



RAPOR

TR

2021

TOPRAKLARIMIZIN
SAĞLIĞI VE BEREKETİ
İÇİN BİR ARADAYIZ



TÜRKİYE'DE TARIM TOPRAKLARININ DÜNÜ, BUGÜNÜ VE GELECEĞİ

WWF-Türkiye

Büyük Postane Cad. No:19 Garanti Han Kat:5

Bahçekapı 34420 - İstanbul

Tel: 0212 528 20 30 Faks: 0212 528 20 40

www.wwf.org.tr

Bu yayının tamamı ya da herhangi bir bölümü, WWF-Türkiye'nin izni olmadan yeniden çoğaltılamaz ve basılamaz.

© Metin ve Grafikler: 2021 WWF-Türkiye

Tüm hakları saklıdır.

Kapak Fotoğrafı: © Nilüfer Araç / WWF-TR

Türkiye Topraklarının Dünü, Bugünü ve Geleceği

© WWF-Türkiye (Doğal Hayatı Koruma Vakfı), İstanbul, Türkiye, 2021

Yazarlar:

Buket Atlı (Anemon Danışmanlık)

Evren Yıldırım (Permakültür Araştırma Enstitüsü, Türkiye)

Iraz Candaş (Permakültür Araştırma Enstitüsü, Türkiye & Yer ve Gök Danışmanlık)

Yayına Hazırlayan: Nilay Dirim

Bilimsel Editörler: Prof. Dr. Ayten Namlı

Prof. Dr. Erdem Aykas

Haritalar:

Çölleşme ve Erozyonla Mücadele Genel Müdürlüğü, Türkiye Çölleşme Modeli, Türkiye Çölleşme Hassasiyet Haritası, 2019

Çölleşme ve Erozyonla Mücadele Genel Müdürlüğü, Toprak Organik Karbonu Haritası, 2018

Meteoroloji Genel Müdürlüğü, Kuraklık Haritası, 2020

Ramazan Saygılı, Türkiye Buğday Üretim Haritası, 2018

Çizimler : Melisa Özdilek

Tasarım : Cihan Uyanık

Teşekkür

Bu yayının hazırlanmasına görüş ve önerileriyle destek veren Prof. Dr. Ahmet ÇELİK, Prof. Dr. Suat ŞENOL, Prof. Dr. Orhan DENGİZ, Prof. Dr. Zeliha Bereket BARUT, Dr. Zinnur GÖZÜBÜYÜK, Fatih BOZDEMİR, Gökçe OKULU, İrfan GÜLTEKİN, Mehmet KARLI, Mehmet TURAN, Mustafa Erdem YEŞİLDAL, Tolga HAVSA, Zerrin Gürel YEŞİLDAL'a katkılarından dolayı teşekkür ederiz.



'Türkiye Toprak Bilimi Derneği'ne bilimsel desteği için teşekkür ederiz'





İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ

KISALTMALAR

ÖZET

YÖNTEM

1. TOPRAKLARA GENEL BAKIŞ

1.1 Toprak Nedir?

1.1.1 Toprak Oluşumuna Etki Eden Faktörler

1.1.2 Toprağın Fiziksel ve Kimyasal Yapısı ile İlgili Temel Bilgiler

1.1.3 Toprağın Biyolojik Yapısı ile İlgili Temel Bilgiler

1.1.4 Toprak Sağlığını Etkileyen Başlıca Unsurlar

1.2 Tarım Topraklarının Durumu

1.2.1 Türkiye’deki Tarım Topraklarına Dair Veriler

1.2.2 Dünyadaki Tarım Topraklarına Dair Veriler

2. TARIM TOPRAKLARININ KORUNMASI VE ÖNEMİ

2.1 Toprağın Biyojeokimyasal Döngülerdeki Yeri

2.1.1 Karbon (C) Döngüsü ve Toprakta Karbonun Hareketi

2.1.2 Azot (N) Döngüsü ve Toprakta Azotun Hareketi

2.1.3 Su Döngüsü ve Toprakta Suyun Hareketi

2.2 İklim Değişikliği

2.3 Gıda Güvenliği, Beslenme ve Tarımın Sürdürülebilirliği

3. TARIMDA KULLANILAN TOPRAK KORUMA VE

İYİLEŞTİRME YÖNTEMLERİNE GENEL BAKIŞ

3.1 Sürdürülebilir Toprak Yönetimi

3.2 Koruyucu Tarım

3.2.1 Koruyucu Toprak İşleme

3.2.2 Örtü bitki

3.2.3 Ekim Nöbeti

3.3 Tarımsal Ormancılık

3.4 Agroekoloji

3.5 Biyolojik Toprak Düzenleyici ve İyileştiricilerin Kullanımı

3.6 Yenilikçi Yaklaşımlar

3.6.1. Permakültür

3.6.2. Toprak Besin Ağı Çiftçiliği

3.6.3. Bütüncül Planlı Otlatma

3.6.4. Onarıcı Tarım

4. TÜRKİYE TARIM ARAZİLERİ VE TOPRAK SORUNLARI

4.1 Türkiye’de Tarla Tarımında Uygulanan Yöntemler

4.2 Türkiye Topraklarının Genel Yapısı

4.3 Arazi Tahribatı, Çölleşme ve Tuzluluk

4.4 Tarım Arazilerinde Tahribatın Diğer Etkenleri

4.4.1. İklim Değişikliği

4.4.2. Su Kaynaklarının Etkin Kullanılmaması

4.4.3. Toprak Kirliliği

4.4.4. Tarım Arazilerinin Amaç Dışı ve Hatalı Kullanımı

4.4.5. İşletmelerin Küçük Ölçekli ve Çok Parçalı Olması

4.4.6. Verim (Rekolte) ve Verimlilik

4.4.7. Demografik sorunlar

5. BUĞDAY ÜRETİMİNDE KORUYUCU TOPRAK İŞLEME YÖNTEMLERİ

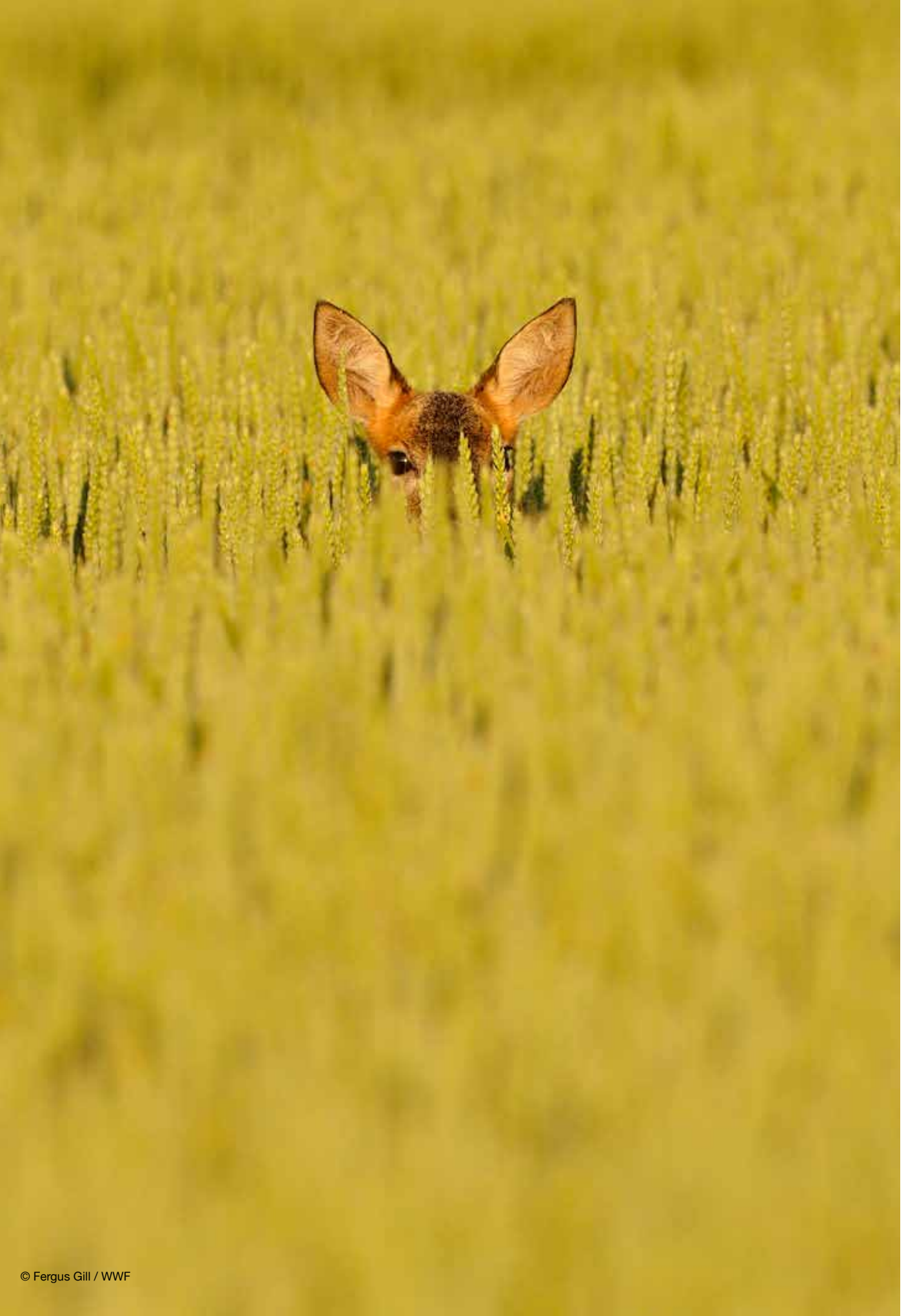
5.1 Dünyada Koruyucu Toprak İşleme Örneklerine Genel Bakış

5.2 Türkiye’de Koruyucu Toprak İşleme ile Buğday Üretimine Örnekler

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

7. EKLER

8. KAYNAKÇA



© Fergus Gill / WWF

ÖNSÖZ

2019 yılının son günlerinden itibaren dünyayı esir alan COVID-19 pandemisi, küresel bir sağlık krizinin çok ötesinde. Hızla değişen sosyal yaşam pratiklerimize ve çalışma kültürümüze dair yeni eğilimlerin izini sürdüğümüz, yaklaşmakta olan iklim krizi gibi olası krizlerin önlenmesi için akılcı politikaların ışığında hazırlanan çözüm modellerinin masaya yatırıldığı bir dönemin içindeyiz. Ancak bu dönüşüm süreci, doğa ile kurduğumuz ilişkiyi yeniden düşünmemiz ve ileride olası benzer krizler yaşamamak için sürdürülebilir yeni bir düzeni nasıl inşa etmemiz gerektiğinin sorgulanmaya başlanması adına tarihi bir fırsat niteliği de taşıyor. Dünya Meteoroloji Örgütü'nün açıklamasına göre şimdiye kadar yaşanan en sıcak on yılı geride bıraktık ve iklim değişikliğine bağlı olarak yaşanacak aşırı hava olaylarının katlanarak artacağı bir döneme şahitlik etmek üzereyiz. Unutmamalıyız ki yaşadığımız bu kaotik ortamda çaresiz değiliz; yenilenebilir kaynakların ve biyoçeşitliliğin sürdürülebilirliğine dair rasyonel çözümleri hayata geçirerek dünyamızı ve geleceğimizi güvence altına almamız mümkün.

İnsan faaliyetlerinin bir sonucu olarak karşımıza çıkan iklim krizi, bizlere belki de önümüzdeki en büyük sınavın, gelecek kuşaklara daha sağlıklı bir şekilde varlıklarını sürdürebilecekleri bir yaşam ortamı sağlayabilmek olduğunu gösterdi. İklim krizi ile mücadele ve uyum konusunda sahip olduğu önemli rol henüz hak ettiği kadar değerlendirilmemiş olsa da en önemli araçlardan birisi de toprak. Hazırlamış olduğumuz bu rapor, gıda üretim yöntemlerimizi sürdürülebilir kılacak güncel yaklaşımlara ve şimdiye kadar toprağa verdiğimiz zararları iyileştirebilecek olan sistemlere ışık tutuyor.

Binlerce yıldır uygulanan kimi yanlış yöntemler, kullanılan kimyasal girdiler; dünyada canlılığın devamı için en önemli anahtarlardan olan toprağın bereketini, canlılığını yitirmesine ve erozyona uğramasına neden oldu. Son 40 yıl içinde toprak mikrobiyolojisi gibi alanlarda hızla gerçekleştirilen keşifler aracılığıyla toprak canlılığı, sağlıklı toprağın önemi ve bitkilerin bu unsurlardaki payı hakkında ne kadar az şey bildiğimizi fark etmiş durumdayız. Oysa toprağı korumak ve iyileştirmeye yönelik yenilikçi yaklaşımlarla topraklarımızın yeniden canlanmasını sağlamak ve karbonu toprağa bağlayarak iklim değişikliği ile mücadele etmek mümkün. Ülkemizde, 90'lı yıllardan beri özellikle buğday üretiminde kullanılan toprak işlemez doğrudan ekim gibi koruyucu uygulamaların hızla yaygınlaşmasını sağlamak bizim elimizde.

Bu amaçla; ülkemizin biyolojik çeşitliliğini korumak ve yenilenebilir kaynakların sürdürülebilir şekilde kullanımını sağlayarak insanın doğa ile uyum içinde yaşadığı bir geleceği inşa etmek için çalışan WWF-Türkiye ile Eti Burçak yıllardır, buğdayın doğal yaşam ile ilişkisinin ve gıda güvenesi açısından öneminin daha iyi bilinmesine, korunmasına ve geliştirilmesine katkıda bulunmayı amaçlayan pek çok projeye birlikte imza atıyor.

Bu çalışmayı benzerlerinden ayıran en önemli fark ise toprağın yapısı, sorunları ve toprak koruma yöntemleri gibi konuların yanı sıra toprak iyileştirmeye dair yenilikçi yaklaşımlara da yer verilen bütünsel bir bakış açısına sahip olmasıdır.

"Türkiye Topraklarının Dünyası, Bugünü ve Geleceği" başlıklı raporumuzda ele alınan temel konular, toprağın oluşum süreçlerinden, ülkemizdeki ve dünyadaki toprakların durumuna, tarım topraklarındaki sorunlar ile korumanın öneminden, tarımda kullanılan toprak koruma ve iyileştirme yöntemlerine, buğday tarımı özelindeki koruyucu uygulamalardan toprağın iyileşmesi için önerilere kadar uzanan teorik ve pratik bilgiler içeriyor. Çalışmamızın, yaşamın devinimini sağlayan en önemli ekosistem olan toprağı tanıma, koruma ve iyileştirme konularında ilham vermesini diliyoruz.

WWF Türkiye

Eti Burçak

KISALTMALAR

AÇSHB	Aile, Çalışma ve Sosyal Hizmetler Bakanlığı
BDUTAE	Bahri Dağdaş Uluslararası Tarımsal Araştırma Enstitüsü
ÇEM	Çölleşme ve Erozyonla Mücadele Genel Müdürlüğü
ÇMUSEP	Çölleşmeyle Mücadele Ulusal Stratejisi ve Eylem Planı
ÇŞB	Çevre ve Şehircilik Bakanlığı
DSİ	Devlet Su İşleri
FAO	Birleşmiş Milletler Tarım ve Gıda Örgütü
GTHB	Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı
MGM	Meteoroloji Genel Müdürlüğü
TAGEM	Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü
TEAE	Tarımsal Ekonomi Araştırma Enstitüsü
TİGEM	Tarım İşletmeleri Genel Müdürlüğü
TKB	Tarım ve Köyişleri Bakanlığı
TMMOB ÇMO	Türk Mühendis ve Mimar Odaları Birliği Çevre Mühendisleri Odası
TMO	Toprak Mahsulleri Ofisi
TOB	Tarım ve Orman Bakanlığı
TÖİK	Tarım Özel İhtisas Komisyonu
TRGM	Tarım Reformu Genel Müdürlüğü
TÜİK	Türkiye İstatistik Kurumu
WB	The World Bank (Dünya Bankası)
UNCCD	Birleşmiş Milletler Çölleşmeyle Mücadele Sözleşmesi

ÖZET



**“YAKINDAN BAKARSANIZ,
CANLILARIN DİĞER
CANLILARI YEDİĞİ KOCA BİR
DÜNYA, ÖLÜLERİ YENİDEN
HAYATA DÖNDÜREN
BİYOLOJİK BİR ŞENLİK
BULURSUNUZ. SAĞLIKLI
TOPRAĞIN GÖNÜLÇELEN
VE DOĞAL BİR KOKUSU
VARDIR. BU, HAYATIN
KOKUSUDUR.”
DAVID R. MONTGOMERY¹**

Dünyadaki canlılığın temel taşlarından biri topraktır!

Toprak; bitkilerin, hayvanların ve mikrobiyolojik canlıların üretkenliğini sağlar. Kayaçların kopup bir avuç toprağa dönüşmesi bile yıllar süren ve meşakkatli bir süreçtir. Oysa her geçen gün erozyon nedeniyle fiziksel olarak toprak kaybederken; kullanılan kimyasal girdiler nedeniyle de topraktaki biyolojik canlılığı kaybediyoruz. Türkiye’de yaklaşık 5 milyon hektar tarıma elverişli arazi, kapsamının dışında değerlendirilirken; yaklaşık 5 milyon hektar arazi de tarıma elverişli olmadığı halde tarımsal üretim amaçlı kullanılması sonucu erozyona uğruyor (ÇMUSEP, 2019). Ayrıca sağlıklı bir toprağın en önemli göstergelerinden olan organik madde miktarının; Türkiye topraklarının yaklaşık %88’inde az ya da çok az seviyesinde olması, topraklarımız için alarm zillerinin çaldığını gösteriyor.

Topraktaki canlılığa ihtiyacımız var!

Toprak, ancak sağlıklı ve üretken ise sürdürülebilirdir. Çok uzun zamandır yanlış tarım yöntemleri ile zarar verdiğimiz toprakların, gelecek nesilleri de besleyebilmesi için toprağı sadece fiziksel olarak korumak artık yeterli değil. İçindeki canlılığı da koruyarak toprağımızı iyileştirmemiz gerekiyor.

Yer altında bulunan bitkilerin kökleri ile toprağın içindeki organizmalar arasındaki ilişkilere dair her geçen gün yeni bilgiler keşfedilmektedir. Sağlıklı toprak, birbirleriyle karmaşık bir beslenme ağı dahilinde ilişkide olan organizmalarla dolu, canlı bir ekosistemdir. Mineral, organik madde, su ve hava açısından dengeli; bitki besin maddeleri açısından zengindir. Bu özellikleriyle toprak, bitkilerin sağlıklı kök gelişimi için uygun ve hastalıklara karşı dirençlidir (Orgiazzi vd., 2016). Sağlıklı toprak, sağlıklı mahsül verir. Son 40 yıldır toprak canlılığı ve besin ağı ile ilgili çalışmalar artıkcı, aslında ne kadar çok şeyi yanlış bildiğimizi ve yanlış tarım yöntemleri ile topraktaki canlılığı öldürerek verimsizleştirdiğimizi de anlamaya başlamış durumdayız. Bu nedenle, dünyanın pek çok yerinde koruyucu tarımın yanı sıra biyolojik toprak düzenleyici ve iyileştiriciler, permakültür, onarıcı tarım, bütüncül planlı otlatma gibi yenilikçi uygulama yaklaşımları da hızla yaygınlaşmaktadır.

Türkiye’de çölleşmenin ve kuraklığın yaklaşan ayak sesleri!

Türkiye’de, arazi örtüsünün yok edilmesi ve arazilerin yapılarına uygun kullanılmaması sonucunda tarım arazilerindeki tahribat, çölleşme ve tuzlanma ortaya çıkan en önemli sorunlar arasında yer alıyor. Bitki örtüsünün tahrip edildiği, yoğun toprak işleme ve nadaslı buğday tarımının yapıldığı İç Anadolu Bölgesi, aynı zamanda rüzgar erozyonu şiddetinin de en yüksek olduğu bölgedir. Ayrıca, özellikle Konya bölgesinde su ve rüzgar erozyonlarının yanı sıra jeolojik faktörler ve yer altı sularının kontrolsüz kullanımı sonucu ortaya çıkan büyük toprak çöküntüleri (obruklar) son yıllarda giderek artmaktadır. Dünyada buğday üretiminde onuncu sırada olan ülkemiz için buğday önemli bir tarımsal üründür (TMO, 2019). Bu nedenle, hazırladığımız rapor kapsamında tarım topraklarımızı iyileştirmek için buğday üretiminde uygulanan koruyucu tarım uygulamalarına ait deneyimlere ve uygulamaların yaygınlaştırılması için önerilere ayrıca değinilmiştir.

¹ (Montgomery, 2011. Çev. Emel Anıl)



© David Lawson / WWF-Birleşik Krallık

İklim değişikliğinin etkisi sonucu, ülkemizin de içinde yer aldığı Akdeniz Bölgesi'nde artan sıcaklıklar nedeniyle; orta, güney ve güneydoğu bölgelerimiz şu an için bile yarı kurak iklim kuşağı içerisinde ve çölleşme riski ile karşı karşıya bulunmaktadır (Şahin ve Kurnaz, 2014). Etkisini hızlanarak gösterecek olan iklim değişikliği nedeniyle güney bölgelerimizdeki iklim, Suriye ve Irak ile benzerlik gösterecek; orta ve kuzey bölgelerimiz de şu an güney bölgelerimizdeki iklim yapısına sahip olacaktır. Kısacası, iklim değişikliği nedeniyle tüm bölgelerimizde kuraklık ve çölleşme riski artacaktır (Şahin ve Kurnaz, 2014). Koruyucu tarım ise toprağın karbon tutma kapasitesini artırarak; gıda güvenliği ile ilgili de pek çok sorunu beraberinde getirecek olan iklim krizine karşı bir mücadele aracı sağlamaktadır.

Raporda derlenen, Türkiye'de tarım topraklarının sorunları ve koruyucu tarım uygulamalarına ait verilerden bazıları şu şekildedir:

- Toprakta yaşayan 360 bin tür hayvan olduğu tahmin edilmekte ve 10 gram sağlıklı bir toprakta bile 106 farklı türe ait 1010 bakteri hücresi görülebilmektedir.
- Türkiye toprakların yaklaşık %88'inin organik madde miktarı, az ya da çok az olarak nitelendirilen %2 oranının altındadır.
- Ülkemizde 4,2 milyar hektar alan, değişen oranlardaki tuzlanma nedeniyle verimliliğini ve üretkenliğini kısmen ya da tamamen yitirmiştir.

- Türkiye, dünya ortalamasının 2 katı kadar fazla erozyona maruz kalmaktadır.
- Yaygın olarak uygulanan toprak işleme yöntemleri; toprağın kalitesini azaltarak fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliğini yitirmesine, verimliliğin düşmesine neden olmuştur.
- Çölleşme Hassasiyet Haritası'na göre, Türkiye'nin %22,5'i yüksek çölleşme hassasiyetine, %50,9'u ise orta düzeyde çölleşme hassasiyetine sahiptir.
- İstihdam edilen yaşlı nüfusun (65 yaş ve üzeri) %65,5'i, tarım sektöründe çalışmaktadır.
- Sahip olduğumuz tatlı su potansiyelinin %80'e yakını, tarımsal sulamada kullanılmaktadır.
- 2015 yılı itibarıyla Türkiye'de doğrudan ekim yapılan alanların, toplam işlenebilir tarım alanlarının % 1'i kadar olduğu tahmin edilmektedir.

Koruyucu tarım ile toprağı iyileştirmek mümkün!

Yıllardan beri uygulanan toprağı sürme gibi bazı yöntemlerin, topraklarımızı iyileştirmek yerine öldürdüğüne inanmak kolay değil, biliyoruz. Ancak iklim değişikliğinin hem ekolojik hem de ekonomik olarak yıkıcı etkilerini her geçen gün daha fazla görmeye başladığımız bu dönemde fazla zamanımız kalmadı. Değişmek ve değiştirmek zorundayız. Yıllardan beri bizleri besleyen bu yorgun toprakları korumak ve iyileştirmek için doğanın çalışma ilkelerini kavrayarak onunla uyumlu sistemler kurmaktan başka çaremiz yok.

Bu çalışmanın amaçlarından birisi de kimyasal girdi kullanımı, pullukla sürme ve anızın yakılması gibi yanlış uygulamalar sonucu, fiziksel ve biyolojik olarak neredeyse vasfını yitirme noktasına gelmiş topraklarımızı korumak ve iyileştirmek için; dünyada ve ülkemizde yapılan uygulamaları derlemektir.

Türkiye'de 90'lı yıllardan itibaren, buğday üretiminde Konya'da başlayan pulluksuz tarım uygulamaları, zamanla Marmara, İç Anadolu ve Doğu Anadolu bölgelerine de yayılan bir birikime sahiptir. Raporun son bölümlerinde, toprağın iyileştirilmesinin yanı sıra her bölgenin sosyolojik, ekolojik ve iklimsel yapısına göre uyarlanması gereken buğday üretiminde, koruyucu tarım yöntemlerine dair deneyimler de ele alınmış ve yöntemlerin yaygınlaşması için öneriler sunulmuştur.

Yöntem

Rapora akademiden, kamudan ve özel sektörden olmak üzere toplam 13 kişi katkı sundu.

Türkiye Topraklarının Dünyü, Bugünü ve Geleceği raporu için akademiden, kamudan ve özel sektörden uzun yıllardır toprak ve koruyucu tarım konularında çalışmalar yapan 13 kişi ile çevrimiçi olarak derinlemesine görüşmeler gerçekleştirilerek katkıları alınmıştır. Ayrıca; toprak mikrobiyolojisi, Türkiye'deki toprakların yapısı, toprak koruma yöntemleri ile ilgili masabaşı araştırmalar yapılarak Türkiye'den ve dünyadan en güncel yaklaşımlar da çalışmaya dahil edilmiştir.

13

**RAPORA AKADEMİDEN,
KAMUDAN VE ÖZEL
SEKTÖRDEN OLMAK
ÜZERE TOPLAM
13 KİŞİ KATKI SUNDU.**



1.TOPRAKLARA GENEL BAKIŞ

TOPRAK YOKSA BİTKİ;
BİTKİ YOKSA DA İNSAN YOK.



1. TOPRAKLARA GENEL BAKIŞ

1.1. TOPRAK NEDİR?

Toprak; hava (atmosfer), canlılar (biyosfer), su (hidrosfer) ve kayalar (litosfer) arasında gerçekleşen etkileşimlerin arayüzü, yaşamın devinimini sağlayan en önemli ekosistemdir.



**1 ÇAY KAŞIĞI SAĞLIKLI
TOPRAKTA:
10 BİN TÜR, 600-800
MİLYON BAKTERİ,
5 BİN TÜR MANTAR
(MİSELLERİ BİRKAÇ KM
UZUNLUĞUNDA),
1 000 TÜR 10 BİN
PROTOZOA,
100 TÜR 20-30
NEMATOD BULUNUR.**

Toprak ekosistemi, bitkiler için su ve besin maddesi sağlarken; kirleticileri temizleyerek ve uzaklaştırarak su kaynaklarını da korur. Toprak, canlılar için muazzam bir yaşam alanıdır. Aynı zamanda insan ihtiyaçları için gereken hammaddelerin kaynağı, sel ve baskın riskini azaltan bir unsur olmanın yanı sıra kültürel ve tarihi varlığımızın devamı için de vazgeçilmezdir (Orgiazzi vd., 2016).

Yakın bir zamana kadar Yeşil Devrim'in getirdiği yaklaşımın bir sonucu olarak; toprak, bazı mineral bileşenlerden oluşan, gezegenimizin yüzeyini saran, cansız ve yalnızca insanlara fayda üretmek için var olan bir araç olarak değerlendirilmiştir. 19. yüzyılın sonlarından itibaren geliştirilen mikroskoplar sayesinde, bu "kara kutu" açılmaya başlanmış olsa da gözlem ve bilgileri insanın tarımsal faaliyetlerine aktarması uzun sürmüştür.

Oysaki toprak canlıdır. Toprak; henüz çok azını keşfedebildiğimiz, bir o kadarını da işlevsel olarak tanımlayabildiğimiz muazzam çeşitlilikteki canlı organizmaların etkileşimlerinden oluşan; sadece bitkilerin gelişimi için bir ortam değil, aynı zamanda gezegenimizdeki karbon, azot, su ve diğer besin maddelerinin döngülerinin kilit taşı olan, iklim değişikliğine uyum ve iklim değişikliği ile mücadelede herhangi bir teknolojik araçtan çok daha etkin olduğunu kanıtlamış bir ekosistemidir.

Toprağın bu ekosistemik varlığı nedeniyle fiziksel, kimyasal ve biyolojik oluşum süreçleri ve özellikleri birbirinden ayrı ele alınamayacak kadar karmaşık ve etkileşimli olsa da bunlara dair temel bilgileri edinmek; her geçen gün büyük bir hızla kaybettiğimiz toprakları korumanın ve iyileştirmenin ilk adımıdır.

1.1.1 TOPRAK OLUŞUMUNA ETKİ EDEN FAKTÖRLER

Toprak oluşumuna iklim ve canlılar aktif faktör; ana materyal, topoğrafya ve zaman ise pasif faktör olarak etki eder. Son yıllarda insanların yapmış olduğu uygulamalar da toprak oluşumu üzerinde etkisi bulunan pasif faktörler arasındadır.

a. Ana Materyal

Ana materyal, toprağın kaynağını oluşturan materyali ifade etmektedir. Bu kaynak çoğunlukla jeolojik kökenli olmakla birlikte organik de olabilir. Ana materyalin kökeni ve doğası, toprağın özellikleri üzerinde önemli bir etkiye sahiptir.

Toprağın kaynağını oluşturan üç temel ana materyal tanımlanmaktadır (Orgiazzi vd., 2016):

1. Buz, su, rüzgar ya da yerçekimi tarafından taşınan bağımsız materyal
2. Kaynaklandıkları sert kayaların ayrışmasıyla ortaya çıkan yerinde oluşmuş materyal
3. Çürümüş ya da çürümekte olan bitki kalıntılarından oluşan organik materyal

b. Topoğrafya

Arazi yüzeyinin şekli anlamına da gelen topoğrafya; yerel iklim, bitki örtüsü ve suyun hareketine olan etkileri sebebiyle toprak oluşumuna etki eden en önemli faktörlerden biridir.

Bir arazi şeklinde toprağın hangi konumda olduğu önem taşır. Örneğin, tepe düzlüğünden vadi tabanına doğru gittikçe toprağın drenajı azalır. Aynı şekilde, eğimin dış bükeyden iç bükeye döndüğü noktada yüzey akışıyla gelen organik madde ve diğer çökeltilerin miktarı tepeye göre daha fazla olmakla birlikte vadi tabanına doğru olan kayıp devam edecektir. Eğimin dikliği, düzenliliği ve sertliği, aynı arazi şeklinde farklı toprak özelliklerinin ortaya çıkmasına neden olur (Orgiazzi vd., 2016).

Bunların yanı sıra eğimin yönü (bakı) de toprak özelliklerini etkilemektedir. Kuzey Yarımküre’de, kuzeye bakan eğimler daha serin olacağından, daha az buharlaşma gerçekleşecek ve toprağın nemi daha uzun süre korunabilecektir. Bu durum, daha sıcak olduğu için buharlaşma miktarı daha fazla olan güney eğimlere göre daha iyi toprak gelişiminin gerçekleşeceği anlamına gelir (Anonim, 2014).

c. Zaman

Toprağı oluşturan diğer faktörlerin aynı veya benzer olduğu durumda zaman faktörü önem kazanır.

Zaman, toprağın oluşumunda etkin olan ve yüzlerce yıldan binlerce yıla uzayabilen fiziksel, kimyasal ve biyolojik süreçlerin aktif olarak gerçekleşmesi için gereken süreyi belirler. Toprağın ana materyalini etkileyecek jeolojik süreçler, binlerce yılda gerçekleşirken toprağın biyolojik ve hidrolojik süreçleri çok daha kısa sürelerde, insanlar tarafından alınan arazi yönetim kararlarıyla ortaya çıkabilir (Orgiazzi vd., 2016).

d. İklim

Topraklar, iklimsel etkenlere göre değişiklik göstermektedir. Sıcaklık ve nem miktarı, farklı aşınma ve toprak yıkanması örüntülerini ortaya çıkarır. Özellikle kurak alanlarda, rüzgar, toprak parçacıklarının yerini değiştirir. Yağış miktarı, yoğunluğu, zamanlaması, sıklığı ve şekli toprak oluşumunu etkilemektedir. Sıcaklıktaki mevsimsel ve gün içindeki değişimler; nemin etkinliğini, buna bağlı olarak da biyolojik aktiviteyi, kimyasal reaksiyonların hızını ve bitki örtüsünün çeşitliliğini doğrudan etkiler (USDA, 2021).

Bu unsurların dışında toprakların bulunduğu iklim bölgesi de kimyasal ve fiziksel aşınma süreçlerini etkileyen, sıcaklık ve nem seviyelerini belirleyen kilit etkenlerden biri olduğu için toprak oluşumunu önemli şekilde etkiler (Orgiazzi vd., 2016).

e. Canlı Organizmalar

Gözle görülemeyen mikroorganizmalardan insanlara kadar tüm bitkiler ve hayvanlar, toprak oluşumuna etki eder. Canlı organizmalar, bitki döküntülerinin parçalanması, ölü köklerin çürütülmesi, bitki ve hayvan artıklarının dönüştürülmesi ile toprağa en önemli bileşeni olan organik maddeyi sağlar. Başta mantar ve bakteriler olmak üzere, tüm mikroorganizmalar bitki kökleri ve toprak arasındaki kimyasal alışverişini kolaylaştırarak toprağa canlılık için gerekli temel besinleri üretir. Hayvanlar ve bitkiler, nemin ve havanın toprağın daha derin katmanlarına ulaşmasına olanak sağlar (Orgiazzi vd., 2016).

f. İnsan Faaliyetleri

İnsanların toprak oluşumundaki etkisi, “Arazi yönetimi kapsamındaki uygulamalarla doğal süreçleri olumsuz etkilemekte ve toprağın kimyasal ile fiziksel yapısını değiştirmektedir.” şeklinde ifade edilebilir (Orgiazzi vd., 2016).

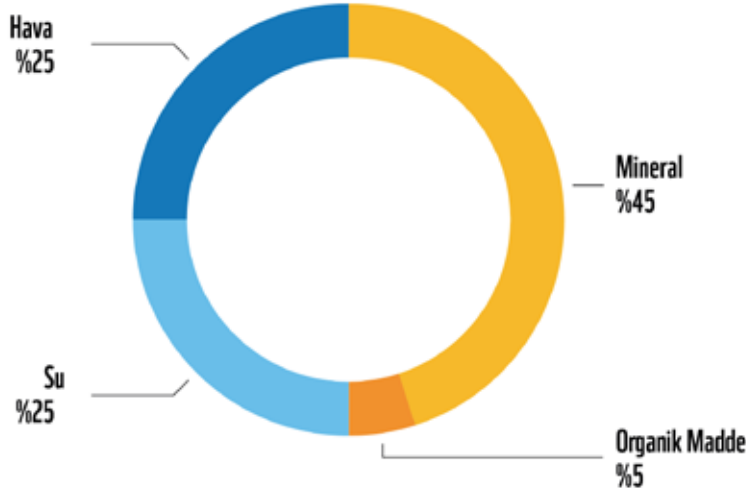
Temel ihtiyaçların enerji sübvansiyonuyla dışarıdan sağlanamadığı zamanlarda, insan yerleşimleri iklime, suyun erişilebilirliğine, büyüme sezonunun süresine ve üretken toprakların varlığına bağlı olarak şekillenmekteydi (Orgiazzi vd., 2016). Günümüzde ise yapılan çalışmalar, karasal habitatların %75’inin insanlar tarafından etkilendiğini ve bunun %30’unun “anthrome” diye tanımlanabilecek “antropojenik biyom”lara dönüştüğünü ortaya koymaktadır (Kaplan vd., 2010). Medeniyetimiz gezegenimizi, dolayısıyla da toprağı hızla değiştirmektedir.

1.1.2. TOPRAĞIN FİZİKSEL VE KİMYASAL YAPISI İLE İLGİLİ TEMEL BİLGİLER

a. Toprağın Temel Bileşenleri

İçeriği birçok faktöre göre değişse de toprak dört temel bileşenden oluşmaktadır. Bu bileşenler, ideal bir toprakta %45 oranında mineral, %25 su, %25 hava ve %5 organik madde şeklindedir.

ŞEKİL 1:
TOPRAĞIN TEMEL
BİLEŞENLERİ



- **Mineral Parçacıklar:** Toprağın inorganik bileşenlerinin tamamıdır. Bu bileşenler gözle görülemeyen kil parçalarından başlayarak büyüklük sırasıyla silt (mil), kum, taş, çakıl ve kaya taneleridir.

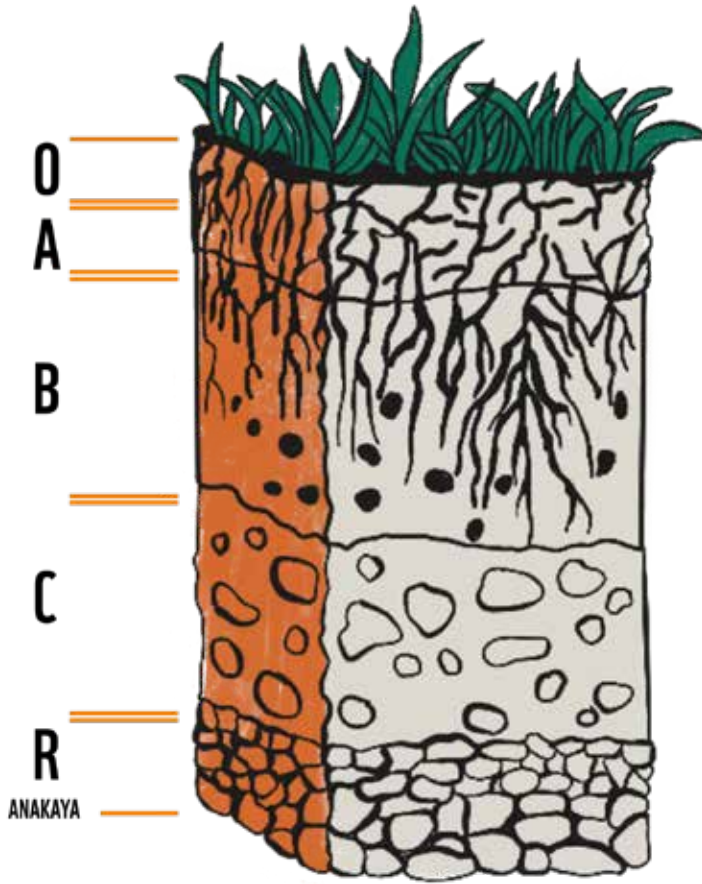
- **Toprak Suyu:** Toprakta su, toprak parçacıkları arasındaki boşluklarda serbest ya da bu parçacıklar tarafından yüzey kuvvetiyle tutulmuş halde bulunabilir. Toprak suyu, bünyesindeki karbonik asitin etkisi sebebiyle çeşitli miktarlarda çözünmüş tuz ve organik madde içerir (Bek ve Okumuş, 2020).

- **Toprak Organik Maddesi:** Canlı organizma kaynaklı ve çürüme yoluyla toprağı dönen her türlü materyal (Bot ve Benites, 2005), başka bir deyişle toprağın içindeki ya da üstündeki organik maddelerinin tamamıdır (Ingham vd., 2000). Toprakta yaşayan tüm organizmalara, doğrudan ya da dolaylı olarak temel besin maddesi sağlar.

- **Toprak Havası:** Toprak havası, toprağın gaz fazını oluşturur ve verimlilik açısından çok önemlidir. Toprak suyu tarafından doldurulmayan boşluklar (porlar) hava ile doludur. Gazların bir karışımı olan toprak havasının miktarı su ile ters orantılı olup, toprağa fazla miktarda su girişi olması durumunda toprak havası azalacaktır. Benzer şekilde toprakların aşırı sıkışması da toprak havasının önemli ölçüde azalmasına yol açar. Toprak havası, bitkilerin gelişiminde önemli bir yere sahiptir. Toprağın üst katmanında hava miktarı iklim, toprak işleme vb faktörlere bağlı olarak değişkenlik gösterir.

b. Toprak Profili

Toprakta dikey olarak bulunan tabakalara, toprak profili denmektedir. Toprak yüzeyine neredeyse paralel görünen ve toprak oluşumuna etki eden faktörlerin şekillendirdiği tabakaların her birine ise horizon adı verilir.



