



Bu proje Avrupa Birliği ve Türkiye Cumhuriyeti tarafından finanse edilmektedir.



İKLİME DUYARLI BİTKİSEL ÜRETİM

Fatih Konukcu - Selçuk Albut
İsrafil Kocaman - Tolga Erdem



Cevre ve İklim Eylemi
Sehiör Operasyonel Programı



İKLİM DEİŞİKLİĞİ
BAŞKANLIĞI



İklim Trak



TÜRKİYE CUMHURİYETİ
TARIM VE ORMAN BAKANLIĞI



İKLİME DUYARLI BİTKİSEL ÜRETİM

Fatih Konukcu
Selçuk Albut
İsrafil Kocaman
Tolga Erdem



İklim Duyarlı Bitkisel Üretim
Fatih Konukcu - Selçuk Albut - İsrail Kocaman - Tolga Erdem

Yayın No.: 2599
ISBN: 978-625-376-485-2
E-ISBN: 978-625-376-486-9
Basım Sayısı: 1. Basım, Mayıs 2025

© Copyright 2025, NOBEL BİLİMSEL ESERLER SERTİFİKA NO.: 20779

Bu baskının bütün hakları Nobel Akademik Yayıncılık Eğitim Danışmanlık Tic. Ltd. Şti'ne aittir.

Yayınevinin yazılı izni olmaksızın, kitabın tümünün veya bir kısmının elektronik, mekanik ya da fotokopi yoluyla basımı, yayımı, çoğaltımı ve dağıtımı yapılamaz.

Nobel Yayın Grubu, 1984 yılından itibaren ulusal ve 2011 yılından itibaren ise uluslararası düzeyde düzenli olarak faaliyet yürütmekte ve yayınladığı kitaplar, ulusal ve uluslararası düzeydeki yükseköğretim kurumları kataloglarında yer almaktadır.

"NOBEL BİLİMSEL ESERLER" bir Nobel Akademik Yayıncılık markasıdır.

Genel Yayın Yönetmeni: Nevzat Argun -nargun@nobelyayin.com-
Genel Yayın Koordinatörü: Gülfem Dursun -gulfem@nobelyayin.com-

Sayfa Tasarım: Dilek Meraki -dilek.m@nobelyayin.com-

Redaksiyon: Dilek Gezgini -dilek@nobelyayin.com-

Kapak Tasarım: Sezai Özden -sezai@nobelyayin.com-

Görsel Tasarım Uzmanı: Mehtap Yürümez -mehtap@nobelyayin.com-

Kütüphane Bilgi Kartı

Konucu, Fatih., Albut, Selçuk., Kocaman, İsrail., Erdem, Tolga.
İklim Duyarlı Bitkisel Üretim / Fatih Konukcu, Selçuk Albut, İsrail Kocaman, Tolga Erdem
1. Basım, xx + 338 s., 16,5x24 cm. Kaynakça var, dizin yok.
ISBN: 978-625-376-485-2
E-ISBN: 978-625-376-486-9
1. Bitkisel Üretim 2. İklim

Genel Dağıtım

ATLAS AKADEMİK BASIM YAYIN DAĞITIM TİC. LTD. ŞTİ.

Adres: Bahçekapı Mh. 2465 Sk. Oto Sanayi Sitesi No:7 Bodrum Kat, Şaşmaz/ANKARA

Telefon: +90 312 278 50 77

Sipariş: siparis@nobelyayin.com- **E-Satış:** www.nobelkitap.com - www.nobelyayin.com

Dağıtım ve Satış Noktaları: Alfa, Kırmızı Kedi, Arkadaş, D&R, Dost, Kika, Kitapsan, Nezi, Odak, Pandora, Prefix, Remzi Kitabevleri, Yeryüzü Dağıtım

Baskı ve Cilt: Meteksan Matbaacılık ve Teknik Sanayi Tic. Anonim Şirketi / Sertifika No: 46519

Beytepe Köy Yolu No: 3 06800 Bilkent-Çankaya/ANKARA

ÖN SÖZ

Birleşmiş Milletler Çölleşme ile Mücadele Sözleşmesine (BMÇMS) göre arazi tahribatı; arazinin, insan faaliyetlerinden kaynaklanan, doğal süreçlerle daha da şiddetlenen ve boyutları iklim değişikliği ve biyoçeşitlilik kaybı nedeniyle sıklıkla artan, biyolojik ve ekonomik üretkenlik kapasitesinin herhangi bir şekilde azalması veya kaybedilmesi olarak tanımlanmaktadır.

BMÇMS 1994 tarihinde imzalanmış ve 1996'da resmen yürürlüğe girmiştir. Türkiye Sözleşmeye 1998 tarihinden itibaren resmen taraf olmuştur. Halen 197 BM üyesi ülke sözleşmeye taraftır. Sözleşmenin amaçları; Küresel ölçekte çölleşmenin durumunu ortaya koymak, ülkeleri çölleşme ile mücadele konusunda çalışmalar yapmaya zorlamak ve yapılan iyi uygulamaları yaygınlaştırmak, çölleşmeden etkilenen ülkelerde sürdürülebilir kalkınmanın sağlanmasına katkıda bulunmak, çölleşme ile mücadele konusunda işbirliğini geliştirmek ve bu alandaki çalışmaları desteklemek için ulusal ve küresel fonları harekete geçirmektir.

Sözleşme, 2012 yılındaki Rio+20 konferansında "Arazi Tahribatının Dengelenmesi (ATD)" kavramını ortaya koymuştur. 2015 yılında Arazi Tahribatının Dengelenmesi UNDP Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri (SKH) arasında yer almıştır. SKH 15; karasal ekosistemlerin korunması, restorasyonu ve sürdürülebilir kullanımının teşvik edilmesi, ormanların sürdürülebilir şekilde yönetimi, çölleşmeyle mücadele ve arazi tahribatının durdurulması ve tersine çevrilmesi ve biyoçeşitlilik kaybının durdurulmasını hedeflemektedir.

Birleşmiş Milletler 2023 tarım raporuna göre dünyadaki tarım topraklarının %35'i tahrip olmuştur ve iklim değişiminin etkisiyle hızla artmaktadır. Arazi tahribatı/çölleşme, 100'den fazla ülkede 1 milyar insanın geçim kaynak-

larını tehdit etmekte ve her yıl 12 milyon hektarlık ekilebilir arazi kaybına neden olmaktadır. Arazi tahribatı, ekosistemler üzerinde olumsuz etkilere yol açan ciddi bir sorundur ve agroekolojik sistemlerin iklim değişikliğine karşı savunmasızlığını artırmakta, uyum çalışmalarını da boşa çıkarmaktadır.

Türkiye ve Trakya’da da arazilerimiz bir dereceye kadar tahrip olmuş ve olamaya devam etmektedir. Sanayisi, tarımsal üretimi, ticari potansiyeli ve lojistik merkezi olmasıyla TR21 Trakya Bölgesi Türkiye’nin en önemli cazibe merkezlerinden birisi olup sürekli göç almaktadır. TR21 Trakya Bölgesi, Türkiye’nin buğday üretiminin %12, ayçiçeği üretiminin %46,5, çeltik üretiminin %41,5 ve kanola üretiminin %54’ünü karşılamaktadır (TÜİK, 2024). Yoğun tarımsal üretim, erozyon, aşırı iklim olayları yanında nüfus artışı, sanayi ve şehirleşme kaynaklı arazi kullanım değişikliği, TR21 Trakya Bölgesinde arazi tahribatını hızlandırmaktadır.

İklimTrak Projesinin en önemli çıktılarından birisi de bölgesel ölçekte arazi tahribatının mevcut durumunu, gelişimini ve gelecekteki durumunu ortaya koymak, elde edilen sonuçlara göre sürdürülebilir arazi yönetim stratejileri geliştirmek, yapılan iyi uygulamaları yaygınlaştırmak, arazi tahribatının dengelenmesi konusunda iş birliğini geliştirmek ve böylece sürdürülebilir kalkınmaya katkıda bulunmaktır.

Bu kitapta, bitkisel üretimde sürdürülebilir arazi yönetimi ve iklim değişikliğine uyum ve azaltma stratejileri hem bölgemiz hem de ülkemizdeki araştırmacılar ve çiftçilerimizin yararına sunulmuştur.

