



Sürdürülebilir Tarım Toprak ve Su





www.ttgiv.org.tr

MERKEZ / HEAD OFFICE

CYBERPARK CYBERPLAZA B Blok Kat: 5-6 06800 Bilkent ANKARA - TÜRKİYE

Tel: +90 (312) 265 0272

Fax: +90 (312) 265 0262

İSTANBUL/İSTANBUL OFFICE

ARI TEKNOKENT Arı 2 Binası A Blok Kat: 7 34469 İTÜ Ayazağa Yerleşkesi, Koruyolu

Maslak İSTANBUL - TÜRKİYE

Tel: +90 (212) 276 7560

Fax: +90 (212) 276 7580

Editorial Tasarım

Fusun Özüğür

Grafik Tasarım

Özge Egemen / www.kirmizitasarim.com

Bu çalışma **TTGV** tarafından yaptırılmıştır. Çalışmanın tümü ya da bir bölümü TTGV'nin izni olmadan kopya edilemez ancak kaynak göstermek kaydı ile alıntı yapılabilir.

Bu kitapçık içerisinde yer alan tasarımlar, yazılar, logolar, grafikler de dahil olmak üzere, tüm yazılı ve görsel materyale ilişkin her türlü mali, manevi ve ticari haklar yahut bunları kullanma yetkisi TTGV'ye aittir. Sözü edilen içeriğin kişisel ve ticari olmayan kullanım dışında herhangi bir amaçla kullanılması, kopyalanması, işlenmesi, herhangi bir şekil veya yöntemle, tamamen veya kısmen, doğrudan veya dolaylı, geçici veya sürekli olarak çoğaltılması, kiralınması, ödünç verilmesi, satışa çıkarılması veya diğer yollarla dağıtılması kesinlikle yasaktır.

Bandrol Uygulamasına İlişkin Usul ve Esaslar Hakkında Yönetmeliğin 5 inci maddesinin ikinci fıkrası çerçevesinde bandrol taşıması zorunlu değildir.

İçindekiler

İçindekiler.....	i
Şekil Listesi.....	ii
Tablo Listesi.....	iii
Bilgi Kutusu Listesi.....	iii
Kisaltmalar.....	iv
Sunuş.....	vi
Çalışma Yöntemi.....	viii
Giriş.....	2
Sürdürülebilir Kalkınmada Tarımın Rolü	5
1. Su	12
1.1. Su Varlığımız.....	13
1.2. Tarımsal Sulama Sistemleri ve Yöntemleri.....	21
1.3. Tarımsal Sulamadaki Sorunlar	26
2. Toprak	30
2.1. Toprak Varlığımız ve İşleme Yöntemleri	31
2.2. Toprakla İlgili Sorun Alanları.....	39
3. Toprak ve Su İlişkisi.....	44
4. Su ve Toprakla İlgili Sürdürülebilirlik Tartışmaları	48
5. Teknoloji	60
5.1. Toprak ve Su Konusunda Ar-Ge ve İnovasyon Alanları	65
6. Değerlendirmeler	68
6.1. Toprak ve Su Kaynaklarının Sürdürülebilirliği	69
6.2. Veri Analitiği ve Analizi.....	70
6.3. Sulama	72
6.4. Toprak	73
6.5. Toprak Analizi.....	74
6.6. Toprak Sağlığı/Kalitesi	75
6.7. Gübre	76
6.8. Kompost	76
6.9. Kimyasal İlaçlar	78

6.10. Kirlilikte Mikroplastik ve Nanoplastikler.....	79
6.11. Toprak ve Karbon İlişkisi	80
6.12. Topraksız Tarım	80
6.13. İnsan Kaynağı ve Üretici.....	81
7. Sonuç.....	88
Çalışma Ekibi.....	90
Kaynakça.....	94

Şekil Listesi

Şekil 1: Sürdürülebilir Kalkınma Amaçları	4
Şekil 2: Türkiye'nin Tarım Alanlarındaki Değişimler	7
Şekil 3: Türkiye'nin Toplam Tarım Alanı.....	8
Şekil 4: Su döngüsü	13
Şekil 5: Türkiye’de Su Kullanımı	15
Şekil 6: Falkenmark Göstergesi, Su Stresi.....	16
Şekil 7: Ülkelerin Su Stresi Değerleri	17
Şekil 8: Sektörlere Göre Su Ayak İzi	19
Şekil 9: Tarımın Su Ayak İzi	19
Şekil 10: Yeraltı Suyu Depolaması	20
Şekil 11: Sulama Yöntemlerinin Sınıflandırılması	21
Şekil 12: Sulama Yönteminin Seçilmesindeki Faktörler.....	22
Şekil 13: Yağmur Suyu Hasadının Faydaları.....	24
Şekil 14: Suyu İlişkin Sorun Modeli.....	26
Şekil 15: MGM, Kuraklık Haritası	32
Şekil 16: Toprak Canlılığının Korunması İçin Temel Uygulamalar	33
Şekil 17: Karbon Döngüsü	36
Şekil 18: Toprak Katmanları	37
Şekil 19: Toprak Sorun Modeli.....	39
Şekil 20: Su ve Toprak İlişkisi.....	45

Şekil 21: Türkiye Topraklarının Organik Karbon Durumu	57
Şekil 22: Veri, Toprak ve Su Analizi ve Tarım Teknolojileri İlişkisi.....	65
Şekil 23: Toprak ve Su Özelinde Sürdürülebilirlik İlişkisi	69
Şekil 24: Türkiye’de Tarımsal Yayım Sistemindeki Başlıca Aktörler	84

Tablo Listesi

Tablo 1: Bazı Ülkelerdeki Tarımsal Su Kullanımı.....	14
Tablo 2: Tarım Toprağında Ortalama Canlılık Verileri.....	34
Tablo 3: Toprakların Tuzluluk Durumu.....	42
Tablo 4: Türkiye Topraklarının Organik Karbon % Dağılımı	43

Bilgi Kutusu Listesi

Bilgi Kutusu 1: Su Stresi.....	16
Bilgi Kutusu 2: Su Ayak İzi.....	18
Bilgi Kutusu 3: Yağmur Suyu Hasadı ve Sulama Suyu Kalitesi	24
Bilgi Kutusu 4: Toprak Canlılığı ve Önemi	34
Bilgi Kutusu 5: Toprak ve Su Analizi	41
Bilgi Kutusu 6: Toprak Tuzluluğu	46
Bilgi Kutusu 7: Biyoçeşitlilik	55
Bilgi Kutusu 8: Toprak Organik Karbonunun Önemi	56
Bilgi Kutusu 9: Mikroplastikler ve Nanoplastikler	58
Bilgi Kutusu 10: Kompost ve Yavaş Salınımlı Gübre.....	77
Bilgi Kutusu 11: Tarımsal Yayım Sistemi	84

Kısaltmalar

AÇA	Avrupa Birliği Çevre Ajansı
BM	Birleşmiş Milletler
ÇEM	Çölleşme ve Erozyonla Mücadele Genel Müdürlüğü
ÇMUSEP	Çölleşme ile Mücadele Ulusal Stratejisi Eylem Planı
DSİ	Devlet Su İşleri
FAO	Gıda ve Tarım Örgütü
GAP	Güneydoğu Anadolu Projesi
GDO	Genetiği Değiştirilmiş Organizmalar
IPCC	Hükümetler Arası İklim Değişikliği Paneli
MGM	Meteoroloji Genel Müdürlüğü
OECD	Ekonomik Kalkınma ve İşbirliği Örgütü
SKD	İş Dünyası ve Sürdürülebilir Kalkınma Derneęi
SKA	Sürdürülebilir Kalkınma Amaçları
STOK	Stratejik Odak Çalışma Komisyonu
TAGEM	Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü
TSKB	Türkiye Sınai Kalkınma Bankası
TOK	Toprak Organik Karbonu
TÜİK	Türkiye İstatistik Kurumu
TTGV	Türkiye Teknoloji Geliştirme Vakfı
UNDP	Birleşmiş Milletler Kalkınma Programı
WRI	World Resources Institute
WWF	Dünya Doğayı Koruma Vakfı

*Bu çalışmanın
gerçekleřtirilmesinde bizlere
değerli zamanlarını ayıran,
ekosistemimizin geleceęe
bakışında ve yerel bilginin
oluşturulmasında öneme sahip
olan fikirlerini içtenlikle bizlerle
paylaşan tüm katılımcılarımıza
teřekkürlerimizi sunarız.*

Araştırmamıza ilişkin her türlü soru, görüş ve önerileriniz için
stok@ttgv.org.tr e-posta adresinden bizlere ulařabilirsiniz.

Sunuş

Türkiye Teknoloji Geliştirme Vakfı, özel sektörün ekosistemle uyum içinde teknoloji geliştirme ve inovasyon faaliyetlerini destekleyerek teknolojinin yaşamı kolaylaştırıcı bir araç olarak kullanılmasını ve yaygınlaştırılmasını amaçlayan bir kuruluştur. Uzun erimli stratejik hedef olarak, Türkiye’de reel sektörün ortak sorun ve gereksinimlerinin belirlenmesi, teknoloji destekli çözümlerin aranması ve uygulanması konularında; tüm süreci paydaşlarla birlikte yürütmeyi ve teknolojik inovasyon ekosisteminin ortak fayda temelinde zenginleştirilmesini benimsemiştir.

Bu kapsamda tarım inovasyon ekosistemine ilişkin çalışmaların ilki, Ocak 2021’de yayınlanan “Tarım Ekosisteminde İnovasyon Fırsatları” tartışma raporudur. Bu rapor ile Ar-Ge, teknoloji ve inovasyon perspektifleriyle tarım ve gıda ekosistemi keşfedilmiştir. Tarım ve gıda ekosisteminde sürdürülebilir bir ekonomik gelişme için en önemli kaynaklardan olan toprak ve suyun nasıl kullanıldığı kritik derecede önemli ve önceliklidir.

Toprak ve su talebi sürekli artmaktayken, faydalanılabilir toprak ve su varlıklarının gün geçtikçe azalması, bu kaynakların en verimli ve sürdürülebilir şekilde kullanım yöntemlerinin geliştirilmesini yaşamsal bir zorunluluk haline getirmiştir. Bu nedenle, bu çalışmada, STOK-Tarım çalışmasının devamı olarak **Toprak ve Su** konularına odaklanılmıştır.

Çalışma Yöntemi

Ekosistemin temel gereksinimlerinin anlaşılmasını, toprak ve su kaynaklarının sürdürülebilir kullanımının kaçınılmaz ve biricik çözüm olduğunu vurgulamayı amaçlayan bu çalışmada,

- Nitel araştırma deseninin temel prensiplerinden yola çıkarak **paydaşlarla görüşmeler yapılmış**,
- Elde edilen **bulgular, kurum içi yetkinliklerle sentezlenmiş**,
- Türkiye’de **toprak ve su hakkında temel sorunlar belirlenmiş**,
- **Çözüm seçenekleri sunulmaya çalışılmıştır**.

Görüşmeler, toprak bilimi ve bitki besleme, tarımsal yapılar ve sulama alanlarında,

- **Akademisyenler**,
- **Kamu kuruluşlarında çalışan uzman ve araştırmacılar**,
- **Sahada bizzat bulunan araştırmacılar**,
- **TTGV Stok Tarım Ekibi** katılımıyla,
- Çoğunluğu çevrimiçi ve bir kısmı da yüz yüze **oturumlarla** 2021 yılının ikinci çeyreğinde gerçekleştirilmiştir.
- Raporda görüşmelerden elde edilen **bilgilerin nitel olarak ayıklanıp sınıflandırılması ve değerlendirilmesiyle ulaşılan temel bulgu ve temalar ayrıca tamamlayıcı kaynak araştırmalarıyla desteklenmiştir**.

Rapor, yedi bölümden oluşmaktadır. “**Su**” başlığı altında; Dünya ve Türkiye’deki su varlığına değinilerek Türkiye’nin tarımsal sulamadaki sorun alanlarına yer verilmiştir. “**Toprak**” başlığı altında, ekosistemin önemli bir canlı ögesi¹ olan toprak varlığına ve kullanımına ilişkin bulgular ve değerlendirmeler sunulduktan sonra Türkiye’de toprakla ilgili sorun alanlarına değinilmiştir. “**Toprak ve Su ilişkisi**” bölümünde birbirinden ayrı düşünölemeyecek bu iki varlığın etkileşimleri temelinde kullanımlarının birbirlerinde yol açtıkları değışimleri özetlenmiştir. Çalışmanın ilerleyen bölümünde ise toprak ve su kaynakları ile ilgili “**Sürdürülebilirlik**” tartışmalarına yer verilmiştir. Bu bölüme kadar değinilen konular, “**Teknoloji**” başlığı altında, teknolojinin ne gibi çözümler sağlayacağına ilişkin bilgilerle ele alındıktan sonra, “**Değerlendirmeler**” ve “**Sonuç**” bölümlerinde ulaşılan bulgular doğrultusunda sentezlenen önermelere yer verilmiştir.

1. Toprak, içinde milyonlarca canlının yaşadığı ve etkileşimde bulunduğu bir ekosistem olarak adlandırıldığı için canlı varlık olarak tanımlanabilir. Toprağın canlılık vasfı ve bunun önemine ilişkin detaylı bilgi, “Bilgi Kutusu: 4 Toprak Canlılığı ve Önemi” kısmında bulunmaktadır.

Giriş

Hükümetler Arası İklim Değişikliği Paneli (IPCC)'nin raporları, önümüzdeki on yıllarda iklim krizinin canlı yaşamı üzerinde dünya ölçeğinde yıkıcı sonuçları olabileceğine ve canlı yaşamının yeniden şekillendireceğine işaret etmektedir. İklim kriziyle, sıcaklık ve kuraklığın şiddetlenerek daha geniş bölgeleri etkisi altına alacağı, uzun süren araştırmalarla fark edilebilen diğer ekosistem parametrelerinin birbiriyle etkileşmesi sonucu, tüm canlıların bu değişimlere uyum sağlama kapasitelerinin farklı seviyelerde zorlanacağı anlaşılmaktadır. Bu değişimler sonucunda, ekosistemin en temel ve sınırlı varlıklarından olan **toprak ve su kaynaklarının yeterliliği** daha da kritikleşmektedir. Dünya kaynaklarının stratejik ve etkili kullanımı bugünkü uygulama sorunlarının ve gelecek için planlanan düzeltici uygulamaların belirlenmesi başlıca uğraşlar haline gelmiştir.

İklim değişikliğine karşı toplu ve organize bir konumlanış olarak AB'nin sürdürülebilir gıda sistemine geçişi, pek çok alanda başlamış olsa da tarımsal üretimin ve gıda sistemlerinin sürdürülebilirliği iklim değişikliğiyle uyumlu olmadıkça çevresel bozulmaların önüne geçilmesi neredeyse olanaksızdır. Acil bir şekilde,

- Pestisit ve kimyasallara olan bağımlılığın azaltılması,
- Aşırı gübrelemenin ve aşırı su tüketiminin azaltılması,
- Organik tarımın artırılması,
- Hayvan refahının yükseltilmesi,
- Biyoçeşitlilik kaybının durdurulması gerekmektedir.
- Birleşmiş Milletler (BM) tarafından tüm dünyada sorunlu olarak belirlenen ve 2030 yılına kadar iyileştirilmesi umulan 17 ekosistem süreci arasında toprak ve su kaynaklarıyla ilgili hedefler de bulunmaktadır. Şekil 1'de bulunan sürdürülebilir kalkınma amaçlarından **toprak ve suyla ilgili hedef ve alt hedefler, bu raporun temel odağını oluşturmaktadır.**

“

“Diğer her şey bekleyebilir, ama tarım bekleyemez.”

Shri Jawaharlal Nehru



Şekil 1: Sürdürülebilir Kalkınma Amaçları

Sürdürülebilir Kalkınmada Tarımın Rolü

İnsanın toprak ve suyla ilişkisi, ekosistemdeki diğer türler üzerinde üstünlük kurma, gereksinimlerini gidermek için bu türleri yönetme yeteneğiyle bir yandan tarımı geliştirirken, diğer taraftan tarımın çıktılarına dayanarak diğer ekonomik ve sosyal etkinlikleri yürütmesine olanak sunan ve dünyada insan medeniyetinin kurulup kökleşmesini sağlayan en belirleyici ekosistem ilişkisi olmuştur.

Antropolojik veriler, tarım devriminin Göbeklitepe’de 10.000 yıl, Mardin-Boncuklu Tarla’da 12.000 yıl öncesine götürülebileceğini göstermektedir. Dünyanın 4,5 milyar yıllık yaşına göre kısacık olan bu sürede, **insanın ekosistem üzerinde baskın rol oynamasını sağlayan tarım, yeni teknolojilerle biçim değiştirse de insan bugünkü anatomik yapısıyla beslenmeye gereksinim duyduğu sürece gelecekte de toplumun en temel etkinliği olmaya devam edecektir.**

Doğal ekosistemin en temel sürdürülebilirlik ön koşulu biyoçeşitliliğin korunmasıdır. Bu nedenle biyoçeşitliliği koruyabileceğimiz koşulları oluşturacak şekilde, insani etkinliklerimizi düzenleyebilirsek, sürdürülebilir yaşamı da güvence altına alabiliriz. Bunun dışındaki yaşam almasıkları sürdürülemez. **İnsanın, toprak, su, ışık ve iklim ile etkileşimi, tüm ekosistemi ve canlı yaşam zincirini dolaysız etkilediğinden, her şeyden önce bu ilişkilerin ekosistemle uyumlu hale getirilmesi gerekmektedir.** Bu nedenle raporlar zincirinin ikincisinde, Türkiye’de insanın toprak ve suyla ilişkisinin veriler ışığında sorun ve fırsat seçenekleriyle ortaya konulması amaçlanmıştır.

Toprak, su, hava, ışık ve iklim karşılıklı etkileşim içinde birleşerek beşli ekosistem sarmalı oluşmuş ve bu sarmalın madde ile deviniminden de canlı yaşam oluşarak ekosistem gelişmeye başlamıştır. Ekosistemin evrimi, bu beşli sarmal ilişkisiyle tanımlanabilecek şekilde gelişmektedir. Doğal seyri içinde, ekosistemde oluşan değişimler, uzun süreler içinde ve düşük sapmalar şeklinde kendini göstermekte, fark edilebilir değişimler yüzlerce ve bazen de binlerce yılda gerçekleşmektedir. 20. yüzyılda yaygınlaşıp yoğunlaşan doğaya karşı insan etkinlikleri, değişimin ivmesini hızlandırmıştır. Küresel iklim değişimi ve etkileri ile ilgili sorunların artışı bu ivmelenmenin önemli bir göstergesidir. **Köklü ve yaygın önlemler alınmazsa önümüzdeki on yıllarda bu beşli sarmal ilişkisinin daha hızlı değişeceği, canlı ve cansız varlıklarıyla tüm ekosistem dengesinin bozulacağı, sayısız canlı türünün kaybolarak biyoçeşitliliğin fakirleşeceği öngörülmektedir.** Bu olumsuz değişimi yavaşlatmaya yönelik **etkinlikler içinde “iyi tarım uygulamaları” en etkili önlemlerin başında gelmektedir.**

İyi tarım uygulamalarının ilk adımı,

- **Toprak, su, iklim, işgücü ve diğer kaynakların durumunu ve bu kaynakların zamana göre değişimini sürekli izleyerek yalın bir şekilde belirlemek,**
- **Tarımsal gereksinimleri, ekosistem uyumlu teknikler kullanarak gidermeyi hedeflemektir.**

Ekosistem dengesindeki değişim, etkisini önce iklim koşullarında küçük değişiklikler şeklinde göstermektedir. Bunu, yerel florada küçük değişimler ve takiben fark edilmesi zor fauna değişimleri izlemektedir. Bu değişimlerin tümü birlikte toprağın yaşam yeri niteliğini ve karbon tutma kapasitesini de doğrudan etkilemektedir. Önemli bir bozucu olarak **hatalı toprak işleme yöntemleri**, iklim değişiminin etkisiyle birlikte mega kuraklıklara ve büyük sel baskınlarına yol açarak **toprak ekosisteminin “kendini yeniden inşa etme” yeteneğini sınırlandırmaktadır**. Dünyadaki tarım alanları,

- 4.564.120.000 ha iken (1970),
- 42.078.500 ha azaldığı,
- Bu arazilerin şehirleşme, sanayileşme, madencilik ve yanlış arazi kullanımlarıyla tarımsal kullanım dışına çıktığı ifade edilmektedir (2).

