünyada benzer çalışmalar yapılmaktadır. Amerika da ilk defa 2018 yılında bu amaçla bir yem katkı ürünü FDA lisansı almıştır. Enterik fermentasyon kaynaklı CH_4 salımı azaltım açısından ülkemizde yem katkıları kullanılabilir. Yem katkılarından daha önemli olarak kaliteli yem kaynaklarının kullanılması ile emisyonların azaltılması mümkün olabilmektedir. Yüksek verimli ırkların kullanımı ya da entansif hayvancılık sistemleri geleneksel veya mera sistemlerine göre sera gazı salımını azaltmaktadır. Verim kabiliyeti yüksek ve yemden yararlanma oranları yüksek ırklar birim hayvan başına daha fazla ürün üretmektedir. Dolayısıyla doğal kaynakların tüketimi ve CH_4 salımı azalmaktadır.

6.11. Mera ve Mera Yem Bitkileri

Tablo 5.2'de Türkiye coğrafi bölgelere göre mera alanlarının değişimine ilişkin istatistiki bilgiler gösterilmiştir. Tablodan da görülebileceği gibi 2023 yılında 13.147.701 ha alanın tespit-tahdit çalışmalarının tamamlandığı belirtilmiştir. Yıllar içerisinde mera alanlarının büyük ölçüde azaldığı, hatta 1935 yılından günümüze kadar toplam mera alanlarının yaklaşık üçte ikisinin kaybedildiği bildirilmiştir (Ertuğrul ve ark., 2010a).

Tablo 5.2. Türkiye mera alanlarının değişimi (Anonim 2023a)

Bölgeler	**1970 Köy Hizmetleri**		**1991 Tarım Sayımı**		**2001 TUİK Sayımı**		**1998-2023 Mera Kanunu**		**Kuru Ot Verimi (kg/ha)**
	Alanı (ha)		**Alanı (ha)**	**%**	**Alan (ha)**		**Alanı (ha)**		
Ege	1.027.900	1,32	615.900	0,79	802.879	1,03	422.764	0,54	600
Marmara	463.600	0,59	564.100	0,72	552.662	0,71	292.094	0,37	600
Akdeniz	1.002.400	1,29	434.300	0,56	659.334	0,85	586.527	0,75	500
İç Anadolu	5.884.200	7,54	3.890.300	4,99	4.570.182	5,86	4.232.913	5,42	450
Karadeniz	1.993.100	2,56	1.556.000	1,99	1.533.605	1,97	1.103.481	1,41	1.000
Doğu Anadolu	9.162.100	11,75	4.573.400	5,86	5.485.449	7,03	5.666.381	7,26	900
Güneydoğu Anadolu	2.165.100	2,78	743.600	0,95	1.012.576	1,30	804.069	1,03	450
Toplam	**21.698.400**		**12.377.600**		**14.616.687**		**13.147.701**		

** 4342 sayılı Mera Kanunu kapsamında yerleşim yeri bazında tespit-tahdit çalışmaları tamamlanmış olup kadastro çalışmalarında tescil harici bırakılmış alanlarda çalışmalar devam etmektedir.*

Türkiye'de mera alanları uzun yıllardır sahipsiz olarak değerlendirilmiş ve maksimum derecede faydalanılmaya çalışılmıştır. Bu durum mera varlığımızın bozulmasına, dolayısıyla ot üretim kapasitesinin düşmesine neden olmuştur. Buna mera alanların kritik dönemlerde otlatılmasıyla

birlikte aşırı otlatmanın neden olduğu bilinmektedir. Geçmiş yıllarla kıyaslandığında günümüzde iklim değişikliğine bağlı olarak mera otlatma sezonunda kaymalar ve toplam otlatma periyodunda azalmalar meydana gelmiştir. Bu azalışların bazı bölgelerde çok şiddetli olduğu ve toplam otlatma periyodunun yaklaşık 1/3 düzeyinde azaldığı yetiştiriciler tarafından dile getirilmektedir. Türkiye'de iklim değişikliğinden en çok etkilen diğer bir doğal kaynak da temiz su kaynaklarıdır. Son yıllarda birçok bölgede tatlı su kaynaklarının hızla azaldığı bilinmektedir. Türkiye'de mera alanlarında hayvanların yararlanabileceği su kaynaklarının olmaması, meradan yararlanmayı da önemli ölçüde azaltmaktadır. Gelinen noktada mera ıslah çalışmalarının ve sürdürülebilir kullanımının sağlanmasına yönelik planların uygulanması zorunluluk arz etmektedir.

Sonuç olarak, teknolojik yenilikler, mevzuat düzenlemeleri ve bilinçlendirme çalışmalarıyla meraların korunması, biyoçeşitliliğin sürdürülmesi ve tarımsal üretime katkısının artırılması sağlanmalıdır. Ayrıca sürdürülebilir hayvancılık için yem üretimi ile ilgili teşviklerin artırılması, yerli tohumculuğun desteklenmesi ve teknolojik yeniliklerin kullanılması büyük önem taşımaktadır.

6.12. Hayvancılık Sektöründe İklim Değişikliğine Uyum ve Azaltım

Türkiye'nin 2053 Uzun Dönemli İklim Değişikliği Stratejisi, İklim Değişikliği Azaltım Stratejisi ve Eylem Planı ile İklim Değişikliğine Uyum Stratejisi ve Eylem Planı'nda hayvancılık sektöründe iklim değişikliğine uyum ve azaltım eylemlerine yer verilmiştir.

Türkiye 2053 Uzun Dönemli İklim Değişikliği Stratejisi, ülkenin net sıfır emisyon hedefi doğrultusunda uzun vadeli sürdürülebilir kalkınma yol haritasını belirlemektedir. Bu strateji, enerji, sanayi, tarım, ulaştırma ve atık yönetimi gibi sektörlerde düşük karbonlu dönüşümü teşvik ederken, iklim değişikliğine uyum ve dirençliliğin artırılmasına yönelik politika ve eylemleri içermektedir.

Türkiye'nin 2053 Uzun Dönemli İklim Değişikliği Stratejisi, hayvancılık kaynaklı metan emisyonlarının azaltılmasını temel hedeflerden biri olarak belirlemiştir. Bu çerçevede, uygun alternatif yem rasyonlarının kullanımı, hayvan refahını koruyarak sera gazı emisyonlarını azaltmaya yönelik önemli bir strateji olarak öne çıkmaktadır. Özellikle her coğrafi bölgeye uygun hayvan türü, ırk ve sistem öneri raporlarına göre planlı hayvansal üretimin sürdürülmesi, bölgesel farklılıkları dikkate alan, sürdürülebilir ve düşük karbonlu bir hayvancılık modelini teşvik etmektedir.

Ayrıca, hayvansal atık yönetimi konusunda biyogaz tesislerine yönlendirme stratejisi, hem atıkların çevresel etkisini azaltmayı hem de yenilenebilir enerji üretimini desteklemeyi amaçlamaktadır. Mera ıslah çalışmalarına hız verilmesi ve meraların yutak kapasitesinin artırılması ise otlatma sistemlerinin daha verimli ve çevre dostu hale getirilmesini sağlayarak hem karbon depolama kapasitesini artıracak hem de mera ekosistemlerinin korunmasına katkıda bulunacaktır.

Strateji belgesinde, çiftçilere verilen desteklerin iklim değişikliği merceğiyle yeniden gözden geçirileceği belirtilmektedir. Bu bağlamda, iklim dostu tarım uygulamalarının teşvik edilmesi, hayvancılık faaliyetlerinin düşük karbonlu üretim modelleri ile uyumlu hale getirilmesini

destekleyecektir. Özellikle tarımsal ormancılık (agroforestry), doğrudan ekim, malçlama ve yeşil gübre uygulamalarının yaygınlaştırılması, hayvancılıkla entegre bir tarımsal sürdürülebilirlik yaklaşımını ortaya koymaktadır.

Sonuç olarak, Türkiye'nin 2053 iklim stratejisinde hayvancılık sektörü, sürdürülebilir üretim modellerine geçiş yaparak emisyon azaltımına katkı sağlayacak kritik bir alan olarak ele alınmaktadır. Bu dönüşüm sürecinde hem teknik altyapının hem de finansal teşvik mekanizmalarının güçlendirilmesi büyük önem taşımaktadır.

Türkiye'nin 2053 net sıfır emisyon ülke olma hedefi, 12. Kalkınma Planı, Orta Vadeli Program ve NDC gibi üst politika belgeleri dikkate alınarak, hem gelecek dönemdeki iklim değişikliğiyle mücadele hedeflerini belirlemek hem de yürütülecek faaliyetleri belirlemek amacıyla ilgili kurum, kuruluş, üniversiteler, STK ve özel şirket temsilcilerinin katkılarıyla 2024-2030 yıllarını kapsayan "İklim Değişikliği Azaltım Stratejisi ve Eylem Planı (İDASEP) hazırlanmış ve yürürlüğe koyulmuştur. Söz konusu strateji ve eylem planında tarım sektörü ve hayvancılık özelinde yer alan strateji ve eylemler Tablo 5.3'de verilmektedir.

Tablo 5.3. İDASEP'in tarım sektörü ile ilgili strateji ve eylemler (ÇŞİB, 2024)

Strateji (S)	Eylemler (E)
S.1 Hayvancılık kaynaklı metan emisyonlarının azaltılması	E.1.1 Hayvan yemi rasyonlarında metan emisyonunu baskılayıcı yem katkı maddelerinin araştırılması, tanımlanması, onaylanması, kullanımına ilişkin Ar-Ge çalışmaları yapılması ve onaylananların kullanımının sağlanması
	E.1.2 Metan emisyonunu dikkate alan genetik tabanlı hayvan ıslahına yönelik çalışmaların artırılması
	E.1.3 Alternatif yem kaynakları konusunda araştırma sayısının artırılması ve pilot uygulamaların yapılması
	E.1.4 Hayvansal gübrelerin toplama sistemi ve gübrelerin değerlendirilme yöntemlerinin geliştirilmesi ve geliştirilen yöntemlerin yaygınlaştırılması
	E.1.5 Meraların iyileştirilerek mera hayvancılığının sürdürülebilir yönetiminin sağlanması
S.7 Tarım sektöründe faaliyet gösteren paydaşlara yönelik eğitim, bilinçlendirme ve kapasite geliştirme faaliyetlerinin cinsiyet dengesi gözetilerek yaygınlaştır	E.7.1 Eğitim verilecek hedef kitlenin sürdürülebilir kalkınma amaçları doğrultusunda belirlenmesi
	E.7.2 Tarım sektörü paydaşlarına yönelik eğitim ve kapasite geliştirme faaliyetlerinin artırılması ve yaygınlaştırılması

İklim değişikliğine uyum sağlamak, uzun vadeli sürdürülebilirlik, çevresel koruma, ekosistemlerin sağlığı ve gıda güvenliği için hem inşaların hem de doğanın dayanıklılığı için kritik bir öneme sahiptir.

"Türkiye'de yaşayanların, kamu ve özel sektör kurumlarının iklim değişikliğinin etkilerine karşı hazırlıklı olmasını ve uyumunu sağlamak için ekonomik, sosyal ve ekolojik açıdan daha dirençli, daha sürdürülebilir, daha yeşil bir Türkiye." vizyonuna sahip "İklim Değişikliğine Uyum Stratejisi ve Eylem Planı" 2024 yılında yürülüğe girmiştir. Söz konusu strateji ve eylem planında tarım sektörü ve hayvancılık özelinde yer alan strateji ve eylemler Tablo 5.4'de verilmektedir.

Tablo 5.4. İklim Değişikliğine Uyum İçin Amaçlar ve Hedefleri (ÇŞİB 2024)

Stratejik Hedef (SH)	Eylemler (E)
SH 1. Tarım sektörünün iklim değişikliğine uyumu için politika ve yasal çerçevenin geliştirilmesi, kurumsal kapasitenin, iş birliğinin ve farkındalığın güçlendirilmesi.	E 1.1 İklim değişikliğine dirençli ve teknolojiyi etkin kullanan, havzanın ürün desenini ve su bütçesini dikkate alan sürdürülebilir ve rekabetçi bir tarım sektörü oluşturulması için tarım politikalarının ve mevzuatın gözden geçirilmesi ve güncellenmesi.
	E 1.3. İklim değişikliğinin etkilerine uyum sağlanması amacıyla tarım sektöründe faaliyet gösteren paydaşlara yönelik eğitim, bilinçlendirme ve kapasite geliştirme faaliyetlerinin yaygınlaştırılması.
SH 2. Tarımsal üretimde ekosistemlerin ve doğal kaynakların korunması, geliştirilmesi ve sürdürülebilir kullanımının sağlanması.	E 2.1 Bitkisel üretimde ve hayvancılıkta, il ve/veya ilçe düzeyinde toprak ve su kaynaklarının etkin kullanımını ve biyolojik çeşitliliğin korunmasını sağlayabilecek uygun ürün deseni ve hayvancılık sistemi belirlenmesine yönelik çalışmalar yapılması ve çiftçiyi yönlendirmek amacıyla rehberler hazırlanması.
	E 2.3 Ulusal düzeyde tarımsal faaliyetlere yönelik doğa temelli çözümler kılavuzu oluşturulması, ekosistem odaklı gıda üretim modeli geliştirilmesi, tarımsal çevrede tarımsal ormancılık faaliyetlerinin uygulanması ve yaygınlaştırılması.
SH 3. İklim değişikliğinin tarıma etkisi ve uyumu konusunda Ar-Ge çalışmalarının artırılması, tarımda veri tabanı, bilgi teknolojileri ve inovasyon uygulamalarının geliştirilmesi ve tarımsal faaliyetlerin buna uygun olarak yürütülmesi.	E 3.1 Tarım sektöründe iklim değişikliğinin etkileri ve uyum konusunda Ar-Ge çalışmalarının desteklenmesi ve geliştirilmesi.
	E 3.2 Tarım sektöründe etkilenebilirliğin belirlenmesinde önemli rol oynayan sosyo-ekonomik faktörlerin belirlenmesi ve izlenmesi (il, ilçe, köy düzeyinde)

7. ORMANCILIK

Ormanlar, ülkemizde ve Dünya'da küresel ve ulusal sera gazı bütçelerinde en önemli yutak kaynaklarından biridir. 2025 Yılı Cumhurbaşkanlığı Yıllık Programı'nda (CBYP, 2025) öncelikli gelişme alanı olarak ele alınan ormanlarımızın, sürdürülebilir orman yönetimi kriterleri ile birlikte koruma, rehabilitasyon, yeni yutak alanları oluşturma ve karbon depolama

kapasitesini artırma yaklaşımı çerçevesinde modern ormancılık tekniklerine uygun olarak yönetilmekte olduğu ifade edilmiştir.

Türkiye orman varlığı bakımından son 40 yılda olumlu gelişmeler yaşandığına değinen İklim Değişikliği Azaltım Stratejisi ve Eylem Planı (2024-2030)'a göre (İDB, 2024) 1972-2021 döneminde orman alanı 20,19 milyon hektardan 23,11 milyon hektara yükselmiştir.

Küresel iklim değişikliğinin ormanlar ve ormancılık sektörü üzerindeki başlıca etkilerinin ağaç türü değişimleri; ağaç türlerine göre ormanlarda görülecek yapı, servet, artım, büyüme değişiklikleri; tür değişimleriyle birlikte karbon stok düzeyindeki değişiklikler; ormanların konumlarında meydana gelebilecek değişiklikler; sıcaklık artarken rutubetin azalması durumunda, ormanların büyüme kapasitesinde görülecek azalmalar; iklim değişikliği sonucunda vejetasyon döneminin uzaması sonucunda bitkisel kütle artımında görülebilecek olumlu gelişmeler; yangın risklerinin ve potansiyel yangın risk alanlarının değişimi; topraklarda görülebilecek kimyasal değişiklikler; böcek popülasyonundaki artış ve türlerin değişimi ve ağaçların dirençlerindeki değişiklikler olarak gözlemlenebileceği bildirilmektedir (Karacabey, 2023).

Biyoçeşitliliğin sürdürülebilir yönetimi amacıyla ekosistem tabanlı fonksiyonel ormancılık ilkeleri esas alınarak biyoçeşitliliğin orman amenajman planlarına entegrasyonu sürecine geçilmiştir. Bu kapsamda 2024 yılında 31,8 bin hektar alanda bozuk orman alanı rehabilitasyonu, 16,1 bin hektar alanda ağaçlandırma çalışması, 16,6 bin hektar alanda erozyon kontrolü, 13,5 bin hektar alanda sel kontrolü faaliyetinin tamamlanması ve orman varlığının ülke yüzölçümünün yüzde 30,1'ine ulaşması beklenmektedir (CBYP, 2025).

2020 verilerine göre ormanlarda tutulan karbon miktarı da yaklaşık 2 milyar ton, yıllık üretilen oksijen de 43 milyon ton olarak hesaplanmıştır (TOV, 2020).

İstatistiki veriler son yirmi yılda Türkiye'nin orman varlığında bir artış var gibi gösterse de bu özellikle 2021 yılında yaşanan gibi büyük yangınlardan sonra normal kapalılıkta olan orman varlığında azalmalar söz konusudur. Ayrıca buna olağanüstü eta üretimi, böcek zararları ve kuraklıkta eklenince ormanlar üzerindeki tehditler geniş alanlara yayılmaktadır.

Ormancılık sektörü iklim değişikliğiyle mücadele etmek, gelişmekte olan ekonomiler ve toplumlarda iklim değişikliğinin olumsuz etkilerini azaltmak için ulusal uyum hedeflerini karşılamada kilit bir rol oynamaktadır (OGM, 2020). Ülkemiz ekolojik olarak oldukça kırılgan bir coğrafi bölgede yer almakta olduğu ve başta ormanlar olmak üzere yutak alanlar iklim değişikliği ile mücadelede, erozyon ve çölleşmeye karşı en önemli dayanak olduğu kabul edilmektedir (İDB, 2024). Benzer şekilde, iklim değişikliği ile orman ekosistemleri arasındaki çift yönlü ilişkiye değinen Sargıncı ve Beyazyüz'e (2022) göre önemli karbon yutak alanları olan ormanların korunması, iklim değişikliği ile mücadelede önemli bir role sahiptir.

İklim değişikliğinin ormanlar açısından en büyük riski, yakın zamanda yaptığı ve gelecekte muhtemelen daha da fazla etkide bulunacağı "orman yangınları" dır. Bu risk ne yazık ki iklim değişikliği projeksiyonlarına göre sadece Türkiye'de değil dünyada da sıcaklıklar, yağış ve diğer meteorolojik faktörlerdeki değişiklikler nedeniyle artma eğilimindedir. Bu nedenle orman alanlarımızda orman yangını riskinin mevcut durum ve gelecek için ilgili disiplinlerin iş

birliğinde belirlenmesi için, orman alanlarının özelliklerini dikkate alarak gerekli meteorolojik, bitki, toprak ile ilgili ölçüm ve izleme, ayrıca erken uyarı sistemleri geliştirilmeli ve gerekli veri tabanları oluşturulmalıdır. Mevcut veri tabanındaki eksikler belirlenmeli ve gerekli verilerin ölçülmesi ve izlenmesi için çalışmalar bir an önce başlatılmalıdır.

İklim değişikliğinin ormanlara, ormanların iklim değişikliğine yapacağı etkilerin belirlenebilmesi için gerekli ölçüm, gözlem vb. veriler belirlenmeli, veri tabanındaki eksikler tespit edilerek bunların sağlanması için gerekli alt yapı oluşturulmalıdır.

Küresel ve ulusal sera gazı bütçelerinde en önemli yutak kaynaklarından biri olan ormanlardan kaynaklanan sera gazı emisyon ve yutak miktarlarımızın ormanlarımıza özgün değerler ile belirlenebilmesi gereklidir. Türkiye ormanları ile atmosfer arasındaki sera gazı değişimi geleneksel yöntemlere ilave olarak, daha sık ve sürekli sera gazı değişimini ölçen, uluslararası alanda kabul edilen ve yaygın kullanılan mikrometeorolojik yöntemler ve yüksek teknoloji ile ülkemiz ormanları ve şartları için belirlenmelidir. Mikrometeorolojik yöntemlerin, orman ekosisteminde meydana gelen sera gazı değişiminin belirlenmesinde kullanılması ve yaygınlaşması sağlanmalı, bunun için gerekli ölçüm sistemleri ve ağları orman alanlarımızda kurulmalı, süreklilikleri sağlanmalı, veri tabanı oluşturulmalı ve ulusal sera gazı bütçemizi hesaplayan uzmanlara ülkemiz ormanlarına özgün katsayılar sağlanmalıdır. Bu çalışmalar disiplinler arası araştırmacılar tarafından ve ilgili bakanlığın sera gazı bütçesini hesaplamadan sorumlu uzman mühendislerinin iş birliğinde yönlendirilmeli, planlanmalı ve gerçekleştirilmelidir.

Ormanlarda yukarıda belirtilen teknoloji ve yöntemlerle belirlenen sera gazı akılarının uzaktan algılama ve/veya diğer meteorolojik, toprak, ağaç ile ilgili veriler ile olan ilişkileri araştırılmalı ve modellerin test, düzeltilme veya geliştirilme çalışmaları yapılmalıdır.

7.1. Ormanların Emisyon ve Yutak Kapasitelerinin Geleceğe Yönelik Belirlenmesi

Türkiye 2004 yılında Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi (BMİDÇS)'ne Ek 1 (gelişmiş ülkeler) ülkesi olarak taraf olmuştur. Sözleşme hükümleri kapsamında (4.Madde) Türkiye yıllık olarak sera gazı envanterini, dört yılda bir tüm iklim değişikliği mücadele faaliyetlerini içeren Ulusal Bildirim Raporunu ve her iki yılda bir de iklim değişikliği finansmanı konusundaki raporu BMİDÇS Sekretaryasına bir bildirim olarak sunmak zorundadır.

AKAKDO sektörünün dolayısıyla ormanların emisyon ve yutak kapasiteleri yıllık ulusal sera gazı envanteri vasıtasıyla raporlanmaktadır. Türkiye'nin AKAKDO (Arazi Kullanımı, Arazi Kullanım Değişikliği ve Ormancılık) sektörü, odun bitkisel kütlesinin büyümesi ve ormanların genişlemesine dayalı, anahtar sektörün orman alanları ve işlenmiş odun ürünleri olduğu net bir yutaktır (İDB, 2024). Son sera gazı ulusal envanter raporlamasına (NIR, 2023) göre AKAKDO sektörünün azaltım kapasitesi büyük ölçüde orman yönetimine, ikinci olarak da İşlenmiş Odun Ürünleri alt kategorisine bağlı olup ormana dönüşen alanların katkısı (LCFL) ise sınırlı kalmaktadır. Diğer beş arazi kategorisinin tamamı son envanter verilerine göre (1990-2021) net emisyon kaynağı olurken, ormanlık alanlara dönüşüm (LCFL) ve Odun Ürünleri (HWP) ormanlık alanlarla birlikte 47,15 Mton CO_2 eşd'ne yakın azaltım sağlamıştır.

Küresel iklim değişikliğine dair en kapsamlı ve güvenilirliği yüksek veriler IPCC tarafından belli aralıklarla derlenmekte ve raporlar halinde sunulmaktadır (Akçakaya ve ark., 2013). Ormanların salım ve yutak kapasitelerinin geleceğe yönelik belirlenmesi çeşitli yöntemlerde yapılabilmektedir. Örneğin sera gazı salımına neden olan sektöre özel hazırlanan rehberlerin arasında Tarım, Ormancılık ve Diğer Arazi Kullanım (TODAK/AFOLU) rehberlerinde tarım, orman, otlak, sulak alan, yerleşim ve diğer arazi kullanım sınıflarındaki çeşitli karbon havuzları (bitkisel kütle, ölü örtü, ölü odun, toprak) yer almakta ve stok değişimleri ülkeye özgü veri mevcudiyetine göre bu havuzlarda hesaplanmaktadır.

Türkiye'de iklim değişikliği ile mücadele çalışmalarını yöneten şimdiki adıyla İklim Değişikliği ve Uyum Koordinasyon Kurulu'nun (İDUK; eski ismiyle İklim Değişikliği ve Hava Yönetimi Koordinasyon Kurulu-İDHYKK) aldığı kararla çalışma grupları oluşturulmuş; TUİK koordinasyonunda Sera Gazı Envanteri Çalışma Grubunda OGM ve Tarım Reformu Genel Müdürlüğü ulusal sera gazı envanteri ve raporunun Arazi Kullanımı, Arazi Kullanım Değişikliği ve Ormancılık (AKAKDO) bölümünü hazırlamak üzere görevlendirilmiştir. Bu yükümlülükler kapsamında ülkemizde 2006 yılından beri ulusal sera gazı envanteri yapılmakta ve raporlanmaktadır.

Söz konusu envanterin yapılması ve raporun hazırlanmasında BMİDÇS Taraflar Konferansının (COP) kararıyla IPCC (2006) Sera Gazı Envanteri Kılavuzunun metodolojilerinin kullanılması zorunlu kılınmıştır.

Rehber, ülke bazında sahip olunan veri itibarı ile basitten karmaşığa doğru giden bir yapıda hesaplama imkânı sunmakta ve hiyerarşik düzeyde, Seviye (Tier) adı altında 3 farklı yöntem serisine bulunmaktadır.

- Seviye (Tier) 1: En düşük seviye hesaplamadır. Bu seviyede IPCC 2006 kılavuzundaki varsayımlar ve uluslararası veya geniş bölgelerin standart sapması ile belirsizliği yüksek aktivite verileri ve faktörleri kullanılır. Bu seviyede yapılan envanterlerin belirsizliği yüksek, güvenilirliği diğer seviyelere göre daha azdır.

- Seviye (Tier) 2: Bu seviyede ulusal aktivite verileri ve faktörleri kullanılır. Bu seviyede yapılan envanterlerin güvenilirliği 1. seviyeye göre çok daha yüksektir.

- Seviye (Tier) 3: En yüksek seviye hesaplamadır. Bu seviyede modeller kullanılır. Bu seviyede yapılan envanterlerin belirsizliği düşük olup, güvenilirliği en yüksek olan seviyedir.

Seviye 1'den 3'e doğru hassasiyeti artmaktadır. Ülkemizde de veri biçimine uygun olarak ulusal katsayıların olduğu yerlerde Seviye 2, ulusal katsayıların olmadığı yerlerde Seviye 1 ile envanter yapılmaktadır.

En üst katman, ulusal koşullara göre uyarlanmış, zaman içerisinde tekrarlanan ve yüksek çözünürlüklü faaliyet verileriyle yönlendirilen ve alt düzeyde uygulanmış ulusal (yöresel) modeller ve envanter ölçüm sistemleri dâhil olmak üzere çok daha yüksek dereceli yöntem ve modeller kullanmaktadır.

Fakat ülkemizdeki asli ağaç türlerine dair ölü örtü dökümü ve ağaç bileşenleri ayrışma katsayılarına dair çalışmaların yetersizliği göz önünde bulundurulduğunda, modellerde kullanılan en önemli girdiler olan bu parametrelerin bölgesel ölçekte uzun yıllara dayanan çalışmalarla üretilmesi gerekmektedir (Özturna, 2022). Benzer şekilde, ormanların ve orman ürünlerinin hem iklim değişikliği etkilerinin azaltılmasında hem de Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri ile Küresel Orman Hedeflerine katkıda bulunma konusundaki katkısının önemini göstermek için de kaliteli veriler büyük önem arz etmektedir (FAO, 2020).

Stok Değişim Yöntemi: İki ardışık envanter arasındaki karbon stok farkına dayanır. Ara yıllar ise enterpolasyon ile hesaplanmaktadır.