Prof. Dr. Fatih KONUKCU

Proje Koordinatörü

İÇİNDEKİLER

ÖN SÖZ	ix
--------------	----

BÖLÜM 1

İKLİME DUYARLI TARIM (İDT) KONSEPTİ

1. GİRİŞ.....	1
2. İKLİME DUYARLI TARIMIN (İDT).....	3
2.1. İDT ile Bitkisel Üretimde Sürdürülebilirlik	4
2.2. İDT ile Bitkisel Üretim İçin İklim Değişimine Uyum ve Azaltma Stratejileri	5
2.2.1. Bitki çeşidi/tür seçimi veya ıslahı.....	6
2.2.2. Ürün çeşitliliğini artırmak	6
2.2.3. Bitki deseninde değişiklik	7
2.2.4. Ekim takviminde değişiklik	8
2.2.5. Karışık ekim	8
2.2.6. Su ve sulama yönetiminde iyileştirme.....	8
2.2.7. Toprak, toprak suyu ve enerji koruma önlemlerinin uyarlanması	10
2.3. İDT Kapsamında Tarım Sektöründe Rekabet Gücünü Artırmaya, Sürdürülebilirliği Sağlamaya ve İklim Değişikliğini Azaltmaya Yönelik Yaklaşımlar	12
2.3.1. Organik tarım ve iyi tarım uygulamaları	13
2.3.2. Hassas tarım	13
2.3.3. Dikey tarım	13
2.3.4. Akıllı seralar	14
2.4. İDT Uygulamasının Kurumsal Yönü	14
KAYNAKLAR.....	15

BÖLÜM 2

İKLİM DEĞİŞİMİ SÜRECİNDE TÜRKİYE VE TR21 TRAKYA BÖLGESİ TARIMININ MEVCUT DURUMU

1. GİRİŞ.....	17
2. TÜRKİYE’DE İKLİMİN MEVCUT DURUMU VE GELECEK PROJEKSİYONLARI . 18	
2.1. Türkiye İçin Ortalama Sıcaklık Projeksiyonları.....	19
2.2. Türkiye İçin Ortalama Yağış Projeksiyonu.....	20
2.3. İklim İndisleri.....	21
3. TR21 TÜEKİYE VE TRAKYA BÖLGESİ TARIMININ MEVCUT DURUMU.....	22
4. TR21 TRAKYA BÖLGESİ’NİN ARAZİ KULLANIM/ARAZİ ÖRTÜSÜNÜN VE TARIM ARAZİLERİNİN MEVCUT DURUMU.....	30
4.1. TR21 Trakya Bölgesi’nin Arazi Kullanım/Arazi Örtüsü	31
4.2. TR21 Trakya Bölgesi’nin Arazi Kullanım Kabiliyeti Sınıflaması	32
4.3. TR21 Trakya Bölgesi’nde Tarım Yapılan Arazilerindeki Erozyon Dereceleri .	33
4.4. TR21 Trakya Bölgesi’nin Büyük Toprak Grupları	34
5. TR21 TRAKYA BÖLGESİ’NİN SU KAYNAKLARININ MEVCUT DURUMU	35
6. SONUÇ VE DEĞERLENDİRME	38
KAYNAKLAR.....	40

BÖLÜM 3

TRAKYA BÖLGESİNDE İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ

1. GİRİŞ.....	41
2. TÜRKİYE’DE İKLİMİN MEVCUT DURUMU VE GELECEK PROJEKSİYONLARI . 43	
3. BULGULAR.....	44
3.1. Geleceğe Yönelik Ortalama Sıcaklık Senaryoları	44
3.2. Geleceğe Yönelik Toplam Yağış Senaryoları.....	46
3.3. Geleceğe Yönelik Aşırı (Ekstrem) İklim Olaylarındaki Değişimler	49
3.3.1. Geleceğe yönelik toplam yağış senaryoları	49
3.3.2. R20 çok yağışlı gün sayısı indisi	50
3.3.3. CDD ardışık kurak gün sayısı indisi.....	50
3.3.4. Standart yağış evapotranspirasyon (SPEI) indisi	51
4. SONUÇLAR	53
KAYNAKLAR.....	54

BÖLÜM 4

İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ-ARAZİ TAHRİBATI VE ARAZİ TAHRİBATININ MODELLENMESİ

1. GİRİŞ.....	55
2. MATERYAL VE YÖNTEM.....	57
2.1. Çalışma Alanı.....	57
2.2. Veriler	58
2.3. Yöntem	59
2.3.1. Arazi üretkenlik dinamiği.....	59
2.3.2. Toprak organik karbonu.....	60
2.3.3. Erezyon.....	61
2.3.4. Morfolojik arazi parçalanması	62
2.3.5. Biri hariç, hepsi hariç (One Out All Out-1OAO) yaklaşımı	64
3. BULGULAR.....	66
3.1. TR21 Trakya Bölgesi ATD Modeli-Biyofiziksel Etmenler Genel Değerlendirme	66
3.2. TR21 Trakya Bölgesi ATD Modeli-Sosyo-Ekonomik Etmenler Genel Değerlendirme	70
4. SONUÇLAR	72
KAYNAKLAR.....	72

BÖLÜM 5

İKLİME DUYARLI BİTKİSEL ÜRETİM

1. GİRİŞ.....	75
2. KÜRESEL İKLİM DEĞİŞİMİNİN TARIM ÜZERİNE ETKİSİ.....	83
2.1. Kuraklık	84
2.1.1. Kardeşlenme öncesi dönem (erken kuraklık)	86
2.1.2. Kardeşlenme dönemi kuraklık (kış kuraklığı)	86
2.1.3. Sapa kalkma-başaklanma (bahar kuraklığı)	86
2.1.4. Başaklanma-tane-dolum dönemi (geç kuraklığı)	87
2.2. Sıcaklık	88
2.2.1. Yüksek sıcaklık	88
2.2.2. Düşük sıcaklık	90

2.2.3. Ani Hava Değişimleri	92
2.2.4. Yağışlardaki düzensizler ve yağış miktarında azalışlar	93
2.2.5. Meteorolojik afetler	93
3. TARIMIN İKLİM DEĞİŞİMİNE ETKİSİ	94
4. SONUÇ.....	97
KAYNAKLAR.....	98

BÖLÜM 6

İKLİME DUYARLI ÇAYIR VE MERA YÖNETİMİ

1. GİRİŞ.....	101
2. MERA YÖNETİMİ, İLKELERİ VE YANLIŞ MERA KULLANIMININ TOPRAK BOZULUMUNA ETKİLERİ.....	102
2.1. Mera Yönetimi.....	102
2.2. Mera Yönetimi İlkeleri ve Etkileri	103
2.3. Erken ve Ağır Otlatmanın Mera Durumu Üzerine Etkileri	106
2.4. Yanlış Mera Kullanımının Toprak Bozulumu Üzerine Etkileri İlgili Araştırma Örnekleri	108
3. İKLİM DEĞİŞİKLİĞİNİN MERALARDAKİ BİTKİ VE TOPRAK BOZULUMU ÜZERİNE ETKİLERİ	114
3.1. İklim Faktörleri-Mera Bitki ve Toprak Faktörleri Üzerine Etkilerine Ait Araştırma Örnekleri	118
4. SONUÇ.....	122
KAYNAKLAR.....	128

BÖLÜM 7

İKLİME DUYARLI TOPRAK YÖNETİMİ

1. GİRİŞ.....	135
2. ÇÖLLEŞME/ TOPRAK BOZULUMU/ ARAZİ TAHRİBATI NEDİR?.....	136
2.1. Arazi Tahribatının Nedenleri	138
2.2. Toprak/Arazi Bozulumunu/ Arazi Tahribatını Ortaya Çıkaran Etmenler ve Bu Etmenlerin Alt Başlıkları	140
2.3. Toprak/Arazi Bozulumunu/ Arazi Tahribatı ile Mücadele	142

3. TOPRAK/ARAZİ BOZULUMUNU/ ARAZİ TAHRİBATINI ÖNLEMEK İÇİN ÖNERİLER	145
4. SONUÇ.....	147
KAYNAKLAR.....	148

BÖLÜM 8

İKLİME DUYARLI SU YÖNETİMİ

1. GİRİŞ.....	149
2. DÜNYA ÇAPINDA VE TÜRKİYE’DE YENİLENEBİLİR TATLI SU KAYNAKLARI VE SU KİTLİĞİ	150
2.1. Küresel ve Bölgesel Su Kullanımı.....	152
2.2. 2050 Yılına Kadar Küresel Su Talebi ve Arzı	154
2.3. 2050 Yılına Kadar Diğer Ekolojik Değişiklikler.....	155
2.4. Türkiye’nin Su Arzı ve Talebi.....	156
2.5. Su Kıtlığı ve Stresi	157
3. İKLİM DEĞİŞİKLİĞİNİN TARIMSAL SU YÖNETİMİNE ETKİSİ	159
3.1. İklim Değişikliği Altında Bitki Su İhtiyacı (ET).....	159
3.2. İklim Değişikliği Altında Su Mevcudiyeti.....	161
3.3. Su Kalitesi.....	164
3.4. Aşırı İklim Olayları	165
4. İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ KAPSAMINDA SÜRDÜRÜLEBİLİR SU YÖNETİMİ STRATEJİLERİ/POLİTİKALARI.....	167
4.1. Su Kıtlığıyla Başa Çıkmak.....	168
4.2. Direnç Geliştirme	170
4.3. Tarla ve Çiftlik Seviyesinde Adaptasyon	170
4.4. Sulama Şebekesi Düzeyinde Uyum Faaliyetleri.....	171
4.5. Havza, Nehir Havzası ve Ulusal Düzeyde Adaptasyon	172
4.6. İklim Değişimine Başarılı Bir Uyum İçin Gerekli Koşullar.....	173
4.7. İklim Değişikliğinin Önlenmesi/Azaltılması İçin Su Yönetimi	174
5. SONUÇLAR	175
KAYNAKLAR.....	175