Tarım arazileri küçülürken, toprak sağlığı ve kalitesi de bozulmaktadır. FAO'ya göre, **başta toprakta tuzluluk, erozyon, besin elementleri ve organik madde eksikliği olmak üzere toprak kirliliği, kötü tarım uygulamaları ve kentsel yapılaşma** gibi sebeplerden dolayı gün geçtikçe dünya toprakları verimsizleşmekte tarıma elverişsiz hale gelmekte ve biyoçeşitlilik zarar görmektedir.

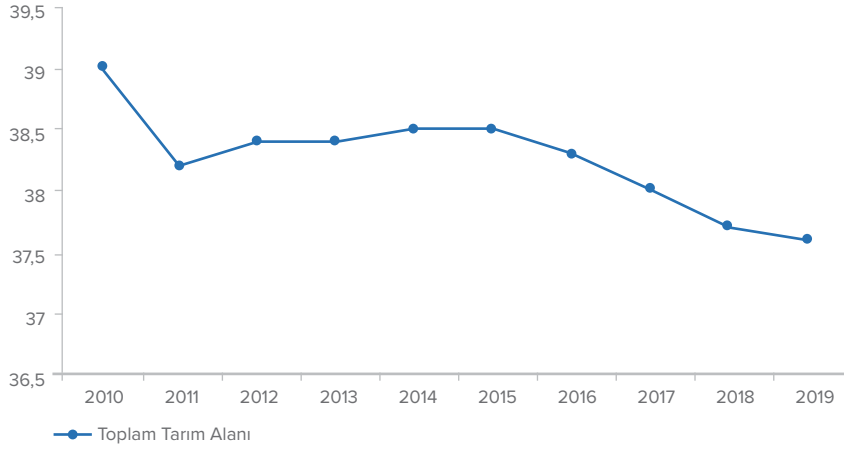
Türkiye'nin tarımsal arazi değişimine bakıldığında, nüfus artışı ve yoğun göç dalgası ile birlikte tarım arazilerinin 1928 yılından 1980 yılına kadar 28 milyon hektar seviyesine ulaştığı görülmektedir. Ancak günümüzde **nitelikli tarım arazilerinin**,

- **Başka amaçlar için kullanılması,**
- **Toprağın gün geçtikçe verimsizleşmesi ve canlılık özelliğini kaybetmesi**

nedeniyle 24 milyon hektara kadar düştüğü belirtilmektedir (3).

TÜİK'in verilerine göre ise (bkz. Şekil 2) ülkemiz tüm tarım arazileri, 2019 yılı itibarıyla 37,7 milyon hektardır.

Tarım Alanı (Milyon Ha)



Şekil 2: Türkiye'nin Tarım Alanlarındaki Değişimler
(TÜİK, 2020)

Bu arazilerin kullanım dağılımı,

- Ekilmiş alan 15,4 Mha²,
- Çayır ve mera alanı 14,6 Mha,
- Nadas alanı 3,4 Mha,
- Meyveler ve diğer bitkiler alanı 3,3 Mha,
- Sebze bahçeleri alanı 0,79 Mha,
- Süs bitkileri alanı ise 5 bin hektar olarak belirtilmektedir (4).

Türkiye'deki ekilebilir tarım arazileri tüm ülke arazisinin %49,1'dir (Dünya Bankası 2018 istatistikleri). Çevre Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı verilerine göre ise Türkiye'deki tarım alanları 37 Mha ve kişi başına tarım alanı ise 0,4 hektara kadar düşmüştür (Şekil 3).

2. Mha: Milyon hektar



Şekil 3: Türkiye'nin Toplam Tarım Alanı, Çevre Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı Çevresel Göstergeler

Tarımla ilgili veriler incelendiğinde, tarım alanlarının sınıflandırılması ve tanımlanmasında farklılıklar olduğu açıkça görülmektedir.

- **Tarım arazisi,**
- **Ekilebilir tarım arazisi,**
- **Mutlak tarım arazisi,**
- **Çayır mera alanlarının**

toplam tarım arazileri içindeki konumu ve miktarı konusunda net bir tanımlama veya sınıflandırmanın olmadığı ya da farklı kaynaklarda farklı şekilde ele alındığı görülmektedir.³ Bu şekilde oluşan;

- Belirsiz verilerin yol açacağı yanıltıcı sonuçlardan kaçınmak,
- Tarım plan ve politikalarını herkesin aynı şekilde anlayacağı ortak bir dille yapmak

3. 5403 sayılı Toprak Koruma ve Arazi Kullanımı Kanununa göre, Tarım arazisi, "Toprak, topoğrafya ve diğer ekolojik özellikleri bitkisel, hayvansal ve su ürünleri üretimi için uygun olan ve bu amaçla kullanılan veya tarımsal üretim için uygun hale dönüştürülebilen arazileri tanımlar." Mutlak tarım arazisi ise, "Bitkisel üretimde; toprağın fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerinin kombinasyonu yöre ortalamasında ürün alınabilmesi için sınırlayıcı olmayan, topografik sınırlamaları yok veya çok az olan; bölgesel, bölgesel veya yerel önemi bulunan, halihazır tarımsal üretimde kullanılan veya bu amaçla kullanıma elverişli olan arazileri ifade eder."

- Havza tarım modellerini yalın verilere göre oluşturabilmek için biricik ve güncel bir “**Tarım Terimleri El Kitabı**” oluşturarak dijital ortama sunmak, ön şart gibi gözükmemektedir.

Tanımlama ve sınıflandırma farklılıkları bulunsu bile, eldeki verilerden, ülkemizde gıda üretim kaynağının temelini oluşturan toprakların, gün geçtikçe nicelik ve nitelikçe değer kaybettiği ve azaldığı anlaşılmaktadır.

Bu nedenle, **toprağın sürdürülebilir ve etkin kullanımı konusunda Türkiye’ye uygun yöntemlerin geliştirilmesi ve zaman kaybedilmeden uygulanması zorunludur.** Tarımsal üretimin yoğun ve ihracat hacminin büyük olduğu Türkiye’de toprak,

- **Arazi ve havzaya uyumsuz ürün ekimi,**
- **Arazi topoğrafyasına uyumsuz sürüm ve işleme,**
- **Aşırı gübre ve ilaç kullanımı,**
- **Aşırı otlatma,**
- **Doğal erozyon,**

gibi süregelen olaylar nedeniyle bozularak sağlığını kaybetmektedir.

Toprağın yavaş ölümü olarak niteleyebileceğimiz bu süreç, tarım ekosistemini, insan sağlığını ve türlerin devamını tehlikeye atmanın yanında, kaynakların sürdürülebilirliğini de zorlaştırmaktadır. Toprak ve su kaynaklarında sürdürülebilirliğin zorlaşması, Türkiye’nin de taraf olduğu uluslararası sözleşmeler yoluyla,

- “**Türkiye Toprak-Su Veri Ağı**” kurulmasını,
- “**Biyçeşitliliğin**” mutlak bir şekilde korunmasını,
- “**Arazi tahribatını en aza indirecek örnek uygulamaların başlatılmasını,**
- **Örnek uygulamaları yaygınlaştıracak çalışma esaslarının belirlenmesini**

gerekli kılmaktadır.

Yalnızca toprağın kullanımı ve yönetimi değil, aynı şekilde su kaynaklarının etkin yönetimi de sürdürülebilir ekosistemin devamlılığı için önemlidir. Değişik kaynaklarda, 2021 yılı itibarıyla Dünya’da tatlı suyun yaklaşık %70’inin, bazı kaynaklarda ise %69’unun tarımda kullanıldığı belirtilmektedir. **Ülkemizde ise su kaynaklarının %74’ü tarımsal amaçlı kullanılmaktadır (6).** DSI’nin verilerine göre, 2020 yılında, ülkemizde tarımsal sulamanın toplam su kullanımındaki payı 44,25 milyar metreküp ile %77 olmuştur (7). **Farklı kaynaklarda tarımsal su kullanımında farklı oranlar belirtilse de her durumda Türkiye’nin birim tarımsal alanda kullandığı su oranının Dünya ortalamasının üstünde olduğu görülmektedir.**

“ Ülkemizde ise su kaynaklarının %74’ü tarımsal amaçlı kullanılmaktadır. ”

Örneğin, tarım sektöründe önemli bir yere sahip olan **Konya Havzası**,

- **Aşırı miktarda tarımsal su tüketimi,**
- **Ekosistemin yapısına uygun olmayan, çok su tüketen (mısır, şeker pancarı ve yonca gibi) ve orta derecede su tüketen (ayçiçeği gibi) ürünlerin ekilmesi,**
- **Bu ürünlerin ekim alanlarının gittikçe artması**

sebebiyle kuraklık tehlikesiyle karşı karşıya kalmıştır. Bu durum, su kaynakları üzerinde yoğun bir baskı oluşturmakta ve su kaynaklarının en etkili şekilde kullanımını esas alan **sulama sistemleri ve yöntemlerini** daha da önemli hale getirmektedir.

Tarımda suyun en iyi kullanımı, iyileştirici etkinliklerin başında gelmektedir. Küresel iklim kriziyle birlikte iklim değişikliğinin esas etkilerinin 2040 yılından itibaren görüleceğine ilişkin görüşler bulunmaktadır (8). Bu yıllarda Türkiye’de yağışların yaklaşık olarak %10-15 oranında azalacağı öngörülmektedir. Bu kapsamda, tarım ekosisteminin başat aktörleri, 2011 yılından bu yana üzerinde çalışılan su kanununun yayınlanmasını beklemektedir. Tarımsal sulamada su kullanım miktarlarına ek olarak iklim değişikliğinin yaratacağı yağış azlığı ve kuraklık etkisinin su kaynaklarının yönetimini daha da zorlaştıracığı düşünülmektedir. Hatta pek çok kaynakta gelecekte su paylaşım savaşları olasılığına ilişkin değerlendirmeler de bulunmaktadır. Bu durum, **su kaynaklarının ülkeler tarafından sanayide, tarımda ve diğer sektörlerde nasıl kullanıldığı, su kullanımının nasıl planlanıp yönetildiği ve aynı zamanda ülkemizdeki su varlığı, tarımsal sulamada yaşanan sorunlar ve etkin sulama sistemleri ve yöntemleri konularını daha da önemli kılmaktadır.**

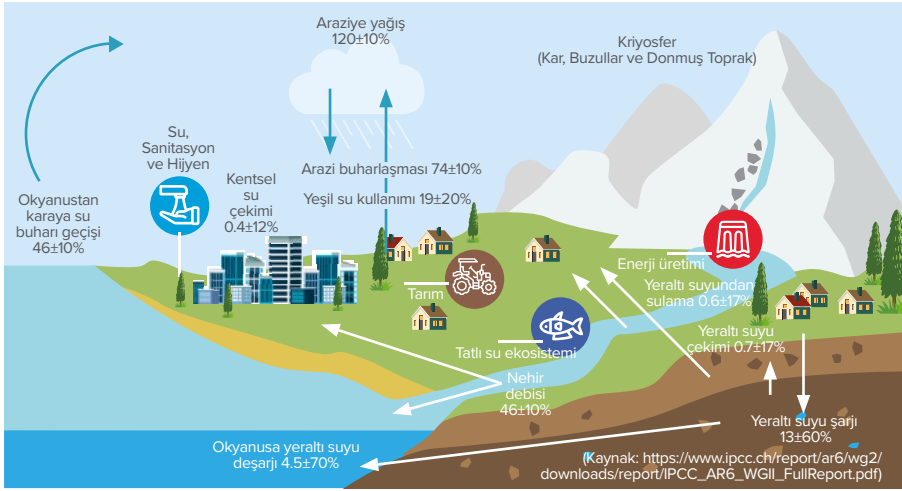
1.1. Su Varlığımız

Küresel olarak su kaynaklarının durumuna bakıldığında, Dünya yüzeyinin dörtte üçünün sularla kaplı olduğu, bu suların

- %97,5'inin **tuzlu su**,
- %2,5'inin ise **tatlı su** olduğu bilinmektedir.

İnsan kullanımına uygun suyun yalnızca %2,5'lik bir oranla toplam 35 milyon km³ tatlı suya denk geldiği belirtilmektedir (13).

- Tatlı suyun %1,2'sinin yeryüzünde ve kullanıma elverişli olduğu (14),
- Kalan tatlı suyun büyük bir bölümünün ise toprak, yer altı ve buzullarda (Antarktika ve Grönland) bulunduğu bilinmektedir.



Şekil 4: Su döngüsü

Göllerde, rezervuarlarda, nehir ve derelerde ulaşılabilen temiz su kaynakları, toplam su potansiyelinin %0,1'ine denk gelmektedir (15).

“Yerküredeki suyun tamamını 5 litrelik bir şişe olarak düşünürsek, ekosisteme ve insan kullanımına elverişli tatlı su miktarı, ancak bir yemek kaşığına denk gelebilecek durumdadır” (16).

- **Tatlı su kaynaklarının bu denli sınırlı oluşu,**
- **Ekosistemin kendini yenileme hızının gittikçe azalması,**
- **İnsan müdahalesinin artarak devam etmesi,**

“Yerküredeki suyun tamamını 5 litrelik bir şişe olarak düşünürsek, ekosisteme ve insan kullanımına elverişli tatlı su miktarı, ancak bir yemek kaşığına denk gelebilecek durumdadır” (16).

var olan su kaynaklarının etkili ve sürdürülebilir şekilde nasıl değerlendirileceğini daha da önemli kılmaktadır. **Yakın gelecekte “dünya ölçeğinde su kıtlığı” yaşayabileceğimiz** öngörülmektedir. Yapılan araştırmalar, geçtiğimiz 50 yılda, su kaynağı miktarının aynı kaldığını ancak **su kullanımının üç katına çıktığını** göstermektedir (16).

İnsan kullanımı dışında, ekosistemin su çevriminde sorunu yoktur. Su kaynaklarının büyük çoğunluğunun insan tarafından,

- 1. Özellikle tarımda hem aşırı tüketimi ve hem de kimyasallarla kirletimi,**
- 2. Sanayi, enerji üretimi ve evsel amaçlı tüketimi, katı ve sıvı kimyasallarla yüksek dozda kirletimi**

sorunu ile karşı karşıya olduğumuzu vurgulamak gerekmektedir.

DSİ'nin 2017 yılı verilerine göre, Türkiye’de yıllık su tüketiminin,

- **7 milyar m³ suyun (%13) sanayide,**
- **7 milyar m³’ün (%13) içme ve evsel kullanmada,**
- **40 milyar m³’ün ise (%74) tarımsal sulamada kullanılmak üzere⁴,**

Toplamda yıllık 54 milyar m³ olduğu belirtilmektedir.

Yıllık toplam su kullanımı, toplamı 112 milyar m³ olan yıllık kullanılabilir suyun yarısına yakındır (17). Ülkemizdeki tarım sektöründe su kullanımına ilişkin farklı veriler ve oranlar bulunmaktadır. Tablo 1’de ise bazı ülkelere ilişkin yıllık toplam kullanılan su varlığının tarımsal sulamada kullanım yüzdelere ilişkin bilgiler yer almaktadır. FAO’nun tahmini hesaplamalara göre yayınladığı verilerinden hareketle oluşturulan tabloya göre, Hindistan ve Meksika hariç diğer ülkelerde tarımsal su kullanımının Türkiye’den az olduğu görülmektedir. OECD ülkeleri arasında, uzun yıllar içinde oluşan toprak altındaki doğal yer altı suyu rezervlerini tarımsal sulama amaçlı kullanan Türkiye, üçüncü sırada yer almaktadır (18).

Toplam Su Çekimi İçerisinde Tarımsal Su Çekimi	
Hindistan	%90,41 (2018)
Avusturya	%2,20 (2018)
Çin	%64,4 (2018)
Japonya	%67,72 (2018)
Meksika	%75,72 (2018)
Rusya	%28,76 (2018)
Brezilya	%58,14 (2018)
ABD	%39,66 (2018)
Fransa	%10,9 (2018)
Hollanda	%3,71 (2018)

Tablo 1: Bazı Ülkelerdeki Tarımsal Su Kullanımı (FAO Aquastat)

4. FAO’nun Aquastat istatistiklerine göre Türkiye’de tarımda su kullanımı toplam su kullanımı içerisinde %87,12 olarak verilmiştir.

DSİ'nin 2017 yılı verilerine göre, tüketilen toplam suyun

- %72,2'si yerüstü sularından,
- %27,8'i ise yeraltı sularından sağlanmaktadır (17).

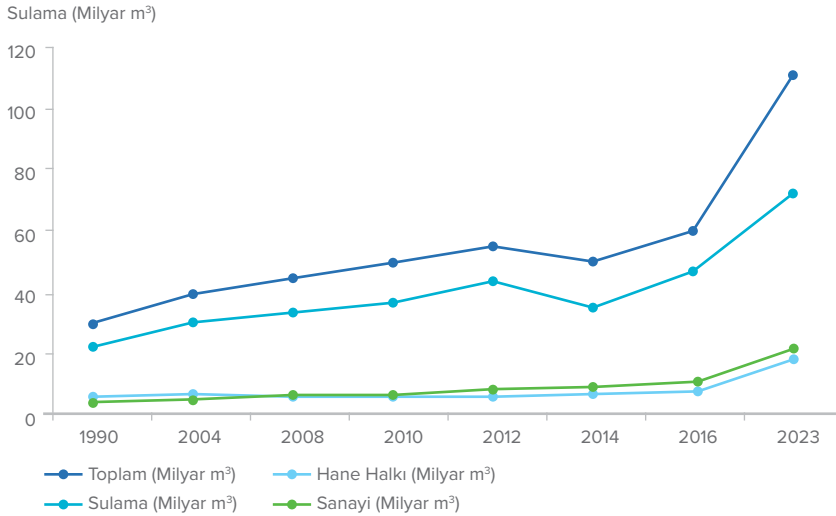
Ülkemizde **son 20 yılda, tüketilen toplam su miktarının %40 artış gösterdiği** dikkate alınırsa;

- **Tarımsal üretimdeki su gereksiniminin giderek büyümesi,**
- Sanayi sektöründeki asimetrik gelişmelerin devam etmesi,
- Kentsel nüfusun hızla artışı,
- Yurtdışından beklenmedik plansız göçlerin gerçekleşmesiyle

önümüzdeki 25 yıl içinde su kullanım miktarının bugünkünün 3 katına çıkacağı öngörülmektedir (17).

Şekil 5'e göre 2023 yılına gelindiğinde toplam su kullanımının 112 milyar m³ olacağı öngörülmektedir. **Bu öngörüyle, var olan yıllık toplam kullanılabilir su kaynaklarının tükenme noktasına geleceği söylenebilir.**

2023 yılında şimdiki su kullanım alışkanlığıyla en yüksek tüketimin, 72 milyar m³ ile tarım sektöründe olacağı öngörülmektedir. 2004 ve 2016 yılları arasında su kullanımında gerçekleşen yaklaşık %50 artışın devam edeceğini varsayarsak güncel nüfus ve ekonomik büyüme oranlarının kullanılabilir su kaynakları üzerinde ciddi bir baskı oluşturmaları beklenmektedir (14).



Şekil 5: Türkiye'de Su Kullanımı
(TSKB, 2019)

Tarımsal sulamada en önemli kaynaklardan olan göl ve ırmaklarımızın su hacmindeki küçülme,

- Yağışların azalması,
- Sıcaklık artışı,
- Yüzey sulamanın geniş ölçekli devam etmesi,
- Çok su tüketen ürünlerin ekim alanlarının genişlemesi

nedeniyle gerçekleşmektedir.

Ülkemizin yağış verilerine bakıldığında,

- **Yıllık toplam yağışın 450 milyar m³,**
- **Ortalama doğal akımın 185 milyar m³,**
- **Yıllık toplam kullanılabilir suyun 112 milyar m³,**
- **Kişi başına düşen yıllık kullanılabilir su miktarının ise yaklaşık 1.350 m³**

olduğu söylenebilir (19). (DSİ 2020 verilerine göre 1,347 m³)

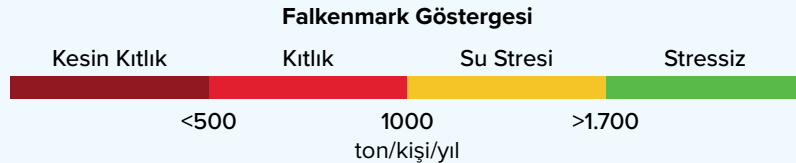
Bu verilere göre, **ülkümüzün su zengini olmadığı**, 2040 yılına gelindiğinde Bilgi Kutusu 1'de yer alan **su stresi göstergesine göre, şiddetli su stresi çeken ülkeler arasında yer alacağı** tahmin edilmektedir.