Kazanç Kayıp Yöntemi: Yıllık karbon kazanç-kayıp farkına dayanır. Burada yıl içinde karbon stoklarına giren karbon miktarından çeşitli nedenler yüzünden o alandan uzaklaşan karbon stokları çıkarılarak yıllık karbon stokları bulunur. Orman olarak kalan orman alanları için kazanç olarak odun servetinde meydana gelen artış yani yıllık artımdan kaynaklanan biyokütlenin içindeki karbon stoklarından; kesim ile o alandan uzaklaşan yapacak ile yakacak odunun içindeki karbon stokları, orman zararlıları ve orman yangınların etkisi ile kaybedilen karbon stokları çıkarılarak o yılın karbon stok değişimi elde edilir. Ulusal sera gazı envanteri AKAKDO sektöründe veri yapısı nedeniyle tercih edilen yöntem kazanç kayıp yöntemidir.

Öte yandan IPCC (2006) Sera Gazı Envanteri Kılavuzunda orman ve diğer arazi kullanımları içindeki karbonun biriktiği ve karbon döngüsünün gerçekleştiği alt bileşenleri "Karbon Havuzları" olarak tanımlamaktadır. Bu havuzlar beş kategoriye ayrılmaktadır:

- Toprak üstü biyokütle,
- Toprak altı biyokütle,
- Ölü örtü,
- Ölü odun
- Toprak

Tablo 7.1. Orman Arazi Kullanımlarındaki Karbon Havuzları (IPCC, 2006)

Havuz		**Tanım**
Biyokütle	Toprak üstü biyokütle	Kökler, ağaç kökleri, dallar, kabuk, tohum ve yaprak dahil toprağın üzerindeki hem odunsu hem de otsu yaşayan bitki örtüsünün Bütün biyokütlesi, Not: Orman alt bitki örtüsünün, toprak üstü biyokütle karbon havuzunun nispeten küçük bir bileşeni olduğu durumlarda, envanter zaman serileri boyunca seviyenin uyumlu bir şekilde kullanılması şartıyla, bazı seviyelerde kullanılan yöntemler ve ilgili veriler için bu örtüyü kapsam dışında bırakılacağı kabul edilir.
	Toprak altı biyokütle	Canlı köklerin bütün biyokütlesi. 2 mm çapından daha küçük (önerilen) ince kökler, sıklıkla kapsam dışında bırakılır, çünkü bu kökler sıklıkla toprak organik maddesi veya ölü örtüden deneysel olarak ayrılamaz.

Ölü organik madde	Ölü odun	Zeminde duran, uzanan veya topraktaki ölü örtüye dahil edilmeyen Bütün cansız odunsu biyokütleyi içerir. Ölü odun, 10 cm çapında (veya ülke tarafından öngörülen çapta) veya daha büyük zemindeki odunu, ölü kökleri ve ağaç köklerini içerir.
	Ölü örtü	Mineral veya organik toprak üzerinde veya içinde çeşitli bozuşma durumlarında toprak organik madde limitinden daha büyük (önerilen 2 mm.) ve ölü odun için seçilen minimum çaptan daha az (ör. 10 cm) boyuttaki Bütün cansız yaşayan biyokütleyi içerir. Bu, toprak tipolojilerinde genellikle tanımlanan ölü örtü tabakasını içerir. Mineral veya organik toprak üzerindeki canlı ince kökler (toprak altı biyokütle için seçilen minimin çap limitinden daha az) bunların deneysel olarak ayrılamadığı durumda ölü örtüye dahil edilir.
Topraklar	Toprak organik maddesi[1]	Zaman serileri boyunca tutarlı şekilde ülke tarafından seçilen ve uygulanan belirlenmiş bir derinliğe kadar mineral topraklardaki organik karbonu içerir[2]. Kökler ve DOM için minimum çaptan daha az (önerilen 2 mm) toprak içinde canlı ve ölü ince kökler ve DOM, deneysel olarak ayrılamadığı yerde toprak organik maddesine dahil edilir. Varsayılan toprak derinliği 30 cm.'dir ve ülkeye özel derinliği belirleme kılavuzu Bölüm 2.3.3.1'de verilmektedir.
1.İşlevsel olarak özel boyut fraksiyonu (ör. 2 mm'lik elekten geçen Bütün madde) olarak tanımlanan toprak matrisi içindeki organik malzemeyi (yaşayan ve yaşamayan) içerir. Seviye 3 yöntemi kullanılırsa, toprak C stok tahminleri de toprak inorganik C'unu içerebilir. Toprağa kireçleme ve üre uygulamalarından kaynaklanan CO_2 emisyonları Seviye 1 veya Seviye 2 yöntemi kullanılarak akışlar olarak tahmin edilir. 2.Organik topraklardaki karbon stokları Seviye 1 veya Seviye 2 yöntemini (organik topraklardan yalnızca yıllık C akışını tahmin eden) kullanarak açıkça tahmin edilmez ancak Seviye 3 yönteminde hesaplanabilir.		

Bu karbon havuzlarının tanımı ve standartları Tablo 7.1'da verilmiştir. Ana karbon havuzları bütün arazi kullanımlarında varken alt kategoriler her arazi kullanımlarında olmayabilmektedir. Örneğin, ölü odun ormanlarda varken meralarda bulunmamaktadır. Ayrıca havuzlar arasında karbon stokları açısından geçişler olabilmektedir. Örneğin kayın ağacının yaprakları dökülmeden önce toprak üstü biyokütle havuzuna dâhil iken dökülünce ölü örtüyü oluşturmakta, ölü örtünün çürümesi sonucu bu havuzdaki karbonun bir kısmı atmosfere karışırken bir kısmı da toprak karbon havuzuna dâhil olmaktadır. Orman ekosistemlerinde de bu beş karbon havuzunun hepsi mevcuttur.

IPCC 2006 Kılavuzunun AFOLU (Tarım, Ormancılık ve Diğer Arazi Kullanımları) cildi ulusal sera gazı envanterinin AKAKDO sektöründe hesaplama kurallarını belirler. Kılavuzuna göre AKAKDO sektöründe 6 adet arazi kullanımı vardır. Bunlar:

- Ormanlar,
- Tarım Alanları,
- Meralar,

- Sulak Alanlar,
- Yerleşim Yerleri ve
- Diğer Arazi Kullanımlarından (kayalık, kumsallar v.b.)

şeklinde ifade edilmiştir. Bu arazi kullanımlarına ilaveten işlenmiş odun ürünlerine ait karbon rezervuarı sayılan bir alt kategori vardır.

Toplam karbon stoğunun ve stok değişiminin belirlenmesi için arazi kullanım sınıfının belirlenmesi, orman kullanım alanlarının alt gruplara ayrılması ve bu alt gruplarda hesaplamaların yapılması gerekmektedir. Arazi kullanım sınıfının belirlenmesinde, arazi kullanım biçimlerini altı değişik alan kategorisinde sınıflandırmaktadır. Alan kategorileri, hem arazideki bitkisel ekosistemleri (örneğin, Orman arazisi, Otlak, Sulak Arazi), hem de arazi kullanım biçimlerini (örneğin Tarım arazisi, Yerleşimler) birlikte ifade etmektedir.

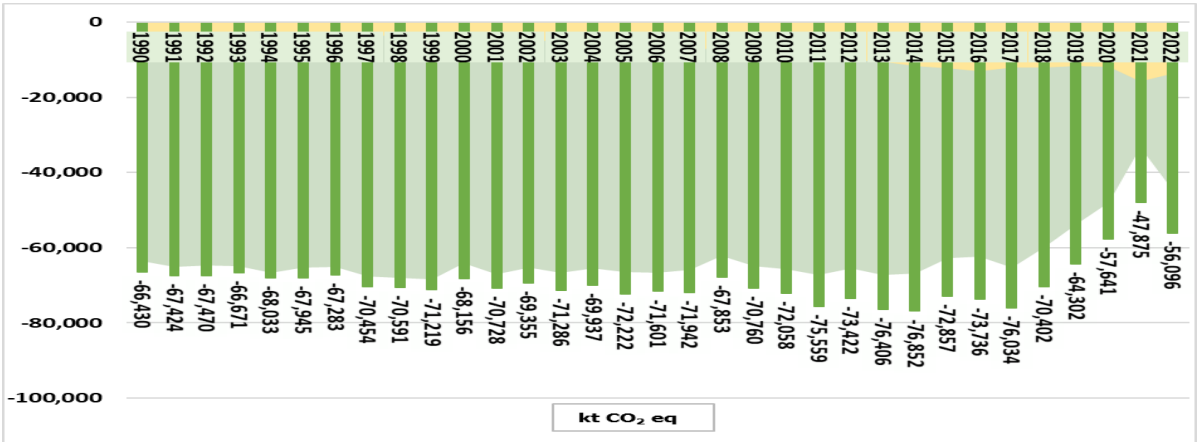
IPCC 2006 klavuzuna göre arazi kullanımları alan bazında tüm ülkeyi kapsar ve kendi içinde iki bölümü vardır:

i. Arazi sınıfı değişmeyen arazi kullanımları (en az 20 yıl)
ii. Başka Arazi sınıfına dönüşen arazi kullanımları (en fazla 20 yıl)

Ulusal sera gazı envanteri basit düzeyde aktivite verisi ile emisyon faktörünün çarpımıdır. Orman alanlarında aktivite verisi yıllık artımın biyokütle cinsinden değerinin odun cinsine göre karbon oranı ile çarpılmasıyla kazanç kısmı hesaplanır. Kayıp kısmı da üretim (istihsal) ve ormana zararlı etmenlerin (orman yangını gibi) meydana getirdiği biyokütle kaybının karbon cinsinden değeridir. Net karbon stok değişimi yıllık kazançlardan yıllık kayıpların farkı ile hesaplanır.

Bu bilgiler ışığında bildirimi yapılan son Ulusal Sera Gazı Envanterinin (1990-2022) AKAKDO Sektörü Emisyon/Tutum karbon eşdeğeri CO2 değeri Şekil 7.1'de verilmiştir.

Şekil 7.1. 2024 Seragazı Envanter Raporu AKAKDO Sektörü Emisyon/Tutum karbon eşdeğeri CO_2 (milyon ton/ yıl)



Kaynak: https://unfccc.int/ghg-inventories-annex-i-parties/2024

Envanter raporu (NID 2024) verilerine göre 2022 yılında 23 milyon hektar civarındaki ormanlık alanlarda yaklaşık 44,75 milyon ton CO_2 eşdeğeri tutum yapılmıştır. 2022 yılı değeri 558

milyon ton CO_2 eşdeğeri olan ülke emisyonlarının %8'ini tutarak azalttığı anlamına gelmektedir.

Ayrıca işlenmiş odun ürünlerimizde (kereste, yonga levha vb.) 2022 yılında 13,68 milyon ton CO_2 eşdeğeri tutum sağlanmıştır.

AKAKDO sektöründeki orman alanları harici diğer arazi kullanımlarından (ekili alanlar, meralar, sulak alanlar, yerleşim yerleri ve diğer arazi kullanımları) 2,3 milyon ton CO_2 eşdeğeri salım) olmuştur.

Yukarıdaki rakamların muhasebesi yapıldığında AKAKDO sektörü toplam olarak 2022 yılında 56,09 milyon ton CO_2 eşdeğeri tutum yapmıştır. Bu miktar AKAKDO sektörünün ülke emisyonun %10'unu ormanlar ve odun ürünleri tarafından tutarak azaltıldığı, toplam ulusal emisyonun 558 milyon tondan 502 milyon ton CO_2 eşdeğerine düşürüldüğü anlamına gelmektedir.

OGM Sürdürülebilir Orman Yönetimi 2019 Faaliyet Raporuna göre ormanlarımızda depolanan karbon miktarları da şu şekildedir: Ormanlarımızda 2008 yılında biriken karbon stoğu 1,7 milyar ton iken 2021 yılında biriken karbon stoğu 1,91 milyar tona çıkmıştır.

Ormanlarımızın toplam karbon stokları miktarı, son 30 yılda yaklaşık 1,5 kat artmıştır. Bu artış, OGM'nin yürüttüğü sürdürülebilir ormancılık faaliyetleri ile yangın ve böcek zararıyla etkin mücadelenin ve diğer ormancılık faaliyetlerinin bir sonucudur.

OGM tarafından sürdürülebilir doğal kaynak yönetiminde orman ekosistemlerinin izlenmesi için "Hava Kirliliğinin Etkilerinin İzlenmesi ve Değerlendirilmesi Uluslararası İşbirliği Programı" (ICP Forests) çerçevesinde kullanılan yöntemler büyük bir öneme sahiptir. Bu kapsamda 2007 yılından itibaren ülkemiz ormanlarının hava kirliliği ve iklim değişikliği etkilerine karşı orman sağlığında meydana gelecek olumsuzlukların daimî gözlem alanları kurularak belirlenmesi amacıyla "Orman Ekosistemlerinin İzlenmesi Programı" uygulamaya aktarılmıştır (OGM, 2024). Ek olarak, ormanların emisyon ve yutak kapasitelerinin geleceğe yönelik belirlenme çalışmalarını da ilgilendirmesi bakımından, OGM tarafından kurumun bilişim teknolojilerine yönelimin güçlü olmasının yanı sıra kurumca kullanılması olası bilişim teknolojilerinin iş süreçlerine entegrasyonunun geliştirmeye açık (ve zayıf) olarak kabul edilmesi ve bilişim teknolojilerindeki hızlı değişimin ise kurumun çeşitli faaliyetlerle aşması gereken bir tehdit olarak bildirilmesi unutulmamalıdır (OGM, 2024). Örneğin, Ulusal Sera Gazı envanterlerinin sunumunda her ne kadar uydu görüntülerinin işlenmesi ile ortaya konan arazi kullanım değişiklerinin belirlendiği bir yöntem kullanılsa da bu verilerin arazi ortamından alınan ve ölçülen veriler ile kıyaslanması gerekmektedir. Buradan hareketle, 2015-2025 yılları arasındaki uydu görüntüleri kullanılarak 5'er yıllık bir arazi kullanım değişikliği matrisinin oluşturulması öncelikli çalışmalar arasındadır. Ulusal Sera Gazı envanterlerinde kullanılan diğer bir parametre ise OGM tarafından sağlanan artım verileridir. Fakat bu verilerin ülke ölçeğinden ziyade hektar bazında olması, yapılacak hesaplamaların gerçeğe çok daha yakın sonuçlarla elde edilmesini sağlayacaktır.

7.2. Yutak Kapasitesinin Artırım Politikaları

Son yüzyılda insanoğlunun en büyük problemlerinden biri olarak karşımıza çıkan küresel iklim değişikliği, her geçen gün gerek insan yaşamında gerekse diğer tüm canlıların yaşamında olumsuz etkileri artarak devam etmektedir (Sargıncı ve Beyazyüz, 2022). Bu etkilerin azaltılması, çeşitli davranış ve tutum değişikliklerini beraberinde getirmektedir. IPCC tarafından da dile getirilen bu azaltma ve davranış değişiklikleri, sırasıyla sera gazlarının emisyonlarını azaltmak veya depolarını artırmak için yapılan müdahaleler ve iklim değişikliğini hafifletecek ve/veya iklim değişikliğinin olumsuz etkilerini azaltacak şekilde insan kararlarının ve eylemlerinin değiştirilmesi olarak tanımlanmaktadır (IPCC, 2003). İklim değişikliğinin etkilerini azaltma yolundaki davranış değişikleri (ör. Yutak kapasitelerinin artırımı), basitçe politika sözcüğüyle özetlenebilir. Nitekim OGM temel politikaları arasındaki Yeşil Dönüşüm başlığı altında karbon emisyonunun azaltılmasına yönelik orman varlığının artırılmasına, yeni yutak alanların oluşturulmasına devam edileceği, fidan ve tohum üretim ve ihracat kapasitesinin artırılmasına yönelik yatırımların sürdürüleceği belirtilmiştir (OGM, 2024).

Yutak kapasitelerinin artırımı yönünde politika oluşturmak ancak güncel ve güvenilirliği yüksek verilerin elde edilmesi ile mümkün olabilecektir. Bu da ancak OGM bünyesindeki araştırma enstitülerince yapılacak projeler ve üniversitelerce gerçekleştirilecek akademik çalışmalarla sağlanmalıdır. OGM'nin, gerek kurum kültürü gerekse mali yapı olarak güçlü ve dinamik olmasının yanı sıra planlama bilinci ve yönetim sistemi olarak diğer kurumlardan ileri düzeyde olması ve araştırma olanakları ve deneyim paylaşımı fırsatlarına sahip olduğu ortaya konmuştur (OGM, 2024). Ülkenin çeşitli bölgelerinde faaliyet gösteren 12 adet araştırma enstitüsü, Türk ormancılığının hizmetinde birçok çalışmaya imza atmıştır. Örneğin Kavak ve Hızlı Gelişen Orman Ağaçları Araştırma Enstitüsüsü tarafından yaklaşık 60 yıldan bugüne kadar tüm Türkiye genelinde kavak ve kızılçam (Pinus brutia) gibi doğal türlerimiz ile sahil çamı (Pinus pinaster), radyata çamı (Pinus radiata), duglaz göknarı (Pseudotsuga menziessii), teada çamı (Pinus teada) ve sekoya (Sequoia sempervirens) gibi hızlı gelişen türlerle ilgili olarak denemeler kurulmuş, araştırmalar yapılmıştır (Tolunay, 2011). Ülkemiz koşullarında meşe türleri ile kızılçam ve karaçam rehabilitasyon çalışmaları, karbon birikimine en fazla katkıyı yapabilecek durumda olduğu bildirilmiştir (Duyar, 2018). Bu noktada rehabilitasyon öne çıkan çalışmalarının da devamlılığı ile bozuk nitelikli orman alanlarının karbon depolama kapasitesinin arttırılması ve karbon yönetiminin ormancılık sektöründe yerini alması göz önünde bulundurulmalıdır (Tolunay, 2011).

Yutak kapasitelerinin artırımı yollarının başında iklim değişikliğinin etkilerini azaltmada, özellikle orman kaynaklarının yönetimi için uygulanabilecek, yol haritalarının (stratejiler) kullanımı mümkündür. Örneğin Peterson St-Laurent ve ark. (2018) bu hususta 8 sekiz farklı strateji belirlenmiştir. Bunlar biyoenerji; hasat etkenliği, hasadı azaltma; hasadı artırma; idare sürelerini artırma; yaşlı ormanları koruma stratejisi ve rehabilitasyon stratejileri olarak özetlenebilir. Bölge özelinde ya da ülke genelinde kurgulanacak uzun vadeli projelerde yöntem olarak bu stratejilerden yola çıkılabilir. İlgili stratejilerden beklenen faydaların elde edilebilmesi hususunu Korkmaz ve Adıgüzel (2021) orman yönetim stratejilerinin en uygun bileşimini belirlemeye bağlamakta ve bu yaklaşımların biyolojik çeşitlilik, maliyetler ve yerel topluluklar üzerindeki ekonomik etkilerinin de değerlendirilmesi gerektiğini eklemektedir.

Yutak kapasitelerinin artırımına On İkinci Kalkınma Planında (2024-2028) yer verilmiştir. Bu amaçla iklim değişikliğine dayanıklı ormanlar kurulacak ve ormanların yutak alan fonksiyonlarını artıracak şekilde yönetim planları geliştirilecektir. Tarım ve Orman Bakanlığı ve Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı iş birliği sonucunda (i) iklim değişikliği uyum stratejisi hazırlanacak, (ii) birincil orman ağacı türlerinde karbon stok miktarı belirlenecek, (iii) kızılçam ormanlarında meydana gelen yangınların su kalitesi parametrelerine etkileri belirlenecek ve (iv) Akdeniz iklim kuşağında yer alan dokuz orman bölge müdürlüğünde orman ekosistemleri kırılganlık analizleri yapılacaktır (CBYP, 2025).

2025 yılı Cumhurbaşkanlığı Yıllık Programında bildirilen politika ve tedbirler dâhilinde iklim değişikliğine karşı direncin artırılması amacıyla Tarım ve Orman Bakanlığı, Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı ve Meteoroloji Genel Müdürlüğü işbirliği ile çeşitli faaliyetler gerçekleştirilecektir. (CBYP, 2025). Bu hususta iklim değişikliği ve yanlış arazi kullanımı sonucu artan çölleşme, erozyon, sel, çığ ve heyelan zararlarını azaltmaya yönelik yukarı havzalarda rehabilitasyon, yutak alan oluşturma, ağaçlandırma, toprak muhafaza, sel, çığ, heyelan kontrol projeleri ile Ar-Ge projeleri ve entegre havza projeleri hazırlanacak, farkındalık artırma çalışmaları yürütülecektir. Benzer işbirlikleri sonucunda karasal ve denizel korunan alanlar artırılacak, dolayısıyla karbon yutak alanları genişletilecektir. Potansiyel doğal sit alanları araştırılacaktır. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı sorumluğunda Tarım ve Orman Bakanlığı ile yapılacak işbirliği sonucunda (i) potansiyel doğal sit alanlarının araştırılması, denizlerin koruma statülerine ilişkin deniz koruma alanı mevzuatı hazırlanması ve ülke genelinde yeni özel çevre koruma bölgelerinin tespit edilmesine yönelik çalışmalara devam edileceği bildirilmektedir (CBYP, 2025)

7.3. Biyotik ve Abiyotik Etkilerin Azaltılması (Orman Yangınları Vb.)

Türkiye'de iklim değişikliğinin ormanlar üzerindeki etkileri hem biyotik (canlı kaynaklı) hem de abiyotik (cansız çevre kaynaklı) faktörler üzerinden incelenebilir. Bu etkiler, orman ekosistemlerinin yapısını, işleyişini ve biyolojik çeşitliliğini önemli ölçüde etkileyebilir. İşte bu etkilerin detayları:

7.3.1. Abiyotik Etkiler (Cansız Çevre Kaynaklı)

Bu çalışmada abiyotik etkiler, son zamanlardaki görülme sıklıkları ve önemleri göz önünde bulundurularak **sıcaklık artışı**, **yağış rejimindeki değişiklikler**, **kuraklık**, **aşırı hava olayları** ve **toprak erozyonu** olarak sınıflandırılmıştır.

Ülkemizde sıcaklık artışı güney ve güney batıda yer alan ormanlar başta olmak üzere (Türkeş, 2008a) genelde olumsuz bir etkiye sebep olmaktadır. Yüksek sıcaklıklar, özellikle kurak ve yarı kurak bölgelerdeki ormanların kurumasına ve yangın riskinin artmasına yol açabilir.

Yapılan çalışmalar sıcaklık artışının yaz yağışlarının azalmasına ve ormanlarda nem oranın düşmesine (Turgut, 2024) sebep olduğunu belirtmekte. Bu ormanlar için ölü örtünün ayrışmasını yavaşlatmakta ve toprak üstü biriken miktarın artmasına sebep olarak bazı orman formlarında görülen yangın tipinin değişimine (Şahan ve ark. 2022; 2023) neden olduğu ve gelecekte (orta ölçekte) bunun doğrudan biyotik etkilere sebep olacağını belirtmişlerdir. Ayrıca ekosistemler üzerinde su krizlerine de yol açabilir, belirli yerlerde sıcak hava dalgalarına

dönüşebilir bu da bitkiler üzerinde strese ve ölümlere sebep olabilir. Akdeniz ve Ege bölgelerindeki ormanlar için büyük bir tehdit oluşturur.

Yağış rejimindeki yıllık ve mevsimsel dağılımında değişiklikler ormanların su kaynaklarına erişimini etkiler. Ayrıca sıcaklık artışında olduğu gibi topraktaki nem rejiminin düzensizliği de yangınlar, bitki gelişimi, türlerin yok oluşu gibi büyük tehditlere yol açabilir. Ayrıca IPCC, AR6 raporu da dahil, İDUSEP (İklim değişikliğine uyum stratejisi ve eylem planı) belirtildiği üzere iklim değişikliğinin kentler için en şiddetli etkilerinden bir tanesi şiddetli yağışlar. Doğal nehirler, sulak alanlar ve yukarı havza ormanları çoğu durumda sel riskini azaltır. Sulak alanların ve nehirlerin restore edilmesi, yapılaşmanın olmadığı bölgeler gibi arazi kullanım planlaması veya yukarı havza orman yönetimi gibi doğal su tutmanın artırılması sel riskini daha da azaltabilir (IPCC, 2023).

Kuraklık ısınmaya bağlı ve yağışa bağlı olarak değerlendirilebilir. Isınmaya bağlı olan kuralıkta yapılan çalışmalar Ege, Akdeniz ve Marmara bölgelerinde alçak rakımlı alanlarda kuraklık riskinin artacağını göstermektedir, uzun süreli ağaçların büyümesini yavaşlatır ve hatta ölümlerine neden olabilir. Ayrıca orman yangınlarının sıklığını ve şiddetini de artırır.

Aşırı hava olayları şiddetli fırtınalar, dolu yağışları ve seller ile ormanların fiziksel yapısına zarar verebilir. Bu tür olaylar, ağaçların devrilmesine veya dalların kırılmasına neden olabilir.

Rüzgarlar ve fırtınalar ekosistemin yapısını ve tür çeşitliliğini doğrudan etkileyen unsurlar olarak tanımlanmıştır. Orman ağaçlarına bireysel ve toplu etkileri ilerleyen süreçlerde ormanların sıklık derecesini etkileyeceği gibi tür değişimlerine yol açabilir (Peterson, 2000; Roberts ve ark., 2014; Forzieri vd., 2020; Turgut, 2024).

Toprak erozyonu diğer abiyotik faktörlerin artan yağış şiddeti, kuvvetli rüzgar, kuraklık gibi aşırı hava olayları ile hızlanarak orman topraklarının verimliliğini azaltabilir.

7.3.2. Biyotik Etkiler (Canlı Kaynaklı)

Biyotik etkiler zararlı böcekler ve hastalıklar, türlerin dağılımındaki değişiklikler, biyolojik çeşitlilik kaybı ve istilacı türler olarak başlıklandırılmıştır. Biyolojik çeşitlilik ve istilacı türlere sonraki başlıklarda değinilmiştir.

Zararlı böcekler ve hastalıklar abiyotik faktörtörlerin de etkisiyle ormanlar üzerinde etkilerini göstermekte ve gelecek projeksiyonlarında bu etkilerin giderek artacağı belirtilmektedir. Sıcaklık artışı, zararlı böceklerin ve patojenlerin yaşam döngülerini hızlandırarak ormanlara verdikleri zararı artırabilir. Örneğin, kabuk böcekleri gibi zararlılar, sıcak ve kurak koşullarda daha hızlı yayılabilir.

Türlerin dağılımındaki değişiklikler bazı türlerin yaşam alanlarını değiştirmesine neden olabilir. Örneğin, yüksek rakımlara doğru göç eden türler, orman ekosistemlerinin dengelerini bozabilir. Bazı türler, değişen koşullara uyum sağlayamayarak yok olabilir.

Sonuç olarak iklim değişikliği, Türkiye'nin ormanlarını hem biyotik hem de abiyotik faktörler üzerinden ciddi şekilde etkilemektedir. Bu etkileri azaltmak için sürdürülebilir orman yönetimi, yangın önleme ve kontrol stratejileri, ağaçlandırma çalışmaları, iklim değişikliğine uyum

stratejileri ve koruma çalışmaları büyük önem taşımaktadır. Ayrıca, karbon salınımını azaltmaya yönelik küresel çabalar da ormanların geleceği için kritik öneme sahiptir.

Türkiye'de orman yangınları toprak, örtü ve tepe yangınları olarak 3 tipte görülmektedir (TOD, 2020). Geniş alanlara yayılarak tahrip gücü yüksek olan tepe yangınıdır ve ülkemizde kızılçam ormanlarında daha sık ve yoğun yaşanmaktadır. Örtü yangını ise genellikle sonbahar ve ilkbahar aylarında karaçam ormanlarında görülmektedir. Ancak iklim değişikliği ile birlikte karaçam ormanları da artık tepe yangını geçirme riskine doğru ilerlemektedir (Şahan ve ark., 2022).

Orman yangınlarının çalışırken yangın rejiminin de ortaya çıkartılması gelecekte orman yangınları ile mücadelede kullanılması gereken yöntemlerden biridir.