ŞEKİL 2:
TOPRAK
HORIZONLARI
(ÇİZİM: MELİSA ÖZDİLEK)

Toprak Horizonları:

O (humus ya da organik) horizonu: Çoğunlukla ayrılmamış ya da az ayrılmış organik maddeden oluşur. Bazı topraklarda ince, bazılarında kalın olmakla birlikte bazı topraklarda hiç bulunmayabilir.

A horizonu: Ana materyale bağlı olarak mineraller ve organik maddeden oluşur. Bitki ve diğer organizmaların yaşaması için uygun olan tabakadır, organik madde içeriğinden dolayı koyu renklidir.

E horizonu (eluvial): Kil, mineral ve organik maddenin topraktan yıkanarak alt tabakalara sızdığı katmandır. Kurak bölgelerdeki topraklarda görülmemekle birlikte yaşlı topraklarda ya da orman topraklarında sık karşılaşılr.

B horizonu (alt toprak): A ve E horizonlarından yıkanarak gelen mineraller nedeniyle mineral içeriği yönünden zengindir.

C horizonu (ana materyal): Toprağın oluştuğu ana materyalin özelliklerini taşıyan katmandır.

R horizonu (anakaya): Granit, bazalt ya da kireç taşı gibi ayrılmaya uğramayan, sürekliliğe sahip ana kayadan oluşan katmandır. Toprak ana materyalini oluşturur (Soil Science Society of America, 2020).

c. Toprak Bünyesi (Tekstürü)

Toprağın mineral bileşenini oluşturan kil, silt (mil) ve kum taneciklerinin, topraktaki karışım oranına denir. Bu orana bağlı olarak, toprağın su ve besin maddesi tutma kapasitesini belirleyen toprak bünyesi, toprağın içindeki suyun hareket hızını da etkiler.

d. Toprak Yapısı (Strüktürü)

Toprak taneciklerinin bir araya geliş şekli, toprağın yapısını meydana getirir. Taneciklerin dizilişi ve kümelenişi, toprakta su ve havanın hareketini şekillendirerek nemliliği, mikroorganizma faaliyetini ve ısı iletimini etkilediği için toprak verimliliğinde en önemli fiziksel etkenler arasındadır. Levha, prizma, blok ve granül olarak dört farklı şekilde tarif edilir (Özdemir ve Kahraman, 2011).

Toprak dokusunun aksine toprak yapısı, uygun agronomik düzenlemeler ile değiştirilebilir (FAO, 2018).

e. Toprak Reaksiyonu (pH)

Toprağın kimyasal reaksiyonu “pH” birimi olarak ifade edilir. Bu birim toprağın içindeki H⁺ ve OH⁻ iyonlarının negatif logaritmasını gösteren pH değeri, 0 (asidik) ile 14 (alkali) arasında değişir. Bitki gelişimi ve ona bağlı olarak uygun mikrobiyolojik faaliyet için gereken ideal pH değeri, 6.0-7.0 arasında kabul edilmektedir.

f. Toprakta Tuzluluk

Tuzlanma, suda çözülmüş halde bulunan magnezyum, kalsiyum ve sodyum tuzlarının, suyun buharlaşma ve terleme yoluyla kaybedilmesi sonucu toprakta birikmesidir. Buharlaşma ve terleme oranlarının yüksek olması ve yanlış sulama gibi insan kaynaklı faaliyetler sonucu ortaya çıkan tuzlanma, toprak verimliliğini olumsuz yönde etkilediği gibi belli bir eşiği aştığındaysa verimliliği tamamen ortadan kaldırabilir (TOB ve FAO, 2019a).

g. Topraktaki Temel Bitki Besinleri

Bitki gelişimi için gereken bileşenlerin (güneş ışığı, hava, su, toprak ve mineraller) belli ve uygun bir şekilde olması yaşamsal önem taşır. Bitkilerin fotosentez, solunum ve emilim yoluyla sağladığı karbon, hidrojen ve su dışında başka elementlere de ihtiyacı vardır. Bu temel besinler, bitkinin ihtiyaç duyduğu ölçüde ikiye ayrılarak tanımlanır:

MAKRO BESİNLER	MİKRO BESİNLER
Azot (N), Fosfor (P), Potasyum (K), Kalsiyum (Ca), Magnezyum (Mg) ve Kükürt (S)	Demir (Fe), Mangan (Mn), Çinko (Zn), Bakır (Cu), Bor (B), Molibden (Mo), Klor (Cl)

1.1.3. TOPRAĞIN FİZİKSEL VE KİMYASAL YAPISI İLE İLGİLİ TEMEL BİLGİLER

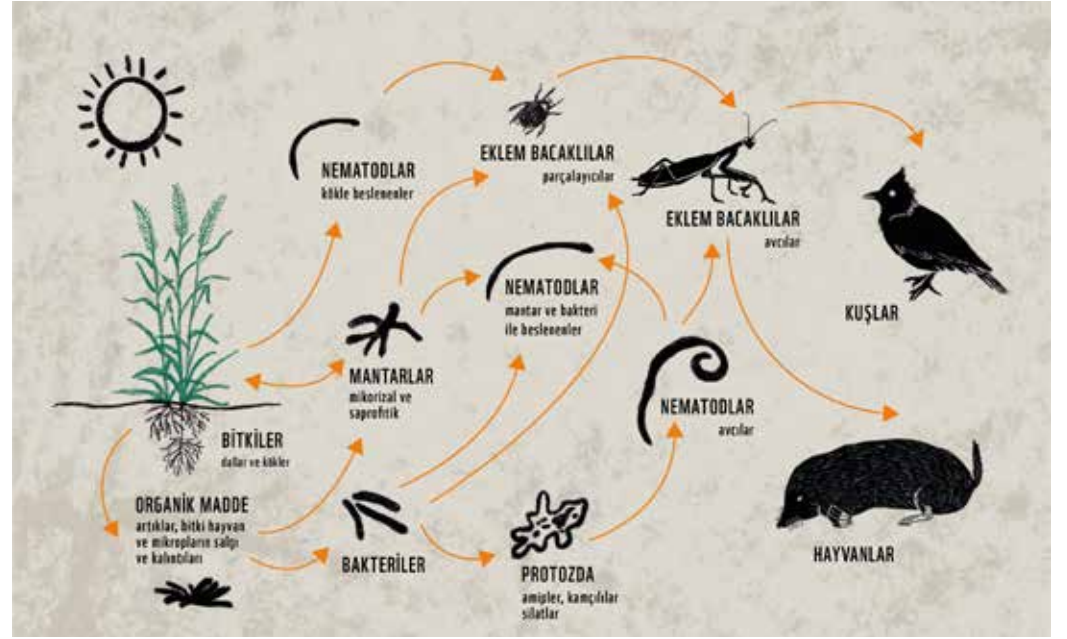
Toprak Canlılığı ve Besin Ağı

Toprak besin ağı, yaşamlarının tamamını ya da bir kısmını toprakta geçiren tüm organizmaların oluşturduğu topluluğa verilen isimdir (Ingham vd., 2000). Bu ağın içinde, bir canlının işlevsel olarak bulunduğu konuma da beslenme basamağı denir (Orgiazzi vd., 2016).

ŞEKİL 3:

TOPRAK BESİN AĞI VE BESLENME BASAMAKLARI

(KAYNAK: INGHAM VD., 2000)
(ÇİZİM: MELİSA ÖZDİLEK)



Birinci beslenme basamağı:	İkinci beslenme basamağı:	Üçüncü beslenme basamağı:	Dördüncü beslenme basamağı:	Beşinci beslenme basamağı:
(Temel üreticiler) Örneğin, bitkiler gibi beslenmek için başka bir canlıya ihtiyaç duymayan türlerden oluşmaktadır. Kimyasal enerjiyi ya da bitkiler gibi fotosentezle güneş enerjisini organik maddeye dönüştürebilirler.	Bitki ve toprak organik maddesinden beslenirler. Saprotit mantarlar gibi ayrıştırıcılar, ölü bitki ve organizma artıklarını kimyasal olarak dönüştürür. Bu basamakta bitkilerle mutualist olarak yaşayan mikorizal mantarlar ve kök bölgesinde (rizosfer) yaşayan bakteriler de bulunur. Bitki kökleriyle beslenen patojen ve parazit nematodlar da bu basamakta yer alır.	Eklem-bacaklılar gibi parçalayıcılar, bakteri ve mantarlarla beslenen avcı nematodlar ve protozoalar bu basamakta yer alır.	Diğer nematodlarla beslenen nematodların ve avcı eklem-bacaklılar gibi daha yüksek seviyede avcılarının olduğu basamaktır.	Büyük eklem-bacaklılar ve solucanlarla beslenen, toprak hayvanlarının ve kuşların olduğu en yüksek seviye avcılarını bulunduran basamaktır.

1.1.4. TOPRAK SAĞLIĞINI ETKİLEYEN BAŞLICA UNSURLAR

Toprak, onu oluşturan faktörler doğrultusunda uygun işlevlerini yerine getirirken; bitkilerin, hayvanların ve mikrobiyolojik canlıların üretkenliğini sağlıyorsa, tüm canlıların ve gezegendeki ekosistemlerin sağlığı için gerekli olan su, besin maddesi, karbon ve diğer gazların döngülerine katkıda bulunuyorsa ve bunları gerçekleştirirken insan varlığına destek oluyorsa sağlıklı bir toprak olarak değerlendirilir (FAO, 2018).

Sağlıklı toprak birbirleriyle karmaşık bir beslenme ağı dahilinde ilişkide olan organizmalarla dolu, canlı bir ekosistemdir. Mineral, organik madde, su ve hava açısından dengeli; bitki besin maddeleri açısından zengindir. Bu özellikleriyle, bitkilerin sağlıklı kök gelişimi için uygun ve hastalıklara karşı dirençlidir (Orgiazzi vd., 2016).

a. Toprak Organik Maddesi (TOM)

Canlı organizma kaynaklı ve çürüme yoluyla toprağa dönen her türlü materyal (Bot ve Benites, 2005), başka bir deyişle toprağın içindeki ya da üstündeki organik maddelerinin tamamıdır (Ingham vd., 2000).

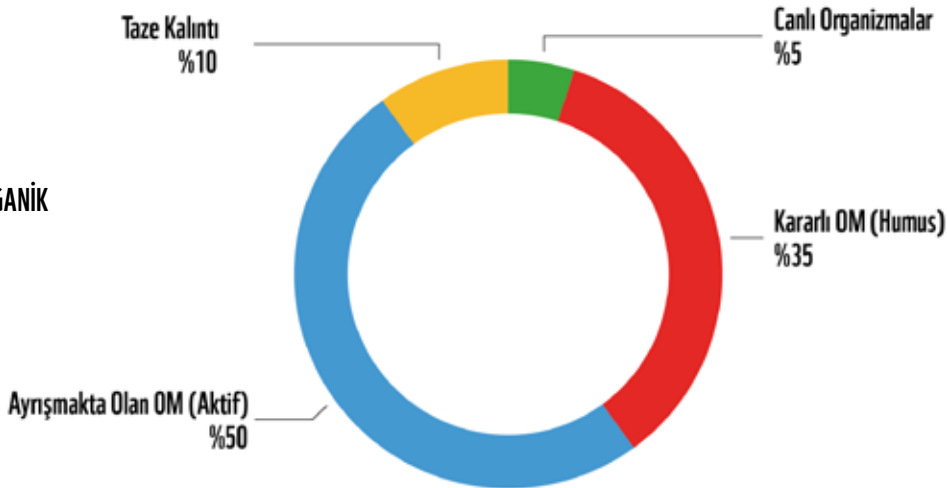
Toprakta yaşayan tüm organizmaların doğrudan ya da dolaylı olarak temel besin maddesini sağlayan TOM, bitkiler ve diğer organizmalar için enerji ve besin deposu olarak iş görür (Ingham vd., 2000).

Toprak organik maddesi:

- I. Canlı organizmalar (bitki ve hayvan dokuları, mikroorganizmalar) (%5)
- II. Henüz ayrışmakta olan ölü dokular (%10)
- III. Ayrışmış materyalden oluşan kararlı OM, humus (%35) ve
- IV. Ayrışmakta olan aktif organik maddeden (%50) oluşur (Ingham vd., 2000).

Bu oranlara bağlı olarak ayrıca önemli miktarda oksijen, neredeyse eşit miktarda hidrojen ve azot ile en az da kükürt içerir (Çölleşme ve Erozyonla Mücadele Genel Müdürlüğü [ÇEM], 2018; Toor, Shober ve Reisinger, 2018).

ŞEKİL 4:
TOPRAK ORGANİK
MADDESİ
BİLEŞENLERİ



TOM, toprak kalitesini ifade eden en belirgin göstergelerden biri olduğu için toprak mevzuunda mutlaka değinilmesi gereken bir konu haline gelmiştir. Toprak organik maddesinin kısmi ya da tamamen azalması, topraktaki biyolojik nüfusa bağlı olarak besin salımı gibi kimyasal ve topraktaki topaklanma miktarı gibi fiziksel süreçlerin olumsuz yönde etkilenmesine sebep olur (FAO, 2018).



TOPRAK ORGANİK MADDESİ NEDEN ÖNEMLİDİR?

- Besin maddelerinin topraktan yıkanarak gitmesini engeller ve toprak pH'sınının sabitlenmesine katkı sağlar.
- Katyon değişim ve su tutma kapasitesini geliştirerek toprağın fiziksel ve kimyasal özelliklerini iyileştirir.
- Toprakta agregatlaşma ve kümelenmeyi sağlayarak toprak yapısının kararlılığını muhafaza eder.
- Bitki ve mikroorganizmalara enerji ve iz elementler gibi önemli diğer besin maddelerini sağlar.
- Ekosistem hizmetlerinde, toprağın önemli işlevlerinden olan organik karbon yutağı olarak görev alarak makro ölçekte iklimi dengelemeye katkı sağlar.
- Zararlı kirleticilerin etkisiz hale getirilmesini ve uzaklaştırılmasını sağlar.

Kaynak: FAO ve ITPS, 2015; Toor, Shober ve Reisinger, 2018

b. Toprak Organik Karbonu (TOK)

Toprak organik maddesinin içindeki karbonu ifade eden TOK, TOM kütlelerinin yaklaşık %55'i ile %60'ını oluşturur (ÇEM, 2018; FAO, 2018).

Değişken içeriği sebebiyle toprak organik maddesini ölçmek, toprak sağlığını takip etmek açısından her zaman kolay olmadığı için TOK bu ölçümlerde önemli bir gösterge olarak tanımlanır.

TOK;

- I. Bitkilerin, fotosentezle atmosferden glikoz olarak bağladıkları karbonu yeniden sentezleyerek oluşturdukları çeşitli karbon bileşenlerinin bitki kökleri tarafından toprağa salgılanması,
- II. Bitki, hayvan ve mikroorganizma kalıntılarının toprak besin ağındaki ayrıştırıcılar tarafından kimyasal olarak parçalanması,
- III. Canlı mikroorganizmaların toprak besin ağı içinde avcılar tarafından sindirilmesi sonucu toprağa girer (ÇEM, 2018).



TOPRAK ORGANİK KARBONU NEDEN ÖNEMLİDİR?

- Atmosfer, biyosfer, jeosfer, hidrosfer ve pedosfer arasındaki küresel karbon döngüsünün kilit faktörüdür.
- Küresel iklim değişikliğinde toprağın önemli bir karbon yutağı olarak görev almasını sağlar.
- Toprağın su tutma kapasitesini iyileştirir ve toprakta suyun infiltrasyonunu sağlar.
- Toprakta topaklanma ve kümelenme için gerekli iyonları bir arada tutarak toprak yapısının kararlılığında görev alır.
- Besin döngüsünün dengesini sağlayarak toprak besin ağı için enerji deposu işlevini sağlar.
- Toprak sağlığını ve toprak verimliliğini güçlendirerek agroekosistemlerde tarımsal üretimin dirençli ve daimi kılınmasında çok önemli bir yere sahiptir.

Kaynak: ÇEM, 2018; FAO, 2018

Arazi kullanımı ve yönetimi, özellikle toprak işleme kararları, topraktaki sıcaklığı ve nemliliği ani ve ciddi şekilde değiştirdiği için bu iki etkene karşı hassas olan TOK miktarı da olumsuz yönde etkilenmektedir. Yirminci yüzyılın sonları itibarıyla artan mekanizasyon ve gıda talebiyle birlikte tarım alanına dönüştürülen orman ve otlak alanlarının yönetimi, gezegendeki TOK seviyelerinde endişe verici düşüslere sebep olmuştur (ÇEM, 2018).

c. Katyon Değişim Kapasitesi (KDK)

1850 yılından beri bilinmekte olan katyon değişim kapasitesi (KDK), bir toprağın adsorbe edebileceği değişebilir katyon miktarının toplamını ifade eder ve toprağın en önemli kimyasal özelliklerinden biridir (Aydın ve Kılıç, 2020).

Pozitif (elektron kaybetmiş) ya da negatif (elektron kazanmış) atom ya da atom gruplarına (molekül) “iyon” adı verilir. Bir atom ya da molekül pozitif yük taşıyor ise “katyon”, negatif yük taşıyor ise “anyon”dur. Bir atom ya da molekülün yüklü bir parçacık halinde olması, o atom ya da molekülün topraktaki hareketliliğini ve bitki besin maddesi olarak kullanılabilirliğini belirler. Topraktaki değişebilir katyonların varlığının ve miktarının; toprağın yapısı, reaksiyonu, su ve hava bileşenleri ile biyolojik aktivitesi üzerinde etkisi vardır (Aydın ve Kılıç, 2020). Topraktaki bazı önemli katyon ve anyonların listesi Ek-2’de mevcuttur.

Bitki besin maddelerinin önemli bir miktarı, toprakta katyon olarak hareket eder. Kil parçaları ve TOM’un yüzeyindeki anyonlar, topraktaki katyonları kendilerine çekerek etraflarını bitki besin maddeleriyle sararak bir rezerv gibi davranırlar. Bu toprak parçaları tarafından adsorbe edilmiş haldeki katyonlar, bitkilerin kök tüylerinden hidrojen iyonları (H+) karşılığında bitki tarafından alınırlar.

Kil parçalarının yüklü yüzeyleri nedeniyle killi topraklarda KDK daha fazla ve bu sebeple diğer parçacıkların ağırlıklı olduğu topraklara göre verimlilik potansiyeli daha yüksektir (FAO, 2018).

**“ARAZİ, YALNIZCA
TOPRAK DEĞİLDİR;
ARAZİ, TOPRAK,
BİTKİ VE HAYVANLAR
ÜZERİNDEN
DÖNGÜSEL OLARAK
AKAN ENERJİNİN
KAYNAĞIDIR.”
ALDO LEOPOLD**

d. Mikrobiyal Biyokütle ve Aktivite

Toprağın organik madde miktarı, organik karbon stoğu ya da KDK gibi temel değerlerinin sayısal ifadesi tek başına toprağın sağlığını değerlendirmek için yeterli değildir. Topraktaki organik maddeyi ayrıştırarak, mineral besinleri bitkilerin kullanabileceği iyonlara dönüştürecek, bitki köklerindeki iyon değişimlerini düzenleyecek bir toprak biyotasının, özellikle de toprak mikrobiyolojik canlılığının sağlıklı ve aktif bir şekilde toprakta var olması gerekir. Topraktaki organizmaların detaylı listesi ve işlevsel özellikleri Ek-1’de mevcuttur.

Toprakta yaşayan 360 bin tür hayvan olduğu tahmin edilmekte ve 10 gram sağlıklı bir toprakta bile 106 farklı türe ait 1010 bakteri hücresi görülebilmektedir (FAO ve ITPS, 2015).

Topraktaki mikrobiyolojik canlılığın hem morfolojik hem de işlevsel (beslenme basamakları) olarak çeşitliliği, toprağın bir ekosistem olarak çalışmasını sağlayan en önemli unsurdur. Birçok farklı etkileşimin gerçekleştiği bu çeşitliliği mikroskopik gözlem; toplam mikrobiyolojik varlığın biyokütle ağırlığı hesabı; aktif canlı sayısı ve aktiviteleri de bu organizmaların artık ürün olarak ürettiği çeşitli gazların ve iyonların varlığı ve de enzimlerle tespit etmek mümkündür.

1.2. TARIM TOPRAKLARININ DURUMU

Toprak; hava (atmosfer), canlılar (biyosfer), su (hidrosfer) ve kayalar (litosfer) arasında gerçekleşen etkileşimlerin arayüzü, yaşamın devinimini sağlayan en önemli ekosistemdir.

Araziyi, karasal biyo-üretken (bioproductive) özelliğiyle tanımlayan Birleşmiş Milletler Çölleşme ile Mücadele Sözleşmesi (UNCCD), bir sistem olarak ele aldığı terime tüm bitki örtüsünü ve arazinin ekolojisini de ekler.

Türkiye’de kanunlar tarafından tanımlandığı şekliyle ise tarım arazisi “Toprak, topoğrafya ve diğer ekolojik özellikleri bitkisel, hayvansal ve su ürünleri üretimi için uygun olan ve halihazırda bu amaçla kullanılan veya ekonomik olarak imar, ıslah ve ihya edilerek bitkisel, hayvansal ve su ürünleri üretimi için uygun hale dönüştürülebilen araziler”dir (Tarım Özel İhtisas Komisyonu [TÖİK], 2014; TÖİK, 2018).

1.2.1 TÜRKİYE’DEKİ TARIM TOPRAKLARINA DAİR VERİLER

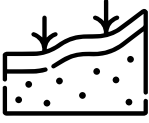
Türkiye; biyoçeşitliliğin korunması, toprak kaynaklarının sürdürülebilir kullanımı, arazi tahribatının dengelenmesi ve çölleşmeyle mücadele gibi meselelere yönelik çalışma esaslarının belirlenmesini gerektiren birçok uluslararası sözleşmeye taraftır.²

Ekonomisi önemli ölçüde tarımsal üretime dayalı olan ülkemizde toprak, yaşamın belki de en önemli ögesi olmanın yanında, belirleyici bir üretim bileşenidir. Tarımsal üretimin binlerce yıldır merkezi olan Anadolu toprakları, yanlış arazi kullanımı, aşırı otlatma, tarla olarak kullanılmak üzere arazi açma gibi insan yönetimine bağlı sebeplerle yoğun erozyona uğrayarak sağlığını kaybetmiştir (TÖİK, 2018).

² Türkiye’nin taraf olduğu sözleşmelerden bazıları şöyledir: Biyolojik Çeşitlilik Sözleşmesi, Birleşmiş Milletler Çölleşme ile Mücadele Sözleşmesi, Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi, Kyoto Protokolü.

11. Kalkınma Planı kapsamında hazırlanan Tarımda Toprak ve Suyun Sürdürülebilir Kullanımı Özel İhtisas Komisyonu Raporu'na (2018) göre toplam yüz ölçümü 78 milyon 800 bin hektar olan Türkiye'de, 37 milyon 716 bin hektar (%48'i) toprak, tarımsal faaliyet için kullanılmaktadır.

Tarımsal faaliyet için kullanılan toprakların, %41'i tahılların ve diğer bitkisel ürünlerin ekimi için kullanılırken, %9'u ise nadasa ayrılmıştır. 37 milyon 716 bin hektarın %39'u çayır ve mera arazisi iken %9'u meyve, içecek ve baharat bitkileri tarım alanı, %2'si de sebze bahçesidir (TÜİK, 2020a).



**TÜRKİYE'DE YAKLAŞIK
5 MİLYON HEKTAR
ARAZİ, TARIMA
ELVERİŞLİ OLMADIĞI
HALDE TARIMSAL
ÜRETİM İÇİN
KULLANILMASI SONUCU
EROZYON TAHRİBATINA
UĞRUYOR.**

Türkiye'de işlemeli tarıma uygun yaklaşık 5 milyon hektar arazi, ekonomik olmayan ve kapsamının dışında değerlendirilirken, yaklaşık 5 milyon hektar arazinin de tarıma elverişli olmadığı halde tarımsal üretim için kullanılması sonucu erozyon tahribatına uğradığı görülmektedir (ÇMUSEP, 2019).

Türkiye'de, tarım arazileri, 40 milyon kişi adına kayıtlı 32,5 milyon adet tarım parselinden oluşmaktadır. Yıllara göre değişmekle birlikte, Tarım ve Orman Bakanlığı Çiftçi Kayıt Sistemine kayıtlı 3 milyon çiftçi bulunmaktadır.

Tarım arazilerinin %42'sini oluşturan 100 dekarın altındaki araziler, tarım işletmelerinin %85'ine aittir (TÖİK, 2018). 2001 yılında gerçekleştirilen Genel Tarım Sayımına göre tarım işletmelerinin binde 7'lik kısmı 50 hektar ve üzeri, %65,5'i de 5 hektardan küçük bir arazi varlığına sahiptir (ÇMUSEP, 2019).

Çiftçi Kayıt Sistemine bakıldığında Türkiye'de işletmeler ortalama olarak 2002 yılında 5,9 adet parselde sahipken, bu sayı 2011 yılında 6,9 adet parselde çıkmıştır. Ortalama arazi büyüklüğü ise 2011-2016 yılları arasında değişmeyerek 68 dekadır (TÖİK, 2018).

Çölleşme ve erozyonla mücadele, arazi tahribatı dengelenmesi, toprak biyoçeşitliliğinin korunması, toprak ve su kaynaklarının sürdürülebilir şekilde kullanılması, tarımsal verimliliğin artırılması, iklim değişikliğinin azaltılması ve uyumla ilgili ortaya konması gereken çalışma esasları dâhilinde bahsedilmesi gereken en önemli konulardan biri, toprağın sağlığını doğrudan belirleyen toprak organik karbonunun (TOK) Türkiye topraklarındaki durumudur (ÇEM, 2018).

ÇEM ve TÜBİTAK BİLGEM tarafından Toprak Organik Karbonu Projesi (2018) adıyla gerçekleştirilen çalışma sonucunda, Türkiye'nin 0-30 cm derinliğindeki toplam karbon (C) stok miktarının 3,51 milyar ton olduğu ortaya konmuştur.

Projenin teknik özet dokümanına (2018) göre, toprak karbon (C) stok miktarının en fazla olduğu orman alanları toplamın %38'ini, meralar %33'ünü ve tarım alanları ise %27'sini oluşturur. Proje kapsamında yapılan modellemelerden çıkan tahminlere göre arazi kullanımı doğrultusunda birim alandaki karbon (C) stok miktarı şöyledir:

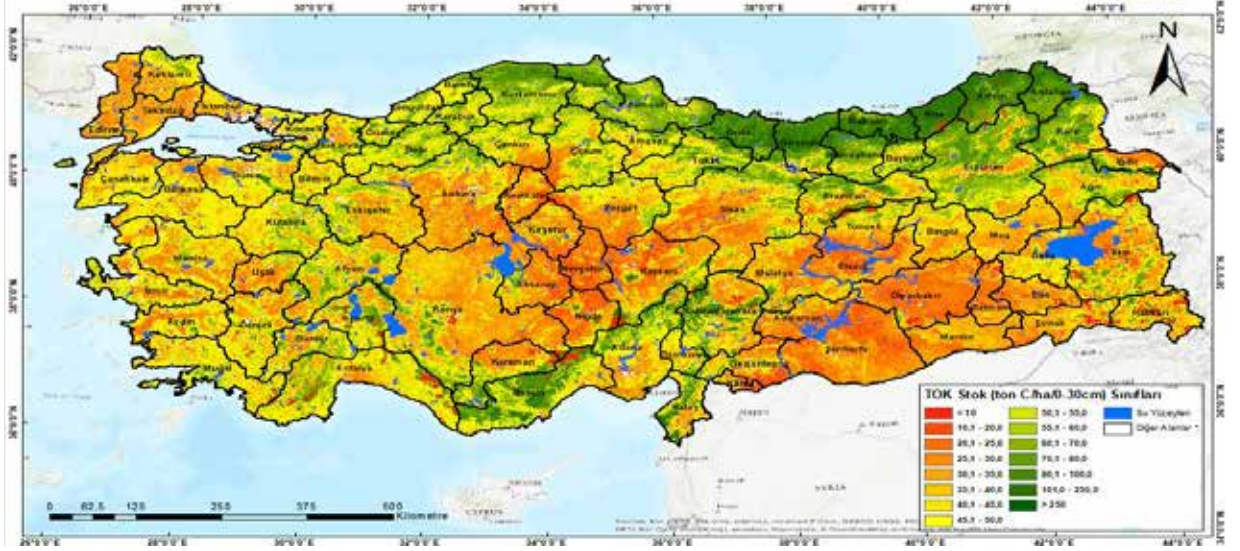
Orman Alanları	55,68 ton
Mera Alanları	49,77 ton
Sulak Alanlar ve Su Yüzeyleri	49,71 ton
Tarım Alanları	35,96 ton
Çıplak Alanlar	12,78 ton

**TABLO 2:
TÜRKİYE'DE
ARAZİ KULLANIMI
DOĞRULTUSUNDA
HEKTAR BAŞINA
KARBON STOK MİKTARI**



Proje kapsamında ortaya çıkarılan Türkiye Toprak Organik Karbonu Stok Haritasına bakıldığında, ülkemizin topraklarının büyük bir çoğunluğunda organik madde miktarının %0,5 ile %6 arasında değişen rakamlarda ve çok düşük olduğu görülmektedir (ÇEM, 2018).

HARİTA 1:
TÜRKİYE TOPRAK
ORGANİK KARBONU
STOK HARİTASI
(KAYNAK: ÇEM, 2018)



%30

TÜRKİYE’NİN TARIM
ARAZİLERİNİN SADECE
YAKLAŞIK %30’U
BİTKİSEL ÜRETİME
UYGUN TOPRAK
DERİNLİĞİNE SAHİPTİR.

Türkiye’nin bitkisel üretime uygun toprak derinliğine (90 cm’den derin) sahip arazi varlığı yalnızca 11 milyon hektardır (TÖİK, 2014). Bu rakam, ülkemizdeki tarım arazilerinin %30’u bile değildir.

1.2.2 DÜNYADAKİ TARIM TOPRAKLARINA DAİR VERİLER

Birleşmiş Milletler Çölleşme İle Mücadele Sözleşmesi’nin (UNCCD) 2017’de yayınladığı Global Land Outlook raporuna göre, 20. yüzyılın başında gezegen üzerindeki arazilerin %70,1’i doğal ya da ikincil ormanken bu sayı 21. yüzyılın başında %18,7’ye düşmüştür. Yüzyıl içindeki arazi kullanımı değişimini gösteren çalışma, ormansızlaştırılarak ekin ve otlatma amaçlı olarak kullanılan alanların %27,2’den %46,5’e çıktığını resmetmektedir (UNCCD, 2017). Aynı raporda, 2000 yılına kadar görülen bu artışın son 20 yılda da devam ettiği yönündeki tahmin, hasat edilen alanın %16, sulanan alanın %100 ve tarımsal üretimin de %200 yükseldiği verilerle desteklenmektedir.

Gezegeneimizin buzullar hariç karasal yüzeylerinin %38’i, mera ve otlaklar da dahil olacak şekilde tarım amacıyla kullanılmaktadır (Barger vd., 2011, Foley vd., 2012). Bu oranın 2050’ye kadar %46’ya çıkacağı tahmin edilmektedir (Tilman vd., 2011).

Dünya yüzeyinin 13 milyar hektar civarını kaplayan karasal alanlarının yaklaşık 5 milyar hektarını, tarım arazileri oluşturmaktadır. Bunun, 1,5 milyar hektarı tarla bitkileri ve yine 1,5 milyar hektarı çok yıllık bitkilerle örtülü iken 2 milyar hektar alan ise mera ve otlak olarak değerlendirilmektedir (TÖİK, 2014).

Küresel Arazi Örtüsü Kullanımı (Global Land Cover Share) veritabanında (FAO ve ITPS, 2015; Latham vd., 2014) haritalandırıldığı şekilde, küresel arazi yüzeyinin %12,6’sı ekinler, %13’ü çayır ve meralar, %27,7’si ağaçlar, %9,5’i çalılar ve %1,3’ü otsu bitkilerle kaplıdır.

HARİTA 2: KÜRESEL ARAZİ ÖRTÜSÜ

(KAYNAK: LATHAM VD.,
2014)



Bununla birlikte FAO verilerine göre dünya topraklarının üçte biri erozyon, tuzluluk, bitki besin maddesi ve organik madde kaybı, kirlilik ve betonlaşma nedenleriyle verimsizleşmiş durumdadır (TÖİK, 2018). Dünya Toprak Kaynakları Durumu (Status of World's Soil Resource) raporuna göre, dünya genelindeki toprakların yaklaşık %33'ü sürdürülebilir olmayan arazi yönetimi kararları sebebiyle orta ya da yüksek derecede tahribata uğramış durumdadır (FAO, 2019; FAO ve ITPS, 2015).

**DÜNYA YÜZEYİNDE,
TARIMA ELVERİŞLİ
ARAZİLERDE
GERÇEKLEŞEN TOPRAK
KAYBININ MALİYETİ
YILLIK TOPLAM
400 MİLYAR
ABD DOLARIDIR.**

Dünya yüzeyinde, tarıma elverişli arazilerde, yıllık toplam 75 milyar ton toprak kaybı gerçekleştiği ve bunun maliyetinin yıllık toplam 400 milyar ABD doları olduğu tahmin edilmektedir. Bu kaybın yol açtığı arazi tahribatının, tahıl üretiminde yıllık toplam 7,6 milyon tonluk bir düşüşe sebep olduğu varsayılmaktadır (FAO, 2019).

Arazi tahribatına ilişkin küresel değerlendirmeler kırk yılı aşkın bir süredir gerçekleştirilmesine rağmen; şimdiye kadar arazi tahribatının nasıl ve nerede gerçekleştirildiği net bir şekilde ortaya koyulamamıştır (FAO ve ITPS, 2015). Dünya üzerindeki özellikle kara yüzeylerinin büyük bir çoğunluğunu kaplayan tarım arazilerinin, insan ihtiyaçlarını kalıcı bir şekilde karşılamaya devam edebilmesi ve bunu yaparken gezegenimizin su, karbon ve besin maddelerini içeren döngülerine olumlu katkı sağlayarak iklim değişikliğine karşı bir araç haline gelmesi, günümüzün kuşkusuz can alıcı konularından biridir.

2. TARIM TOPRAKLARININ KORUNMASI VE ÖNEMİ

DÜNYADA VE ÜLKEMİZDE TOPRAKLARIN BÜYÜK BİR BÖLÜMÜNÜ
OLUŞTURAN TARIM TOPRAKLARI, İNSAN SAĞLIĞI, TÜRÜN
DEVAMI VE KAYNAKLARIN SÜRDÜRÜLEBİLİRLİĞİ AÇISINDAN
KRİTİK BİR DEĞERE SAHİPTİR.





2. TARIM TOPRAKLARININ KORUNMASI VE ÖNEMİ

Dünyada ve ülkemizde toprakların büyük bir bölümünü oluşturan tarım toprakları, insan sağlığı, türün devamı ve kaynakların sürdürülebilirliği açısından kritik bir değere sahiptir. Tarım topraklarının, su ve diğer doğal kaynakları da korur ve geliştirir şekilde yönetilerek zenginleştirilmesi; tarımsal verimliliğe, iklim değişikliğine, insan sağlığına olumlu katkılar sağlayacak ve böylelikle dünya genelinde tüm toprakların korunmasında önemli bir unsur haline gelecektir.

2.1 TOPRAĞIN EKOSİSTEM HİZMETLERİ VE İŞLEVLERİ

Toprak, içindeki organizmalar yaşam alanlarını düzenlediğinde oluşmaya başlar. Bu organizmalar, ana kayayı aşındırarak mineral ve organik maddeleri kümelenendirip; boşluklu bir ağ oluşturarak toprak yapısını inşa eder ve korur. Boşluklu ağ yapısının varlığı, toprak içinde suyun ve gazların hareketini, besin maddelerinin alışverişini ve organizmalara ait metabolik çıktılarının ayrıştırılmasını etkilerken toprağın sunduğu ekosistem hizmetlerine de katkı sağlar (Orgiazzi vd., 2016).

Avrupa Birliği'nin gerçekleştirdiği Küresel Toprak Biyoçeşitliliği Atlası çalışmasından (Orgiazzi vd., 2016) derlenen aşağıdaki tabloda, "hizmetler" terimi, insanların ekosistemlerden sağladığı maddi ve manevi faydanın çerçevesini çizer. "İşlevler" terimi ise bir ekosistem dahilinde var olan biyolojik, jeokimyasal ve fiziksel süreçleri ve bu süreçlerin bileşenlerini anlatmaktadır.

EKOSİSTEM HİZMETLERİ	EKOSİSTEM İŞLEVLERİ	TOPRAK BİYOTASI
TEDARİK EDİCİ Bitkisel Üretim Biyoteknoloji	Ayrışma ve Karbon Döngüsü	Makrofauna Mesofauna Mikrofauna Bakteri, mantar ve arkeler
DÜZENLEYİCİ İklim Atmosfer içeriği Hidrolojik hizmetler	Besin Döngüsü	Mikrofauna Bakteri, mikrozal mantar Diğer mikroorganizmalar
DESTEKLEYİCİ Habitat Biyoçeşitliliğin korunması	Toprak yapısı ve Geliştirilmesi	Kökler Solucan ve mantarlar Büyük eklembacaklılar
KÜLTÜREL Doğal Sermaye	Biyolojik popülasyonun yönetilmesi	Makrofauna Mesofauna Mikrofauna Bakteri, mantarlar

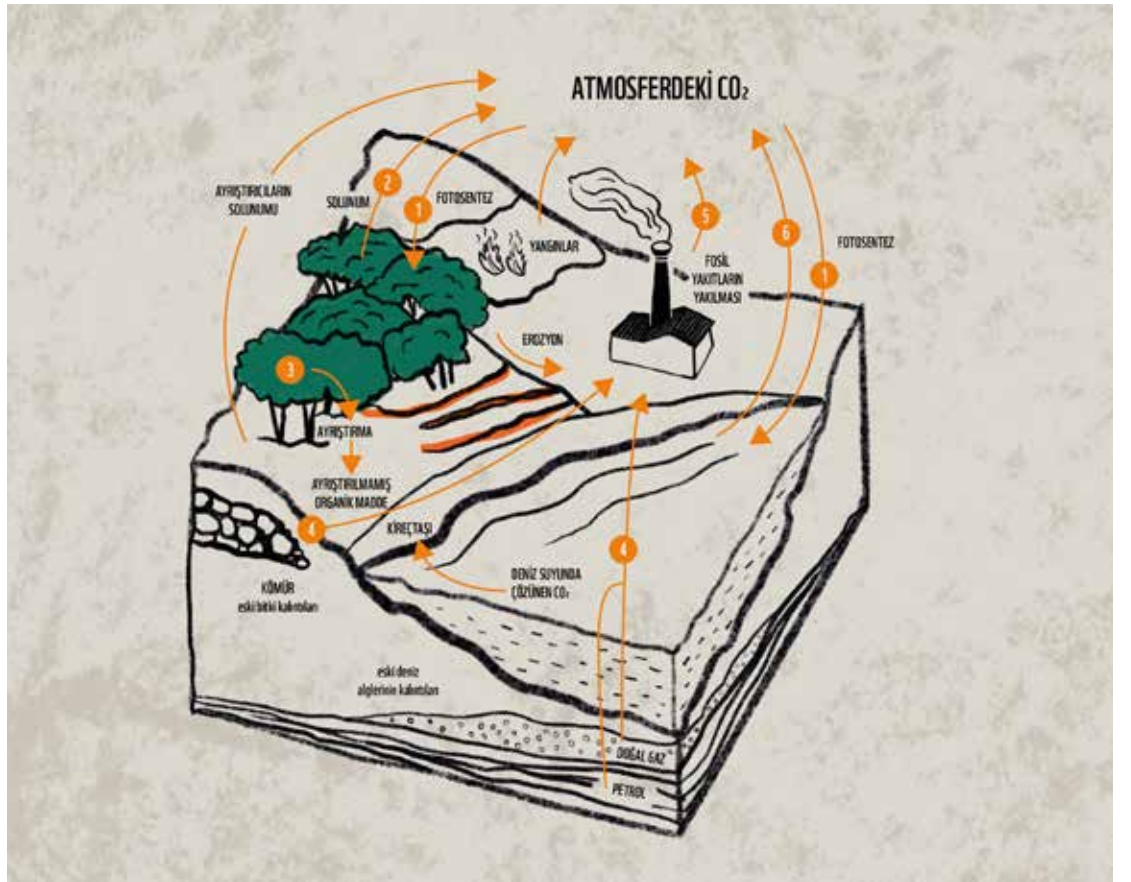
ŞEKİL 4:
TOPRAĞIN
EKOSİSTEM
HİZMETLERİ VE
İŞLEVLERİ
(KAYNAK: ORGIAZZI VD.,
2016)

2.2. TOPRAĞIN BİYOJEOKİMYASAL DÖNGÜLERDEKİ YERİ

Bir elementin ya da bileşiğin, çeşitli canlı ve cansız formları ve biyosferdeki konumları arasında döngüsel olarak hareket etmesine **biyojeokimyasal döngü** denir. Bu döngüler arasında canlılık için temel olanlar; karbon (C), azot (N) ve sudur. Bunların yanı sıra fosfor (P) ve kükürt (S) de çok önemlidir. Toprak, daha doğru bir ifadeyle toprak biyotası bu döngülerin hem gerçekleştiği en önemli arayüz hem de sağlıklı bir şekilde işlemleri için bir denge unsurudur.