Bilgi Kutusu 1

Su Stresi

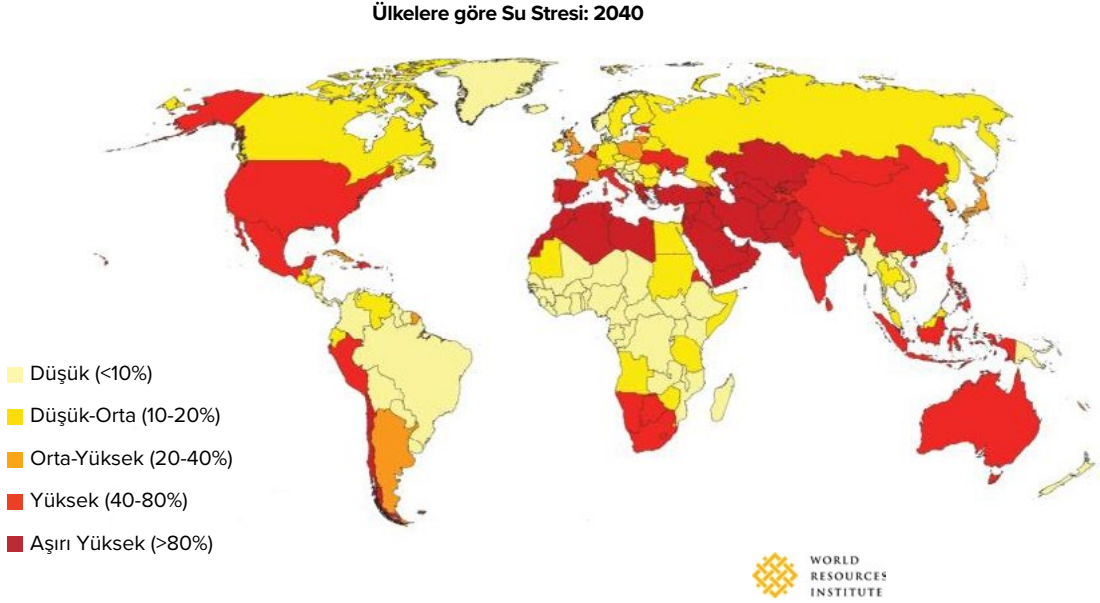
Su stresi kavramı, yıllık içme suyunun kişi başı 1,700 m³ ve altına düştüğü durumu tanımlamaktadır. Ülkelerin su varlıkları, Şekil 4'te Falkenmark Göstergesiyle verilen eşik değerlere göre, kaynakların gördüğü tüketim baskısının şiddetiyle sınıflandırılmaktadır.



Şekil 6: Falkenmark Göstergesi, Su Stresi

Kaynak: (20) "Türkiye'de Su Durumu Nedir? Su Stresi Nedir?", (2021), <https://barajdoluluk.com/turkiyede-su-durumu-nedir-su-stresi-nedir/>
Erişim Tarihi: 1 Mart 2022.

Dünya su stresi haritasında (Şekil-7) **2040 yılına gelindiğinde Türkiye'nin su kıtlığı çekecek ve küresel iklim değişikliğinden en fazla etkilenecek ülkelerden biri olacağı vurgulanmaktadır.**



Şekil 7: Ülkelerin Su Stresi Değerleri, World Resources Institute, 2015

167 ülke baz alınarak yapılan bu çalışmada, ülkelere 2020, 2030 ve 2040 yılları için veri kümelerinden hareketle öngörülen su stresi değerleri uyarlanmıştır.

Ülkelerin genel su stresi seviyelerinin yanı sıra, endüstri, tarım sektörleri ve evsel kullanım için stres düzeyi puanlamalarına da yer verilen bu çalışmada Türkiye, su stresini en şiddetli yaşayacak 33 ülke arasında 27. sırada bulunmaktadır. Su stresi ve kuraklığa ilişkin önemli bulgular sunan NASA'nın verilerine göre de ülkemiz, 2020 yılının ikinci yarısında en az yağışla son beş yılın en kurak zamanlarını geçirmiştir. Bir dünya metropolü olan İstanbul'un son 15 yılın en düşük su depolama seviyelerine geldiği belirtilmektedir (21). Şekil 10, 11 Ocak 2021 itibarıyla yeraltı suyu depolamasını ve yeraltı suyu ıslaklık yüzdelere göstermektedir. Şekilde de görüldüğü üzere, var olan **yeraltı suları ciddi risk altındadır ve ülkemiz kuraklıkla karşı karşıyadır**. Yeraltı suları azalınca topraktaki nem miktarı da azalmaktadır. Hem kuraklık çeken ve hem de yeraltı suyu azalan toprağın su gereksinimi daha da artacaktır. **Yeraltı suyunun azalması, tarımsal üretimin geleceği için kuraklıkla birlikte yıkıcı bir sinerjik etki yaratacaktır.**



Tükettiğimiz mal ve hizmetlerin üretimi için gereksinim duyulan su miktarını ölçen temel göstergelerden biri olarak tanımlanan **su ayak izi** hem doğrudan hem de dolaylı olarak su kullanımını ortaya koyması açısından oldukça önemlidir. Çok boyutlu bir gösterge olarak su ayak izi, **kullanılan suyun türünü, ne zaman ve nerede kullanıldığını da gösterir.**

- **Yeşil su:** üretimde kullanılan toplam yağmur suyunu,
- **Mavi su:** üretimde kullanılan toplam yüzey ve yeraltı suyunu,
- **Gri su:** atık suyu kullanılır hale getirmek için harcanan suyu

tarif eder.

Su ayak izi, kısıtlı olan tatlı su kaynaklarının hangi amaçlarla ve nasıl tüketildiğini anlamamıza yardımcı olur (23). Su ayak izi hesaplamalarının amacı, insan faaliyetlerinin, ürünlerin suyla ilişkisini göstermek, kuraklık ve kirliliğin suyun sürdürülebilirliğini sağlayacak şekilde azaltılması için ölçek sunmaktır. **Türkiye’de tarımsal üretim, en yüksek su ayak izli faaliyetlerdir.**

Havzalarımızın iklim, toprak ve su özelliklerine göre;

- **Toprak işleme ve iyileştirme,**
- **Sulama,**
- **Ürün seçme ve çeşitlendirme,**
- **Tohum iyileştirme,**
- **Zararlılarla mücadele,**
- **Hasat kayıplarını önleme**

konularında geliştirilecek **ileri tekniklerin uygulanması**, su ayak izini doğrudan olumlu etkileyecek ve su kaynaklarının “korunum ve kullanım” dengesini destekleyecektir (24).

Su ayak izine ilişkin veriler, WWF ve Orman Su İşleri Bakanlığı tarafından 2014 yılında hazırlanan rapor ile ortaya konmuştur. Bu çalışmaya göre, Şekil 8’de görüldüğü gibi, **su ayak izindeki sıralama,**

- **%89 ile tarımsal,**
- **%7 ile evsel,**
- **%4 ile endüstriyel**

su ayak izi şeklindedir.

Tarım sektöründeki su ayak izinin detayına bakıldığında ise, Şekil 8’de gösterildiği gibi, su ayak izinin,

- **%92’si tarımsal üretimden,**
- **%8’i ise hayvan otlatmadan**

kaynaklanmaktadır.

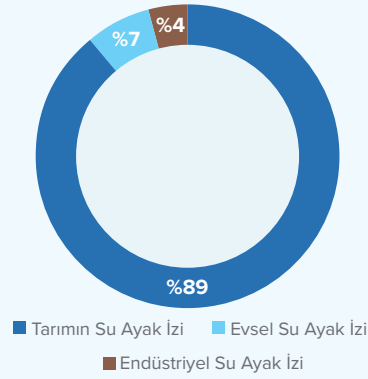
Bitkisel üretimin su ayak izindeki en büyük pay ise,

- %38 ile tahıllara,
- %32 ile yem bitkilerine,
- %13 ile meyvelere,
- %5 ile yağ bitkilerine,
- %2 ile sebzeler ve baklagillere

aittir.

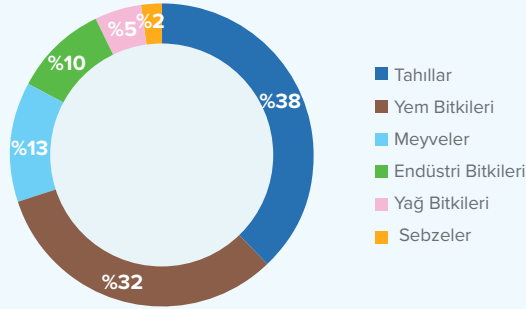
2005-2011 döneminde su ayak izinde %20'lik bir artışın gerçekleşmiş olması, tüketim alışkanlıklarının değişmesi ve üretimin artmasıyla birlikte **Türkiye'de su varlığımızın yönetim biçiminde, ekonomik, sosyal ve çevresel sürdürülebilirlik boyutlarında köklü yenilikler yapılması gerektiğinin açık kanıtıdır (23).**

Sektörlere Göre Su Ayak İzi



Şekil 8: Sektörlere Göre Su Ayak İzi, WWF, Türkiye'nin Su Ayak İzi Raporu, 2014

Tarımın Su Ayak İzi



Şekil 9: Tarımın Su Ayak İzi, WWF, Türkiye'nin Su Ayak İzi Raporu, 2014

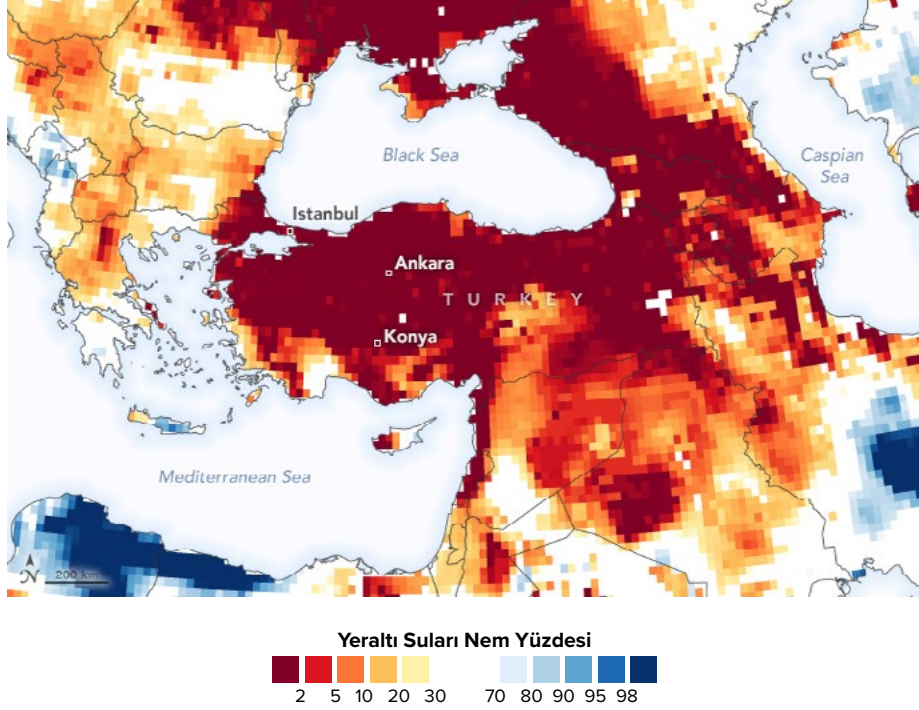
Kaynak:

(23) Hoekstra, A. Y., Chapagain, A. K., Aldaya, M. M., & Mekonnen, M. M. (2011). The water footprint assessment manual: Setting the global standard. Routledge.

(24) CENGİZLER, İ., AYDIN, M., ÖZPOLAT, E., DERELİ, H., DUMAN, S., & KARLI, A. G. R. G. Ö. (2020). Araştırma Dinamikleri.

(25) WWF, (2014), Türkiye'nin Su Ayak İzi Raporu, https://wwftr.awsassets.panda.org/downloads/su_ayak_izi_raporweb.pdf?2720/trkiyeninsuayakiziraporu, Erişim Tarihi: 11 Mart 2022.

Yıllık bazda dalgalanmalar, inişler çıkışlar olsa da nispeten kısa vadeli olumlu bir gelişme olarak Türkiye’de 2022 yılı ilk yarısı yağışları, 2021 yılının su stresini bir dereceye kadar düşürecek seviyede gerçekleşmiştir.



Şekil 10: Yeraltı Suyu Depolaması, NASA, 2021

Ülkelerin su stresi skorlarına ilişkin değerlendirmeler, gelecekteki potansiyel sorunların yaratacağı sonuçlara da işaret etmektedir. Bu bağlamda, su stresini şiddetli yaşayacak ülkelerin, suya çok bağımlı olduğu sektörlerde savunmasız kalacağı ve ekonomik büyümelerinin önemli ölçüde etkileneceği öngörülmektedir (22). Üretimde kullanılan her bir birim suyun tüketimini gösteren **su ayak izinin sektörel dağılımı ve tarımsal kullanım içerisindeki kısımları** Bilgi Kutusu 2’de verilmiştir. Ülkemizde sektörel **su ayak izinde tarım sektörü başta gelmektedir.**

Türkiye’de sektörlere göre su çekim miktarlarına bakıldığında, tarımsal kaynaklı su çekim miktarının,

- 2008-2012 yılları aralığında yılda 43,78 m³’ten
- 2013-2017 yıllarına gelindiğinde yılda 50,05 m³’e çıktığı belirtilmektedir (15).

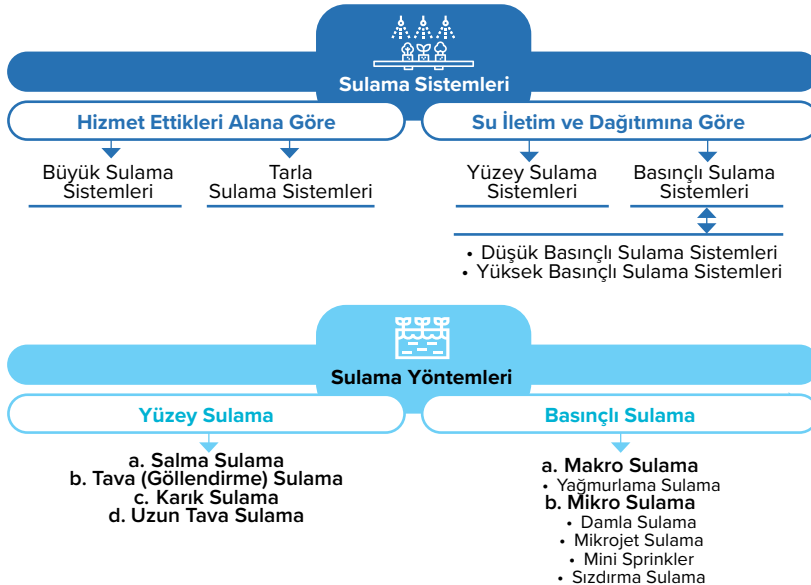
Tarım dışı sanayi ve kentsel su kullanımının da artış gösterdiği, ancak bu artışın tarımsal su çekimindeki artışa göre düşük olduğu, tarımsal kaynaklı su çekiminin toplam su çekimi içindeki payının %84’lere kadar ulaştığı vurgulanmaktadır.

Az kayıplı sulama sistemlerinin su yönetimini kolaylaştırıcı bir rolü vardır ve tarımsal üretimin su kaynakları üzerindeki yoğun baskısını azaltacağı gibi toprağın kalitesini de iyileştireceği açıktır.

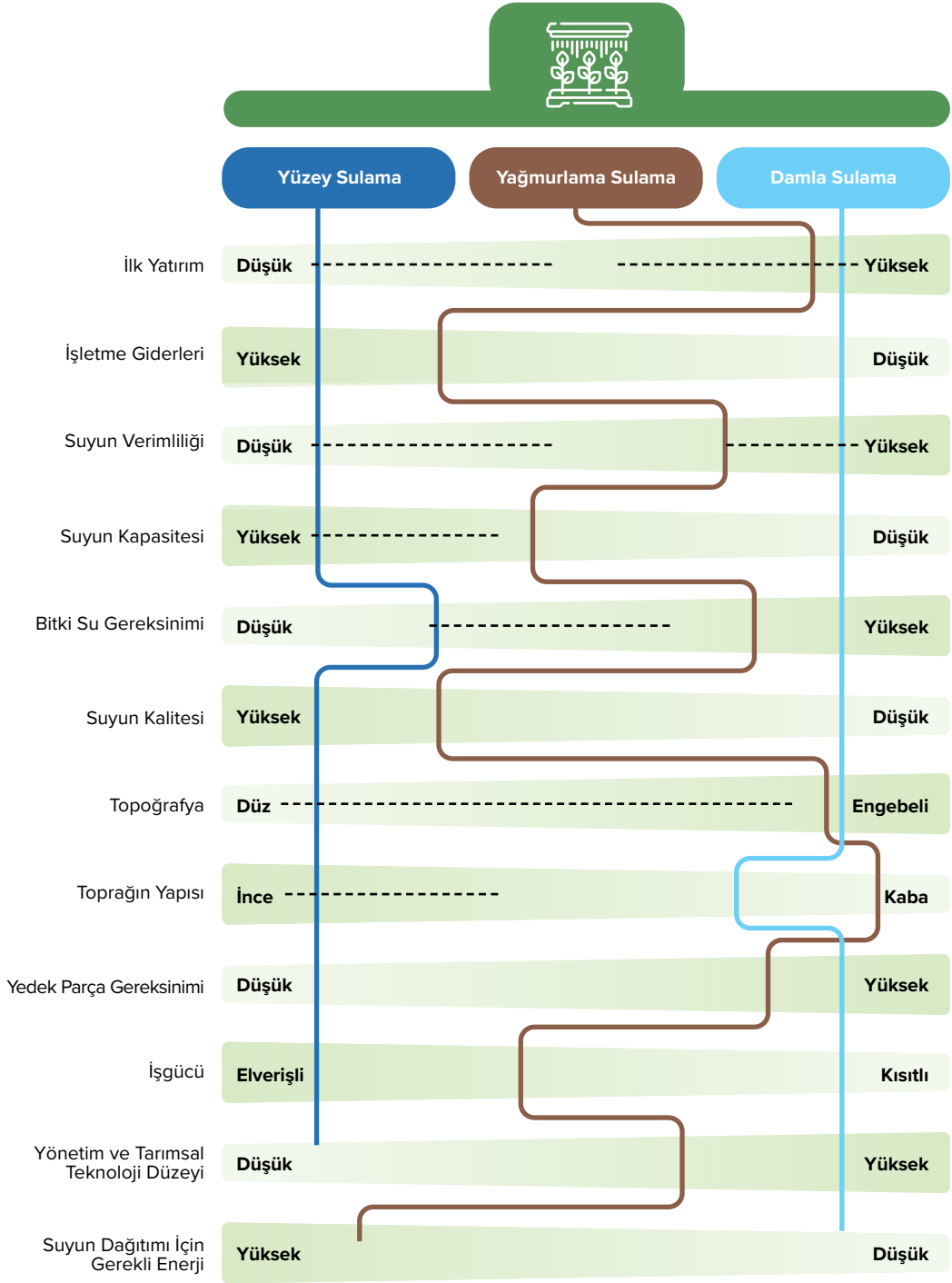
1.2. Tarımsal Sulama Sistemleri ve Yöntemleri

Tarımsal sulama, normal akışı dışında doğal sürece karşı yapılan bir uygulamadır. Bu nedenle sulama, toprak ve iklim özelliklerine dikkat edilerek ürün gereksinimi kadar ölçülü yapılmalıdır. Doğal süreçte bitkiler, toprak, su ve iklimin elverdiği ölçüde gelişerek sistemin üyesi haline gelmektedir. Bireylerin, tarımsal ürünleri, doğal sürecin besleyebileceği kadar değil, kendi istediği miktar ve kalitede üretmeye çalışıyor olması; toprağı, suyu ve bitkinin özelliklerini kendi isteklerine uygun olarak değiştirmeye çalıştığının göstergesi olarak yorumlanabilir. Bu nedenle ekosistem uyumlu tarım yapmak için toprak ve suya müdahalenin, bu uyuma en az zarar verecek şekilde tasarlanması ve uygulanması gerekmektedir.