Tarımsal ormancılık, sürdürülebilir kentsel tarım, ormanlaştırma, yeniden ormanlaştırma, atık yönetimi ve eğitim gibi uygulamalar yoluyla yerli gruplar, biyolojik çeşitliliğin korunmasına, sera gazı emisyonlarının azaltılmasına, kültürel devamlılığa ve gıda güvenliğine katkıda bulunabilmektedir (Akinkuolie ve ark., 2024). Buradan hareketle, güney bölgelerde Yörük kültürünün desteklenmesi ile orman yangınlarını önleme de dolaylı yoldan olumlu etki yaratılabilir. Şahan ve ark. (2023) yaptığı çalışmada Yörüklerin bulunduğu ve hayvancılık yaptığı alanlarda karaçam ormanları özelinde yangın frekanslarının azaldığı ve büyük yangınlara çok rastlanılmadığı gözlemlenmiştir. Karaçam ormanları özelinde Yörüklerin faaliyetleri ile orman içindeki yoğun ölü örtü azaltılmış ve bu alanlarda başlayan yangınlar örtü yangını olarak kalarak çok fazla zarar vermeden kontrol altına alınmıştır.

Yörük kültürünü korumak hem kültürün sürdürülebilirliği için hem de Akdeniz Havzasında orman yangınları ile mücadele için üzerinde durulacak bir konu olabilir.

Coğrafi konumu itibariyle Akdeniz iklim kuşağında yer alan ülkemizde ormanlarımızın büyük bir bölümü yangın tehdidi altında bulunmakta olup, toplam ormanlık alanın %60'ını birinci ve ikinci derece yangına hassas alanlar oluşturmaktadır. Bu sebeple orman yangınları ülkemiz ormancılığının öncelikli konuları arasında yer almaktadır (OGM, 2024).

Ayrıca doğal ormanların ve kurutulmuş turbalıkların restore edilmesi ve yönetilen ormanların sürdürülebilirliğinin iyileştirilmesi, karbon stoklarının ve yutaklarının direncini artırır ve ekosistemin iklim değişikliğine karşı kırılganlığını azaltır (IPCC, 2023).

Türkiye ormanlarında, böcek, mantar ve diğer canlıların meydana getirdikleri zararlar içerisinde, böcek zararları önemli yer tutmaktadır. Bu bakımdan orman zararlıları ile mücadele çalışmalarında, böceklerle mücadele ön plana çıkmakta olup, küresel ısınma ve iklim değişikliğine bağlı olarak, orman zararlıları ile mücadelede biyolojik mücadele yöntemi öncelikli olarak kullanılmaktadır (OGM, 2024).

Orman zararlılarıyla mücadele çalışmalarında teknolojik gelişmeler de göz önüne alınarak kimyasal mücadele yöntemleri asgari düzeyde tutulmakta, doğaya zarar vermeyen biyolojik, mekanik ve biyoteknik mücadele yöntemlerine öncelik verilmektedir. Biyolojik dengenin korunması maksadıyla 31 ilde bulunan 54 adet faydalı organizma üretim tesisi ve istasyonunda faydalı yırtıcı böcek, parazit ve parazitoit, virüs vb. üretilerek zararlı organizmaların yoğun olarak bulunduğu alanlara bırakılmaktadır (OGM, 2024).

Türkiye'de 8,53 hektar orman alanı yanmıştır. 2023 yılında 2.579 yangında 15.520 hektar ve Ağustos 2024 sonu itibarıyla 2.835 yangında 25.143 hektar orman alanı yanmıştır. Bu sekiz aylık sürede yanan alan, 2021 yılında yaşanan büyük orman yangınları hariç tutulduğunda son 15 yılın en yüksek seviyesidir (CBYP, 2025).

İklim değişikliği nedeniyle artan orman yangınlarıyla mücadele stratejilerinin geliştirilmesine, yangınlara karşı mücadelede daha sistematik ve bütüncül bir yaklaşım benimsenerek yangınların neden olduğu ekolojik, ekonomik ve sosyal zararların en aza indirilmesine, iklime dirençli ormancılık projelerinin yürütülmesine, kuraklıkla mücadele, sel ve taşkın felaketleri ile beraberinde getirdiği doğal kaynak bozulumunu önlemek için havza rehabilitasyon projelerinin uygulanmasına devam edilecektir (CBYP, 2025).

7.4. Orman Ürünlerinin (Odun Dışı Ürünler Dahil) Üretim Zincirine İklim Değişikliği Etkisi

2024 yılı Ocak-Temmuz döneminde ithalatı en fazla azalan sektörler sırasıyla ana metal, ağaç ürünleri, tekstil, taş ve toprağa dayalı imalat sanayii, kimya, elektronik sektörleridir (CBYP, 2025). Bu veriyi destekler biçimde, odun ve odun dışı ürün ve hizmetlerde yaşanan talep artışına OGM'nin 2023 faaliyet raporunun kurumsal kabiliyet ve kapasite değerlendirmesinde bir fırsat olarak yer verilmiştir (OGM, 2024). Nitekim kereste, kâğıt ve pelet gibi orman ürünleri, karbon depolama ve görece daha az iklim dostu ürünlerin ikamesi yoluyla iklim değişikliğinin etkilerini azaltmada katkıda bulunmak için çeşitli çözümler sunabilmektedir (FAO, 2020). Fakat ahşap ve ahşap bazlı ürünler, ahşap olmayan ürünlerle karşılaştırıldığında daha düşük işlem bazlı emisyonlar nedeniyle genellikle iklim değişikliğinin azaltılması için faydalar sağlayabilirken (Verkerk ve Hassegawa, 2020), mevcut ve ortaya çıkan orman ürünlerinin iklim etkileri hakkında bilgi eksikliğinin olduğu düşünülmekte ve kaynak verimliliğiyle malzeme israfını en aza indirme yolunda iklim değişiminin etkilerini azaltma çalışmaları ile eş zamanlı politikalar geliştirilmesi gerektiği düşünülmektedir. Diğer yandan yine OGM'ye (2024) göre iklim değişikliği, hava kirliliği ve endüstriyel atıklar; yurtdışı kaynaklı zararlı organizmalar ve iş gücüyle üretim maliyetlerindeki artışlar birer tehdit olarak kabul edilmektedir ve bu tehditlerin ormanlardan elde edilen ürünlerinin tümünü etkileme olasılığı yüksektir.

Sürdürülebilir orman yönetimiyle ormanların ekonomiye katkısının artırılmasına yönelik tedbirler 2023 Yılı Cumhurbaşkanlığı Yıllık Programı'nda (i) odun hammadde ihtiyacının karşılanmasına yönelik olarak hızlı gelişen türlerle endüstriyel plantasyonların kurulmasına imkân verilmesi ve (ii) ahşap kullanımının yaygınlaştırılması ve standartlarının belirlenmesi yönünde çalışmalar yapılacağı şeklinde belirtilmiştir (CBYP, 2023). 2025 yılında ise defne, ıhlamur, sumak, adaçayı, kekik gibi tıbbi ve aromatik bitkiler ile doğal mantarlar, doğal meyveler ve benzeri birçok odun dışı orman ürününün sürdürülebilir kullanımları kapsamında yapılan tespit, teşhis ve envanter çalışmaları doğrultusunda tür bazlı faydalanma planları hazırlanmış, 350 farklı tür ve taksonda 2,1 milyon hektar alanda envanter ve planlama çalışmaları gerçekleştirildiği yer almaktadır (CBYP, 2025). Hedefler arasında, söz konusu ürünlerden ekonomik değeri yüksek olanların üretimleri sağlanarak ülke ekonomisine kazandırılması vardır.

7.5. Biyolojik Çeşitliliğin ve Gen Kaynaklarının Korunması

On İkinci Kalkınma Planı (2024-2028) 276. maddesinde gen kaynakları başta olmak üzere tarımda sahip olduğumuz doğal kaynaklar etkin şekilde korunacağı, tarım ve gıda ürünlerinde verimlilik ile üretim artışı gerçekleştirileceği ve bu sayede kendine yeterlilik ve arz güvenliği sağlanmış olacağı belirtilmiştir (TCKP, 2023). Bu noktada Tarım ve Orman Bakanlığı uluslararası projeleri ile de öne çıkmaktadır. Bakanlık ve FAO ortaklığında biyolojik çeşitliliğin korunması amacıyla kapasite ve bilgiyi arttırmak ve alt bölgede sürdürülebilir orman yönetimini geliştirmenin hedeflendiği Biyoçeşitliliğin ve Sürdürülebilir Ormancılığın İyileştirilmesi ve Ortaklık Programlarının Görünürlüğünün Artırılması Projeleri ile Türkiye, teknik deneyimi ve mali yardımıyla Orta Asya ülkelerine biyolojik çeşitliliğin korunmasının iyileştirilmesi konularında mevcut durumun iyileştirilmesinde destek olacaktır (OGM, 2024).

8. SOSYO EKONOMİK KONULAR

8.1. Sosyo-ekonomik etkiler

İklim değişikliğinin doğal kaynaklar, ekosistem, bitkisel ve hayvansal üretim, ormancılık sektörleri üzerinde yarattığı etkiler, ekonomik ve sosyal sorunlara da neden olmaktadır. Tarım ürünlerinin üretilmesi, depolanması, paketlenmesi, işlenmesi, dağıtılması, satışı, tüketilmesi ve değer zinciri içerisindeki ve sonrasındaki kayıp ve israfın azaltılması, bu sistem içindeki tüm aktörlere ve ülkeye gelir yaratılması konularının tümü tarım sektörünün ilgi alanı içindedir. Gıda, yem, lif, deri, yakıt, sağlık, barınma alanlarında kullanılan ürünler gibi pek çok ürünü üreten tarım sektörü, istihdam oluşturmakta, ihracat geliri sağlamakta, ülkeye, bölgeye ve kişilere gelir kazandırarak ekonomik gelişime de katkı sağlamaktadır. Bu nedenle iklim değişikliğinin yarattığı sorunlar hem değer zinciri içerisindeki başta çiftçiler olmak üzere aktörlerin gelirleri hem de ulusal gelirin oluşumu, gıda güvencesi, refah, ekonomik, sosyal, çevresel sürdürülebilirlik açısından tehdit oluşturmaktadır.

Türkiye'nin de içinde bulunduğu Akdeniz havzası, iklim değişikliğinin olumsuz etkilerine karşı en hassas bölgelerden biri olarak tanımlanmaktadır. Türkiye yarı kurak iklim şartlarının etkisi altında olduğu için hem su kaynakları hem de genelde yağışa bağlı olan kuru tarım nedeniyle yağışın miktar ve dağılımında meydana gelebilecek değişiklikler tarımsal üretimde önemli azalmalara neden olabilmektedir. İklim değişikliğinin tarımsal üretim üzerindeki etkileri; verimin düşmesi, üretim miktarı ve kalitesinin azalması, sulama suyu kullanımında artış, su kaynaklarında azalma, bitki ve hayvan hastalık ve zararlılarında artış, daha fazla ilaç kullanımı, hayvanlarda üreme döngüsünün değişmesi, gebelik oranının düşmesi, düşüklerde artış, hayvan ölümlerinin artması, yem tüketiminin azalması, yemin ürüne dönüşümünüm etkinliğinin düşmesi, canlı ağırlık azalmaları ve nihayetinde süt ve et üretimlerinin azalması olarak sayılabilir. Türkiye'de iklim değişikliğinin tarım üzerine ekonomik etkisi konusunda yapılan araştırma sonuçlarına göre sıcaklık artışı ve yağış azalmasının bitkisel ürün verimlerinde buğday, arpa, çavdar ve yulafta %13,8; mısırda %15,7; ayçiçeğinde %11,8; baklagillerde (kuru fasulye, nohut, yeşil ve kırmızı mercimek) %11,8; çeltikte %19,7; şeker pancarında %15,8 ve pamukta %5,0 azalma olacağı tahmin edilmektedir. Verimdeki bu azalmaların ürün fiyatlarını buğday, arpa, çavdar ve yulafta %22, mısırda %25, ayçiçeğinde %10, baklagillerde %15, çeltikte %18, şeker pancarında %18, pamukta %3 ve sütte %20 oranında artıracağı tahmin

edilmektedir. Verim azalması, gıda fiyatlarında ve ithalatta artışa, ihracatta ve refah seviyesinde azalmaya neden olacağı tahmin edilmektedir (Dellal vd 2011). Bu azalmalar kırsan kente göç etme başta olmak üzere pek çok sosyal sorunu da beraberinde getirmesi muhtemeldir.

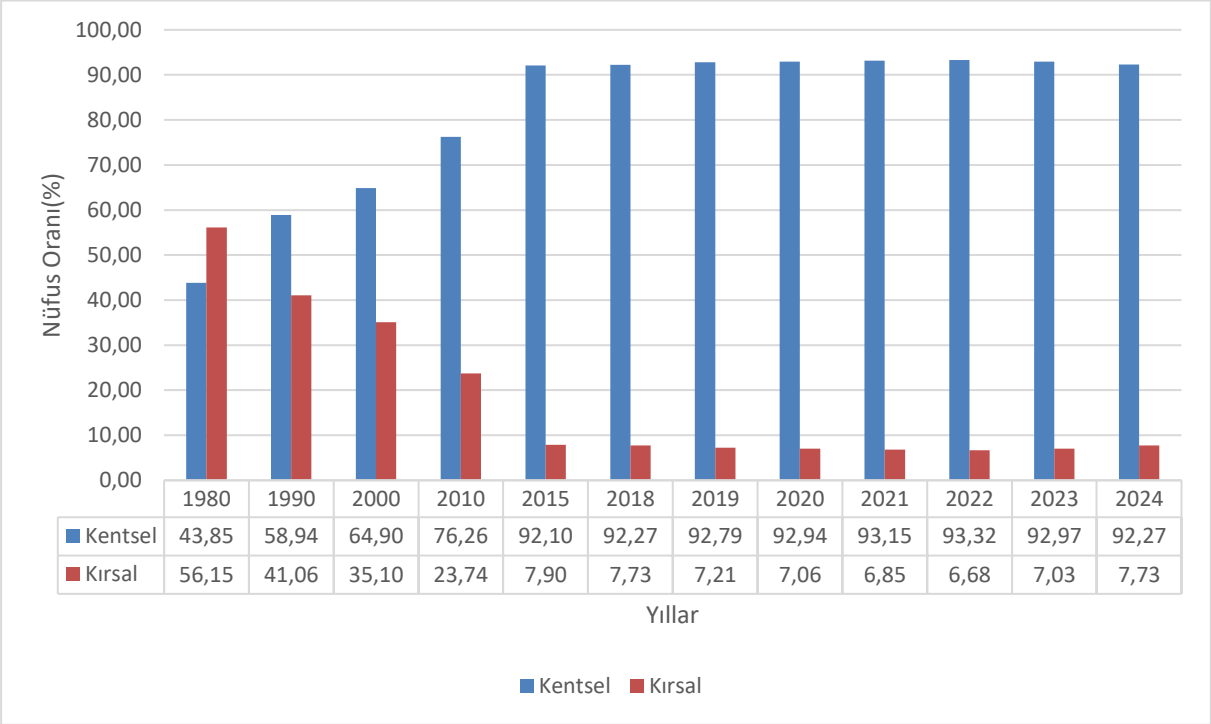
Diğer yandan tarım sektörü sera gazı emisyon kaynaklarından biridir. Türkiye'de 2022 itibarıyla tarım kaynaklı sera gazı emisyonları 72 milyon ton CO_{2e} olup yıllar itibarıyla artmakta ve sera gazı emisyonlarının %13'ü tarım sektöründen kaynaklanmaktadır. Tarım kaynaklı emisyonların %47'si hayvan beslemede yemin sindirilmesi surecinde oluşan metan gazından, %40'ı kimyasal gübre kullanımı başta olmak üzere tarım topraklarından ve %11'i de hayvan gübresinin yönetiminden oluşmaktadır (TÜİK 2024). Eğer hiçbir önlem alınmazsa Türkiye'de tarım kaynaklı emisyonların 2050'ye kadar %45 oranında artacağı tahmin edilmektedir (Sarıca vd 2023).

8.2. Kırsal nüfus

Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) verilerine göre, Türkiye'nin 2024 yılı nüfusu 86,7 milyon olup 80 milyonu kentsel nüfustur. Kırsal nüfus, zaman içinde hızla azalmış; 1980'de 25,1 milyon iken 2024 yılında 6,7 milyona düşmüştür. Kentte yaşayanların 1980 yılında toplam nüfustaki oranı %43,9 iken 2024 yılında %92,3'e ulaşmıştır. Aynı dönemde kırsal nüfusun oranı ise %56,2'den %7,7'ye düşmüştür.

Bunun en önemli nedenleri arasında 2012 yılında yürürlüğe giren Büyükşehir Belediyesi Kanunu ile belde ve köylerin idari statüsünün mahalle olmasıdır. Ancak kentleşme artarak devam etmekte ve kırsal nüfus azalmaktadır.

Şekil 8.1. Türkiye'de nüfusun yıllar içerisinde kent ve kırsal dağılımı (%)



	1980	1990	2000	2010	2015	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
Kentsel	43,85	58,94	64,90	76,26	92,10	92,27	92,79	92,94	93,15	93,32	92,97	92,27
Kırsal	56,15	41,06	35,10	23,74	7,90	7,73	7,21	7,06	6,85	6,68	7,03	7,73

Kaynak: TÜİK

Türkiye'de 2023 yılında nüfusun %21,4'ü 15 yaş altı, %68,3'ü 15-64 yaş aralığında ve %10,2'si ise 65 yaş ve üzeridir. Türkiye'de 65 yaş ve üzeri olarak kabul edilen yaşlı nüfusun oranı, 2014'te %8,0 iken 2023'te %10,2'ye yükselmiştir. Bu durum yaşlanan bir nüfus yapısına doğru bir kayma olduğunu gösterse de Türkiye nüfusu genç nüfus olma özelliğini korumaktadır. Yaşlı nüfusun payı özellikle kırsal nüfusta daha fazladır (TÜİK 2024).

Türkiye'deki nüfusu eğitim seviyesi yıllar itibariyle artmaktadır ancak hala okuma yazma bilmeyenler (%3) vardır, bunun büyük bölümü kadın ve kırsal alanda yaşayanlardır. 2023 yılı itibarıyla eğitim düzeyine göre nüfus dağılımında, 25 yaş ve üzeri nüfus içinde ilkokul mezunlarının oranı %31,9, fakülte ve yüksekokul ve mezunları %24,4 lise mezunlarının oranı ise %23,5 olarak gerçekleşmiştir (TÜİK 2024).

Türkiye'de iş gücü 34,9 milyon kişi olup, 31,6 milyonu istihdam edilmektedir. Tarım sektöründe istihdam 4,69 milyon kişidir. Tarım sektöründeki işgücü ve istihdam, yıllar içinde azalmaktadır. Tarım sektörünün iş gücündeki oranı, 2014'te %20,3 iken, 2023'te %14,8'e gerilemiştir. Bu, Türkiye'nin tarım sektöründeki iş gücünün oranının azaldığını ve diğer sektörlere yöneldiğini göstermektedir. Türkiye'de tarım sektörünün iş gücündeki oranı azalmışken, sanayi ve inşaat sektörü istihdamında artışlar görülmüştür. Ancak, en belirgin artış hizmetler sektöründe yaşanmıştır (TÜİK 2023). Bu, Türkiye'nin ekonomik yapısının giderek daha fazla hizmetler sektörüne dayandığını göstermektedir. Tarımda çalışan nüfusun azalması, kırsal alandan kentsel alana göçün arttığının da bir göstergesidir.

8.3. Finansman

8.3.1. Tarımsal Destekler

Tarım, insan yaşamı için gerekli gıdayı ürettiği için stratejik bir sektördür. Bu nedenle her ülke kendi gıda bağımsızlığını sağlayabilmek adına uygun politika araçlarıyla tarım sektörlerine yön vermektedir. Türkiye'de tarıma verilen desteklerin ana dayanağı Tarım Kanunu'dur. Ayrıca Kalkınma Planları, Ulusal Programlar, Planlar, Strateji Belgeleri Türkiye'de tarıma verilen destekleri şekillendiren ana politika belgeleridir. Başta AB fonları olmak üzere uluslararası fonlar da tarım ve kırsal kalkınmaya yönelik finansman kaynakları sunmaktadır.

Tarım ve Orman Bakanlığı tarafından, tarımsal üretimi istikrarlı hale getirmek, verim ve kaliteyi üst seviyeye çıkarmak, üretim maliyetlerini minimuma indirmek, tarım kesiminin gelir düzeyini yükseltmek, tarımda sürdürülebilirliği, gıda güvencesini, kırsal kalkınmayı, tarımın kayıt altına alınmasını sağlamak, doğal kaynakların dengeli kullanımını sağlayarak çevreye duyarlı alternatif tarım yöntemlerinin yayılmasını sağlamak ve tarım sektörünü genel ekonomik hedefler doğrultusunda yönlendirmek amacıyla 18/4/2006 tarihli ve 5488 sayılı Tarım Kanununun 19 uncu maddesine istinaden çıkarılan ilgili mevzuat hükümleri çerçevesinde tarımsal desteklemeler uygulanmaktadır.

İklim değişikliği ile mücadele politikalarının temel dayanağını, iklim değişikliğine sebep olan sera gazlarının azaltılması ve karbon yutaklarının artırılması oluşturmakta iken uyum politikaları halihazırda var olan ve beklenen etkilere mevcut uygulamaların uyumlaştırılması sürecidir. Tarım sektörü doğrudan iklime bağlı faaliyetler yürütmesi bakımından bir taraftan en fazla risk altında olan sektör olmakla beraber diğer taraftan artan nüfusun gıda ihtiyacını

karşılaması ve bunu yaparken azaltım ve uyum politikalarını gözetmesi açısından stratejik konuma sahiptir. Bu bağlamda sektörel sorumluluklar açısından iklim değişikliğine etkisi diğer sektörlerden daha azdır. Ancak iklim değişikliğinden etkilenebilirdik riskleri, uyum politikalarının önemini ve önceliğini artırmaktadır.

Tarım sektörünün "İklim Değişikliğine Uyum Stratejisi ve Eylem Planı 2024-2030'da iklim değişikliği ile mücadele ve uyuma ilişkin hedefleri aşağıda özetlendiği şekildedir:

- Su Kaynakları Yönetimi alanında politik ve yasal çerçevenin geliştirilmesi,
- Sera gazı emisyon azaltım kapasitesinin artırılması ve yenilenebilir enerji kullanımının yaygınlaştırılması,
- Tarımsal kuraklıkla mücadele kapasitesinin artırılması,
- Sel ve su taşkınlarının olumsuz etkilerinin kontrol altına alınması,
- İklim değişikliğine dirençli ve teknolojiyi etkin kullanan, havzanın su varlığına uygun ürün desenini ve su bütçesini dikkate alan tarım politikalarının ve mevzuatın gözden geçirilmesi,
- Planlı üretim yapılması,
- Tarım sektöründe faaliyet gösteren paydaşlara yönelik eğitim, bilinçlendirme ve kapasite geliştirme faaliyetlerinin yaygınlaştırılması,
- Bitkisel üretimde ve hayvancılıkta biyolojik çeşitliliğin korunmasını sağlayabilecek uygun ürün deseni ve hayvancılık sistemi belirlenmesine yönelik çalışmalar yapılması,
- Tarım arazilerinin, meraların niteliklerinin ve kırsal peyzajın korunması,
- Tarımsal çevrede tarımsal ormancılık faaliyetlerinin uygulanması ve yaygınlaştırılması,
- İklim değişikliğine uyumlu sürdürülebilir su ürünleri yetiştiriciliğinin teşvik edilmesi, sucul biyolojik çeşitliliğin korunması, geliştirilmesi ve sürdürülebilir kullanımı, balıkçılıkta istilacı türlerle mücadele planı oluşturulması,
- Arıcılıkla uğraşan hane ve işletme desteklerinin iyileştirilmesi,
- Tarım sektöründe iklim değişikliğinin etkileri ve uyum konusunda Ar-Ge çalışmalarının desteklenmesi ve geliştirilmesi,
- Tarım sektöründe etkilenebilirliğin belirlenmesinde önemli rol oynayan sosyo-ekonomik faktörlerin belirlenmesi ve izlenmesi,
- Tarımda veri tabanı, bilgi teknolojileri ve inovasyon uygulamalarının geliştirilmesi,
- Kritik altyapılara (sulama, soğuk zincir, modern depolama, ulaşım altyapısı, vs.) ilişkin kayıp ve zararın azaltılması ve sigortacılık sisteminin geliştirilmesi.

Tüm bu hedeflerden de anlaşılacağı üzere tarım sektöründe toprağı, suyu ve biyolojik çeşitliliği korumak alınacak tedbirlerin başında yer almaktadır. Tarımsal üretimin en temel aracı olan toprak aynı zamanda bir karbon depolama aracıdır. Karbon yutağı olan alanlar, toprak, sulak alanlar, ormanlık alanlar gibi bünyesinde karbon depolama özelliğine sahip olan alanlardır. Tarımsal faaliyetlerde doğrudan toprak ve su kaynakları kullanıldığından yapılan faaliyetlerde

bu kaynakları koruyucu önlemler almak iklim değişikliği ile mücadele ve uyum açısından önem arz etmektedir. Burada temel hedef toprağın organik miktarının artırılması, toprağın ve suyun etkin ve verimli kullanılması ile bozulmuş arazilerin iyileştirilmesi olmalıdır. Bu noktada yetiştirilen ürünlerin doğru iklim ve toprak koşullarında yetiştirilmesi gerekmektedir.
Bunların yanı sıra alınacak diğer tarımsal tedbirler içerisinde münavebe uygulaması da iklim değişikliği ile tarımsal mücadele anlamında önem arz etmektedir. Münavebe (ekim nöbeti) uygulaması aynı tarla üzerinde farklı kültür bitkilerinin belirli sıra dahilinde birbirini takip edecek şekilde yetiştirilmesidir. Bu uygulamanın temel amacı, toprağın üretkenliğinin sürdürülebilmesi ve birim alandan elde edilen verimin artırılmasıdır. Toprak üretkenliği ise toprakta biriken organik madde miktarına bağlı olarak artmaktadır. Toprağın organik madde bakımından zenginleşmesi için en uygun bitkiler ise baklagillerdir. Baklagil münavebesi ile bir taraftan birim alandan elde edilen verimi artırırken, diğer taraftan topraktaki organik madde miktarının artması ile toprağın karbon tutma kapasitesini artırarak iklim değişikliği ile mücadeleye katkı sağlanmış olunmaktadır.

İklim değişikliğinde diğer bir önemli husus ise mücadelenin yapılamayacağı alanların iklim değişikliği ile uyumlaştırılmasıdır. Dolayısı ile tarımın su kaynaklarına göre şekillendirilmesi tarımsal uyum faaliyetlerinin başında yer almaktadır.