BÖLÜM 9

İKLİME DUYARLI SULAMA YÖNETİMİ

1. GİRİŞ.....	183
2. İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ VE TARIMSAL SULAMA	185
2.1. Basınçlı Sulama Yöntemleri	186
2.2. Otomatik Sulama Sistemleri.....	190
3. SONUÇ VE ÖNERİLER	193
KAYNAKLAR.....	194

BÖLÜM 10

TR21 TRAKYA BÖLGESİ İÇİN İKLİME DUYARLI GÜBRELEME

1. GİRİŞ.....	197
2. İKLİM DEĞİŞİKLİĞİNİN TARIM ÜZERİNE BEKLENEN ETKİLERİ.....	198
3. TRAKYA YÖRESİNİN GENEL COĞRAFİ ÖZELLİKLERİ.....	199
4. TRAKYA YÖRESİNİN TARIMSAL ÖZELLİKLERİ.....	200
5. TRAKYA YÖRESİ TOPRAKLARININ GENEL ÖZELLİKLERİ.....	201
5.1. Trakya Yöresi Topraklarının Toprak Reaksiyonu (ph) ve Tarımsal Üretim ve İklim Değişikliği Bakımından Yönetimi	204
5.2. Trakya Yöresi Topraklarının Toprak Tuzluluğu ve Tarım ve İklim Değişikliğine Uyumlu Yönetimi.....	206
5.3. Trakya Toprakların Kireç Düzeyi ve Kireçlemenin Sera Gazı Emisyonuna Etkisi	210
5.4. Toprak Organik Maddesinin Tarımsal Üretim Üzerine Etkisi	213
5.5. Toprak Organik Maddesinin Büyük Bir Karbon Havuzu ve Sera Gazı Kaynağı /Yutağı Olarak Sera Gazı Emisyonları ve İklim Değişikliği Üzerindeki Etkileri .	215
5.6. Toprak Organik Maddesinin Yönetimi ve İklim Değişikliğiyle Mücadele	217
5.7. Toprak Karbonu Tutma Potansiyeli ve İklim Etkisi	219
5.8. Azotlu Gübre Kullanımı ve Sera Gazı Emisyonlarına Etkisi	219
5.9. Nitroz oksit (N ₂ O) emisyonlarını azaltma yöntemleri.....	222
5.10. Fosforlu Gübrelerin Kullanımı ve Sera Gazı Emisyonlarına Etkisi	223
5.11. Potasyumlu Gübrelerin Kullanımı Sera Gazı Emisyonları Üzerindeki Etkisi..	224
5.12. Mikrobesein Gübreleri Üretiminden Kaynaklanan Sera Gazı Emisyonları .	225

5.13. Mikrobiyal Gübreler, Biyogübreler ve Yaprak Gübrelerinin Sera Gazı Emisyonlarına Etkileri	226
5.14. Dünyada İklim Dostu Gübreleme Uygulamaları	227
3. SONUÇ	228
KAYNAKLAR.....	229

BÖLÜM 11

İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ-TARIMSAL MEKANİZASYON VE TOPRAK BOZUNUMU İLİŞKİSİ

1. GİRİŞ	235
2. TOPRAK BOZUNUMU VE TARIMSAL MEKANİZASYON İLİŞKİSİ	236
3. KORUYUCU TARIM	242
3.1. Koruyucu Toprak İşlemede Yöntemler, Örtü Bitkisi ve Ekim Nöbetinin Önemi	244
4. TARIMSAL ÜRETİMDE KARBON AYAK İZİ	249
4.1. Tarım Makinaları İmalatında Karbon Ayak İzinin Azaltılmasıyla İlgili Standartlar	251
4.2. Traktörler için egzoz emisyon sınıfları	253
4.3. Alternatif Yakıtlı Çalışan Traktörler	254
5. İKLİM AKILLI TARIM TEKNOLOJİLERİ	255
5.1. Akıllı Tarım-Hassas Tarım Değişken Oranlı Uygulamalar	255
5.2. Konumsal Değişkenlik	257
5.3. Kontrollü Tarla Trafiği İzli Ekim	258
5.4. Hassas Tarım Teknolojileriyle Sürdürülebilir Tarımın Avantajları	260
6. SONUÇ VE ÖNERİLER	261
KAYNAKLAR.....	261

BÖLÜM 12

SOSYO-EKONOMİK GELİŞMELERİN ARAZİ BOZULUMUNA ETKİSİ VE TARIMSAL FİNANSMAN

1. GİRİŞ	267
2. SOSYO-EKONOMİK GELİŞMELER VE ARAZİ BOZULUMU	269

2.1. Nüfus Artışı	270
2.2. Kentleşme	271
2.3. Sanayileşme	273
2.4. Tarımsal Üretim.....	274
2.5. Turizm	274
3. TARIMSAL FİNANSMAN VE KREDİ.....	277
4. ÇÖZÜM ÖNERİLERİ VE STRATEJİLER.....	278
5. SONUÇ	282
KAYNAKLAR.....	283

BÖLÜM 13

İKLİME DUYARLI TARIM, TARIMSAL EKOLOJİ VE BİYOÇEŞİTLİLİK

1. GİRİŞ.....	289
2. BİYOÇEŞİTLİLİK.....	290
2.1. Biyoçeşitlilik Nedir?.....	290
2.2. Türkiye'nin Biyoçeşitlilik Bakımından Durumu.....	291
2.3. Trakya Bölgesinin (TR21) Biyoçeşitlilik Bakımından Durumu	293
3. EKOLOJİ VE İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ.....	298
3.1. İklim Değişikliğinin Ekosistemlere Etkisi.....	299
3.1.1. İklim değişikliğinin su ekosistemlerine etkisi.....	300
3.1.2. İklim değişikliğinin kara ekosistemlerine etkisi.....	302
4. SONUÇ.....	304
KAYNAKLAR.....	308

BÖLÜM 14

İKLİME DUYARLI BİTKİSEL HASTALIK VE ZARARLI YÖNETİMİ

1. GİRİŞ.....	311
2. İKLİM DEĞİŞİKLİĞİNİN FAYDALI MİKROORGANİZMA ÜZERİNE ETKİSİ	313
3. İKLİM DEĞİŞİKLİĞİNİN BİTKİ HASTALIKLARI ÜZERİNE ETKİSİ.....	314
4. İKLİM DEĞİŞİKLİĞİNİN HASTALIK KONTROLU ÜZERİNE ETKİSİ	318

5. İKLİM DEĞİŞİKLİĞİNİN HASTALIK YÖNETİMİ UYGULAMALARI ÜZERİNDEKİ ETKİSİ.....	318
6. SONUÇ.....	319
KAYNAKLAR.....	320

BÖLÜM 15

TARIM FAALİYETLERİNİN ÇEVRESEL ETKİLERİ VE İKLİME DUYARLI TARIM

1. GİRİŞ.....	323
2. TARIM FAALİYETLERİNİN ÇEVRESEL ETKİLERİ.....	324
2.1. Kimyasal Gübre Üretimi ve Kullanımı.....	325
2.2. Pestisit Kullanımı.....	327
2.3. Hayvancılık Faaliyetleri.....	328
2.4. Sera Gazı Emisyonları	330
3. İKLİME DUYARLI TARIM VE ÇEVRESEL ETKİLERİ.....	331
4. SONUÇ VE ÖNERİLER	336
KAYNAKLAR.....	337

İKLİME DUYARLI TARIM (İDT) KONSEPTİ

Fatih KONUKCU¹, Selçuk ALBUT², İsrail KOCAMAN³, Tolga ERDEM⁴

¹Prof. Dr., Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Biyosistem Mühendislik Bölümü, Tekirdağ Orcid: 0000-0003-2873-990X fkonukcu@nku.edu.tr

²Prof. Dr., Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Biyosistem Mühendislik Bölümü, Tekirdağ Orcid: 0000-0002-0055-632X salbut@nku.edu.tr

³Prof. Dr., Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Biyosistem Mühendislik Bölümü, Tekirdağ Orcid: 0000-0002-3659-3413 ikocaman@nku.edu.tr

⁴Prof. Dr., Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Biyosistem Mühendislik Bölümü, Tekirdağ Orcid: 0000-0002-5887-9586 terdem@nku.edu.tr

1. GİRİŞ

Akdeniz iklim kuşağında yer alan Türkiye, 5-6 yılda bir hafif, 15-16 yılda bir şiddetli kuraklık yaşamakta ve iklim değişikliğinden büyük ölçüde etkileneceği tahmin edilmektedir.