Bitkiler gelişimleri için, yılın değişik dönemlerinde değişik miktarlarda suya gereksinim duyarlar ve her bitkinin su gereksinimi farklıdır. Aynı bitkinin farklı iklim ve toprak koşullarındaki su tüketimi de değişkenlik gösterir. **Suyun, kaynağından alınıp sulanacak alana iletilerek bitkinin kök hücreğine kadar ilerlemesi sürecinin tamamı “Sulama Sistemi” olarak ifade edilmektedir.** Günümüzde kullanılan belli başlı sulama sistemlerinin sınıflandırılması Şekil 11’de verilmiştir.



Şekil 11: Sulama Yöntemlerinin Sınıflandırılması, GAP Bölge Kalkınma Dairesi, 2012:21.



Şekil 12: Sulama Yönteminin Seçilmesindeki Faktörler, GAP Bölge Kalkınma Dairesi, 2012:23

“Sulama Yöntemi” ise, tarımsal sulama için kaynağından alınan suyun, bitki köküne hangi yolla verileceğini ifade etmektedir. Yüzey sulama olarak adlandırılan salma sulama, tava (göllendirme) sulama, karık sulama ve uzun tava sulama yöntemlerinde su, arazi yüzeyinde belli bir eğim doğrultusunda ilerleyerek bitkiye ulaşır. Yüzey sulama yöntemlerinden farklı olarak basınçlı sulama yöntemlerinde, kaynaktan alınan su bitki köküne basınçlı borular yardımıyla iletilmektedir (26).

Sulama yöntemlerinin seçim özelliklerini karşılaştıran Şekil 12’deki grafikte, damla ve yağmurlamanın ilk yatırım maliyetleri ve su kullanım verimliliklerinin yüksek, harcanan enerji miktarlarının daha düşük olduğu görülmektedir. Yüksek su verimi⁵ ve düşük işletim enerjisi avantajları, basınçlı sistemlerin tarımda kullanımını zorunlu hale getirmiştir. Tek avantajı düşük yatırım masrafı olan yüzey sulama, diğer özellikleri dezavantajlı olduğundan tercih edilmemelidir. Dünya tarımında giderek yaygın şekilde kullanılmaya başlanan, teknolojisi gelişkin verimli basınçlı sulama yöntemlerinin Türkiye’de her tarım havzasında kullanım zorunluluğu ve teşvik sistemleri getirilmelidir.

Bu alandaki inovasyonun maliyet ve yatırım masrafları uygun finansman yapılarıyla desteklenmeli, anlamsız su kaybı engellenmeli, yerüstü ve yeraltı sularının rezervleri geri kazanılmalıdır.

Diğer yandan, yağmur suyu hasadı da su kıtlığına destek olabilecek seçenekler arasında görülmektedir. Yağmur suyu hasadına Bilgi Kutusu 3’te yer verilmiştir.

5. Sulama Suyu verimi: Bitkinin kök hücresinde depo edilmesi gereken su miktarının tarla başında gereksinim duyulan su miktarına oranını ifade etmekle birlikte kullanılan sulama yöntemine göre değişiklik gösterir.



Bilgi Kutusu 3

Yağmur Suyu Hasadı ve Sulama Suyu Kalitesi

Yağmur suyu hasadı,

- Yağmur suyunun önemli bir kısmını düştüğü çevrede depolayabilen,
- İçme, kullanma, bahçe sulama ve hayvancılık su gereksinimlerinde,
- Yeraltı su seviyesinin yükseltilmesinde,
- Küçük ölçekli fakat yaygın olarak kullanılabilen

etkin bir su yönetim modeli olarak tanımlanmaktadır.

Yağmur suyunun toplanarak depolanmasına kayda değer ilk örnekleri, Girit'te M.Ö. 2600-1100 tarihlerinde inşa edilen büyük sarnıçlı toplama şebekeleri gösterilebilir. Günümüzde gelişmiş veya az gelişmiş her ülkede küçük ölçekli fakat yaygın şekilde su biriktirmeyi sağlayan bir yöntem olarak kullanılmaya başlanmıştır. Çin, Yeni Zelanda, Brezilya, Hindistan, Tayland, Singapur, Avrupa ve özellikle Almanya'da geniş çatı yüzeyine sahip yapılardan tarım dışı kullanım da dahil, su tedarik eden yağmur suyu toplama şebekeleri kurulmuştur.

Hindistan'da, yer altı sularının tükenmesini önlemek için yağmur suyu hasadını zorunlu kılan eyaletler bile vardır.

Yağmur suyu hasadında yağışla düşen su, farklı yöntemlerle toplanır, rezervuarlarda biriktirilir ve yağışın az olduğu zamanlarda kullanılır. Aşağıdaki görseller, yağmur suyu hasadının faydalarını özetlemektedir.



Şekil 13: Yağmur Suyu Hasadının Faydaları

Sulama suyu kalitesi,

Sulama suyu kalitesi, toplam tuz miktarları ve suda bulunan tuz türleri ile belirlenir. Bir tuz, iki element iyonunun birleşimidir. Birinin pozitif yükü (örneğin sodyum) ve diğerinin negatif yükü (klorür gibi) vardır. Sudaki çözünür tuzların konsantrasyonu ve bileşimi, çeşitli amaçlar için (insan ve hayvan içme, mahsullerin sulanması vb.) kalitesini belirlemektedir. Bu nedenle, suyun kalitesi, özellikle sulu tarım alanlarında tuzluluk gelişiminin bir sorun olması beklendiğinde, sulu tarım için suyun sürdürülebilir kullanımı açısından önemli bir bileşendir.

Tarımsal su kalitesi standartlarının geliştirilmesi halen devam etmektedir. Birçok ülkede farklı fakat ölçüleri bakımından birbirine yakın birçok sulama suyu sınıflandırması bulunmaktadır. FAO bu standartların uluslararası biricik standart haline getirilmesine çalışmaktadır. California Tuzluluk sınıflandırması tarımsal suda hem yüksek nitelik isterleriyle hem de atık suların da kullanılması yönündeki standartlarıyla tanınmaktadır.

Bu sınıflandırma ölçülerinin en başında sudaki tuzlar ve bunların miktarı gelmektedir. California tuzluluk sınıflandırmasında verilen ppm cinsinden toplam tuz konsantrasyonu değerlerine göre bitki sulamada kullanılan sular,

1. 0-175 ppm arası en iyi,
2. 175-525 ppm arası iyi,
3. 525-1400 ppm arası kullanılması düşünülebilir
4. 1400-2100 ppm arası şüpheli
5. 2100 ppm üzeri zararlı olarak nitelenmektedir.

Tarımsal suyun tuzsuz veya çok az tuzlu olması yanı sıra,

- pH aralığının 6.5-8.4 arasında olması,
- Azot ve fosfor yüklü olmaması,
- Bakır, çinko, kurşun, kadmiyum, alüminyum ve arsenik gibi elementleri ancak standartların izin verdiği ölçüde içermesi,
- Biyolojik oksijen gereksiniminin düşük olması,
- Bakteri ve parazitlerden arınmış olması gerekmektedir.

Kaynak:

(27) WWF, (2020), Su Döngüsünü İyileştirmek İçin: Yağmur Suyu Hasadı, https://www.ftr.awsassets.panda.org/downloads/ysh_web_ekim_2020_1.pdf?10340/Su-Dongusunu-lylestirmek-lcn-Yagmur-Suyu-Hasadi Erişim Tarihi: 24 Mart 2022.

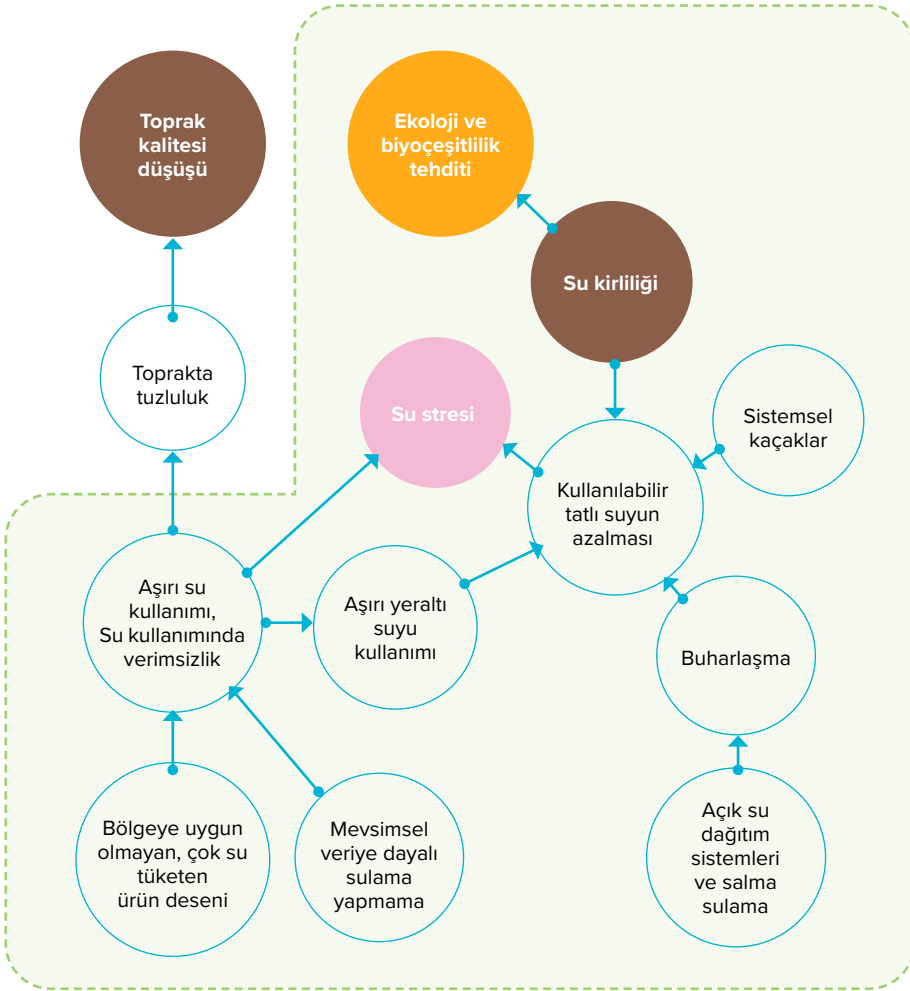
(28) Yağmur Suyu Hasadı, https://tr.wikipedia.org/wiki/Ya%C4%9Fmur_suyu_hasad%C4%B1 Erişim Tarihi: 16 Mart 2022.

(29) Sulama Suyu Kalitesi, <http://agrilifeextension.tamu.edu/wp-content/uploads/2019/04/EL5417-irrigation-water-quality.pdf>

(30) <https://link.springer.com/content/pdf/10.1007/978-3-319-96190-3.pdf>

1.3. Tarımsal Sulamadaki Sorunlar

Tarım paydaşlarımız ile yapılan görüşmeler ve STOK çalışma grubumuzun tamamlayıcı araştırmalarından hareketle oluşturulan Şekil 14'te, tarımsal sulama odaklı etkileşim ve sebep sonuç ilişkileri verilmiştir.



Şekil 14: Suyu İlişkin Sorun Modeli

Bunların yanı sıra, ülkemizdeki **tarımsal sulamaya ilişkin sorun alanları** detaylı olarak şu şekilde dile getirilmiştir:

- Türkiye’de **havzaların su potansiyeline uygun uzun erimli bir “Türkiye Tarım Ana Planı”na gereksinim olduğu,**
- Ürün ekiminin plansız yapıldığı, kısa vadeli ekonomik beklentiler nedeniyle **su kısıtı olan bölgelerde bile su tüketimi yüksek ürünlerin ekilebildiği** ifade edilmektedir.
- Üreticinin su stresi olan bölgelerde, çok su tüketen ürünlerden vazgeçmesi amacıyla yapılan uygulamaların eksik kaldığı, bu nedenle çok su tüketen ürünlerden **havzanın şartlarına uygun ürünlere geçişin çiftçileri bilgilendirme ve güçlü finansman desteğiyle etkinleştirilmesinin yerinde bir önlem olacağı** ifade edilmektedir. Suyu kıt olan bölgelerde çok su tüketen ürünlerin yetiştirilmemesi için yalnızca caydırıcı tedbirlerin yeterli olmadığı belirtilmektedir.
- **Havza iklimine ve su potansiyeline uygun ürün deseni planlamalarının eksik olması ve buna uygun destek modellerinde aksaklıklar yaşanması** nedeniyle, yeraltı su kaynaklarına erişmek için **kaçak sondaj kuyularının arttığı, kontrolsüz su kullanımı yanında kamu zararı da olduğu** ifade edilmektedir.
- Su kaynaklarını tükenme noktasına getiren bilinçsiz uygulamaları engellemek için çözüm olarak önerilen **havzalar arası su transferi uygulamalarının da su yönetim hatalarından biri olduğu** belirtilmektedir. Suyun yetersiz olduğu havzaya görece yeterli görülen havzalardan su transfer edilmesi, hem **suyun çekildiği havzanın su riskine girmesine hem de o bölgede azalan su nedeniyle yaşayan canlı ekosistem dengesinin bozulmasına neden olmaktadır.** Başka havzalardan büyükşehirlere su taşınması gibi çözümlerle başarıya ulaşan ülke örneği bulunmadığı ifade edilmiştir. Çünkü bu yolla, yanlış su kullanım yöntemlerinden vazgeçmek yerine var olan su tüketim alışkanlıkları hazır su kaynaklarıyla devam ettirilmektedir.
- **Su dağıtım sistemlerinin büyük çoğunluğunun, buharlaşma ve su kaçaklarının yüksek olduğu geleneksel açık sistemlerden olduğu** belirtilmektedir. DSI’nin kullanıma açtığı sulama kanallarının %28’inin borulu sistem, %72’sinin açık kanal olduğu ve buharlaşma nedeniyle yüksek su kaybının yaşandığı ifade edilmektedir. DSI’nin envanteri dışındaki sulama tesislerine ait net ve güncel veri olmadığından doğru değerlendirme olanağı bulunmamaktadır (15).
- Tarımsal sulamada, **yeraltı suyu kullanımının çok yaygın olduğu** belirtilmektedir. **Yeraltı suyu kullanımı, sulama birlikleri ve üreticinin**

yüksek oranda enerji tüketimleri, su ve elektrik altyapı yatırımları nedeniyle girdi maliyetlerinde önemli artışlara yol açmaktadır.

- **Tarımda aşırı su kullanımı**, su kaynaklarını hızla tüketmenin yanında, canlı yaşamını tehdit eder hale gelmiştir. **Türkiye'nin tüm yeraltı sularında su seviyeleri önemli oranda düşmüştür.** Örneğin, Tuz Gölü'nü besleyen tatlı su kaynaklarının sulama için kullanılması, sulak alanları besleyen akarsuların üzerine barajlar kurulmuş olması, tahliye kanalları ve yeni su kuyularının açılması nedeniyle 2021 yılı yaz aylarında bölgede yer alan su kuşlarında toplu ölümler görülmüştür.
- İçecek ve şişe suyu sektörü de yeraltı sularımızın tehlikeli şekilde azalmasına yol açan başka bir etkidir. Türkiye'de yerli ve yabancı markaların içecek üretimi yüksektir ve iyi su gereksinimi görece her sektörden daha fazladır. Örneğin, Ergene Havza'sında 20-60 metreden su çıkarılabilirken bugün 500 metreden çıkarılabilmektedir.
- Ayrıca havzanın, sanayi ve kentsel atıkların Ergene nehri kollarına boşaltılması nedeniyle uğradığı su ve toprak kaybı bölgedeki üniversitelerimiz ve Çevre Bakanlığınca yapılan çalışmalarla belgelenmiştir (61). Kirli atık suyla salınan organik bileşikler, reçineler, boyalar, nitratlar, civa, krom, bakır, kadmiyum, arsenik, fosfor bileşikleri ve hastalık yapıcı mikroorganizmalar, hem temiz sularımızı kirletmekte, hem de bu kirlilikler verimli tarım topraklarına aktarılmaktadır.
- **Tarımda süregelen sorunlardan birisi de sulamanın veriye dayalı planlı yapılmaması ve eski usul aşırı sulamayla toprağın su tutma kapasitesinin bozulmasıdır.** Yüzey sulamaya devam edilmesi yeraltı suyunu azaltmakta hem de doğrudan **toprağın tuzlanmasına neden olarak toprağın yapısını bozmaktadır. Bu nedenle, toprak, ürün cinsi, sulama yöntemleri ve iklim birbirlerine bağlı değişkenler olarak her havzanın en verimli tarım modelinin temel parametreleri gibi düşünülmelidir.** Ürüne aşırı su verildiğinde, suyun gereksiz derinliğe inerek dipteki kayaları eritmesiyle oluşan tuzlu su, yüzeye çıkmaktadır. Ekilen bitkinin etkisinde kaldığı bu tuz, aynı zamanda topraktaki organik maddelerin bozulup yok olmasına da neden olmaktadır. Türkiye'de özellikle Harran Ovası'nda tarımsal sulama sonrasında oluşan yüksek taban suyu nedeniyle yıllar içinde artış gösteren tuzlulaşma sorunu, alansal olarak artmıştır. Bu durum, bitkisel üretimi tehdit eder hale gelmiştir. Harran Ovası'ndaki tuzlulaşma sorununun güneyden başlayarak kuzeye doğru arttığı belirtilmektedir. Ovanın güneyinden başlayan tuzluluk verilerinin Coğrafi Bilgi Sistemi ortamında analiz edilmesi sonucunda, 2000 yılında toplam 11.430 ha olan tuzlu alanların, 10 yıl içinde yaklaşık %55 artarak 2009 yılında 17.767 hektara ulaştığı ortaya konmuştur. Harran Ovası'nda 2011 yılında başlatılan drenaj çalışmalarından sonra tuzdan etkilenen alanlarda kayda değer bir azalma yaşandığı ancak yeni

haritalamanın yapılmamasından dolayı güncel net alanın bilinmediği belirtilmektedir (30).

- Üreticilerin çoğunluğu tarafından, yağmurlama, damla, mikrojet, mini sprinkler, sızdırma sulama gibi basınçlı sulama teknikleri yerine, geleneksel yüzey sulama yöntemleri tercih edilmektedir. **Yüzey sulama teknikleriyle yaklaşık %35 - %60 arasında su kaybı yaşandığı belirtilmektedir** (15). GAP Bölge Kalkınma Dairesi 2012 verilerinde Türkiye toplam tarım alanının yaklaşık %94'ünde geleneksel karık, tava ve salma usulüyle yüzeysel sulama yapıldığı, geriye kalan %6'lık alanda ise basınçlı yağmurlama ve damla sulama yöntemlerinin kullanıldığı belirtilmektedir. 2021 yılı DSİ verilerine göre, DSİ'ce işletilen sulamalarda uygulanan sulama yöntemlerine göre, sulanan toplam alanların dağılımına bakıldığında ise toplam 1,882,391 ha alanın %60'ının (1,133,550 ha) yüzeysel sulama yöntemleriyle sulandığı; %23'ünün (431,116 ha) yağmurlama yöntemiyle; %17'sinin ise (317,725 ha) damla sulama yöntemiyle sulandığı vurgulanmaktadır⁶ (26).
- Geleneksel yüzey sulama yöntemlerinde "sulama etkinliği" yaklaşık olarak %40 gibidir. Modern sulama teknolojilerinin yaygın bir şekilde kullanılması ile yağmurlamada bu oranın %70'lere, damla sulamada ise %90'lara kadar çıkabildiği belirtilmektedir (15). DSİ'nin verilerine göre, yağmurlama sulamalarda %35, damla sulamalarda ise %65 oranında su tüketimi azalmaktadır (31). Tarımsal Sulama Sektör Politika Belgesi'nde ise, damla sulamadaki su kaybı %5 ve %25 arasında gerçekleşmektedir (15).
- Geleneksel yüzey sulama yöntemlerinde 8 ha sulama alanına saniyede 30 litre su verilirken, modern basınçlı sulama teknikleri olan yağmurlama ve damlama sulama yöntemlerinde ise 8 hektara saniyede ortalama 10 litre su verildiği vurgulanmaktadır. Böylelikle, **modern sulama teknikleri kullanarak, yüzey sulamasında toprağa verilen suyla, üç katı büyüklükte arazi sulanabilmektedir** (31).
- Suyun verimli ve en etkin şekilde kullanımını **amaçlayan basınçlı sulama yöntemlerinin üreticiler tarafından eski alışkanlıklarla yanlış uygulanabildiği belirtilmektedir**. Örneğin, damla sulama yapılırken yüzey sulamadaki gibi toprakta "su gölleninceye kadar" sulamaya devam edildiği veya sulama sıklığının artırıldığı vurgulanmaktadır.
- Türkiye tarımında damla sulama tekniğinin olabilen en geniş şekliyle uygulanabilmesi için ilgili kamu kurumlarının özel bir yatırım teşvik politikası oluşturması, üreticiyi desteklemesi ve su kaynaklarımızın kurtarılmasına öncülük etmesi zorunludur. Özellikle **toprakaltı damla sulama**, kökün suya gitmesi yerine, suyun köke teslimini gerçekleştiren, buharlaşmayı neredeyse sıfıra indiren niteliğiyle **suyun verimli yönetimine çok değerli katkılarda bulunacaktır**.