Bu bilgiler ışığında iklim değişikliği ile mücadele ve uyuma katkı sağlayacak Tarımsal Destekleme Politikalarına aşağıda değinilmiştir:

- **Bireysel Sulama Sistemleri Yatırımlarına %50 Hibe Desteği:** Ziraat Katılım Bankası A.Ş., T.C. Ziraat Bankası A.Ş. ve Tarım Kredi Kooperatiflerince Hazine faiz/kâr payı destekli tarımsal krediler kapsamında;

- Basınçlı sulama sistemleri ve tarımsal yenilenebilir enerji yatırımlarına 15 milyon TL üst limite kadar %100'e varan faiz/kâr payı desteği,
- Hayvancılık, kanatlı sektörü ve su ürünleri sektöründe yatırım ve işletme kredi/finansman kullandırımlarında yenilenebilir/atık enerji kullanımına ilave %5,
- Bitkisel üretim konularında işletme kredi/finansman kullandırımlarında basınçlı sulama sistemi kullanımında ilave %10,
- Kapalı ortamda bitkisel üretim konusunda yatırım ve işletme kredi/finansman kullandırımlarında yenilenebilir/atık enerji kullanımına ilave %20, yatırımlarda yağmur suyu hasadı değerlendirildiğinde ilave %10 faiz/kâr payı desteği sağlanmaktadır. (*Suyu etkin kullanan sulama sistemlerinin geliştirilmesi ile tarımsal su kullanım baskısının azaltılması*)

- **Lisanslı Depolarda Muhafaza Edilen Tarımsal Ürünler İçin Destekleme**

(Tarımsal ürünlerde hasat sonrası olumsuz hava koşulları nedeniyle oluşan fire kayıplarının azaltılması)

- **Tarım Sigortaları Havuzu**

(Tarımsal faaliyetlerin doğal afetlere karşı sigortalanması ile sektörün kırılganlığının azaltılması)

- **Biyolojik ve Biyoteknik Mücadele Desteği**

(Bitkisel üretimde kimyasal mücadele yerine alternatif mücadele tekniklerinin uygulanmasıyla kimyasal ilaç kullanımının azaltılması, insan sağlığının ve doğal dengenin korunması için biyolojik ve/veya biyoteknik mücadele yapan üreticilerin desteklenmesi)

- **İyi Tarım Uygulamaları Desteği**

(Verim ve kalitenin artırılması, sürdürülebilirliğin sağlanması ve çevreye duyarlı alternatif tarım *tekniklerinin geliştirilmesi)*

- **Katı Organik-Organomineral Gübre Desteği**

(*Katı organik gübrelerin kullanımını yaygınlaştırarak toprakların fiziksel, kimyasal, biyolojik ve organik yapısının iyileştirilmesi, verim ve kalitenin artırılması, sürdürülebilirliğin sağlanması, çevreye duyarlı alternatif tarım tekniklerinin geliştirilmesi)*

- **Organik Tarım Desteği**

(Türkiye'de, orta vadeli program, ulusal kırsal kalkınma stratejisi, stratejik plan ve yeşil mutabakat eylem planı çerçevesinde bitkisel üretimin artırılması, verim ve kalite artışı, sürdürülebilirliğin sağlanması, çevreye duyarlı alternatif tarım tekniklerinin ve organik tarım sisteminin geliştirilmesi)

- **Balon Balığı Avcılığının Desteklenmesi**

(Ülkemiz karasularında yayılım gösteren yabancı istilacı balon balıklarının üzerinde av baskısı oluşturarak mevcut popülasyonlarının ve stoğa katılım oranlarının düşürülmesi, ülke balıkçılığının ve ekonomisinin uğrayacağı zararın azaltılması, sucul biyolojik çeşitliliğin ve stokların korunması, kaynakların sürdürülebilir ve rasyonel kullanımının sağlanması ve balon balıklarının ekonomiye kazandırılması)

Bunların yanı sıra "8858 sayılı 2024 Yılında Yapılacak Bitkisel Üretime Yönelik Desteklemeler ile Diğer Bazı Tarımsal Desteklemelere İlişkin Karar" kapsamında mevcut destekleme modeli ile;

Yeraltı sularının yetersiz seviyede ve su kısıtı olduğunun Bakanlıkça tespit edildiği havzalarda;

- Fark ödemesi desteklemelerinde yer alan nohut, mercimek ürünlerine ilave %50 destek ödenmektedir. Damlama sulama ile sulanan alanlar hariç dane mısıra destekleme ödemesi yapılmamaktadır.
- Yem bitkileri desteklemelerinde yer alan yem bezelyesi, fiğ, macar fiği, burçak ve mürdümük ürünlerine ilave %50 destek ödemesi yapılmaktadır.

Türkiye'de gıda arz güvenliğinin temin edilmesi, kaynakların etkin kullanılması, stratejik ürünlerin en uygun yerde yetiştirilmesi, doğal kaynakların sürdürülebilir kullanımını sağlamak amacıyla hayvansal ve su ürünleri üretiminde 2024 yılı ocak ayı, bitkisel üretimde ise 2025 üretim yılı itibarıyla üretim planlamasına geçilmiştir. Böylece önceki yıllarda uygulanan destekleme programları daha etkin bir yapıya kavuşturularak, yeni hayvansal üretim destekleri ve bitkisel üretim destekleri için iki ayrı Karar hazırlanmıştır. 8760 sayılı "2024-2026 Yıllarında Yapılacak Hayvancılık Desteklemelerine İlişkin Karar" ile 8859 sayılı "2025-2027 Yıllarında Yapılacak Bitkisel Üretime Yönelik Desteklemeler ile Diğer Bazı Tarımsal Desteklemeler İlişkin Karar" Resmi Gazete'de yayımlanarak yürürlüğe girmiştir.

Yeni destekleme modeli kapsamında; ürünlerin uygunluk haritalarına göre belirlenen en uygun havzalarda yetiştirilmesinin desteklenmesi, verimliliği, su kısıtını ve münavebeyi dikkate alan bir yaklaşım ile planlanması iklim değişikliği ile mücadele ve uyuma doğrudan hizmet eden politika önlemleri olarak karşımıza çıkmaktadır.

Bu bağlamda su kısıtı olan bölgelerimiz dikkate alınarak bu bölgelerimizde planlamaya uygun bitkisel ve hayvansal üretim yapan çiftçi ve yetiştiricilerimize ilave destekler verilecektir.

- Tarımsal üretim planlanması kapsamında tarımsal yeraltı su kısıtı olan 11 ilin 52 ilçesinde; sulu tarım arazilerinde suyun verimli ve etkin kullanımını sağlamak amacıyla münavebeye uygun ve suyu az tüketen aspir, fiğ, mercimek, nohut yem bezelyesi, arpa, buğday ve ayçiçeği (yağlık) üretimi yapan üreticilerimize temel ve planlı üretim desteğine su kısıtı desteği verilerek mazot ve gübre maliyetinin %100'ü karşılanacaktır.
- Su kaynaklarının etkin ve verimli kullanılması amacıyla ikinci ürün mısır (dane/silaj) ekilişine izin verilmeyecektir.
- Sulu tarım arazilerinde aynı ürünün art arda üç defa ekilmesine izin verilmeyecek, en az dörtlü münavebe uygulanacaktır.
- Tarımsal yeraltı sularının yetersiz seviyede ve su kısıtı olduğu belirlenen 52 ilçelerde damla sulama ile sulanan alanlar hariç dane mısıra destekleme ödemesi yapılmayacaktır.
- Su kısıtı olmayan, mera vasfı ve kaba yem üretim potansiyeli yüksek olan süt ve besi havzası olarak belirlenen illerde bulunan yetiştiricilere temel desteğe ilave destek verilecektir.

İklim değişikliğine uyumlu tarımsal üretim plânlaması ile ürünlerin arz ve talep miktarı dikkate alınarak tarım havzası veya işletme bazında hangi ürün veya ürün gruplarının üretileceği belirlenecek, stratejik ürünlerde arz güvenliğinin korunması, ülke ihtiyacına göre asgari ve azami üretim miktarları tespit edilerek, arz fazlası veya eksikliğinin oluşmasının önüne geçilmesi sağlanacaktır.

Tarım ve Orman Bakanlığı Ulusal Kırsal Kalkınma Stratejisi (2024-2028)'nin ana hedefleri ile uyumlu bir şekilde tabandan tavana yaklaşımlarla desteklenen kırsal kalkınma politikaları daha katılımcı, kadınlar ve gençler için kırsalı daha cazip hale getiren, daha çevreci uygulamaların yaygınlaştırılmasını kolaylaştırmaktadır. Bununla birlikte; kırsalın küçük ve orta ölçekli işletmelerle kültür ve turizm faaliyetlerine imkân tanıması, geleneksel el sanatları ve katma değerli ürünlerin üretimine katkı sağlaması, su ürünleri yetiştiriciliği, arıcılık ve bal üretimi, fermente gıda ve içecek ürünlerine yönelik ihtiyacı karşılayan üretim ve hizmet faaliyetlerini bünyesinde barındırması, kırsalın daha geniş ve bütüncül bir ekonomik yapı olarak ele alınmasına katkıda bulunmaktadır.

Ülkemizin kırsal kalkınma politikalarını oluşturmada başta Avrupa Birliği (AB) ile uyum çalışmaları olmak üzere, Birleşmiş Milletler (BM) ve Dünya Bankası gibi kuruluşların yaklaşımları da önemli bir etkendir. Kırsal Kalkınma Yatırımlarının Desteklenmesi Programı, Uzman Eller Projesi, Havza Bazlı Tarımsal Destekler vb. gibi ulusal, IPARD programı, Kırsal Dezavantajlı Bölgeler programı başta olmak üzere BM, Dünya Bankası gibi uluslararası programlarla işbirliği içerisinde uluslararası fonlar ile projeler hayata geçirilmektedir.

Ulusal bütçe katkısına ilave olarak AB ve diğer uluslararası kuruluşların sağladığı hibe ve/veya kredi destekleriyle yürütülen başlıca mali destek programları ve entegre kalkınma projeleri bu destekleme faaliyetleri kapsamında ele alınmaktadır.

Kırsal Kalkınma için Avrupa Tarımsal Fonu Kapsamındaki Kırsal Kalkınma Destekleri; kırsal alanların çevre, iklim, rekabet edebilirlik, yenilikçilik, sürdürülebilirlik gibi unsurları gözeten nitelikte kalkınmasını teşvik eden AB Kırsal Kalkınma Politikası kapsamında, tarım sektörünün rekabet gücünün artırılması, doğal kaynakların sürdürülebilir yönetimi ve iklim değişikliğiyle

mücadele ile yeni istihdam alanlarının oluşturulmasını da kapsayan kırsal ekonomilerin ve kırsal toplulukların kalkınması hedeflenmektedir.

IPA'nın Tarım ve Kırsal Kalkınma tematik önceliği olan Tarım ve Kırsal Kalkınma başlığı kapsamında da aday ülkelerde Ortak Tarım Politikasının (OTP) uygulanması ve yönetimi için yapılan uyum hazırlıkları çerçevesinde tahsis edilen IPARD Fonu aracılığıyla; tarım sektörünün rekabetin artırılması ve kırsalın sürdürülebilir kalkınması desteklenmektedir. Türkiye'ye tahsis edilen IPARD fonunun kullanımını düzenleyen IPARD-I ve IPARD-II Programları Tarım ve Orman Bakanlığı'nın ilgili kuruluşu olan Tarım ve Kırsal Kalkınmayı Destekleme Kurumu (TKDK) tarafından yürütülmüştür.

Avrupa Komisyonu tarafından 14.03.2022 tarihinde kabul edilen IPARD III Programı (2021-2027) 4 (+3) yıl boyunca yürürlükte kalacaktır. Avrupa Komisyonu tarafından 430 milyon avro fon tahsis edilen IPARD III Programında, ulusal katkının da eklenmesiyle, faydalanıcılara proje karşılığı dağıtılacak hibe tutarı yaklaşık 785,5 Milyon Avro olacaktır. 42 ilde faaliyet gösteren program, IPARD III dönemi ile birlikte 81 ilde uygulanmaya başlanmıştır. Program kapsamında uygun bulunan projelere %50 ila %100 arasında değişen oranlarda hibe desteği sağlanacaktır.

IPARD III Programı döneminde Tarımsal İşletmelerin Fiziki Varlıklarına Yönelik Yatırımlar tedbiri kapsamında süt, kırmızı et, kanatlı eti ve yumurta üretimine yönelik işletmeler için yapım işleri, makine ekipman, danışmanlık ve görünürlük faaliyetlerine yönelik %60-75 değişen oranlarda hibe verilecektir. Tarım ve Balıkçılık Ürünlerinin İşlenmesi ve Pazarlanmasına Yönelik Yatırımlar tedbiri kapsamında kırmızı et, süt ve süt ürünleri, kanatlı eti, su ürünleri, yumurta ürünleri, meyve ve sebze ürünlerinin işlenmesi ve pazarlanmasına yönelik yatırımlar desteklenmektedir. Hibe oranları %50-75 oranında değişmektedir. Çiftlik Faaliyetlerinin Çeşitlendirilmesi ve İş Geliştirme tedbiri kapsamında zanaatkarlık ve katma değerli ürünler (meyve-sebze işleme, et işleme vb.), arıcılık ve arı ürünleri, su ürünleri yetiştiriciliği, bitkisel üretim (süs bitkileri, tıbbi ve aromatik bitkiler, mantar, fide ve fidan, çiçek soğanı, misel vb.) kırsal turizm ve rekreasyon faaliyetleri, yenilebilir enerji sektörleri, makine parkları gibi alanlarda yine yapım işleri, makine-ekipman alımı, danışmanlık ve görünürlük faaliyetleri için mikro ve küçük işletmelere %60-75 değişen oranlarda hibe desteği verilecektir.

Yatırım tedbirleri dışında IPARD III döneminde Kırsal Alanda Kamu Altyapı Yatırımlarına yönelik destek programı yürütülecektir. İlk defa IPARD III döneminde uygulanacak bu tedbirde kırsal alanlarda yol-köprü yapımı, su yönetimi, atık yönetimi, yenilenebilir enerji, bilgi ve iletişim teknolojilerine yönelik yatırımlar, yatırımların kar amacı güdüp gütmemesine bağlı olarak %50-100 arasında değişen oranlarda desteklenecektir.

IPARD III Programının ana hedeflerinden biri de "İklim değişikliğini azaltım ve iklim değişikliğine uyum"dur. Bu kapsamda Tarım-Çevre, İklim ve Organik Tarım tedbiri kapsamında pilot olarak Ankara Beypazarı ilçesinde erozyon ve toprak koruma olarak yürütülen tedbir IPARD III döneminde ilave olarak Ankara Polatlı ilçesinde toy kuşu popülasyonunun artırılmasına yönelik (biyoçeşitlilik) destekler uygulanacaktır. Bunun yanı sıra su koruma, organik tarım ve yerel bitki türlerinin çeşitlendirilmesi alt tedbirlerinin de eklenmesiyle ülke geneline yaygınlaştırılması sağlanacaktır. Aynı eksende "Kırsal Altyapı Yatırımları" ve "Çiftlik Faaliyetlerinin Çeşitlendirilmesi ve İş Geliştirme" tedbirleri ile iklim

değişikliğinin azaltılmasına hizmet etmek üzere yenilenebilir enerji yatırımları artırılacaktır. Sektörel tahsisler gerçekleştirilirken iklim değişikliği etkilerinin göz önüne alınması da önem arz etmektedir.

Yerel Kırsal Kalkınma Stratejilerinin Hazırlanması ve Uygulanması-LEADER Yaklaşımı; Kırsal Kalkınma Politikalarının uygulanması için 2007-2013 ve 2014-2021 döneminde Türkiye Programına dahil edilmiştir. LEADER Yaklaşımı; yerel toplulukların kendi yerel kalkınma süreçlerine katılmalarının sağlanması ve kırsal kalkınmanın yerelde yaşayan kırsal topluluklar aracılığıyla gerçekleştirilmesini amaçlayan yenilikçi bir yaklaşımdır. Bu yaklaşım kamu, özel sektör ve sivil toplum arasındaki ortaklıkları teşvik eder. Yerel paydaşların kendi bölgelerinde uygulayacakları projeler ve gerçekleştirecekleri stratejiler ile ilgili karar alma süreçlerine dahil olmaları sağlanmaktadır. IPARD III Programı kapsamında, Türkiye Ortak Tarım Politikası Ağı (OTP Ağı) yapısının ülke düzeyinde yaygınlaştırılması çalışmaları devam edecektir.

T.C. Cumhurbaşkanlığı On İkinci Kalkınma Planı (2024-2028)'nın hedef ve politikaları doğrultusunda "Kırsal kalkınma destekleri çiftçi ve üretkenlik odaklı programlanacak, uygulanan farklı destekler arasında koordinasyon sağlanarak uygulamada tamamlayıcılık ve etkinlik artırılması" ana hedeftir. Bunu hedeften hareketle TKDK'nın öncelikli amacı da; "Sürdürülebilir Tarım Uygulamaları için İklim Dostu Hibeler" ilkesinden hareketle kırsal kesimde üretken işgücü oluşturularak ekonominin canlandırılması, sürdürülebilir doğal kaynak yönetiminin sağlanması ve yaşam kalitesinin artırılması suretiyle nüfusun kırsalda tutundurulmasıdır.

TKDK, III. Tarım Orman Şura (2019)'sının Hedef 5-4. maddesi kapsamında hazırlanan "TKDK'nın destekleme programını tüm illere yaygınlaştırmaya çalışmak" hedefini gerçekleştirerek IPARD III Programını 81 ile yaygınlaştırmıştır. Bu bütünsel yaklaşım çerçevesinde ise gerek ulusal kaynaklı fonların gerekse dış kaynaklı fonların yönetimini tek elden yürütmek için hazır durumda olduğunu kanıtlamaktadır. Burada amaç tüm tarımsal destekleri AB'de olduğu gibi tek ödeme sistemine benzer bir yapıya dönüştürmektir. Kırsal desteklerde verimliliğin artırılması, mükerrer uygulamaların önüne geçilmesi ve şeffaflığın sağlanması için destekleme mekanizmaları arasında bütünlük sağlanmasına yönelik uygulama usulleri iyileştirilmesi çok önemlidir. TKDK, kırsal kalkınma desteklerini çiftçi ve üretkenlik odaklı programlama, uygulanan farklı destekler arasında koordinasyonu sağlama ve uygulamada tamamlayıcılık ve etkinliği artırmayı hedeflemektedir.

IPARD III Programı kapsamında bahsedilen tüm bu faaliyetler, AB Yeşil Mutabakatı'nın iklim hedefleri ve sera gazı emisyonlarını azaltmaya yönelik AB stratejileri ve taahhütleri doğrultusunda, iklim değişikliğinin etkisini hafifletmek ve iklim değişikliğine uyum sağlamak için gerekli çabaları destekleme potansiyelini temsil etmektedir.

8.3.2. Afet Destekleri

8.3.3. Sigorta

2005 yılında 5363 sayılı Tarım Sigortaları Kanunu'nun yürürlüğe girmesi ile Tarım Sigortaları Havuzu (TARSİM) kurulmuştur. Devlet Destekli Tarım Sigortası 10 branşta (Bitkisel Ürün Sigortası, Köy Bazlı Verim Sigortası, Gelir Koruma Sigortası, Sera Sigortası, Büyükbaş Hayvan Hayat Sigortası, Küçükbaş Hayvan Hayat Sigortası, Kümes Hayvanları Hayat

Sigortası, Su Ürünleri Hayat Sigortası, Arı Sigortası) aşırı sıcaklık, aşırı soğuklar, ardışık kurak günler sayısı ile sel ve su baskını, dolu, fırtına yoğunluğu ve sıklığı olayları TARSİM tarafından belirli esaslar çerçevesinde teminat altına alınmaktadır.

Tarım Sigortası yaptıran üreticilere tüm Branşlarda %50, Meyvelerde don riski %66,7, Köy Bazlı Verim Sigortası %70 ve Gelir Koruma Sigortası %60 prim desteği verilmektedir. Prim desteği; Dünya Ticaret Örgütü (DTÖ) ve Avrupa Birliği (AB) kriterlerine uygun dolaylı bir destektir. Ürünler, riskler, bölgeler ve işletme ölçekleri itibariyle, Devlet tarafından sağlanacak prim desteği miktarları, her yıl Cumhurbaşkanı Kararı ile belirlenmektedir. TARSİM tarafından üstlenilen risklerin transferi amacıyla ulusal ve uluslararası sigortacılık piyasasından reasürans temin edilmektedir. Edilemeyen kısımlar için Devlet Hasar Fazlası Desteği sağlamaktadır.

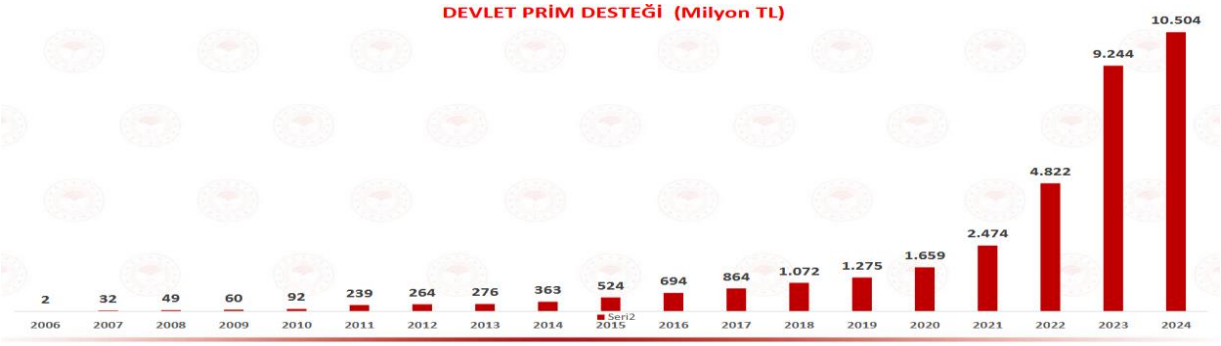
İklim Değişikliği etkilerine karşı tarımsal üretimde sürdürülebilirliği korumak için, oluşabilecek risklere yönelik, Devlet destekli tarım sigortası uygulamalarına ilişkin kapsam genişletme çalışmaları yapılmaktadır (Tablo 8.1)

Tablo 8.1. 2006-2025 Tarım Sigortası Sistemin Gelişimi

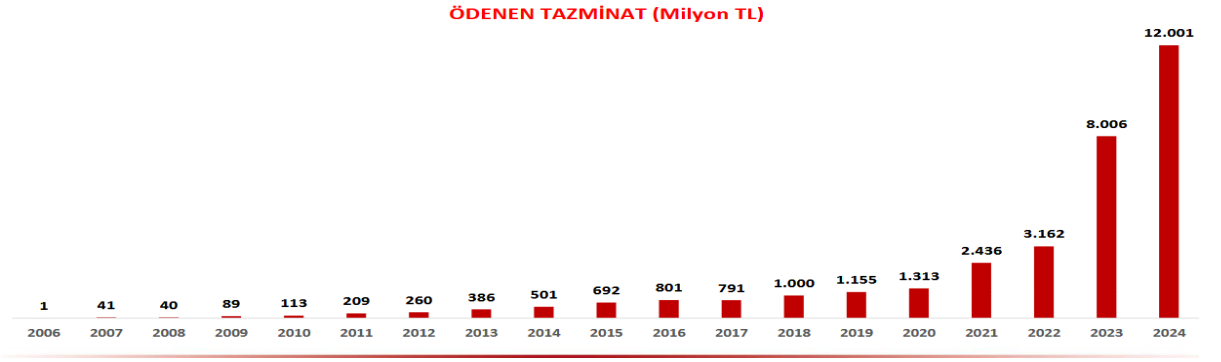
Yıllar	Sistemin Gelişimi
2006	Bitkisel, Sera, Büyükbaş, Kümes, Bitkisel ürün meyvelerde 90 ilçede don riski
2007	Meyvelerde Don Teminatı, Su Ürünleri
2009	Serada Kar, Dolu Ağırlığı ve Taşıt Çarpması
2010	Bitkisel ve Serada Sel ve Su Baskını
2011	Meyvelerde don riski (çiçeklenme dönemi), Besi, Küçükbaş, Yüksek Tünel
2014	Arılı Kovan
2015	Tahıllarda sap unsuru, dolu ağı ve örtü sistemleri
2016	Yaban domuzu zararı, Şap Hastalığı
2017	Kirazda Yağmur, Ağaç/ Fidan Sigortası, Üzümde Yaprak, İBKVS (buğday), Büyükbaş ve Küçükbaşta Hırsızlık
2018	Telli Terbiye Sistemi, Hayvan Hayat Sigortalarında Ek Hastalıklar, İBKVS (5 ürün)
2019	İBKVS (Nohut, Yeşil/Kırmızı Mercimek),Yağmur Zararı (üzüm ve incir), Elma, Ayva ve Armutta tomurcuk dönemi, Büyükbaşta Terör Teminatı, Alçak Tüneller
2021	Sıcak Hava Zararı (Turunçgiller ve Üzüm), Pamuk için Yağmur Ayçiçeği için Kuş Zararı, Köy Bazlı Kuraklık Verim, Sera Enkaz Kaldırma Masrafı, Büyükbaşta Grev, Lokavt Su Ürünlerinde kafesler arası balık aktarımları, Gelir Koruma Sigortası

2022	Taşıt çarpması, şekerpancarı, çerezlik kabak, domates, biber, patlıcan fide döneminde don, Dolu ağı ile telli terbiye sitemlerinde kar ağırlığı, meyve ve bağ fidanlarında don,Serada örtü onarım masrafları, seranın dışındaki teknik donanım unsurları, Kara kovanlar
2023	Taşıt çarpması, şekerpancarı, çerezlik kabak, domates, biber, patlıcan fide döneminde don, Dolu ağı ile telli terbiye sitemlerinde kar ağırlığı, meyve ve bağ fidanlarında don,Serada örtü onarım masrafları, seranın dışındaki teknik donanım unsurları, Kara kovanlar
2024	Gelir Koruma Sigortası (Türkiye), Küçükbaşta şap, Kümeste tek tarife
2025	Ayçiçeği ürününün Köy Bazlı Verim Sigortasına dahil edilmesi, Mantar ürününün kapsama alındı. Ayçiçeği ürününün Köy Bazlı Verim Sigortasına dahil edilmesi, Mantar ürününün kapsama alındı. Gelir Koruma Sigortası kapsamında Arpa ürününün de kapsama alındı. İpekböceği yetiştiriciliğinin kapsama alındı. Büyükbaş Hayvan Hayat Sigortalarında dar kapsamlı tarifelerin teminat kapsamının genişletildi. Üretici lehine Prim indirimlerinin yapıldı. Geyik Zararı teminat kapsamına alındı.

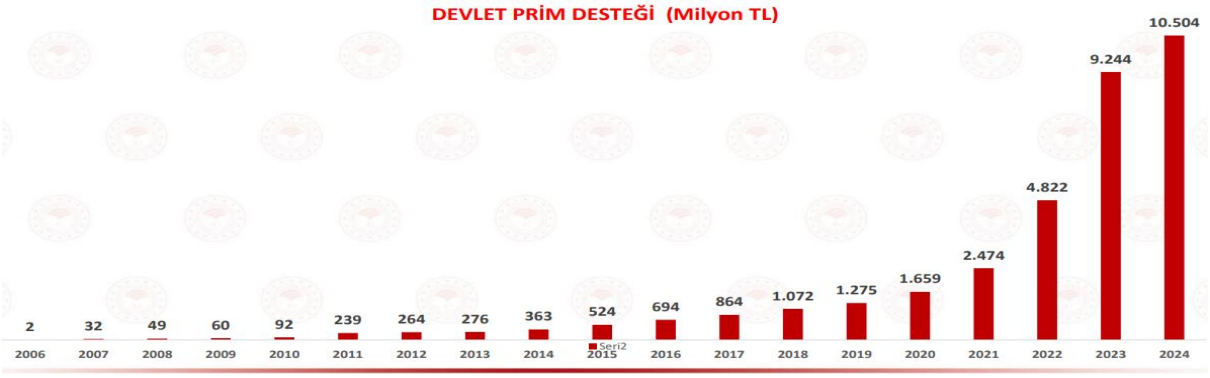
Şekil 8.2. 2006-2024 yılları arasında poliçe sayısı (milyon adet)



Şekil 8.3. 2006-2024yılları arasında ödenen tazminat (milyon TL)



Şekil 8.4. 2006-2024 yılları arasında devlet destek prim tutarı (milyon TL)



2024 yılında en fazla tazminat ödenen hasarların başında; 3,2 milyar TL ile dolu, 1,6 milyar TL ile don, 1,5 milyar TL ile hayvan ölümleri, 302 milyon TL ile kuraklık, 257 milyon TL sel-su baskını ve 228 milyon TL ile fırtına gelmektedir.