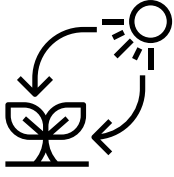
2.2.1. KARBON (C) DÖNGÜSÜ VE TOPRAKTA KARBONUN HAREKETİ

Karbonun (C), atmosfer, canlı organizmalar (biyosfer), okyanuslar (hidrosfer) ve topraklar (pedosfer) arasında, inorganik ve organik karbon olarak çeşitli formlardaki hareketine karbon döngüsü denir (Orgiazzi vd., 2016).

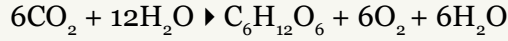


ŞEKİL 5:
KARBON
DÖNGÜSÜ
(ÇİZİM: MELİSA ÖZDİLEK)

Karbonun, bu ekosistemler arasındaki hızlı döngüsü; suda ve karada yaşayan bitkilerin fotosentezle CO₂ almasıyla başlar, (1). Bitkiler, aldıkları bu karbondioksitin büyük bir bölümünü solunum yoluyla geri verirler, (2). Fotosentezin sonucunda ortaya çıkan organik maddenin bir bölümü, bitki biyokütlesi oluştururken, büyük bir bölümü bitkilerin köklerinden çeşitli salgılarla toprağa aktarılır. Toprak organik maddesinin önemli bir bileşeni olan bu karbon, topraktaki organizmalar tarafından ayrıştırılarak toprak besin ağı için çeşitli besin maddelerine çevrilir, (3). Toprak organik karbonunun bir kısmı ise daha kararlı karbon bileşenlerine dönüşerek toprağın “humus” içeriğini oluşturur, (3). Ayrıştırılmadan, sedimentlerin ve kayaların arasına jeolojik sürelerde giren organik madde; kömüre, petrole ve doğal gaza dönüşür, (4). Bu yakıtlar, insan faaliyetleri sonucu kullanıldığında, içlerindeki karbon CO₂ olarak atmosfere karışır, (5). Erozyonla ve aşınarak parçalanmış kireç taşı (CaCO₃) içindeki karbon da CO₂ olarak atmosfere ve hidrosfere karışarak karbon döngüsüne girer (6) (Graham vd., 2015).

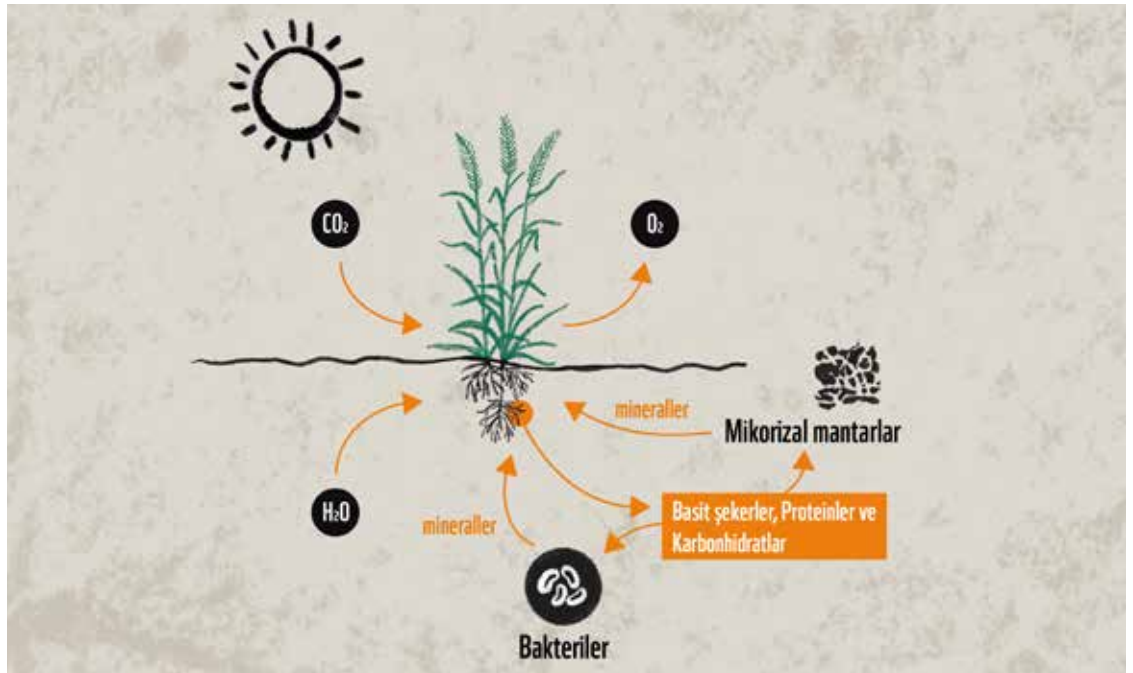


FOTOSENTEZ NEDİR?



- Fotosentez, güneş enerjisinin, bitkiler, algler ve bakteriler tarafından kimyasal enerjiye çevrilmesi sürecidir.
- Bu kimyasal enerji, atmosferden alınan karbondioksit (CO_2) ve topraktan alınan su (H_2O) ile basit şekerler gibi karbonhidratlarda depolanır.
- Oksijen (O_2), bu sürecin artık ürünüdür.
- Fotosentez, atmosferik oksijen seviyelerinin dengesini korur ve toprak besin ağı için besin maddesi üretir.

ŞEKİL 3:
BİTKİ
KÖKLERİNDE
ALİŞVERİŞ
(ÇİZİM: MELİSA ÖZDİLEK)



Fotosentezle basit şekerler olarak bir araya getirilen karbon, bitki bünyesinde çeşitli amaçlarla farklı bileşiklerde kullanılır. Bu bileşiklerin bir kısmı, ağırlıklı olarak basit şekerler ve bir miktar protein ve karbonhidrat olarak bitkilerin köklerinden toprağa salgılanır. Buradaki amaç, bitki kökü etrafındaki alanda (rizosfer) yaşayan bakteri ve mantarlara enerji kaynağı sağlayarak karşılığında kullanılabilir inorganik mineralleri almaktır.

Toprağa salgılanan bu karbon kaynaklı bileşiklerin bir kısmı zamanla, topraktaki mikrobiyolojik canlılar tarafından toprak sağlığı ve kalitesi için çok önemli olan humusa dönüştürülür. Humus, ayrışmaya dirençli; karbon, azot, mineraller ve toprak parçacıklarından oluşan karmaşık yapıda; koyu renkli organik bir maddedir. Atmosferdeki karbonun uzun süreli olarak toprağa gömülmesinde en etkin bileşen olarak kabul edilebilir (White, 2014).



2 BİN 500 MİLYAR TON
TOPRAK, 2 BİN 500
MİLYAR TON İLE
GEZEĞENİMİZDEKİ
EN BÜYÜK KARBON
YUTAĞIDIR.

Topraklar, karasal bitki örtüsü ve atmosferin toplamından daha fazla karbon stokuna sahip olarak gezegenimizin en önemli karbon yutağıdır. Atmosferde 800 milyar ton, bitki ve hayvan yaşamında 560 milyon ton karbon varken; bu sayı toprakta 2 bin 500 milyar ton olarak hesaplanmaktadır (FAO, ITPS ve GSP, 2015).

Doğru olmayan arazi yönetimi ve toprak işlemeye dair yaklaşımlarımız; toprakta aslında uzun süreli karbon deposu görevini üstlenecek toprak organik maddesinin ve dolayısıyla humusun kaybedilmesine neden olur. Örneğin, hem doğrudan (uygulama esnasında ortaya çıkan fosil yakıt kaynaklı salım) hem de dolaylı (uygulama esnasında topraktan gerçekleşen salım) CO₂ salımına sebep olan toprak işleme uygulamaları, toprak organik maddesinin kaybını ciddi bir şekilde etkilemektedir (Turgut ve Koca, 2019).

2.2.2. AZOT (N) DÖNGÜSÜ VE TOPRAKTA AZOTUN HAREKETİ

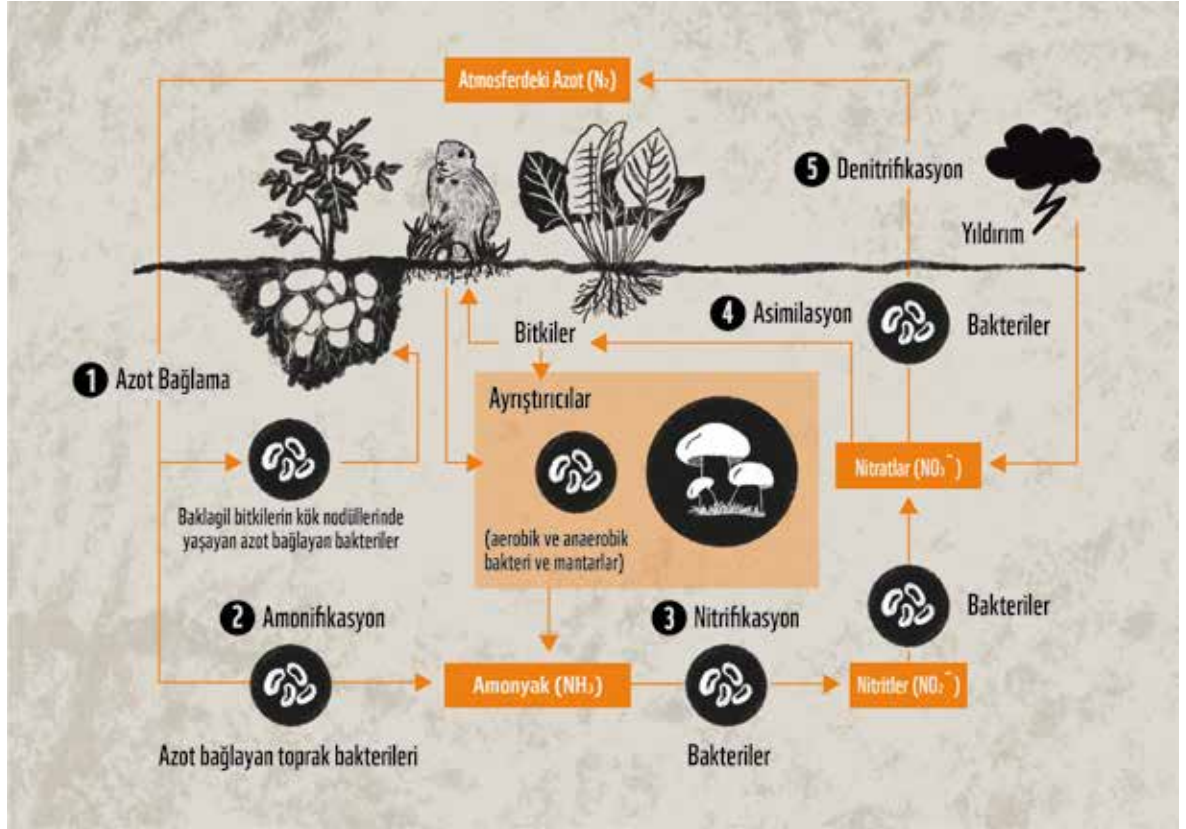
Yaşamın tüm formlarında protein, amino asit ve diğer bileşenlerin içinde azot, karbondan sonra en çok bulunan besin maddesidir (FAO ve ITPS, 2015). Azot döngüsü, azotun birçok farklı kimyasal forma dönüştürüldüğü süreçtir.

Toprakların ana materyali, diğer bitki besin maddelerine kıyasla daha az miktarda azot barındırır. Atmosferin %78'i kararlı yapıda olan azot gazından oluşur (N₂). Azotun bu kararlı yapıdaki formunu, bitkilerin kullanabileceği çeşitli kimyasal bileşiklere dönüştürmek için topraktaki bazı organizmaların varlığı yaşamsal bir önem taşır (Graham vd., 2015; FAO ve ITPS, 2015).

Tarım kimyasallarının endüstriyelmesi ile atmosferde gaz halinde bulunan azot, biyolojik süreçler es geçilerek, insanlar tarafından suda çözülebilir formda üretilmektedir. Sentetik kimyasal gübrelerin önemli bir bileşeni olan azotun, insan eliyle toprağa eklenmesi; toprak besin ağı canlılarının beslenme basamağı ilişkilerini ve dolayısıyla sağlığını, yer altı sularının kalitesini ve toprak tuzluluğunu olumsuz yönde etkilemekle birlikte biyolojik süreçlerle dönüştürülen azot bileşiklerine kıyasla oldukça verimsiz bir kaynaktır. Yakın tarihli bazı çalışmalar, insan faaliyeti sonucu bağlanan azotun %60'ının herhangi bir gıda ya da başka bir ürüne dönüşmeden tekrar çevreye salındığını göstermiştir (FAO ve ITPS, 2015).

ŞEKİL 4:
AZOT
DÖNGÜSÜ

(KAYNAK: EN.WIKIPEDIA.ORG)
(ÇİZİM: MELİSA ÖZDİLEK)



Azot döngüsü beş temel süreçten meydana gelir:

Azotun bağlanması, (1): Atmosferdeki azotun (N_2), toprakta serbest halde bulunan bakteriler veya bitkilerle simbiyotik ilişki içinde yaşayan *Rhizobium* gibi bakteriler tarafından amonyağa (NH_3) dönüştürülmesi sürecidir. Amonifikasyon, (2): Ölü bitki ve hayvanların bünyelerindeki organik bileşiklerin ayrıştırıcılar tarafından toprakta kullanılıp dağıtılmasıyla ortaya çıkan organik azot bileşiklerinin, toprakta ve suda bulunan bakteriler tarafından amonyağa dönüştürülmesi sürecidir. Nitrifikasyon, (3): Amonyakın, aerobik bakteriler tarafından nitrit (NO_2^-), sonra nitratlara (NO_3^-) dönüştürülmesi olayıdır. Asimilasyon, (4): Bütün canlıların gerçekleştirdiği bu olay, topraktan amonyak ve nitrat alma sürecini ifade eder. İhtiyaç duydukları azotu hayvanlar, doğrudan bitkileri yiyerek organik azot formunda alırken; bitkiler ise salgıladıkları enzimler sayesinde azotu, topraktan amonyak ve nitrat olarak alırlar. Denitrifikasyon, (5): Oksijensiz ya da kısıtlı oksijen bulunan ortamlarda, anaerobik bakteriler tarafından gerçekleştirilen bu olay, nitratın gaz halinde bulunan azota çevrilmesi ve tekrar atmosfere dönmesidir.

Proteinin, amino asitlerin ve enzimlerin sentezlenmesinde hayati bir önem taşıyan azotun; bitkilerin kullanabileceği iyon formlarında, biyolojik ayrıştırma ve oksidasyon süreçleriyle toprak ekosistemi içinde, herhangi bir çevresel kirliliğe neden olmadan tarımsal üretim için değerlendirilmesi çok önemlidir. Bu olaylar, sağlıklı ve dengeli bir şekilde gerçekleşirken toprağın ekosistem hizmetlerini ve işlevlerini sürdürülebilir bir şekilde yerine getirebilmesinin tek yolu toprak biyotasının korunması, gerektiği durumlarda da biyotanın iyileştirilmesidir. Dünya yüzeyini kaplayan karaların büyük bir çoğunluğunun tarımsal üretim için kullanıldığı göz önüne alındığında, gezegenimizin azot döngüsünün sağlığına ve verimliliğine dair en büyük olumlu etkinin tarım topraklarındaki besin döngülerinin korunmasının ve iyileştirilmesinin olduğu yadsınamaz bir gerçektir.

2.2.3. SU DÖNGÜSÜ VE TOPRAKTA SUYUN HAREKETİ

Gezegendeki suların tamamı (buzullar, okyanuslar, denizler ve nehirler gibi), hidrosferi oluşturur ve su döngüsünün bir başlangıç noktası olmamakla birlikte hidrosfer, Dünya'daki ana su kaynağı olarak kabul edilir (Graham vd., 2015).

Su döngüsünü sürdüren en önemli bileşen olan Güneş'in etkisiyle ısınan okyanus yüzeyinden bir miktar su, buharlaşarak atmosfere karışır, (1). Buz ve kar kaplı yüzeyleri de süblimleşerek atmosferdeki su buharı haline gelir, (2). Bunlara ek olarak, bitkilerin yaprak yüzeylerinden terleme yoluyla (evapotranspirasyon) ve toprak yüzeyinden gerçekleşen buharlaşma da atmosferdeki su buharı miktarını etkiler, (3). Atmosferde gaz halinde bulunan su, atmosferin çeşitli katmanlarında yoğunlaşan bulutların hareketleri sonucu yeryüzüne yağış (yağmur, kar ve dolu) olarak düşer, (4). Yağışla yeryüzüne düşen suyun, bir kısmı okyanus yüzeyinden buharlaşarak tekrar atmosfere karışır, (5); bir kısmı yüzey akışıyla besin maddeleri ile doymuş bir çözelti şeklinde okyanusa ulaşır, (6); bir kısmı toprak tarafından emilerek topraktaki biyolojik süreçlerde kullanılır, (7); topraktan emilen suyun bir bölümü sızarak yer altı sularını meydana getirirken bir kısmı da akarsular yoluyla tekrar okyanuslara ulaşır, (8) ve bir bölümü de gölleri meydana getirir, (9) (Graham vd., 2015).



ŞEKİL 5:
SU DÖNGÜSÜ

(KAYNAK: SUTEMA.ORG)
(ÇİZİM: MELİSA ÖZDİLEK)

TABLO 3:
TOPRAĞIN
İŞLEVLERİ

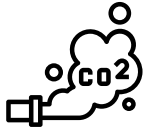
Su döngüsünde ve ekosistem hizmetlerinde toprağın işlevleri aşağıdaki tablodaki gibi özetlenebilir (FAO ve ITPS, 2015):

TOPRAK İŞLEVİ	MEKANİZMA	SONUÇ	EKOSİSTEM HİZMETİ
Depolama	Toprak gözeneklerinde depolanan su, bitki ve mikrobiyoloji topluluğunu destekler.	• Biyokütle üretimi • Toprak yüzeyinin korunması	• Gıda • Estetik • Erozyon kontrolü
Kılcal Geçirimsizlik	Düşen su, fazlası yüzey akışı olacak şekilde toprakta filtrelenecek süzülür.	Hızlı yüzey akışının azaltılması	• Erozyon kontrolü • Sel ve su baskını güvenliği
Hidrolik İletkenlik	Toprağa giren su, fazlası yer altı kaynaklarına süzülecek şekilde toprakta dağıtılır.	Yer altı sularının beslenmesi	• Yer altı sularının zenginleşmesi • Akarsu akışı kontrolü
Filtreleme	Su, toprak matrisinden geçerken toprak parçacıkları ve biyotasıyla etkileşime girer.	Biyolojik ayrışma ve muhafaza ile kirleticilerin uzaklaştırılması	• Su kalitesi

Tarımsal üretimin en belirleyici etkenlerinden biri iklimdir. Uluslararası çalışmalar, tarımsal ihtiyaçların üretimi aştığı bölgelerin aynı zamanda gezegenin kurak bölgeleri olduğunu göstermektedir. Kurak bölgelerde, tarımsal üretimin sürdürülebilirliği ve verimini etkileyen önemli unsurlardan biri de sulama olanaklarıdır. Sulama olanaklarının varlığı ve sağlıklı bir şekilde devamı, küresel ve havzasal su döngüsünün sağlığına bağlıdır. Tarımsal üretimin sürdürülebilir gelişiminin ancak toprağın ve suyun bütünsel bir yaklaşımla ele alınmasına dayalı olduğu görülmektedir (TÖİK, 2018).

2.3. İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ

Gezegenimizin yüzey sıcaklığı; fosil yakıt tüketimi, sanayileşme, sentetik kimyasal gübrelerin kullanımı, arazi yönetimi ve arazi kullanım değişiklikleri (örn. ormansızlaşma) gibi insan faaliyetlerinin sonucu olarak atmosfere salınan sera gazlarının etkisiyle artmaktadır. Bunun en önemli etkisi, küresel ölçekteki iklim örüntülerinin ölçülebilir bir şekilde değişmesidir. Ortaya çıkan sonuçlar, ne yazık ki sadece hava olaylarını değil, aynı zamanda birbirlerine karmaşık bir şekilde bağlı olan tarımsal, biyofiziksel ve sosyoekonomik sistemleri de olumsuz şekilde etkilemektedir.



SERA ETKİSİ VE SERA GAZLARI

Sera Etkisi, Yerküre'nin yüzeyinden yayılan ısı radyasyonunun, atmosferdeki gazlar tarafından emilip tüm yönlerde tekrar saçılması sonucu yüzey sıcaklıklarının yükselmesi olayıdır (Orgiazzi vd., 2016).

Gezegenimizin atmosferinde en çok bulunan sera gazları;

- Karbondioksit (CO₂),
- Metan (CH₄),
- Nitröz oksit (N₂O) ve
- Su buharı (H₂O)'dır.

Gezegenimizin tarihi boyunca toprak biyotasındaki mikroorganizmalar; karbondioksit (CO₂), metan (CH₄) ve nitröz oksit (N₂O) gibi sera gazlarının atmosferdeki yoğunluğunu belirleyen temel düzenleyiciler olmuştur (Orgiazzi vd., 2016). Karbon, azot ve su döngülerindeki kilit rolüyle -fosfor ve kükürt vb. döngüleri de atlamamak gerekir- toprak biyotası, özellikle de mikrobiyolojik canlılar; küresel iklim değişikliği karşısında,

AMERİKA BİRLEŞİK
DEVLETLERİ'NDE,
TARIMSAL KAYNAKLI
KARBON SALIMININ
YARISINDAN FAZLASINA
ARAZİ YÖNETİMİ NEDEN
OLMAKTADIR.

sağlıklı toprak besin ağı inşa ederek tarımsal sistemlerimizin iklim değişikliğine uyumu konusunda adeta yaşamsal bir göreve sahiptir. Aynı zamanda bu unsurlar, toprağı karbon yutağı olarak geliştirerek iklim değişikliği ile mücadelede en önemli faktörler olarak ortaya karşımıza çıkmaktadır.

Güncel verilere göre 2018 yılında Amerika Birleşik Devletleri'nde, toplam karbon salımının %10'u tarımsal kaynaklı olup bunun %54,7'si, 318,16 milyon tonla arazi yönetimi sonucu ortaya çıkmıştır (United States Environmental Protection Agency, 2018).

Tarımsal kaynaklı sera gazı salımlarını ciddi şekilde etkileyen faktörleri; toprağın yoğun bir şekilde fiziksel olarak işlenmesi ile toprak organik karbonunun kaybedilmesi; arazilerin amaçlarının dışında kullanılması ve arazi tahribatı ile toprak besin ağının zayıflaması ya da yok olması; sera gazı olarak kabul edilen gazların küresel ölçekteki döngüsünü kontrol eden toprak mikroorganizmalarının zarar görmesi şeklinde sıralayabiliriz. Bu olumsuz tablonun önüne geçebilecek olan sürdürülebilir tarımsal faaliyetlerle; toprak besin ağı ve buna bağlı olarak toprağın ekosistem hizmet ve servisleri korunup iyileştirilebilir.

2.4. GIDA GÜVENLİĞİ, BESLENME VE TARIMIN SÜRDÜRÜLEBİLİRLİĞİ

FAO Dünya Gıda Güvenliği Komitesi (CFS), gıda güvenliğini şöyle tanımlar (CFS, 2009):

*“Gıda güvenliği, tüm insanlar, her zaman aktif ve sağlıklı bir yaşam için gereken beslenme düzeni ihtiyaçlarını ve gıda tercihlerini karşılayan yeterli, güvenli ve besleyici gıdaya fiziksel, sosyal ve ekonomik olarak erişebildiğinde vardır. Gıda güvenliğinin dört ayağı; **mevcudiyet, erişim, faydalanma ve istikrar**dır. Beslenme boyutu, gıda güvenliği kavramının ayrılmaz bir parçasıdır.”*

Gıda güvenliğinin, var olmasının ve devamlılığının sağlanabilmesinin en önemli bileşeni tarımsal üretim ve tarımsal üretimin verimliliğidir. Sürdürülebilir bir tarımsal üretim verimliliği ancak tarım topraklarının korunması ile mümkündür. Toprak ve su kaynakları bütünsel bir yaklaşımla ele alınmalı; toprağı bağlı karbon, azot ve su döngülerinin sağlığı için toprak besin ağı ve mikrobiyolojik canlılık korunmalı ve iyileştirilmelidir.

COVID-19 pandemisi öncesine ait 2019 tahminlerine göre, Dünya nüfusunun %8,9'una tekabül eden yaklaşık 690 milyon insan yeterli besine ulaşamamıştır. Bu sayının pandemi süresince artacağı öngörülmektedir (FAO, IFAD, UNICEF, WFP ve WHO, 2020). Toprak sağlığının bozulması sebebiyle ortaya çıkan mikro besin elementlerinin eksikliğinin, 2 milyar kişinin sağlığını etkilediği tahmin edilmektedir (TÖİK, 2018).

İnsanlar için gıda, lif ve yakıt gibi ihtiyaçları üretmenin kilit unsuru olan toprağın ve toprak sağlığının korunması; insan sağlığının, ekosistem hizmetlerinin, kaynak verimliliğinin ve her şeyin ötesinde gelecek nesiller için sürdürülebilirliğin sağlanmasında en önemli unsurdur. Küresel ölçekte toplam 24 milyar ton olduğu tahmin edilen toprak kaybının, senede hektar başına 0,5-2 ton arasında değiştiği görülmektedir (TÖİK, 2018).

Gezegennemizde binlerce yıl ayakta kalan birçok medeniyetin yıkılmasının arkasındaki temel etmenin; erozyona ve toprak canlılığı yitimine sebep olan tarımsal faaliyetler ve arazi yönetimi olduğu görülmektedir. Sürdürülebilir insan varlığı ve gelecek nesillerin güvence altına alındığı bir medeniyetin temelleri için toprağı korumamız ve iyileştirmemiz gerektiği gerçeği artık tarihi bir ders niteliğindedir.

3 (Montgomery, 2011. Çev. Emel Anıl)

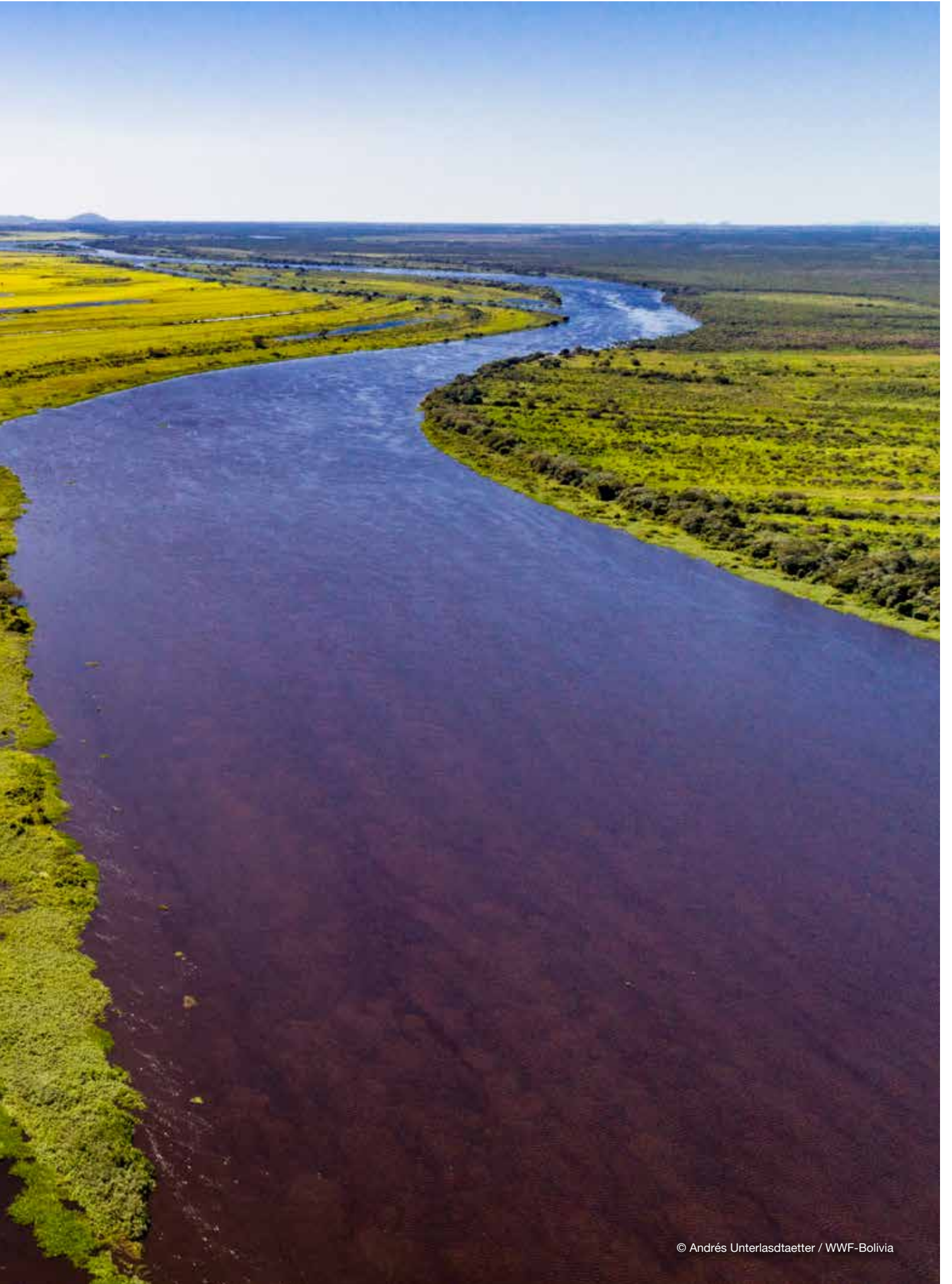
%8,9
DÜNYA NÜFUSUNUN
%8,9'UNU OLUŞTURAN
YAKLAŞIK 690 MİLYON
İNSAN. YETERLİ BESİNE
ULAŞAMAMAKTADIR



“BİR UYGARLIK ANCAK
İNSANLARINI DOYURACAK
ORANDA ÜRETKEN
TOPRAĞI OLDUKÇA
AYAKTA KALABİLİR.””
DAVID R. MONTGOMERY³

3. TARIMDA KULLANILAN TOPRAK KORUMA VE İYİLEŞTİRME YÖNTEMLERİNE GENEL BAKIŞ

TARIMSAL FAALİYETLERİMİZİN YOL AÇTIĞI OLUMSUZ SONUÇLAR, HER GEÇEN GÜN DAHA DA GÖZ ÖNÜNE ÇIKMAKTA VE İNSAN İHTİYAÇLARINI KARŞILARKEN EKOSİSTEM HİZMETLERİNİ SAĞLAYAN, İNSAN SAĞLIĞINI KORUYAN, GELECEK NESİLLERİN REFAHINI GÜVENCE ALTINA ALAN TARIMSAL SİSTEM YAKLAŞIMLARININ ÖNEMİ ARTMAKTADIR.



© Andrés Unterlasdtaetter / WWF-Bolivia

3. TARIMDA KULLANILAN TOPRAK KORUMA VE İYİLEŞTİRME YÖNTEMLERİNE GENEL BAKIŞ

Tarımsal faaliyetlerimizin yol açtığı olumsuz sonuçlar, her geçen gün daha da göz önüne çıkmakta ve insan ihtiyaçlarını karşılarken ekosistem hizmetlerini sağlayan, insan sağlığını koruyan, gelecek nesillerin refahını güvence altına alan tarımsal sistem yaklaşımının önemi artmaktadır. Bu bölümde, tarımsal faaliyet, erozyon, arazi tahribatı ve ekosistem hizmetleri alanlarında çalışan önemli, uluslararası kuruluşlarca kamuoyuna sunulan ve kabul görmüş yaklaşımlar arasında olan Sürdürülebilir Toprak Yönetimi, Koruyucu Tarım, Tarımsal Ormancılık ve Agroekoloji konularından bahsedilecektir.

3.1. SÜRDÜRÜLEBİLİR TOPRAK YÖNETİMİ

Toprak kaynaklarının tahribatına sebep olan etkenleri ortadan kaldırma ve toprak ekosistem hizmet ve işlevlerini iyileştirmeyi amaçlayan tüm yöntemler Sürdürülebilir Toprak Yönetimi (STY) kapsamında ele alınmaktadır. Toprak çerçevesinde bakıldığında toprak ancak sağlıklı ve üretken ise sürdürülebilirdir (TOB ve FAO, 2019a).

Sürdürülebilir Toprak Yönetimi (STY), 2015 yılında güncel gelişmeler doğrultusunda yeniden düzenlenen “Yenilenmiş Dünya Toprak Beyannamesi” (Revised World Soil Charter) metninde şöyle açıklanmıştır:

“Toprak yönetimi; destekleyici, tedarik edici, düzenleyici ve kültürel toprak ekosistem hizmetlerinin, söz konusu hizmetleri ve biyoçeşitliliği sağlayabilen toprak işlevlerini olumsuz biçimde etkilemeksizin belirgin bir şekilde devam ettirilmesi veya artırılması halinde ancak sürdürülebilirdir. Bitkisel ve hayvansal üretime yönelik destekleyici ve tedarik edici toprak ekosistem hizmetleri ile su kalitesi, elverişliliği ve atmosferik sera gazı salınımına ait düzenleyici toprak ekosistem hizmetleri arasındaki denge Sürdürülebilir Toprak Yönetimi için mühim bir mevzudur” (TOB ve FAO, 2019a).

Sürdürülebilir Toprak Yönetimi ilkeleri aşağıdaki gibidir (FAO, 2019):

- A. Toprak erozyonunun en aza indirilmesi,
- B. Toprağın organik madde içeriğinin artırılması (iyileştirilmesi),
- C. Toprak besin dengesinin ve döngülerinin güçlendirilmesi,
- D. Toprağın tuzlanması ve alkalileşmesinin önlenmesi, en aza indirilmesi ve azaltılması,
- E. Toprak kirliliğinin önlenmesi ve en aza indirilmesi,
- F. Toprağın asitlenmesinin önlenmesi ve minimize edilmesi,
- G. Toprak biyolojik çeşitliliğinin korunması ve iyileştirilmesi,
- H. Toprak mühürlenmesinin asgari seviyelere çekilmesi,
- I. Toprak sıkışmalarının önlenmesi ve etkilerinin azaltılması,
- J. Zemin sularının yönetiminin geliştirilmesi.

Türkiye’de, Tarım ve Orman Bakanlığı birimleri tarafından gerçekleştirilen STY (Sürdürülebilir Toprak Yönetimi) kapsamında; toprak erozyonu konusunda 14, toprak su yönetimi konusunda 13, toprakta tuzluluk-alkalilik konusunda 12, toprak biyoçeşitliliği konusunda 12, toprak mühürleme konusunda 10, toprak organik maddesi konusunda 8, toprak besinleri dengesi ve döngüsü konusunda 7, toprak kirliliği konusunda 5, toprak sıkışması konusunda 5 ve toprak asitliği konusunda 4 proje yürütülmektedir (TOB ve FAO, 2019a).



3.2. KORUYUCU TARIM

FAO'nun tanımına göre “**Koruyucu Tarım (KT)**, ekilebilir arazilerde kayıpların gerçekleşmesini engellerken aynı zamanda tahribata uğramış arazileri de iyileştirebilen çiftçilik sistemidir.” (FAO, 2021).

Koruyucu Tarımın üç ilkesi (FAO, 2018):

- 1. Toprak işlenmesinin en aza indirilmesi:** Toprağa yapılacak mekanik müdahalelerin azaltılarak toprak işlemesiz doğrudan ekime geçilmesi,
- 2. Toprak yüzeyinde daimi organik örtü sağlanması:** Ekin kalıntıları ve/veya örtü bitkileri ile daimi toprak organik örtünün sağlanması,
- 3. Ürün çeşitliliğinin sağlanması:** Ekim nöbetine dahil edilen ürün deseninde çeşitlilik gerçekleştirilmesidir.

Toprağın mekanik olarak işlenmesi; toprağın topaklı yapısı içinde depolanan organik karbonu, kimyasal ve mikrobiyal ayrışmaya maruz bırakarak toprak organik karbonunun kaybına sebep olur. TOK'un ve toprak nemliliğinin azalması ve bunlara bağlı olarak toprak mikrobiyal aktivitesinin düşmesi, toprak yapısını zayıflatır, erozyon riskini artırır ve toprak verimliliğini düşürür (ÇEM, 2018).

FAO'nun kaynaklarına göre, gezegenimiz üzerindeki toprakların üçte biri sürdürülebilir bir şekilde gıda üretemeyecek şekilde tahribata uğramış durumdadır. İçerdiği organizma çeşitliliği sayesinde bitki hastalıklarını, zararlı böcek ve yabancı ot nüfusunu kontrol altında tutabilen sağlıklı topraklar, sürdürülebilir ekin sistemlerinin kilit taşıdır (FAO, 2021b). Organik karbon ve toprak besin maddelerinin döngüsünün muhafaza edilmesi ve iyileştirilmesi, toprağın su tutma kapasitesinin artırılması, toprakların ayrıca iklim değişikliğinde önemli bir görevi yerine getirmesini sağlar.

Koruyucu Tarım; toprak tahribatının ve erozyonun önüne geçmeyi; arazilerin su, besin ve karbon döngülerini iyileştirerek agroekolojik üretkenliği onarmayı ve toprak kaynaklı ekosistem hizmetlerini ortaya çıkarmayı hedefler. Toprağın ve ona bağlı olarak tarımsal üretimin iklim değişikliğine ve hava olaylarına karşı dirençliliğini artırmak, koruyucu tarımın vurgulanan önemli noktaları arasındadır (FAO, 2018).

3.2.1. KORUYUCU TOPRAK İŞLEME

Enerji tüketimini, toprak hazırlığını ve işleme maliyetlerini en aza indiren; insan emeğinin etkin kullanımını sağlayan; su ve toprağın korunması amacıyla arazide yeterli bir bitki örtüsünün bırakılmasıyla gerçekleştirilen **koruyucu toprak işleme**; çiftçi açısından başlangıç aşamasında bazı zorluklar barındırabilir. Uygulamaya başlamadan önce ve uygulama esnasında, ekim nöbeti, anız yönetimi, tohum seçimi, yabancı ot kontrolü, makine temini, ekim zamanı ve arazi uygunluğu gibi konularda bilgiye ve deneyime erişim çok önemlidir (Çelik, 2016).

a. Toprak İşlemesiz Doğrudan Ekim

Dünyada birçok farklı iklim, toprak yapısı ve ekin çeşidi için toprak işlemesiz doğrudan ekime elverişli 116 milyon hektar arazi olduğu tahmin edilmektedir (Orgiazzi vd., 2016).

Doğrudan ekim, birincil bitkiye ait hasat sonrası bitki kalıntılarının fiziksel ya da kimyasal olarak bertaraf edilmediği tarlaya, ikinci ekilen bitkinin tohumunun herhangi bir toprak işleme gerçekleştirilmeden ekilmesi işlemidir. Bazı durumlarda, sonbaharda yapılacak ekim için tarlada kalan bitki kalıntıları parçalandıktan sonra toprağı devirmeyecek makinelerle toprak işlenebilir (Aykas vd., 2005). Örneğin toprak sıkışıklığının sorun olduğu yerlerde 4-5 yılda bir toprağı yırtarak kabartan çizel ve benzeri makineler kullanılabilir.⁴

Toprak yüzeyinin tamamının her daim örtülü kalmasını hedefleyen doğrudan ekim, toprağın nemliliğini, organik maddesini, besin miktarını ve ürün verimini artırır; toprak işleme emeğini azaltarak emek maliyetini düşürür. Korunan ve iyileştirilen toprak nemliliği sayesinde tarla nadasa bırakılmadan da ürün yoğunluğu artar. Toprak işlememenin ortaya çıkarabileceği yabancı ot sorununda, herbisit kullanımına alternatif olarak, örtü bitki uygulaması yapılabilir (TWB, 2012). Örtü bitkisi ve ekim nöbetiyle gelen biyoçeşitlilik de hesaba katıldığında, toprak işlemesiz doğrudan ekimin toprak yaşamı için çok faydalı olduğu söylenebilir (Orgiazzi vd., 2016).