6. Verilere DSİ'den erişilmiştir.

2.1. Toprak Varlığımız ve İşleme Yöntemleri



Toprak, en geniş anlamıyla canlı ve cansız tüm ekosistem maddi varlığının, tüm elementlerin ana rezervuarını ve biyoçeşitliliğin en zengin olduğu yaşam yerini oluşturmaktadır. Çok sayıda ve farklı canlı türünün kaynağı topraktır, ve yaşam süreleri sonunda yine toprakta ayrışır ve toprağa dönüşürler.

Toprak ve Suyun Sürdürülebilir Kullanımı Özel İhtisas Komisyonu Raporu'na (2018) göre,

- Yüzölçümü 78 Mha olan Türkiye'nin tarım arazileri 24 Mha kadardır.
- Ancak 8,5 Mha arazi ekonomik olarak sulanabilir durumdadır (31).
- 1990-2020 yılları arasında tarım alanlarının 4.720.000 ha azaldığı belirtilmektedir (2).
- Çayır ve meralarla birlikte ülkemizin 37 milyon 802 bin hektar (toplam pay içinde %48'i) toprağı, tarımsal faaliyetler için kullanılmaktadır (33).

Türkiye toprakları, yetiştirilip hasat edebilecek ürün miktarı, çeşitliliği ve ürün kalitesi bakımından, **kendi gereksinimini karşılayabileceği gibi, karasal bağlantısı olan üç kıtadaki birçok ülkeye de önemli ölçeklerde dış satım yapmaya yetecek kapasitededir**. Henüz tarıma açılması ekonomik görülmeyen toprakların ileride tarıma açılmasıyla bu kapasitenin artırılması mümkündür.

Sağlıklı ve kaliteli bir toprak, daha az su kaynağı ve daha az besleyiciyle daha çok verimli ve kaliteli ürün elde etmeye katkı sağlar. Sağlıklı topraklardan elde edilen ürünlerin insan gereksinimini karşılama oranı ve besleyiciliği daha yüksektir. Bu nedenle, **toprak varlığını bozan her türlü eylemden uzak durulması gerekmektedir**. Aşağıda, toprak varlığını bozan etmenler başlığı altında, toprak sağlığını ve kalitesini tehdit eden etmenlere yer verilmiştir.

Toprak Varlığımızı Fakirleştiren Etmenler

1. İklim değişimi,
2. Ürün hasadıyla fakirleşme (ürüne aktarılan toprak bileşenleri),
3. Kimyasal kirlenme (tarımsal, kentsel, endüstriyel, madencilik, ve radyasyon),
4. Erozyon (su ve rüzgâr),

“Toprağı tahrip ediyoruz çünkü onu bize ait bir mülk olarak görüyoruz. Toprağı bizim de ait olduğumuz bir topluluk olarak görmeye başladığımızda onu sevgi ve saygıyla kullanmaya başlayabiliriz.”

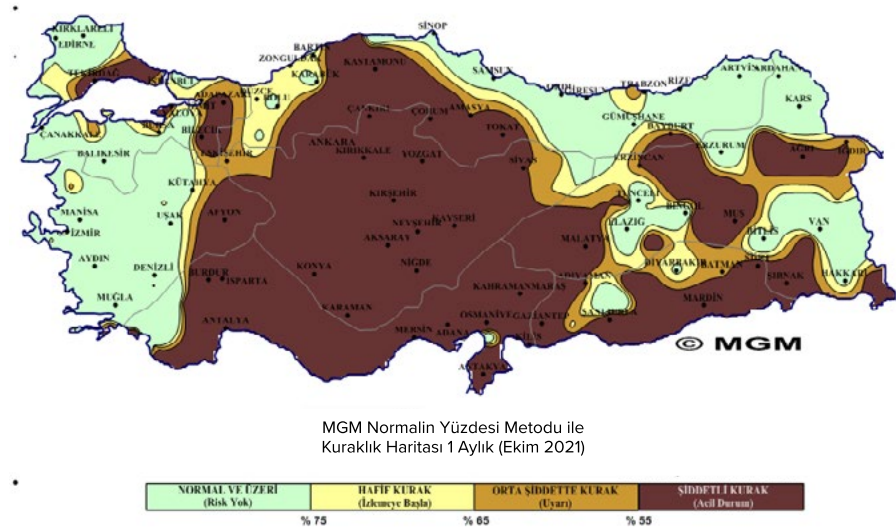
*Aldo Leopold,
1887-1948*

5. Yanlış işleme ve gübreleme teknikleri (toprak ve ürünün gereksinimlerine aykırı uygulamalar),
6. Geniş ölçekte ve uzun süreli tek tip ürün ekimi,
7. Ormansızlaştırma,
8. Biyoçeşitliliğin zayıflaması,
9. Tarım arazileri üstünde kentleşme ve sanayileşme ile arazi kaybı,
10. Madencilikle arazi kaybı

olarak ifade edilebilir.

Ülkemizi çevreleyen coğrafyada yaşanan sıcaklık artışının kötüleştirdiği tarımsal üretimle gıda talebi arasındaki dengesizlik şimdiden gözlenmeye başlamıştır. Yaşanan şiddetli kuraklıklar, sıcak hava dalgalarıyla artan buharlaşma ve bitki su tüketimi sonucunda toprak nemini kaybetmekte, çoraklaşmakta ve verimi düşmektedir.

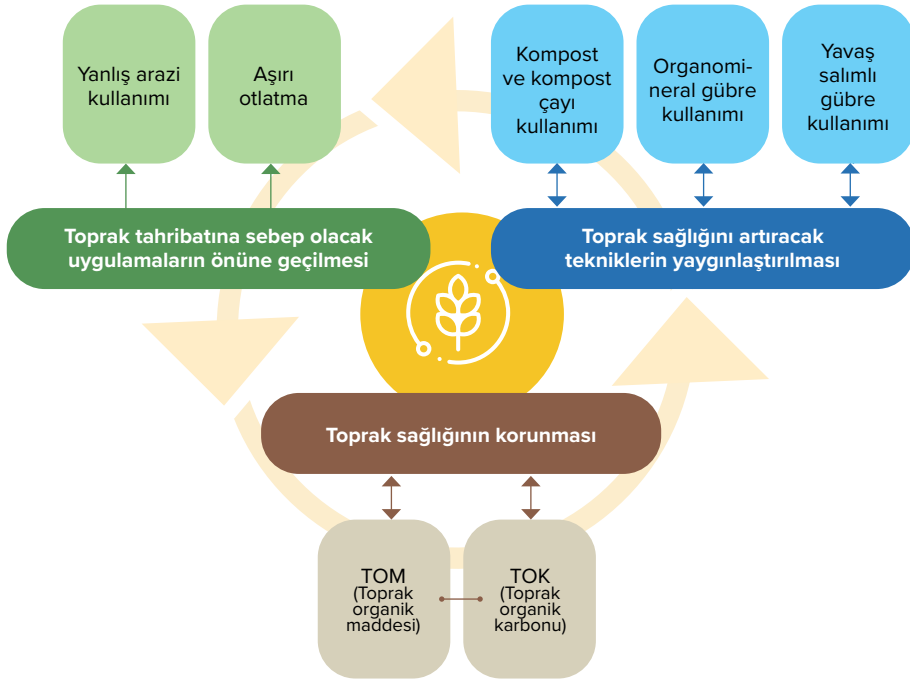
İklim değişikliği toprağın nem ve su tutma kapasitesinde değişikliklere sebep olmaktadır. Toprağın su tutma kapasitesi ne kadar değişirse ürün verim ve kalitesi de o derece etkilenmektedir. Özellikle, ülkemizin Güneydoğusunda ilkbahar sonu ve yaz aylarında toprak neminin büyük oranda azaldığı ve bunun sonucunda yetiştirilen ürünlerin verim ve kalitesinde düşüşler olduğu ifade edilmektedir.



Şekil 15: MGM, Kuraklık Haritası, Ekim 2021

Şekil 15'te MGM'nin yayınladığı 2021 Ekim ayı meteorolojik kuraklık haritasına göre, tarımsal üretimi olumsuz etkileyen kuraklık riski devam etmektedir. Kuraklık ve çölleşme riskinin artması, tarımsal üretimde rekolte kaybına neden olup, kuraklığa toleranslı olmayan ürünlerin yetiştirilmesini zorlaştırmaktadır. Türkiye topraklarının %22,5'i yüksek, %50,9'u ise orta düzeyde çölleşme hassasiyetine sahiptir. Bu nedenle, toprak canlılığını korumaya ve iyileştirmeye yönelik çözüm önerilerinin geliştirilmesi ve yaygınlaştırılması gerekmektedir (Bilgi Kutusu 4)

Toprak canlılığının korunması ve iyileştirilmesi için yapılacak belli başlı bazı temel uygulamalar Şekil 16'da verilmiştir.



Şekil 16: Toprak Canlılığının Korunması İçin Temel Uygulamalar



Bilgi Kutusu 4

Toprak Canlılığı ve Önemi

Toprak, doğal çevrenin yaşayan bir parçasıdır. İklimle birlikte, canlı türlerinin yeryüzünde dağılımını belirler ve çok çeşitli organizma popülasyonları için besin yeri ve yaşam yeri oluşturur. Atmosfer ve dünya arasındaki su ve kimyasal maddelerin akışını kontrol eder ve atmosferdeki gazlar için hem kaynak hem de depo görevi görür.

Toprak, desteklediği bitki ve hayvan yaşamıyla birlikte şaşırtıcı ve karmaşık bir doğal sistemdir. (NRCS)

Sağlıklı toprak, mikroorganizmalardan memelilere kadar sayısız çeşitlilikte canlı için yaşam alanı olan biyosferin bir parçasıdır. Bitkilerin yetişmesine uygun ideal toprağın bileşiminde %45 mineral, %25 hava, %25 su ve %5 organik madde bulunmaktadır.

Organizma Türü	kg/ha (Yüzeyden yaklaşık 8" derinliğe kadar)
Bakteri	4371,32
Mantar	2914,21
Algler	100,88
Tek hücreliler	100,88
Solucanlar	50,44
Yer solucanları	498,78
Böcekler/Eklem Bacaklılar	930,31
Toplam	8966,82

İçinde mantarlar/algler, bakteriler, mikroorganizmalar, solucanlar, mezo ve mikro faunaların yaşayabildiği toprak, su ve atmosferle madde transferi sağlayan canlı bir ekosistemdir. **Toprak canlılığının ölçüsü, içinde yaşayan canlıların miktarı, çeşitliliği ve bu organizmaların yaşamsal etkinliklerle ürettikleri organik madde miktarının zenginliğidir.** Bu canlılardan toprak solucanları bazı kaynaklarda "ekosistem mühendisleri" veya "çevre savaşçıları" olarak tanımlanmaktadır (34).

Tablo 2: Tarım Toprağında Ortalama Canlılık Verileri

Sağlıklı topraktaki organizmalar ve işlevleri

Bakteriler: Küçük tek hücreli organizmalardır. Kök salgıları ve taze bitki çöpü gibi basit karbon bileşiklerini tüketen ayrıştırıcılardır.

Mantarlar: Toprak parçacıkları, kökler ve kayalar arasında yaşayabilen, fotosentez yapmayıp başka organizmaları tüketen tek veya çok hücreli canlılardır. Birçok bitki, topraktan besin alabilmek için mantarlara bağımlıdır. Sindirilmesi zor organik maddeleri diğer organizmaların kullanabileceği formlara dönüştürürler. Küçük

toprak parçacıklarıyla ve bitkilerin kökleriyle mikoriza denilen canlı ortak yaşam kompoziti oluşturarak topraktaki suyu tutar ve mineralce zenginleştirir. Buna karşılık bitki de mantara şeker verir. Mantarlar, böcekleri ve küçük solucanları sömürürler. Sporları, zararlıların içlerine girerek büyür ve zararlıyı yok eder.

Bitki hastalıklarının bastırılması gibi süreçlerde yardımcı olurlar. Mantar sporları ekinlerde zararlı savıcı sprey olarak kullanılır.

Protozoalar: Bakterilerle beslenen tek hücreli canlılardır. Diğer protozoaları, çözünür organik maddeleri ve bazen de mantarları yerler. Bakterileri yerken besindeki minerallerin serbest kalmasını sağlar. Özellikle bitki ve besin ağının diğer üyeleri tarafından kullanılabilen azot fazlasını toprağa bırakırlar.

Nematodlar: Yaklaşık 1 mm boyunda minik solucanlardır. Bazıları bitkiye zarar verse de çoğunluğu bitki hastalıklarını kontrol etmeye, bakteri ve mantarlardaki azotu toprağa salarak besin döngüsünü iyileştirmeye yardımcı olurlar.

Eklembacaklılar: Böceklerdir. Yüz hektarlık bitkisel toprakta bin farklı eklembacaklı türü yaşayabilir. Mantarları, küçük solucanları, diğer eklembacaklıları yerler. Beslenirken toprağı havalandırır ve karıştırırlar. Diğer toprak organizmalarının popülasyon büyüklüğünü düzenlerler. Organik maddeleri parçalar, mikropları yiyecekleriyle karıştırarak mikrobiyal etkinliği artırır, zararlıları kontrol altında tutar. Bitki besinlerini mineralize eder.

Sağlıklı işleyen bir toprağın başlıca ekosistem süreçleri:

- 1. Karbon Döngüsü:** Bitkilerin atmosferik karbon dioksiti güneş ışığıyla şekere dönüştürmesi.
- 2. Biyotopluluk Dinamiği:** Topraktaki yaşamda bitki hayvan ve diğer organizmaların etkileşimi.
- 3. Su Döngüsü:** Suyun tutulması, sızması ve kullanılabilirliği.
- 4. Besin Döngüsü:** Toprak suyunun besin zinciriyle sürekli beslenmesi, suda çözünerek bitkilere yürümesi, bitkiden organizmalara doğru toprağa inmesi.

Toprak Besin Ağı

- Bitki sürgünleri ve kökleri,
- Bitki, hayvan ve mikropların atıkları ve kalıntıları olan organik maddeler, bakteriler, mantarlar, nematodlar, eklembacaklılar, protozoalar, kuşlar ve hayvanlardan oluşur.

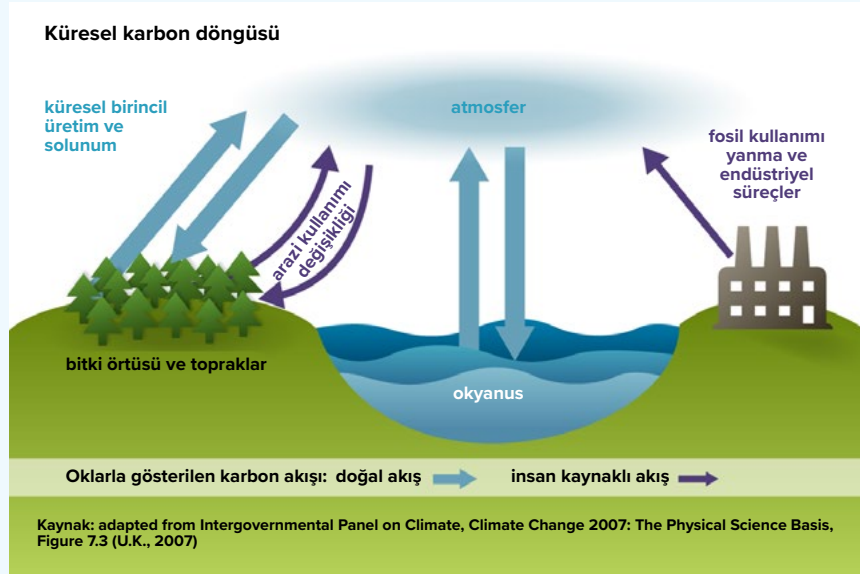
Toprak sağlığını geliştiren etkinlikler:

- Toprağı işlememek veya sınırlı koruyucu ölçekte işlemek,
- Toprağı ıslakken işlememek,
- Ekimsiz toprakta örtü bitkileri tutmak,

- Farklı ve değişken ürün rotasyonları kullanmak,
- Çok yıllık bitki ekmek,
- Yeşil ve hayvan gübresi kullanmak,
- Ürün kalıntılarını arazide tutmak,
- Örtü bitkileriyle toprakta sürekli yaşayan kökleri artırmak,
- Bitki, hayvan ve mikroorganizma biyoçeşitliliğini artırmak,
- Zararlılarla çok yönlü mücadele etmek,
- Toprakta tekerlek trafiğini en aza indirmek,
- Talaş, kırpıntı ve örtülerle toprağın rutubetini korumak.

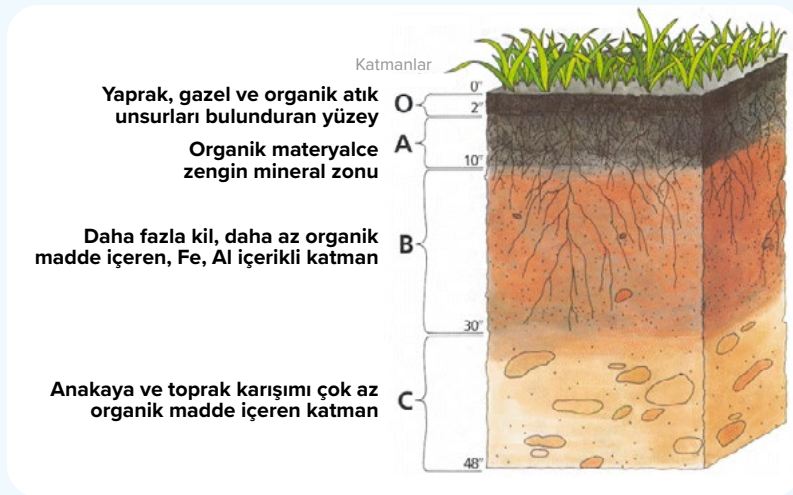
Toprak sağlığını bozan etkinlikler

- Her yıl agresif toprak işleme,
- Yabancı otları kimyasallarla veya toprak işleme ile kontrol altında tutmak,
- Yıllık veya mevsimlik nadas,
- Tek mahsul,
- Yıllık mahsuller,
- Aşırı inorganik gübre kullanımı,
- Aşırı mahsul kalıntısı temizliği,
- Aynı arazide aşırı otlatma,
- Geniş etkili mantar ve böcek ilaçları,
- Geniş etkili yabancı ot ilaçları.



Şekil 17: Karbon Döngüsü

Toprağın sürekli işlenmesi, kimyasal gübrelerle toprağa müdahalede bulunulması, aşırı ve yoğun pestisit kullanımı gibi uygulamalar topraktaki organik madde miktarını azaltmakta toprak canlılığını ve besin ağını tehlikeye atmaktadır. Toprak, canlılığını yitirdiğinde gıda üretimi ve biyoçeşitlilik azalarak sürdürülebilirlik zorlaşmaktadır. Bu nedenle, **en başta tarım olmak üzere doğayı değiştirme etkinliklerinin tümünde toprak canlılığını korumayı esas alan uygulamaların yaygınlaştırılması çok önemlidir.**



Şekil 18: Toprak Katmanları

Kaynaklar:

(34) Avrupa Çevre Ajansı, (2019), AÇA İşaretler: Avrupa'da Arazi ve Toprak. <https://www.eea.europa.eu/tr/publications/aca-isaretler-2019-avrupa2019da-arazi> Erişim Tarihi: 13 Nisan 2022.