8.3.4. Uluslararası finansal kaynaklara erişim

Sürdürülebilirlik ilişkileri bağlamında uluslararası kredi mekanizmaları da son yıllarda ciddi anlamda kabuk değiştirmiştir. Örneğin günümüzden sadece 3-4 yıl öncesine kadar yalnızca bankaların finansal verileri ile kullandırılan uluslararası krediler günümüzde bankaların sürdürülebilirlik uygulamalarını da dikkate alan "sürdürülebilirlik ilintili" ya da "sürdürülebilirlik temalı" krediler halinde gelmiştir. Mevcut durum itibariyle küresel pazarda sürdürülebilirlik ilintili olmayan bir uluslararası kredi bulmak bankalar açısından olanaksız hale gelmiştir. Dolayısıyla bu duruma uyum sağlamak son derece önemlidir. Öncelikli alanların başında tarım sektörü gelmektedir. Bu durum, bankaların tarım kredilerindeki ağırlığının bir miktar artmasına neden olabilir. Diğer yandan bu finansmanın bankalar tarafından yurtdışı kaynaklardan bulunup Türk çiftçisine kullandırılması da hem bankaların kendilerini yabancı para cinsinden ucuza fonlaması, hem itibar açısından yatırımcılarına olan itibarlarını koruması, çiftçilere görece daha düşük maliyetli kredi kullandırabilmek için kaynak yaratması mümkündür. Bu noktada iki önemli risk bulunmaktadır.

Birincisi bankaların Uluslararası Finansal Kurumlardan (IFI) bu kredileri alma şartı bu türden bir yeşil finansman yaratmaktır. Bu yabancı para sermayeden yararlanabilmek de bankalar açısından hem düşük maliyetli hem de PR katkısı nedeniyle arzu edilen bir işlemdir. Ancak bankaların bu kaynaklardan edindiği fonları çiftçilere normal krediler olarak kullandırması yine sürecin etkinliğini yavaşlatacak bunları normal birer tarım kredisi haline getirecek, faydanın (maliyet avantajının) tamamı da çiftçilerde değil bankalarda kalacaktır. Bu maliyet avantajının en azından çiftçi ile paylaşılması ve bunun koşullarının/kurallarının belirlenmesi konusunda düzenleyici otorite tarafından atılacak adım süreci çok daha etkin hale getirecektir.

İkinci bir risk ise küresel olarak bütün dünyaya girerek yaygınlaşan ve artan bu yeşil fonların Türk bankacılık sisteminin henüz yeterli altyapı hazırlığını tamamlayamamış olması nedeni ile sistemin görece dışında kalması veya bu kaynaklardan yeteri kadar yararlanamaması riskidir. Bu tür bir destekten mahrum kalmamak adına yeşil kredi olarak kullandırılacak alanların belirlenerek (bir rehber olarak yayınlanması) hem yayım çalışmaları ile çiftçilerin bilgilendirilmesi hem de bankaların bu konuda yönlendirilmesi gerekir. Bunun için ICMA'nın

(International Capital Market Association) yeşil tahvil kriterleri uluslararası geçerliliği de olması nedeniyle baz alınabilir.

8.3.5. Tarımsal Krediler

Tarım sektöründe daha az salım ve iklim değişikliğine uyum için planlanabilecek çok çeşitli yöntem ve yaklaşımlar söz konusudur. Daha verimli sistemler, yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı, kuraklığa dayanıklı çeşit ıslahı, hassas tarım vb. bu yöndeki yaklaşımların bazılarıdır. Ancak geleneksel metotlardan bunlara geçişin de belli bir maliyeti olacaktır. Burada desteklemelerin artırtılması kamunun sırtında ilave bir yük olabilecekken, çiftçilerden bu yatırımların maliyetini üstelenmelerini beklemek de zaten görece küçük çiftçilerin üretimdeki ekonomik sürdürülebilirliklerini olumsuz etkileyebilir. Bu noktada uygun koşullara sahip ve doğru kurgulanmış bir kredilendirme politikası tek başına yeterli olmasa da diğer finansman araçlarının yanında tamamlayıcı unsur olabilir. Bunun amaca ulaşma açısından etkinliğinin sağlanması için de düzenleyici otoriteler tarafından belirli bir yönlendirmeye ihtiyaç vardır. Ancak buna geçemeden önce kısaca çevresel etkileri bakımından çiftçilik faaliyetini iyileştirecek harcamaların, yani "maliyetin" niteliğine değinmek yararlı olacaktır.

Buradaki maliyetin ne olduğunu doğru tanımlamak finansmanın planlanması bakımından da son derece önemlidir. Bu yönüyle finanse edilecek maliyeti bu çalışma özelinde kendimizce "çiftçi karlılığı bakımından verimsiz maliyet" ve "çiftçi karlılığı bakımından verimli maliyet" olarak ikiye ayırarak devam edebiliriz. Zira çevresel açıdan her ikisi de verimli olsa bile bazı harcamalar çiftlik karlılığını bozma pahasına emisyonu azaltmaya yönelik olabiliyor.

Bunlardan birincisi (çiftçi karlılığı bakımından verimsiz maliyet), çiftçilerin mevcut üretimlerinden vazgeçmekle daha iklim uyumlu ama daha yüksek maliyetli bir yönteme geçmeleridir. Buna bir örnek vermek gerekirse çok sözü uzatmadan çeltik tarlalarındaki emisyonu azaltmak üzere yapılan ilave uygulamaların bütünü belirtilebilir. Ya da hayvancılıkta daha düşük bağırsak fermantasyonu için güncel fiyatlarla daha pahalıya mal olacak bir rasyon hazırlanması örnek olabilir. Bunlar için yapılacak maliyet çiftçi karlılığı bakımından kısa vadede verimsizdir, dolayısıyla çiftçiler tarafından benimsenmesi güç olan uygulamalardır.

İkinci olarak (çiftçi karlılığı bakımından verimli maliyet açısından) ise yapılan harcamanın hem çevresel etkileri olumlu hem de işletmenin karlılığını artıracak uygulamalar söz konusu olabilir. Zira tarım sektörü diğer endüstrilerden farklı olarak çok küçük ölçeklere sahip, dolayısıyla da ekonomik açıdan rantabl olsa bile bu yatırımları yapabilecek tasarruf ve sermaye birikimi görece düşük bir sektördür. Bu da ikinci grup özelinde ekonomik büyüme ile sürdürülebilirlik hedeflerinin ortaklaştığı bir alan olarak öne çıkmaktadır. Diğer sektörlerin genelinde bu yatırımlar zaten yapıldığı ya da ekonomik saiklerle yapılmakta olduğu için konuşulan konu genellikle ekonomik açıdan verimsiz olan harcamalar olmaktadır. Ancak tarım sektörü için karlılığı da pozitif etkileyecek olan çevresel etki iyileştirme harcamaları çok önemli bir fırsat noktasıdır.

Burada doğrudan hızla mesafe alınabilecek alan bu ikinci gruptur. Öncelikle bu amaç doğrultusundaki finansmana konu olabilecek uygulama-makine-ekipman listesi ilgili Bakanlık tarafından hazırlanarak bunların finansmanının da BDDK tarafından doğrudan yeşil finansman kabul edilmesi herhangi bir ilave maddi kaynak ya da destek gerektirmeden kendi içinde bir

doğal/verimli destek mekanizması yaratılmış olacaktır. Bu noktada BDDK'nın Yeşil Varlık Oranı Tebliği de bu yaklaşımın tamamlayıcısı niteliktedir. Bankalar toplam portföyleri içindeki yeşil varlıkları artırmak istedikçe bu tür sürdürülebilir ve verimli alanlara ilişkin tarım plasmanlarını da doğal olarak artıracaklar ve zaman içinde sektörün dönüşümünde gözle görülür bir etkiye doğru büyüyen bir mekanizma işlerlik kazanmış olacaktır.

Diğer grup (karlılık açısından verimsiz maliyet) için de elbette yine benzer bir yaklaşımın kurgulanması son derece önemlidir. Ancak bu noktada bankaların daha çok bu ürünlerin/yöntemlerin kullanılması için kredi kullandırma konusundaki iştahını artırmak bu alanda tek başına yeterli değildir. Zira genel çiftçi profili bakımından kısa vadede fayda sağlamayan en azından o yılki üretim karında sonuçlarını izleyemeyeceği bir harcama uzun vadede gelecek nesiller için daha sürdürülebilir koşullar (söz gelimi daha sağlıklı bir toprak yapısı vb.) sunacak diye beli bir harcamayı gönüllü olarak üstlenmek konusunda pek iştahlı olmayabilir. Ucuz kredi imkânı olsa bile geri ödemesi olacak ama kara etkisi olmayacak bu türden bir masrafın çiftçiler tarafından benimsenmesi oldukça güç olacaktır.

Bu noktada yine bir dizi yaklaşım uygulamaya konulabilir. Öncelikle bu tür yatırımlara verilen krediler de yine Yeşil Kredi olarak işaretlenebilir. Bununla birlikte bu kredilerin karlılık açısından verimli krediler ile birlikte yani paket olarak kullandırılması bir yöntem olabilir. Üçüncü olarak da bu yatırımların yapılması için doğrudan destekleme verilmesi yerine (bu da bir alternatif ama her yatırım için destek mümkün olmayacağı için) mevcut desteklerin bir ön koşulu olarak uygulanabilir. Yine tüm bu yeşil finansman kategorisindeki yatırımların KKDF ve BSMV'den muaf tutulması ilave bir maliyet yaratmaksızın destek niteliği de taşıyacaktır. Benzer şekilde mevcut durumda yalnızca T.C. Ziraat Bankası ve Tarım Kredi Kooperatifleri tarafından kullandırılan sübvansiyonlu kredilerin de en azından yeşil finansman kapsamı ile sınırlı olmak üzere tüm bankalara yaygınlaştırılması toplam sübvansiyon miktarı artırılmasa bile verilen sübvansiyonun tabana yayarak daha etkin hale getirilmesini sağlayacaktır.

8.4. AR-GE ve Eğitim-Yayım

Tarım sektöründe iklim değişikliğine uyum ve düşük karbonlu kalkınma için araştırma geliştirme ile çiftçilere yönelik eğitim ve yayım çalışmaları önemlidir. Tarım ve Orman Bakanlığı'nın ilgili genel müdürlükleri bu kapsamda faaliyetleri yürütmekle yükümlüdür. TOB, diğer bakanlıklar il ve ilçe müdürlükleri ile araştırma enstitüleri, sulama birlikleri, sulama kooperatifleri, sulama ekipmanı üreticileri, çiftçi örgütleri, sivil toplum kuruluşları ve yerel yönetimlerle iş birliği yaparak eğitim yayım faaliyetlerini gerçekleştirmektedir.

Çiftçilere ve potansiyel hedef kitleye yönelik olarak teorik ve uygulamalı MEB onaylı "Basınçlı Sulama Sistemleri", "Etkin ve Verimli Sulama Sistemleri" ve "Tarımsal Kuraklık" konulu sertifikalı eğitimler düzenlenmektedir. Damla sulama, yağmurlama sulama, basınçlı sulama sistemlerinin avantajları, basınçlı sulama sistemlerinin yaygınlaştırılması, kuraklıkla mücadele, kuraklığa dayanıklı çeşitlerin yetiştirilmesi ve yaygınlaştırılması, kuraklık ve su yönetimi, güneş ve rüzgar enerjisinin sulamada kullanımı, akıllı sulama sistemleri, evsel atıkların sulamada kullanımı, seralarda sulama teknikleri konularında yayım faaliyeti (çiftçi inceleme gezisi, çiftçi toplantısı, demonstrasyon, tarla günü, çiftçi toplantısı ve panel) faaliyeti gerçekleştirilmektedir.

Anız yakmanın canlıların yaşamlarına ve çevreye verdiği zararlar konusunda çiftçilere ve potansiyel hedef kitleye yönelik olarak yayım ve eğitim çalışmaları gerçekleştirilmektedir. Organik gübre kullanımının yaygınlaştırılması, gübrelemenin temel ilkeleri, gübrelemenin yanlış yapılması ve zararları, organik gübreler ve gübreleme yöntemleri konularının işlendiği, uzaktan eğitimler de dâhil yayım ve eğitim faaliyetleri gerçekleştirilmektedir.

Eğitim ve yayım faaliyetlerinin görsel açıdan zenginleştirilmesi amacıyla iklim değişikliği, kuraklık ve sulamanın etkinliğinin artırılması ile ilgili farklı konularda basılı ve görüntülü yayım materyali tasarlanarak çiftçilere dağıtılmaktadır. Farklı uygulamaların hizmete sunulduğu eğitim ve yayın platformu oluşturulmuştur. Oluşturulan platform içerisinde çiftçilerin ve diğer hedef kitlelerin ihtiyaç duydukları bilgilere istedikleri zaman ulaşabilmelerini temin etmek için Tarım Orman Akademisi, Web Tarım TV ve Dijital Tarım Kütüphanesi portalları kurgulanmıştır. Uzaktan eğitim modeli olarak kurgulanan "Tarım Orman Akademisi" portalı "akademi.tarimorman.gov.tr adresinde hizmet vermektedir. Bu portal sayesinde hedef kitlelerin ihtiyaç duydukları bilgiler internet üzerinden eğitim videoları sayesinde verilmektedir. Atık suyun tarımsal alanda kullanımı, güneş panellerinin tarımsal sulamada kullanımı, enerji verimliliği ve iklim değişikliği, gübreler ve gübreleme yöntemleri, iklim değişikliğinin sebepleri ve tarım, iyi tarım uygulamaları, kurak ve yarı kurak bölgelerde ar-ge çalışmaları, kuraklığın su kaynaklarına etkisi ve tarımsal su yönetimi, organik tarım, su kaynaklarının kirliliğinin önlenmesi, sulama ile gübre uygulaması, sulama verimliliği ve su yönetimi, sürdürülebilir toprak yönetiminde toprak işleme, tarımsal yenilikler ve ar-ge, toprak işlemesiz tarım teknikleri, toprak tuzluluğu ve ıslah yöntemleri, Türkiye' de organik tarımdaki gelişmeler ve yenilenebilir enerji kaynaklarının sulamada kullanımı konularında eğitim videoları hazırlanmış ve yayınlanmıştır.

AR-GE çalışmalarında elde edilen sonuçların çiftçi şartlarında yaygınlaştırılması için üniversiteler, araştırma enstitüleri ve Bakanlığımız il müdürlükleri ile iş birliği içinde eğitim ve yayım projeleri uygulanmaktadır. Kuraklığa dayanıklı tescil edilen yeni çeşitlerin çiftçi şartlarında yaygınlaştırılması, suyu bilinçli ve tasarruflu kullanan faydalanıcı sayısının artırılması, basınçlı sulama sistemlerinin yaygınlaştırılması ve su hasadı tekniklerinin çiftçilere benimsetilmesi amacıyla demonstrasyon, tarla günleri, teknik çiftçi inceleme gezileri, panel ve konferans şeklinde uygulamalı eğitim ve yayım faaliyetleri gerçekleştirilmektedir.

8.5. Kurum içi ve Kurumlararası İşbirliği

İklim değişikliği tarım sektörü açısından gerek etki ve uyum gerekse sera gazı azaltım açısıdan tüm alanlarda daha fazla etkili hale gelmektedir. İklim değişikliği tarımın alt sektör ve konularının tümüyle ilgili olan yatay kesen bir konudur. Tarım sektörünün tüm alt bileşenlerinin etkilenmemesi, dayanıklılığının artırılması, kırılganlıkların azaltılması, uyum kapasitesinin güçlendirilmesi, sera gazı emisyonlarının azaltılması, uluslararası yükümlülüklerin yerine getirilmesi için Tarım ve Orman Bakanlığı'nın hem kurum içi hem de kurumlararası işbirliğini güçlendirmesi gerekmektedir. Bu nedenle Tarım ve Orman Bakanlığı bünyesinde işleri koordine eden değil iklim değişikliği konusunda uzmanlaşmış ve yürütücü bir birim kurulmalıdır.

9. GZFT Analizi

9.1. Güçlü Yönler

- Türkiye'nin, geniş tarımsal üretime elverişli coğrafi yapısı, doğal kaynakları ve biyoçeşitliliği
- Farklı habitatlarda çok sayıda ekosisteme sahip olması
- Coğrafi yapı ve doğal zenginlik nedeniyle biyoçeşitlilik açısından zenginlik
- Kültürel ve tarihsel miras
- Tarım ve Orman Bakanlığı'nın ilçe düzeyinde teşkilatının bulunması
- İklim değişikliğinin izlenmesine yönelik meteorolojik parametreler için geniş meteorolojik gözlem ağının varlığı
- Türkiye'nin Paris anlaşmasını onaylamış olması ve Paris Anlaşmasının etkisiyle uluslararası iş birlikleri ve finansal desteklerin artması (FAO, IPCC, UNFCCC, AB fonları vb.)
- İklim Değişikliği ve Uyum Koordinasyon Kurulu (İDUK)'nun ve Tarım Sektöründe İklim Değişikliği Koordinasyon Kurulu (İDKK)'nın kurulmuş olması
- Avrupa Birliği'ne tam üyelik sürecinde AB Ortak Tarım Politikası'na uyum süreci
- Toprak yönetimi, iklim değişikliği, çölleşme, erozyon ve kuraklık konusunda kurumsal kapasite
- Entegre havza yönetimi yaklaşımının benimsenmesi
- Havza bazlı su yönetimi ve entegrasyon çalışmaları
- 1:25.000 ölçekli detaylı toprak haritalama çalışmalarının başlatılmış olması
- Anadolu Bozkır Ekosistemleri İçin İklim Değişikliğine Ekosistem Tabanlı Uyum Stratejisi
- Türkiye Tarımsal Kuraklıkla Mücadele Stratejisi ve Eylem Planı
- Toprak kaynaklarının sürdürülebilir yönetimi konusunda yasal mevzuatların bulunması, tarımsal destek ve teşvikler ile sürdürülebilir tarım uygulamalarının teşviki
- Arazi tahribatını dengelemeye yönelik stratejik planlamaların yapılması
- Türkiye'nin temel bir kanun olan iklim kanununu hazırlamış ve meclise sunmuş olması
- Arazi Kullanım Planlarının (AKUP) uygulamaya geçecek olması bu yönde oluşturulan mevzuatların iklim değişikliği senaryolarına göre düzenlenmesinin planlaması
- Sulama yatırımları ve modern sulama tekniklerinin yaygınlaşmasına yönelik destekler
- Dijitalleşmenin etkisiyle tarımda iklim akıllı teknolojilerin ve erken uyarı sistemlerinin desteklenmesi ve yaygınlaşmaya başlaması
- Tarımsal üretim planlamasının başlatılmış olması

- Toprak etütlerinin yapılması için yeterli teknolojinin varlığı, dijital tarım ve akıllı arazi yönetimi vizyonunun gelişmiş olması, iştikşafi haritalar ve alan ile ilgili eğim, jeoloji ve arazi kullanımı gibi bilgilerin dijital ortamda bulunması
- Nitrat direktifinin oluşturulması
- Tarım sigortaları sistemi
- Toprak tehditlerini ölçebilecek uzman ve alt yapı varlığı
- Tarım sektörü iklim değişikliğine uyum ve azaltım alanında proje sayısının artması
- İklim değişikliğine toleranslı bitki türlerinin geliştirilmesi ve genetik çeşitliliğin korunması,
- Tarımsal erken uyarılarının toplumun her kesimine ulaştırılması
- Su ve karbon ayak izi bilincinin oluşması bu yönde taleplerin değişmesi
- Su yönetimi konusunda artan farkındalık ve mevzuat geliştirme çalışmaları
- Doğal hayatı ve yaban hayvanlarını koruma çalışmaları
- İklim değişikliği konularının popülerliğinin artması

9.2. Zayıf Yönler

- Kentsel yayılmanın tarım arazilerini tehdit etmesi ve arazi planlamasının yetersizliği
- Aşırı su kullanımının yer altı ve yer üstü su kaynaklarına baskı oluşturması
- Sulama sistemlerinde altyapı eksiklikleri ve yetersiz bakım nedeniyle yaşanan su kayıpları
- Küçük ölçekli ve parçalı tarım arazilerinin çok olması
- Toprakların organik madde yönünden zayıf olması
- Meraların büyük ölçüde orta ve zayıf olması
- İklim değişikliği – tarım etki uyum çalışmalarında kurumlar arası (kamu, özel sektör, STK, üniversite) iş birliği eksikliği
- İklim değişikliğinin tarıma etkilerinin analizine yönelik toprak nemi ölçümlerinin kısıtlı olması
- İklim değişikliğinin etkisiyle su kaynaklarının azalması ve artan kuraklık riski ve su kaynaklarının etkin ve verimli kullanılamaması,
- Çiftçilerin iklim değişikliğine uyum konusunda bilinç ve kapasite eksikliği
- İklim değişikliği etkisiyle artan hastalık ve zararlılar
- Su hasadı, yağmur suyu toplama sistemlerinin (depolama tankları, filtreler, borular vb.) kurulumunun maliyetli olması
- Tarım topraklarına yönelik veri eksiklikleri ve güncelliği konusunda yetersizlikler
- Sürdürülebilir toprak yönetimi konusunda farkındalığın yeterince yaygın olmaması

- Karbon tutucu tarımsal ürünlere, çayır–mera alanlarının yutak kapasitelerinin tespitine yönelik Ar-Ge çalışmalarının yetersizliği
- Su Kanunu'nun henüz yürürlüğe girmemiş olması.
- Salma sulama gibi eski yöntemlerin hâlâ kullanılıyor olması
- Su verimliliği sağlayan modern sulama sistemlerinin yüksek maliyeti
- Monokültür ve entansif tarımın yaygın olması ve ekosistem dayanıklığının azalması
- Arazi kullanımının optimize edilmesini sağlayacak koordinasyon eksiklikleri
- Toprak koruma konusunda riskli alanların tespitinin yapılmamış olması
- Su kaynaklarına yönelik hidrometeorolojik verilerin izleme ve veri toplama süreçlerinin yetersizliği
- Tarımsal su kullanımıyla ilgili denetimlerin yetersizliği ve su tahsis politikalarındaki adaletsizlikler
- Atık sularda arıtma yetersizse, atık sudan gelen zararlı maddeler yeraltı suyu kaynaklarına sızma riski ve ileri arıtma sistemleri (filtrasyon, dezenfeksiyon vb.) yüksek maliyetli olması
- Güncel fenolojik gözlem yapılmaması
- Tarım sektöründe iklim değişikliği özelinde destek ve teşvik mekanizmasının olmaması
- Toprak erozyonun yanlış ve eksik uygulamalar nedeniyle yüksek olması
- Toprak organik-C stok miktarını iyileştirme, toprak etütleri, toprak tehditlerine ve sorunlarına yönelik yönetim birimi ve uygulanabilir politikaların eksik oluşu
- Tüketicilerin düşük karbonlu tüketim konusundaki bilgi eksikliği
- Toprak koruma konusunda toprak kullanıcıları için destek/ceza sisteminin bulunmayışı
- İklim değişikliğine uyum politikalarının uygulamada yetersiz kalması
- Su hasadı, yağmur miktarına bağlı olduğu için kurak dönemlerde veya az yağış alan bölgelerde yetersiz olması
- Su hasadı, ruhsat ve izin gereksinimleri
- Atık suların sulamada kullanılması ile yetersiz arıtılmış atık sular; bakteri, virüs, parazit ve ağır metaller içerme riski
- Doğal hayata müdahale edilmesi
- İklim değişikliğine uyum kapasitesinin düşüklüğü
- Biyotik tehditler
- İklim değişikliğinin coğrafi bölgeler özelinde sektörde yaratacağı ekonomik zararın hesaplanmasındaki güçlükler

9.3. Fırsatlar

- 2053 net sıfır hedefini tutturmada tarım, ormancılık ve arazi kullanım sektöründe azaltım ve yutak potansiyelinin varlığı
- Dijital tarım teknolojilerinin geliştirilmesi ve CBS tabanlı ulusal toprak bilgi sisteminin oluşturulması
- Finansman kaynaklarının iklim değişikliği ve tarım sektöründe yaygınlaşması
- Tarım sektörüne yönelik yeşil finansman ve karbon ticareti fırsatları
- Karbon tarımı faaliyetlerinin gelir getirici etkisi
- Su verimliliğini artırmaya yönelik hibe ve teşvik programları
- Doğa temelli çözümler ve agroekoloji gibi iklim dostu yaklaşımlar ile ekosistem tabanlı tarımsal uygulamaların entegrasyonu sayesinde, iklim değişikliğine dayanıklı tarım modellerinin geliştirilmesi
- Daha az su tüketen bitkilerin geliştirilmesi
- Suyu merkeze alan tarımsal üretim planlamasının başlaması
- Tarımsal destek programlarının veriye dayalı hale getirilmesi
- Tarım ve orman politikalarının iklim değişikliğine uyum sağlayacak şekilde düzenlenebilmesi
- Yenilikçi teknolojilerin artan kullanımı
- İklim değişikliğine karşı daha dayanıklı altyapı yatırımları
- Doğal hayat ve yaban hayvanlarının, ekoturizm için büyük bir potansiyel sunması ve yerel ekonomilere katkısı
- Doğal hayatı koruma konularında uluslararası fonlardan ve iş birliklerinden yararlanma
- Tarım topraklarının izlenmesi ve sürdürülebilir yönetimi için uzaktan algılama ve yapay zekâ tabanlı sistemlerin entegrasyon yaklaşımların yaygınlaşması
- Arazi tahribatını önleyici politikaların ulusal stratejiye dahil edilmesi
- Yerel yönetimler ve akademik kurumlarla entegrasyonun artmaya başlamış olması
- Küresel iklim politikalarında suyun etkin kullanımı giderek daha fazla önem kazanması
- Su verimliliği ve su yönetimi projeleri için uluslararası finansman kaynakları bulunması
- İklim değişikliği etki, uyum ve azaltım çalışmalarına bilimsel altlık oluşturacak iklim projeksiyonlarının geliştirilmesi
- İklim değişikliği uyum ve azaltıma yönelik iş gücü ve kaynak ihtiyacını en aza indirmek için güncel teknoloji (yapay zeka vb) kullanımı imkanı
- Sıcaklık artışları nedeniyle ürün vejetasyon dönemlerinin kısalması
- Uluslararası iş birlikleri ile sürdürülebilir tarım yönetiminin desteklenmesi

- AB ve uluslararası destekli projelerin iklim değişikliğine uyum çabalarına katkı sağlaması

9.4. Tehditler

- İklim değişikliği kaynaklı meteorolojik afetlerin sayı ve şiddetindeki artışlar
- Ülkemizin iklim değişikliğinden en çok etkilenecek Akdeniz Havzasında yer alması
- İklim değişikliğinin tarım toprakları üzerinde olumsuz etkileri (kuraklık, çölleşme, sel baskınları)
- Tarımsal ilaçlar ve gübrelerin su kaynaklarını kirletmesi, verimli su kullanımını engellemesi
- Şehirleşme, sanayileşme ve tarım alanlarının genişlemesi, doğal hayat ve yaban hayatı daraltma riski
- İklim değişikliğinin etkisiyle verim kaybı ve gıda güvenliğinin tehdit altında olması
- İklim değişikliği nedeniyle ortaya çıkacak göçler
- Biyoçeşitlilik kaybı ve ekosistem hizmetlerinin bozulması
- Aşırı hava olaylarının sigorta maliyetlerini artırması
- Yağış azalışları nedeniyle yeraltı suyu azalması riskleri
- Artan gıda talebi, su kaynakları üzerinde daha fazla baskı oluşturması
- Doğayı koruma projelerinin diğer kalkınma projeleri karşısında ikinci planda kalması
- Küresel sera gazı emisyonlarının artış trendinin, geri döndürülemez ortalama 2°C artış senaryosunun gerçekleşmesi
- İklim dostu tarımsal uygulamaların ilk birkaç yıldaki maliyetinin yüksek olması ve bu maliyeti karşılayacak destek mekanizmasının olmayışı
- İklim değişikliği nedeniyle sıcaklık artışları topraktaki bozulma hızını artırması
- Sıcaklık artışları ve ekstrem yağışların bitki hastalık ve zararlı artışında risk oluşturması
- Su kaynaklarının azalması ve erozyon riskinin artması ve tarım topraklarının tuzlanma, asitleşme ve kirlenme gibi olumsuz etkilere maruz kalması
- Toprak bilgi sisteminin eksikliği nedeniyle karar mekanizmalarının veriye dayalı olmaması
- Tarımsal desteklerin verimsiz kullanımı ve yeterli denetimin olmaması
- Öngörülemeyen finansal gelişmeler
- Ekim dikim zamanının öngörülemeyişi, verimde azalış
- İklim değişikliği kaynaklı yaşanacak göçler sonucunda tarım iş gücünün azalması ve kırsal göç nedeniyle üretim kapasitesinin düşmesi
- İklim değişikliği nedeniyle deniz seviyesi artışı kıyı alanlardaki tarımsal üretim üzerine risk oluşturması
- Deniz suyu sıcaklıkları değişimleri nedeniyle balıkçılık sektöründe oluşan riskler