TOPRAK İŞLEMESİZ ORGANİK DOĞRUDAN EKİM

Jeff Moyer ve ekip arkadaşları organik (herbisit, pestisit ve sentetik gübre kullanılmadan) doğrudan ekimin dört temel adımını şöyle anlatır:

1. Sonbaharda; **tüylü fiğ, arpa, buğday, çavdar ya da yulaf** gibi kışa dayanıklı türler ekerek toprağın yüzeyini korumak ve yabancı otları bastırmak.
2. Sonbaharda ekilen bitkiyi, ilkbaharda olgunluğa erişince bitki sapını belirli aralıklarla silindir uçlu kıvrırcı ekipman⁵ ile ezerek **tarlaya yatırmak**.
3. Bitki sapını belirli aralıklarla ezerek tarlaya yatırma işleminin yapıldığı esnada, yatırılmış bitkinin içine **doğrudan ekim makinesi ile esas gelir getirici bitkiyi ekmek**.
4. Sonbaharda hasattan sonra, tekrar kışa dayanıklı bitkiyi ekerken daha önceden **sapları kalan bitkiler diskle toprağı gömmek**.

Genel olarak baktığımızda, sonbahar örtü bitkisi ve roller-crimper'in kullanılması toprağın yüzeyinde, gelir getirici bitkiye besin, gölge ve nem sağlarken; yabancı otu da baskılayan yoğun bir organik madde örtüsü sağlar.

Kaynak: White, 2014

⁴ Tarım makineleri alanında çalışan bir akademisyenle yapılan görüşmeden notlar.

⁵ İngilizce'de "roller-crimper" olarak geçen ekipman.

Toprak mikroorganizmaları göz önünde bulundurulduğunda doğrudan ekim, mantar:bakteri (F:B) oranını artırarak topraktaki birincil ayrıştırıcılar dengesini olumlu yönde etkiler (Orgiazzi vd., 2016).

b. Azaltılmış Toprak İşleme

Azaltılmış toprak işlemede, pulluk kullanmaksızın ilk adımda çizel ve diskli aletler, ikinci adımda ise tohum yatağı da hazırlamak üzere diskli aletler ve kültivatör kullanılır (Aykas vd., 2005).

Toprak yüzeyinde, %15 ile %30 arasında bitki kalıntısı kalacak şekilde, toprak devirmeden yapılan bu mekanik müdahale sonunda hektar başına 500 - 1000 kg kalıntı kalmış olur (TWB, 2012).

c. Şeritsel Toprak İşlemeli Ekim

Geleneksel toprak işlemenin toprağı havalandırma avantajı ile toprak işlemesiz doğrudan ekimin toprağı koruma özelliğini bir araya getiren bu uygulamada; ekim öncesi, sadece tohum ekilecek sıranın 5 ile 30 cm genişliği işlenir (Aykas vd., 2005; TWB, 2012).

Bu yöntemin kullanılması sonucu, geleneksel toprak işlemeye kıyasla; erozyon riski ciddi şekilde azalırken, tohum yatağı hazırlığı maliyeti %60 düşmektedir (Aykas vd., 2005). Toprak işlemesiz doğrudan ekime göre çok daha keskin bir tohum serpme makinesi gerekir ve ekine uygun bir örtü bitki uygulaması yabancı otu baskılamak için çok önemlidir (TWB, 2012).

d. Malçlı Toprak İşlemeli Ekim

Bu yöntemde amaç, toprak yüzeyini yıl boyunca bitki ve bitki kalıntılarıyla örtülü tutmaktır. Bunun için toprak sadece ekim öncesi işlenir ve bitki kalıntıları çizel, tarla kültivatörü ve diskli tırmık gibi aletlerle toprağı karıştırılır (Önal, 1995; TWB, 2012). Malçlı toprak işleminden sonra, tohumun ekileceğı bölgenin bitki kalıntılarından temizlenmesini sağlayan diskli makinelerin kullanılması çok önemlidir (Aykas vd., 2005).

e. Sırta Ekim

Sırta ekim, drenajı düşük olan topraklarda tercih edilen bir yöntem olup geleneksel toprak işlemeyi andırır. Tohum yatağı, önceki hasattan kalan bitki kalıntılarıyla oluşturulmuş ufak "sırt"lara hazırlanır. Bitki kalıntıları, sırtlar arasındaki sıralarda kalacak şekilde toprak, kazayağı, diskli ekici, kesici disk veya hat temizleyici gibi aletlerle işlenebilir. Geleneksel toprak işlemeden farklı olarak, uygun görüldüğü takdirde gübre vermek dışında hasattan ekime kadar toprak işleme yapılmaz (Gözübüyük vd., 2017).

Gözübüyük vd. (2017) tarafından hazırlanan proje teklifinde belirtildiğı üzere sırta ekim uygulaması, ilk olarak 1950 yılında, ABD'nin Nebraska eyaletinde başlamıştır. 1970'lerin sonunda Meksika'da uygulanan bu yöntem, 1981 yılına gelindiğinde Meksika'daki toplam ekimin %6'sını, 1996'ya gelindiğinde ise %90'nını kapsayacak şekilde benimsenmiştir.

3.2.2. ÖRTÜ BİTKİ

Örtü bitki uygulaması, topraktaki makro ve mikro besin maddelerinin iyileştirilmesi, toprak verimliliğinin artması ve toprak işlemez doğrudan ekim uygulamalarında yabancı ot kontrolünün sağlanması için yetiştirilen bitkileri kapsar (FAO, 2018; TWB, 2012).

Yıl boyunca toprağın yüzeyinin bitkisel biyokütle ile örtülü kalması, toprağı güneşin zararlı etkilerinden korur, toprağın yüzey buharlaşması sebebiyle su kaybetmesini engeller. Bitki kalıntılarının özellikle biyolojik olarak (toprak organizmaları tarafından) ayrışması, topraktaki organik madde ve organik karbon miktarını artırır. Bu sayede toprağın su tutma kapasitesi de arttığı gibi toprak organizmalarının sayısı ve çeşitliliği de korunmuş olur. “Yeşil gübre” olarak da adlandırılabilen örtü bitkileri, Dünya Bankasının (2012) yürüttüğü çalışmaların sonuçlarına göre bir yılda hektar başına 4 ton kuru madde verimini sağlayabilmektedir.

Monokültür sistemlerle kıyaslandığında, köklerinde rizobiyum bakterileriyle simbiyotik ilişki içinde olan baklagillerin de dahil edildiği 10 yıldan uzun süreli örtü bitki yönetiminin sonuçları; topraktaki azot döngüsünde iyileşme sağlayacak şekilde daha geniş bir toprak faunası ve mikrobiyal aktivite ortaya çıkarmaktadır (Orgiazzi vd., 2016).

3.2.3. EKİM NÖBETİ

Ekim nöbeti; aynı araziye belli hedefleri gözeterek seçilmiş farklı bitkilerin, birbiri ardına ekilerek yetiştirilmesidir. Dünya Bankası'nın yaptığı çalışmalar, darıdan sonra börülce ya da soya fasulyesi ekildiğinde; aralıksız darı ekimine göre daha yüksek verim elde edildiğini göstermiştir (TWB, 2012).

Ekim nöbeti, toprak verimliliğinin, topraktaki su kaynaklarının yönetiminin geliştirilmesinde; erozyonun, zararlıların ve hastalıkların azaltılmasında etkili bir yöntem olarak ifade edilir. Farklı derinliklerde büyüyeabilen bitki kökleri ile toprak biyoçeşitliliğinin korunmasında ve iyileştirilmesinde yöntemin olumlu etkileri vardır (TWB, 2012).

Toprak işlemez doğrudan ekim yöntemine dair kilit tamamlayıcı uygulamalardan biri olan ekim nöbeti için önerilen stratejiler şöyledir (TWB, 2012):

- Toprağın ve içindeki etkileşimlerin korunması için büyük miktarlarda biyokütle ve kalıntı üretmek,
- Canlı bitki örtüsünü kesintiye uğratmayacak şekilde bir ardışıklığı sağlamak,
- Ekim nöbetine çok yıllık bitkileri de (yaşam süresi en az üç yıl olan) dahil etmek,
- Azot bağlayan baklagil bitkilerin de dahil olacağı şekilde bir çeşitlilik planlamak.

Ekim nöbetinin sonuçlarından biri olan polikültür yaklaşım, endüstriyel tarımın getirdiği monokültür (tek tip ürün, yalın ürün) uygulamalarından farklı olarak toprak biyoçeşitliliğini, topraktaki karbon ve su döngüsünü, toprağın ve bitkilerin zararlılara ve hastalıklara karşı direncini geliştirir. Kanada'da yapılan bir araştırma, ağaçların da dahil edildiği polikültür bir sistemdeki toprak solucanı sayısının, konvansiyonel monokültür tarımsal sahadan daha fazla olduğunu ortaya koymuştur (Orgiazzi vd., 2016)



3.3. TARIMSAL ORMANCILIK

Tarımsal ormancılık, ekinlerle (çoğunlukla tek yıllık tahıl ve bahçe bitkileri) çalıların, ağacların ve hayvancılık sistemlerinin bir arada işletildiği bir arazi kullanım sistemidir. Toprak verimliliğini tarımsal faaliyetler için uygun bir seviyede tutabilen sistemlerin başında gelen tarımsal ormancılık; tek yıllık ve çok yıllık bitkiler ile hayvancılık için gerekli olan otlakların ilişkilerine göre orman altı otlak, koridor otlatma gibi birçok alt dala sahiptir.

Tarımsal ormancılık;

- Ağaç ve çalıların sağladığı gölge ile oluşan mikroiklimler sayesinde ekinlerin ve hayvanların üzerindeki sıcaklık baskısını azaltarak verimi artırır.
- Yüksek toprak üstü ve toprak altı karbon depolama kapasitesine sahip olan tarımsal ormancılık, seçilecek olan bitki ve hayvan türleri doğrultusunda her iklim bölgesine uygun bir sistemdir.
- Arazi tahribatının gerçekleştiği ve bitkisel üretim için tarıma uygun olmayan marjinal araziler için önemli bir ekolojik restorasyon aracıdır.
- Ağaç türlerinin tahıl ve sebze üretimi ile hayvancılığa müsaitlik durumuna göre seçildiğinde tarımsal ormancılık yerel meyve türleriyle elde edilen gelirin artmasını sağlar.
- Gezegenimizin karbon, azot, su ve besin maddeleri döngülerine sunduğu katkılar sayesinde iklim değişikliğine uyumu güçlendirir; iklim değişikliği ile mücadelede rol oynar; erozyonun en aza indirilmesini sağlar; tuzluluk ve alkaliliği dengeler; toprak neminin yükseltir ve terleme yoluyla kaybedilen suyu azaltır.

Geliştirilmiş tür çeşitliliği yönetimi; dünya nüfusu ve enerji ihtiyacı ile artan tarımsal talep karşısında uzun vadeli tarımsal sürdürülebilirlik, toprak biyoçeşitliliğinin korunması ve dirençliliğinin geliştirilmesi meselelerine yönelik stratejilerden biri olarak dikkati çekmektedir. Arazi ölçeğinde bile üretkenliği ve verimi artırmanın yollarından biri olan polikültür, ekosistem hizmetlerinin gerçekleştirilebilmesi için de kilit bir yaklaşımdır.

Tarımsal ormancılık, sadece farklı türlerin bir arada olmalarına değil, arazinin farklı zamanlarda ya da farklı sıralamalarda kullanım çeşitliliğine de yöneliktir. Böylece mekan ve zaman, tarımsal bileşenlerle ağaclar arasındaki ekolojik etkileşimlerin sayısını ve içeriğini çoğaltarak sistemin verimini artırır.

Toprak üstünde bitki biyokütlesi olarak depolanan karbonun, bitki öldüğünde toprağa geri dönmesiyle ortaya çıkan malç da zamanla ayrışarak toprak besin ağına önemli bir enerji kaynağı oluşturur (Orgiazzi vd., 2016).

Dünya Bankasının (2012), Afrika'nın yedi ülkesinde, yedi ağaç türüyle yürüttüğü bir çalışma, ağaç altı ve arası ekin sistemlerinin yılda hektar başına 1,4 ton karbon bağlayabildiğini göstermiştir. Rapora göre tarımsal ormancılığın toprak üstü ve toprak altı karbon bağlama potansiyeli açısından dünyanın her bölgesinde en yüksek değere sahip olduğu ortaya konmuştur. Karbon bağlama potansiyeli açısından arazi yönetimi sıralaması; tarımsal ormancılık en fazla olacak şekilde, örtü bitki, hayvan gübresi uygulaması, ekin kalıntıları ve toprak işlemezisiz doğrudan ekim şeklindedir (TWB, 2012).

3.4. AGROEKOLOJİ

Agroekoloji, ekolojinin kavram ve ilkelerinin; bitkiler, hayvanlar, insanlar ve çevre arasındaki etkileşimleri en uygun hale getirmek için uygulanması üzerine kuruludur (FAO Agroecology, 2019).

1930'lardan beri bilimsel bir disiplin olan agroekoloji, ekosistem bileşenleri ve tarım arasındaki biyolojik etkileşimlere odaklanarak "sürdürülebilir agroekosistemler için bir tasarım çerçevesi" sunar. Agroekoloji, yalnızca bir tasarım bakış açısı sunmakla kalmayıp, aşağıdaki 10 temel bileşenle sürdürülebilir bir gıda sisteminin genel çerçevesini de çizer: Çeşitlilik, Ortak Bilgi Yaratımı ve Bilginin Paylaşımı, Sinerjiler, Verimlilik, Geri dönüşüm, Dirençlilik, Beşeri ve Sosyal Değerler, Kültür ve Gıda Gelenekleri, Sağduyulu Yönetişim, Döngüsel ve Dayanışmaya Dayalı Ekonomi.

Temiz, besleyici ve adil gıdaya ulaşmak için gıda toplulukları ve topluluk destekli tarım gibi sivil girişimlerden; gıdaya erişim ve gıdanın adil dağıtımını gibi ulusal ve uluslararası stratejilerden ve her türden uygulama yöntemine kadar uzanan geniş bir yelpazede, yukarıda sıralanmış 10 bileşen dahilinde değerlendirilebilen her türlü sistem agroekolojinin kapsamına girmektedir.

3.5. BİYOLOJİK TOPRAK DÜZENLEYİCİ VE İYİLEŞTİRİCİLERİN KULLANIMI

Genel olarak sadece fiziksel ve kimyasal toprak düzenleyicilerin ön plana çıkarıldığı günümüz tarımında, toprak biyotasının tarımsal faaliyetlerdeki öneminin kavranmasının da etkisiyle biyolojik temelli düzenleyicilerden ve dolayısıyla iyileştiricilerden öne çıkanlar kompost, kompost çayı ve de biyokömürdür.

a. Kompost ve Kompost Çayı

Kompost, insanlar tarafından yönetilen, oksijenin varlığında organik maddeleri ayrıştıran ve dönüştüren mikroorganizmaların yetiştirilmesini içeren bir kompostlaşma sürecinin ürünüdür (Jenkins, 2019).

Kompostlaşma, canlı organizma ve organik bileşik kaynaklı tüm malzemenin, oksidatif (oksijenin varlığında gerçekleşen) süreçlerle, aerobik (oksijen ile yaşayan) canlılar tarafından, biyokütle üretiminde yeniden kullanılabilir biyolojik olan "hammadde"ye ayrıştırılması olayıdır.

Organik maddenin ayrışması sürecinde etkin olacak mikroorganizma çeşidini ve sayısını; ayrışmanın hızını ve sağlığını belirleyecek en önemli iki unsur olan karbonun (C) ve azotun (N) ağırlık bakımından birbirlerine olan oranıdır. Karbon, kompost biyotası için gerekli enerjiyi sağlarken; azot, amino asitin ve dolayısıyla genetik materyalin yapı taşı olduğu için bu iki elementin oranı kompostlaşma sürecinin temelini oluşturur.

**"KOMPOST, TOPRAĞIN
YARALARINI SARAN
BİR UNSURDAN
VEYA GÜBREDEN
DAHA FAZLASIDIR.
[KOMPOST], YAŞAMIN
DEVAMLILIĞININ BİR
SEMBOLÜDÜR... BİR
YAZAR İÇİN DAKTİLO,
BİR İŞÇİ İÇİN KÜREK VE
BİR TIR ŞOFÖRÜ İÇİN
- TIRI NE İSE -
KOMPOST DA - ORGANİK
BAHÇECİ - İÇİN ODUR. "**
J. I. RODALE

**"YAŞADIYSA TEKRAR
YAŞAYABİLİR."**
GEOFF LAWTON⁶

6 Permakültür Araştırma Enstitüsü Türkiye "Bir Çürüme Kursu: Toprak, Kompost ve Tuvalet" başlıklı eğitim notları.

Birçok farklı kompost yöntemi ve yaklaşımı olmakla birlikte, toprak biyotasındaki özellikle mikrobiyolojik canlıların sağlığı ve toprak besin ağının sürdürülebilirliği için gereken kompostlaşma aşağıdaki tabloda ifade edilen unsurlar ortaya konmadan gerçekleştirilememektedir.

TABLO 4:
(DOĞRU) BİR
KOMPOST İÇİN
GEREKEN
4 TEMEL UNSUR

(YETERLİ) NEM	OKSİJEN (HAVA)	(UYGUN) SICAKLIK	(DENGELİ) BESİN
Mikrobiyolojik aktivitelerin ve çürümenin başlaması için şarttır. Kompostlaşma süreci nem kaybeden bir süreçtir. İdeal nem: %50	Aerobik bakteri yetiştirilmesinde çok önemlidir. Bunu sağlamak için hacimli organik madde -hava boşlukları- gereklidir.	Kompostlaşmanın farklı aşamalarında, farklı sıcaklık ihtiyaçları olan canlılar için doğru sıcaklık, doğru mikrobiyolojik aktivite demektir. (İdeal sıcaklık: 55-65 oC)	C:N oranına baktığımızda farklı kullanımlar için değişik oranlar gerekse de bu oran 25-30:1 'den düşük olmamalıdır. (Örn. 10:1 azot miktarı, yüksek bir karışımdır.)

TABLO 5:
KOMPOST
MALZEMELERİNİN
C:N ORANINA GÖRE
SINIFLANDIRILMASI

YÜKSEK AZOT (10:1)	YEŞİL - TAZE (30:1)	YÜKSEK KARBON - OLGUN (100:1)
Bakteri besinidir. Örnek: Taze gübre, yeşil baklagiller, azot bağlayan diğer bitkiler.	Bakteri besinidir. Tazeyken (yeşilken) kesilmiş her şey.	Mantar besinidir. Lignin/selüloz ağırlıklı ve ölüyken kesilmiş her şey.



KOMPOST NEDEN ÖNEMLİDİR?

- 1. Nem tutar.** Doğru bir kompost, ağırlığının 9 katı kadar su tutabilir. Bu oran, kil için ağırlığının beşte biri iken kum için onda birdir.
- 2. Yavaş salımlı besin sağlar.** Suda çözünen inorganik gübrelere kıyasla çok daha uzun bir sürede kullanılabilir bir kaynaktır ve bu bitki büyümesi için çok önemli bir husustur. 2 ton ağırlığındaki doğru bir kompost, 5 ton olgunlaşmamış hayvan gübresinden daha büyük bir fayda sağlayabilir.
- 3. Toprakta hava boşluğu oluşumuna katkı sunar.**
- 4. Toprakta pH'ı dengeler.**
- 5. Toprağın rengini koyulaştırarak ısı tutmasını sağlar.**
- 6. Toprakta mikrobiyal nüfusu sağlar.** Doğru bir kompost, toprak besin ağındaki tüm mikropları bünyesinde barındırır: Mantar, bakteri, protozoa ve nematodlar gibi. Kompost, arazide eksik olan faydalı mikrobiyolojik canlılığın aşısı olarak kullanılabilir gibi bu canlılığın tamamen eksik olduğu durumlarda, başlatıcı olarak görev alır.
- 7. Pestisit, herbisit, fungusit gibi kirletici maddeleri "kilitleyerek" bitkiler tarafından emilmelerini engeller.** Doğru hazırlanmış kompostun içindeki mikroorganizmalar, "biyoremediasyon" ile zehirli kirleticileri ayrıştırıp uzaklaştırarak, toprağın temizlenmesine katkı sağlar.

**AKTİF OLARAK
HAVALANDIRILMIŞ
KOMPOST ÇAYI,
DEMLENDİĞİ
KOMPOSTUN İÇİNDEKİ
1 MİLYAR OLAN
BAKTERİ NÜFUSUNU,
4 MİLYARA YÜKSELTİR.**

**BİR TON AKTİF OLARAK
HAVALANDIRILMIŞ
KOMPOST ÇAYI, İKİ
HEKTAR ARAZİYE
YETECEK KADAR
CANLILIK AŞILAYABİLİR.**

Kompost Nasıl Kullanılır?

Kompost birçok farklı şekilde kullanılabilir. Yaygın kullanımı, **bahçecilik** ölçeğinde, tohum fidelemek için hazırlanan karışıma eklenmesi; fide toprağa dikilirken dikim çukuruna konması ve sebze büyürken toprağa ilave edilmesi şeklinde görülebilir. **Tarla tarımında**, tohum yatağına konabilir, dip çapası gibi uygulamalar esnasında, çapa öncesi uygulanabilir. **Çok yıllık sistemlerde**, örneğin meyve bahçelerinde, ağacın taç çizgisi hizasında toprağın yüzeyine çember şeklinde serilebilir. Burada önemli olan serilen kompostun açıkta kalmamasıdır. Bunun için çapa ya da kazmayla toprağa gömülebileceği gibi kompostun üzerini malç uygulamasıyla kapatmak da mümkündür.

Kompostun uygulamaları arasında en etkin olanı kompost çayıdır.

Kompost çayı, daha doğru ismiyle **aktif olarak havalandırılmış kompost çayı** (AHKÇ), yukarıda tanımlanan (doğru) kompostun, mikrobiyal besin (melas, meyve suyu, kelp yosunu, hümit ve fülvik asit, balık hirolizatı vs.) ve klorsuz su karışımı içinde, belli bir sürede (12-36 saat) ve uygun sıcaklıkta (22-25 °C), havalandırılmış (ideal min. 7 mg/kg) şekilde “demlenmesi” işlemi sonucunda ortaya çıkan sıvı formdaki üründür. Bu yöntemle, kompostun içindeki faydalı mikroplar ile besin maddeleri çoğaltılarak araziye aşılama hazır hale getirilir. Özellikle çok yıllık sistemlerde ihtiyaç duyulan büyük miktarlardaki kompostu, içeriğini zenginleştirerek çoğaltmanın en etkin yolu aktif olarak havalandırılmış kompost çayıdır.

Kompost çayı, içindeki oksijenin azalması ve aerobik mikropların ölmeye başlaması sebebiyle anaerobik koşulların ortaya çıkmaması için demlendikten sonra birkaç saat içinde kullanılmalıdır. AHKÇ, sıvı olarak spreyleme yöntemiyle büyümenin gerçekleştiği özellikle bahar aylarında üç ayda bir uygulanabilir. Toprak besin ağı sağlığını kazandıktan ve bunun etkileri gözlemlendikten sonra uygulama sıklığı senede bir olacak şekilde azaltılabilir.

Toprak besin ağı içinde canlılar arasındaki işlevsel ilişkiler araştırılıp kavrandıkça, kompost ve AHKÇ uygulamalarının tarımsal üretimdeki sürdürülebilirlik için kilit unsurlar arasında olduğu yadsınamaz bir gerçektir.

b. Biyokömür

Biyokömür yaklaşımının temeli, Amazon Nehri deltasındaki geleneksel terra preta topraklarının oluşum sürecinin pratik uygulamaya geçirilmesine dayanır.

Biyokömür, organik maddelerin piroliz (oksijenin kısıtlı olduğu ortamlarda, yüksek derecelerde 300-700 °C) yakılması sonucu dönüştüğü katı maddenin adıdır (Ladygina ve Rineau, 2013). Oksijenin eksikliğinde gerçekleşen yanma, organik maddenin içindeki karbonun, karbondioksit dönüşmeden gazlaşmasına sebep olur.

Biyokömürün kömürleşen karbon dışındaki her şeyin gazlaşmasıyla ortaya çıkan gözenekli yapısı ve bu yapının duvarlarını meydana getiren uzun karbon zincirlerinin varlığı; biyokömürün bir toprak düzenleyici ve iyileştirici olarak gündeme gelmesinin yanı sıra iklim değişikliği ile mücadelede de önemli bir karbon bağlama aracı olarak tanımlanması sağlamıştır (Ladygina ve Rineau, 2013; Orgiazzi vd., 2016; TWB, 2012). Biyokömür, üretildiği organik maddeden 10 ile 1000 kat daha uzun süre toprağın içinde ayrışmadan kalabilir (TWB, 2012).

BİYOKÖMÜR NEDEN ÖNEMLİDİR?

1. Toprağa besin maddesi sağlar ve diğer besin maddesi kaynaklarının kullanımını geliştirir.
2. Toprağın su tutma kapasitesini artırır, toprak yapısını güçlendirir.
3. Topraktaki mikrobiyal biyokütleyi ve aktiviteyi artırır.
4. Toprakta, bitki ve mikorizal mantarlar arasında kurulan simbiyotik ilişkiyi güçlendirerek tarımsal verimliliği ve üretim miktarını artırır.
5. Duvarlarının yüklü yapısı sayesinde, topraktaki katyon değişimini iyileştirir.
6. Bünyesindeki gözenekler sayesinde topraktaki faydalı mikroorganizmalara yaşam alanı sağlar (Ladygina ve Rineau, 2013; Orgiazzi vd., 2016; TWB, 2012; Akça ve Namlı, 2015, 2019).

Biyokömür uygulamasında en önemli noktalardan biri, toprağa uygulanmadan önce “aktifleştirilmesi”dir. Bünyesindeki boşlukların, uygulama öncesi mutlaka faydalı mikroorganizmalar tarafından doldurulduğuna emin olunmalıdır. Aksi takdirde, toprak verimliliğini kısa bir süre düşürebilecek şekilde mikroorganizmaların birçoğu, tekrar üreyip çoğalmaya kadar toprakta bulunmaktansa biyokömürün içine yerleşir. Aktifleştirme işlemi, biyokömürün, uygulamadan en az 12 saat önce mikrobiyal canlılığı yüksek, örneğin kompost çayı gibi sıvı düzenleyicilerle aşılmasıyla gerçekleştirilebilir.

3.6. YENİLİKÇİ YAKLAŞIMLAR

Özellikle 1970’li yıllardaki kültürel değişim rüzgarının etkisiyle daha geniş bir yelpazede şekillenen fikir dünyası, insan ve doğa arasındaki ilişkiyi farklı bir perspektiften gündeme getirirken tarımsal ihtiyaçlarımızın karşılanma biçimlerini de tartışmaya açmıştır. İnsanı doğadan ayrı bir varlık olarak ele almayan, doğa ile mücadele etmek yerine onunla birlikte çalışan sistemlerin geliştirilmesi ve sürdürülmesi türümüzün geleceği için belirleyicidir. Bu bölüm, tarımsal faaliyetlerimizi doğa ile uyumlu bir şekilde tasarlayarak türümüzü devam ettirebilmemizi sağlayacak olan bazı yöntemleri ele almaktadır.

3.6.1. PERMAKÜLTÜR

1970’lerde, Avustralyalı Bill Mollison ve David Holmgren’in doğal ekosistemlerin ilkelerini temel alan, insan ihtiyaçlarını karşılamak için gerekli, üretken peyzaj tasarımlarıyla ilgili bir tez çalışması olarak başlayan Permakültür, kurucuları tarafından **sürdürülebilir insan yerleşimleri oluşturmaya amaçlayan bir tasarım bilimi** olarak tanımlanmaktadır (Hemenway, 2009; Mollison, 1988).

1978 yılında “Permakültür 1” (Permaculture One) isimli bir kitaba da dönüştürülen yüksek lisans tezinin üzerine Bill Mollison’un 1988’de yazdığı Permaculture: A Designer’s Manual kitabı, Permakültürü insanın, sadece gıda ve barınma ihtiyaçlarına yönelik bir rehber olmaktan çıkarıp; insan kültürünün tüm alanlarıyla ilgili yenilikçi ve bütünlüklü bir tasarım sistemi haline getirmiştir.

**“BİR SİSTEM EN AZ,
ÖMRÜ BOYUNCA
BAKIMI VE ÖMRÜNÜN
SONUNDA YENİLENMESİ
İÇİN GEREKEN ENERJİYİ
ÜRETEBİLİYORSA
SÜRDÜRÜLEBİLİRDİR.”
GEOFF LAWTON’**

Permakültürün doğal ekosistemlerin çalışma ilkelerinin çerçevesine dair gözlemden çıkarak belirlenen üç etiği, tasarım yaklaşımının vazgeçilmez temelini oluşturmaktadır:

1. Dünyayı gözetmek,
2. İnsanı gözetmek,
3. İhtiyaçlar karşılandıktan sonra artanı, ilk iki etiğe vakfetmek.

Toplam enerjinin sabit ve hiçbir enerji dönüşümünün %100 verimli olmadığı bilinen bir evrende, gerçek anlamıyla enerji verimliliğini ve dolayısıyla sürdürülebilirliği ortaya koyabilmenin tek yolunun fotosenteze dayalı sistemler oluşturmak olduğunu söyleyen permakültürün, bu yaklaşıma bağlı olarak ana teması, toprak üretmektir. Burada kast edilen bitki ve toprak, canlılığın yaşamı için gerekli olan üst topraktır ve permakültüre göre kurulan sistem, nihayetinde toprak üretmiyorsa doğru tasarlanmamış ya da uygulanmamıştır.

Kırk yılı aşkın bir süredir, farklı mesleki geçmişe ve ideolojiye sahip, değişik kültürlerden gelen pek çok insan, balkon bahçeciliğinden ekosistem restorasyonuna kadar uzanan, farklı ölçeklere sahip, çeşitli kurumsal yaklaşımlar içeren çalışmalar ortaya koymuşlardır. Böyle bir yapılanma içinde kilit bir rolü olan permakültür ise güncel koşullarda yaşadığımız ekolojik, sosyal ve ekonomik sorunların çözümüne yönelik önemini güçlenerek korumaktadır.

3.6.2. TOPRAK BESİN AĞI ÇİFTÇİLİĞİ

2000’li yıllardan itibaren başta Dr. Elaine Ingham olmak üzere bir grup bilim insanı tarafından, toprak mikrobiyolojisine dair bilgilerin gıda üretimi alanında kullanılmasına yönelik çalışmalar hızla artmıştır. Bu alanda ortaya konan ve sayısı giderek artan akademik çalışmaların yanı sıra, Dr. Elaine Ingham gibi bu bilgilerin doğrudan çiftçiler tarafından kullanılabileceği müfredatlar da ortaya konmuştur.

Çeşitli mesleki geçmişlere sahip çiftçilerin, tarımsal üretime dair temel toprak mikrobiyolojisi ve arazi kullanımı konularında bilmeleri gereken önemli noktalar vardır. Çiftçilerin ihtiyaç duyduğu toprak ekosistemini ortaya çıkaracak kompost ve kompost çayı içeriklerini tasarlaması ve uygulaması, bu yaklaşımın en önemli vurgusudur.

Toprak Besin Ağı Çiftçiliği olarak dilimize çevirebileceğimiz yaklaşımın belki de en önemli kaynaklarından olan “Mikroplarla İş birliği” (Teaming With Microbes) kitabı, bu iş birliğine yönelik stratejileri belirlerken dikkate alınması gereken ilkeleri aşağıdaki gibi sıralar (Lowenfels ve Lewis, 2010):

1. Bazı bitkiler mantarların baskın olduğu; bazı bitkiler ise bakterilerin baskın olduğu toprakları tercih eder.
2. Çoğu sebze, tek yıllıklar ve otlar; azotlarını, bakteri baskın topraklarda ortaya çıktığı şekliyle nitrat (NO_3^-) formunda tercih eder.
3. Ağaçların, çalıların ve çok yıllık bitkilerin çoğu, azotlarını mantar baskın topraklarda ortaya çıktığı şekliyle amonyum (NH_4^+) formunda tercih eder.

7 (Candaş, 2017)

4. Kompost, bahçenizdeki topraklara faydalı mikropları ve canlılığı aşlamak ve belli bir bölgeye toprak besin ağı eksikse sağlamak, olanı muhafaza etmek ya da istenilen doğrultuda değiştirmek için kullanılabilir.
5. Bir toprağa uygulanacak olan kompost, o toprağa kendi içindeki toprak besin ağını aşılayacaktır.
6. Olgun, kahverengi organik malzeme, mantarları desteklerken taze, yeşil organik malzeme ise bakterileri destekler.
7. Toprağın yüzeyine serilmiş malç mantarları beslemeye yatkınken, toprağın içindeki uygulamalar bakterileri desteklemeye yatkındır.
8. Malçın nemli ve küçük parçalar halinde olması bakteriler tarafından mesken edilmesini hızlandırır.
9. Büyük parçalı, kaba saba ve kuru malç mantar aktivitesini destekler.
10. Kompost çayı karışımına konacak “şekerler” bakterilerin, hümit ve fulvik asitler ve fosfatlı kaya tozları ise mantarların büyümesine ve çoğalmasına yardımcı olur.
11. Kompost çayı yapacağınız kompostun malzemelerini ve eklenecek besin maddelerini baştan seçerek, çayın mantar ya da bakteri ağırlıklı olup olmayacağını belirleyebilirsiniz.
12. Kompost çayları, demlenirken kullanılan sudaki klor ve bileşenlerdeki koruyuculara karşı çok hassastır.
13. Sentetik gübre uygulamaları, toprak besin ağındaki mikroorganizmaları kısmen ya da tamamen öldürür.
14. Yüksek NPK değerleri olan mineral gübrelerin kullanımından uzak durulmalıdır.
15. Herhangi bir kimyasal sprey uygulamasından sonra mutlaka kompost çayı uygulaması da yapılmalıdır.
16. Çoğu kozalaklı ve sert ağaçlar (huş, meşe, kayın, ceviz gibi) ektomikorizal mantarlarla ile simbiyotik ilişki kurar.
17. Çoğu sebze, tek yıllık bitkiler, otlar, çalılar, yumuşak ağaçlar ve çok yıllık bitkiler; endomikorizal mantarlarla simbiyotik ilişki kurar.
18. Toprağı yoğun bir şekilde işleyerek rahatsız etmek, toprak besin ağına ciddi şekilde zarar verebilir ya da onu tamamen yok edebilir.
19. Tek yıllık bitkileri ve sebzeleri, ekim ya da toprağa şaşırtma esnasında endomikorizal mantarlar ile karıştırmaya özen gösterin.

3.6.3. BÜTÜNCÜL PLANLI OTLATMA

Otlağın verimliliğini sürdürüp, hayvanlara sürekli gıda sağlayacak şekilde gerçekleştirilen otlatma yönetimi, toprağa ortalama olarak Asya’da hektar başına senede 0,5 ton, Latin Amerika’da ise 0,2 ton karbon gömmektedir. (TWB, 2012). Dünya Bankasının (2012) ortaya koyduğu çalışmalarda otlatma yönetiminin; otlakların sağlıklı ve üretken kalmasına, infiltrasyonun sağlanmasına ve yüzey akışının azaltılması sonucu arazideki su kullanım verimliliğinin yükseltilmesine destek olduğu görülmektedir. Ayrıca kullanılan yöntemin, toprak ve besin kaybını azaltmada, toprağın fiziksel ve kimyasal kalitesinin korunmasında ve toprak organik madde miktarı ile hızlı besin döngüsünün sağlanmasında fayda sağladığı vurgulanmaktadır.

“Sosyal, çevresel ve ekonomik olarak sağlıklı; bir bütüncül bağlam doğrultusundaki eylemler sonucu finansal, sosyal ve ekolojik esenlik ortaya çıkarmayı amaçlayan karar alma süreci” olarak tanımlanabilecek Bütüncül Yönetimin kullandığı araçlardan biri de Bütüncül Planlı Otlatma’dır (BPO). Bu otlatma şekli, hayvanları doğru yere, doğru zamanda ve doğru davranışta yerleştirmek olarak ifade edilebilir (Savory ve Butterfield, 2016).

Allan Savory tarafından çok fazla değişkene bağlı karmaşık süreçleri, gerekli ve uygun sayıda detaylara indirgeyerek yönetmeyi sağlayan askeri bir planlama yönteminden uyarlanan Bütüncül Planlı Otlatmanın, tipik münavebeli otlatmadan farkları şu şekildedir (Savory ve Butterfield, 2016):

- Otlatma dönemi, bitkinin hızlı ve yavaş büyüme dönemlerinde gerekli olan toparlanma süresine bağlıdır.
- Otlatma dönemiyle ilgili kararlar, bitkinin günlük büyüme hızına, sürünün performansına ve/veya yaban hayatın ihtiyaçlarına göre verilir.
- Sürü yoğunluğuna, yağış miktarı kaydı doğrultusunda değil; büyümenin olmadığı dönemde mevcut olan hektar başına “HayvanGün”e (HG/ha) ve kuraklık ihtimali için ayrılan rezerve göre karar verilir.
- Sürü etkisi arazi iyileştirmesi için kullanılır, yani hayvan varlığı araziye iyileştirecek şekilde plana dahil edilir.

Bütüncül Planlı Otlatma, neredeyse elli yıl önce geliştirilmiştir. Yaygın bir şekilde uygulanmaya başladığından beri yaban hayata sunduğu katkıların yanı sıra insanlar için sağlıklı ve besleyici gıda üretmenin, ekonomik yönden geçim sağlamanın, karbon, su ve besin döngülerini iyileştirerek iklim değişikliği konusunda olumlu etki yaratmanın önemli araçlarından biri haline gelmiştir.

3.6.4. ONARICI TARIM

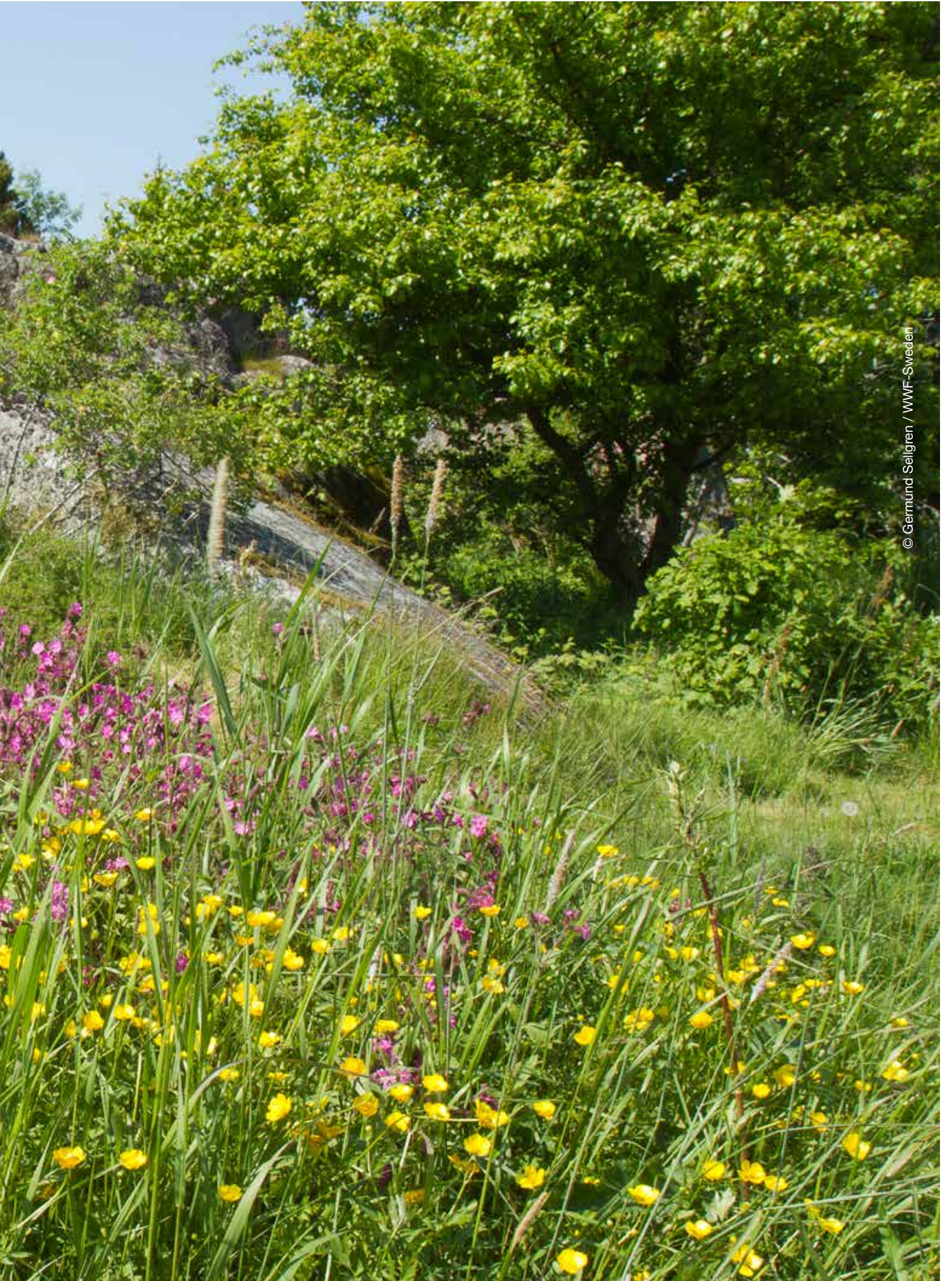
1980’lerde Robert Rodale tarafından ortaya konulan “regenerative agriculture” terimi, çevresel, sosyal ve ekonomik ölçütleri geliştiren ve kesintisiz inovasyonu teşvik eden bütünsel bir çiftçilik yaklaşımı olarak ifade edilir (Rodale Institute, 2021).