(35) "Toprak Son Nefesini Veriyor", (2021) <https://www.bugday.org/blog/toprak-son-nefesini-veriyor/> Erişim Tarihi: 25 Nisan 2022.

(36) Tema Vakfı, "Toprak Nedir?" <https://topraktema.org/toprak-nedir> Erişim Tarihi: 10 Mart 2022.

<https://pikeconservation.org/soil-profile/>

<http://depo.cografyahocasi.com/Rustu-ilgar/Pedoloji-toprak-cografyasi.pdf>

Toprağın, ilk 10-15 cm'lik katmanı toprak ve bitki sağlığı bakımından yaşamsal öneme sahiptir. Bu nedenle özellikle bu katmanın çok iyi korunması gerekmektedir. **Özellikle, toprağa uygulanan kimyasallar bu çok özel katmana zarar vererek yapısını bozmaktadır.** Bu zararın azaltılabilmesi için:

- Kimyasal gübre ve zirai ilaçların, yetiştirilen ürünün fenolojik dönemine uygun olarak, bilimsel olarak doğrulanmış en az miktarda uygulanması,
- Endüstriyel yerleşkelerin tarım havzalarından uzakta ve çevre dostu filtre, arıtma ve katı atık saklama tesisleriyle donatılmış olarak kurulması,
- Zararlılarla biyolojik yolla mücadelenin geliştirilmesi,
- Ürünün öz savunma sistemini geliştirecek şekilde ıslah edilmesi,

yöntemleri birarada uygulanmalıdır. Bunun sonucunda sulama suyu, yağmur ve hava ile toprağa bulaşan kirleticiler büyük oranda engellenmiş olur.

Türkiye topraklarının önemli bir kısmının “yorgun” ve organik madde miktarı açısından zengin olmadığı belirtilmektedir. Bu arazilerde **toprak sağlığını artıracak tekniklerin yaygınlaştırılması gerekmektedir.** Bunun için üreticinin, **toprağının fiziksel ve kimyasal özellikleri konusunda genel değerlendirmelerin ötesinde toprağıyla ilgili kapsamlı bir bilgi ve analiz yeteneğine sahip olması zorunludur.** Üretici, ancak bu donanıyla

- **Toprağın laboratuvar analizi sonuçlarının yorumu,**
- **Ürünün gereksinimleri,**
- **Topraktaki makro ve mikro besin elementlerinin yeterliliği,**
- **Toprağa eklenmesi gereken besleyicileri,**
- **Bu besleyicilerin nasıl, ne miktarda ve ne zaman verileceği, özetle uygulama sistemiği**

konularında etkin bir izleme ve uygulama yeteneği geliştirebilecektir. Halen, **toprağın gereksinim duyduğu besleyici ve düzenleyici maddelerin uygulama sistemiğiyle ilgili üreticinin,**

- **Tedarik edicinin uygulama reçetelerine bağımlı olduğu,**
- **Yorumlama ve karar verme gücünden yoksun olduğu,**
- **Bilgisinin görece zayıf ve yüzeysel olduğu,**
- **Toprak analizi yaptırmayı zorunlu görmediği,**
- **Daha çok var olan alışkanlık ve trendlere eğilimlere dayanarak karar verdiği**

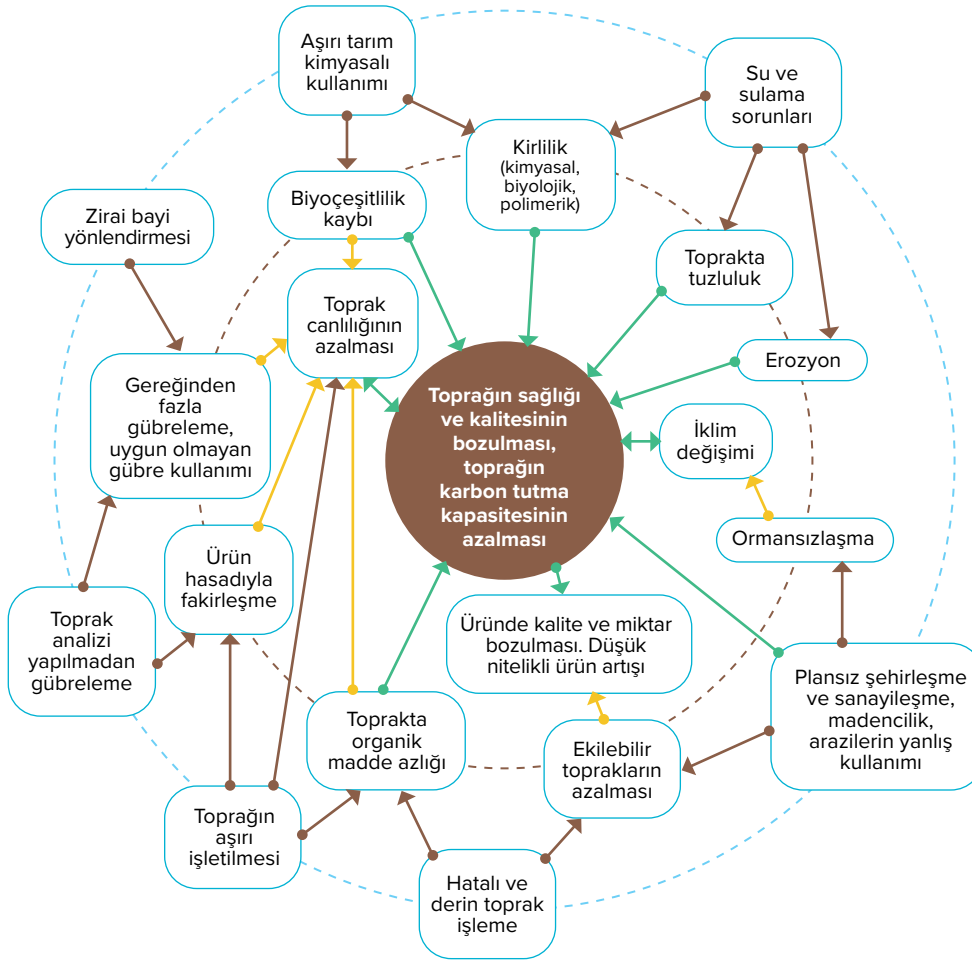
belirtilmektedir.

Üreticilerin çoğunluğunun **toprak analizini ancak destek alırlarsa yaptırdıkları,** diğer zamanlarda ise toprak analizine dayalı karar almaktan çok tarımsal girdi

sağlayan bayilerin yönlendirmesi ile karar aldıkları dile getirilmektedir. Bu durum, toprağın gereksinimine veriye ve analize dayalı olmaktan çok, yaygın biçimde yönlendirme ve alışkanlıklara dayalı karar alınmasına neden olmaktadır.

2.2. Toprakla İlgili Sorun Alanları

Toprak kaynağı ve kullanımı konusundaki sorun alanları ve çözüm önerileri, yapılan görüşmeler ve tamamlayıcı okumalar ışığında Şekil 19'da gruplandırılmıştır.



Şekil 19: Toprak Sorun Modeli

Ülkemiz topraklarına ilişkin dile getirilen sorun alanları detaylı olarak şunlardır:

- Yapılması gerekli görülen her havzaya özgün **“Havza Tarım Planlaması”** ve bunlara paralel **“Havza Tarım Teşvik Bütçeleri”** yapılmamaktadır.
- Havzalarda iklim ve toprak şartlarına uygun olmayan ürünlerin ekilmesi, sulama gereksiniminin ve toprak niteliğinin değişmesine neden olmaktadır. **Uygun olmayan ürün ekiminin “Havza Tarım Planlaması” uyarınca giderek azaltılması için bu konularda çiftçilere yaygın eğitimler verilmeli, ve bu ürünlerin yerine havzaya uygun diğer ürünlerin tarımının yaygınlaşması için güçlü finansal destek verilerek su ve toprak korunmalıdır.**
- Toprak analizi yapan laboratuvarlarda kimi zaman güvenilirlik sorunları yaşanabilmektedir. Üreticilerin, aynı toprak örneği için farklı laboratuvarlardan, hatta zaman zaman aynı laboratuvarın bile farklı sonuçlar veren raporlar almasından dolayı, laboratuvar analizlerine olan güveni sarsılmakta ve üreticiler toprak analizi yaptırmaktan uzaklaşmaktadır.
- **Toprak analiz laboratuvarları arasında ortak ölçüm karşılaştırma deneyleri çoğaltılarak ölçüm doğrulukları iyileştirilmeli, tarla bitkileri için her yıl, çok yıllık bitkiler için her üç yılda bir toprak analizinin yenilenmesi, güçlü finansal teşviklerle özendirilmeli, üretici topraktan örnek alma konusunda eğitilmelidir.**
- Toprağın kimyasal ve fiziksel özelliklerini belirlemek için yapılan analizler yanında, **toprak kirlilik analizi yapan kurum ve laboratuvarların** da önce nitelik olarak geliştirilmesi daha sonra **her tarım havzasına yetecek kadar sayıca çoğaltılması** gerekmektedir.
- **Toprak kirliliği önemli bir sorun alanıdır.** Cr, Cd, Cu, Zn, biyolojik olarak aktif bileşikler, zift, yağ radyoaktif maddeler, asbest ve zehirli gazlar yüzünden oluşan toprak kirliliği, pH değişimi ve ağır metal birikiminin önlenmesi ve depolama yöntemlerinin araştırılması gerekmektedir.
- Bu konuda, geçmişten günümüze gerçekleşen ve ele alınan, Çanakkale Ezine’deki çevre kirliliği örnek olarak verilebilir. Ülkemizde özellikle son 30 yılda görülen hızlı ve plansız kentleşme ve sanayi yerleşimlerinin artması tarım topraklarının elden çıkmasına, çevre ve toprak kirliliğine sebep olmuştur (61).
- **Türkiye’de kimyasal gübre ve ilaç kullanımının yaygın olduğu toprakların özel olarak kirlilik sorunu vardır.** Dış satıma konu olan ürünlerde tüketici pazarların en önemli satın alım ölçütü, ürün fiyatı değil, kimyasal kirlilik miktarı olmaktadır. Tüketici üretimi yerinde denetleyerek bu özelliği güvenceye almaya çalışmaktadır. Toprağa gereğinden fazla kimyasal gübre ve ilaç verilmesi gibi güncel yanlış uygulamalar devam ederse, bu topraklarda hem tarımsal üretim yapabilmek zorlaşacak hem



Bilgi Kutusu 5

Toprak ve Su Analizi

“Toprak verimliliğinin sürdürülebilmesi için, öncelikle toprağın özelliklerinin en iyi şekilde tanımlanması, bunun için de toprakların fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerinin analiz edilerek belirlenmesi gerekmektedir. Tarımda toprak analizi,

- Toprağın besin maddesi miktarı ve bitkilere besin maddesi sağlama gücünün belirlenmesi,
- Uygulanacak gübre cins ve miktarının belirlenmesi,
- Toprakta beslenme bozukluklarının kaynağının saptanması,
- Toprak kirliliğinin belirlenmesi,
- Tuzlu, sodyumlu alanların teşhisi ve ıslahı,
- Arazi etüdü, genesisi (oluşumu) ve sınıflandırılması,
- Toprakta yetiştirilebilecek ürün çeşitlerinin belirlenmesi,
- Drenaj sorunu ve çözümü

için yapılır. (63)

Tarım ve Orman Bakanlığına bağlı **Araştırma Enstitüsü Müdürlükleri**, suya uygunluk ve tane yapısı dağılımı, kil, tuz, pH, elektriksel iletkenlik, kireç, azot, fosfor, potasyum, magnezyum, organik madde, demir, mangan, çinko ve bakır özellikleri için **toprak analizi yapmaktadır. Standart sulama suyunda** ise pH, EC, Ca, Ca+Mg, Na, K, B, CO₃, HCO₃, Cl ve SO₄ için analizleri yapılmaktadır. Ancak, toprakta bu analizlere ek olarak, **biyolojik kirletici ve kalıcı kirletici analizleri de gereklidir.** Örneğin,

- **Tarımsal sulamada kanalizasyon suyu kullanılabilirmekte** ve sudaki hastalık yapıcı mikroorganizmalar toprağa, ürüne, suya ve atmosfere geçerek **genel kirliliğe yol açmaktadır.**
- **Tarım plastikleri ve tarım arazilerine atılan plastik çöpler** toprağa ve sulama suyuna karışmakta toprak ve suda mikroplastik ve nanoplastik **kalıcı parçacık kirliliği oluşturmaktadır. Kalıcı parçacık kirliliği için detaylı analizlere gereksinim vardır.**

Kaynak:

Öztürk, Elif. (2021), Toprak Analizleri ve Yorumlanması, Karadeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü. Erişim Adresi: https://arastirma.tarimorman.gov.tr/ktae/Belgeler/BGT/Toprak_Analizleri_ve_Yorumlanmasi.pdf

de dış satım şansı azalacaktır. **Kimyasal gübre ve ilaç kullanılmayan topraklarımız daha iyi durumdadır, ancak bu topraklarda da karık, tava ve salma sulama gibi tekniklerin toprakta yarattığı tahribat devam etmektedir.**

- **Hızlı salınımlı gübreler**, aşırı yağış veya tarımsal sulamayla birlikte yıkanıp taşınarak yer üstü ve yeraltı su kaynaklarını kirletmekte, tarımsal ürün kalitesini etkilemektedir. Ayrıca nitrat ve nitrit ile kirlenmiş bu suların Marmara Denizi'nde müsilağ oluşumunu artırıcı etki yarattığı değerlendirilmektedir. **Yavaş salınımlı gübrelerin daha sürdürülebilir ve faydalı olduğu düşünülmektedir.**
- Suyun en bol olduğu GAP bölgesi de dahil olmak üzere Türkiye topraklarında, **yer yer tuzluluk sorunu yaşandığı** ifade edilmektedir. Aşırı sulama yapılan kimi topraklarda taban su seviyesi yükselmekte, toprağın daha derin katmanlarındaki tuzlar, çözünerek yüzeye doğru yükselmekte, suyun buharlaşmasıyla da toprak yüzeyine taşınmaktadır. Kapalı havzaların da tuzlulaşmaya eğilimli olduğu ve özellikle topografik açıdan taban suyunun geçişini engelleyen geçirimsiz tabakaların tuzlanmaya daha yatkın olduğu bilinmektedir (37). Toprakta tuzluluğun görülmesi ve (sodyum ve bor) toksik etki nedeniyle bitki gelişimini doğrudan zayıflatmakta, yüksek tuzluluk oranlarında ise durdurmaktadır. Ayrıca, tuzluluğun artmasıyla toprağın su tutma kapasitesi düşmekte, bitkinin su alımı azalmaktadır. Alkali topraklar ülkemiz yüzölçümünün %2'sini, toplam işlenen arazilerin ise %5,48'ini, ekonomik sulanabilir arazinin ise %17'sini oluşturduğu; toplam çorak alanların %74'ünü tuzlu, %25,5'ini ise tuzlu-alkali ve %0,5'ini alkali toprakların oluşturduğu belirtilmektedir (38).

Toprak özellikleri	Alan (ha)	Sorunlu Alanlara göre (%)
Hafif tuzlu	614.617	%41
Tuzlu	505.603	%33
Alkali	8.461	%0,5
Hafif Tuzlu-Alkali	125.863	%8
Tuzlu-Alkali	264.958	%17,5
TOPLAM	1.518.722	%100

Tablo 3: Toprakların tuzluluk durumu

- Tuzlu topraklarda suyla çözünerek tabandan gelen tuz, doğal toprak çözeltisinin osmotik basınç⁷ dengesini bozarak bitkilerin topraktan su emilimini azaltmakta ve fizyolojik kuraklığa neden olmaktadır. (38). Dolayısıyla, bitki zayıf gelişmekte ve verim düşmektedir.

7. Osmotik Basınç: Bitkilerin kökleri aracılığıyla gerekli olan su ve besini almasını sağlayan basınçtır.

- Canlıların ana yapı taşı olan karbonun, toprağın organik yapısını iyileştirmek ve hemen her canlının enerji kaynağı olan şekerlerin moleküler omurgasını oluşturmak gibi önemli görevleri vardır. Toprak sağlığını iyileştirici yöntemlerle yapılan tarım atmosferdeki karbonu toprağa bağlar ve sera gazı etkisini azaltır. Ülkemizde genellikle düşük karbonlu toprakların sıcak ve kuru iklimli bölgelerde, yüksek karbonlu toprakların ise serin ve yağışlı iklim bölgelerinde bulunduğu ifade edilmektedir (60).

Toprak, organik karbon içeriği açısından çok az, az, orta, iyi ve yüksek karbonlu topraklar olarak gruplandırılmaktadır.

Organik karbon içeriği	Alan (ha)	Alan (%)
Çok Az	14.216.623,774	18,040
Az	55.572.605,257	70,519
Orta	7.703.539,206	9,775
İyi	437.678,010	0,555
Yüksek	5,788	0,000
Sınıflanmamış	874.351,846	1,110
Toplam	78.804.803,881	100,000

Tablo 4: Türkiye Topraklarının Organik Karbon % Dağılımı, TAGEM; 2018: 26

Tablo 4'e göre topraklarımızın %88,5 i organik karbon bakımından çok az ve az karbonlu olarak sınıflandırılmaktadır. Genel olarak, sağlıklı bir toprakta organik madde oranının %5 komşuluğunda olabileceği, bununla birlikte organik maddesi yüksek topraklarda %10'lara kadar çıkabileceği vurgulanmaktadır. Sürekli işlenerek yoğun kullanılan topraklarda bu oranın %1'in altına düşerek toprağın sağlığını bozacağı belirtilmektedir (39).

Mikroorganizmaların, bakterilerin ve mantarların toprak sağlığı ve bitki besleme konularında öne çıkacağı, Türkiye'de başta tarımsal araştırma enstitüleri olmak üzere rhizobium bakterileri ve mikoriza mantarları konusunda uzun süredir araştırmalar yürütüldüğü ancak bu çalışma sonuçlarının üreticiye aktarımı ile ilgili zorluk ve kopukluklar yaşandığı dile getirilmiştir.

“

*Karnın yardım
kazmayınan
belinen*

*Yüzün yırttım
tırnağınan elinen*

*Yine beni
karşıladi gülünen*

*Benim sâdık
yârim kara
topraktır.*

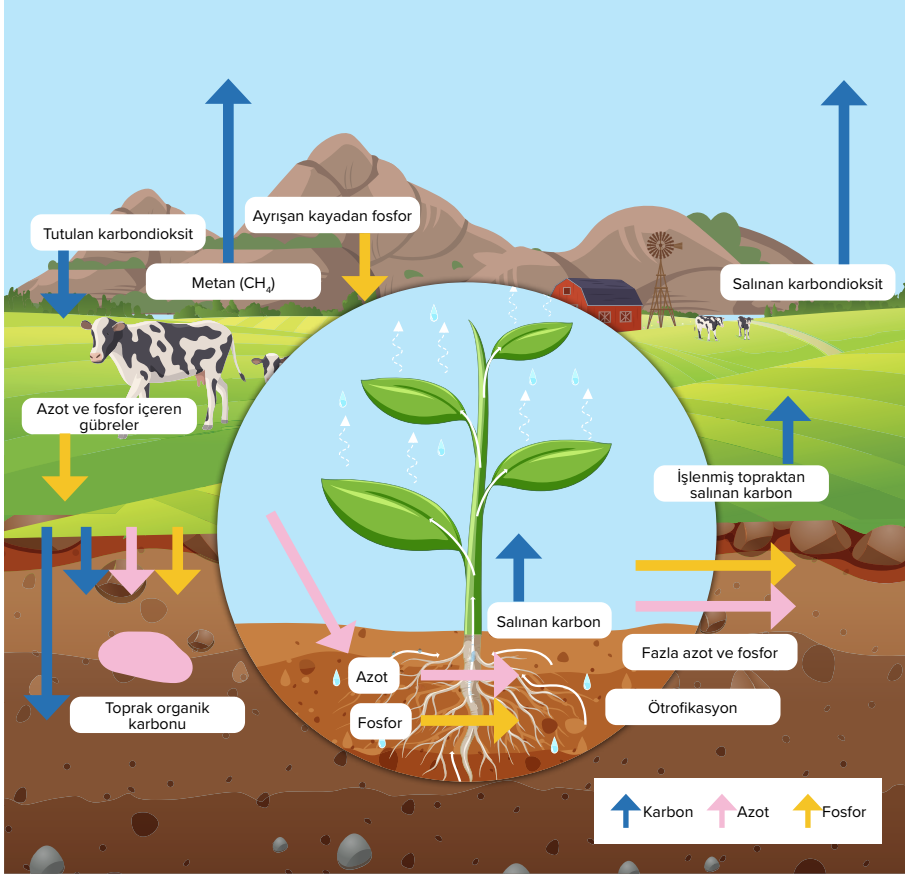
*Aşık Veysel
Şatıroğlu,
1894-1973*



3

Toprak ve Su İlişkisi

Toprak, içinde milyonlarca çeşitlilikte bakteri, mantar, virüs, mikroorganizma ve organik kalıntıların inorganik bir matris içinde suyla temas halinde yaşadığı canlı bir ekosistemdir. Bu sistemin, ekolojik, sosyo-ekonomik ve kültürel yaşamı olanaklı kılan zenginleştiren birçok işlevi yanında yeryüzündeki tüm canlılar için doğrudan ve dolaylı yollarla gıda, lif ve enerji temini bakımından da yaşamsal önemi vardır. Su ve toprak etkileşimi en temel haliyle Şekil 20’de verilmiştir.