- Hızlı kentsel yayılma ve tarım arazilerinin kontrolsüz kaybı, plansız sanayi ve altyapı projelerinin tarım topraklarına zarar vermesi
- Verilerin toplanmasında sürekliliğin sağlanamaması ve veri paylaşımında eksiklikler
- Su kaynaklarının korunmasına yönelik yasal düzenlemelerin yetersiz kalması
- Ekolojik zonda kaymalar
- Ekosistem ve biyolojik çeşitliliğin sunduğu çevresel hizmetlerin ekonomik değerinin tam ortaya konulamaması
- Tarım sektöründe uyum azaltım konularında mali kaynaklara ulaşımın yeterli miktarda proje üretebilme kapasitesinin düşüklüğü
- Sıcaklık artışlarının soğuklanma ihtiyacı üzerinde risk oluşturması
- Toprak koruma politikalarının yetersiz uygulanması ve ilgili kurumlar arası koordinasyon eksikliği
- Tarım dışı sektörlerde su kullanımının artması

10. HEDEF VE STRATEJİLER

HEDEF 1. Tarım Topraklarının Korunması, Etkin Kullanımı ve Sürdürülebilir Yönetiminin Sağlanması

Kısa Vadeli Stratejiler

1. Tarımsal üretim ve arazi kullanım planlamasının güçlendirilmesi
2. Detaylı toprak etüt haritalama çalışmalarının tamamlanarak dijital veritabanı ile kurumsal entegrasyonunun sağlanması
3. Kapasite geliştirme, finansal destek ve tüketici bilinçlendirme ile sürdürülebilir tarımın güçlendirilmesi

Orta Vadeli Stratejiler

4. Arazi tahribatının dengelenmesi (ATD) ve ATD'nin iklim değişikliğine uyum ve azaltım stratejileri ile uyumlu hale getirilmesi
5. Toprak bilgi sisteminin kurulması

Uzun Vadeli Stratejiler

6. Toprağın verim gücünün ve sağlığının korunması
7. Tarım kaynaklı emisyonların azaltılması ve toprak karbon yutağının artırılması
8. Kurumsal koordinasyon ve yönetişim (toprak diplomasisi)

HEDEF 2. Su Kaynaklarının Korunması, Etkin Kullanımı ve Sürdürülebilir Yönetiminin Sağlanması

Kısa Vadeli Stratejiler

1. Modern sulama sistemleri yaygınlaştırılması
2. Tarımsal sulamada su kayıplarını önlenmek için önlemler alınması
3. Yağmur suyu hasadı uygulamaları teşvik edilmelsi
4. İzinsiz su kullanımı tespit edilmesi ve caydırıcı yaptırımlar uygulanması
5. Yeraltı suyu rezervlerinin korunması ve yenilenmesi
6. Arıtılmış atık suların tarımsal sulamada güvenli kullanımı sağlanması
7. Sulama sistemlerinin rehabilite edilmesi
8. İklim değişikliğinin su kaynakları üzerindeki etkileri konusunda araştırmalarının artırılması
9. Kuraklık ve aşırı hava olaylarına karşı erken uyarı sistemleri kurulması
10. Su yönetimi için izleme sistemleri ve veri tabanları oluşturulması
11. Buharlaşma ve yağış değişimlerinin etkilerinin izlenmesi
12. Su ile ilgili projelerde iklim değişikliği etkileri göz önünde bulundurulması
13. Toprak nemi takip edilerek sulama verimliliği artırılması
14. Tarım alanlarında suyun etkin kullanımına yönelik çiftçi bilinçlendirilme çalışmalarının yapılması
15. Yenilenebilir enerji desteklenerek tarımsal sulama maliyetlerin azaltılması

Orta Vadeli Stratejiler

16. Mevzuat altyapısının güçlendirilmesi
17. Kuraklığa dayanıklı bitkilerin ekimi teşvik edilmesi
18. Akıllı tarım ve dijital sulama teknolojilerinin yaygınlaştırılması
19. Buharlaşma kaynaklı su kayıplarını azaltacak uygulamalar geliştirilmesi
20. Alternatif su kaynakları için altyapı oluşturulması ve pilot projeler başlatılması
21. Su kullanımı esas alınarak fiyatlandırma politikaları uygulanması
22. Sulama tesislerinde otomasyon ve karar destek sistemleri kullanılması

Uzun Vadeli Stratejiler

23. Su izleme ve tahmin modelleri için yapay zeka ve uzaktan algılama teknolojileri kullanılması
24. Kısıtlı sulama ile su kaynaklarının sürdürülebilir yönetimi sağlanması
25. Su kullanımında sürdürülebilirlik sağlanması ve sıfır israf politikası benimsenmesi

26. Yağmur suyu hasadı sistemlerinin yaygınlaştırılması
27. Akıllı su yönetim sistemleri uygulanması
28. Yeni su depolama ve dağıtım sistemleri kurulması
29. İklim değişikliği kaynaklı risk faktörlerine karşı dayanıklılık araştırmalarının desteklenmesi
30. Arıtılmış atık suların yaygın kullanımı sağlanması ve altyapı geliştirilmesi
31. Su-Enerji-Gıda-Ekosistem (WEFE) yaklaşımı konusunda araştırmaların, uygulamaların ve politikalara entegrasyonunun artırılması

HEDEF 3. Ekosistemin iklim değişikliğine uyum kapasitesinin güçlendirilmesi ve bozunan ekosistemin onarımı

Kısa Vadeli Stratejiler

1. Biyolojik çeşitliliğe zarar veren tarımsal faaliyetler ile hava, su, toprak, plastik ve gürültü kirliliğinin önlenmesi, izlenmesi ve denetlenmesi
2. Tahrip olmuş ve parçalanmış ekosistemlerin envanterinin çıkarılması ve restorasyonu
3. Orman ekosistemlerinin restorasyonu ve biyoçeşitliliğin artırılması
4. Tarım alanları çevresindeki doğal habitatların korunması ve geliştirilmesi
5. Korunan alan oranının artırılması
6. Acil müdahale gerektiren alanların belirlenmesi ve koruma altına alınması
7. Ormanlara zarar veren iklim değişikliği kaynaklı biyotik (örneğin böcek ve mantar zararları) ve abiyotik faktörlerin (örneğin fırtına ve kar devriği) izlenmesi

Orta Vadeli Stratejiler

8. Biyolojik çeşitliliğe zarar veren faaliyetlerin önlenmesi ve azaltılması
9. Yasal düzenlemelerin güçlendirilmesi ve denetim mekanizmalarının etkinleştirilmesi
10. Tür/habitat koruma eylem planları ile korunan alanların yönetim ve gelişim planlarına iklim değişikliğine uyum konularının dahil edilmesi
11. Ekosistemlerin direncinin artırılması ve sürdürülebilirliğinin kalkınmanın sağlanması için projeler hazırlanması ve desteklenmesi

Uzun Vadeli Stratejiler

12. Yaban hayatı ve tarımsal üretim arasındaki dengenin sağlanması
13. Tarım politikalarının ekolojik sürdürülebilirlik hedefleriyle uyumlu hale getirilmesi
14. Finansal teşvikler ve destekler ile çiftçilerin yaban hayatı dostu uygulamaları benimsemesini kolaylaştırılması

HEDEF 4. Tarım ve Ormancılık sektöründe iklim değişikliğine dayanıklılığın artırılması, kırılganlığın azaltılması, uyum kapasitesinin güçlendirilmesi

Kısa Vadeli Stratejiler

1. Tarım ve ormancılık sektöründe iklim risk haritalarının çıkarılması ve bölgesel uyum planlarının hazırlanması.
2. İklim değişikliğinin beklenen etkilerine (kuraklık, yağış ve sıcaklık değişimleri, hastalıklar vb) dayanıklı çeşit, tür ve ırkların tespiti, geliştirilmesi ve kullanımının sağlanması
3. Bitkisel ve hayvansal üretim planlarının hazırlanması
4. İl ve ilçe üretim deseni rehberi oluşturulması
5. İl ve ilçe hayvancılık sistemi rehberi oluşturulması
6. Ürün rotasyonu, polikültür tarım, örtü bitkisi, canlı rüzgar perdeleri, tarımsal ormancılık (agroforestry) gibi uygulamalarının yaygınlaştırılması
7. Dijital tarımsal kuraklık izleme sistemi geliştirilmesi
8. İklim değişikliğine uyum dikkate alan tarım politikaları gözden geçirme raporu hazırlanması
9. Pestisit kullanımını azaltmak için biyolojik ve biyoteknik mücadele yöntemlerinin araştırılması ve yaygınlaştırılması
10. İstilacı türlerin tespit edilmesi, takibi ve mücadelesi
11. Zararlı organizmalara dayanıklı çeşitlere yönelik Ar-Ge çalışmalarının ve yetiştiriciliğinin teşvik edilmesi
12. Ekim/dikim tarihleri için tavsiye rehberler oluşturulması/güncellenmesi
13. Doğa temelli çözümler ve ekosistem temelli uyum gibi konularda iyi uygulama örneklerinin belirlenmesi ve örnek uygulama projelerinin yapılması
14. Hayvan barınaklarının gölgelik ve havalandırma sistemleri ile iklim dostu hale getirilmesi
15. Sıcaklık stresine dayanıklı hayvan ırklarının belirlenmesi ve yetiştirilmesi
16. Yerel ve kuraklığa dayanıklı yem bitkilerinin üretiminin teşvik edilmesi
17. Silaj ve biyoteknolojik yem katkıları ile yem verimliliğinin artırılması
18. Ekosistem temelli balıkçılık yönetim modelleri oluşturulması
19. Aşırı avlanmayı önlemek için bölgesel kota uygulamalarına geçilmesi ve kota uygulanan tür sayısının arttırılması
20. Denizlerde ekolojik ve biyolojik açıdan önemli balıkçılık koruma alanları oluşturulması, sualtı ekosistemlerinin geliştirilerek mavi karbon yutaklarının arttırılması Su ürünleri yetiştiriciliğinde iklim değişikliğine uyumlu ve çevre dostu yetiştiricilik sistemlerinin yaygınlaştırılması ve desteklenmesi

Orta Vadeli Stratejiler

21. İklim değişikliğine uyuma hizmet eden geleneksel yöntemler envanterinin çıkarılması
22. Dijital tarım uygulamaları (sensörler, drone teknolojisi, hayvan takip çipleri vb) ile toprak, su, gübre, yem gibi girdi kullanımında verimliliğin artırılması, çiftlik yönetiminin iyileştiriilmesi
23. Tahmin sistemlerinin kullanılarak çiftçilere erken uyarı sağlanması
24. Hastalık ve zararlı tahmin ve erken uyarı sistemlerinin ürün ve ülke genelinde yaygınlaştırılamsı

Uzun Vadeli Stratejiler

25. Tarım sektöründe iklim değişikliğine dirençli ve düşük sera gazı emisyonlu üretimi teşvik eden destekleme mekanizmalarının oluşturulması
26. Tatlı su ve deniz ekosistemlerinin iklim değişikliğine karşı korunmasını sağlayacak uluslararası iş birliklerinin artırılması
27. Orman yangınlarına karşı erken uyarı sistemlerinin güçlendirilmesi

HEDEF 5. Düşük karbon emisyonlu tarım için tarımsal faaliyetlerin dönüştürülmesi

Kısa Vadeli Stratejiler

1. Organik tarım ve iyi tarım uygulamalarının yaygınlaştırılması
2. Onarıcı tarım uygulamaları ile toprağın karbon tutma kapasitesinin artırılması
3. Organik gübre üretimi için bitki ve hayvan atıklarının değerlendirilmesi
4. Ağaçlandırma ve erozyon kontrolü için desteklerin artırılması.
5. Minimum toprak işleme teknikleri ile karbon emisyonunun azaltılması
6. Bitkisel ve evsel organik atıkların yeşil gübre ve kompost gübre olarak kullanımı için yöntemler geliştirilmesi
7. Optimum kimyasal gübre kullanımının sağlanması
8. Hayvansal gübrelerin toplanmasına yönelik proje geliştirilmesi
9. İl bazında gübre kullanım verilerinin iyileştirilmesi
10. Çiftçi koşullarında toprak ve yaprak analizi yapılmasına yönelik araştırmalar yapılması
11. Baklagil üretimi ve tüketiminin artırılmasına yönelik faaliyetler yapılamsı
12. İTU ve Organik tarımın genişletilmesi için ihtiyaç analizi yapılması
13. Hayvancılıkta metan emisyonunun damızlık değerlendirme indeksinde tanımlanmasına yönelik araştırmalar yapılması
14. Yerli kaynaklardan yem üretimine yönelik araştırma ve pilot uygulamalar yapılması
15. Biyogaz tesisinden çıkan katı-sıvı gübrelerin mera ıslahında kullanımına yönelik pilot uygulamalar yapılması

16. Tarımsal ormancılık uygulamalarının teşvik edilmesi.
17. Mevcut tarımsal destek ve teşviklerin sera gazı azaltımı çerçevesinde gözden geçirilmesi

Orta Vadeli Stratejiler

18. Hayvan rasyonlarında yem katkılarının kullanımı konusunda araştırma yapılması
19. 100 baş ve üzeri çiftliklerde yem rasyonlarını kayıt altına alacak sistem geliştirilmesi
20. Sığır, koyun gibi metan üreten hayvanların otlatma sistemlerinin iyileştirilmesi
21. Biyogaz tesislerinin yaygınlaştırılarak hayvansal atıklardan enerji üretilmesi
22. Alternatif zirai mücadele yöntemleri geliştirilmesine, geliştirilen ürünlerin, tescil ve ruhsat almasının sağlanması
23. Karbon yutak alanlarını artırmak için geniş çaplı ağaçlandırma projelerinin uygulanması.
24. Ormancılık faaliyetlerinde doğa dostu yöntemlerin benimsenmesi.
25. Tarımsal faaliyetlerden kaynaklanan sera gazı ölçümlerinin yaygınlaştırılması
26. Avrupa Yeşil Mutabakatında tarım ve gıda sistemi ile ilgili düzenlemelerin izlenmesi ve uyumun sağlanması

Uzun Vadeli Stratejiler

27. Süt ve et üretiminde düşük karbon ayak izine sahip üretim sistemlerinin teşvik edilmesi.
28. Meraların aşırı otlatmadan korunarak karbon tutma kapasitelerinin artırılması.
29. Doğal otlatma sistemleri ile biyolojik çeşitliliğin desteklenmesi
30. Ormanların sürdürülebilir yönetimi için karbon kredisi sistemlerinin geliştirilmesi.
31. Orman köylerinde yaşayan toplulukların sürdürülebilir ormancılık uygulamalarına yönlendirilmesi.
32. Tarım ve orman entegrasyonunu sağlayan arazi kullanım planlarının oluşturulması.

HEDEF 6. İklim değişikliğine uyum ve sera gazı emisyonu azaltımı için eğitim, yayım, finansman, istihdam olanaklarının geliştirilmesi

Kısa Vadeli Stratejiler

1. Tarım ve Orman Bakanlığı'nın iklim değişikliği konusunda uzmanlaşması ve çalışmalarını yürütmesi için kurumsal düzenleme yapılarak ayrı bir birim kurulması
2. Doğa ve insan sağlığına zarar vermeden üretim yapan çiftçilere yönelik ödüllerin, bilgi ve finansal desteklerin artırılması için mekanizmalarının geliştirilmesi
3. Organik tarım, toprak sağlığı ve su yönetimi konusunda farkındalık artırıcı programların düzenlenmesi.
4. Çiftçilerin iklim değişikliğine uyum ve düşük karbonlu tarım uygulamaları konusunda yayım faaliyetlerinin artırılması
5. Teknik personele ve diğer tarım paydaşlarına yönelik iklim değişikliğinin etkileri, uyum ve düşük karbonlu tarım uygulamaları hakkında eğitim verilmesi.

6. Tarımda veri tabanı, bilgi teknolojileri, inovasyon ve yapay zeka uygulamalarının geliştirilmesi
7. Kritik altyapıların (sulama, soğuk zincir, modern depolama, ulaşım altyapısı, vs.) güçlendirilmesi
8. Görsel ve sosyal medyada daha çok eğitici ve yenilikçi programların çiftçilere sunulması

Orta Vadeli Stratejiler

9. Kırsal alanda yeşil dönüşüm strateji belgesi hazırlanması
10. TKDK tarafından tarım çevre tedbiri kapsamında verilen desteklerin, ulusal fonlarla uyumlaştırılarak tüm illere yayılması
11. Kadın çiftçilerin kredi ihtiyacını belirlemesi ve kullanımını artırmak için pilot sistem kurulması
12. Tarımsal sigortacılık sisteminin geliştirilmesi
13. Uluslararası iklim finansmanı mekanizmalarından yararlanma konusunda çalışmalar yapılması

Uzun Vadeli Stratejiler

14. Tarım sektöründe etkilenebilirliğin belirlenmesinde önemli rol oynayan sosyo-ekonomik faktörlerin belirlenmesi ve izlenmesi
15. Tarım sektörüne yönelik yeşil finansman mekanizmalarını geliştirilmesi
16. Ziraat Fakülteleri'nde ekolojik / iklim dostu uygulamalarla ilgili derslerin artırılması ve ziraat mühendislerinin ekolojik ve iklim dostu uygulamalar konusunda mesleki yeterliliklerinin artırılması

11. SONUÇ VE DEĞERLENDİRME

İklim değişikliği, küresel ölçekte tarımsal üretimi doğrudan etkileyen en önemli çevresel tehditlerden biridir. Türkiye, sahip olduğu geniş tarımsal alanları, biyolojik çeşitliliği ve iklim koşullarıyla tarım sektörü açısından büyük bir potansiyele sahip olmasına rağmen, iklim değişikliğinin getirdiği riskler karşısında kırılgan bir konumda bulunmaktadır. Bu bağlamda, tarım sektörünün iklim değişikliğine uyum sağlaması ve sera gazı emisyonlarını azaltarak iklim dostu üretim modellerine geçiş yapması büyük önem taşımaktadır.

Türkiye’de tarım ve ormancılık sektörünün iklim değişikliğine uyumu, sera gazı emisyonlarını azaltması ve karbon yutaklarını artırabilmesi odağında yapılan GZFT analizi ile Türkiye'nin güçlü ve zayıf yönlerini tespit ederek, iklim değişikliğine uyum ve azaltım konusunda fırsatların değerlendirilmesi ve tehditlerin en aza indirilmesi için yol gösterici bir çerçeve sunmaktadır. Bu kapsamda, tarım sektöründe iklim değişikliğine uyum ve azaltım için belirlenen altı temel hedef doğrultusunda, kısa, orta ve uzun vadeli stratejiler oluşturulmuştur.

Öncelikli olarak, tarım topraklarının korunması, etkin kullanımı ve sürdürülebilir yönetimi sağlanmalıdır. Tarımsal üretim planlamasının güçlendirilmesi, arazi tahribatını önleyici politikaların uygulanması ve toprak organik madde içeriğinin artırılması, sektörde

sürdürülebilirliği artıracaktır. Aynı şekilde, su kaynaklarının korunması ve verimli kullanımı için modern sulama tekniklerinin yaygınlaştırılması, su yönetimi politikalarının güçlendirilmesi ve alternatif su kaynaklarının değerlendirilmesi gerekmektedir.

Ekosistemin uyum kapasitesinin artırılması ve biyolojik çeşitliliğin korunması, ekosistem tabanlı tarım uygulamalarının desteklenmesi ve tahrip olmuş ekosistemlerin restorasyonu ile mümkün olacaktır. Tarım ve ormancılık sektörünün iklim değişikliğine karşı dayanıklılığını artırmak için ise, kuraklığa dayanıklı tarımsal çeşitlerin geliştirilmesi, erken uyarı sistemlerinin yaygınlaştırılması ve biyoteknolojik çözümlerle verim kayıplarının önüne geçilmesi büyük önem taşımaktadır.

Düşük karbon emisyonlu tarım uygulamalarına geçiş, sürdürülebilir üretim açısından kritik bir adımdır. Toprak karbon yutak kapasitesinin artırılması, organik tarımın teşvik edilmesi, biyogaz tesislerinin yaygınlaştırılması ve yenilenebilir enerji kaynaklarının tarımsal faaliyetlerde kullanılması, emisyonların azaltılmasına katkı sağlayacaktır. Ayrıca, iklim değişikliğine uyum ve düşük karbon emisyonlu üretim konularında çiftçilerin bilinçlendirilmesi, eğitim ve yayım faaliyetlerinin artırılması, finansman mekanizmalarının güçlendirilmesi ve istihdam olanaklarının geliştirilmesi, sürecin etkin bir şekilde yönetilmesini sağlayacaktır.

Bu hedeflerin başarıya ulaşması, ilgili tüm paydaşların ortak hareket etmesiyle mümkün olacaktır. Kamu kurumları, özel sektör, sivil toplum kuruluşları, akademi ve çiftçiler arasındaki iş birliği artırılarak, bilimsel ve teknolojik gelişmeler ışığında sürdürülebilir tarım uygulamaları teşvik edilmelidir. Aynı zamanda, uluslararası fonlardan ve iş birliklerinden yararlanarak, iklim değişikliğiyle mücadelede daha güçlü politikalar benimsenmelidir.

Sonuç olarak, Türkiye'nin tarım ve ormancılık sektöründe iklim değişikliğine uyum ve azaltım konusunda sürdürülebilir, dirençli ve düşük karbon emisyonlu bir sisteme geçiş yapması, hem mevcut tehditlere karşı dayanıklılığı artıracak hem de uzun vadede sektörde verimlilik ve rekabet gücünü koruyarak, ülkenin 2053 net sıfır karbon hedeflerine ulaşmasına katkı sağlayacaktır. Bu nedenle, belirlenen stratejilerin kararlılıkla uygulanması, gerekli mevzuat düzenlemelerinin yapılması ve tüm sektör paydaşlarının sürece aktif katılım sağlaması büyük önem taşımaktadır.

KAYNAKLAR

Abatzoglou, J. T., Dobrowski, S. Z., Parks, S. A., Hegewisch, K. C. 2018. TerraClimate, a High-Resolution Global Dataset of Monthly Climate and Climatic Water Balance from 1958–2015. Scientific Data, 5(1), 170191. *https://doi.org/10.1038/sdata.2017.191*.

Acar, V., Erdoğan, Y. 2024. İklim ve çevre değişikliğinin bal arıları ve arıcılık üzerindeki etkisi. Arı ve Arıcılık Teknolojileri Dergisi, 3 (2), 81–90.

Adams, R.M., Rosenzweig, C., Peart, R.M., Ritchie, J.T., Mccarl, B.A., Glyer, J.D., Curry, R.B., Jones, J.W., Boote, K.J., Allen, L.H. 1990. Global climate change and united-states agriculture. Nature 345:219-224

Agossou, D.J., Koluman, N. (2021). Benin Cumhuriyeti Ve Türkiye'nin Akdeniz Bölgesinde Meraya Dayali Hayvansal Üretim Sistemlerinde Ekolojik Ayak İzi, Yüksek Lisans tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 135s.

Agriculture Sector: Potential and Cost Assessment. Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change, Cilt: 28, Sayı: 36.

Ahmed, N., Thompson, S., Glaser, M. (2019) Global Aquaculture Productivity, Environmental Sustainability, and Climate Change Adaptability. Environmental Management 63, 159–172. https://doi.org/10.1007/s00267-018-1117-3

Akalın, M. (2014). Küresel Isınma ve İklim Değişikliği Nedeniyle Oluşan Doğal Felaketlerin İnsan Sağlığı Üzerindeki Etkileri. Hitit Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 6(2), 29-43.

Akcan, A.T., Kurt, Ü., Kılıç, C. (2022). Türkiye'de iklim değişikliğinin tarım sektörü üzerindeki etkileri: ARDL sınır testi yaklaşımı. Trends in Business and Economics, 36(1): 125-131. DOI: 10.54614/TBE.2022.992490.

Akça, E., Öztaş, T., Erpul, G., Mor, B. (2023). Sürdürülebilir Toprak ve Arazi Yönetimi. Çevre Diplomasisi ve Türkiye. (Bilgin, A., Gökkır, B., Erpul, G. eds). s.163-193.

Akçakaya, A., Eskioğlu, O., Atay, H., Demir, Ö. (2013). Yeni Senaryolarla Türkiye için İklim Değişikliği Projeksiyonları. Orman ve Su İşleri Bakanlığı Meteoroloji Genel Müdürlüğü, Ankara, TR2013.

Akinkuolie, T.A., Ogunbode, T.O., Adekiya, A.O., Fapohunda, M.T. (2024). Indigenous climate change mitigation strategies in tropical cities – A review. Frontiers in Sustainable Cities, 6:1447400. doi: 10.3389/frsc.2024.1447400

Aksu, S. (2020). Possible effects of climate change on the habitats of the trout species: Predicting the current and future distribution of Anatolian sea trout (Salmo coruhensis Turan, Kottelat & Engin, 2010) under climate change, using the MaxEnt model.

Aksu, S. (2021). Aksu Creek (Çoruh River) fish fauna and seasonal variations. ISPEC 11th International Conference on Engineering & Natural Sciences, Muş, Turkey, 83–87.

Aksu, S. (2021). Current and future potential habitat suitability prediction of an endemic freshwater fish species Seminemacheilus lendlii (Hankó, 1925) using Maximum Entropy

Modelling (MaxEnt) under climate change scenarios: Implications for conservation. Journal of Limnology and Freshwater Fisheries Research, 7(1), 83–91.

Aksu, S., Başkurt, S., & Emiroğlu, Ö. (2020). Assessing impacts of climate change on distribution range of Squalius cephaloides (Battalgil 1942), endemic species in Turkey. International Journal of Natural and Engineering Sciences, 14(3), 22–31. *https://www.ijnes.org/index.php/ijnes/article/view/618*

Aksu, S., Emiroğlu, Ö., Balzani, P., Britton, J. R., Köse, E., Kurtul, I., Başkurt, S., Mol, O., Çınar, E., Haubrock, P. J., Oztopcu-Vatan, P., Tarkan, A. S. (2025). High trophic similarity between non-native common carp and gibel carp in Turkish freshwaters: Implications for management. Aquaculture and Fisheries, 10(1), 141–148. *https://doi.org/10.1016/j.aaf.2023.08.003*

Aksu, S., Mercan, D., Arslan, N., Emiroğlu, Ö., Haubrock, P. J., Soto, I., Tarkan, A. S. (2024). Determining environmental drivers of global mud snail invasions using climate and hydroclimate models. Hydrobiologia, 1-16.

Alley, W. M. (1984). The Palmer Drought Severity Index: Limitations and Assumptions. Journal of Climate and Applied Meteorology, 23(7), 1100-1109. *https://doi.org/10.1175/1520-0450(1984)023<1100:TPDSIL>2.0.CO;2*.

Alnaimy, A.M., Habeeb, I., Fayaz, I., Marai, M., Kamal, T..H (1992). Heat Stress, Farm Animals and the Environment. In Philips C, Piggins D (eds). CAB International, Cambridge, England

Anonim. (2021). Tarımsal Sulama-Sektör Politika Belgesi 2021-2025. T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı, Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü, Ankara.

Anonim. (2022). DSİ 2021 Yılı Faaliyet Raporu, Tarım ve Orman Bakanlığı DSİ Genel Müdürlüğü, Ankara.