Güncel koşullarda onarıcı tarım hem küresel bir sorun olan düşük orandaki toprak organik maddesi seviyesini yükseltmek hem de tahribata uğramış toprak biyoçeşitliliğini iyileştirerek; iklim değişikliğini tersine çevirmek ve makro ölçekteki su döngüsünü geliştirmek gibi iddialarla gerçekleştirilen tüm bitkisel üretim ve otlatma uygulamalarını kapsayacak bağlamda ele alınabilir (Regenerative Agriculture Initiative ve The Carbon Underground, 2017).

Araziye zarar vermemenin ötesinde, toprağa ve çevreye yeniden canlılık katacak ve dolayısıyla gıdanın besleyiciliğini artıracak olan permakültür, organik tarım, koruyucu toprak işleme, örtü bitki, ekim nöbeti, kompostlama ve planlı otlatma gibi uygulamaları kullanarak araziye geliştirirken; çiftçinin ekonomik dirençliliğini de artırmak onarıcı tarımın kilit noktalarıdır (Regeneration International, 2019).



4. TÜRKİYE TARIM ARAZİLERİ VE TOPRAK SORUNLARI



4. TÜRKİYE TARIM ARAZİLERİ VE TOPRAK SORUNLARI

4. 1. TÜRKİYE'DE TARLA TARIMINDA UYGULANAN YÖNTEMLER

Ülkemizde esas olarak kuru ve sulı tarım yapılmaktadır. **Kuru tarım**⁸ sisteminde temel amaç; bitki yetiştirirken yağış sularından faydalanmaktır. Ülkemizde kıyı kesimler, Trakya, Doğu Anadolu dışında kalan kurak iklim bölgelerinde kuru tarım uygulanır. Bu alanlar Türkiye'deki tarla alanlarının yaklaşık %80'ini oluşturur (Anonim, 2). Kuru tarım uygulanan bölgelerde genel olarak serin iklim tahılları (buğday ve arpa gibi), serin mevsim bakliyatları (nohut ve mercimek gibi), kurağa dayanıklı endüstri bitkileri (haşhaş, aspir, kanola gibi) ile yem bitkileri (fığ, burçak, korunga gibi) yetiştirilir. Suyun kısıtlayıcı olduğu kuru tarımda, toprakta su depolamak için nadas uygulaması yapılır.

Nadas uygulamasının amacı, yıllık yağışın üst üste ürün alınmasına izin vermeyecek ölçüde düşük olduğu yerlerde, yağış sularının biriktirilerek, bir sonraki yıl ekilecek ürünün yararlanması için toprağı belirli bir süre boş bırakıp ertesi yıl bitkilerin kullanabileceğı su miktarını ve elde edilecek ürün rekoltesini artırmaktır. Nadas uygulaması yoğun olarak, kuru tarım uygulanan ve yıllık yağış miktarının düşük olmasından dolayı toprakta su tutma gerekliliğinin fazla olduğu, Orta Anadolu, Geçit Bölgeleri, Doğu ve Güneydoğu Anadolu gibi kurak ve yarı kurak bölgelerimizde yapılmaktadır (Yaşar, 2014).

Sulu tarım alanlarında nadas uygulaması yapılmadan her yıl ürün alınabilir. Orta Anadolu'da sulanan tarım alanlarında şeker pancarı, patates, mısır, ayçiçeğı, fasulye, yonca gibi tarla bitkileri ekim nöbetinde uygulanarak yetiştirilir. Akdeniz ikliminde sulanan tarım alanlarında ise (örneğin Çukurova'da) kışlık ana ürün buğday, kolza ve turfanda patates gibi ürünlerden sonra yazlık ikinci ürün soya, susam, yer fıstığı, mısır ve pamuk gibi bitkiler ekilerek yılda iki ürün alınabilir (Anonim, 3).

Ülkemizde özellikle Doğu Akdeniz Bölgesinde yaygın görülen bir başka uygulama da anızların⁹ yakılarak yok edilmesidir. Anız yakılmasının başlıca sebepleri, pulluk ve ekim makinesini daha rahat kullanılması; nemin ve sıcaklığın düşük olduğu zamanlarda anızın çürüme süresinin uzamasını engellenmesi, istenmeyen böceklerin sayısını, ve yabancı ot çıkışını azaltılmasıdır. Fakat yapılan çalışmalar, yabancı ot çıkışını önlemek için anız yakmanın çözüm olmadığını göstermiştir (Akbolat ve Barut, 2001; Çoruh ve Boydaş, 2007). Beklenen etkinin yaratılamaması dışında anız yakmasının başlıca zararı, toprağı sağlıklı ve verimli kılan yararlı canlıların ölmesi, toprak ekosisteminin zarar görmesi ve bu nedenle toprak veriminin düşmesidir. Ülkemiz topraklarının çoğunda görülen organik madde yetersizliğinde, yıllarca ve yaygın olarak uygulanan anız yakma uygulamasının katkısı büyüktür.

4.2 TÜRKİYE TOPRAKLARININ GENEL YAPISI

Yüksek yayla karakterinde, engebeli ve dağlık arazi durumunda olan ülkemizin yarısından fazlası yükseltisi 1.000 metreyi aşan alanlardan oluşur. Yükseltiye bağlı olarak araziler de fazla eğime sahiptir. Ülkemizdeki toplam arazilerin %20 kadarı, %15 ve daha az eğimde; geriye kalan %80'i ise %15'ten yukarı eğimli arazilerden meydana gelmektedir (TKB, 2005). Topraklarımızın %70'e yakını, özellikle aşırı eğimli topoğrafya ve tarımsal tahribat sonucu erozyona maruz kaldığı için çok sık ya da sık derinliktedir.

8 Bölgelerin iklim özelliklerine göre uygulanan tarla tarım sistemleri genel olarak "Kuru tarım sistemi", "Sulu tarım sistemi" ve "Nemli tarım sistemi" olarak gruplanır. Bu tarım sistemlerinin ayrımında, topraktaki suyun miktarı ve bitkilerin gereksinim duyduğu suyun sağlanma durumu etkili olmaktadır. 9 Tarımsal üretim sonucunda biçilmiş olan ekinlerin toprakta kalan kök ve saplarına verilen isim.

ANIZ YAKMAK
BİR TARIM YÖNTEMİ
DEĞİL, BİR TARIM
SORUNUDUR.

%80

SAHİP OLDUĞUMUZ
TATLI SU
POTANSİYELİNİN %80'E
YAKINI TARIMSAL
SULAMAYA GİDİYOR.

TÜRKİYE TOPRAKLARIN
YAKLAŞIK %88'İNDEKİ
ORGANİK MADDE ORANI,
AZ YA DA ÇOK AZ
OLARAK NİTELENDİRİLEN
%2 SEVİYESİNİN
ALTINDADIR.

TÜRKİYE'NİN
%22,5'İ YÜKSEK VE
%50,9'U İSE ORTA
DÜZEYDE ÇÖLLEŞME
HASSASİYETİNE SAHİP.

Derin toprak bakımından tarla tarımının yapılamadığı Doğu Karadeniz kıyı illeri en yoksun durumdadır. Trakya illeri ise ülkemizdeki tarla tarımı yoğunluğu ve dağılımı ile doğru orantılı olarak, derin ve çok derin topraklara sahip olma açısından başta gelir. Konya hem düze yakın eğime hem de miktar bakımından en fazla seviyede derin veya çok derin topraklara sahip ilimizdir (Dengiz, 2015).

Tarım arazilerinin ekonomik olarak kullanılabilirliğini belirlerken bu arazilerin sulanabilir olması da göz önüne alınmalıdır. Türkiye'nin yüz ölçümünün %36'lık kısmını oluşturan ekilebilir arazilerin yaklaşık %16'sı sulanmaktadır (TOB ve FAO, 2019a). Sahip olduğumuz kullanılabilir yeraltı ve yerüstü su potansiyelinin %77'si gibi oldukça yüksek bir miktarsa tarımsal sulama için kullanılmaktadır (DSİ, 2020). Ülke topraklarının bu durumu, susuz tarıma eğilimi artırmış ve tahıl üretiminin tarımdaki payının yüksek olmasına yol açmıştır. Yağışların susuz tarım için yetersiz oluşu ve sulama yetersizliği ise nadas uygulamasının yaygın şekilde benimsenmesine neden olmuştur.

İyi nitelikteki bir toprağın asgari %5 oranında organik madde içermesi gerektiği dikkate alınırsa, ülkemiz topraklarının organik madde bakımından fakir olduğu anlaşılmaktadır (TÖİK, 2014). Bölgesel olarak baktığımızda, İç Anadolu ve Güneydoğu Anadolu topraklarının organik madde yönünden oldukça fakir; başta Karadeniz olmak üzere, Doğu Anadolu ve Akdeniz topraklarının ise organik madde yönünden nispeten daha zengin olduğu görülür. Tüm dünyada olduğu gibi ülkemizde de en düşük organik madde seviyeleri, yoğun işlemeli tarla tarımının yapıldığı sıcak ve kuru iklim bölgelerinde, nispeten daha yüksek oranlar ise serin ve yağışlı iklim bölgelerinde görülmektedir. Topraklarımızın yaklaşık %98'si organik madde oranı açısından iyi olarak nitelendirilmeyen %3'ün altında, yaklaşık %88'i ise az ya da çok az olarak nitelendirilen %2 oranının altındadır (ÇEM, 2018).

4.3 ARAZİ TAHRİBATI, ÇÖLLEŞME VE TUZLULUK

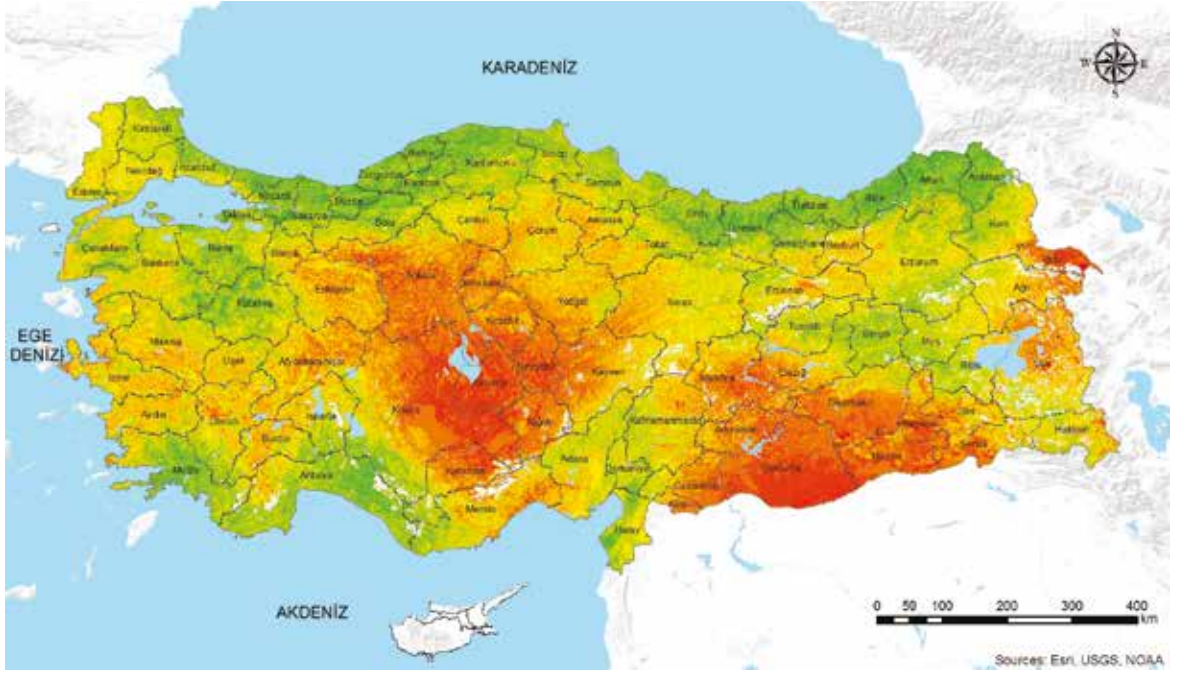
1990'lerden itibaren kuraklık, arazi tahribatı ve çölleşme özellikle Afrika, Asya ve Latin Amerika'da bir çok ülkenin tarım alanlarını tehdit etmektedir. Küresel Çölleşme Hassasiyeti Haritasında Türkiye topraklarının büyük bir bölümünün yüksek çölleşme riski ile karşı karşıya olduğu görülmektedir (USDA, 2021a).

2015 yılında Birleşmiş Milletler Çölleşme ile Mücadele Sözleşmesi (UNCCD) 12. Taraflar Konferansı'nda Arazi Tahribatının Dengelenmesi (ATD/LDN) kavramı "ekosistem hizmetlerini gerçekleştirmek ve gıda güvenliğini sağlamak için gerekli olan arazi kaynakları miktarının ve kalitesinin belli bir zamansal ve mekansal ölçek içerisinde değişmeden kalması ya da artmasıdır" şeklinde tanımlanmıştır (UNCCD, 2016). Bu çerçevede paydaşlar için hedefler belirlenmiş, ilk Ulusal Arazi Tahribatının Dengelenmesi (ATD) Projesi, 2019 yılında Ankara'da başlatılmıştır (ÇEM, 2019).

Arazi tahribatı ile erken tanışan topraklarımızın sınırları içinde bulunan ormanlar, meralar ve tarım arazileri yoğun kullanım neticesinde sürekli tahrip edilmiştir. Ülkemizde görülen arazi tahribatının, çölleşmenin ve bu olumsuzluklar nedeniyle beliren riskin büyük bölümünün, beşeri faaliyetler sonucu ortaya çıktığı söylenebilir. Yaygın olarak uygulanan tarım yöntemleri toprağın kalitesini azaltmış; fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliğini yitirmesine, verimliliğinin düşmesine neden olmuştur. Türkiye'deki çölleşme/arazi tahribatı konusunda en önemli çalışmalardan biri olan Çölleşme Hassasiyet Haritası'na göre Türkiye'nin %22,5'i yüksek çölleşme hassasiyetine sahipken %50,9'u ise orta düzeyde çölleşme hassasiyetine sahiptir (ÇMUSEP, 2019).

HARİTA 3: TÜRKİYE ÇÖLLEŞME HASSASİYET HARİTASI

(KAYNAK: ÇÖLLEŞMEYLE
MÜCADELE ULUSAL
STRATEJİSİ VE EYLEM
PLANI 2019-2030)



Hassasiyet Sınıfı	Sınıf	Sınıf Aralığı	Tanımı	%	Hassasiyet Sınıfı	Sınıf	Sınıf Aralığı	Tanımı	%	Hassasiyet Sınıfı	Sınıf	Sınıf Aralığı	Tanımı	%
ZAYIF	11	,00-1,27	Düşük	0,2	ORTA	11	,41-1,45	Düşük	17,0	YÜKSEK	11	,55-1,60	Düşük	15,7
	21	,28-1,34	Orta	5,1		21	,46-1,48	Orta	12,3		21	,61-1,67	Orta	6,5
	31	,35-1,40	Yüksek	12,7		31	,49-1,54	Yüksek	21,6		31	,68-2,00	Yüksek	0,3
Toplam				18	Toplam				50,9	Toplam				22,5

**TÜRKİYE, DÜNYA
ORTALAMASININ
YAKLAŞIK İKİ KATI
KADAR EROZYONA
MARUZ KALİYOR.**

Ülkemizde toprak kayıplarının başında yer alan en önemli etmen **erozyondur**. Yüz ölçümünün neredeyse yarısı %40'dan fazla eğime sahip olan ülkemizde; orman, mera ve tarım alanlarında ciddi bir erozyon sorunu yaşanmaktadır (ÇMUSEP, 2019). FAO, Dünya Toprak Kaynaklarının Durumu raporunda (SWSR) su ve rüzgar yoluyla oluşan toprak erozyonunun yol açtığı kayıplar üzerine yapılan model çalışmaları, 75 santimetreden sığ olan topraklarda 2100 yılına kadar verim düşüşünün %30 düzeyinde olacağını göstermiştir (De la Rosa, Moreno, Mayol ve Bonson, 2000; Topçu, 2012). Türkiye topraklarının üçte ikisinin 50 santimetreden sığ olduğu dikkate alındığında, konunun ülkemiz için ne kadar hayati olduğu daha iyi anlaşılmaktadır.

Dünya ortalamasının yaklaşık 2 katı oranında erozyona maruz kalan ülkemizde (Erol, Babalık, Sönmez ve Serin, 2009; Demir, Oğuz, Ciba ve Özer, 2017) arazilerimizin 5,6 milyon hektarında (%7) hafif, 15,6 milyon hektarında (%20) orta, 28,3 milyon hektarında (%36) şiddetli ve 17,4 milyon hektarında (%22) çok şiddetli erozyon görülmektedir. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı'nın Erozyon Tehlikesi Altındaki Alanlar ile ilgili yaptığı çalışmada, arazi kullanımı açısından bakıldığında ülkemizde toprağın erozyon ile yer değiştirmesi durumunun %39'u tarım alanlarında, %4'ü orman alanlarında ve %54'ü mera alanlarında meydana gelmektedir (ÇŞB, 2021). İşlenen tarım arazilerinin %59'u, mera arazilerinin ise %64'ü erozyona maruz kalmaktadır (Doğan, 2011; TÖİK, 2014).

**DÜNYADA VE
ÜLKEMİZDE SULU TARIM
ALANLARININ YÜZDE
20'Sİ HATALI VE FAZLA
SULAMADAN DOLAYI
AŞIRI TUZLANMIŞTIR.**

Tarım topraklarımızı tehdit eden bir diğer önemli sorun da **tuzluluktur**. Dünyada ve Türkiye'de sulu tarım alanlarının yüzde 20'si hatalı ve fazla sulamadan ötürü aşırı tuzlanmıştır. Ülkemizde 4,2 milyon hektar alan; tuzlanma nedeniyle verimliliğini ve üretkenliğini kısmen ya da tamamen yitirmiştir (Doğan, 2011; TÖİK, 2014). Türkiye'de tuzlanmanın etki ettiği en büyük alan, topraklarının önemli bir bölümü tuzlu taban suyu etkisi altında oluşan ve ülkemizin tahıl ambarı olan Büyük Konya Havzası'ndadır (Anonim, 1).

2000'LERİN BAŞINDA
41 MİLYON HEKTAR
OLAN TARIM ALANI,
2019 RAKAMLARINA
GÖRE YAKLAŞIK %8
AZALARAK 38 MİLYON
HEKTARA GERİLEMİŞTİR.



AKDENİZ HAVZASI'NDA
YER ALAN ÜLKEMİZDE,
KURAKLIĞIN GİTTİKÇE
DAHA FAZLA BÖLGEYE
YAYILMASI VE YIL
İÇİNDE YAŞANACAK
AŞIRI SICAK GÜN
SAYISININ ARTMASI
BEKLENMEKTEDİR.

984

2020 YILI, 984 OLAY
SAYISI İLE TÜRKİYE'DE
EN FAZLA AŞIRI HAVA
OLAYI YAŞANAN
YIL OLDU.

4.4 TARIM ARAZİLERİNDE TAHRİBATIN DİĞER ETKENLERİ

Bugün Türkiye'de tarım toprakları, yukarıda belirtilen erozyon, tuzlanma ve çölleşme tehlikesi ile karşı karşıyadır ancak bu sorunların yanı sıra bahsedilen unsurlarla tetiklenen ve tabloyu daha olumsuz kılan çeşitli faktörler de mevcuttur. Artan tarımsal girdi fiyatlarının yanı sıra iklim değişikliği kaynaklı olumsuz iklim koşulları da (kuraklık ve aşırı yağışlar gibi) tarımsal üretimin barındırdığı belirsizlikleri ve riskleri artırmakta ve ülkemiz tarım topraklarını kaybetmektedir. 2000'li yılların başında 41 milyon hektar olan tarım alanı, 2019 rakamlarına göre yaklaşık %8 azalarak 38 milyon hektara gerilemiştir (TÜİK, 2020a). Bu tablo bize giderek artan nüfusun karşısında, kişi başına düşen tarım arazisinin yani kişileri besleyecek tarım alanlarının giderek küçüldüğünü göstermektedir.

4.4.1. İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ

Doğaya bağlı sürdürülen bir faaliyet olan tarım, iklim değişikliğinden en fazla etkilenen sektörlerden biridir. Tarım sektöründeki üretim değişiklikleri, gıda temini ve sanayiye hammadde sağlaması açısından ülke ekonomisini önemli ölçüde etkiler. Ancak tarım, iklim değişikliğinden etkilendiği kadar iklim değişikliğine de sebep olmaktadır. Toprak işleme sonucu; toprak organik maddesinin yitilmesi, makine kullanımı, gübreleme ve ilaçlama faaliyetleri karbon emisyonuna katkıda bulunur.

İklim değişikliğinin tarıma etkisinin başında sıcaklığın yükselmesi, yağışların azalması ve bunlara bağlı olarak su kaynaklarında azalma, kuraklık ve aşırı hava olaylarında artış sayılabilir. Akdeniz Havzası'nda yer alan ülkemizde kuraklığın gittikçe daha fazla bölgeye yayılması ve yıl içinde yaşanacak aşırı sıcak gün sayısının artması beklenmektedir. Sonuç olarak su kaynaklarındaki azalma şiddetlenecek hem tarımsal hem de içme amaçlı su ihtiyacının karşılanmasındaki zorluklar artacaktır. Kurak ve yarı kurak alanlar genişlerken, yaz kuraklığı süresinin ve şiddetindeki artışların da çölleşmeyi, tuzlanmayı ve erozyonun hızını artıracak düşünülmektedir (Bayraç ve Doğan, 2016). Tüm bu iklimsel değişiklikler tarım sektöründe karşımıza; iklimin mevcut ürünlerin yetiştirilmesine uygunluğunu yitirmesi ve ürün yelpazesinde değişiklik mecburiyeti, sulama suyuna talebin ve buna bağlı olarak maliyet artışı, ekim ve hasat zamanlarında kaymalar, yeni iklim şartlarına alışamayan ve ekstrem doğa olayları sonucu yıpranan bitkilerde daha fazla zararlı etkisi ve hastalık olarak çıkabilmektedir.

Meteoroloji Genel Müdürlüğü 2019-2020 Su/Tarım Yılı Alansal Yağış Değerlendirmesi raporuna göre Türkiye mevcut su/tarım yılında ortalama 553 mm yağış almıştır. Bu miktar bir önceki yılın %3,6, uzun yıllara ait ortalamanın ise %18,5 altındadır. Akdeniz ve Güneydoğu Anadolu Bölgeleri haricinde diğer bölgelerimizde normalin altında yağış kaydedilmiş, en fazla azalma %16'lık azalma ile Marmara Bölgesi'nde gerçekleşmiştir (MGM, 2020).

Türkiye'de **yıllık ortalama sıcaklıklar**, 1971'den günümüze dek artma eğilimi göstermektedir. 1971-2019 dönemi yıllık ortalama sıcaklıklarına bakıldığında en sıcak 10 yıldan 8'i 2010 yılı ve sonrasında görülmüş ve 2020 yılında Türkiye ortalama sıcaklığı 14,9°C olarak ölçülmüştür. 2020 yılı ise 1971'den beri 3'üncü en sıcak yıl olarak kaydedilmiştir (Tekeli, 2020). Buna ek olarak, 2020 yılı 984 olay sayısı ile en fazla aşırı hava olayı yaşanan yıl olmuştur (Palabıyık, 2021).

TABLO 6:
1 OCAK 2020 -
31 ARALIK 2020
BÖLGELERİN ALANSAL
YAĞIŞ DURUMLARI
KAYNAK: MGM,2020

BÖLGELER	2020 YILI YAĞIŞ (mm)	NORMALİ (mm)	2019 YILI YAĞIŞI (mm)	NORMALE GÖRE DEĞİŞİM (%)	2019 YILINA GÖRE DEĞİŞİM (%)
Marmara	546.7	662.3	565.5	-17.5 Azalma	-3.3 Azalma
Ege	468.7	592.2	599.5	-20.0 Azalma	-21.8 Azalma
Akdeniz	593.4	666.5	859.9	-11.0 Azalma	-31.0 Azalma
İç Anadolu	321.2	406.5	377.3	-21.0 Azalma	-14.9 Azalma
Karadeniz	604.9	696.5	628.6	-13.2 Azalma	-3.8 Azalma
Doğu Anadolu	512.9	558.3	509.1	-8.1 Azalma	0.7 Civarı
Güneydoğu Anadolu	530.6	532.2	730.0	-0.3 Normali Civarı	-27.3 Azalma

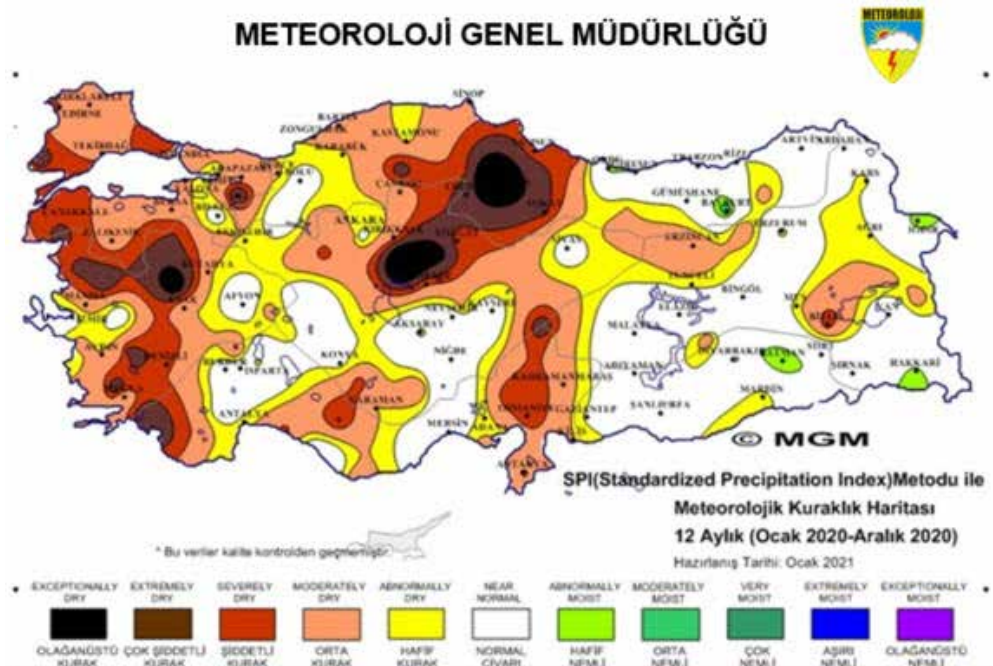
2020 yılı bölgelerin normal ve geçen yıl yağışlarıyla mukayesesi

Meteoroloji Genel Müdürlüğü tarafından yapılan projeksiyonlarda, en yakın dönem olan 2016-2040 yıllarına ait en iyimser senaryoda bile ısınmanın genellikle 0,5°C-1,5°C arasında olacağı, yaz mevsiminde Ege ve Akdeniz Bölgelerinde 1,5°C'nin üzerinde bir **artış** olacağı belirtilmiştir (MGM, 2016). Özellikle kış mevsiminde, ülkenin büyük bir kısmında yağışlarda azalma beklenmektedir.

Yağış miktarının azalması ve uzun süren meteorolojik kuraklığın ardından ortaya çıkan tarımsal kuraklık, ülkenin büyük kısmında üretim miktarı üzerinde olumsuz etki yaratacaktır. Tarımsal kuraklıkla mücadele, meteorolojik ve hidrolojik kuraklık ile bir bütün olarak ele alınarak ve kuraklığa karşı erken uyarı sistemleri geliştirilerek mümkün olabilir. Tarımsal kuraklıkla ülke çapında mücadele etmek için havza düzeyinde kuraklığın etkilerini sürdürülebilir olarak azaltmaya yönelik eylem planları oluşturulmaktadır (Orman ve Su İşleri Bakanlığı, 2016).

Aynı zamanda 2000'li yıllardan sonra başlayan sıcaklık artışı ve yağışlardaki değişime bağlı olarak Türkiye'de 2007 ve 2008 yıllarında yaşanan kuraklık, tahıl üretiminde önemli ölçüde rekolte kayıplarına neden olmuş ve TAGEM bünyesinde yer alan Araştırma Enstitülerinde kuraklığa toleranslı tahıl çeşitleri üzerine çalışmalar son yıllarda hız kazanmıştır (Tekeli, 2020).

HARİTA 4:
3 AYLIK
METEOROLOJİK
KURAKLIK DURUMU
(KAYNAK: MGM)



Tahılta rekolte kaybındaki en büyük etkinin, ekim alanı içerisinde %64'lük payla ilk sırada olan buğdayda gerçekleşmesi beklenir (TMO, 2019). Buğday tarımında, yıllık yağış miktarı kadar yağışların yıl içinde dağılımı da etkilidir. Konya Karapınar ilçesinde gerçekleştirilen İklim Değişikliğinin Tarımsal Ürünlere Etkisi Üzerine Bir Araştırma Projesi kapsamında buğday bitkisinde herhangi bir gelişim döneminde meydana gelen kuraklığın, verim ve kaliteyi olumsuz yönde etkilediği belirtilmiştir. Özellikle serin iklim tahılı olan buğdayın, büyüme ve gelişmesi açısından kritik dönemler olan, nisan, mayıs ve haziran aylarındaki yağış toplamında görülen azalmanın olumsuz etkisi ortaya çıkmıştır (Soylu ve Sade, 2012).

Ek olarak sıcaklık değişikliklerine bağlı olarak belirli ürünlerin yetiştirme alanlarının değişmesiyle, buğday gibi Türkiye'nin önemli ana ürünlerinin yetiştirilebileceği alanlarda daralmalar beklenmektedir (Aydın ve Sarptaş, 2018). Sıcaklığın tarım alanları üzerindeki etkisinin ölçüldüğü analiz bulgularına göre sıcaklığın 1°C artmasının, yaklaşık %3 ile %9 arasında değişen düzeyde tarım alanlarını azalttığı bulunmuştur (Demirdöğen, 2020).

4.4.2. SU KAYNAKLARININ ETKİN KULLANILMAMASI

Kuraklık kadar mevcut su kaynaklarının hatalı kullanımı da tarımı tehdit eden unsurlar arasındadır. Ülke çapında yaygın olarak uygulanan yüzeysel sulama yöntemleri (karık, tava ve salma), yoğun işgücü gerektirmesinin yanı sıra tarlalarda taban suyunun yükselmesine neden olmakta, tuzluluk ve alkalilik (sodiklik) sorunlarına yol açmaktadır.

Özellikle doğal drenajın bulunmadığı sulama alanlarında, bilinçsiz ve aşırı su kullanımları tuzlanmaya neden olarak tarım topraklarını tehdit etmektedir. Ülkemizde yaklaşık 3 milyon hektara yakın alanda drenaj sorunu bulunmaktadır. Türkiye'de sulanan arazilerin yaklaşık %31'ine karşılık gelen 1,5 milyon hektarda yaşanan tuzluluk ve alkalilik sorunu, bu topraklardaki biyolojik çeşitliliği tehdit etmektedir. Özellikle Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde Harran Ovası'nın sulamaya açılmasından sonra çiftçilerin aşırı su kullanımı ve drenaj yetersizliği nedeniyle sorun önemli boyutlara ulaşmış, 150 bin hektar alanı kaplayan Şanlıurfa Harran ovasında, bilinçsiz sulama nedeniyle 70 bin hektarlık arazi çoraklaşmıştır (Tarım ve Orman Dergisi, 2019; ÇEM, 2018).

4.4.3. TOPRAK KİRLİLİĞİ

Tarımsal faaliyetler hem toprak kirliliğinden doğrudan etkilenmekte hem de kirliliğe sebep olmaktadır. Sanayileşmenin yoğun olduğu ya da termik santrallerin bulunduğu bölgelerde, sanayi ve santral atıkları ile emisyonlar yüzünden tarım alanları kirlenmektedir. Ayrıca sanayilerin atık yönetimi yapmaması, yakın çevrelerinde bulunan ve tarımsal sulamada kullanılan su kaynaklarının da kirlenmesine yol açmaktadır.

Modern tarım uygulamaları, tarımsal kirlilik sürecini başlatmış ve ekosistemlerin, işlenen arazilerin ve çevrelerinin bozulmasına neden olmuştur. Gerek tarla tarımı gerekse son yıllarda artan örtü altı yetiştiriciliğinde ürün miktarını artırmak ya da istenilen özelliklerde ürün almak için bilinçsizce gübre, pestisit, hormon gibi kirleticilerin kullanılması; toprakları zehirlenmekte, sulama ve içme sularını kirletmektedir. Bu kirleticilerden, özellikle Akdeniz ve Ege Bölgelerinde pestisit yoğun olarak kullanılmaktadır. Türkiye'de satılan pestisit miktarı bilinmesine rağmen hangi arazide ne kadar kullanıldığının bilinmemesi ayrı bir sorun olarak belirtilmiştir (TMMOB ÇMO, 2018). Ayrıca Gediz Havzasını besleyen Gediz Nehri'nde görülen kirlilik gibi kirlenmiş su kaynaklarının tarımsal sulamada kullanılması, sudaki kirleticilerin toprak bünyesine geçmesine yol açmaktadır (Karaca ve Turgay, 2012; Ekoloji Birliği, 2020).

4.4.4. TARIM ARAZİLERİNİN AMAÇ DIŞI VE HATALI KULLANIMI

Türkiye’de nüfus artışıyla beraber artmaya başlayan tarıma açılan arazi miktarı, 1990’lı yılların başından itibaren durmuş hatta Türkiye’nin tarım arazileri; tarıma elverişli arazilerin tarım dışı amaçlı kullanıma açılması, kapanan küçük ölçekli işletme arazilerinin tarım dışı kalması, hatalı tarımsal faaliyetler ve arazi kullanımı kaynaklı toprak bozunumu sonucu daralmaya başlamıştır.

Türkiye’de tarım arazilerinin amaç dışı kullanımının en yaygın görüldüğü alanlar **sanayi, kentleşme, konut inşaatı, turizm, madencilik ve ulaştırma** amaçlı kamu yatırım alanları şeklinde sıralanabilir (ÇEM, 2018). Türkiye’de sanayi tesislerinin kurulacağı ya da konut projelerinin yapılacağı yerler belirlenirken maliyet avantajının ön plana alınması sonucu eğimi az, inşaata uygun, karayollarına ve büyük kentlere yakın tarıma uygun alanlar, sanayi tesisleri ve konutlarla kaplanmıştır. Özellikle son yıllarda inşaat sektörünün artan yer baskısı sonucu, tarım ve orman alanları hızla azalmaya devam etmektedir. Toprak Bilimi ve Bitki Besleme adlı dergide kaleme alınan bir çalışmada Türkiye’nin, işlenebilir ya da tarıma açılabilir toprak kaynağı kalmamış 19 dünya ülkesinden biri olduğu kaydedilmiştir (Karaca ve Turgay, 2012). Son yıllarda, nüfus artışının devam etmesine karşın işlenebilir arazilerin artmaması, mevcut tarım toprakları üzerindeki üretim baskısını arttırmış ve tarım arazilerinin bozunma sürecini de hızlandırmıştır.

Toprak mühürlenmesi (betonlaşma): Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü’nün yayınladığı 10 toprak tehdidi altında da yer alan toprak mühürlenmesi; binalar, yollar, park alanları ve diğer kamu ile özel meydanlarının inşası neticesinde, beton dökme veya kaya döşeme gibi işlemler sonucu toprak yüzeyinin tamamen kaplanması veya örtülmesidir. Kaplanan veya örtülen alan, doğal toprak işlevlerini ve ekosistem hizmetlerini aksamakta veya bütünüyle yitirmektedir.

Tarım Bakanlığı ve FAO tarafında 2019 yılında hazırlanan Küresel Toprak Paydaşlığı ve Türkiye Toprak Bilgi Sistemi raporunda da belirtildiği gibi yerleşime ve altyapıya yönelik arazi dönüşümleri ve bu süreçleri izleyen toprak mühürlenmesi tüm toprakları etkilemektedir. Ancak, gıda üretimi, gıda güvenliği, beslenme ve döngüsel ekonomi hedefleri açısından önemli olmalarından dolayı verimli işlenebilir topraklar için bu endişe daha büyüktür.

4.4.5. İŞLETMELERİN KÜÇÜK ÖLÇEKLİ VE ÇOK PARÇALI OLMASI

Ülkemizde tarım işletmelerinin büyük çoğunluğu küçük aile işletmelerinden oluşur ve sahip oldukları araziler parçalı ve dağınık yapıdadır. Tarımsal işletmelerin parçalılığının göstergesi, işletme başına düşen ortalama parsel sayısıdır. Türkiye’de ortalama tarım işletmesi genişliği 6,63 ha’dır (TOB ve FAO, 2019c). Bu rakamın AB ortalamasının ve gelişmiş ülkelerin çok gerisinde olduğu görülmektedir (Tarım ve Orman Dergisi, 2019).

Türkiye tarımındaki bu yapısal bozukluk (parçalılık ve dağınıklık) üreticilerin ölçek ekonomisinden faydalanmasını güçleştirirken, üretim ve ulaşım maliyetlerinin yükselmesine ve verim artırıcı önlemlerin alınmasının zorlaşmasına sebep olmaktadır. Aynı zamanda bu işletmelerde, parçalı arazilere yol, su, drenaj ve tesviye gibi altyapı hizmetlerinin getirilmesinde ek maliyet ve zorluk yaratmaktadır (Ekinci ve Sayılı, 2010).

**TARIM TOPRAKLARININ
PARÇALI VE DAĞINIK
YAPISI, MALİYETLERİ
YÜKSELTİRKEN VERİM
ARTIŞINA ENGEL OLUR.**





4.4.6. VERİM (REKOLTE) VE VERİMLİLİK

Dar bir tanımla girdi-çıktı ilişkisi olarak ifade edilen verimlilik, aslında üretime dahil olan tüm unsurların etkinlik derecesi ile ilgilidir. Tarım sektöründe verimlilik, kontrol edilemeyen (toprak ana materyali, iklim gibi) ve kontrol edilebilen (gübre, zehir, sulama, makine kullanımı maliyetleri gibi) birçok farklı unsura bağlıdır. Aynı zamanda ürünlerin taşınması, depolanması, pazarlanması; girdi ve satış fiyatları, üretici teşvikleri, işletme büyüklükleri, arazilerin parçalılık durumu, arazi mülkiyeti, üreticilerin örgütlenme durumu, sosyal yapı, eğitim, araştırma ve geliştirme faaliyetleri de verimlilik unsurları arasında sayılır (Bayramoğlu, 2010). Buna karşılık genel olarak bir tarım arazisinden alınan rekolte ya da başka bir deyişle verim, zaman zaman verimlilik yerine kullanılmakta ve tarımsal faaliyetlerinin sonuçlarının değerlendirilmesinde indirgemeci bir yaklaşıma sebep olmaktadır.