İklim değişikliğinin hayatımızı belirgin şekilde etkilemekte, salgın hastalıklara, kuraklığa, erozyona, çölleşmeye, iklim bölgelerinin yer değiştirmesine, şiddetli hava olaylarının artmasına, deniz seviyesinin yükselmesine, canlı türlerinin zarar görmesine ve insan sağlığının bozulmasına neden olmaktadır. Bu durum sosyo-ekonomik sektörleri ve ekolojik sistemleri doğrudan veya dolaylı olarak etkilemekte ve istenmeyen sonuçlara neden olmaktadır. İklim değişikliğinin tarımsal faaliyetler üzerindeki etkileri, üretim ve beslenme, yani gıda güvenliği arasındaki ilişki nedeniyle özel bir önem taşımaktadır.

İklim değişikliğiyle birlikte, tarımsal üretime uygunluk ve su kaynakları azalırken; mevsimsel kaymalardan kaynaklanan hasarlar, sulama suyu talebinin ve su stresinin artacağı öngörülmektedir (Kadioğlu ve ark., 2017).

Türkiye’de Karadeniz bölgesi hariç, sıcaklık ve evapotranspirasyondaki artışa bağlı olarak ilkbahar ve yaz yağışlarındaki azalmalar ayçiçeği, mısır, çeltik, fasulye, nohut, mercimek, şeker pancarı, pamuk, sebze ve meyveler gibi yazlık ürünlerin yanında yonca ve meraların verim ve ekiliş alanlarında düşüşlere yol açacaktır. Bu durum hâlihazırda baklagiller, yem bitkileri ve yağ bitkilerinde açığı olan ülkemizde üretim açığını daha da artıracaktır. Bunların yanında iklim değişikliğinin 2050 yılına kadar buğday gibi Türkiye için stratejik öneme sahip bazı kışlık ürünlerin veriminde de %20 verim düşüklüğüne düşüşe neden olacağı tahmin edilmektedir (Dellal ve ark., 2011; Kadioğlu ve ark. 2017, Konukcu ve ark., 2019).

Sıcaklık artışları nedeniyle ihtiyaç duyulan sulama suyu miktarı önemli ölçüde artacaktır. Sulama ile bile çiçeklenme ve dane dolum döneminde bitkiler daha yüksek ve aşırı sıcaklıklara maruz kalacağından yaz bitkilerinin veriminde düşüş olması beklenmektedir. Sıcaklık artışlarının ve yağışların azalmasının yanı sıra ürün yetiştirme mevsiminin uzaması, don günlerinin azalması, ürün yetiştirme mevsiminde toprak su eksikliği, özellikle Karadeniz kıyı şeridinde sel olaylarının sıklık ve şiddetinin artması, bitkisel üretimi ve biyolojik çeşitliliği olumsuz yönde etkileyecektir (Kadioğlu et al. 2017; Konukcu ve ark., 2019).

Kışa girişte veya erken ilkbaharda sıcaklıkların beklenenin üzerinde seyretmesi bitkilerin, özellikle meyvelerin, erken çiçek açmasına ve sonrasında yaşanacak don olayı ile verim ve kalite kaybına neden olacaktır.

Soğuk kışların kontrol edememesi nedeniyle bazı hastalık ve zararlılar hayatta kalabilir, hatta her yıl daha fazla çoğalarak salgınlara neden olabilir. Sıcaklık ve nem koşulları değiştikçe, yeni hastalıklar ve zararlılar daha önce görülmeyen alanlarda hasara neden olabilir. Sıcaklığın artması, yağışların azalması, mevsimlerin kayması, atmosferde CO₂ miktarının artmasıyla birlikte hastalık ve zararlıların artacağı, kültür bitkilerine göre daha rekabetçi olan yabancı ot popülasyonlarında artışlar yaşanacağı, bitkilerde meydana gelen morfolojik değişimler sonucu daha fazla kimyasal ilaç kullanma zorunluluğu doğacağı, bu ise ürün kalitesini olumsuz etkilediği gibi insan ve çevre sağlığını da olumsuz etkileyeceği belirtilmektedir (Amare, 2016).

Uzun süreli kuraklıklar yangın mevsimini uzatacak ve yangın riskini artıracaktır. Beklenmeyen şiddetli yağışlar ve artan nem, ürün kalitesinin düşmesine, hatta bazen tamamen kaybolmasına, tane durgunluğuna ve toprak erozyonuna neden olacaktır. Aşırı sıcaklıklar ürün kalitesinde ve verimde düşüşe neden olurken, dolu yağışı büyük bir ekonomik kayba neden olabilir.

Artan nüfusu beslemek için, yıllık küresel gıda üretiminin 2050 yılına kadar yüzde 60 artması gerekmektedir (Bruinsma, 2009). Ancak, aşırı iklim olayları, ekosistem hizmetleri ve biyolojik çeşitlilikte kayıp ile kendisini gösteren iklim değişikliğinin etkileri, özellikle gelişmekte olan ülkelerdeki tarımsal üretim sistemlerini ve gıda sistemlerini baltalayacaktır (FAO, 2013). Diğer taraftan tarım sektörü (bitkisel üretim, hayvancılık, ormancılık, balıkçılık ve su ürünleri yetiştiriciliği) de küresel sera gazı salınımına önemli katkıda bulunmaktadır. Tahminlere göre arazi kullanım sektörüyle birlikte tarım sektörü, toplam küresel sera gazı salınımının %22'sini oluşturmaktadır (FAO, 2013). Bu nedenle, tarım ve gıda sistemleri gıda güvencesini garanti altına almak için iklim değişikliğine ve doğal kaynak baskılarına uyum sağlamalı ve iklim değişikliğinin azaltılmasına katkıda bulunmalıdır. Birbiriyle bağlantılı olan bu zorluklar, aynı anda ele alınmalıdır.

Bu nedenle, iklim değişimi sürecinde tarım sektörü iç içe geçmiş üç zorluğun aşmak zorundadır (FAO, 2010):

- i. küresel gıda talebini karşılamak için tarımsal verimliliği sürdürülebilir şekilde artırmak,
- ii. iklim değişiminin etkilerine uyum sağlamak ve
- iii. atmosferdeki sera gazı birikiminin azaltılmasına katkıda bulunmaktır.

Bu amaçları gerçekleştirmek için FAO, İklim Deyarlı Tarım (İDT) kavramını geliştirmiş ve desteklemiştir. Bu bölüm, İDT ve TR21 Trakya Bölgesinde İklim Değişikline Uyum için Nötr Arazi Bozunumu Projesine (İklimTrak) genel bir bakış sunmaktır.

2. İKLİM DEYARLI TARIMIN (İDT)

FAO tarafından 2010 yılında Lahey Tarım, Gıda Güvenliği ve İklim Değişikliği Konferansında tanımlandığı ve sunulduğu şekliyle İDT, sürdürülebilir

kalkınma hedeflerine ulaşılmasına katkıda bulunmaktadır. Gıda güvencesi ve iklim zorluklarını ortaklaşa ele alarak sürdürülebilir kalkınmanın üç boyutunu (ekonomik, sosyal ve çevresel) bütünleştirmektedir. İDT'nin üç önemli sacayağı vardır (FAO, 2010):

- **Verimlilik/sürdürülebilirlik/gıda güvencesi:** İDT, gıda güvencesi için çevre üzerinde olumsuz bir etki yaratmadan tarımsal üretkenliği ve elde edilen gelirleri sürdürülebilir bir şekilde artırmayı amaçlamaktadır.
- **İklim değişikliğine uyum:** İDT, çiftçilerin kısa vadeli risklere maruz kalmasını azaltmayı ve aynı zamanda şoklar ve uzun vadeli stresler karşısında uyum sağlamayı ve gelişme kapasitelerini geliştirerek dayanıklılıklarını güçlendirmeyi amaçlamaktadır. Ekosistemlerin çiftçilere ve diğerlerine sağladığı ekosistem hizmetlerinin korunmasına özel önem verilmektedir.
- **İklim değişikimini azaltma/önleme:** Mümkün olan her yerde ve her zaman İDT, sera gazı salınımlarının azaltılmasına ve/veya ortadan kaldırılmasına yardımcı olmalıdır. Bu, ürettiğimiz her kalori veya kilo gıda, lif ve yakıt için emisyonları azalttığımız, tarımdan kaynaklanan ormansızlaşmadan kaçındığımız ve toprakları ve ağaçları karbon yutağı olarak hareket etme ve atmosferdeki CO₂'yi absorbe etme potansiyellerini en üst düzeye çıkaracak şekilde yönettiğimiz anlamına gelmektedir.