Assessment, M. E. (2005). Ecosystems and human well-being: Wetlands and water. World Resources Institute.

Atış, E., Salalı, H. E., Akyüz, Y. (2019). İklim Değişikliği Koşullarında Su Kaynakları ve Tarımda Su Kullanımı, I. Uluslararası Türk Dünyası Tarım ve Gıda Sempozyumu Bildiri Kitabı, Aralık. EÜ Türk Dünyası Araştırmaları Enstitüsü, İzmir.

Bayraç, H. N., Doğan, E. (2016). Türkiye'de İklim Değişikliğinin Tarım Sektörü Üzerine Etkileri, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi İİBF Dergisi, Nisan 2016, 11(1), 23- 48.

Beppu, K., Aida, K., Kataoka, I. (2005). Increased endogenous gibberellins level induces early embryo sac degeneration of 'Satohnishiki' sweet cherry in a warm region. Acta Horticulturae, 667:423-432.

Beppu, K., Kataoka, I. (1999). High Temperature Rather Than Drought Stress is Responsible for the Occurance of Double Pistil in 'Satohishiki' Sweet Cherry. Scientia Hort. 81:125-134.

Beppu, K., Kataoka, I. (2011). Studies on pistil doubling and fruit set of sweet cherry in warm climate. Journal of the Japanese Society for Horticultural Science, 80(1):1-13.

Beppu, K., Okamoto, S., Sugiyama, A., Kataoka, I. (1997). Effects of temperature on flower development and fruit set of 'Satohnishiki' sweet cherry. Journal of the Japanese Society for Horticultural Science, 65(4):707-712.

Beppu, K., Suehara, T., & Kataoka, I. (2001). Embryo sac development and fruit set of 'Satohnishiki' sweet cherry as affected by temperature, GA3 and paclobutrazol. Journal of the Japanese Society for Horticultural Science, 70:157-162.

Bilecenoglu, M., Taskavak, E., Mater, S., Kaya, M. (2002). Checklist of the marine fishes of Turkey. Zootaxa, 113, 1–194. *https://doi.org/10.11646/zootaxa.113.1.1*

Bilecenoğlu, M. (2024). Diversity of fishes along the coast of Türkiye. Turkish Journal of Zoology, 48, 589–616. *https://doi.org/10.55730/1300-0179.3197*

Birpinar, M.E., Tuğaç, C. (2018), Impacts of climate change on water resources of Turkey, pp. 145-152. In Gastescu, P., Bretcan, P. (edit, 2018), Water resources and wetlands, 4th International Conference Water resources and wetlands, 5-9 September 2018, Tulcea (Romania), p.312

Bos, J., Wit, J. (1996). Environmental Impact Assessment of Landless Monogastric Livestock Production systems. In: Livestock and the Environment: Finding a Balance. FAO/World Bank/USAID. Rome

Braun, P., Müller, M. (2012). Effects of Climate Change on Fruit Production in the State of Hesse. INKLIM Module II plus, Abstract of final report.

Bucklin, R.A., Turner, L.W., Beede, D.K., Bray, D.R., Hemken, R.W. (1991). Methods to relieve heat stress for dairy cows in hot, humid climates. Appl Eng Agric 7 (2):241-247

Campoy, J.A., Ruiz, D., Egea, J. (2011). Dormancy in Temperate Fruit Treesin a Global Warming Context: A Review. SciHortic (Amst) 130(2):357– 372.

CBKP. (2023). On İkinci Kalkınma Planı (2024-2028). Türkiye Cumhuriyeti Cumhurbaşkanlığı, Strateji ve Bütçe Başkanlığı.

CBYP. (2023). 2023 Yılı Cumhurbaşkanlığı Yıllık Programı. Türkiye Cumhuriyeti Cumhurbaşkanlığı, Strateji ve Bütçe Başkanlığı.

CBYP. (2025). 2025 Yılı Cumhurbaşkanlığı Yıllık Programı. Türkiye Cumhuriyeti Cumhurbaşkanlığı, Strateji ve Bütçe Başkanlığı.

Chakraborty, S., Tiedemann, A.V., Teng, P.S. (2000). Climate Change: Potential İmpacton Plant Diseases. Environmental Pollution. 108(3):317- 326.

Charles, D.R. (2002). Responses to the thermal environment. In: Charles DA, Walker AW (eds) Poultry environment problems, a guide to solutions. Nottingham University Press, Nottingham, pp 1–16

Chmielewski, F.-M., Müller, A., Bruns, E. (2002). Climate changes and trends in phenology of fruit trees and field crops in Germany, 1961-2000, Humboldt University of Berlin.

Çaltı, N., Somuncu, M. (2019). İklim değişikliğinin Türkiye'de Tarım Üzerindeki Etkisi ve Çiftçilerin İklim Değişikliğine Yönelik Tutumları. 1st Istanbul International Geography Congress Proceedings Book (s. 890- 912). İstanbul, Turkiye: Istanbul University Press.

Çaltı, N., Somuncu, M. (2019). İklim değişikliğinin Türkiye'de tarım üzerindeki etkisi ve çiftçilerin iklim değişikliğine yönelik tutumları. The Impact of Climate Change on Agriculture in Turkey and Farmers' Attitudes to Climate Change. Ankara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Coğrafya Anabilim Dalı.

ÇEM. (2017). Türkiye Çölleşme Modeli, Teknik Özet. Çölleşme ve Erozyonla Mücadele Genel Müdürlüğü, Ankara, Türkiye.

ÇEM. (2018). Toprak Organik Karbonu Projesi, Teknik Özet, Çölleşme ve Erozyonla Mücadele Genel Müdürlüğü, Ankara, Türkiye.

Çiçek, E., Sungur, S., Fricke, R., Seçer, B. (2023). Freshwater lampreys and fishes of Türkiye; an annotated checklist, 2023. Turkish Journal of Zoology, 47, 324–468. *https://doi.org/10.55730/1300-0179.3147*

Çoban, Y., Darcan, N., Aslan, N., Karakök, S.G. (2008). Global warming and its effects on animal husbandry. 4. National Zootechnics Student Congress, May-2008, Samsun, Proceedings book

ÇŞİDB. (2020). İklim Değişikliği Ulusal İletişim Stratejisi ve Eylem Planı (2020). T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı. İklim Değişikliği Başkanlığı. 64 Sayfa.

ÇŞİDB. (2024). İklim Değişikliği Azaltım Stratejisi ve Eylem Planı (2024-2030). T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı. İklim Değişikliği Başkanlığı. 395 Sayfa.

ÇŞİDB. (2024). İklim Değişikliğine Uyum Stratejisi ve Eylem Planı (2024-2030). T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı. İklim Değişikliği Başkanlığı. 304 Sayfa.

Darcan Koluman, N. (2005). Global warming effects on animal husbandry and alleviation to heat stress. Hasad Hayvancılık Dergisi, 21(243):27-29

Darcan, N. (2000). Comparative research on the adaptation mechanisms of some goat genotypes developed in subtropical climate conditions of Çukurova region. Çukurova University, Institue of Applied Science, Ph.D Thesis. 197 pp.

Daşkiran, İ., Cedden, F., Darcan, N. (2007). Küresel İklim Değişikliği Sonucu Türkiye Hayvancılığında Ortaya Çıkması Beklenen Sorunlar Ve Çözüm Önerileri. Hasad Hayvancılık. Mayıs, Haziran. Yıl:23 Sayı: 265 S:40-43.

Daşkiran, İ., Darcan, N.K., Cedden, F. (2009). Küresel Isınma, İklim Değişikliği Ve Hayvansal Üretim. 6. Ulusal Zootekni Bilim Kongresi. Sayfa: 87. 24-26 Haziran 2009. Erzurum.

Daşkiran, İ., Darcan, N.K., Cedden, F. (2009). The Impact on Global Warming and Climate Change On Livestock Production. 1st International Congress on Global Climate Changes and Agriculture. May 28-30, 2009. Tekirdağ, Turkey.

Dellal, İ. (2021). İklim Krizi ve Tarım-Gıda Sektoru. 3. Uluslararası Tarım ve Gıda Etiği Kongresi Bildiri Kitabı, Targetcongress.org, (2021), http://targetcongress.org/haber/3--

uluslararasi-tarim-ve-gida-etigi-kongresi-bildiri-kitabi/5045, (Erişim tarihi: 8 Temmuz 2024).

Dellal, İ., McCarl, B.A., Butt, T. (2011). The Economic Assessment of Climate Change on Turkish Agriculture. Journal of Environmental Protection and Ecology. 12(1):376-385.

Dellal, İ., Ünüvar, İ., Bolat, M., Polat, K. (2020). İklim Değişikliği ve Tarım: Ekonomik Etkisi Uyum ve Azaltım Politikaları. Türkiye Ziraat Mühendisliği IX. Teknik Kongresi, Bildiriler Kitabı-1, sf: 37-46, Ankara.

DPT. (2007). 9. Kalkınma Planı, Toprak Ve Su Kaynaklarının Kullanımı Ve Yönetimi Özel İhtisas Komisyonu Raporu.

DSİ. (2024). Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü 2024 Yılı İdare Faaliyet Raporu. https://cdniys.tarimorman.gov.tr/api/File/GetGaleriFile/425/DosyaGaleri/594/dsi_2024_yili_faaliyet_raporu.pdf Erişim Tarihi: 20.03.2025

Duyar, A. (2018). Türkiye ormanlarındaki rehabilitasyon çalışmalarının orman varlığı ve karbon birikimine katkısına ilişkin bir öngörü. Bartın Orman Fakültesi Dergisi, 20(2): 373-381.

EEA-JRC-WHO. (2008). Impacts of Europe's changing climate – 2008 indicator-based assessment. Joint EEA-JRC-WHO report, EEA Report No 4/2008, JRC Reference Report No JRC47756, EEA, Copenhagen

Elena B. (2019). The Climate Change Mitiğation Throuğh Ağricultural Biotechnoloğies. Analele Üniversitaţţii din Craiova, seria Agricultura – Montanologie – Cadastru (Annals of the Üniversity of Craiova -Ağriculture, Montanology, Cadastre Series) Vol. XLIX/2019.

Engin, H., Ünal, A. (2004). Kirazlarda Çift Meyve Oluşumuna Su Eksikliğinin Etkileri. Ege Üniv. Ziraat Fak. Dergisi. 41(2):19-28.

EPA (Environmental Protection Agency). (2011). DRAFT: Global Anthropogenic Non-CO2 Greenhouse Gas Emissions: 1990–2030. Publication 430-D-11-003. EPA, Washington, DC

Erpul, G., Mor, B., Öztaş, T., Akça, E. (2023). Sürdürülebilir Tarım ve Gıda Güvenliği. Çevre Diplomasisi ve Türkiye. (Bilgin, A., Gökkır, B., Erpul, G. eds). s.224-257.

FAO ve ITPS. (2015). Status of the World's Soil Resources (SWSR) – Main Report. Food and Agriculture Organization of the United Nations and Intergovernmental Technical Panel on Soils, Rome, Italy.

FAO. (2007). Global Plan of Action for Animal Genetic Resources and the Interlaken Declaration.Rome.(http://www.fao.org/ag/againfo/programmes/en/genetics/documents/Interlaken/GPA_en.pdf)

FAO. (2008). Food and Agriculture Organization of the United Nations.2008. FAO Statistical Database, FAOSTAT. http://faostat.fao.org/site/567/default.aspx. Accessed April 23, 2008

FAO. (2019). IFAD and WFP. The State of Food Insecurity in the World. The multiple dimensions of food security. World Food and Agriculture, FAO, Rome

FAO. (2020). The climate change mitigation potential of forest products, Webinar. https://www.fao.org/forestry/newsroom/news-detail/the-climate-change-mitigation-potential-of-forest-products/en

FAO. (2024). https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL. İnternet erişim. 16.02.2024.

Forzieri, G., Pecchi, M., Girardello, M., Mauri, A., Klaus, M., Nikolov, C., Rüetschi, M., Gardiner, B., Tomaštík, J., Small, D., Nistor, C., Jonikavicius, D., Spinoni, J., Feyen, L., Giannetti, F., Comino, R., Wolynski, A., Pirotti, F., Maistrelli, F., Savulescu, I., Wurpillot-Lucas, S., Zieba-Kulawik, K., Strejczek-Jazwinska, P., Mokroš, M., Franz, S., Krejci, L., Haidu, I., Nilsson, M., Wezyk, P., Catani, F., Chen, Y.Y., Luyssaert, S., Chirici, G., Cescatti, A., Beck, P.S.A. (2020). A spatially explicit database of wind disturbances in European forests over the period 2000–2018. Earth Syst. Sci. Data, 12(1), 257–276. https://doi.org/10.5194/essd-12-257-2020

Gebrechorkos, S. H., Peng, J., Dyer, E., Miralles, D. G., Vicente-Serrano, S. M., Funk, C., Beck, H. E., Asfaw, D. T., Singer, M. B., Dadson, S. J. (2023). Global High-Resolution Drought Indices for 1981–2022. Earth System Science Data, 15(12), 5449-66. *https://doi.org/10.5194/essd-15-5449-2023*.

Giorgi, F., Lionello, P. (2008). Climate Change Projections for the Mediterranean Region. Global andPlanetary Change. 63(2):90-104.

Göncü, S., Özkütük, K. (2003). Shower Effect at Summer Time on Fattening Performances of Black and White Bullocks. J Appl Anim Res 23:123-127

Görgülü, M., Boğa, M., Şahin, A., Serbester, U., Kutlu, H.R., Şahinler, S. (2008). Diet Selection and Eating Behaviour of Lactating Goats Subjected to Time Restricted Feeding in Choice and Single Feeding System. Small Ruminant Res 78:41-47

Görgülü, M., Güney, O., Torun, O., Özuyanik, O., Kutlu, H.R. (2003). An Alternative Feeding System for Dairy Goats: Effects of Free-Choice Feeding on Milk Yield and Milk Composition of Lactating Suckling Damascus Goats. J Anim Feed Sci 12:33-44

Görgülü, M., Koluman Darcan. N., Göncü Karakök, S. (2009). Animal husbandry and global warming. 5. Ulusal Hayvan Besleme Kongresi, 30 Eylül- 3 Ekim 2009, Çorlu

Görgülü, M., Kutlu, H.R., Demir, E., Öztürkcan, O., Forbes, J.M. (1996). Nutritional Consequances of Free-Choice Among Feed İİngredients By Awassi Lambs. Small Ruminant Res 20:23-29

Guédon, Y., Legave, J.M. (2008). Analyzingthe Time-Course Variation of Apple and Pear Tree Dates of Flowering Stages in the Global Warming Context. Ecological Modelling. 219(1):189-199.

Guerrero-Prieto, V.M., Vasilakakis, M.D., Lombard, P.B. (1985). Factors controlling fruit set of ‘Napoleon’ sweet cherry in western Oregon. Hort Science, 20(5):913-914.

Gül, S., Kumlutaş, Y., Ilgaz, Ç., Candan, K. (2023). Climatic envelopes of the genus Lacerta Linnaeus, 1758 in Türkiye: An application of ecological niche modeling. Environmental Science and Pollution Research, 30(19), 56382–56397.

Gür, H. (2022). The future impact of climate and land-use changes on Anatolian ground squirrels under different scenarios. Ecological Informatics, 70.

Hakeem, A.Y., Liu, L., Xie, S.T., Ata-Ul-Karim, S.T., Samiullah, H.J. (2016). Comparative effects of alternate partial root-zone drying and conventional deficit irrigation on growth and yield of field grown maize (Zea mays L.) hybrid. Journal of Environmental & Agricultural Sciences, 6, 23-31.

Haubrock, P. J., Soto, I., Kourantidou, M., Ahmed, D. A., Tarkan, A. S., Balzani, P., Cuthbert, R. N. (2024). Understanding the complex dynamics of zebra mussel invasions over several decades in European rivers: Drivers, impacts and predictions. Oikos, 2024(4), e10283.

Hayaloğlu, P. (2018). İklim değişikliğinin tarım sektörü ve ekonomik büyüme üzerindeki etkileri. Gümüşhane Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 9(25), 1-12.

Hedhly, A., Hormaza, J.I., Herrero, M. (2007). Warm temperatures at bloom reduce fruit set in sweet cherry. Journal of Applied Botany and Food Quality, 81(2):158-164.

Hess, H.D., Monsalve, L.M., Lascano, C.E., Carulla, J.E., Diaz, T.E., Kreuzer, M. (2013). Supplementation of a tropical grass diet with forage legumes and Sapindus saponaria fruits: effect on in vitro ruminal nitrogen turnover and methanogenesis. Aust J Agric Res 54:703–713

Hester, P.Y., Muir, W.M., Craig, J.V., Albright, J.L. (1996). Group selection for adaptation to multiple-hen cages: production traits during heat and cold exposures. poultry. Science 75(11):1308–1314

Hollowed, A.B., Barange, M., Beamish, R.J., Brander, K., Cochrane, K., Drinkwater, K., Yamanaka, Y. (2013). Projected impacts of climate change on marine fish and fisheries. ICES Journal of Marine Science, 70(5), 1023-1037. https://doi.org/10.1093/icesjms/fst081

Hribar J, Vidrih R. (2014). İmpacts of Climate Change on Fruit Physiology and Quality. Proceedings of 50th Croatian and 10th İnternational Symposium on Agriculture, Opatija, Croatia, 42-45pp.

HSUS. (2008). HSUS Fact Sheet: Animal Agriculture and Climate Change. http://www.hsus.org/farm/resources/research/enviro/fact_sheet_climate_change.html

Intergovernmental Panel on Climate Change. (2021). Climate change 2021: The physical science basis. Cambridge University Press. *https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/*

IPCC. (2007). Fourth Assessment Report. Climate Change 2007: Synthesis Report. Summary for Policymakers, 2-5

IPCC. (2019). Refinement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories

IPCC. (2021). Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change[Masson-Delmotte, V., P. Zhai, A. Pirani, S.L. Connors, C. Péan, S. Berger, N. Caud, Y. Chen, L. Goldfarb, M.I. Gomis, M. Huang, K. Leitzell, E. Lonnoy, J.B.R. Matthews, T.K. Maycock, T. Waterfield, O. Yelekçi, R. Yu, and B. Zhou (eds.)].

Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, In press, doi:10.1017/9781009157896.

IPCC. (2021). Summary for Policymakers. In: Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press.

IPCC. (2022). Cross-Chapter Paper 4: Mediterranean Region Supplementary Material. In: Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. *https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg2/*.

IPCC. (2022). Summary for Policymakers [H.-O. Pörtner, D.C. Roberts, E.S. Poloczanska, K. Mintenbeck, M. Tignor, A. Alegría, M. Craig, S. Langsdorf, S. Löschke, V. Möller, A. Okem (eds.)]. In: Climate Change 2022: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [H.-O. Pörtner, D.C. Roberts, M. Tignor, E.S. Poloczanska, K. Mintenbeck, A. Alegría, M. Craig, S. Langsdorf, S. Löschke, V. Möller, A. Okem, B. Rama (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, NY, USA, pp. 3-33, doi:10.1017/9781009325844.001.

IPCC. (2023) Annex I: Glossary [Reisinger, A., D. Cammarano, A. Fischlin, J.S. Fuglestvedt, G. Hansen, Y. Jung, C. Ludden, V. Masson-Delmotte, R. Matthews, J.B.K Mintenbeck, D.J. Orendain, A. Pirani, E. Poloczanska, and J. Romero (eds.)]. In: Climate Change 2023: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Core Writing Team, H. Lee and J. Romero (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland, pp. 119-130, doi:10.59327/IPCC/AR6-9789291691647.002.

Irshad, A., Kandeepan, G., Kumar, S., Ashish, K..A, Vishnuraj, M.R., Shukla, V. (2012). Factors influencing carcass composition of livestock: a re view. J Animal Product Adv 3:177–186

İDASEP. (2024). İklim Değişikliği Azaltım Stratejisi ve Eylem Planı (2024-2030). Çevre Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, Ankara, Türkiye.

İDUSEP. (2024). İklim Değişikliğine Uyum Stratejisi ve Eylem Planı (2024-2030). Çevre Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, Ankara, Türkiye.

İmrak, B., Küden, A. (2012). Bazı Kiraz Çeşitlerinin Subtropik İklim Koşullarındaki Çoklu Dişi Organ Oluşumu Sorununun Çözümüne İlişkin Araştırmalar. Ç.Ü Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi. 28(5):62-71.

İzmirli, Ş. G., Gül, S. (2023). Modeling of current and future distributions of Camellia sinensis in Türkiye under climate change. Theoretical and Applied Climatology, 154(3), 1323–1332.

Kadıoğlu, M., Şaylan, L. (2000). Trends of Growing Degree -Days in Turkey, İTÜ, Faculty of Aeronautics and Astronautics, Department of Meteorology, Maslak, 80626 Istanbul, Turkey.

Kadiroğlu, A. (2024). Türkiye'de doğal bal üretimi ve ihracat performansı. BinBee Arı ve Doğal Ürünler Dergisi, 4(1), 1–8.

Kaliber, M., Koluman, N., Silanikove, N. (2016). Physiological and behavioral basis for the successful adaptation of goats to severe water restriction under hot environmental conditions. Animal, 10:1, pp 82–88 © The Animal Consortium 2015 doi:10.1017/S1751731115001652

Kamra, D.N., Agarwal, N., Chaudhary, L..C (2006). Inhibition of ruminal methanogenesis by tropical plants containing secondary compounds. Int Congr Ser 1293:156-163

Kanat, Z., Keskin, A. (2018). İklim Değişikliği Üzerine Yapılan Çalışmaların Değerlendirilmesi. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 49(1), 67-77. https://doi.org/10.17097/ataunizfd.343085.

Kapluhan E. (2013). Türkiye'de kuraklık ve kuraklığın tarıma etkisi, Marmara Coğrafya Dergisi, 27, 487-510.

Karacabey, B. (2020). Türkiye Orman Varlığı, T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı Orman Genel Müdürlüğü, Orman İdaresi ve Planlama Dairesi Başkanlığı. OGM Ofset, Ankara

Karacabey, B. (2023). İklim Değişikliğinin Türkiye Orman Ekosistemlerine Etkisi, İklim Değişikliği Çerçevesinde Su Kaynaklarının Mevcut Durumu ve Geleceği / Ed. Mehmet Emin Aydın, Ahmet Duran Şahin. Ankara : Türkiye Bilimler Akademisi, 2023.

Keleş, S., Engindeniz, S. (2022). Türkiye'de tüketicilerin yerel bal ödeme istekliliği: TRB1 Bölgesi örneği. Uluslararası Arıcılık Araştırmalar Dergisi, 8(2), 101–114. https://doi.org/10.29029/uluaricilik.1088402

Kendirli, B., Çakmak, B. (2005). Sulanan Tarım Arazilerinde Sorunlar ve Çözüm Önerileri. Türktarım Tarım ve Köyişleri Bakanlığı Dergisi, 164, 28-32.

Key, N., Sneeringer, S. Marquardt, D. (2014). Climate Change, Heat Stress, and U.S. Dairy Production. Economic Research Report Number 175. https://ers.usda.gov/sites/default/files/_laserfiche/publications/45279/49164_err175.pdf?v=30025

Khalid, A. (2022). Climate Change's Impact on Aquaculture and Consequences for Sustainability. Acta Aquatica Turcica, 18(3), 426-435. https://doi.org/10.22392/actaquatr.1095421

Koluman Darcan, N., Daşkıran, İ. (2010). Keçi Yetiştiriciliğinin Küresel İklim Değişimine Adaptasyonu Ve Etkileri Azaltmaya Yönelik Stratejiler. Ulusal Keçicilik Kongresi,S:60-67, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Ziraat Fak., Zootekni Bölümü, Haziran, Çanakkale.

Koluman Darcan, N., Daşkıran, İ., Göncü, S., Ocak, S. (2011). Küresel İklim Değişikliği Ve Hayvansal Üretim Etkileşimi" Global Climate Change And Animal Production Interactions". With İnternational Participation First National Congress On Agriculture And Exposition İn Memory Of Ali Numan Kıraç. April 27-30, Eskişehir/ Turkey.

Koluman Darcan, N., Karakok Göncü, S., Daşkıran, I. (2009). The strategy of adaptation animal production to global warming in Turkey. National Drought and Desertation Congress,16–18 June 2009, Konya. Proceedings Book 86–95.

Koluman Darcan, N., Karakök Göncü, S., Daşkıran, İ. (2009). Strategy of adaptation animal production to global warming in Turkey. Ulusal Kuraklık ve Çölleşme Sempozyumu, 16-18 Haziran, Konya, p.322.

Koluman Darcan, N., Silanikove, N. (2018). The advantages of goats for future adaptation to climate change: a conceptual overview. Small Rumin. Res. 163, 34–38.

Koluman, N. (2023). Goats and their role in climate change. Small Ruminant Research 228 (2023) 107094.

Koluman, N., Daskiran, İ. (2014). Adaptation Goat Production Systems to Climate Change. ERCG 2014. European Regional Conference on Goats. P:97. 7-13 April 2014. Debrecen-Hungary, Oradea-Romania.

Koluman, N., Gültekin, U., Daskiran, I. (2011). Future Scenerios of Goat Husbandry and Global Warming for next 70 Years. Final Report of Adaptaion to Goat Production and Enviromental Activities to Global Warming and Climate Change at Seyhan River Basin. UNDP (World Bank Report)

Kontogianni, A., Damigos, D., Kyrtzoglou, T., Tourkolias, C., Skourtos, M. (2019). Development of a composite climate change vulnerability index for small craft harbours. Environmental Hazards, 18(2), 173-190. https://doi.org/10.1080/17477891.2018.1512469

Korkmaz, M., Adıgüzel O.A. (2021). Ormancılık Sektöründe İklim Değişikliğinin Etkilerini Azaltma Stratejilerine İlişkin Görüşler, Bartın Orman Fakültesi Dergisi, 2021, 23(3): 950-961

Koyuncu, M. (2017). Küresel İklim Değişikliği ve Hayvancılık, Selçuk Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi, s:98-106, DOI: 10.15316/SJAFS.2017.26.

Kutlu, H.R., Forbes, J.M. (1993). Changesingrowth andblood parameters in heat-stressed broiler chicks in response to dietary ascorbic acid. Livest Prod Sci 36(4):335–350.

Lacetera, N. (2019). Impact of climate change on animal health and welfare, Animal Frontiers, Volume 9, Issue 1, January 2019, Pages 26–31, https://doi.org/10.1093/af/vfy030

Legave, J.M., Farrera, I., Almeras, T., Calleja, M. (2008). Selecting Models of Apple Flowering Time and Understanding How Global Warming Has Had an İmpacton This Trait. Journal of Horticultural Science and Biotechnology. 83(1):76-84.

Lin, H., Jiao, H.C., Buyse, J., Decuypere, E. (2006). Strategies for preventing heat stress in poultry. World's Poultry Sci J 62(1):71–86. https://doi. org/10.1079/WPS200585

Linn, J.G. (1997). Nutritional management of lactating dairy cows during periods of heat stress. www.animal.agri.umn.edu/diary

Lobell, D. B., Schlenker, W., Costa-Roberts, J. (2011). Climate change and food security: Prospects for the 21st century. Science, 319(5863), 1072-1078.

Luedeling, E., Girvetz, E.H., Semenov, M.A., Brown, P.H. (2011). Climate Change Affects Winter Chill for Temperate Fruit and NutTrees. PLoSOne, 6(5), e20155.

MGM. (2023). Türkiye İklim Sınıflandırması https://www.mgm.gov.tr/iklim/iklim-siniflandirmalari.aspx erişim tarihi: 20.03.2025

MGM. (2025). Türkiye 2024 Yıllı İklim Değerlendirmesi *https://www.mgm.gov.tr/FILES/iklim/yillikiklim/2024-iklim-raporu.pdf* erişim tarihi: 20.03.2025

Mitchell, S.J. (2013). Wind as a natural disturbance agent in forests: A synthesis. Forestry, 86(2), 147–157. https://doi. org/10.1093/forestry/cps058

Molden, D., Oweis, T., Steduto, P. (Eds.). (2007). Water for food, water for life: A comprehensive assessment of water management in agriculture. Earthscan.