Türkiye ekonomisinin en önemli sorunlarından biri tarım sektöründeki verimsizliktir. Ölçek sorunu yaşayan Türkiye tarımında ekilen toprakların küçüklüğü, **tarım sektöründeki verimsizliğin** önemli kaynaklarından biridir. Elde edilen rekolte olarak tanımlanan tarla verimini artırmak için kullanılan yoğun kimyasal gübre, kimyasal ilaç ve hormon gibi unsurların tüketimi artmaktadır. Kullanım grafiği yükselirken döviz kuruna bağlı fiyatlar yüzünden her geçen sene üreticilerin maliyetleri de artmaktadır. Bununla birlikte kullanılan bu maddeler, üreticilerin üretim yapabilmek için sağlıklı olmasına muhtaç oldukları toprağın canlılığını neredeyse tamamen yok etme noktasına getirmiş ve toprağın ürün verme kapasitesini azaltmıştır. Bir başka deyişle rekolte artırılmak istenirken artan verimsizlik sarmalına girilmiştir. Diğer yandan kuraklık baskısı ve iklimsel bilinmezlik tarımsal üretimle geçimi zorlaştırıp, kentlere göçü hızlandırmaktadır.

Türkiye tarım sektöründe artan makineleşme ile birlikte **mazot** kullanımı da artmış, mazot maliyeti çiftçinin en önemli maliyet kalemlerinden biri haline gelmiştir. Tarımda kullanılan sadece traktör sayısı son 10 yılda 300 bin adet artarak 1,3 milyona ulaşmıştır (TÜİK, 2020b). Petrol fiyatlarının yüksek olması ve sürekli yaşanan artış dışında Türkiye’de tarım alanlarının parçalı ve bölünmüş yapısı ulaşımdan kaynaklı mazot maliyetini de yükseltmektedir. Ayrıca sulı tarım alanlarında kaynak sularından faydalanmak için motopomp kullanılması da mazot giderlerini artırır (Adıyaman ve Günay, 2011).

TÜİK’in hazırladığı çiftçiler tarafından satın alınan mal ve hizmetlere ödenen fiyatların zaman içinde karşılaştırılmasını sağlayan Tarımsal Girdi Fiyat Endeksi (Tarım-GFE), çiftçinin tarımsal üretimde kullanmak için satın aldığı mal ve hizmetler (mazot, gübre, tohum, ilaç, yem gibi) ile tarımsal yatırıma katkı sağlayan mal ve hizmetlere (traktörler, tarım aletleri, çiftlik binaları gibi) ödediği fiyatları yansıtmaktadır. TÜİK tarafından en son açıklanan verilerde Tarımsal girdi fiyat endeksi (Tarım-GFE), Kasım 2020’de yıllık bazda yüzde 15,35 olurken aylık bazda yüzde 3,23 oranında artmıştır (TÜİK, 2020c).



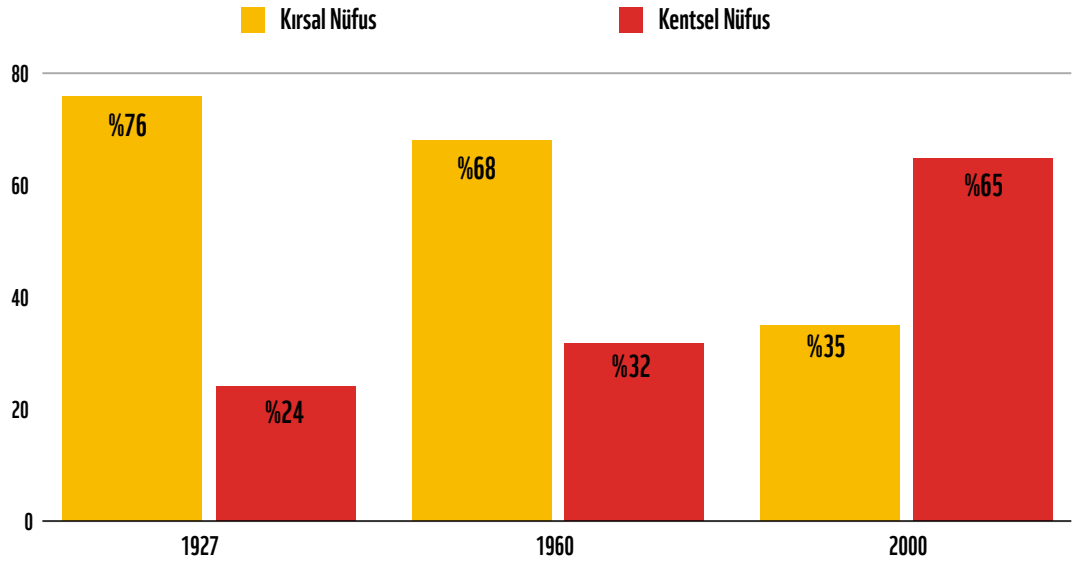
**TÜRKİYE'DE İSTİHDAM
EDİLEN YAŞLI
NÜFUSUN (65 YAŞ
VE ÜZERİ) %65,5'İ
TARIM SEKTÖRÜNDE
ÇALIŞIYOR.**

4.4.7. DEMOGRAFİK SORUNLAR

84 milyona yaklaşan ülke nüfusunun dağılımında yıllar içinde büyük değişiklikler yaşanmıştır. 1927 yılında, ülke nüfusunun yaklaşık %76'sı kırsalda yaşarken 1960'lı yıllarda başlayan göç dalgaları ile nüfus kentsel alanlarda toplanmaya başlamıştır (TÜİK, 2020d). Bugün, kırsal nüfusun toplam nüfus içindeki oranı 2012 yılında çıkarılan Büyükşehir Yasası ve azalan köy sayısının da etkisi ile TÜİK verilerine göre %7'lere düşmüştür.

Hem kırsal nüfusun azalması hem de kırsalda kalan nüfusun yaşlanması, beraberinde işgücü sıkıntısı ve yeniliklere adaptasyonda zorlukları getirmektedir. Yapılan hanehalkı işgücü araştırması sonuçlarına göre istihdam edilen yaşlı nüfusun (65 yaş ve üzeri) sektörel dağılımı incelendiğinde, 2018 yılında yaşlı nüfusun %65,5'inin tarım, %27,3'ünün hizmet, %4,7'sinin sanayi, %2,5'inin ise inşaat sektöründe yer aldığı görülmektedir (AÇSHB, 2020).

**TABLO 7:
KIRSAL VE KENTSEL
NÜFUS ORANLARININ
YILLAR İÇİNDEKİ
DEĞİŞİMİ**
KAYNAK: TÜİK, 2020D



5. BUĞDAY ÜRETİMİNDE KORUYUCU TOPRAK İŞLEME YÖNTEMLERİ

© Shutterstock / Piyaset / WWF



5. BUĞDAY ÜRETİMİNDE KORUYUCU TOPRAK İŞLEME YÖNTEMLERİ



**BEREKETLİ HİHALİN
İNSANLIĞA EN
BÜYÜK ARMAĞANI,
BUĞDAY.**

Tarım topraklarında yaşanan sorunlarla ilgili farkındalık artıkça toprakları korumaya yönelik toprak işlemleri de daha fazla deneme ve uygulama alanı bulmaya başlamıştır. Ülkemizde koruyucu toprak işleme yöntemleri ile mevcut toprak tahribatının durdurulması ve yıpranmış toprakların iyileştirilmesinde en öncelikli başlangıç noktası üretim alanlarında ve tüketiminde en fazla paya sahip olan buğday tarımı yapılan topraklardır. Bu topraklarda sorunların çözülmesi demek, ülkemiz tarımının toprak sorunlarının hem ekolojik hem de ekonomik anlamda en önemli sorunlarını çözmek demektir.

Günümüzde olduğu kadar tarihsel olarak da Anadolu coğrafyasında önemli yer kaplayan tahıllar, özellikle de buğday, tarımın başlamasıyla birlikte insanın en önemli besin kaynağı olmuştur. Buğdayın insan ile ilişkisi yaklaşık 10 bin yıl önce bugün İran, Türkiye, Suriye, Lübnan, İsrail ve Filistin topraklarını kapsayan bölgede (Bereketli Hilal) insanlar tarafından kültüre alınması ile başlamıştır. Bu ilişki buğdayın yüksek adaptasyon yeteneği ve kullanım çeşitliliğinden dolayı güçlenerek günümüze kadar gelmiştir. Bitkinin tohumlarından un, bulgur, nişasta ve makarna elde edilirken; sapları ise hayvan yemi-altlığı, kültür mantarı yetiştirme ortamı, yapı, izolasyon ve kağıt malzemesi olarak hatta bitkisel sini örücülüğü gibi farklı alanlarda kullanılır.

Buğday ve Anadolu insanının ilişkisi daha özeldir. Anadolu'nun buğday için çok önemli bir gen merkezi olmasının yanı sıra bölgede temel karbonhidrat kaynağı olan buğday, Anadolu insanının yaşamını kuşaklar boyunca ekonomik, sosyal ve kültürel açıdan şekillendirmiştir. Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü (FAO) istatistiklerine göre, dünyada gelişen 94 ülkede 4,5 milyar insanın protein ihtiyacının yüzde 20'si buğday ürünleri tarafından karşılanmaktadır (WWF, 2016). Ülkemizde ise bu oran %53'e kadar çıkmaktadır (GTHB, 2016). Bu rakamlar, ülke tarımında buğday üretiminin ve üretim alanlarının verimliliğinin; gıda güvencesi ve güvenliği konularında ne denli önem taşıdığını göstermektedir.

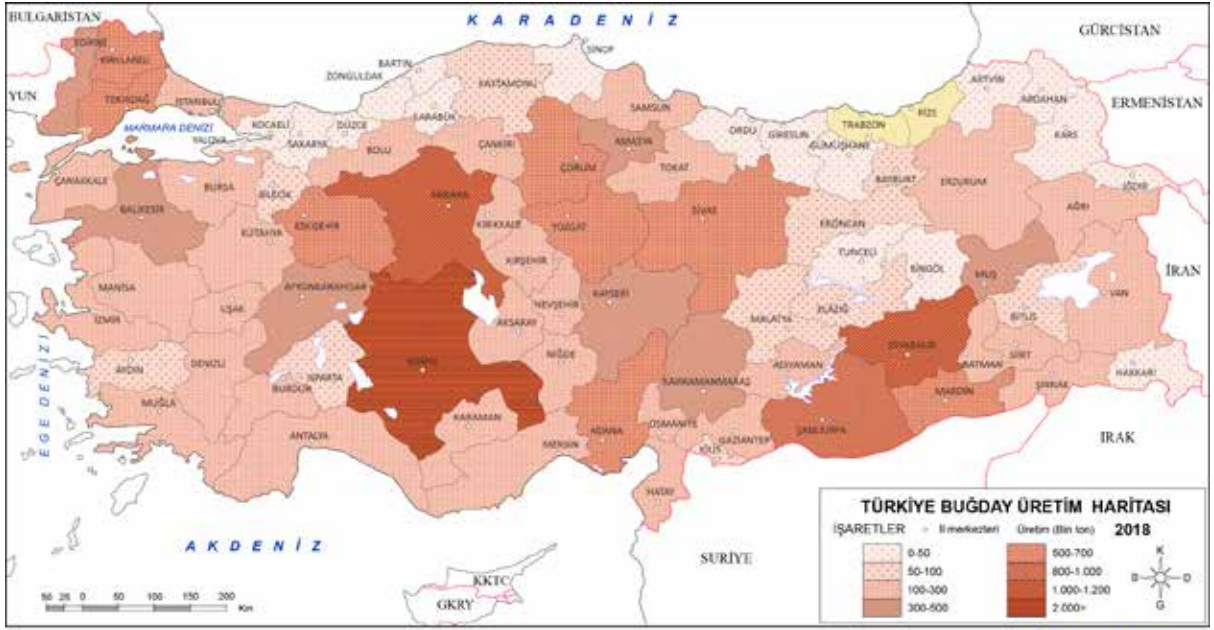
Buğday, Tarım ve Orman Bakanlığı tarafından belirlenen 30 tarım havzasının Doğu Karadeniz dışındaki hemen her bölgesinde yetişir. Tarla ürünleri içinde ekim alanı ve üretim miktarı olarak ilk sırada olan buğday, Orta Anadolu'da bir çok ilin ürettiği ana üründür.

Dünya buğday üretiminin %2'sini gerçekleştiren Türkiye, buğday üretiminde dünya onuncusudur. (TMO, 2019). TÜİK verilerine göre 2020 yılında tahıl ürünleri üretim miktarları, bir önceki yıla göre %8,1 oranında artarak yaklaşık 37,2 milyon ton olarak gerçekleşmiştir. Bir önceki yıla göre buğday üretimi %7,9 oranında artarak 20,5 milyon ton, arpa üretimi %9,2 oranında artarak 8,3 milyon ton, dane mısır üretimi %8,3 oranında artarak 6,5 milyon ton, yulaf üretimi ise %18,7 oranında artarak yaklaşık 314,5 bin ton olmuştur. Ülkemizde tahıl grubunun başta gelen bitkileri buğday, arpa ve mısırın 2019 yılında toplam hububat ekim alanı içindeki payı sırasıyla %64, %27 ve %6 olarak görülmektedir. (TÜİK, 2020e).

**DÜNYA BUĞDAY
ÜRETİMİNİN %2'SİNİ
GERÇEKLEŞTİREN
TÜRKİYE, BUĞDAY
ÜRETİMİNDE DÜNYA
ONUNCUSUDUR.**

HARİTA 5: TÜRKİYE BUĞDAY ÜRETİM HARİTASI (2018)

(KAYNAK:
coğrafyaharita.com
R.SAYGILI 2020)



Ancak beslenme açısından son derece önemli bir yer işgal eden buğdayın ülkemizdeki ortalama verimi, Avrupa Birliği'nin 28 üye ülkesinin buğday verim ortalamasının gerisinde kalmaktadır. 2019/2020 sezonu verilerine baktığımızda Türkiye üretiminin 2,78 ton/ha ile Avrupa Birliği (4,20 ton/ha) bölgesinin ve dünya (3,51 ton/ha) ortalama buğday veriminin altında kaldığını görülmektedir (TMO, 2019). Bu sebeple topraktaki organik madde miktarını koruyarak verimi artıracak yöntemlerin araştırılması ve iklim koşullarına uygun en verimli yöntemin tespit edilmesi giderek daha fazla önem kazanmaktadır.

5.1. DÜNYADA KORUYUCU TOPRAK İŞLEME ÖRNEKLERİNE GENEL BAKIŞ

Toprak işleme, 1930'lu yıllarda Kanada ve Amerika Birleşik Devletleri'nin orta batısında gerçekleşen toz çanağı olaylarından sonra ilk defa sorgulanmaya başlanmıştır. Toprak yüzeyindeki bitki örtüsünde devirmeden, doğrudan tohum ekimi 1940'lı yıllarda makine teknolojisinin gelişimiyle gündeme gelmeye başlasa bile 1960'lı yıllara kadar bir çiftçilik uygulaması olarak değerlendirilmemiştir (Kassam, Friedrich, Derpsch ve Kienzie, 2015). 1970'li yıllarda Merityen Çiftçilik Araştırma Enstitüsü (IPEAME - Instituto de Pesquisas e Experimentação Agropecuária Meridional) tarafından Brezilya'da başlatılan projeye, bilim insanları ve çiftçiler bugün "Koruyucu Tarım" denilen yaklaşımın temellerini atmışlardır (Gözübüyük vd., 2017).

Koruyucu Tarım, Finlandiya gibi Kuzey Kutup dairesinden; Kenya, Tanzanya ve Uganda gibi tropik ekvatorial kuşağa ve 50° güney enlemindeki Falkland Adaları'na kadar tüm iklim kuşaklarında; deniz seviyesindeki ülkelerden, Bolivya ve Kolombiya gibi 3 bin metreye kadar tüm yüksekliklerde; Fas, Batı Avustralya gibi yıllık toplam yağış miktarı 250 mm veya daha az olan ciddi kurak bölgelerden, 2 bin mm yağış alan Brezilya ve 3 bin mm yağış alan Şili gibi çok yağışlı bölgelere kadar gezegenimizin neredeyse her alanında uygulanmaktadır (Kassam vd., 2015). Yine, Avustralya'nın %90'ı bulan kum yapıdaki topraklarından, Brezilya'nın %80 killi topraklarına kadar her toprak yapısında; Çin, Zambiya ve Paraguay örnekleri gibi yarım hektar ile birkaç hektar arasında ya da Arjantin, Brezilya ve Kazakistan örnekleri gibi binlerce hektarda; kök ve yumrulu bitkilerde de dahil olmak üzere tüm ekinlerde Koruyucu Tarım uygulanmaktadır.

TABLO 8:
KORUYUCU TARIM
UYGULAMA ALANI
BÜYÜKLÜĞÜNE GÖRE
İLK 20 ÜLKE
KAYNAK: KASSAM VD., 2015

	ÜLKE	ALAN ('000 HEKTAR)		ÜLKE	ALAN ('000 HEKTAR)
1	A.B.D.	35.613	11	Uruguay	1.072
2	Brezilya	31.811	12	İspanya	792
3	Arjantin	29.181	13	Bolivya	706
4	Kanada	18.313	14	Ukrayna	700
5	Avustralya	17.695	15	İtalya	380
6	Çin	6.670	16	Güney Afrika	368
7	Rusya	4.500	17	Zimbabve	332
8	Paraguay	3.000	18	Venezuela	300
9	Kazakistan	2.000	19	Finlandiya	200
10	Hindistan	1.500	20	Fransa	200

Koruyucu Tarım uygulamalarını benimsemiş kayıtlı en az alana sahip ülke, 200 hektar ile İrlanda olurken, Türkiye bu verilere göre 45 bin hektar ile 29. sıradadır. Küresel ölçekte, Koruyucu Tarım uygulaması yapılan alanların tamamının 157 milyon hektar olduğu tahmin edilmektedir.



DOĞRUDAN EKİM (DE) GELİŞİMİ DESTEK STRATEJİSİ - BREZİLYA ÖRNEĞİ

Ülkede 1960'lı yıllarda küçük ölçekli ve yerel olarak başlayan KT, 1980'li yıllara gelindiğinde 10 milyon hektar arazi varlığı ile büyük ölçeğe taşınmıştır. Büyük ölçekli ekim gerçekleştiren çiftçiler A.B.D.'den gelen makinelerle doğrudan ekimi gerçekleştirirken, küçük ölçekli ekim gerçekleştiren çiftçiler hayvan gücünden yararlanmışlardır. Yaklaşık 10 yıl içinde, daha küçük makinelerin prototipleri geliştirilerek uygulama alanı genişletilmiştir.

Brezilya'da toprak işlemez doğrudan ekimin yaygınlaşmasının arkasında sadece teknik ölçütlerin olduğunu düşünmek yanlış olacaktır. Teknolojik inovasyon ile birlikte etkin bir katılımcı ve ihtiyaçlara yönelik etüt yaklaşımla, çiftçilere bağlı bir gelişim stratejisi benimsenmiştir:

- DE sistemlerinin gelişimi ve yaygınlaşması için araştırmacılar, girişimciler, özel sektör ve çiftçiler arasında yakın bir iş birliği tahsisi,
- Çiftlik tabanlı deneyler ve katılımcı teknoloji gelişimi,
- Çiftçilerin birbirleriyle arazi uygulaması, girdi ve çıktılar ile pazarlama gibi konularda deneyimlerini paylaşabilecekleri "Arazi Dostları Kulüpleri" gibi sivil organizasyonların yapılması,
- Ürün çeşitliliğini artırmak (örn. hayvancılığı ekleyerek) için farklı alanlarda çalışan kooperatiflerle işbirliği yapılması,
- Özellikle "çiftçiden çiftçiye" bilgi ve deneyim aktarımına odaklanan "Arazi Dostları Kulübü" gibi organizasyonlar tarafından hazırlanmış teknik, ekonomik ve çevresel bilgileri yaymak üzere medya çalışması yürütülmesi,
- Kısa süreli ve DE'nin kısa sürede uygulanmasına yönelik sübvansiyonların sağlanması,
- İkincil ekinlerin ve hayvancılığın entegre edilmesi,
- Erozyon, toprak kirliliği, arazi ve su havzası tahribatı gibi çevresel meseleler ile ilişki kurulması.

Kaynak: FAO ve Bruinsma, 2003



**2015 YILI İTİBARIYLA
DOĞRUDAN EKİM
YAPILAN ALANLARIN,
TOPLAM İŞLENEBİLİR
TARIM ALANLARININ
%1’İ KADAR
OLDUĞU TAHMİN
EDİLMEKTEDİR.**

5.2. TÜRKİYE’DE KORUYUCU TOPRAK İŞLEME İLE BUĞDAY ÜRETİMİNE ÖRNEKLER

Dünyada 18. yüzyılın sonuna doğru kullanılmaya başlanan toprağı devirerek işleyen pulluklar, ilk dönem getirdikleri faydalar sonucu ülkemizde de toprak işlemenin yaygın pratiğine dönüşmüştür. Günümüzde tüm dünyada olduğu gibi ülkemizde de üreticiler, toprak işlemeyi sadece yabancı otları azaltmak için değil bitki artıklarını, böcekleri ve diğer zararlıları toprağa gömmek, gübre ve tarım ilaçlarını toprağa karıştırmak, tohum yatağı hazırlamak amacı ile de kullanılmaktadır. Bu amaçlar için kulaklı pulluk dışında farklı toprak işleme makineleri de kullanılmaya başlanmıştır (Çelik, Günel, Barut, Acar ve Acir, 2018). Ancak 80’li yıllardan itibaren konvansiyonel toprak işleme yöntemlerinin toprağa verdiği zararın anlaşılmasıyla eski pratiklerin bırakılarak koruyucu toprak işleme sistemlerinin yaygınlaşması için çalışmalar başlamıştır.

Ülkemiz tarımını tehdit eden toprak problemleri ve bu problemlerin yol açacağı verim kaybı öncelikli olarak kendini tahıl üretiminde gösterecektir. En çok üretilen ve tüketilen ana ürün olan buğdaydaki verim kayıpları, ülke ekonomisini zedeleyeceği gibi insanların yeterli gıdaya ulaşamaması ve dışa bağımlılık gibi büyük sorunlara yol açabilir. Ayrıca, buğday ekili alanların %78’inde kuru tarım yapıldığı düşünülürse; ülkemizde buğday üretimi yağış miktarı ve rejimi ile doğrudan ilgilidir. Bu da iklim değişikliğinden kaynaklı beklenen kuraklıktan, kuru tarım üzerinden buğday üretiminin etkileneceğini göstermektedir. Beklenen kuraklık karşısında ürün rekoltesinde yaşanacak kayıpların engellenmesi ve tarım topraklarımızın tekrar sağlığına kavuşabilmesi için on yılı aşkın süredir ülkenin çeşitli bölgelerinde, özellikle buğday üretim alanlarında Tarım ve Orman Bakanlığı, üniversiteler ve üreticiler koruyucu tarım yöntemlerinin yaygınlaşması için çalışmaktadır. Türkiye genelinde en çok uygulanan koruyucu tarım yöntemi doğrudan ekimdir. 2015 yılı itibarıyla doğrudan ekim yapılan alanların, toplam işlenebilir tarım alanlarının %1’i kadar olduğu tahmin edilmektedir (Çelik, 2016).

Dünya genelinde gittikçe daha fazla benimsenen koruyucu tarım yöntemleri ile ilgili olarak ülkemizde 1980’li yıllardan beri farklı kuruluşlarca denemeler yapılmaya başlamıştır (Tekin, Avcı, Çat ve Akar, 2017). Doğrudan ekim dışında farklı koruyucu toprak işleme yöntemlerinde, pulluk benzeri konvansiyonel ve değişik tip toprak işleme makinelerinin güç ve yakıt tüketimi arasındaki ilişkileri, buğday verimi üzerine etkileri araştırılmıştır (Aykas ve Önal, 1996). Özellikle kuru tarım alanlarında yürütülen çalışmaların başarılı sonuçlarının etkisi, ÇATAK (Çevre Amaçlı Tarım Arazilerini Koruma Programı)¹⁰ benzeri destek programları ve daha fazla üniversite, sivil toplum kuruluşu ve üreticinin katılımı ile yaygınlaşma eğilimindedir.

KONYA

Buğday denince ülkemizde ilk akla gelen yer olan Konya, koruyucu tarım uygulamalarının yaygınlaşmasında öncülük etmektedir. Konya Türkiye’nin en az yağış alan illerinden biridir ve düzensiz yağış rejimi ile yağış miktarının azlığı, beraberinde ciddi kuraklık riski de getirmektedir. Türkiye’nin en büyük ovası olan ve ülkenin kullanılabilir su potansiyelinin toplam %4’ünden azına sahip olan Konya Kapalı Havzası, Türkiye’deki toplam tarım alanlarının %12’sini, sulanan alanların ise %16’sını oluşturmaktadır (WWF, 2014). Ülkemizdeki tahıl üretiminin yaklaşık %10’luk kısmı Konya’da gerçekleşmektedir (Anonim, 4). Konya bölgesinde buğday üretiminde, yaygın



**“PULLUKSUZ TARIM,
DOĞAL BİR TOPRAK
REFORMUDUR.”
MEHMET KARLI¹¹**

¹⁰ Tarım ve Orman Bakanlığı’nın 2006 yılından beri yürüttüğü ÇATAK Programında, toprak ve su kalitesinin korunması, doğal kaynakların sürdürülebilirliği, erozyonun önlenmesi ve tarımın olumsuz etkilerinin azaltılmasına yönelik alanların korunması amaçlanmaktadır.

¹¹ Karlı, M. (2015). Pulluksuz tarım, doğal bir toprak reformudur. Yeşil Gazete, (2015, 1 Haziran) <https://yesilgazete.org/pulluksuz-tarim-dogal-bir-toprak-reformudur/adresinden-erisildi>.

**2010 YILINDAN
BERİ KONYA'NIN
SARAYÖNÜ İLÇESİNDE
TOPLAM 12 KÖY VE 6
KASABADA, TOPLAM
23 BİN DEKAR ALANA
DOĞRUDAN EKİM
YÖNTEMİ İLE BUĞDAY
EKİLMESİ SAĞLANDI.**



**DOĞRUDAN EKİM İLE
DEKAR BAŞINA 5,1L
YAKIT TASARRUFU
SAĞLAMAK MÜMKÜN.**

olarak kuru tarım ve konvansiyonel toprak işleme yöntemleri uygulanmaktadır. Yağışın yetersizliği ve toprakların uzun yıllardır yapılan tarım sonucu verimini yitirmiş olması nedeniyle bölgede nadas uygulaması oldukça yaygındır.

Bahri Dağdaş Uluslararası Tarımsal Araştırma Enstitüsü'nün (BDUTAE) Konya merkezde bulunan arazisinde gerçekleştirilen farklı çalışmalarda, bölgede yaşanan sorunlar karışında buğday üretiminin devamlılığını sağlamak için doğrudan ekimin uygulanabilir bir yöntem olduğu belirlenmiştir. 2011 - 2014 yılları arasında yapılan çalışmalar sonucu buğday verimlerinin yıllara, ekim yöntemlerine ve ön bitkilere bağlı olarak değişkenlik gösterdiği tespit edilmiş ve sonuç olarak doğrudan ekimin kendi içeriğinde gerekli uygulamaların yapılması durumunda, konvansiyonel yöntemden daha iyi sonuçlar verdiği sonucuna varılmıştır (Gültekin, 2017). Doğrudan ekimin başarısı için iyi bir ekim makinesi yanında mutlak suretle ekim nöbetine ihtiyaç duyulmaktadır (Gültekin vd., 2013; Gültekin vd., 2017). Doğrudan ekimin uygulanmaya başladığı ilk yıllarda sergilediği performansın, üreticilerde hayal kırıklığı ve koruyucu tarım yöntemlerinin ekonomik açıdan verimli olmadığı algısı yaratmamasına dikkat edilmelidir.

Bahri Dağdaş Uluslararası Tarımsal Araştırma Enstitüsü'nün üreticiler için hazırladığı Orta Anadolu'da Doğrudan Ekim broşüründe; bölge üreticilerini bilinçlendirmek ve koruyucu tarım yöntemlerinin yaygınlaşmasını sağlamak için bu konuların altı çizilmiş, doğrudan ekim yönteminin ekim nöbeti ile beraber uygulanması, tarlada anız bırakılması (anız yakılmaması) gerekliliği ve doğrudan ekim uygulamasının süreklilik arz eden bir uygulama olarak uygulanması gerektiği belirtilmiştir (BDUTAE, 2021).

2010 yılından beri Konya, Sarayönü'nde toplam 12 köy ve 6 kasabada yürütülen projelerde, toplam 23 bin dekar alanın doğrudan ekim yöntemi ile ekilmesi sağlanmış ve konvansiyonel yöntemle göre verim azalışı olmadığı gibi üreticiler aynı verim miktarını daha az maliyetlerle elde etmişlerdir. Hatta çok kurak geçen senelerde, pulluksuz tarımla %100'e varan oranda daha fazla verim alınmıştır. Ayrıca, 2015 yılında halk arasında anıza ekim olarak adlandırılan toprak işlemesiz doğrudan ekim uygulaması ile dekar başına 5,1 litre yakıt tasarrufu sağlanmıştır.¹² Bölgedeki uygulamalarda yapılan gözlemlere göre ekim münavebesi (ekim nöbeti) yöntemleri ile yabancı ot sorunu son derece azalmaktadır. Bu da koruyucu tarım yöntemlerinde devamlılığın esas olduğunu göstermektedir (Yeşil Gazete, 2015).

2014 yılında Bahri Dağdaş Bitkisel Araştırma Dergisi'nde yayınlanan KOP Bölgesi¹³ Tarım Alanlarının Geleceği için "Doğrudan Ekim Desteklemesi Programının Oluşturulması" Model Önerisinde, tarım alanlarının yaklaşık %70'inde kuru tarım yapılmak zorunda kalan ve Türkiye'nin su kaynakları bakımından en yetersiz yeri olan bölgede, doğrudan ekim yönteminin yaygınlaştırılmasıyla yıllık yaklaşık olarak 900 milyon m³ su tasarrufu ve 745 milyon TL ekstra kazanç sağlanabileceği belirtilmiştir (Vanoğlu vd., 2014).

Konya'da yapılan uygulamalarda, doğrudan ekim makinesi olmazsa olmaz bir unsurdur. Sarayönü'nde doğrudan ekim uygulamasının yaygınlaşmasında hem ziraat mühendisleri odası hem de Mevlana Kalkınma Ajansı tarafından hibe edilerek üreticilerin doğrudan hizmetine sunulan ekim mibzeri sayısı da etkili olmuştur.¹⁴

Yine Konya'da bir araya gelen üretici kooperatifleri ve dernekleri 2019 yılından beri koruyucu tarım makine ve ekipmanlarını koruyucu tarım yöntemi ile ortak kullanmaktadırlar.¹⁵

¹² Koruyucu tarım alanında çalışan bir sivil toplum yöneticisi ile yapılan görüşmeden notlar.

¹³ Aksaray, Karaman, Konya, Niğde, Nevşehir, Yozgat, Kırıkkale ve Kırşehir illerini içine alan bölge.

¹⁴ Koruyucu tarım alanında çalışan bir sivil toplum yöneticisi ile yapılan görüşmeden notlar.

¹⁵ KOR-TAR (Koruyucu Tarım) grubu bilgilendirmesi.



©Tarlamera

ERZURUM

Erzurum–Pasinler ovasında yer alan Erzurum Doğu Anadolu Tarımsal Araştırma Enstitüsü (DATAE) Pasinler İstasyonu deneme alanlarında, 2000-2008 yılları arasında yürütülen uzun dönemli çalışmalar sonucu hem sululu hem de kuru tarım uygulamalarında ve farklı toprak derinliklerinde doğrudan ekim yapılan parsellerde, konvansiyonel ekim yapılan parsellere göre daha fazla nem tutulduğu saptanmıştır (Gözübüyük vd., 2017).

Toplam enerji girdilerinde, sistemleri oluşturan tarım alet/makineleri arasında birim alan (ha) başına enerji girdileri içinde en yüksek değeri konvansiyonel toprak işlemede kullanılan pulluğun oluşturduğu bilinmektedir (Gözübüyük vd., 2015; Demir ve Gözübüyük, 2017). Aynı miktarda yakıtla konvansiyonel toprak işleme yöntemleri ile 1 ha alan işlenip ekilebilirken, doğrudan anıza ekim yönteminde ise 4,8 ha alanın ekilebileceği tespit edilmiştir. Buna paralel olarak yakıt tüketimine bağlı, konvansiyonel toprak işleme yönteminde doğrudan ekime kıyasla 5 kat daha fazla karbon salımı gerçekleşmiştir (Demir ve Gözübüyük, 2017).

Bölgede doğrudan ekimin uygulandığı ilk yıl elde edilen ürün hasadında azalmalar görülse de ekonomik açıdan bakıldığında bu kayıpların ciddi boyutlarda olmadığı anlaşılmaktadır. Aynı zamanda toprak verimliliğini korumak ve çıkan yabancı ot miktarını azaltmak için en önemli parametrelerden birisinin ekim münavebesi uygulanması olduğu belirlenmiştir. Dolayısıyla koruyucu toprak işleme yöntemlerinin etkisinin olabilmesi için en az dört yıl süreyle devamlı uygulanması gerekliliği ortaya çıkmıştır (Altıkat , Kuş, Küçükerdem, ve Gözübüyük, 2017).

Yapılan çalışmalarda karşılaşılan bir diğer zorluk da tarlada bırakılması gereken anızın, bölgede hayvancılık yoğun olarak yapıldığı için satılarak ya da plansız otlatma yaptırılarak hayvan yemi olarak kullanılması olmuştur. Bu durum toprağın neminin ve verimliliğinin yitirilmesine, erozyondan daha fazla etkilenmesine ve çıkış oranlarının düşmesine sebep olmaktadır (Altıkat vd., 2017). Doğrudan ekim yöntemi uygulanan alanlarda yabancı ot artışı olmasının, bu bitkiler büyüme zamanında toprakta daha fazla su tükettiğinden tahıl verimini azalttığı sonucuna varılmıştır (Gözübüyük vd. 2015).

**EKİM MÜNAVEBESİ,
TOPRAK VERİMLİLİĞİNİ
KORUMAK VE
ÇIKAN YABANCI OT
MİKTARINI AZALTMAK
İÇİN ÇOK ÖNEMLİ.**



TRAKYA BÖLGESİ

Trakya bölgesinde tarım ve hayvancılık yapan Tarlamera çiftliği, toprakta gözledikleri yarıklar ve tespit ettikleri düşük organik madde miktarının ardından 2018 yılında anıza ekim uygulamasına başlamıştır. Anıza ekim uygulamasını 2019 yılında 100 dekar alana çıkararak bu uygulamayı devam ettirmektedirler. %85'i bitki örtüsü ile kaplı durumda olan tarım arazilerinde, azalan yağmur miktarına rağmen verim düşüşü yaşanmamıştır. Tarlamera, anıza ekim uygulamasını bütüncül otlatma uygulayarak ve özellikle yem bezelyesi ve fiğ gibi toprağı besleyen ürünlerle ekim münavebesi yaparak desteklemektedir. Anıza ekim uygulamaları sonucu azalan makine kullanımlarının dekar başına 3 TL tasarruf yapmalarını sağladığını ve 2 yıllık kullanım sonunda anıza ekim ekipmanı maliyetinin yarısını çıkardığını belirtmişlerdir. Uygulama sırasında, bölgenin iklim şartlarına bağlı olarak, topraktaki nemin çok olduğu zamanlarda buğday ekimi güçleşmekte ve çıkışlar azalabilmektedir. Fakat bu sorun ekim zamanı ayarlaması yaparak çözülebilmektedir.¹⁶

**KONVANSİYONEL
TARLA İŞLEME
YÖNTEMLERİNE
KIYASLA HEM
İŞÇİLİKTE MALİYET
AVANTAJI SAĞLAMAK
HEM DE MAZOT
TASARRUFU YAPMAK
MÜMKÜN.**

Trakya bölgesinde hayvancılık yapan Havsa Çiftliği ise son 3 yıldır, 1.000 dönüm arazide kendi anıza ekim makinesi ile doğrudan ekim yaparak kendi hayvanlarını dışarıdan yem girdisi olmadan besleyebilmektedir. Bu süre zarfında çiftlik, herbisit kullanımını, diğer üreticilere kıyasla asgari düzeye indirmiş olmasına rağmen alınan ürün miktarı bölge ortalamasının altına düşmemiştir. Bunun yanı sıra konvansiyonel tarla işleme yöntemlerine kıyasla hem işçilikte maliyet avantajı sağlanmış hem de dönüm başına 7 litreye yakın mazot tasarrufu yapılmıştır. Havsa Çiftliği'nin başarısı hem doğrudan ekim yöntemini istikrarlı bir şekilde devam ettirmeleri hem de toprağı besleyecek baklagillerle ekim münavebesi yapıp toprağı boş bırakmamalarında yatmaktadır. Toprağı boş bırakmamanın erozyonu engelleme dışında bir diğer artısı da istenmeyen ot çıkışının engellenmesi ve normalde boş geçecek bir sezonda ek gelir elde edilebilmesi olarak özetlenebilir.

Havsa Çiftliği'nin sergilediği iyi örneğe rağmen bölgede doğrudan ekim gibi koruyucu tarım yöntemlerinin yaygınlaşmasının yavaş olmasında, gittikçe dengesizleşen iklim koşullarında üreticilerin bilmedikleri bir yöntem yerine, uzun yıllardır alacakları verim miktarını bildikleri bir yöntemi tercih etmeye yatkın oluşları önemli bir etkidir. Ayrıca doğrudan ekim, mibzerin ufak tarlalarda fazla gitgelli çalışmasından dolayı 3-5 dönümlük alanlarda randımanlı değildir. Yapısal olarak parçalı ve dağınık parsellere sahip ülkemizdeki tarla topraklarında, doğrudan ekimin yaygınlaşmasının önünde bu durumun bir engel olduğu söylenebilir.¹⁷

^{16,17} Trakya bölgesindeki üretici yapılan ile görüşmeden notlar.

ÇUKUROVA BÖLGESİ

Türkiye'deki toplam ekilebilir alanın %5'ini kapsayan bu bölgede ekilebilir tarım alanlarının neredeyse tamamına yakınının cazibeli sulamaya erişimi vardır. Konvansiyonel tarım yöntemleri ile modern tarım araçları ve ilaçlarının yoğun olarak kullanıldığı bölgede yılda en az iki ürün alınabilmektedir (Bilgili, Aykanat ve Vurarak, 2015). Bölgede yaşanan önemli bir sorun, ikinci ürün için hızlı tohum yatağı hazırlamak ve ikinci ürünün çıkış zamanını ayarlamak isteyen birçok üreticinin yasal olmasa bile tarlada önceki ürüne ait anızı yoğun bir şekilde yakmasıdır (Barut, Çelik ve Turgut, 2012).

Çukurova bölgesinde yaşanan bir başka sorun da kar yağışı görülmediği için kış aylarında üzerinde herhangi bir bitki örtüsü olmadan hazırlanan buğday ekim alanlarının, erozyona karşı duyarlı hale gelmesidir. Ayrıca üreticilerin işleme kolaylığı nedeniyle eğime dik işleme yapmak yerine eğim yönünde tarla işlemleri su erozyonunun etkisini artırmaktadır.¹⁸

Araştırmalar bölgede anız yakmak ve pullukla toprak işleme yöntemleri yerine koruyucu tarım yöntemlerinin kullanılması gerektiğini ortaya koymaktadır. Bölgede yapılan araştırmalarda buğday-mısır rotasyonunda, konvansiyonel ve koruyucu tarım sistemlerinin bitki çıkışı ve gövdelenme ürün verimi incelenmiş, bölge şartlarında etkili olan yöntemin azaltılmış toprak işleme olduğu sonucuna varılmıştır (Barut ve Çelik, 2010).