Şekil 20: Su ve Toprak İlişkisi

Tüm canlılar için yaşamsal önemi olan toprağın sağlığı ve kalitesi hem iklim değişikliğinin olumsuz etkilerini iyileştirmede hem de verimli mahsullerin alınmasında kilit bir role sahiptir. Sıklıkla toprak sağlığı ve kalitesi birbirine karıştırılmaktadır. Toprak kalitesi, bir bütün olarak toprağın kullanım sonuçlarını ifade eden bir parametre olmakla birlikte, toprak sağlığı ise toprağın canlılık özelliğini ifade eder. Toprağın sağlığını kaybetmesi verimliliğini düşürür ve yeniden iyileştirilmesi oldukça uzun zaman alan bir süreçtir.

Toprakta yaşıyan canlıların (solucanlar, bakteriler, virüsler, mantarlar ve diğer mikroorganizmalar) faaliyetleri ve biyolojik denge toprağı sağılıklı ve verimli hale getirmektedir. Dolayısıyla, sağılıklı toprak, verimlilik ve toprak kalitesi arasında doğrudan bir ilişki bulunmaktadır.

Toprağın özellikleri ne kadar iyi biliniyorsa su ile etkileşimi de o denli iyi bilinebilir ve böylece toprağın yönetimi için uygun kararlar verilebilir. Toprağın dokusu ve katmanları, suya karşı geçirgenliğini, sızdırıcılığını ve su tutma yeteneğini belirler.

Toprağın,

- **Tanecikleri çeşitli boyutlarda,**
- **Tanecikler arasındaki hava boşlukları küçük, çok miktarda ve düzgün dağılmışsa, o toprağın suyla ilişkisi tarım için en verimli düzeyde demektir.**

Toprak, ana yaşam yeri olarak, önemli miktarda suyu içinde tutar, yeryüzü ve atmosfer arasındaki büyük su döngüsünde, hem **su tutucu** hem de **buharlaştırma yüzeyi** olarak çok önemli bir rol oynar. Bu yüzden, ağır metallerle ve kimyasallarla kirlenmiş su, kirliliklerini temiz toprağı, oradan da gıda zincirine taşıyacağı için tarımsal su olarak kullanılmamalıdır.

Öte yandan temiz suyun, kirlenmiş topraklardan kirlilikleri yıkayarak geçmesi, hem yerüstü ve yeraltı sularının, hem de bu suları kullanan diğer toprakların kirlenmesine yol açar.

Toprak ve su kaynaklarının, bütünsel bir yaklaşımla ele alınması gerekir. Sürdürülebilir bir tarımsal üretim verimliliğı ancak toprak ve suyun canlılığı korunarak gerçekleştirilebilir.

Bitkiye, gereksinim duyduğundan fazla su verilmesi, toprağın yapısını bozar ve toprak tuzluluğı riskini artırır. 100 gr toprakta 100-150 mg arasında (%0,10-0,15) tuz içeriğı bulunduğunda, bunun bitkilerin yetişmesi için toksik bir etki yaratmadığı ancak bu değer aralığının üstünde tuzluluğı olan toprakların, bitkilerin yetişmesine engel olduğu belirtilmektedir (40).



Bilgi Kutusu 6

Toprak Tuzluluğu

Topraklarda pek çok tuz çeşidine rastlanmakla birlikte en yaygınları olarak karbonatlar, sülfatlar, klorürler, nitratlar ve boratlar ifade edilmektedir. Bitki gelişimi bakımından en tehlikeli olarak görülen tuz türü ise Sodyum Karbonat (Na_2CO_3) olarak belirtilmektedir. Topraklarda çeşitli formlarda bulunabilen bu tuz türünün suda çözünürlüğünün oldukça yüksek olduğu ve toprağın pH dengesini bozabildiği bu açıdan toprakta yetişen bitkilere toksik etkiler yaratabildiği söylenmektedir (40). Toprak tuzluluğunun ve alkaliliğinin önüne geçilmesi için doğru sulama tekniklerinin uygulanması, sulamanın ölçülü bir şekilde yapılması ve havzaya uygun tarım tekniklerinin uygulanması yararlı olacaktır.



4

Su ve Toprak ile İlgili Sürdürülebilirlik Tartışmaları

Doğanın dış müdahalelere ve karşı karşıya kaldığı hasarlara karşı kendini yenileyebilme kapasitesi oldukça sınırlıdır. Bu nedenle, kaynakların korunarak kullanılması ve bu amaçla atılacak her adım ekosistemin sürdürülebilirliği için önemlidir.

Tarımda sürdürülebilirlik, uzun dönemde kaynakların korunduğu ve en iyi şekilde kullanıldığı, çevreye zarar vermeyen tarımsal teknolojilerin ve girdilerin kullanıldığı toprak, su ve biyoçeşitliliğin de korunduğu bir üretim şeklini tarif etmektedir. Bu üretim şekli, su kaynaklarının kullanımından toprağa uygulanan işlemlere kadar pek çok konuda ekosistemin dengesini koruyan uygulamaların yaygınlaştırılmasını esas almaktadır.

Tarımsal sürdürülebilirlik, bugünün gereksinimlerini giderirken, gelecek nesillerin gereksinimlerini karşılama yeteneğini de güvenceye almak ilkesine dayanmaktadır. Bu nedenle hem beşeri hem de doğal kaynakların uzun vadeli yönetimi, kısa vadeli ekonomik kazançla aynı öneme sahiptir. Beşeri kaynakların yönetimi, hem şimdiki hem de gelecekteki üreticilerin çalışma ve yaşam koşulları, kırsal toplulukların gereksinimleriyle tüketici sağlığı ve güvenliği gibi sosyal sorumlulukları dikkate almalıdır.

Arazi ve doğal kaynak yönetimi, bu varlıkların kalitesini korumayı, arttırmayı ve onları gelecekte ekosistem öğeleri olarak sürgit devam etmesine izin verecek şekilde kullanabilmeyi öngörmelidir. Yönetimle ilgili yeni bir boyut da besi hayvanları içeren çiftliklerde hayvan refahı ile ilgili endişeleri giderici usullerin uygulanmasını sağlamaktır.

Sürdürülebilirliği anlamak için tarımsal ekosistemler ve gıda sistemlerine bütünsel bir perspektifle bakmak esastır. Tarım ekosistemleri, bireysel alanlardan çiftliklere ve ekonomik bölgelere kadar en geniş anlamda düşünülebilir. Tarımsal ekosistemlerin yanı sıra dağıtım ve gıda tüketim bileşenlerini içeren gıda sistemleri de benzer şekilde çiftçiden yerel topluluğa ve küresel nüfusa kadar uzanır. Sistem perspektifi, bir yandan tarımsal üretim ve dağıtım işletmelerimize ve bunların insan topluluklarını ve doğal çevreyi nasıl etkilediğine ilişkin kapsamlı bir görüş sağlarken, öbür yandan da bize insan toplumu ve kurumlarının tarım ve çevresel sürdürülebilirlik üzerindeki etkisini değerlendirmemiz için araçlar sağlar.

Farklı türdeki doğal ve toplumsal sistemler üzerine yapılan araştırmalar, yüksek düzeyde esnek, kendini uyarlayabilen ve yüksek çeşitliliğe sahip olanların daha dayanıklı ve varlıklarını sürdürme şanslarının daha yüksek olduğunu göstermektedir. Esneklik kritiktir, çünkü çoğu tarımsal ekosistem, genellikle öngörülmesi düşük ve uzun vadede nadiren istikrarlı olan (iklim, zararlı popülasyonları, siyasal ve ekonomik gerekçeler vb.) koşullarla karşı karşıyadır. Bir tarım ekosisteminin, köklü bir bozulma öncesinde sahip olduğu formasyonu ve işlevi yeniden kazanması her zaman mümkün olmayacağı veya istenmeyebileceğinden, uyarlanabilirlik, esnekliğin önemli bir bileşenidir. Değişen koşullara kendini uyarlayabilen sistemler yeni biçimler kazanarak

ayakta kalabilirler. Bir ekosistemin yeni koşullara uyurlanabilirliğinin en temel dayanağı ise zengin biyoçeşitliliştir. Biyoçeşitlilik, ne kadar zenginse ekosistemin sürdürülebilirliği için çapraz simbiyotik yaşam bağları kurma ve yeni donanımlar için araç-gereç-süreç bulma şansı o kadar yüksek olacaktır.

Sürdürülebilir tarımsal ekosistem ve gıda sistemi yaklaşımı aynı zamanda araştırma, eğitim ve eylemde çok yönlü çabalar anlamına gelir. Çeşitli disiplinlerden araştırmacılar başta olmak üzere, çiftçiler, emekçiler, perakendeciler, tüketiciler, politika yapımcılar, tarım ve gıda sistemlerimizde çıkarları olan diğer kişiler Türkiye'nin daha kapsamlı ve kararlı olabilecek tarımsal sürdürülebilirliğe doğru ilerlemesinde çok önemli rollere sahiptirler.

Günümüz koşullarında **sürdürülebilir tarım her ülkede, bağlı olduğu süreçlerle daha iyi modellenmesi zorunlu olan** fakat modellenışı yeni başlamış ve halen devam eden karmaşık bir etkinlikler kümesidir. **İnsandan başlayıp bakteriye kadar sayısız canlı topluluğunun, iklim, hava, su ve yardımcı gereçlerle toprak üzerinde gerçekleştirdikleri karmaşık bir süreçtir.**

Bir yandan **doğal ekosistem seyrine müdahale ederken**, diğer yandan **bu müdahaleyi sistemin kendini sürdürmesine engel olmayacak ölçekte tutabilmek**, bu karmaşık ilişkiler zincirini iyi çözümlemekle ve bu çözümlemeyi zaman içerisinde sürekli güncellemekle mümkündür. Sürdürülebilir tarım, genel bir anlatımla, bileşenleri çevresel-toplumsal-ekonomik sürdürülebilirlik olan bir süreçtir. **Çevresel, toplumsal ve ekonomik açıdan sürdürülebilirliği nelerin oluşturduğuna ilişkin bilimsel anlayış, sürekli olarak gelişmektedir ve çağdaş meselelerden, bakış açılarından ve değerlerden etkilenmektedir.** Örneğin, tarımın iklim değişikliğine uyum sağlama yeteneği yakın döneme kadar kritik bir konu olarak görülmüyordu, ancak bugün geniş bir toplum kesimi tarafından önemi anlaşılmış durumdadır. Ek olarak, sürdürülebilir bir sistemi neyin oluşturduğunun ayrıntıları, (örneğin, toprak türleri, iklim, işçilik maliyetleri) bir dizi koşuldan diğerine, bir kültürel ve ideolojik perspektiften diğerine değişebilir ve bu da "sürdürülebilir" özelliğinin tanımı gibidir. Bu nedenle, **sürdürülebilir/sürdürülemez şeklinde bir ikilem yerine, tarım sistemlerini, sürdürülemez olandan sürdürülebilir olana uzanan bir süreç** olarak düşünmek ve yeni tarım sistemlerini buna göre kurgulamak yerinde olacaktır. (9)

Tarım ekosistemleri, onları etkin bir şekilde yönetmek için gereken bilgi, teknik yeterlilik ve vasıflı işgücü olmadan uzun vadede sürdürülebilir olamaz. Tarımın sürekli değişen ve yerele özgü doğası göz önüne alındığında, sürdürülebilirlik, hem resmi, deneysel bilimi hem de çiftçilerin kendi yerel bilgilerini kullanan çeşitli ve uyurlanabilir bir bilgi tabanı gerektirir. Hem çiftçilerin hem de bilim insanlarının eğitimini destekleyen, yeniliği teşvik eden ve çiftçi-araştırmacı ortaklıklarını teşvik eden sosyal kurumlar, uzun vadeli sürdürülebilirliğin yanı sıra tarımsal verimliliği de artırabilir.

Sürdürülebilir **tarım tartışmalarında sosyal eşitlik soruları sıklıkla ortaya**

çıkılmaktadır. Çoğu sanayileşmiş ülkede çiftlik işçiliği ücretleri o kadar düşüktür ki, **tarım sektörleri büyük ölçüde yoksul ülkelerden gelen göçmen işgücüne dayanmaktadır.** Yoksul ülkelerden işgücü göçü, değişen göçmenlik politikalarına karşı çiftçileri savunmasız bırakmakta ve hükümetlerin sosyal hizmetlerini zorlamaktadır. **Bu işçilerin çoğunun şüpheli yasal statüleri, genel olarak düşük ücret ve yaşam standartlarına, iş güvenliği eksikliğine, sosyal konfora doğru hareket etme fırsatlarının olmamasına ve diğer endüstrilerde standart olarak kabul edilen iş güvenliği korumalarından muaf tutulmalarına da sebep olur. Bu nedenle,**

- Daha iyi barınma sağlamak için kaynakları birçok çiftçi arasında bir araya toplamak,
- Çalışma fırsatlarının mevsimselliğini dengelemek için farklı mahsullere sahip çiftlikler arasında emeği paylaşmak,
- Çiftlik kârlarında paylaşılan eşitlik,
- İşçilere kendi çiftliklerini edinmeleri ve işletmeleri için rehberlik etmek,
- Uygun maliyetli ürünler sağlamak için yenilikçi yollar üzerinde çalışmak,
- Sağlık sigortası,
- Çalışanlar için eğitim fırsatları,

emek eşitliğini ve sosyal adaleti artırmanın alternatif yollarıdır.

Gıda üreticilerinin, pazarlamacıların ve çiftlik girdi tedarikçilerinin artan konsolidasyonu, çiftçilerin girdi ve mahsul için daha iyi fiyat pazarlığı yapma gücünü kaybetmesi için zemin hazırlamıştır. Bu, çiftçinin kâr marjlarının daraldığı, birçok çiftçinin çevre ve çalışma koşullarını iyileştirmek için çok az kaynağa sahip olduğu anlamına gelir.

Üretim, işleme veya pazarlama kooperatiflerinde bir araya gelmek, çiftçilerin görece ekonomik güçlerini artırabilmelerinin bir yoludur. Ürünlerini satmadan önce üründe bazı **değer artırıcı işlemleri çiftlikte gerçekleştirmek, daha yüksek değerli özel ürünler üretmek, aracılar doğrudan pazarlama fırsatları oluşturmak ve niş pazarlar aramak,** çiftçilerin ürettiklerinin ekonomik değerinden daha büyük bir pay elde edebilmelerinin diğer yollarıdır.

Çiftçiler üzerindeki bu ekonomik baskılar nedeniyle, birçok kırsal topluluk, çiftlikler ve ilgili yerel tarım işletmeleri iflas ettikçe daha da yoksullaşmıştır. **Aile çiftliklerinde daha fazla çeşitlendirilmiş tarımsal üretimi teşvik eden ekonomik kalkınma politikaları ve vergi yapıları, daha sağlıklı kırsal ekonomiler için bir temel oluşturabilir.** Pazar yapısının sınırlamaları dâhilinde **tüketiciler de bir rol oynayabilir; satın alımları aracılığıyla üreticilere, perakendecilere ve sistemdeki diğer kişilere çevresel kalite ve sosyal eşitlik dâhil olmak üzere neyin önemli olduğunu düşündükleri konusunda güçlü mesajlar gönderirler.**

Son olarak, çiftlikte sürdürülebilirliğe zarar veren aynı ekonomik baskılardan bazıları, geleneksel süpermarketler daha kazançlı mahallelere taşınırken, genellikle sağlıklı gıdaya çok az erişimi olan düşük gelirli topluluklardaki tüketiciler için sosyal eşitlik endişeleri yaratmıştır.

Topluluk ve ev bahçeleri, çiftçi pazarları, okul yemek programlarında taze yerel çiftlik ürünlerinin kullanımı ve yerel gıda kooperatifleri dâhil olmak üzere topluluk gıda güvenliğini desteklemek için gıda üretimi ve pazarlama düzenlemeleri bu endişeleri gidermeye yönelik çabaları temsil etmektedir. Ayrıca, bir gıda sistemleri yaklaşımı, örneğin toksik kalıntıları en aza indirerek veya ortadan kaldırarak tüketicilere ulaşan nihai gıda ürünlerinin güvenlik ve beslenme nitelikleri üzerindeki çiftçilik uygulamalarının etkilerini de dikkate alır (10), (11), (12). Sosyal, ekonomik ve çevresel sürdürülebilirlik, gerçekten sürdürülebilir bir tarımla iç içe bileşenlerdir. Örneğin, yoksullukla karşı karşıya kalan bazı çiftçiler, çevresel bozulmanın uzun vadede geçim kaynaklarına zarar vereceğini bilmesine rağmen, geçimlerini sağlamak için toprak verimliliğini artırmak amacıyla doğal kaynaklara aşırı yüklenerek rekolteyi artırmaya zorlanırlar. Topluluklar, ancak sosyal, çevresel ve ekonomik çıkarları bütünleştiren politikalar oluşturarak daha sürdürülebilir tarım sistemlerini geliştirebilir.

1. BM Sürdürülebilir Kalkınma Amaçları

BM Brundtland Komisyonu 1987 yılında sürdürülebilir kalkınmayı **“gelecek nesillerin kendi gereksinimlerini karşılama yeteneğinden ödün vermeden bugünün gereksinimlerini karşılayan kalkınmadır”** şeklinde tanımlamıştır (41).

- Birleşmiş Milletler Sürdürülebilir Kalkınma Amaçları, sürdürülebilir kalkınmanın gerçekleşmesi için ekonomik, sosyal ve çevresel boyutların üzerinde durularak eş zamanlı işbirliğinin sağlanması gerektiğine vurgu yapan hedeflerden oluşmaktadır. Bu hedefler, ekosistemin değişen koşullara adapte olması gerektiğini savunması açısından önemlidir. Bu çalışmada ele alınan su ve toprak konuları ile örtüşen Kalkınma Hedefleri aşağıdaki gibi özetlenmiştir.
- Hedef 3.9: 2030 yılına kadar, tehlikeli kimyasallar ile hava, su ve toprak kirliliği ile bunların kontaminasyonundan kaynaklanan ölüm ve hastalıkları kayda değer miktarda azaltmak.
- SKA 6: Herkes için erişilebilir su ve atık su hizmetlerini ve sürdürülebilir su yönetimini güvence altına almak.
- Hedef 6.3: 2030 yılına kadar, dünya genelinde kirliliği azaltmak, düzensiz çöp depolamayı ortadan kaldırmak, tehlikeli kimyasalların ve maddelerin salımını en aza indirmek.
- Hedef 6.5: 2030 yılına kadar, uygun olduğu takdirde, sınır ötesi işbirliğini de içerecek şekilde her düzeyde entegre su kaynakları yönetimi uygulamak.
- Hedef 6.6: 2020 yılına kadar dağlar, ormanlar, sulak alanlar, nehirler,

akiferler ve göller dâhil olmak üzere suyla ilgili ekosistemleri korumak ve restore etmek.