İklim duyarlı tarım, sürdürülebilir kalkınmayı desteklemek ve iklim değişikliği altında gıda güvenliğini sağlamak için tarımsal üretim sistemlerini ve gıda değer zincirlerini dönüştürmeye ve yeniden yönlendirmeye yarayan bir yaklaşımdır. Bu, her uygulamanın tüm bölgelerde bu üç hedefin her biri için olumlu sonuçlar veren 'üçlü kazanç' ürettiği anlamına gelmez.

2.1. İDT ile Bitkisel Üretimde Sürdürülebilirlik

Her bir bitki için verimi sürdürülebilir şekilde arttırabilecek ve üretimin olumsuz çevresel etkilerini en aza indirebilecek çok sayıda iklim değişikliğine uyum ve azaltma seçeneği vardır. Bu seçenekler, kapasitelerine bağlı olarak, her çiftçi ailesi için farklılık göstermektedir. Bitkisel üretime özel iklim duyarlı yaklaşımlar şunlardır:

- **Tarımsal ekosistemde çeşitliliğin artırılması** (örneğin, aşırı iklim olaylarının etkilerine karşı uyum kabiliyeti yüksek veya toleranslı bitki türlerinin veya çeşitlerin sayısını zamansal ve mekânsal ölçekte artırma);
- **Toprak ve arazi yönetiminin sürdürülebilir şekilde iyileştirilmesi** (örneğin, arazi kullanımı değişikliğinden kaynaklanan karbon depolama kaybını azaltmak için ekilen alanların ve otlakların genişlemesinin dikkatli bir şekilde kanalize edilmesi, toprakların organik madde miktarının artırılması);
- **Enerji kullanım verimliliğini artırmak** (örneğin, sürdürülebilir mekanizasyonu teşvik etmek, özellikle toprak işleme faaliyetlerinden kaynaklanan sera gazı emisyonlarını azaltmak için uygun tarımsal yönetimle birlikte uygun makinelerin mevcudiyetini artırmak, minimum toprak işleme, arazi toplulaştırması); ve
- **Basit ve sağlam bilimsel araçlar geliştirmek** (çiftçilerin karar verme süreçlerine mevsimlik ve uzun vadeli olarak rehberlik edecek basit ve güvenilir bilimsel araçlar geliştirmektir. Örneğin arazi tahribatını dengeleme, uygun bitki desenini belirleme, çeşit seçimi karar destek sistemleri)

2.2. İDT ile Bitkisel Üretim İçin İklim Değişimine Uyum ve Azaltma Stratejileri

İklim değişikliğine uyum, bazı düzenlemeler ve değişiklikler yaparak iklim değişikliğinin olumsuz etkilerini azaltmak (veya olumlu olanlardan yararlanmak) için doğru önlemleri almayı gerektirir. İklim değişikliğinin etkilerine uyum için alınabilecek önlemler şu şekilde sıralanabilir: bitki çeşidi/tür seçimi veya ıslahı, ürün çeşitlendirme, bitki deseninde değişiklik, ekim takviminde değişiklik, karışık ekim, su ve sulama yönetiminde iyileştirme ve toprak, toprak suyu ve enerji koruma önlemlerinin uyarlanmasıdır. Bu stratejiler, bu kitabın farklı bölümlerinde detaylı olarak ele alındığı için burada kısaca özetlenmiştir.

2.2.1. Bitki çeşidi/tür seçimi veya ıslahı

İklim değişikliğinin olumsuz etkilerine karşı adaptasyon için en kolay yol, olumsuz iklim koşulları (sıcak hava dalgası, kuraklık), hastalık ve zararlılara dayanıklı tür ve çeşitleri seçmektir. Örneğin, TR21 Trakya Bölgesinde iklim değişikliğine bağlı olarak buğday verimini ve kalitesini düşüren aşırı yağış sonucu yatma, nemli koşullarda paslanma ve sıcak hava dalgası altında ısı stresi sık karşılaşılan sorunlardır. Mevcut tahıl çeşitleri arasında daha kısa saplı (yatmaya karşı dayanıklı), sıcak hava dalgasına ve hastalıklara dayanıklı çeşitler seçilebilir. Ancak seçilen dayanıklı yeni çeşitler her zaman öncekiler gibi yüksek verimi garanti etmeyebilir. Diğer stratejik ürün olan ayçiçeğine gelince, kuraklığa ve yüksek ısıya dayanıklı ve özellikle erkenci çeşitlerin seçimi düşünülebilir.

Diğer bir alternatif ise kuraklığa dayanıklı bitki türlerinin tercih edilmesidir. Örneğin buğday, kurakçıl çeltik veya mısra kıyasla çok daha az sulama suyuna ihtiyaç duymaktadır. Yaz yağışlarının azalması ve artan sıcak hava dalgalarına karşı buğdayın mısra, kanolanın ayçiçeğine vb. tercihi gibi yaz bitkileri yerine kış bitkileri önerilebilir. Uzun vadede, yerel genetik kaynaklar ve bu alanda gelişen teknolojiler kullanılarak, aşırı iklim koşullarının (yüksek sıcaklık, kuraklık, don vb.) yanı sıra hastalık ve zararlılara dayanıklı çeşitler geliştirilebilir.

2.2.2. Ürün çeşitliliğini artırmak

Ürün çeşitliliğini artırmak doğal biyoçeşitliliği koruyarak agroekosistemin tepki verme yeteneğini güçlendirmekte; çevre kirliliğini, toplam ürün kaybı riskini, hastalık zararlı ve yabancı ot sorunlarının görülme sıklığını azaltmakta; gıda tedarik fırsatlarını güvence altına almakta ve ayrıca üreticilere alternatif gelir elde etme yolları sağlamaktadır. Ancak bunun için, iklim değişiminden etkilenen alanlarda çiftçilerin entegre tarım sistemleri (ürün rotasyonu ve ara mahsuller dâhil) ve ıklime dayanıklı üretim teknikleri hakkında bilgi ve beceri kazanmaları gerekmektedir. Ürün çeşitliliğini artırmak, iklim değişiminin etkilerine karşı dayanıklılığı iki şekillerde artırabilir. Birincisi, iklim senaryolarında şiddetlenecek hastalık ve zararlı salgınlarını bastırmak ve hastalık bulaşmasını azaltma kabiliyeti sağlayabilir. İkincisi, üretimini daha büyük iklim değişkenliği ve aşırı olayların etkilerine karşı tamponlayabilir (Lakhran et al., 2017).

Yüksek değeri ürünleri yönelik çeşitlendirme, orta ve uzun vadede mümkünür. Ürün çeşitliliğı hem sulanan hem de sulanmayan alanlarda yüksek öncelikli bir uyum önlemidir. TR21 Trakya Bölgesi özelimde, iklim değışikliğı projeksiyonu göz önüne alındığında, kuraklığa ve sıcaklığa dayanıklı alternatif baklagil ve buğdaygil yem bitkileri ile yağ bitkileri ürün çeşitliliğine dâhil edilmektedir.

2.2.3. Bitki deseninde değışiklik

Tarımsal sistemler, maalesef, yıldan yıla dönüşümlü olarak yetiştirilen daha az ürün türü ile giderek daha basit hâle gelmektedir. Ancak çeşitli rotasyonlar, özellikle düşük yağış ve yüksek sıcaklıkların olduğu yıllarda, sürekli monokültür ile karşılaştırıldığında daha yüksek verim sağlamaktadır. İsveçli, Polonyalı ve İtalyan araştırmacılar bu durumu, güneyden kuzey Avrupa'ya uzanan uzun vadeli tarımsal deneylerinden toplanan tahıl verimi verilerini analiz ederek ortaya koymuşlardır. Kışlık ve yazlık ekilen tahıllarda rotasyonla ortalama verim kazancı sırasıyla 860 ve 390 kg/ha olmuştur. Kışlık hububatta, deneylerin başlangıcından bu yana 50-60 yıllık bir dönemde rotasyonun faydası 500 kg/ha'lık bir kazanıma ulaşmıştır. İklim değışikliğı ile daha sık yaşanacağı tahmin edilen sıcak ve kurak yıllarda farklı rotasyonun faydası daha güçlü olmuştur (Basın Bildirisi: <https://www.slu.se/en/ew-news/2020/11/crop-rotation-a-promising-way-to-improve-food-security-under-a-changing-climate/>).