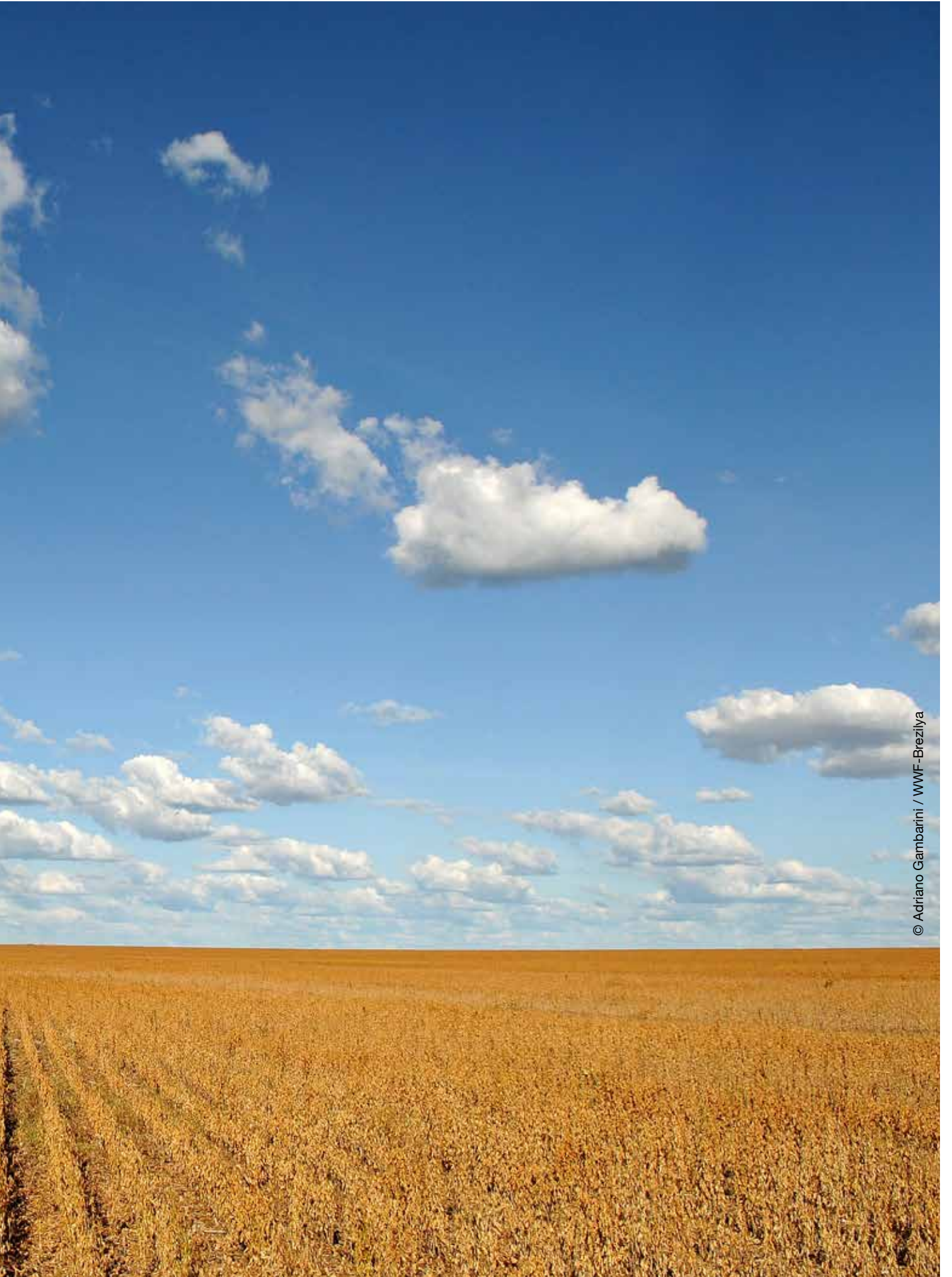
Çukurova koşullarında buğday tarımının yapıldığı kil bünyeli bir toprakta, 2006-2009 tarihleri arasında gerçekleştirilen bir diğer çalışmada ise tohum yatağı hazırlığında konvansiyonel toprak işleme yönteminin azaltılmış toprak işleme ve doğrudan ekim yöntemlerine göre daha uygun olduğu tespit edilmiştir. Ancak yine aynı çalışmada, ekolojik ve ekonomik açıdan sürdürülebilirliği sağlamak için azaltılmış toprak işlemenin, bir geçiş sistemi olarak ilk aşamada düşünülebileceği sonucu paylaşılmıştır. (Barut vd., 2010).

¹⁸ Ziraat alanında çalışan bir akademisyenle yapılan görüşmeden notlar.



6. SONUÇ VE ÖNERİLER





© Adriano Gambarini / WWF-Brezilya



6. SONUÇ VE ÖNERİLER



“TOPRAĞIN BİR
TOPLULUK OLUŞU
EKOLOJİNİN TEMEL
KAVRAMIDIR ANCAK
TOPRAĞIN SEVİLMESİ
VE SAYILMASI ETİĞİN
BİR UZANTISIDIR.”
ALDO LEOPOLD¹⁹

Ülkemiz; her yıl Kıbrıs Adası kadar toprağın nehirlerle aktığı ve Güneydoğu Anadolu’dan Trakya’ya kadar milyonlarca dekarın toprak işleme, kimyasal gübre, zehir ve anız yakımı ile canlılığını yitirdiği bir tablo ile karşı karşıyadır (Tekin, Avcı, Çat ve Akar, 2017). Raporda da belirtildiği gibi maalesef topraklarımızın %88’inde organik madde az ya da çok az (%2’nin altında) seviyededir. Gezegenimizdeki canlılığın devamı için en önemli varlıklarımızdan olan topraklarımızı, yanlış uygulamalar sonucunda hem fiziksel hem de biyolojik olarak kaybediyoruz.

Dünyadaki tüm canlıların temiz suya ve gıdaya erişebilmesi için toprağın sağlığını artırmaya odaklanmamızın zamanı geldi. Bu hedeflere ulaşmanın tek yolu ise **toprağın içindeki canlılığı geri getirmektir**. Topraktaki mikrobiyolojik canlılığı korumak ve iyileştirmek; hem toprağın karbon tutma kapasitesini geliştirerek iklim krizi ile mücadele etmemizi sağlar hem de sağlıklı bir toprak besin ağı ile tarımsal sistemlerimizin iklim değişikliğine uyum sürecinde önemli bir adım atmamıza yardımcı olur.

Tarım topraklarındaki canlılığı koruyarak ve iyileştirerek üretim yapmak için kullanılabilecek en güncel yöntem ve yaklaşımlardan bazıları şu şekildedir:²⁰

a) Sürdürülebilir Toprak Yönetimi (STY): Toprak kaynaklarının tahribatına sebep olan etkenleri ortadan kaldırmayı ve toprak ekosistem hizmet ve işlevlerini iyileştirmeyi amaçlayan tüm yöntemlerdir. Sürdürülebilir Toprak Yönetimi için yapılabilecek çalışmalar şu temel başlıklar altında toplanmaktadır: Toprak erozyonunun en aza indirilmesi, toprağın organik madde içeriğinin artırılması (iyileştirilmesi), toprak besin dengesinin ve döngülerinin güçlendirilmesi, toprağın tuzlanması ve alkalileşmesinin önlenmesi, toprak kirliliğinin ve asitlenmesinin önüne geçilmesi ve en aza indirilmesi, biyolojik çeşitliliğin korunması ve iyileştirilmesi, toprak mühürlenmesinin asgari seviyelere çekilmesi, sıkışmalarının önlenmesi ve etkilerinin azaltılması ile zemin sularının yönetiminin geliştirilmesi.

b) Koruyucu Tarım: Ekilebilir arazilerde kayıpların gerçekleşmesini engellerken aynı zamanda tahribata uğramış arazileri de iyileştirebilen çiftçilik sistemidir. Koruyucu tarımın üç ilkesi; toprak işlenmesinin en aza indirilmesi, ekin kalıntıları veya örtü bitkileri ile toprak yüzeyinde daimi organik örtü sağlanması ve ekim nöbetleri ile ürün çeşitliliğinin sağlanmasıdır. “Koruyucu Toprak İşleme” için toprak işlemesiz doğrudan ekim, azaltılmış toprak işlemeli ekim, şeritsel toprak işlemeli ekim, malçlı toprak işlemeli ekim ve sırta ekim yöntemlerinden uygun olan tercih edilebilir.

c) Tarımsal Ormancılık: Tarımsal ormancılık, ekin (çoğunlukla tek yıllık tahıl ve bahçe bitkileri) ile çalı, ağaç ve hayvancılık sistemlerinin bir arada işletildiği bir arazi kullanım sistemidir.

d) Agroekoloji: Ekosistem bileşenlerine ve tarım arasındaki biyolojik etkileşimlere odaklanarak “sürdürülebilir agroekosistemler için bir tasarım çerçevesi” sunar.

e) Biyolojik toprak düzenleyici ve iyileştiricilerin kullanılması:

Topraktaki canlılığı yalnızca korumak değil iyileştirmek için de yapılan bu tarz uygulamaların başında; oksijen varlığında organik maddeleri ayrıştıran ve dönüştüren mikroorganizmaların yetiştirilmesini içeren kompost, kompost çayı ve biyokömür gelmektedir.

¹⁹ (Leopold, 2013. Çev. Ufuk Özdağ)

²⁰ Bu konulardaki detaylı bilgi için 3. Bölüm’e bakınız.

f) Yenilikçi yaklaşımlar: Permakültür, toprak besin ağı bahçeciliği, bütüncül planlı otlatma ve onarıcı tarım yaklaşımlarının hepsinin ortak hedefi; araziye zarar vermemenin ötesinde, toprağa ve çevreye yeniden canlılık katarak araziyi iyileştirirken bir yandan da ekonomik dirençliliği artırmak yönündedir.

Dünya buğday üretiminin %2'sini karşılayan ülkemizde, her yıl hububat ekim alanlarındaki anızın %30'unun yakıldığı ve bu yolla yılda ortalama 6-8 milyon ton arasında organik maddenin kül olup gittiği tahmin edilmektedir (Tekin vd., 2017). Bu nedenle raporumuzda, buğday üretiminde toprak işlemez doğrudan ekim konusunda Türkiye'den ve dünyadan deneyimlere özel olarak yer verilmiştir.

Türkiye; biyoçeşitliliğin korunması, toprak kaynaklarının sürdürülebilir kullanımı, arazi tahribatının dengelenmesi ve çölleşmeyle mücadele gibi konularda çalışma esaslarının belirlenmesini gerektiren birçok uluslararası sözleşmeye taraftır. Bu konularda akademi, kamu, ulusal ve uluslararası sivil toplum kuruluşları pek çok çalışma yürütmektedir. Ancak raporda da vurgulandığı gibi %22,5'i yüksek, %50,9'u ise orta düzeyde çölleşme hassasiyetine sahip olan, bununla birlikte iklim krizi nedeniyle kuraklık ve çölleşmeye maruz kalabilecek bir ülke olarak; toprak canlılığını korumaya ve iyileştirmeye yönelik uygulamaları acilen yaygınlaştırmamız gerekmektedir.

Türkiye'deki **tarım toprağının canlılığını koruyacak ve iyileştirecek uygulamaları yaygınlaştırmak için** kamu, özel sektör, kamuoyu ve sivil toplum tarafından uygulanabilecek çözüm önerileri dört ana başlıkta toplanabilir:

- Tarım topraklarının amaç dışı kullanımının engellenmesi
- Tarım arazilerinin tahribatına neden olan tarım uygulamalarının durdurulması
- Tarım toprağını korumayı amaçlayan uygulama ve politikaların teşvik edilmesi
- Tahrip edilmiş tarım toprağını iyileştirecek ve toprak canlılığını artıracak yenilikçi uygulamaların yaygınlaştırılması

ŞEKİL 5:
DÖRT ANA
BAŞLIKTAKİ ÇÖZÜM
ÖNERİLERİ



Tarım topraklarının korunması ve iyileştirilmesi için aşağıda belirtilmiş olan yaklaşım ve önerilerin, arazilere özel iklimsel, topografik, bölgesel, toplumsal ve ekolojik koşulları doğrultusunda yerine ait ve ölçeğine uygun çözümleri ortaya koyabilmek için birlikte ele alınması gerekir.

a) Tarım topraklarının amaç dışı kullanımının engellenmesi

Ormanların korunması: Topraklarımızı korumanın yolu, her türlü bitki örtüsünü korumaktan geçer ve topraklarımızı korumak gıda güvenliği, yoksullukla mücadele ve sağlıklı bir çevrede yaşayabilmek için hayati öneme sahiptir. Ormanlar ve ağaçlar, tarımsal üretim için gerekli çevre koşullarının korunması ve iklim krizi ile mücadele gibi konularda yardımcı olarak gıda güvenliğine önemli katkılarda bulunur. Fakat ne yazık ki enerji, madencilik, savunma, ulaşım sektörleriyle ilgili olarak ve de diğer sebeplerle yapılan yasal düzenlemeler sonucu, her iki yılda bir Yalova'nın büyüklüğü kadar orman alanı yok olmaktadır (TEMA Vakfı, 2018a). Orman ve meraların, konvansiyonel tarım yapılan arazilere dönüştürülmesi, toprak canlılığının ortadan kalkmasına yol açar. Tarım topraklarının korunmasını ve iyileştirilmesini sağlayan uygulamalarla toprak veriminin artması sağlandığı takdirde gıda üretimi için orman alanlarının tahrip edilmesine ihtiyaç olmayacaktır.

Tarımsal koruma alanı: Tarım toprakları da enerji, sanayi, inşaat ve turizm sektörleri başta olmak üzere pek çok sebepten dolayı amaç dışı kullanım tehdidi altındadır. Tarım arazilerinin amaç dışı kullanımının engellenmesi için 5403 Sayılı Toprak Koruma ve Arazi Kullanımı Kanunu'nda belirtildiği gibi **Toprak Koruma ve Arazi Kullanım Planlarının** hazırlanması; tarımsal potansiyeli yüksek büyük ovaların **tarımsal koruma alanı** ilan edilmesi; **toprağın sürdürülebilir yönetimi** için ayrılan bütçelerin artırılması tarımda en öncelikli konular haline getirilmelidir (TEMA Vakfı, 2018b; TOB ve FAO, 2019b).

Üstün kamu yararı: 5403 sayılı Kanun'un ilgili maddesine, gelecek nesillere yaşam hakkı ve gıda güvencesi sağlayabilmek için tarım topraklarının korunmasını "**üstün kamu yararı**" olarak tanımlayan hükümler eklenmeli ve tarım arazilerinin amaç dışı kullanımının önünü açan tüm yasa ve yönetmelikler yeniden gözden geçirilmelidir (TEMA Vakfı, 2018b).

Toprak Koruma Kurulları: Vatandaşların ve sivil toplum kuruluşlarının konuyla ilgili gelişmelerden haberdar olup katılım sağlayabilmesi için tarım arazilerinin tarım dışı kullanımı ile ilgili alınan **Toprak Koruma Kurullarının kararları, halkın bilgisine sunulmalıdır**. Ayrıca verilen izinler, yapılan izleme, değerlendirme istatistikleriyle toprak koruma önerileri, kamuoyunun kolayca erişebileceği kanallardan düzenli olarak yayımlanmalıdır (TEMA Vakfı, 2018b).

b) Tarım arazilerinin tahribatına sebep olan tarım uygulamalarının durdurulması

Konvansiyonel tarımı terk etmek: Arazı yakmak, tarlaları ağır makinelerle çok sık ve derin sürmek, kimyasal girdiler kullanmak, toprağı eğime dik işleme gibi konvansiyonel tarım ve toprak işleme uygulamaları; toprak erozyonuna, asit ve tuz oranının yükselmesine, toprağın mühürlenmesine, kirliliğe ve daha pek çok olumsuz sonuca yol açarak arazi tahribatına neden olduğundan acilen terk edilmelidir.

Zararları anlatmak: Erozyon ve organik madde kaybı gibi tarım toprağındaki canlılığın azalmasına yol açan tüm uygulamaların acilen durdurulması için kamu tarafından **çiftçilere mevcut uygulamaların zararlarını anlatan** bilgilendirmeler yapılmalıdır. Bu uygulamalara devam edilmemesi için de gerekli yasal değişikliklerin sağlanmasına ihtiyaç vardır. **Ayrıca, akademi, kamu ve sivil toplum kuruluşlarının işbirliği yaparak** toprak işleme uygulamalarının toprakta yarattığı tahribat hakkında kamu oyunu bilgilendirmesi ve farkındalık oluşturulması gereklidir.

Arazi kullanım planları: Enerji, tarım, sanayi, turizm gibi sektörlerin farklı arazi kullanım kararlarını oluşturabilmek için (5403 sayılı Kanunun da öngördüğü gibi) öncelikle **arazilerin toprak ve su potansiyelini belirleyen ekolojik tabanlı arazi kullanım planlarının** hazırlanması gerekmektedir (TEMA Vakfı, 2018b). Arazi kullanım envanteri ve potansiyel kullanım durumu tespit edilerek tarım toprakları için koruyucu önlemler alınmalı, diğer kullanımlar için alternatif alanlar gösterilmelidir (Özdemir, 1995).

Toprak haritalaması: Tarım Reformu Genel Müdürlüğü tarafından tüm Türkiye'yi kapsayacak şekilde topraktaki organik karbon miktarının yanı sıra özellikle biyolojik yapıyı ve canlılığı içeren **toprak haritalama çalışması** yapılması ve çiftçilere toprak yapısına uygun ekinler için teşvik sağlanması kuraklıkla mücadele için oldukça önemlidir.²¹

c) Tarım toprağını korumayı amaçlayan uygulama ve politikaların teşvik edilmesi

Toprağı koruyan uygulamalar: Sürdürülebilir tarım yönetimi, koruyucu tarım, tarımsal ormancılık ve agroekoloji gibi tarım topraklarını korumayı amaçlayan uygulamaların yaygınlaştırılması için kamu, özel sektör, sivil toplum ve akademi birlikte çalışmalı ve tarım sektöründe bir dönüşüm başlatılmalıdır.

Engellerin tespiti: Geleneklere bağlılık ve yeniliklere açık olmamak, dünyanın birçok yerinde tarımla geçimini sağlayan ve risk alacak koşulları olmayan çiftçilerin, toprağı korumaya ve iyileştirmeye yönelik yeni tarım pratiklerini benimsemesinde en büyük engel olmuştur. Bunun dışında; **özellikle buğday üretiminde toprak işlemesiz doğrudan ekim pratiğinin yaygınlaşması konusunda arazilerin parçalı yapısı, teknik eleman eksikliği, bir sonraki ürünün ekimini kolaylaştırmak, hastalık veya zararlı bulaştırma ihtimalinden dolayı anızın yakılması veya hayvan yemi olarak kullanılması, belirsiz arazi kullanım hakları, desteklerin sürekli olmaması gibi** sebeplerle koruyucu tarım uygulamalarının yaygınlaşmasında sorunlar yaşanmaktadır (Çelik, 2016). Sorunların acilen kamu, sivil toplum ve sahadaki aktörlerle birlikte tespit edilmesi ve bu konularda çözüm üretilmesi gerekmektedir.

Uygulamaların yaygınlaşması: Benimseme sürecinde yaşanan zorlukları aşmak için **gerekli altyapı, bilgi ve deneyim paylaşımını sağlayacak çok sayıda deneme sahalarının oluşturulması; uygulamalı eğitimler;** Brezilya örneğinde olduğu gibi deneyim paylaşımı zeminlerinin oluşturulması²²; ekolojik ve ekonomik kazanımların anlatılması ve bölgenin sosyo-ekonomik; iklimsel yapısına uygun çözümlerin oluşturulması önemlidir. Lider çiftçiler, akademisyenler, özel sektör, TAGEM ve TAGEM'e bağlı, farklı bölgelerdeki Tarımsal Araştırma Enstitüleri gibi kamu kurumları tarafından yapılan deneme çalışmaları, **uygulamaların artmasına yönelik çözümler ve teşviklerle** yaygınlaştırılmalıdır.

²¹ Tarım alanında çalışan bir akademisyenle yapılan görüşmeden notlar.

²² Detaylı bilgi için 6. Bölüme bakınız.

Doğrudan ekime destek: Çiftçilerin koruyucu tarım pratiği olarak toprak işlemez doğrudan ekimi uygulamaya başlamaları ve başarılı olabilmeleri için; **uygun münavebe, anız yönetimi, uygun tohum seçimi, ekim normu, yabancı ot kontrolü için ekolojik yöntemler, zararlılarla biyolojik mücadele, makine-ekipman seçimi ve temini, ekim zamanı ve arazi koşullarının uygunluğu** konularında bilgilendirilmeleri ve ihtiyaçları doğrultusunda desteklenmeleri oldukça önemlidir (Çelik, 2016). Aksi takdirde; sadece buğday ile birlikte bölgeye uygun ikinci ürünle münavebe yapılmadığı veya yabancı otlarla mücadele için herbisit kullanıldığı için toprak canlılığı zarar görmekte ve beklenen verim sağlanamadığından uygulama terk edilmektedir.

Veri üretilmesi: Toprağı koruyan bu türden uygulamaların, verim, kalite, karlılık mevzularında, ekosistem hizmetlerine ve toprak canlılığına etkilerine (toprak organik maddesi artışı, toprağa gömülen karbon miktarı vb.) dair **ölçüm verileri üretilmeli**, bulgular bir veri tabanında toplanmalı ve kamuoyuyla, tarım alanında çalışan kişiler ve çiftçilerle paylaşılmalıdır.²³

Uygulamaların sürdürülebilirliği: Deneme ekimi yapan çiftçilere **koruyucu tarım uygulamalarında; tohum seçimi, ekim ve bakım yöntemleri, hasat ve harman teknolojileri, hastalıklar, zararlı ve yabancı ot yönetimi, sulama yöntemleri gibi** tüm yetiştirme tekniklerinin bütüncül olarak ele alınması gerektiği anlatılmalıdır. Bu yöntemlerin toprak iyileşene kadar uzun dönemli uygulanması gerektiği iyice vurgulanmalı ve uygulamalar takip edilmelidir (Tekin vd., 2017). Ayrıca uygun makine ve ekipman kullanımının öneminin ve doğrudan ekim makinesinin performansını etkileyen faktörlerin iyi bilinmesi ve anlatılması gerekir (Aykas, Çakır, Yalçın, Okur, Nemli ve Çelik, 2010).

Bölgeye özel uygulama: Koruyucu tarımın yaygınlaşabilmesi için **Türkiye'nin farklı iklim özelliklerinin ve tarım arazilerinin her birinin kendine has topografik ve mikro iklimsel yapılarının** dikkate alındığı doğru makine setlerinin yapılması gereklidir. Bununla birlikte her bölgeye ve üretici ihtiyaçlarına özel hazırlanmış yönetim biçimi ortaya koyulmalıdır. Çiftçinin ürettiği ürün yelpazesine (1. ve 2. ürün için), tarla yapısına ve ölçeğine uygun sistemlerin geliştirilmesi için TÜBİTAK, KOSGEB gibi kamu kurumları aracılığıyla akademi ve özel sektördeki girişimlerin **Ar-Ge çalışmaları** yapması desteklenmelidir.²⁴

Çiftçiye destekler: Tarım ve Orman Bakanlığı, kalkınma ajansları, il özel idareler gibi kamu kurumları tarafından tarım toprağını korumayı amaçlayan uygulamaları denemek isteyen çiftçilere benimseme, geçiş ve uygulama süreçlerinin tamamını kapsayacak şekilde **(maddi zararları da karşılamaya yönelik)** gerekli altyapı, makine, **teknik ve bilgi desteği** konusunda hibeler sağlanmalıdır. Verilen desteklerin etkisi mutlaka takip edilmeli, ihtiyaç durumunda çiftçinin durumuna uygun şekilde esneklik sağlanmalıdır.²⁵ İl Tarım ve Orman Müdürlükleri ile yerel yönetimlerin ilgili birimleri başta olmak üzere üniversitelerin ziraat fakültelerinde, tarım makinaları ve teknolojileri mühendisliği gibi ilgili bölümlerde yetişen kişilerin sahada doğru uygulamaları yaygınlaştırması sağlanmalıdır. Ayrıca; yerel, ulusal ve uluslararası sivil toplum kuruluşları da akademi ile birlikte yapılacak projelerle sürecin önemli bir parçası olabilir.

d) Tahrip edilmiş tarım toprağını iyileştirecek ve toprak canlılığını artıracak yenilikçi uygulamaların yaygınlaştırılması

Yenilikçi yaklaşımlar: Tarım topraklarının korunması ve iyileştirilmesi için uygulanabilecek 'yenilikçi uygulamalar' ifadesiyle yıllardan beri deneyim ile gelen yerel

²³ Tarım alanında çalışan bir akademisyenle yapılan görüşmeden notlar.

^{24,25} Koruyucu tarım alanında üretim denemesi yapan bir akademisyenle yapılan görüşmeden notlar.

bilgi birikiminin reddedilmesi değil; tam tersine bu bilginin, yeni yapılan akademik çalışmalar ve uygulamalar sonucu ortaya çıkan gelişmelerle harmanlanarak **'yerine ait ve ölçeğine uygun'** sistemlerin tasarlanması için kullanılması kast edilmektedir. Raporumuzda incelenen; **permakültür, toprak besin ağı çiftçiliği, bütüncül planlı otlatma ve onarıcı tarım gibi yaklaşımlar arazi tahribatına uğramış toprakların iyileştirilmesi** kapsamında desteklenmeli ve yaygınlaştırılmalıdır.

Vatandaş bilimi: Tabandan gelen permakültür, toprak besin ağı çiftçiliği, bütüncül planlı otlatma ve onarıcı tarım gibi yenilikçi yaklaşımlarla ilgili bilimsel çalışmaların yürütülebilmesi adına çiftçi ve akademisyenlerin birlikte uygulama projeleri geliştirmesi sağlanmalıdır. Akademik teorik bilgi içeriğini, **vatandaş bilimi** ile besleyerek; taban hareketleriyle ve uygulamalarla birleştirmesi ve de ürün üretirken bir yandan toprağın iyileşmesine yapılan katkıyı bilimsel araştırmalarla belgelemesi, yeni gelişmekte olan söz konusu uygulamaların yaygınlaşması için elzemdir. Sivil toplum kuruluşları bu süreci; ilgili kamu kurumlarında, farklı disiplinlerde çalışan akademisyenleri ve uygulama yapan kişileri bir araya getirerek kolaylaştırmalıdır.

Özel sektörün dönüşümü: Tarım girdileri konusunda çalışan özel sektör aktörlerinin, Ar-Ge çalışmalarında, toprak canlılığını yok eden ürünler yerine, toprağı iyileştiren biyolojik ve ekosistem temelli çözümler üretmeye odaklanmaları gerekmektedir.

Saha eğitimleri: Kompost ve kompost çayı gibi ürünlerin üretimi için toprak mikrobiyolojisini, bilimsel arka plana sahip olmayan kişilerin bile kolaylıkla anlayıp tarım uygulamalarında kullanacakları şekilde öğrenebilecekleri eğitim içerikleri geliştirilmelidir. Ayrıca hem teorik bilgi hem de uygulama içeren müfredatlarla, sahada diğer çiftçilere yol gösterebilecek **'uzman çiftçiler'** yetiştirilerek bilgilerin yaygınlaştırılması sağlanmalıdır.

Yerel yönetimlerin desteği: Yerel yönetimler tarafından özellikle büyük şehirlerde konutlardan, parklardan ve bahçelerden çıkan organik atıkların kompost gibi toprağı iyileştirecek uygulamalarla değerlendirilmesi, kentte koruyucu tarım uygulamalarının yaygınlaştırılması, il sınırındaki çiftçilere toprak iyileştirme yöntemlerinin anlatılması ve uygulama yapılması ve de bu şekilde üretim yapan çiftçilerin ürünlerinin gerekli bilgilendirmelerle hak ettiği piyasa değerini yakalayarak tüketiciyle buluşturulması **(ekolojik pazar, halk market vb.)** için çeşitli çalışmalar yapılmalıdır.

Tüketicinin dahil edilmesi: Tüketicilerin toprağı zarar vermeden hatta toprağı iyileştirerek üretilmiş bir ürünün farkını ve değerini anlayabilmesini sağlayabilecek bir sektör oluşturulmalıdır. Bu yapılanmanın **katılımcılık, güven ve şeffaflık esaslarına dayalı olması** için ise gerekli yasal altyapılar sağlanmalıdır. **Gıda toplulukları, kooperatifler, sosyal girişimler** gibi üretici ve tüketici arasındaki doğrudan iletişimi artıran **topluluk destekli tarım uygulamaları**, doğru kanallarla desteklenmelidir.

Çocuklar için içerikler: Toprağın korunmasına ve iyileştirilmesine dair yaklaşım ve uygulamaların sürdürülebilirliğinin sağlanması için **çocuklara yönelik**, toprağın gezegenimizin döngülerindeki rolü, toprak canlılığı, toprak besin ağı ve organik atıkların dönüştürülmesi gibi konuları çocukların deneyimleyerek öğrenebilecekleri ortamlar ve içerikler geliştirilmelidir. Ayrıca, eğitimcilerin de (kamu ve özel sektörde) çalıştıkları kurumlar tarafından bu konular hakkında kendilerini geliştirmeleri için eğitim almalarını sağlayacak imkanlar sunulmalıdır.

Ar-Ge desteği: Tahrip edilmiş tarım toprağını iyileştirecek ve toprak canlılığını artıracak yenilikçi uygulamaların geliştirilmesi ve yaygınlaştırılması için **Ar-Ge** yapmak veya iş kurmak isteyen girişimciler; TÜBİTAK, KOSGEB, teknokentler vb. kurumların sağlayacağı maddi ve teknolojik desteklerle teşvik edilmelidir. Ayrıca toprağın durumuna göre öncelikli bölgelerde başlatılan uzun dönemli hibelerle gerekli maddi destekler sağlanmalı ve yerinde kontrollerle bunların takibi yapılmalıdır. Ayrıca girişimcilere ve araştırmacılara da disiplinler arası çalışmaları için ve kamu, akademi, STK ortaklığını teşvik edecek uzun dönemli Ar-Ge destekleri verilebilir.

Disiplinlerarası yaklaşım: Yeni tarım yöntemlerinin benimsenmesi sürecinde yaşanan sorunların açılması için öncesinde yapılan sosyolojik çalışmalarla **sosyo-kültürel yapıya uygun çözümler** geliştirilmeli; uygulamalı eğitimler gibi bilgi ve deneyim paylaşımı için araçlar yaratılmalı; toprak konusunda güncel bilgi ve araştırmalar doğrultusunda disiplinler arası çalışmalar yapılmalı ve bunlar sonucunda ortaya çıkan bilgiler, sahada çalışan ziraat mühendislerine, uzmanlara ve teknik elemanlara aktarılmalıdır.

Medya çalışması: Toprağı korumanın ve iyileştirmenin önemini anlatabilmek için kamu kuruluşları ve STKlar tarafından hem üreticiye hem de tüketiciye yönelik **TV, radyo gibi araçlarla görsel medya programları; kamu spotları ve sosyal medya çalışmaları** yapılarak farkındalığın artırılması sağlanmalıdır.

İnsanlık olarak dünyadaki varlığımızı sürdürmek istiyorsak hem gıda güvenliği hem iklim değişikliği ile mücadele etmek zorunda olduğumuzu unutmamalıyız. Bu zorlu süreçte, kültürel mirasın korunması gibi pek çok açıdan önümüzdeki yılların en önemli meselesi olacak olan, canlılığın temel taşı ve doğanın mucizesi toprağı koruma ve iyileştirme mevzularına artık hak ettiği önemi ve önceliği fazla kaybetmeden vermemiz gerekiyor. Yapmamız gereken ise, radyasyonla kirlenmiş alanları bile yıllar içinde temizleyip iyileştirebilecek kadar muhteşem bir işleyişe sahip olan doğanın çalışma ilkelerini kavrayarak ona karşı kazanamayacağımız bir savaşa girmekten vazgeçmek. Raporumuzda, tarım topraklarının dününe ve bugününe baktığımızda konvansiyonel tarımda atalarımızdan kalan ve doğru yöntem diye sarıldığımız ağır makineli toprak işlemeye dayanan, çok fazla kimyasal girdi kullanılan yanlış uygulamaların çok da eskiye değil; 1960'lı yıllardaki Yeşil Devrime dayandığını görüyoruz. Oysa, artık ortada bu tarım yöntemlerinin sağlıklı işlemediğine dair yadsınamaz bir gerçek var; özellikle kuraklığın artış gösterdiği ölkemizde iklim krizi de kapıdayken arazi tahribatına yol açan en ufak bir uygulamaya dahi yer yok. **Türkiye'deki tarım topraklarının geleceği için deneyimden, bilgiden, teknolojiden gelen tüm birikimimizi kullanarak topraklarımızdaki canlılığı geri getirecek bir seferberliği başlatmanın tam zamanı!**

7. EKLER

EK-1: TOPRAKTAKİ ORGANİZMALAR

BAKTERİLER			
Ayrıştırıcılar	Basit karbon bileşiklerini ve kök salgılarını tüketir.	Bakteriler oldukça küçük, tek hücreli canlılardır. Genişlikleri genellikle 0.0001 cm (1 µm)'dir.	Organik maddeyi parçalar ve sindirir. Toprak besin ağındaki enerji ve besin akışının parçasıdır. Pestisit ve kirleticileri ayrıştırır ve parçalar. Toprağın topaklı yapısını geliştirir. Azotun reaktif ve reaktif olmayan formları arasındaki geçişi sağlar.
Mutualistler	Bitkilerle ortaklık kurar. En iyi örneklerinden biri azot bağlayan rhizobium bakterileridir.	Boyutlarına rağmen, bakteriler gezegendeki birincil ayrıştırıcılarıdır.	
Patojenler	Bitkide hastalıklara sebep olur.	Başta protozoalar olmak üzere, avcılar tarafından yendiklerinde ortaya çıkan şekerler, proteinler, karbonlar ve diğer iyonlar sayesinde toprak besin ağı için önemli bir besin maddesi haline gelir.	
Kemolitotroflar	Enerjilerini karbon yerine azot, kükürt, demir ve hidrojen bileşiklerinden sağlar.		

MANTARLAR			
Ayrıştırıcılar	Saprofit mantarlar ölü organik maddeyi biyokütleyle dönüştürür. Toprakta yüzlerce yıl kalabilecek hümitik asit içerikli organik maddenin birikimine katkı sağlar.	Mantarlar “hif” denilen ipliksi hücrelerden oluşan mikroskopik canlılardır. Çapları genellikle birkaç mikrometre olan hifler toprak tanecikleri, bitki kökleri ve kayalar arasındaki boşluklarda hareket edebilir.	Organik maddenin ayrıştırılması ile besin döngüsüne katkı sağlar. Başka organizmalar için sindirimi zor olan organik maddeleri enzimlerle ayrıştırarak tüm besin ağının kullanımına sunar. Mikoriza türleri hifleri sayesinde besin maddelerinin hareketini sağlar. Toprağın topaklı yapısına katkı sağlar. TOK inşasında çok önemlidir, toprak yapısını geliştirir. Topraktaki su dinamikleri, besin döngüleri ve hastalıklarla mücadelede vazgeçilmezdir.
Mutualistler	Mikorizal mantarlar bitki köklerini kolonize ederek, fotosentezle üretilen karbon bileşenleri karşılığında bitkiye kullanabileceği yapıdaki fosfor, azot, mikrobesein ve su sağlar.		
Patojen & Parazitler	Verticillium, Pythium ve Rhizoctonia gibi kök hastalıklarına sebep olan türleri içerir.	Fotosentez yapamayan mantarlar, bakterilerle birlikte besin ağının temel ayrıştırıcılarındandır.	

PROTOZOALAR			
Siliatlar	Protozoalar içinde en büyük boyuta sahip olandır ve kirpik benzeri sillerle hareket eder. Diğer tür protozoalar ve bakterilerden beslenirler.	Protozoalar, birincil olarak bakterilerle olmak üzere diğer protozoa ve mantarlarla beslenen tek hücreli hayvanlardır. Çapları 5-500 µm arasında değişir.	Bünyeleri temel besinleri olan bakterilerden daha az azot içerdiği için sindirim sonucu kullanılabilir azot açığa çıkarır ve besin döngüsüne önemli katkı sağlar. Oksin hormonu üreterek bitkilerde yanal kök büyümesini teşvik eder.
Amipler	Amipler de büyük olabilir ve "yalancı ayak"larla hareket eder.		
Kamçılılar	Protozoaların en küçükleridir ve kamçı benzeri organeliyle hareket eder.		
NEMATODLAR			
Bakteriyle beslenen	Bakterilerden beslenir.	Çapları genellikle 50 µm, uzunlukları 1 mm olan halkasız solucanlardır. Bitki hastalıklarına sebep olanlarının ön plana çıkmasıyla toprakta faydalı olanlar göz ardı edilmiştir. Beslenme basamaklarına göre alg ve bitkilerle, bakteri ve mantarlarla ya da diğer nematodlarla beslenir.	Diğer mikroplarla beslenerek hastalıkları ve besin dönüşümünü kontrol eder. Mikropların topraktaki dağılımına katkı sağlar. Bünyelerinde bakteri ve mantarlardan daha az azot bulundurdıkları için onlarla beslendiğinde NH ₄ ⁺ açığa çıkararak besin döngüsünü geliştirir.
Mantarla beslenenler	Mantarin hücre zarını delerek hücrenin içindeki maddelerle beslenir.		
Avcılar	Diğer nematod türleri ve protozoalarla beslenir.		
Omnivorlar	Birçok farklı şeyle beslenir ve yaşamının farklı aşamalarında bunlar farklılık gösterebilir.		

EK-1: TOPRAKTAKİ ORGANİZMALAR DEVAMI

EKLEMBACAKLILAR			
Parçalayıcılar	Toprak yüzeyinde görünen birçok büyük eklembacaklı genellikle parçalayıcıdır. Ölü organik maddeyi çiğnedikçe üzerindeki bakteri ve mantarla beslenir. Kırkayalar, termitler, bazı akarlar ve hamamböceği örnekleri arasındadır.		
Avcılar	Avcılar ve mikroavcılar farklı avlarla beslenebileceği gibi, sadece bir türü de avlayabilir. Çıyan, örümcekler, akrepler, karıncalar ve bazı akarlar avcılara örnektir.	Böcek olarak da bilinen birçok eklembacaklı toprakta yaşar. Omurgasız olan eklembacaklılar, dış iskeletleri sayesinde ayakta kalır.	Organik maddeyi fiziksel olarak parçalar (ufalar). Mikrobiyal aktiviteyi teşvik eder. Topraktaki topaklanmayı ve kümelenmeyi iyileştirir. Su filtrasyonunu geliştirir. “Zararlı”ların kontrolünde görev alır.
Otçullar	Ağustos böceği, danaburnu, kök kurtları gibi bitki kökleriyle beslenen bu eklembacaklılar, yaşamlarının bir kısmını toprakta geçirir. Sayılarının artması bitkiler için zararlı olabilir.		
Mantarla beslenenler	Bitki köklerinin üzerinde bulunan mantarlar ve bazen de bakterilerle beslenen yay kuyruklar ve bazı akarlar örnek verilebilir. Bu beslenme esnasında bitkilerin kullanabileceği yapıda besin maddeleri ortaya çıkar.		

SOLUCANLAR		
Solucanlar 23 familya, 700’den fazla cins ve 7 binden fazla türden oluşur. Uzunlukları 2 cm’den 2 m’ye kadar uzanabilen solucanlar, mevsimsel olarak toprağın tüm derinliklerinde bulunur.	Ölü ya da ayrışmakta olan organik maddenin ayrıştırılmasında en önemli canlılardır ve besinlerini organik maddenin üzerindeki bakterilerden ve mantarlardan sağlar.	“Ayrışmakta olan organik maddelerle ve üzerindeki bakterilerle ve mantarlarla beslendikleri için besin döngüsüne katkıları büyüktür. Senede tonlarca gübre üreterek toprak yapısına katkı sağlar. Mikrobiyal aktiviteyi teşvik eder. Topraktaki topaklanma ve kümelenmeyi iyileştirir. Su filtrasyonunu geliştirir. Bitki kökü gelişimi için toprakta kanallar açar.”