NIR. (2023). Türkiye. 2023 National Inventory Report (NIR). https://unfccc.int/documents/627786

OGM. (2020). Ormancılıkta İklim Değişikliğine Uyum Stratejik Planı

OGM. (2024). 2023 Faaliyet Raporu. T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı Orman Genel Müdürlüğü, Strateji Geliştirme Daire Başkanlığı. Ankara.

Omoto Y., Aono Y. (1990). Estimationof Change İn Blooming Dates of Cherry Flowerby Urban Warming. Journal of Agricultural Meteorology.46:123–129.

OSİB. (2017). Çölleşme ile Mücadele İlerleme Raporu-2016. Çölleşme ve Erozyonla Mücadele Genel Müdürlüğü. Ankara.

Oweis, T., Prinz, D., Hachum, A. (2001). Water Harvesting-Indegenous Knowledge for the Future of the Drier Environments. International Center for Agricultural Research Areas (ICARDA), Aleppo, Syria.

Özdemir, E. (2022). İklim Değişikliğinin Türkiye'nin Orman Kaynağı Üzerindeki Etkileri. (Ed.) BEKTAŞ, Abdulkadir: Küresel İklim Değişikliği ve Sosyo-Ekonomik Etkileri, TASAV, Ankara, s.117-144.

Özturna, A.G. (2022). Durusu kumul ağaçlandırmasında topraktaki organik karbon miktarının tahmininde bazı modellerin karşılaştırılması. İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Danışman: Prof. Dr. Doğanay Tolunay, 178 sayfa, İstanbul.

Öztürk, H. H. (2018). Tarımda Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Kullanımı. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Tarım Makinaları Bölümü, 01330 Balcalı, Adana.

Öztürk, K. (2002). Küresel İklim Değişikliği ve Türkiye'ye Olası Etkileri. Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi. 22(1).

Pathak TB, Maskey ML, Dahlberğ JA, Kearns F, Bali KM, Zaccaria D. (2018). Climate Chanğe Trends and İmpacts on California Ağriculture: A Detailed Review. Ağronomy 8(25): 1-27.

Pegram, G., Conyngham, S., Aksoy, A., Dıvrak, B., B., Öztok, D. (2014). Türkiye'nin Su Ayak İzi Raporu: Su, Üretim ve Uluslararası Ticaret İlişkisi. World Wide Fund for Nature (WWFTürkiye) – T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı Su Yönetimi Genel Müdürlüğü.

ISBN: 978-605-86596-7-4. http://awsassets.wwftr.panda.org/downloads/su_ayak_izi_raporweb.pdf.

Pescod, M.B. (1992). Wastewater Treatment and Use in Agriculture. Irrıgation and Drainage Paper, No. 47, FAO, Rome. 125 p.

Peterson St-Laurent, G., Hagerman, S., Kozak, R., Hoberg, G. (2018). Public perceptions about climate change mitigation in British Columbia's forest sector. PLoS ONE, 13(4): e0195999.

Peterson, C.J. (2000). Catastrophic wind damage to North American forests and the potential impact of climate change. Science of the Total Environment, 262(3), 287–311. https://doi.org/10.1016/S0048-9697(00)00529-5

Pilevneli, T., Capar, G., Cerda C. S. (2023). Investigation of climate change impacts on agricultural production in Turkey using volumetric water footprint approach. Sustainable Production and Consumption. Vol 35, 605-623. DOI: *https://doi.org/10.1016/j.spc.2022.12.013*.

Pope, K.S., Dose, V., Da Silva, D., Brown, P.H., DeJong, T.M. (2014). Nut Crop Yield Records Show That Budbreak-Based Chilling Requirements May Not Reflect Yield Decline Chill Thre sholds. International journal of biometeorology. 59(6):707-715.

Rai R, Joshi S, Roy S, Sinğh O, Samir M, Chandra A. (2015). İmplications of Chanğinğ Climate on Productivity of Temperate Fruit Crops with Special Reference to Apple. Journal of Horticulture J Horticulture 2: 135. doi:10.4172/2376-0354.1000135.

Sağlam, N.E., Düzgüneş, E., Balık, İ. (2008). Küresel Isınma ve İklim Değişikliği. Ege Universty Journal of Fisheries and Aquatic Sciences. 25:89- 94.

Sargıncı, M., Beyazyüz, F. (2022). İklim değişikliğinin ormanlar üzerindeki etkisi: İklim akılcı ormancılık bakış açısı, Anadolu Orman Araştırmaları Dergisi 8(2) (2022) 142-149.

Sarıca, K., Dellal, İ., Tetik Kollugil, E., Ersoy, E. (2023). GHG Emission Mitigation of Turkish

SBB. (12). Kalkınma Planı, Tarımda Toprak Ve Su Kaynaklarının Yönetimi Özel İhtisas Komisyonu Raporu, 2024

Schlamadinger, B., Bird, N., Johns, T., Brown, S., Canadell, J., Ciccarese, L., ... & Yamagata, Y. (2007). A synopsis of land use, land-use change and forestry (LULUCF) under the Kyoto Protocol and Marrakech Accords. Environmental Science & Policy, 10(4), 271-282.

Silanikove, N. (2000). Effects of heat stress on the welfare of extensively managed domestic ruminants. Livest Prod Sci 67:1-18

Silanikove, N., Koluman, N. (2015). Impact of climate change on the dairy industry in temperate zones: Predications on the overall negative impact and on the positive role of dairy goats in adaptation to earth warming. Small Ruminant Res 123(1):27-34

Steinfeld, H., Gerber, P., Wassenaar, T., Castel, V., Rosales, M., De Haan, C. (2006). Livestock's long shadow: environmental issues and options. Food and Agriculture Organization of the United Nations, 82-114

Stösser, R., & Anvari, S.F. (1990). On the longevity of ovules in relation to fruit set in stone fruit Erwerbsobstbau, 32(5):134-137.

SYGM (2016). İklim Değişikliğinin Su Kaynaklarına Etkisi Projesi. Ankara: T.C. Mülga Orman ve Su İşleri Bakanlığı, Su Yönetimi Genel Müdürlüğü. *https://www.tarimorman.gov.tr/SYGM/Sayfalar/Detay.aspx?SayfaId=110*

SYGM, 2023. Su Kaynaklarında İklim Değişikliğine Uyum Projesi. Ankara: T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı, Su Yönetimi Genel Müdürlüğü. *https://www.tarimorman.gov.tr/SYGM/Sayfalar/Detay.aspx?SayfaId=110*

SYGM. (2020). İklim Değişikliği ve Uyum. Ankara: T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı, Su Yönetimi Genel Müdürlüğü.

SYGM. (2023a). Değişen İklime Uyum Çerçevesinde Su Verimliliği Strateji Belgesi ve Eylem Planı (2023-2033). Ankara: T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı, Su Yönetimi Genel Müdürlüğü. *https://www.suverimliligi.gov.tr/*

SYGM. (2023b). Tarım Sektöründe Su Verimliliğine İlişkin Metodolojik Rehber. Ankara: T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı, Su Yönetimi Genel Müdürlüğü. https://www.suverimliligi.gov.tr/

Şahan, E.A., Gürçay, B., Güner, H.T. (2023). The history of fire, human and climate in black pine forests of western Anatolia: The Taurus mountains, Dendrochronologia, Volume 82.

Şahan, E.A., Köse, N., Güner, H.T., Trouet, V., Tavşanoğlu, Ç., Akkemik, Ü., Dalfes, H.N. (2022). Multi-century spatiotemporal patterns of fire history in black pine forests, Turkey, Forest Ecology and Management, Volume 518.

Şahin M, Topal E, Ozsoy N, Altunoğlu E. (2015). İklim Değişikliğinin Meyvecilik ve Arıcılık Üzerine Etkileri. Anadolu Doğa Bilimleri Dergisi 6 (Özel Sayı 2): 147-154.

Şensoy S., Türkoğlu N., Akçakaya A., Ulupınar Y., Ekici M., Demircan M., Atay H., Tüvan A., Demirbaş H. (2013) Trends in Turkey Climate Indices From 1960 to 2010, 6th Atmospheric Science Symposium, 24-26 April 2013, ITU, Istanbul, Turkey.

T.C. Cumhurbaşkanlığı Strateji ve Bütçe Başkanlığı. (2023). 12. Kalkınma Planı (2024-2028). 241 Sayfa.

T.C. Ticaret Bakanlığı. (2021). Yeşil Mutabakat Eylem Planı (2021). 59 sayfa.

T.C. TOB. (2018). Çölleşmeyle Mücadele Ulusal Stratejisi ve Eylem Planı 2019-2030. Tarım ve Orman Bakanlığı Çölleşme ve Erozyonla Mücadele Genel Müdürlüğü. 123 Sayfa.

Tarım ve Orman Bakanlığı (TOB) (2025). Ulusal Su Planı 2025-2035 Taslağı

Tarkan, A. S., Bayçelebi, E., Giannetto, D., Özden Demir, E., Yazlık, A., Emiroğlu, Ö., Aksu, S., Uludağ, A., Aksoy, N., Baytaşoğlu, H., Kaya, C., Mutlu, T., Kırankaya, Ş. G., Ergüden, D., Per, E., Üremiş, İ., Candan, O., Kekillioğlu, A., Yoğurtçuoğlu, B., Ekmekçi, F. G., Başak, E., Özkan, H., Kurtul, I., Innal, D., Killi, N., Yapıcı, S., Ayaz, D., Çiçek, K., Mol, O., Çınar, E., Yeğen, V., Angulo, E., Haubrock, P. J., Cuthbert, R., Soto, I., & Courchamp,

F. (in press). Economic costs of non-native species in Türkiye: A first national synthesis. Available at SSRN. *http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.4658557*

Tarkan, A. S., Haubrock, P. J., Aksu, S., Mol, O., Balzani, P., Emiroğlu, Ö., Oztopcu-Vatan, P. (2023). Predicting the potential implications of perch (Perca fluviatilis) introductions to a biodiversity-rich lake using stable isotope analysis. Scientific Reports, 13(1), 17635.

TOB ve FAO. (2019). Sürdürülebilir Toprak Yönetimi Ulusal Eylem Planı. T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı, FAO Türkiye Ofisi. *https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwiO5MW3qMCLAxVtcfEDHeTlGysQFnoECBMQAQ&url=https%3A%2F%2Fwww.tarimorman.gov.tr%2FTRGM%2FBelgeler%2Fsurdurulebilir_rapor_TR_.pdf&usg=AOvVaw1Wb4WPSjSDm1bsDMdquRla&opi=89978449*. Erişim tarihi: 20.03.2025

TOD.(2020). İtfaiyeciler İçin Orman Yangınları El Kitabı, ISBN: 978-605-68977-3-3, 24 sayfa, Türkiye Ormancılar Derneği Yayın No: 53, Kuban Matbaacılık Yayıncılık, Ankara

Tolunay, D. (2011). Total carbon stocks and carbon accumulation in living tree biomass in forest ecosystems of Turkey. Turk J Agric For, 35: 265-279.

Tolunay, D. (2018). Odun Hammaddesi Talebinin Karşılanmasında Çare Endüstriyel Ağaçlandırmalar mı? Orman'dan Endüstriye, Orman Mühendisleri Odası İstanbul Şubesi Bülteni, Ağustos-Eylül-Ekim 2018: 37-45.

Toze, S. (2006). Reuse of Effluent Water-Benefits and Risks. J. of Agricultural Management, 80:147-159.

TUİK. (2023). Türkiye İstatistik Kurumu Raporları-2024

TUİK. (2024). Türkiye İstatistik Kurumu Raporları-2024

TUİK. (2025). Türkiye İstatistik Kurumu Raporları-2025

Turgut, B. (2024). İklim Değişiminin Orman Ekosistemlerinde Abiyotik Stres Faktörlerine Etkileri (Ed. S. Ayan) İklim Değişikliği: Orman Ekosistemlerinde Etkileri ve Yönetimi. Palme yayınları, İzmir, s. 19-25.

TÜİK. (2022). Nüfus, Ulusal Hesaplar, Dış Ticaret, İşgücü, Tarım İstatistikleri. *https://biruni.tuik.gov.tr*

TÜİK. (2024). Nüfus Projeksiyonları 2023-2100. *https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Nufus-Projeksiyonlari-2023-2100-53699*

Türkeş, M. (2008a). İklim Değişikliğiyle Savaşım, Kyoto Protokolü ve Türkiye, Mülkiyeliler Dergisi, cilt 32, sayı 259, s.101-131.

Türkeş, M. (2020). İklim Değişikliğinin Tarımsal Üretim ve Gıda Güvenliğine Etkileri: Bilimsel Bir Değerlendirme. Ege Coğrafya Dergisi 29 (1), 125-149, İzmir.

Türköz, Kumru, ve Utkulu, Utku. 2021. Türkiye'de Sektör ve Kaynak Bazlı Enerji Kullanımları Yakınsıyor mu? Panel TAR ve Çoklu Kırılmalı Birim Kök Bulguları. Ekonomi, Politika & Finans Araştırmaları Dergisi, 6(1): 254-274.

Ulusal Su Planı Taslağı, 2024.

UNFCCC. (2024). National Greenhouse Gas Inventory Report 1990-2023, Annual Report Submission under the Framework Convention on Climate Change, : https://unfccc.int/ghg-inventories-annex-i-parties/2024

Uzun, A., Sarıkaya, A. G., Kavaklı, S. A. (2023). Modeling of present and future potential distribution areas of Thymus praecox Opiz in Turkey according to the Maxent algorithm. International Journal of Biology and Chemistry, 16(1), 58–67.

Ünver, O., Bhaduri, A., Hoogeveen, J. (2017). Water-Use Efficiency and Productivity Improvements Towards a Sustainable Pathway for Meeting Future Water Demand. Water Security, 1(1), 21-27. *http://dx.doi.org/10.1016/j. wasec.2017.05.001*

Varol, N., Ayaz, M. (2012). Küresel İklim Değişikliği ve Zeytincilik. Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi. 5(1):11-13.

Verkerk, H., Hassegawa, M. (2020). Forest Renewables Replacing Fossil based and GHG-Intensive Products, The climate change mitigation potential of forest products, Webinar. Url: *https://www.youtube.com/watch?v=QLX8Q9Cw43g*

Vicente-Serrano, S. M., Domínguez-Castro, F., Reig, F., Tomas-Burguera, M., Peña-Angulo, D., Latorre, B., Beguería, S., vd. (2023). A Global Drought Monitoring System and Dataset Based on ERA5 Reanalysis: A Focus on Crop-Growing Regions. Geoscience Data Journal, 10(4), 505-18. *https://doi.org/10.1002/gdj3.178*.

Webb, L. B., Whetton, P.H., Barlow, E.W.R. (2007). Modelled İmpact of Future Climate Change on The Phenology of Wine grapesin Australia. Australian Journal of Grape and Wine Research. 13(3):165-175.

Webster, A.D., Looney, N.E. 1(996). World Distribution of Sweet and Sour Cherry Production: National statistics. Edited by Webster, A.D. and Looney, N.E., Cherries Crop Physiology, Production and Uses. Cab International, p:25-69., USA.

Yavuz, F., Atış, E., Dellal, İ, Yelboğa Mencet, N. (2024). Avrupa Yeşil Mutabakatı'nın Türkiye Tarım Ve Tarım Dışı Sektör Politikalarına Entegrasyonu, SETA Yayınları 252

Yurtseven, S., Görgülü, M. (2004). Effects of Grain Sources and Feeding Methods, Free-Choice vs Total Mixed Ration, on Milk Yield and Composition of German Fawn X Hair Crossbred Goats in Mid Lactation. J Anim Feed Sci 13(3):417-428

Yurtseven, S., Öztürk, İ. (2008). Influence of Two Sources of Cereals (Corn or Barley), in Free Choice Feeding on Diet Selection, Milk Production Indices and Gaseous Products (CH4 and CO2) in Lactating Sheep. Asian J Anim Vet.

Zavalloni, C., Andresen, J.A., Winkler, J.A., Flore, J.A., Black, J.R., Beedy, T.L. (2004). The Pileus Project: Climatic İmpact son Sour Cherry Productionin the Great Lakes Regionin Past and Projected Future Time Frames. VII International Symposium on Modelling in Fruit Research and Orchard Management.707:(pp. 101-108).

KATILIMCI LİSTESİ

Başkan : Prof. Dr. İlkay DELLAL
Başkan Yardımcısı : Doç. Dr. Ali Levent YAĞCI
Raportör : Doç. Dr. Ömer EREN
Raportör : Dr. Hüdaverdi GÜRKAN
TOB Grup Sorumlusu : Damla ÖZDEMİR

SIRA NO	ÜNVAN	ADI SOYADI	KURUMU
1		A. İlke Gürbüzer AKGÜN	Birleşmiş Milletler Kalkınma Programı (UNDP) Türkiye
2	Dr.	Abdussamet AYDIN	Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü (FAO)
3		Ahmet GÜLEŞ	Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü
4		Ahmet YILMAZ	Hayvancılık Genel Müdürlüğü
5	Doç. Dr.	Ali Levent YAĞCI	Gebze Teknik Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi Harita Mühendisliği Bölümü
6		Alper Gün ÖZTURNA	İstanbul Üniversitesi Cerrahpaşa Orman Fakültesi Orman Mühendisliği Bölümü
7	Prof. Dr.	Ayhan ATEŞOĞLU	Bartın Üniversitesi Orman Fakültesi Orman Mühendisliği Bölümü
8		Aysun ARAS	Ege Zeytin ve Zeytinyağı İhracatçıları Birliği
9	Doç. Dr.	Aziz GÜL	Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootekni Bölümü
10	Doç. Dr.	Barış ÇALDAĞ	İstanbul Teknik Üniversitesi Uçak ve Uzay Bilimleri Fakültesi Meteoroloji Mühendisliği Bölümü
11		Begüm ACAR	Doğa Derneği
12		Besime BİNBOĞA	Strateji Geliştirme Başkanlığı
13		Candan YAĞMUR	Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü
14		Cem BEYSEL	Özel Sektör - Cargill
15		Cemil ARSLAN	Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü
16		Ceren Pınar GAYRETLİ	Doğal Hayatı Koruma Vakfı
17		Ceren YALÇIN	Türkiye Çevre Ajansı (TÜÇA)
18		Coşkun ÜÇER	Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü
19		Çağıl KÖKSAL	Özel Sektör - Yıldız Holding A.Ş.
20		Çiğdem KARADENİZ	Bitkisel Üretim Genel Müdürlüğü
21		Damla ÖZDEMİR	Tarımsal Ekonomi ve Politika Geliştirme Enstitüsü
22		Derya ÖZCAN	Balıkçılık ve Su Ürünleri Genel Müdürlüğü
23		Dilek DEMİREL YAZICI	Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü
24		Dilek POYRAZ	Zirai Mücadele Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü
25		Efe Can Özbay	Cumhurbaşkanlığı Strateji ve Bütçe Başkanlığı
26		Emine Kuzutürk Savaş	Birleşmiş Milletler Nüfus Fonu (UNFPA)
27	Prof. Dr.	Emine OLHAN	Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Ekonomisi Bölümü
28	Dr.	Engin ÜNAY	Hayvancılık Genel Müdürlüğü
29		Eray ÖZDEMİR	Orman Genel Müdürlüğü
30	Prof. Dr.	Erhan AKÇA	Adıyaman Üniversitesi Teknik Bilimler Meslek Yüksek Okulu
31		Erkin SOYSALDI	Avrupa Birliği Başkanlığı

SIRA NO	ÜNVAN	ADI SOYADI	KURUMU
32		Fahri Işık KARADEMİR	Üretici
33	Dr.	Fatih ÖZDEMİR	Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü
34		Fatoş PEKGÖZ	Trabzon İl Tarım ve Orman Müdürlüğü
35		Ferhat SÖYLEMEZ	Elektrik Üretim A.Ş. (EÜAŞ)
36	Dr.	Funda BAYDU	Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü
37		Galip Umut ÖZDİL	Özel Sektör - TRT Radyo-Ekol TV
38		Güler İPEK	Oğuz Mahallesi Üretici Kadınlar Dayanışma Derneği
39		Hakan Sefa ÇAKIR	Mersin Ticaret ve Sanayi Odası
40		Halil DUMAN	Bitkisel Üretim Genel Müdürlüğü
41	Dr.	Halil EROL	Hayvancılık Genel Müdürlüğü
42		Halil SARI	Özel Sektör - Lipton Gıda ve Çay Sanayi ve Ticaret A.Ş.
43	Dr.	Halit TUTAR	Bingöl üniversitesi Ziraat fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü
44		Hatice Oya AYMAN	Buğday Ekolojik Yaşamı Destekleme Derneği
45		Haydar KURT	Konya İl Tarım ve Orman Müdürlüğü
46	Dr.	Hüdaverdi GÜRKAN	Meteoroloji Genel Müdürlüğü
47	Prof. Dr.	Hüsamettin EKİCİ	Türk Veteriner Hekimleri Birliği
48	Doç. Dr.	Hüseyin Tuncay GÜNER	İstanbul Üniversitesi Cerrahpaşa Orman Fakültesi Orman Mühendisliği Bölümü
49	Prof. Dr.	İbrahim ORTAŞ	Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü
50		İlhan TAŞÇI	Hayvancılık Genel Müdürlüğü
51	Prof. Dr.	İlkay DELLAL	Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Ekonomisi Bölümü
52		İlkim Saniye KARAPINAR	Elektrik Üretim A.Ş. (EÜAŞ)
53	Dr.	İnci TEKELİ	Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü
54	Doç. Dr.	İrfan DAŞKIRAN	Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü
55	Dr.	İsmail DEMİRTAŞ	Eğirdir Meyvecilik Araştırma Enstitüsü
56	Dr.	Kadir İSA	Türk İklimlendirme Sanayi İhracatçıları Birliği
57	Prof. Dr.	Kadri YÜREKLİ	Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü
58	Prof. Dr.	Kubilay Kurtuluş BAŞTAŞ	Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü
59	Dr.	Kübra POLAT	Tarım Reformu Genel Müdürlüğü
60	Prof. Dr.	Levent ŞAYLAN	İstanbul Teknik Üniversitesi İklim Bilimi ve Meteoroloji Mühendisliği Bölümü
61	Prof. Dr.	Loğman ASLAN	Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Veteriner Fakültesi Klinik Bilimler Bölümü
62	Prof. Dr.	Lütfi PIRLAK	Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü
63		Mediha ÖZCAN	Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, Çölleşme ve Erozyonla Mücadele Genel Müdürlüğü
64		Mehmet AKTÜRK	Trabzon İl Tarım ve Orman Müdürlüğü
65	Prof. Dr.	Mehmet Ali ÇULLU	Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü
66	Prof. Dr.	MEHMET EMİN AYDIN	Necmettin Erbakan Üniversitesi Mühendislik Fakültesi İnşaat Mühendisliği Bölümü

SIRA NO	ÜNVAN	ADI SOYADI	KURUMU
67	Dr.	Melike KUŞ	Doğa Koruma Merkezi Vakfı
68	Prof. Dr.	Mikail BAYLAN	Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootekni Bölümü
69	Dr.	Muhammed İkbal COŞKUN	Uluslararası Hayvancılık Araştırma ve Eğitim Merkezi Müdürlüğü
70		Murat Ali HATİPOĞLU	Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü
71	Doç. Dr.	Musa SEYMEN	Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü
72		Mustafa GÜÇLÜOĞLU	Türkiye Tohumcular Birliği (TÜRKTOB)
73		Mustafa TOSUN	Elektrik Üretim A.Ş. (EÜAŞ)
74		Müge ALTINTAŞ	Tarım ve Kırsal Kalkınmayı Destekleme Kurumu (TKDK)
75		Nalan EJDER	Tarım Reformu Genel Müdürlüğü
76	Prof. Dr.	Nazan KOLUMAN	Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootekni Bölümü
77	Prof. Dr.	Nejdet KANDEMİR	Hacı Bayram Veli Üniversitesi Polatlı Fen-Edebiyat Fakültesi Biyoloji Bölümü
78		Nermin KILIÇ	Tarım Reformu Genel Müdürlüğü
79	Dr.	Nevzat BİRİŞİK	Tarım ve Orman Bakanlığı Müşaviri
80		Nida Elif SELCİ	Üretici
81		Nilgün ARIKAN	Tarımsal Araştırmalar Genel Müdürlüğü
82		Nilgün BÖCEKLİ	Özel Sektör - Ayvera Danışmanlık Ltd.Şti.
83		Oğuz ŞİRİN	Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü
84		Onur BAYRAM	Türkiye Enerji, Nükleer ve Maden Araştırma Kurumu (TENMAK)
85	Prof. Dr.	Orhan DENGİZ	Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü
86	Doç. Dr.	Ömer EREN	Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Biyosistem Mühendisliği Bölümü
87	Doç. Dr.	Ömer Lütfü ÇORBACI	Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi Peyzaj Mimarlığı Bölümü
88	Doç. Dr.	Özcan GAYGUSUZ	İstanbul Üniversitesi Su Bilimleri Fakültesi Deniz ve İçsu Kaynakları Yönetimi Bölümü
89		Özge TEKİN	Tarım Reformu Genel Müdürlüğü
90		Özlem Mutlu DOĞAN	Özel Sektör - Coca-Cola İçecek A.Ş.
91		Pelin POLAT ÇAVUŞOĞLU	Tarım Reformu Genel Müdürlüğü
92		Pınar AŞAN	Avrupa Birliği Başkanlığı
93		Pınar HIŞIR	Tarım Reformu Genel Müdürlüğü
94	Prof. Dr.	Rasim KOÇYİĞİT	Tokat Gazi Osman Paşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak ve Bitki Besleme Bölümü
95	Dr.	Recep KODAŞ	Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü
96		Saadet OCAKLI ÖZTÜRK	Türkiye Damızlık Sığır Yetiştiricileri Merkez Birliği (TDSYMB)
97	Doç. Dr.	Sadi AKSU	Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksek Okulu
98		SAFA ŞAHİN	Denizbank A.Ş.
99		Salime Kübra BAKIR	Türkiye Çevre Ajansı (TÜÇA)
100		Samet OKUYAN	Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü
101		Seçil OCAK	Tarım Reformu Genel Müdürlüğü

SIRA NO	ÜNVAN	ADI SOYADI	KURUMU
102		Selcen KÖKEN	Özel Sektör - Tat Gıda Sanayi A.Ş.
103		Selin DİLEKLİ	Cumhurbaşkanlığı Strateji ve Bütçe Başkanlığı
104		Selman ERMİHAN	Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü
105	Prof. Dr.	Serap Göncü KAREKÖK	Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootekni Bölümü
106		Serhat ERBAŞ	Doğa Koruma ve Milli Parklar Genel Müdürlüğü
107		Sezer ATSAN	Türkiye Ziraat Odaları Birliği (TZOB)
108		Şüheda DALKA OKUMUŞ	Elektrik Üretim A.Ş. (EÜAŞ)
109		Şükrü UZUN	Su Yönetimi Genel Müdürlüğü
110	Prof. Dr.	Taşkın ÖZTAŞ	Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü
111		Tevfik TURANLI	Bornova Zirai Mücadele Araştırma Enstitüsü
112		Tuğçe YÜKSEL İRFANOĞLU	Türkiye Su Enstitüsü (SUEN)
113		Vedat KOÇ	Türkiye Damızlık Koyun Keçi Yetiştiricileri Merkez Birliği
114		Yaprak Serenay TAŞKIN	Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı
115		Zehra Kavaklı KARATAŞ	Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, Çölleşme ve Erozyonla Mücadele Genel Müdürlüğü
116		Zeliha YILMAZ	Bitkisel Üretim Genel Müdürlüğü
117		Zeynep Efşan ÇEŞME	Türkiye Çevre Ajansı (TÜÇA)
118		Zümrüt TÜRKOĞLU ÇELİK	Atatürk Orman Çiftliği Müdürlüğü