Ürün rotasyonu veya çeşitlendirme, toprak verimliliğinin artırılması, faydalı toprak mikroorganizmasının iyileştirilmesi ve yabancı ot, zararlı ve hastalık oluşumunun baskılanması yoluyla, olumsuz iklim koşullarından kaynaklanan verim kaybı risklerini azaltmak ve verimi sürdürmek için genel bir strateji olarak önerilmiştir. Ancak dünya çapındaki büyük üretim sistemlerindeki eğilim, tahılların giderek daha kısa rotasyonlarda ve hatta bazı yerlerde sürekli monokültürde yetiştirilmesidir.

TR21 Trakya Bölgesinde, ekim nöbetinde buğday hasadından sonra toprak örtücü bitki olarak yem bitkilerine (korunga, fiğ gibi) yer verilip, ayçiçeğı ekiminden önce sürülerek toprağı karıştırılıp organik madde içeriğı zenginleştirilebilir veya yem için hasat edilirse sonrasında ikinci ürün mısır ekilebilir.

2.2.4. Ekim takviminde değişiklik

Ekim tarihleri yağıştan etkin bir şekilde yararlanmak, kuraklıktan ve hastalık/zararlılardan kurtulmak için dikkatlice ayarlanmalıdır. Trakya’da sarı cüce hastalığını önlemek için ekim zamanının Kasım ayına kaydırılması, yağışlardan en yüksek düzeyde faydalanmak için erken ilkbaharda ayçiçeğinin ekim zamanının iyi ayarlanması bu önlem için güzel örneklerdir.

2.2.5. Karışık ekim

Karışık ekim, aynı tarlada birbirine yakın iki veya daha fazla mahsulün yetiştirilmesini içerir. Tipik olarak baklagillerin ve tahılların veya yumrulu bitkilerin bir karışımı olan karma ekim, ılık ve su gibi büyüme faktörlerinin tamamlayıcı kullanımı dâhil olmak üzere marjinal agroekolojik ortamlarda hastalık ve zararlıları azaltma, toprak erozyonunu önleme, daha fazla toplam biyokütle üretimi, istikrar ve gıda güvenliği sağlama gibi çeşitli işlevleri yerine getiren yaygın bir uygulamadır. Ayrıca, karışımlar, yağışların geç veya erken başlaması veya toprakların verimliliğinin farklı olması gibi koşullarda esneklik sağlar.

2.2.6. Su ve sulama yönetiminde iyileştirme

Yenilenebilir tatlı su kaynaklarının %70’inden fazlası %35-40 gibi düşük bir su uygulama randıman ile sulama amaçlı kullanılmaktadır. Su kullanım randımanı ve ekonomik değeri yüksek bitkilerin seçilmesi, kuraklık ve tuzluluk stresi çalışmalarına ağırlık verilmesi, su iletiminde yüksek verimli borulu sistemlerin ve sulama sistemlerinin (mümkünse damlama) tercih edilmesi kısıntılı sulama tekniğinin uygulanması ile verim her durumda %10-50 oranında artırılabilir.

Kısıntılı sulama, bir ürüne uygulanan sulama suyunun tam bitki su gereksinimlerini karşılamak için gerekenden daha az olması ve dolayısıyla evapotranspirasyonun (ET) maksimum ürün ET değerinden daha az olması durumudur. Bir bitki için, vejetatif büyümeyi azaltmak, meyve kalitesini ve değerini artırmak, olgunluğu teşvik etmek, hasadı kolaylaştırmak gibi istenen bitki tepkilerini yakalamak için sulama miktarı kasıtlı olarak azaltılmaktadır. (Trout and Martin, 2020).

Su kaynaklarının sınırlı veya pahalı olması durumunda, üretim hedefini birim alan başına maksimum verim ve brüt gelir yerine, su temini kısıtlamaları dâhilinde ekonomik getirileri maksimize edecek verimleri tercih edebilir.

Su temini sınırlamaları uzun vadeli, öngörülebilir veya kısa vadeli, öngörülemez olabilir. Kısıtlı sulama yönetimi için planlama, mevcut seçenekleri belirler. Uzun vadeli sınırlamaların farkında olmak, üreticinin su kaynağına uygun arazi ve altyapı yatırımları yapmasına olanak tanır. Mevsimsel sınırlamalar bilindiğinde, tarlaların hazırlanması ve ekim için yıllık yatırım yapılmadan önce işletme maliyetleri beklenen su temini için ayarlanabilir. Yağış eksikliği, su kaynağının fazla tahmin edilmesi veya su dağıtım sistemlerinin arızalanması nedeniyle sezon boyunca beklenmeyen su temini kısıtlamaları meydana gelebilir. Beklenmeyen sezon içi tedarik kıtlığı, üretim maliyetlerini ayarlama yeteneğini sınırlar, ancak yine de ekili alanları veya tarla bölümlerini terk ederek, kalan arazide sulama suyunu yoğunlaştırmak gibi ürünler ve alanlar arasında su kaynağının yeniden dağılımına izin verir (Trout and Martin, 2020).

Rasyonel kısıtlı sulama yönetimi için bir bitkinin suya tepkisini bilmek gerekir. Bitki su üretim fonksiyonu, bitki verimi veya değeri ile kullanılan su miktarı arasındaki ilişkiyi tanımlar. Temel su üretim fonksiyonu, üretilen biyokütleyi bitki terlemesiyle ilişkilendirir. Bilimsel çalışmalar, bitki biyokütlesinin buharlaşan su miktarıyla neredeyse orantılı olarak arttığını göstermektedir. Su üretim fonksiyonu bitki ve çeşide, iklime, toprağa ve yönetim uygulamalarına göre değişir. Kısıtlı sulama, sulama suyu kaynakları sınırlı veya pahalı olduğunda net geliri en üst düzeye çıkarabilir (Trout and Martin, 2020).

Sulama suyu kayıplarının çoğu (%15'e varan), düşük iletim kapasiteli açık kanallardan kaynaklanan sızma ve buharlaşma kayıplarından kaynaklanmaktadır. Bu kanalların en kısa zamanda su iletim kayıplarını en aza indiren borulu sisteme dönüştürülmesi gerekmektedir. Tasarruf edilen su başka sektörlerde de kullanılabilir veya fazladan tarım arazilerinin sulanabilir. Aksi takdirde su kayıpları, tuzlanma ve yeraltı suyu sorunlarına neden olmaya, toprakların verimliliğini düşürmeye, yeraltı ve yüzey sularını kirletmeye devam edecektir. Öte yandan, uygulanan sulama yöntemi, kaybedilen su miktarı üzerinde önemli bir etkiye sahiptir. Farklı sulama yöntemlerine göre su kayıpları; yüzey

sulamada %20-70, yağmurlama sulamada %20-35, merkezi pivot sulamada %10-20 ve damla sulamada %5-15'tir. Türkiye'de mevcut sulama sistemlerinin %82'si yüzey sulama, %16'sı yağmurlama sulama ve sadece %2'si damla sulamadır (Trout and Martin, 2020).

Geleneksel yüzey sulama sistemleri yerini yüksek verimli basınçlı sulama (damla ve yağmurlama) sistemlerine bırakırken, bu sistemlerin enerji gereksinimleri de dikkate alınmalı, sürdürülebilir enerji kaynakları olan rüzgâr ve güneş enerjisi tercih edilmelidir.

2.2.7. Toprak, toprak suyu ve enerji koruma önlemlerinin uyarlanması

İyi bir anız yönetimi ve malçlama tekniği, toprak işlemesiz veya minimum toprak işlemeli tarım ve artan toprak organik maddesi, toprak suyu ve enerji koruma önlemleri arasındadır.

Bitki kalıntısı, saplar, yapraklar ve kökleri gibi bitki kısımları yanında taneler ve genellikle bitkiler hasat edildikten sonra tarlada kalan yabancı otlar olarak tanımlanır. Bitki kalıntısı, çiftçi için hayvan yemi olarak doğrudan parasal bir değere sahip olabileceği gibi çevreye göre büyük ölçüde değişen toprak ve verim iyileştirme değerine de sahip olabilir. Ek olarak, bitki kalıntısını tarlada bırakma, işlemesiz veya minimum toprak işleme ve ürün rotasyonu ile birlikte korumalı tarımının bileşenlerinden biridir; erozyon kontrolünde ve toprak organik karbonunun artırılmasında öneme sahip olduğu varsayılır; toprak verimliliğinin artırılmasında ve sürdürülebilirliğinde ve dolayısıyla uzun vadede bitki veriminin artırılmasında ve sürdürülebilirliğinde büyük role sahiptir (Anderson and Siddique, 2015).