EK-2 : TOPRAKTAKİ BAZI ÖNEMLİ KATYON VE ANYONLAR

KATYON	ELEMENT	İYON FORMU	ANYON	ELEMENT	İYON FORMU
Hidrojen	H	H ⁺	Klor	Cl	Cl ⁻
Potasyum	K	K ⁺	Nitrat	N	NO ₃ ⁻
Sodyum	Na	Na ⁺	Fosfat	P	H ₂ PO ₄ ⁻
Magnezyum	Mg	Mg ²⁺	Karbon	C	HCO ₃ ⁻ ve CO ₃ ²⁻
Kalsiyum	Ca	Ca ²⁺	Sülfat	S	SO ₄ ²⁻
Alüminyum	Al	Al ³⁺			
Amonyum	N	NH ₄ ⁺			
Demir	Fe	Fe ³⁺			

Kaynak: Soil Quality, 2021



KAYNAKLAR

- Adıyaman, A. ve Günay, S. (2011). Türkiye’de Yüksek Tarım Maliyeti Sorununun Çözümünde Biyodizelin Yeri. *Doğu Coğrafya Dergisi*, 13 (19), 105-122. 20.02.2021 tarihinde <https://dergipark.org.tr/tr/pub/ataunitedd/issue/2429/30872> adresinden erişilmiştir.
- Aile, Çalışma ve Sosyal Hizmetler Bakanlığı. (2020). Engelli ve Yaşlı Hizmetleri Genel Müdürlüğü, Yaşlı Nüfusun Demografik Değişimi (pdf dosyası). 17.12.2020 tarihinde <https://www.ailevecalisma.gov.tr/media/45354/yasli-nufus-demografik-degisimi-2020.pdf> adresinden erişilmiştir.
- Akbolat, D. ve Barut, Z. B. (2001). Anızlı ve Anızsız Toprak İşlemenin Yabancı Ot Gelişimine Etkisi. Tarımsal Mekanizasyon 20. Ulusal Kongresi Bildiri Kitabı, Şanlıurfa, 85-90. 10.01.2021 tarihinde <https://app.trdizin.gov.tr/publication/paper/detail/TmpjeE9UVTE> adresinden erişilmiştir.
- Akça, M.O., Namlı, A. (2015). Effects of poultry litter biochar on soil enzymeactivities and tomato pepper and lettuce plants growth. *Eurasian Journal Of Soil Science*, 4(3), 161-168.
- Akça, M.O., Namlı, A. (2019). The Role of Biochar on Land Degradation Neutrality and Sustainable Land Management. International Congress on Successful Transformation toward Land Degradation Neutrality (Future Perspective), <http://www.toprak.org.tr/files/Proceeding-Soil-2019.pdf>
- Altıkat, S., Kuş, E., Küçükerdem, H. ve Gözübüyük, Z. (2017). The Applications of No-tillage in Turkey. *International Journal of Environmental Trends (IJENT)*, 1 (1), 54-63. 14.01.2021 tarihinde <https://dergipark.org.tr/tr/pub/ijent/issue/32841/369026> adresinden erişilmiştir.
- Anonim 1. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bilimi Ders Notları [PDF belgesi]. Çevrimiçi Ders Notları Web Sitesi: 18.02.2021 tarihinde <https://acikders.ankara.edu.tr/mod/resource/view.php?id=28511> adresinden erişilmiştir.
- Anonim 2. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ders Notları [PDF belgesi]. Çevrimiçi Ders Notları Web Sitesi: 18.02.2021 tarihinde https://acikders.ankara.edu.tr/pluginfile.php/180798/mod_resource/content/1/Tarla%20Tar%C4%B1m%C4%B1%202_1.pdf adresinden erişilmiştir.
- Anonim 3. Tarla Tarım Sistemleri Ve Yetiştirilen Ürünler. 18.02.2021 tarihinde <https://www.tarimbilgisi.com/haber/tarim-ve-ciftci/tarla-tarim-sistemleri-ve-yetistirilen-urunler/> adresinden erişilmiştir.
- Anonim 4. Tarım ve Hayvancılık. 18.02.2021 tarihinde <http://www.konyadayatirim.gov.tr/sector.asp?SayfaID=7> adresinden erişilmiştir.
- Anonim. (2014). Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bilimi Ders Notları [PDF belgesi]. Çevrimiçi Ders Notları Web Sitesi: 20 Ocak 2021 tarihinde https://acikders.ankara.edu.tr/pluginfile.php/3266/mod_resource/content/0/Toprak%20Bilimi%20dersi%20el%20notu.pdf adresinden erişilmiştir.
- Atalay, İ. (2014). *Toprak, Bitki ve Çölleşme Atlası* (2. Baskı). İstanbul: İnkılap Kitabevi Yayın.
- Aydın, F. ve Sarptaş, H. (2018). İklim Değişikliğinin Bitki Yetiştiriciliğine Etkisi: Model Bitkiler İle Türkiye Durumu. *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 24 (3), 512-521. 20.01.2021 tarihinde <https://dergipark.org.tr/tr/pub/pajes/issue/38095/437360> adresinden erişildi.
- Aydın, M. ve Kılıç, Ş. (2020). Toprak Bilimi (3. Baskı). Ankara: Nobel Akademik Yayıncılık.

- Aykas, E., Yalçın, H. ve Çakır, E. (2005). Koruyucu Toprak İşleme Yöntemleri ve Doğrudan Ekim. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 42. 27 Ocak 2021 tarihinde https://www.researchgate.net/publication/237214648_Koruyucu_Toprak_Isleme_Yontemleri_ve_Dogrudan_Ekim adresinden erişilmiştir.
- Aykas, E., Çakır, E., Yalçın, H., Okur, B., Nemli, Y., Çelik, A. (2010). Koruyucu Toprak İşleme Doğrudan Ekim ve Türkiye'deki Uygulamaları. *Ziraat Mühendisliği VII Teknik Kongresi*, 11-15 Ocak 2010, Bildiriler Kitabı, 269-292, Ankara. ISBN: 978-9944-89-869-0.
- Aykas, E., Önal, İ., (1996). Değişik Tip Tohum Yatağı Hazırlama Makinelerinin İşletme Karakteristikleri ve Buğday Verimine Etkileri. *6. Uluslararası Tarımsal Mekanizasyon ve Enerji Kongresi*, Bildiriler Kitabı, 445-454, Ankara.
- Barger, N. N., S. R. Archer, J. L. Campbell, C.-Y. Huang, J. A. Morton, and A. K. Knapp. (2011). Woody plant proliferation in North American drylands: A synthesis of impacts on ecosystem carbon balance. *J Geophys Res* 116, G00K07.
- Barut, Z. ve Çelik, İ. (2010). Different Tillage Systems Affect Plant Emergence, Stand Establishment and Yield in Wheat-Corn Rotation. *Philippine Agricultural Scientist*, 93 (4), 392-389. 12.01.2021 tarihinde <https://www.researchgate.net/publication/277819602> adresinden erişildi.
- Barut, Z., Çelik, İ. ve Turgut, M. (2012). Yazlık-Kışık Ürün Döngüsünde Toprak İşleme Sistemlerinin Toprak Sıkışıklığına Etkileri. *Tarım Makinaları Bilimi Dergisi*, 8 (4), 375-385. 12.01.2021 tarihinde <https://dergipark.org.tr/tr/pub/tarmak/issue/11538/137432> adresinden erişilmiştir.
- Barut, Z., Çelik, İ. ve Turgut, M. (2010). Buğday Tarımında Farklı Toprak İşleme Sistemlerinin Toprağın Bazı Fiziksel Özelliklerine Etkisi. *Tarım Makinaları Bilimi Dergisi*, 6 (4), 237-246. 12.01.2021 tarihinde <https://dergipark.org.tr/tr/pub/tarmak/issue/11546/137550> adresinden erişilmiştir.
- Bayraç, H. ve Doğan, E. (2016). Türkiye'de İklim Değişikliğinin Tarım Sektörü Üzerine Etkileri. *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 11 (1), 23-48. 01.02.2021 tarihinde <https://dergipark.org.tr/tr/pub/oguibf/issue/56479/785160> adresinden erişilmiştir.
- Bayramoğlu, Z. (2010). Tarımsal Verimlilik ve Önemi. Selçuk Üniversitesi, *Selçuk Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 24 (3), 52-61. ISSN: 1309-0550. 20.01.2021 tarihinde <http://sjafs.selcuk.edu.tr/sjafs/article/viewFile/158/75> adresinden erişilmiştir.
- BDUTAE. (2021). Doğrudan Ekim Yöntemi. [Broşür], Bahri Dağdaş Uluslararası Tarımsal Araştırma Enstitüsü, Konya. 21.02.2021 tarihinde <https://arastirma.tarimorman.gov.tr/bahridagdas/Belgeler/L%C4%B0FLETLER%20SON/Do%C4%9Frudan%20Ekim%20Y%C3%B6ntemi.pdf> adresinden erişilmiştir.
- Bek, D. ve Okumuş, Ş. M. (2020). *Pratik Bahçevanlık Rehberi Toprak Bilgisi*. Ankara Büyükşehir Belediyesi Çevre Koruma ve Kontrol Daire Başkanlığı 4 Şubat 2021 tarihinde https://www.ankara.bel.tr/files/1815/8926/9161/2_Toprak_bilgisi.pdf adresinden erişilmiştir.
- Bilgili, M., E., Aykanat, S. ve Vurarak, Y. (2015). Bölümü Adana İli Koşullarında Koruyucu Toprak İşleme ve Doğrudan Ekime Bir Bakış. 8. Koruyucu Toprak İşleme ve Doğrudan Ekim Çalıştayı (Bildiri Kitabı). 21-22 Mayıs 2015 Adana. DOI: 10.13140/RG.2.2.29238.75848
- Bot, A. ve Benites, J. (2005). The Importance of Soil Organic Matter, Key to drought-resistant soil and sustained food production. *FAO Soils Bulletin*, 80. 12 Ocak 2021 tarihinde <http://www.fao.org/3/a0100e/a0100e05.htm#bm05.1> adresinden erişilmiştir.

Bryant, L. (2015). Organic Matter Can Improve Your Soil's Water Holding Capacity. *NRDC Expert Blog*. 2 Ocak 2021 tarihinde <https://www.nrdc.org/experts/lara-bryant/organic-matter-can-improve-your-soils-water-holding-capacity> adresinden erişilmiştir.

Candaş, I. (2017). *Permakültür: "Yapmak"la İlgili Düşünmek*. Permakültür Araştırma Enstitüsü Türkiye. 19 Şubat 2021 tarihinde <http://permacultureturkey.org/permakultur-yapmakla-ilgili-dusunmek/> adresinden erişilmiştir.

Center For Climate and Energy Solutions. (2019). Global Emissions. 22 Ocak 2021 tarihinde <http://www.c2es.org/content/international-emissions/> adresinden erişilmiştir.

CFS. (2009). Reform of The Committee On World Food Security Final Version. 20.02.2021 tarihinde http://www.fao.org/fileadmin/templates/cfs/Docs0910/ReformDoc/CFS_2009_2_Rev_2_E_K7197.pdf adresinden erişilmiştir.

Çelik, A. (2016). Türkiye'de Koruyucu Toprak İşleme ve Doğrudan Ekimin Benimsenmesi ve Yaygınlaştırılması için Atılması Gereken Adımlar. *Tarım Makinaları Bilimi Dergisi*, 12 (4), 243-253. 01.02.2021 tarihinde <https://dergipark.org.tr/tr/pub/tarmak/issue/35304/391905> adresinden erişilmiştir.

Çelik, İ., Günal, H., Barut, Z., Acar, M. ve Acir, N. (2018). Korumalı Toprak İşleme Sistemi [Broşür]. 23.01.2021 tarihinde https://www.researchgate.net/publication/324454948_KORUMALI_TOPRAK_ISLEME_SISTEMI adresinden erişilmiştir.

Çevre ve Şehircilik Bakanlığı. (2021). Çevresel Göstergeler. Erozyon Tehlikesi Altındaki Alanlar. 17.12.2021 tarihinde <https://cevreselgostergeler.csb.gov.tr/erozyon-tehlikesi-altindaki-alanlar-i-85769> adresinden erişilmiştir.

ÇMUSEP. (2019). Çölleşmeyle Mücadele Ulusal Stratejisi ve Eylem Planı 2019-2030. Tarım ve Orman Bakanlığı Çölleşme ve Erozyonla Mücadele Genel Müdürlüğü Yayınları, Ankara.

Çölleşme ve Erozyonla Mücadele Genel Müdürlüğü. (2018). Toprak Organik Karbonu Projesi, Teknik Özet. Tarım ve Orman Bakanlığı Çölleşme ve Erozyonla Mücadele Genel Müdürlüğü, Ankara.

Çölleşme ve Erozyonla Mücadele Genel Müdürlüğü. (2019). İlk Ulusal Arazi Tahribatının Dengelenmesi (ATD) Projesi Ankara'da Başlatıldı. 21.02.2021 tarihinde https://www.tarimorman.gov.tr/CEM/Haber/1311/Ilk-Ulusal-Arazi-Tahribatinin-Dengelenmesi_atd_Projesi-Ankarada-Baslatildi adresinden erişilmiştir.

Çoruh, İ. ve Boydaş, M. (2007). Buğday Tarımında Değişik Toprak İşleme Aletlerinin ve Çalışma Hızlarının Yabancı Ot Yoğunluğu Üzerine Etkisi. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 17 (1), 29-43. 10.01.2021 tarihinde <https://dergipark.org.tr/tr/pub/yyutbd/issue/21989/236092> adresinden erişilmiştir.

De la Rosa, D., Moreno, J.A., Mayol, F. ve Bonson, T. (2000). Assessment Of Soil Erosion Vulnerability In Western Europe And Potential Impact On Crop Productivity Due To Loss Of Soil Depth Using The ImpelERO Model. *Agriculture Ecosystems & Environment*, 81(3), 179-190. DOI: 10.1016/S0167-8809(00)00161-4

Demir, O. ve Gözübüyük, Z. (2017.) A Comparison of Different Tillage Systems In Irrigated Conditions By Risk and Gross Margin Analysis In Erzurum Region of Turkey. *Journal of Environment, Development and Sustainability*, 22(4), 1-16. DOI: 10.1007/s10668-019-00308-5

Demir, S., Oğuz, İ., Ciba, Ö. F. ve Özer, E. (2017). Farklı Arazi Kullanımı Altında Meydana Gelen Toprak ve Yüzey Akış Kayıplarının Wepp Hillslope Modeli Kullanılarak Tahmin Edilmesi, *Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 34 (Ek Sayı), 97-104. DOI: 10.13002/jafag4411

- Demirdöğen, A. (2020). Türkiye’de Sıcaklık Değişimi ve Tarım Alanları. *Tarım Ekonomisi Dergisi*, 26 (2), 167-176. 12.01.2021 tarihinde <http://journal.tarekoder.org/tr/pub/issue/59205/726167> adresinden erişilmiştir.
- Dengiz, O. (2015). Türkiye Topraklarının Bazı Fiziksel, Kimyasal Ve Verimlilik Özellikleri. *Toprak Amenajmanı Kitabı (Der)*. Sayfa Sayısı 711. Gazi Kitabevi. Ankara.
- Doğan, O. (2011). Toprak ve Su Kaynaklarımız ve Geleceği. II. Ulusal Toprak ve Su Kaynakları Kongresi. Ankara.
- DSİ. (2020). Yılı Faaliyet Raporu. Devlet Su İşleri. 17.12.2021 tarihinde <https://cdn.nys.tarimorman.gov.tr/api/File/GetFile/425/KonuIcerik/759/1107/DosyaGaleri/DS%C4%Bo%202020-yili-faaliyet-raporu.pdf> adresinden erişilmiştir.
- Durukan, D. (Mülakat yapan), Karlı, M. (Mülakat yapılan). (2015, Haziran 1). Pulluksuz Tarım, Doğal Bir Toprak Reformudur. *Yeşil Gazete*. 14.02.2021 tarihinde <https://yesilgazete.org/pulluksuz-tarim-dogal-bir-toprak-reformudur/> adresinden erişilmiştir.
- Ekinci K. ve Sayılı M. (2010). Tarım Arazilerinin Parçalanmasını Önlemeye Yönelik Mevzuat Üzerine Bir İnceleme. *Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Dergisi*, 27(2), 121-129. 14.01.2021 tarihinde http://ziraatdergi.gop.edu.tr/Makaleler/911611688_Kadir%20Ekinci,%20Murat%20Sayılı%20.pdf adresinden erişilmiştir.
- Ekoloji Birliği. (2020, Mayıs 23). Gediz Nehri’ndeki Kirlilik Türkiye’nin En Önemli Havzasının Geleceği İçin Alarm Veriyor. <https://ekolojibirliigi.org>. 21.02.2021 tarihinde <https://ekolojibirliigi.org/gediz-nehrindeki-kirlilik-turkiyenin-en-onemli-havzasinin-gelecegi-icin-alarm-veriyor/> adresinden erişilmiştir.
- Elsas, J. D., Trevors, J. T., Rosado, A. S. ve Nannipieri, P. (Ed.). (2019). *Modern Soil Microbiology* (3. Baskı) New York: CRC Press.
- Erol, A., Babalık, A. A., Sönmez, K. ve Serin, N. (2009). Isparta-Darıderesi Havzası Topraklarında Erozyona Duyarlılığın Arazi Kullanım Şekillerine Bağlı Değişimi. *Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, Seri: A, Sayı: 2, ISSN: 1302-7085, Sayfa: 21-36.
- FAO ve ITPS. (2015). Status of the World’s Soil Resources (SWSR) – Main Report. Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü ve Hükümetlerarası Teknik Toprak Kurulu, Roma.
- FAO. (2018). Koruyucu Tarım, Doğu Avrupa ve Orta Asya’da Bulunan Yayımlı Uzmanları ve Çiftçilere Yönelik Eğitim Kılavuzu. Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü, Ankara.
- FAO, IFAD, UNICEF, WFP ve WHO. (2020). The State of Food Security and Nutrition in the World 2020. Transforming food systems for affordable healthy diets. Roma, FAO.
- FAO, ITPS ve GSP. (2015). Can Carbon (SOC) Offset The Climate Change. 13 Şubat 2021 tarihinde <http://www.fao.org/3/bl100e/bl100e.pdf> adresinden erişilmiştir.
- FAO. (2018). FAO’s Work on Agroecology. Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü, Roma.
- FAO. (2019). Sürdürülebilir Toprak Yönetimi Gönüllü Kılavuz İlkeleri. Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü, Roma.
- FAO. (2019). The Ten Elements of Agroecology. Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü, Roma. 17 Ocak 2021 tarihinde <http://www.fao.org/3/ca7173en/ca7173en.pdf> adresinden erişildi.

- FAO. (2021). What Is Conservation Agriculture?. Birleşmiş Milletler Tarım ve Gıda Örgütü. 17 Şubat 2021 tarihinde <http://www.fao.org/conservation-agriculture/overview/what-is-conservation-agriculture/en/> adresinden erişilmiştir.
- FAO. (2021). Why We Do IT. Birleşmiş Milletler Tarım ve Gıda Örgütü. 17 Şubat 2021 tarihinde <http://www.fao.org/conservation-agriculture/overview/why-we-do-it/en/> adresinden erişilmiştir.
- Foley, J. A., N. Ramankutty, K. A. Brauman, et al. 2012. Solutions For a Cultivated Planet. *Nature*, 478, 337–342.
- Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı Gıda ve Kontrol Genel Müdürlüğü. (2016). Hububat Hastalık ve Zararlıları ile Mücadele (pdf dosyası). Ankara. 17.12.2021 tarihinde https://www.tarimorman.gov.tr/GKGM/Belgeler/Uretici_Bilgi_Kosesi/Dokumanlar/hububat.pdf adresinden erişilmiştir.
- Gözübüyük, Z., Aykas, E., Çelik, A., Çıkman, A., Kara, O., Yalçın, M., ...Atay, S. (2017). Türkiye’de Koruyucu Toprak İşleme ve Doğrudan Ekim Araştırmaları, Uygulamaları ve Yaygınlaştırılması Entegre Proje Teklif Formu. Doğu Tarımsal Araştırma Enstitüsü. Erzurum.
- Gözübüyük, Z., Öztaş, T., Çelik, A., Yıldız, T. ve Adıgüzel, M. (2017). Farklı Toprak İşleme Ve Ekim Yöntemlerinin Toprağın Bazı Fiziksel Özellikleri Üzerine Etkisi . *Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Dergisi*, 5 (2), 48-54. 14.01.2021 tarihinde <https://dergipark.org.tr/tr/pub/tbbbd/issue/32854/364978> adresinden erişilmiştir.
- Gözübüyük, Z., Şahin, Ü., Adıgüzel, M. C., Öztürk, İ. ve Çelik A. (2015). The Influence Of Different Tillage Practices On Water Content Of Soil And Crop Yield In Vetch–winter Wheat Rotation Compared To Fallow–winter Wheat Rotation In A High Altitude And Cool Climate. *Agricultural Water Management*, 160, October 2015, 84-97. 14.01.2021 tarihinde <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0378377415300494> adresinden erişilmiştir.
- Graham, L., Graham, J. M., Wilcox, L. W. ve Işık, K. (Çev. Ed.). (2015). *Bitki Biyolojisi* (3. Baskı). Ankara: Palme Yayıncılık.
- Gültekin, İ., Arısoy, R.Z., Kaya, Y., Partigöç, F., Gültekin, S., ve Taner, T. (2013). Orta Anadolu Bölgesi Kışık Tahıl Tabanlı Tarla Bitkileri Tarımında Doğrudan Ekim. İç Anadolu Bölgesi 1. Tarım ve Gıda Kongresi, 2-4 Ekim 2013 Niğde Bildiriler Cilt-I s. 42-48.
- Gültekin, İ., Partigöç, F., Gültekin, S., Kaya, Y., Arısoy, R. ve Taner, A. (2017). Orta Anadolu Bölgesi Kuru Koşullarında Buğday Tabanlı Üretimde Doğrudan Ekim. *KSÜ Doğa Bilimleri Dergisi*, 20, Özel Sayı, 283-287. DOI: 10.18016/ksudobil.349258
- Gültekin, İ., Partigöç, F., Gültekin, S., Kaya, Y., Arısoy, R. ve Taner, A. (2017). Orta Anadolu Bölgesi Kuru Koşullarında Buğday Tabanlı Üretimde Doğrudan Ekim. *KSÜ Doğa Bilimleri Dergisi*, 20, Özel Sayı, 283-287. DOI: 10.18016/ksudobil.349258
- Hemenway, T. (2009). Permakültür Bahçeleri. (Çev. İlknur Urkun Kelso). İstanbul: Yeni İnsan Yayınevi.
- <https://www.aa.com.tr/tr/turkiye/turkiyede-2020-yili-984-ile-en-fazla-ekstrem-hava-olayinin-yasandigi-yil-oldu/2116209> adresinden erişilmiştir.
- Ingham, E. R., Moldenke, A. R. ve Edwards, C. A. (2000). Soil Biology Primer. *USDA Natural Resources Conservation Service*. 29 Ocak 2021 tarihinde https://www.nrcs.usda.gov/wps/portal/nrcs/detailfull/soils/health/biology/?cid=nrcs142p2_053860 adresinden erişilmiştir.

- Jenkins, J. (2019). *The Humanure Handbook: Shit In A Nutshell* (4th Ed.). Amerika: Joseph Jenkins Inc.
- Kaplan, J. O., Krumhardt K. M., Ellis, E. C., Ruddiman, W. F., Lemmen, C., Goldewijk, K. K. (2010). Holocene Carbon Emmisions As A Result Of Anthropogenic Land Cover Change. *Sage Journals, Holocene Special Issue*. doi: 10.1177/0959683610386983
- Karaca, A. ve Turgay, O. (2012). Toprak Kirliliği . *Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Dergisi*, 1(1), 13-19. 01.02.2021 <https://dergipark.org.tr/tr/pub/tbbbd/issue/22380/239619> adresinden erişildi.
- Kassam, A., Friedrich, T., Derpsch R. ve Kienzle J. (2015). Overview of the Worldwide Spread of Conservation Agriculture. *Open Edition Journals Facts Reports*, 8. ISSN: 1867-8521. 20.02.2021 tarihinde <https://journals.openedition.org/factsreports/3966> adresinden erişilmiştir.
- Ladygina, N. ve Rineau, F. (Ed.). (2013). *Biochar and Soil Biota*. Florida: CRC Press.
- Latham, J., Cumani, R., Rosati, I. ve Bloise, M. 2014. Global Land Cover SHARE (GLC-SHARE) database Beta-Release Version 1.0. Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü, Roma.
- Leopold, Aldo. (2013). *Bir Kum Yöresi Almanacağı*. (Çev. Ufuk Özdağ). Ankara: Hacettepe Üniversitesi.
- Lowenfels, J. ve Lewis, W. (2010). *Teaming With Microbes: A Gardener's Guide To Soil Food Web* (10. Baskı). Oregon: Timber Press.
- M.M.Turgut ve Y.K.Koca. (2019). Farklı toprak işleme yöntemlerinin iki farklı toprak serisinde CO₂ salımına etkileri. *Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Dergisi* 7(1) 51- 56. Doi: 10.33409/tbbbd.595156
- Meteoroloji Genel Müdürlüğü. (2016). GFDL-ESM2M Modeli Temelinde RCP4.5 ve RCP8.5 Senaryolarına Göre Türkiye İçin Sıcaklık ve Yağış Projeksiyonları (pdf dosyası). Ankara. 05.02.2021 tarihinde <https://www.mgm.gov.tr/FILES/iklim/yayinlar/2016/6.pdf> adresinden erişilmiştir.
- Meteoroloji Genel Müdürlüğü. (2020). 2019-2020 Su/Tarım Yılı Alansal Yağış Değerlendirmesi (pdf dosyası). Ankara. 17.12.2021 tarihinde <https://mgm.gov.tr/FILES/arastirma/yagis-degerlendirme/2019-2020AlansalYagisDegerlendirmesi.pdf> adresinden erişilmiştir.
- Mollison, B. (1988). *Permaculture: A Designer's Manual*. Tyalgum, Avustralya: Tagari Publications.
- Montgomery, D. R. (2011). *Toprak* (2. Baskı). (Çev. Emel Anıl). İstanbul: Türkiye İş Bankası Kültür Yayınları
- Önal, İ. 1995. Ekim Bakım ve Gübreleme Makinaları. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları*, 490, 52-65. İzmir.
- Orgiazzi, A., Bardgett, R.D., Barrios, E., Behan-Pelletier, V., Briones, M.J.I., Chotte, J-L., ... Wall, D.H. (Eds.), 2016, Global Soil Biodiversity Atlas. Lüksemburg: European Commission Publications Office of the European Union.
- Orman ve Su İşleri Bakanlığı. (2016). Ulusal Kuraklık Yönetimi Strateji Belgesi ve Eylem Planı, 2017-2023. Ankara. 16.03.2021 tarihinde <https://www.tarimorman.gov.tr/SYGM/Belgeler/Ulusal%20Kurakl%C4%B1k%20Y%C3%B6netimi%20Strateji%20Belgesi%20ve%20Eylem%20Plan%C4%B1/Ulusal%20Kurakl%C4%B1k%20Y%C3%B6netimi%20Strateji%20Belgesi%20ve%20Eylem%20Plan%C4%B1.pdf> adresinden erişilmiştir.

Özdemir, A. ve Kahraman, S. (2011). *Toprak Bilgisi ve Bitki Besleme*. İstanbul: İstanbul Büyükşehir Belediyesi Park Bahçe Yeşil Alanlar Daire Başkanlığı. 2 Şubat 2021 tarihinde <http://www.anadoluparkbahceler.com/pdf/toprak-bilgisi-ve-bitki-besleme.pdf> adresinden erişilmiştir.

Özdemir, N. (1995). Türkiye’de Tarım Bölgelerine Göre Toprak Korumaya Yönelik Sorunlar ve Öneriler, *Atatürk Üni. Zir. Fak. Der.* 26 (3), 460-473. 9 Mart 2021 tarihinde <https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/34582> adresinden erişilmiştir.

Palabıyık, D. Ç. (20 Ocak 2021). *Türkiye’de 2020 yılı 984 ile en fazla ekstrem hava olayının yaşandığı yıl oldu*; Anadolu Haber Ajansı, 12.02.2021 tarihinde <https://www.aa.com.tr/tr/turkiye/turkiyede-2020-yili-984-ile-en-fazla-ekstrem-hava-olayinin-yasandigi-yil-oldu/2116209> adresinden erişilmiştir.

Regeneration International, Regenerative Agriculture Initiative ve The Carbon Underground. (2017). *What is Regenerative Agriculture*. 11 Şubat 2021 tarihinde <https://regenerationinternational.org/wp-content/uploads/2017/02/Regen-Ag-Definition-2.23.17-1.pdf> adresinden erişilmiştir.

Regeneration International. (2019). *Why Regenerative Agriculture?*. 11 Şubat tarihinde <https://regenerationinternational.org/why-regenerative-agriculture/> adresinden erişilmiştir.

Rodale Institute. (2021). Regenerative Organic Agriculture. 11 Şubat 2021 tarihinde <https://rodaleinstitute.org/why-organic/organic-basics/regenerative-organic-agriculture/> adresinden erişilmiştir.

Şahin, Ü. ve Kurnaz, D. (2014). İklim Değişikliği ve Kuraklık (pdf dosyası). İstanbul Politikalar Merkezi, İstanbul. 22.02.2021 tarihinde <https://ipc.sabanciuniv.edu/Content/Images/CKeditorImages/20200326-02031103.pdf> adresinden erişilmiştir.

Savory, A. ve Butterfield, J. (2016). *Holistic Management: A Commonsense Revolution To Restore Our Environment* (3rd Ed.). Washington: Island Press.

Sever, C. (Mülakat yapan), Tanrıvermiş, H. (Mülakat yapılan). (2019). Verimli Tarım Arazisine Sahip Olmak Bir Ülkenin Dünü, Bugünü Ve Geleceğidir. *Tarım ve Orman Dergisi*, (Mart-Nisan, 2019). 12.02.2021 tarihinde <http://www.turktarim.gov.tr/Haber/238/verimli-tarim-arazisine-sahip-olmak-bir-ulkenin-dunu-bugunu-ve-gelecegidir-> adresinden erişilmiştir.

Soil Quality. (2021). Cations and Cation Exchange Capacity. Soil Quality Pty Ltd. 14 Şubat 2021 tarihinde <http://www.soilquality.org.au/factsheets/cation-exchange-capacity> adresinden erişilmiştir.

Soil Science Society of America. (2020). *Soil Horizons*. Soils4Teachers. 12 Ocak 2021 tarihinde <https://www.soils4teachers.org/soil-horizons> adresinden erişilmiştir.

Soylu, S. ve Sade, B. (2012). İklim Değişikliğinin Tarımsal Ürünler Etkisi Üzerine Bir Araştırma Projesi. Mevlana Kalkınma Ajansı, Proje No: TR51/12/TD/01/020, Konya.

Tarım Özel İhtisas Komisyonu. (2014). Onuncu Kalkınma Planı Tarım Özel İhtisas Komisyonu Tarım Arazilerinin Sürdürülebilir Kullanımı Raporu. Kalkınma Bakanlığı, Ankara.

Tarım Özel İhtisas Komisyonu. (2018). On Birinci Kalkınma Planı Toprak ve Suyun Sürdürülebilir Kullanımı Tarım Özel İhtisas Komisyonu Raporu. Kalkınma Bakan., Ank.

TEMA Vakfı. (2018a). *Orman ve Bitki Örtüsünün Korunması*. Toprağın Geleceği. 05.03.2021 tarihinde <https://topraktema.org/kategoriler/toprak%C4%9F%C4%B1n-gelecek%C4%9Fi/orman-ve-bitki-oertuesuenuen-korunmas%C4%B1/> adresinden erişilmiştir.

- TEMA Vakfı. (2018b). *Sürdürülebilir Toprak Yönetimi*. Toprağın Geleceği. 05.03.2021 tarihinde <https://topraktema.org/kategoriler/toprak%C4%9F%C4%B1n-gelecek%C4%9Fi-orman-ve-bitki-oertuesuenuen-korunmas%C4%B1/> adresinden erişilmiştir.
- Tekeli, İ. (2020). İklim Değişikliğinin Tarıma Etkileri, TAGEM e-Bülten, 2020, Sayı:7. 28.12.2021 tarihinde https://www.tarimorman.gov.tr/TAGEM/Belgeler/E_BULTEN/ebu%CC%88lten_Temmuz_2020.pdf adresinden erişilmiştir.
- Tekin, M., Avcı, M., Çat, A. ve Akar, T. (2017). Dünyada ve Türkiye’de Toprak İşlemesiz Tarımın Durumu ve Benimsenmesi. *Bahri Dağdaş Bitkisel Araştırma Dergisi*, 6 (1), 22-34). 24.02.2021 tarihinde <https://dergipark.org.tr/tr/pub/bdbad/issue/37068/426228> adresinden erişilmiştir.
- The World Bank. (2012). Carbon Sequestration In Agricultural Soils. Dünya Bankası, Washington.
- Tilman, D., C. Balzer, J. Hill, ve B. L. Befort. 2011. Global food demand and the sustainable intensification of agriculture. *Proc Nat Acad Sci USA*, 108, 20260–20264.
- TKB. (2005). Türkiye’de Tarım. Tarım ve Köyşleri Bakanlığı. 14.02.2021 tarihinde https://www.tarimorman.gov.tr/SGB/Belgeler/yayinlar/turkiyede_tarim.pdf adresinden erişilmiştir.
- TOB ve FAO. (2019a). Küresel Toprak Paydaşlığı ve Türkiye Toprak Bilgi Sistemi. Tarım ve Orman Bakanlığı Tarım Reformu Genel Müdürlüğü ve Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü, Ankara.
- TOB ve FAO. (2019b). Sürdürülebilir Toprak Yönetimi Ulusal Eylem Planı. 09.03.2021 tarihinde https://www.tarimorman.gov.tr/TRGM/Belgeler/surdurulebilir_rapor_TR_.pdf adresinden erişilmiştir.
- TOB ve FAO. (2019c). Türkiye’nin Biyoçeşitliliği: Genetik Kaynakların Sürdürülebilir Tarım ve Gıda Sistemlerine Katkısı. Tarım ve Orman Bakanlığı ve Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü, Ankara. 14.02.2021 tarihinde <http://www.fao.org/3/ca1517tr/CA1517TR.pdf> adresinden erişilmiştir.
- Toor, G. S., Shober, A. L. ve Reisinger A. J. (2018). Soils and Fertilizers for Master Gardeners: Soil Organic Matter and Organic Amendments. *Department of Soil and Water Sciences*, UF/IFAS Extension, SL2733. 5 Şubat 2021 tarihinde <https://edis.ifas.ufl.edu/mg454> adresinden erişilmiştir.
- Topçu, P. (2012). Tarım Arazilerin Korunması ve Etkin Kullanılmasına Yönelik Politikalar. Uzmanlık Tezi. Kalkınma Bakanlığı, İktisadi Sektörler ve Koordinasyon Genel Müdürlüğü, Ankara. 14.01.2021 tarihinde <https://www.sbb.gov.tr/wp-content/uploads/2018/11/P%C4%B1narTop%C3%A7u%E2%80%8B.pdf> adresinden erişilmiştir.
- Toprak Mahsulleri Ofisi. (2019). 2019 Yılı Hububat Sektör Raporu (Pdf dosyası). 12.02.2021 tarihinde <https://www.tmo.gov.tr/Upload/Document/sektorraporlari/hububat2019.pdf> adresinden erişilmiştir.
- TÜİK. (2020a). Bitkisel Üretim İstatistikleri, Tarım Alanları. 05.02.2021 tarihinde <https://data.tuik.gov.tr/Kategori/GetKategori?p=tarim-111&dil=1> adresinden erişilmiştir.
- TÜİK. (2020b). Tarımsal Alet ve Makine İstatistikleri. 05.02.2021 tarihinde <https://data.tuik.gov.tr/Kategori/GetKategori?p=tarim-111&dil=1> adresinden erişilmiştir.
- TÜİK. (2020c). Tarımsal Girdi Fiyat Endeksi. (Kasım, 2020). Türkiye İstatistik Kurumu Haber Bülteni, Sayı: 37269. 21 Ocak 2021 tarihinde <https://tuikweb.tuik.gov.tr/HbPrint.do?id=37269> adresinden erişilmiştir.

- TÜİK. (2020d). Genel Nüfus Sayımları. 05.02.2021 tarihinde <https://data.tuik.gov.tr/Kategori/GetKategori?p=nufus-ve-demografi-109&dil=1> adresinden erişilmiştir.
- TÜİK. (2020e). Bitkisel Üretim İstatistikleri, Tahıllar ve Diğer Bitkisel Ürünlerin Alan ve Üretim Miktarları. 05.02.2021 tarihinde <https://data.tuik.gov.tr/Kategori/GetKategori?p=tarim-111&dil=1> adresinden erişilmiştir.
- Türk Mühendis ve Mimar Odaları Birliği Çevre Mühendisleri Odası. (2018). Dünya Çevre Günü Türkiye Raporu (pdf dosyası). 21.02.2021 tarihinde https://www.cmo.org.tr/resimler/ekler/od4a5b926c005a6_ek.pdf adresinden erişilmiştir.
- UNCCD. (2016). Arazi Tahribatının Dengelenmesi; Hedef Oluşturma Programı [Broşür], Birleşmiş Milletler Çölleşmeyle Mücadele Sözleşmesi, Almanya. 21.02.2021 tarihinde <https://www.tarimorman.gov.tr/CEM/Belgeler/yay%C4%B1nlar/yay%C4%B1nlar%202016/UNCCDxKarexBrosur.pdf> adresinden erişilmiştir.
- UNCCD. (2017). Global Land Outlook (1st Ed.). Birleşmiş Milletler Çölleşme İle Mücadele Sözleşmesi, Almanya.
- United States Environmental Protection Agency. (2018). Greenhouse Gas Inventory Data Explorer. 22 Ocak 2021 tarihinde <https://cfpub.epa.gov/ghgdata/inventoryexplorer/#agriculture/allgas/source/current> adresinden erişilmiştir.
- USDA. (2021). Soil Formation and Classification. *USDA Natural Resources Conservation Service*. 2 Ocak 2021 tarihinde https://www.nrcs.usda.gov/wps/portal/nrcs/detail/soils/edu/?cid=nrcs142p2_054278 adresinden erişilmiştir.
- USDA. (2021a). Soil Formation and Classification. *USDA Natural Resources Conservation Service*. 1 Şubat 2021 tarihinde https://www.nrcs.usda.gov/wps/portal/nrcs/detail/soils/use/worldsoils/?cid=nrcs142p2_054003 adresinden erişilmiştir.
- Vanoğlu, M., Güzel, T., Armağan, S., Ögüt, H., Çarman, K., Sade, ... Babaoğlu, M. (2014). KOP Bölgesi Tarım Alanlarının Geleceği İçin “Doğrudan Ekim Desteklemesi Programının Oluşturulması” (Model Önerisi). *Bahri Dağdaş Bitkisel Araştırma Dergisi*, 1 (1-2), 44-49. 14.01.2021 tarihinde <https://dergipark.org.tr/tr/pub/bdbad/issue/25863/272652> adresinden erişildi.
- White, C. (2014). *Grass, Soil, Hope: A Journey Through Carbon Country*. Vermont: Chelsea Green Publishing.
- WWF. (2016). Türkiye’nin Buğday Atlası. İstanbul. 05.02.2021 tarihinde http://awsassets.wwftr.panda.org/downloads/turkiye_nin_buday_atlas_web.pdf adresinden erişilmiştir.
- WWF. (2014). Konya’da Suyun Bugünü Raporu. İstanbul. 28.02.2021 tarihinde https://wwftr.awsassets.panda.org/downloads/konya_da_suyun_bugnu_raporu.pdf adresinden erişilmiştir.
- Yaşar, O. (2014). Türkiye’de Nadas Alanlarını Azaltmada Doğal ve Beşeri Kaynakların Harekete Geçirilmesine Coğrafi Bir Bakış. *Türk Coğrafya Dergisi*, 0 (34) , 549-561 . 12.01.2021 tarihinde <https://dergipark.org.tr/tr/pub/tcd/issue/21253/228046> adresinden erişilmiştir.

%100

GERİ
DÖNÜŞTÜRÜLMÜŞ

Türkiye'de Tarım Topraklarının Dünü, Bugünü Ve Geleceği

%2

Dünya buğday üretiminin %2'sini gerçekleştiren Türkiye, buğday üretiminde dünya onuncusu.

10 bin

1 çay kaşığı sağlıklı toprakta: 10 bin tür, 600-800 milyon bakteri, 5 bin tür mantar bulunur.

%30

Tarım arazilerimizin sadece %30'u bitkisel üretime uygun toprak derinliğine sahip.

5 milyon

Ülkemizde yaklaşık 5 milyon hektar arazi, tarıma elverişli olmadığı halde tarımsal üretim için kullanılması sonucu erozyon tahribatına uğruyor.

2 bin 500 milyar

Toprak, 2 bin 500 milyar ton ile gezegenimizdeki en büyük karbon yutağıdır.



Neden buradayız?

Dünyanın doğal çevresini korumak ve insanın, doğayla uyum içinde yaşadığı bir geleceği kurmak için.

wwf.org.tr

© Panda amblemi WWF – Dünya Doğayı Koruma Vakfı

© WWF tescilli markadır

Bizi Twitter'da takip edin: @wwf_turkiye

Bizi Instagram'da takip edin: @wwf_turkiye

Bizi Facebook'ta takip edin: @wwfturkiye