Teorik olarak, daha iyi bir kalıntı altında, toprağa giren suyun artırılması, malçlama ile buharlaşmanın azaltılması diğer sınırlayıcı faktörlerin yokluğunda organik madde geri dönüşünün artmasına ve böylece bitki veriminin artmasına neden olacaktır (Anderson ve Siddique, 2015; Schwilch et al., 2013). Hasattan sonraki nadas döneminde toprakta sınırlı miktarda düşen yağışın depolanması, bir sonraki ürünün erken aşamalarında toprağın tavını koruması, tohumun çimlenmesi ve çıkışı için çok önemli olabilir (Sommer et al., 2012).

Anız tutma özelliğine sahip toprak işlemez sistemlerin geleneksel toprak işlemeyle kıyasla toprak organik maddesini artırdığına dair bilimsel kanıtlar (Loss et al., 2015) vardır. Topraktaki organik maddenin artması toprağın fiziksel özelliklerini iyileştirir ve yağmur suyunun toprağa sızmasını hızlandırır. Ayrıca toprakların su tutma kapasitesini artırarak kök bölgesinin altına su sızmasını engeller ve bu nedenle mahsuller sınırlı yağmur suyundan etkin bir şekilde faydalanır.

Türkiye ve TR21 Trakya Bölgesindeki iklim değışikliği tahmini, yağış karakteristiğinin değışeceğini, yani ardışık kurak günlerin sayısının artacağını ve bir seferde çok şiddetli yağışların meydana geleceğini göstermektedir. Bu koşullar altında toprak organik maddesinin artması, bu düzensiz yağıştan maksimum fayda sağlamakta ve toprak erozyonunu önemli ölçüde önlemektedir.

Kalıntının bitki verimini olumsuz etkilediğini gösteren araştırma sonuçları olmakla birlikte, genel olarak arttığı belirtilmektedir (Schwilch et al., 2013). Farooq et al. (2011), koruyucu tarımın (hem sıfır toprak işleme hem de kalıntı tutma dâhil) ürün verimi üzerindeki etkisinin, özellikle daha düşük yağışlarda çoğunlukla olumlu olduğunu bulmuş, ancak koruyucu tarımda bitki veriminin geleneksel sistemlere göre düşük olmasından yabancı otlar ve hastalıklar sorumlu tutulmuştur.

Minimum toprak işleme ve doğrudan ekim uygulamaları, enerji tasarrufuna, dolayısıyla çevrenin korunmasına ve iklim değışikliğinin azaltılmasına da önemli ölçüde katkıda bulunmaktadır.

Türkiye'nin Trakya bölgesinde yaklaşık son 10 yıldır 3 000 ha alanda buğday, arpa, fiğ veya bezelye hasadı yapıldıktan sonra, toprak suyunun muhafazası, organik maddenin artırılması, ekim maliyetinin azaltılması ve zamanın etkin kullanılması için yazlık silajlık mısırın ikinci ürün olarak doğrudan ekilmektedir. Yerli firmalar pnömatik direkt ekim makinası üretimine başlamıştır. Doğrudan mısır ekimi her geçen gün artarken, yakın gelecekte doğrudan ayçiçeği ekiminin yaygınlaşması beklenmektedir (Şekil 1).



Şekil 1. Trakya bölgesinde buğday hasadından sonra silajlık ikinci ürün olarak doğrudan yazlık mısır ekimi (Fotoğraflar Ekmen Tarım A.Ş. sahibi Ziraat Yüksek Mühendisi İrfan Ekmen'den alınmıştır).

2.3. İDT Kapsamında Tarım Sektöründe Rekabet Gücünü Artırmaya, Sürdürülebilirliği Sağlamaya ve İklim Değişikliğini Azaltmaya Yönelik Yaklaşımlar

Tarımla ilgili önceki araştırmalar sadece ekonomik etkilere odaklanmıştı ancak günümüzde tarımsal sistem performansı çok boyutlu olarak ele alınmakta olup, ekonomik, çevresel ve sosyal boyutları ve bu boyutlar arasındaki etkileşimi de dikkate almaktadır. Teknolojik gelişmeler, çevresel sürdürülebilirlik ve rekabet, geleneksel tarım yanında Organik Tarım (OT) ve İyi Tarım Uygulamaları (İTU), hassas tarım, iklimle duyarlı tarım, dijital tarım, dikey tarım uygulamalarının ortaya çıkışına neden olmuştur.

OT, İTU, hassas tarım, iklim'e duyarlı tarım, dijital tarım, dikey tarım, akıllı seralar gibi uygulamalarının yaygınlaşması, Türkiye'nin tarımsal üretimde rekabet gücünü artırması, çevrenin korunması, iklim değişikliğinin olumsuz etkilerine karşı uyum ve iklim değişikliğinin önlenmesi gibi faydaları yanında, bu sistemlerle ilgili yeni sanayi kollarının gelişmesine, istihdamın artmasına, sürdürülebilir sosyoekonomik kalkınma ve gıda güvencesinin sağlanmasına da katkıda bulunabilir.

2.3.1. Organik tarım ve iyi tarım uygulamaları

Organik Tarım (OT), insan sağlığını koruyan ve ekosistemin devamlılığını sağlayan bir üretim sistemi olarak ifade edilmektedir. Bu sistem, olumsuz etkileri olan girdilerin kullanımından ziyade ekolojik süreçlere, biyolojik çeşitliliğe ve yerel koşullara uyulanmış döngülere dayanmaktadır. İyi Tarım Uygulamalarında (İTU) kimyasal girdi uygulamaları söz konusu olsa da bu uygulamalar insan sağlığına ve çevreye zarar vermeyecek şekilde uygulanmaktadır. Dünyada çevre sorunlarının önlenmesinde sürdürülebilir tarım sistemlerinin geliştirilmesi öncelikli hedef olarak görülmektedir. Organik ve iyi tarım uygulamaları çevresel sürdürülebilirlik yanında iklim değişikliğini önlemede katkı sağlamaktadır. Ülkemizde özellikle İTU kısa süre içinde çok yaygın hâle getirilebilir.

2.3.2. Hassas tarım

Tarımsal üretim ve gelişen teknolojiyi bir araya getirerek daha düşük maliyet, değişken girdi kullanımı, maksimum gelir beklentisi ve çevreyi koruma ilkelerini hedefleyen, her açıdan yüksek verim elde etme amacına sahip, yenilikçi bir tarım türüdür. Gübre ve herbisit verimliliği/tasarrufu sağlamaktadır. Drone, GPS ve IoT gibi farklı teknolojilerden faydalanarak planlama, ekim, sulama, hasat süreçlerini minimum insan gücü ve minimum kaynak kullanımıyla sürdürebilmektedir ve böylece maksimum ürün verimliliği yaratmaktadır. Hassas tarımın Türkiye'de yaygın olarak kullanılması için tarımsal işletmelerin orta ve büyük işletmelere dönüştürülmesi ve çiftçilerin eğitim düzeylerinin artırılması gerekmektedir.

2.3.3. Dikey tarım

Dikey katmanlarda ürün yetiştirme uygulamasıdır. Hidroponik, aquaponik ve aeroponik gibi topraksız tarım tekniklerini ve bitki yetiştirmeyi en uygun yapmayı hedefleyen kontrollü-ortam tarımını birleştirmektedir. Dikey tarım daha az birim arazi ihtiyacı ile birlikte daha çok ürün alınabilmektedir. Ayrıca, ürünler iç mekanda olduklarından aşırı veya beklenmedik hava olaylarında daha az kayba uğrar. Dikey tarım teknolojileri geleneksel çiftliklere kıyasla büyük başlangıç maliyetine sahiptirler. Enerji ihtiyacı fazladır. Güneş veya rüzgâr enerjisi kullanılmaması durumunda geleneksel tarıma göre daha fazla çevreye zarar verir ve iklim değişikliğine neden olabilir.

2.3.4. Akıllı seralar

Güneş, rüzgâr ve jeotermal enerji kullanarak veya sanayi üretiminde açığa çıkan sıcak sular tam otomatize edilmiş hidroponik akıllı seraların ısıtılmasında kullanılabilir. Bu sayede iklim koşullarına bağlı kalmadan daha uzun dönem tarımsal üretim yapma fırsatı doğar.

2.4. İDT Uygulamasının Kurumsal Yönü

Kurumlar, çiftçileri, özellikle küçük toprak sahiplerini, İDT'nin uygulanmasında üç hayati alanda destekleyebilir (FAO, 2013):

- Teknik bilgi üretmek ve paylaşmak,
- Finansal hizmetler, kredi ve piyasalara erişim sağlamak ve
- Eylem için iş birliklerini desteklemektir.

Tarımsal uygulamalarda, teknolojilerde veya politikalarda başarılı değişiklikler, farklı bilgi türlerine sahip, üreten veya tüketen tüm paydaşlar arasında diyalog ve iş birliği teşvik edildiğinde mümkündür. Etkili girişimler, araştırmacıların, ilgili paydaşların, özel sektör aktörlerinin ve politika yapımcıların çözme-yi amaçladıkları sorunları ortaklaşa tanımlamalarına olanak tanır (FAO, 2013).

Değişen iklim koşullarında, iki tür tavsiyeye ihtiyaç vardır: birincisi, çiftçilik ve geçim sistemlerini uyarlamaya yardımcı olmak için mevcut seçenekler (örneğin teknoloji ve pazar) hakkında bilgi; ikincisi ise hava tahminleri, mev-

simse tahminler ve uzun vadeli iklim eğilimleri şeklinde iklimin kendisi hakkında bilgilerdir. Kuraklık, sel vb. afetlerde çözüm bulmak yerine erken uyarı ve erken müdahale girişimleri tercih edilmelidir (FAO, 2013).

Kamu kurumlarının, sivil toplumun, sivil toplum kuruluşlarının, üniversitelerin ve araştırma kurumlarının, medyanın, özel sektörün, bireysel çiftçilerin, üretici kooperatiflerinin, ulusal ve uluslararası tarım işletmelerinin, ticari danışmanların, bankaların, kredi ve tasarruf kuruluşlarının, karbon kredisi alıcılarının hizmet sağlayıcı veya paydaş olarak rolleri ve sorumlulukları tanımlanmalıdır.

Kurumsal aktörler arasında etkileşimin ve iletişimin kolaylaştırması için elverişli bir ortamın ve sinerjinin yaratılması gerekir. Bu 'kurumsal etkileşim'sadece aynı örgütsel düzeyde yer alan 'yatay'olmamalı, aynı zamanda geleneksel düzeyler ve hiyerarşiler arasındaki perspektifleri birleştirerek kurumları 'dikey olarak'bütünleştirmelidir (FAO, 2013).

İDT girişimleri, ilgili kurumsal etkileşim nedeniyle, bilgi alışverişini ve ortaklık kurmayı desteklemek için güvenilir ağlara ihtiyaç duymaktadır. Eşitlik sorunları ve kültürel hususlar da dikkate alınmalıdır.

KAYNAKLAR

- Amare, T. (2016). Review on Impact of Climate Change on Weed and Their Management. American Journal of Biological and Environmental Statistics. Vol. 2, No. 3, pp. 21-27. doi: 10.11648/j.ajbes.20160203.12.
- Anderson, W.K, Siddique K.H.M (2015). The role and value of crop residues in dryland agriculture. Indian Journal of Agronomy 60 (3): 332-340.
- Bruinsma, J. 2009. The resource outlook to 2050. Expert Meeting on How to Feed the World in 2050. FAO, Rome.
- Dellal, I., McCarl, B.A., Butt, T. (2011). The Economic Assessment of Climate Change on Turkish Agriculture, Journal of Environmental Protection and Ecology, Vol: 12, No: 1, 376-385.
- Farooq, M., Siddique, K.H.M. (2015). Conservation Agriculture: Concepts, brief history, and impacts on agricultural systems. (In) Conservation Agriculture, Farooq, M., Siddique, K.H.M. (Eds.), p. 3-17, Springer International Publishing Switzerland.
- FAO (2010). "Climate-smart" agriculture: policies, practices and financing for food security, adaptation and mitigation. Rome.
- FAO (2013). Climate Smart Agriculture Sourcebook. Rome. <https://www.fao.org/climatechange/374910c425f2caa2f5e6f3b9162d39c8507fa3.pdf>.

- Kadioğlu, M., Unal, Y, İlhan, A., Yuruk, C. (2017). Türkiye’de İklim Değişikliği ve Tarımda Sürdürülebilirlik. Türkiye Gıda ve İçecek Sanayii Dernekler Federasyonu Yayını. <https://www.tgdf.org.tr/wp-content/uploads/2017/10/iklim-degisikligi-rapor-elma.compressed.pdf>.
- Konukcu, F., Albut, S., Altürk A. (2019). TR21 Trakya Bölgesinde İklim Değişikliğinin Etkileri ve Uyum Stratejileri. Namık Kemal Üniversitesi Yayınları No: 2.08-027-0030/A-I, 46-60.
- Lakhran, H., Kumar, S., Bajjiya, R., (2017). Crop Diversification: An Option for Climate Change Resilience. Trends in Biosciences 10(2), 516-518, 2017.
- Loss, S., Haddad, A., Khalil, Y., Alrijabo, A., Feindel, D., Piggin, C. (2015). Evolution and adaptation of conservation agriculture in the Middle East. (In) Farooq, M., Siddique, K. H.M. (Eds.) Conservation Agriculture. Springer International Publishing Switzerland. pp. 197-224.
- Schwilch, G., Laouina, A., Chaker, M., Machouri, N., Sfa, M., Stroosnijder, L. (2013). Challenging conservation agriculture on marginal slopes in Sehoul, Morocco. Renewable Agriculture and Food Systems: available at <http://journals.cambridge.org/action/displayAbstract?fromPage=online&aid=9095422>.
- Sommer, R., Piggin, C., Haddad, A., Hajdibo, P., Hayek, P., Khalil, Y. (2012). Simulating the effects of zero tillage and crop residue retention on water relations and yield of wheat under rainfed semiarid Mediterranean conditions. Field Crops Research 132: 40-52.
- Trout T.J, Martin D.L. (2020). Deficit irrigation Strategies for the Western U.S. American Society of Agricultural and Biological Engineers. 63(6): 1813-1825.



İKLİME DUYARLI BİTKİSEL ÜRETİM

Fatih Konukcu - Selçuk Albut - İsrail Kocaman- Tolga Erdem

İklim değişikliği son yıllarda yaşanan en ciddi küresel çevre problemidir. Küresel ısınma, kuraklık ve diğer aşırı iklim olayları tüm sektörleri etkilemektedir. Ancak gıda güvencesi nedeniyle iklim değişikliğinin tarım sektörü üzerine, tarım sektörünün de iklim değişikliği üzerine etkisinin hassasiyetle dikkate alınması gerekmektedir.

FAO Dünyada Gıda Güvenliği ve Beslenmenin Durumu (SOFI) 2024 raporuna göre dünyada yılda dokuz milyondan fazla insan açlık nedeniyle yaşamını yitirmektedir. Dünya nüfusunun yaklaşık üçte biri gıda güvencesi olmayan bölgelerde yaşamaktadır. FAO, yıllık dünya gıda üretiminin önümüzdeki otuz yılda %60 artması gerektiğini bildirmektedir. Ancak, iklim değişikliği tarımsal üretim sistemlerini ve gıda sistemlerini baltalamaktadır. Diğer taraftan tarım sektörü sera gazı emisyonları ile iklim değişimine neden olmaktadır. Bu nedenle, iklim değişimi sürecinde tarım sektörü iç içe geçmiş üç zorluğun aşmak zorundadır: i) küresel gıda talebini karşılamak için tarımsal verimliliği sürdürülebilir bir şekilde artırmak; ii) iklim değişiminin etkilerine karşı uyum sağlamak; iii) atmosferdeki sera gazı birikiminin azaltılmasına katkıda bulunmaktır.

Bu amaçları gerçekleştirmek için FAO (2010), İklim Duyarlı Tarım (İDT) kavramını geliştirmiş ve desteklemiştir. İDT, sürdürülebilir kalkınmayı desteklemek ve iklim değişikliği altında gıda güvenliğini sağlamak için tarımsal üretim sistemlerini ve gıda değer zincirlerini dönüştürmeye ve yeniden yönlendirmeye yarayan bir yaklaşımdır.

Bu kitapta, iklim duyarlı bitkisel üretim prensipleri araştırmacılar ve çiftçilerimizin yararına sunulmuştur.



Bu yayın, Avrupa Birliği ve Türkiye Cumhuriyeti'nin mali desteğiyle hazırlanmıştır. İçeriğinden yalnızca Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi sorumludur. Türkiye Cumhuriyeti ve Avrupa Birliği'nin görüşlerini yansıtmıyor olarak yorumlanamaz.



NOBEL
BİLİMSEL ESERLER

www.nobelbilimseleserleri.com



nobelyayin.com



nobelkitap.com



ISBN 978-625-76-485-2
9 786253 764852