- **Hedef 12.4:** 2020 yılına kadar kabul edilmiş uluslararası çerçevelere göre kimyasalların ve tüm atıkların yaşam döngüsü boyunca çevreye duyarlı yönetimini sağlamak ve insan sağlığına ve çevreye olan zararlı etkilerini en aza indirebilmek için bu atıkların havaya, suya ve toprağa salımını önemli miktarda azaltmak.
- **Hedef 13:** İklim değişikliği ve etkileri ile mücadele için acilen eyleme geçmek: İklim değişikliğinden en çok etkilenen ekonomik aktivitelerden biri tarım sektörüdür. Rekolte düşüşleri, ani ve aşırı hava koşullarının sebep olduğu üretim kayıpları bunun en büyük göstergesidir. Ayrıca, bu hedef, tarımdan kaynaklı sera gazı emisyonlarının takip edilmesi, ölçülüp azaltılması konusuna da vurgu yapması açısından önemlidir.
- **Hedef 15.1:** 2020 yılına kadar, uluslararası anlaşmaların getirdiği yükümlülükler doğrultusunda, özellikle ormanlar, sulak alanlar, dağlar ve kurak alanlar olmak üzere, karasal ve iç tatlısı ekosistemlerinin ve bunların hizmetlerinin korunmasını, restore edilmesini ve sürdürülebilir şekilde kullanılmasını sağlamak. (su yönetimi)
- **Hedef 15.3:** 2020 yılına kadar, çölleşmeyle mücadele etmek; çölleşme, kuraklık ve sellerden etkilenen topraklar da dâhil bozulmuş arazileri ve toprakları restore etmek ve toprak bozulmasından kurtulmuş bir dünyaya ulaşmak için çaba göstermek.
- **Hedef 15.5:** Doğal habitatların bozulmasını azaltmak için acil ve kayda değer tedbirler almak, biyoçeşitlilik kaybını durdurmak ve 2020 yılına kadar tehdit altındaki türleri korumak ve tamamen yok olmalarını önlemek.
- **Hedef 15.8:** 2020 yılına kadar istilacı yabancı türlerin kara ve su ekosistemlerine girişini önlemek ve etkilerini önemli ölçüde azaltmak için önlem almak ve öncelikli istilacı türleri kontrol altına almak veya yok etmek. (Biyoçeşitliliğe olan etkisine örnek olarak, tuz gölünü besleyen tatlı su kaynaklarının tarımsal sulama amaçlı kullanılmasından dolayı gerçekleşen su canlılarının ve flamingoların neslinin tükenme noktasına gelmesi verilebilir).

2. AB Yeşil Mutabakatı

Avrupa Yeşil Mutabakatı Tarladan Sofraya Stratejisi'yle sağlıklı, adil ve çevre dostu bir gıda sisteminin kurularak sürdürülebilir tarımın yaygınlaştırılmasına ilişkin önemli hedefler ortaya konmaktadır. Bu strateji belgesinde, 2030 yılına kadar kimyasalların ve pestisitlerin kullanımının ve bundan kaynaklanacak risklerin %50 oranında, daha tehlikeli kimyasalların kullanımının da %50 oranında azaltılmasına yönelik tedbirlerin alınması gerektiği belirtilmektedir. Kimyasal gübrelerin yerine biyolojik, organik vb. gübrelerin gelmesinin önemli olduğu vurgulanmakta ve buna ilişkin tedbirlerin de alınması gerektiği belirtilmektedir.

Türkiye'nin sürdürülebilir ve kaynak-etkin bir ülke haline gelmesini esas alan ve 2021 yılında Ticaret Bakanlığı tarafından yayınlanan Yeşil Mutabakat Eylem Planı da sürdürülebilirlik tartışmalarının bir parçası olmasından dolayı bu kısımda ele alınmıştır.

Ticaret Bakanlığı tarafından 2021 yılında yayınlanan Yeşil Mutabakat Eylem Planı'nda; sınırdaki karbon düzenlemeleri, yeşil ve döngüsel bir ekonomi, yeşil finansman, temiz, ekonomik ve güvenli enerji arzı, sürdürülebilir tarım, sürdürülebilir akıllı ulaşım, iklim değişikliği ile mücadele başlıkları altında belirlenen hedeflere ulaşılması amacıyla hayata geçirilecek eylemlere yer verilmiştir. Artan gıda talebi ve iklim değişikliğinin, toprak ve su kaynakları ile tarımsal üretimde ve üretici üzerinde baskı oluşturduğu belirtilmiştir. Değişen iklime uygun bitki ve hayvan türlerinin geliştirilmesi için çevre ve biyolojik çeşitliliğin korunması amacıyla sürdürülebilir tarıma yönelik eylem planı hedefleri belirlenmiştir. Bu hedeflere göre:

- AB'nin pestisit ve anti-mikrobiyallerin azaltılmasına ilişkin hedefleriyle uyumlu kararların alınması ve pestisitlerin kullanımının azaltılmasına yönelik çalışmaların yürütülmesi,
- Pestisitlerin azaltılmasına yönelik yürütülecek çalışmalar çerçevesinde biyolojik ve biyoteknik mücadele yöntemlerinin geliştirilerek yaygınlaştırılması,
- AB'nin kimyasal gübre kullanımının azaltılmasına yönelik izlediği politika ve uygulamaların gözetilerek çalışmaların artırılması,
- Organik tarım üretiminin geliştirilmesi, buna yönelik çalışmaların yürütülmesi ve AB ile organik tarım alanında karşılıklı girişimlerin yürütülmesi,
- Arazi toplulaştırma faaliyetlerinin yürütülmesi,
- Jeotermal sera alanlarında jeotermal kaynaklardan faydalanarak bitkisel üretimin geliştirilmesi ve bu bağlamda, yenilenebilir enerji kullanan seraların ve üretim tesislerinin desteklenmesi,
- Tarımsal üretim sonucunda oluşan atıkların yeniden değerlendirilmesine ilişkin çalışmaların yürütülmesi ve AR-GE yapılması,
- Gıda atıklarının geri dönüşümünün sağlanmasına yönelik tüketici bilinçlendirme çalışmalarının gerçekleştirilmesi,
- Avrupa Komisyonu tarafından belirlenen "Tarladan Sofraya" ve "Biyoeçeşitlilik Stratejileri" hakkında bilinçlendirme faaliyetlerinin düzenlenmesi gerekmektedir.

Hedeflerin yerine getirilmesi, ekosistem aktörlerinin uyum içinde çalışmasına ve tarımsal verimlilikteki artışlara olumlu katkı sağlar. Bu hedefler, Türkiye için hem fırsat hem de kriz alanlarını oluşturmaktadır. Ayrıca, stratejik planlarla hedeflenen geçişin sağlanması için ciddi bir finansman kaynağına gereksinim vardır.

3. Biyoçeşitlilik Stratejisi

Tarımın geleceğine ilişkin önemli konulardan biri de biyoçeşitliliktir. Biyoçeşitlilik, ülkemiz topraklarında yetişen bitki türlerinin, hayvan çeşitliliğinin artması ve aynı zamanda tüketimin de bununla birlikte şekillenmesi ve çeşitlenmesi anlamına gelmektedir. Ülkemiz topraklarının, 3500'den fazla endemik türe ev sahipliği yaptığı bilinmektedir. Bu sayı, Avrupa kıtasında yetişen endemik bitki türü sayısından oldukça fazladır. Pandemi süreciyle birlikte, biyoçeşitliliğin önemi anlaşılmış ve sağlıklı bir yaşam için tüketicilerin çok çeşitli ürün tüketmesi gerektiğinin farkına varılmıştır. Toplum olarak her tüketicinin geleceğinin tarımsal üretime bağlı olduğu dolayısıyla tarımın “dev bir üretim arenası” olduğu düşünülmektedir. Dünyanın bütün ekosistemlerinin iyileştirilmesini, biyoçeşitliliğin korunmasını sağlamak amacıyla Avrupa Birliği tarafından biyoçeşitlilik stratejisi çerçevesi çizilmiştir. Biyoçeşitlilik stratejisinin tarımsal üretime ilişkin temel taahhütlerine Bilgi Kutusu 7’de yer verilmiştir.



Bilgi Kutusu 7

Biyoçeşitlilik

2030 Biyoçeşitlilik Stratejisi, Avrupa’nın biyoçeşitliliğini, insanların, iklimin ve gezegenin yararına olacak şekilde 2030 yılına kadar düzenlemeyi temel alan bir strateji belgesidir.

AB Doğa Restorasyon Planı: 2030’a Kadar Temel Taahhütler (Tarıma İlişkin):

- 2030 yılına kadar, zarar görmüş ve karbon miktarı açısından iyileştirilmesi gereken ekosistemlerin bir kısmının iyileştirilmesi gerekmektedir.
- Kimyasal pestisitlerin kullanımı %50 oranında azaltılacak, daha tehlikeli pestisitlerin kullanımı da %50 oranında azaltılacaktır.
- Tarım alanlarının en az %10’u yüksek biyoçeşitlilik özelliklerine sahip duruma getirilecektir.
- Tarım arazilerinin en az %25’inde organik tarım yöntemlerinin uygulanması ve agroekolojik uygulamaların büyük ölçüde yaygınlaştırılması gerekmektedir.
- AB’de en az üç milyar yeni ağaç dikilecektir.
- Kirlenmiş toprak alanlarının iyileştirilmesinde önemli ilerlemelerin sağlanmış olması gerekmektedir.
- Serbest akışlı nehirlerin en az 25.000 km’lik kısmı iyileştirilecektir.
- Gübre [fazla veya uygunsuz gübre] kullanımından kaynaklı besin kaybının %50 oranında azaltılması ve gübre kullanımının en az %20 oranında azaltılması gerekmektedir.

Kaynak: (42) AKİB, (2020), AB 2030 Biyoçeşitlilik Stratejisi, 20 Mayıs 2020 Brüksel, <https://surdurulebilirlik.adasoportal.com/Assets/Dosyalar/46ae20ae-add6-4f72-95d9-58a664d0425a.pdf> Erişim Tarihi: 28 Nisan 2022.

4. Toprak Organik Karbonu

En büyük karbon depolarından biri olan toprakların karbon tutma kapasitelerine ilişkin yapılacak araştırmalar ile geliştirilecek teknolojiler ve tarımsal tekniklerin çok ciddi bir çalışma konusu olarak önümüzde durduğu görülmektedir. Bilgi Kutusu 8’de toprak organik karbonunun önemi ve Türkiye topraklarının organik karbon miktarı açısından güncel durumuna ilişkin bilgiler detaylı olarak sunulmuştur.



Bilgi Kutusu 8

Toprak Organik Karbonunun Önemi

Toprak Organik Karbonu (TOK), toprak organik maddesi içerisinde oluşan karbonu ifade eder (38). TOK, bitki ve hayvan kalıntılarının, canlı ve ölü mikroorganizmaların ayrışması yoluyla toprağa girer. Eğer topraktaki karbonun büyük bir bölümü organik karbon olarak depolanırsa atmosferdeki karbon miktarı azalarak küresel ısınmanın azalmasına yardımcı olur. Bu süreç, **toprak karbon bağlaması** yani topraktaki **karbonun depolanması** adı verilir.

Her toprak, kullanım ve işleme yöntemine bağlı olarak farklı miktarlarda organik karbon barındırmaktadır. Topraklardaki organik karbonun korunması, tarım alanlarında dengeli gübreleme, malçlama, azaltılmış toprak işleme, toprak işlemesiz tarım ve uygun sulama tekniklerinin uygulanması gibi sürdürülebilir toprak yönetimyle gerçekleştirilebilir (30).

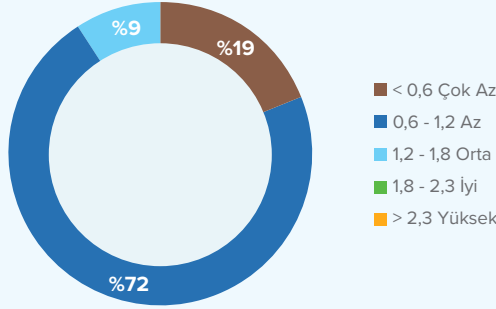
Toprak organik karbonunun temel kaynağını oluşturan toprak organik maddesi, toprak ekosisteminin üretkenliğini ve verimliliğini göstermesi açısından önemlidir.

Türkiye topraklarının organik madde miktarının oldukça düşük olduğu, özellikle İç Anadolu ve Güneydoğu Anadolu bölgelerindeki toprakların organik madde miktarı açısından son derece fakir olduğu; Akdeniz, Karadeniz ve Doğu Anadolu’nun ise görece daha zengin olduğu belirtilmektedir.

Genel olarak Türkiye topraklarındaki organik madde miktarının %0,5 - %6 arasında değiştiği bilinmektedir.

Ekosistemin işleyişini sürdürebilmesindeki en önemli etkiye sahip olan topraktaki organik karbon miktarı, yaşamsal derecede önemlidir. Bu nedenle, toprakta karbon tutumu konusuna yönelik geliştirilecek teknolojiler ve tarımsal teknikler çok önemli araştırma konularıdır. Toprak ve karbon arasındaki bu ilişkiden faydalanmak için topraktaki organik karbon miktarının artırılmasını destekleyici çalışmalar yapılması gerekmektedir.

Türkiye Topraklarının Organik Karbon Durumu



Şekil 21: Türkiye Topraklarının Organik Karbon Durumu, TAGEM, 2018:26

Toprak Organik Karbonu toprak sıcaklığı ve nemliliğine duyarlı olduğu için bu değişkenlerden olumsuz etkilenmektedir.

Kaynak:

(30)"Topraklarımızdaki Tuzluluk", (2021), <https://www.hortiturkey.com/yazilar/topraklari-mizdaki-tuzluluk> Erişim Tarihi: 3 Haziran 2022.

(38) ÇMUSEP, (2019), Çölleşmeyle Mücadele Ulusal Stratejisi ve Eylem Planı 2019-2030, Çölleşme ve Erozyonla Mücadele Genel Müdürlüğü Yayınları, Ankara. <http://cmusep.cem.gov.tr/Uploads/Documents/COLLESMEYLE%20M%C3%9CCADE-LE%20EYLEM%20PLANI%202019-2030.pdf> Erişim Tarihi: 9 Mart 2022.

5. Mikroplastikler ve Nanoplastikler

Toprak sağlığı konuşulurken, bundan sonra tarımsal toprak ekosistemindeki mikroplastik ve nanoplastik kirliliğinin konuşulma olasılığı yüksek görünmektedir. Mikroplastik kirliliği, insan kaynaklı bir kirlilik olduğu için antropojenik olarak nitelendirilmektedir. Mikroplastik ve nanoplastikler, yalnızca suda değil, toprağın derinliklerine kadar yaygın ve kaygı verici düzeyde bulunmaktadır. İnsan eliyle oluşan bu kirlilik, doğal süreçlerin etkisiyle birlikte hiç beklenmedik derecede çok uzak noktalara bile taşınıp yayılabilmektedir (55).



Bilgi Kutusu 9

Mikroplastikler ve Nanoplastikler

Mikroplastik konusunda uluslararası literatürde çok sayıda çalışma bulunmakla birlikte ulusal literatürde toplam 26 çalışma bulunmaktadır. Bu çalışmaların, 1 tanesi tarımsal üretimdeki mikroplastik kirliliği ile, 25 tanesi ise sucul ekosistemlerdeki mikroplastik kirliliğiyle ilgilidir. Tatlı su kaynaklarındaki mikroplastik kirliliğine ilişkin yapılan çalışma ise yok denecek kadar azdır. Nanoplastiklerle ilgili ise tamamlanmış herhangi bir akademik çalışma bulunmamaktadır.

Mikroplastiklerin toprak ve su kaynaklarında yoğun bir şekilde görülmesinin yanı sıra yapılan yeni çalışmalarla annenin tükettiği gıdalardan anne sütü yoluyla bebeğe de geçtiği ve hatta bebeklerin yetişkinlerle kıyaslandığında çok daha fazla mikroplastikle karşı karşıya kaldığı ortaya konmuştur (56). Bununla birlikte, bebek dışkısında da mikroplastiklerin tespit edilmiş olması (57) ve mikroplastik kirliliği ile karşı karşıya kalmanın bireyler üzerinde uzun sürede ne gibi olumsuz etkiler oluşturacağına ilişkin henüz önemli bir kanıtın bulunmayışı da bu konunun ne kadar kaygı verici boyutlara geldiğini göstermektedir.

Havada, toprakta ve suda bulunan mikroplastik ve nanoplastiklerin tarımsal ürünlere ve oradan insana ve diğer canlılara geçişkenliğine ilişkin (insan sağlığına etkileri) konularda kapsamlı araştırmalar yapılmalıdır.

Kaynak:

(56) Zhang, J., Wang, L., Trasande, L., & Kannan, K. (2021). Occurrence of polyethylene terephthalate and polycarbonate microplastics in infant and adult feces. *Environmental Science & Technology Letters*, 8(11), 989-994.

(57) Mohamed Nor, N. H., Kooi, M., Diepens, N. J., & Koelmans, A. A. (2021). Lifetime accumulation of microplastic in children and adults. *Environmental science & technology*, 55(8), 5084-5096.

Tarımsal üretimde hızla artan plastik kullanımı sonucu topraklardaki mikroplastik kirliliği okyanuslardakinden daha fazladır (52). Mikroplastik atıkları ile kirlenmiş topraklar üzerinde yetiştirilen; marul, brokoli, patates, havuç, elma ve armut gibi tarımsal ürünlere de mikroplastik kalıntılarının geçtiği tespit edilmiştir (53).

Tarım, ülkemizin en eski ve başlıca geçim kaynaklarındandır. Türkiye’de tarımın güçlendirilmesi için, **tarımın büyük resmi eksiksiz ve yalın bir şekilde çıkarılarak işe başlanmalıdır. Bu da ancak tarımsal varlıklara ve etkinliklere ait ilişkilendirilmiş veri tabanları oluşturulduktan sonra yapılabilir.** Hangi yeni teknolojilerin, nerelere ve hangi önceliklerle uygulanacağına ancak bu veri tabanları oluşturulunca karar verilebilir.

Yeni bütüncül yaklaşım ve politikalara bir an önce gereksinimi olan tarım alanında bilgiye ve veriye erişim hem üreticiler için hem de bu alanda çalışan profesyoneller için işlerini daha iyi yapabilmelerinin ilk adımıdır. **Tarımsal üretim yapan teknoloji odaklı çiftçilerin ve tarım konusunda çalışan profesyonellerin, güncel verilere ulaşma ve bu verilerle yeni çalışmalara başlama konusunda zorluklar yaşadıkları ifade edilmektedir.**

Detaylı veriye erişimin halen ancak enstitüler tarafından sağlanabiliyor olması, bu alanda çalışan araştırmacıların ve uzmanların çalışmalarını sekteye uğratmaktadır. Tarım Bakanlığına bağlı çeşitli birimlerin internet siteleri üzerinden ve meteoroloji kaynakları üzerinden çeşitli veriler halka açık bir şekilde paylaşılsa da bu verilerin kısıtlı olduğu ve araştırmacılar için kapsamlı veriye erişimi zaman sorunu yarattığı ifade edilmiştir. Diğer yandan, MGM tarafından paylaşılan veri çözünürlüklerinin yeteri kadar iyi olmaması, bu alanda bilgi üreten araştırmacıların bilgiye erişimini aksatmaktadır.

20. yüzyılda bizim için kestirilemez olan süreçlerle ilgili sentetik bilgilerin üretimi, artık büyük veri ve bunu işleyip organize eden veri bilimi sayesinde başarılı bir şekilde yapılabilmekte, çok karmaşık ve kaotik süreçlerin eğilimleri matematiksel model ve veri değerlendirme algoritmalarıyla belirlenebilmektedir. Bu olanakların kullanılmasıyla, tarım sektöründe veri analiz yöntemlerinin karar alma mekanizmaları üzerinde doğrudan olumlu etkide bulunacağı, su ve toprak yönetiminde doğru projeksiyonların yapılmasını ve doğru kararların alınmasını sağlayacağı açıktır.

Ülkemizde yetiştirilen bütün ürünler için veri sağlayan uydu görüntülerinin işlenmesi temelinde oluşturulacak bir sistemle hem ürün verimleri hem de toprak ve su kaynaklarımızın sürdürülebilir kullanımı izlenebilir. Ülke olarak kendimize ait bir veri füzyonunu mümkün kılan **Tarımsal İzleme Projesi** kurmamızın önemli olduğu düşünülmektedir. Bu sistemle ülkemizdeki tüm tarım parsellerinde hangi ürünlerin yetiştirildiği belirlenebilir, ürünlerin farklı fenolojik dönemlerindeki gelişimleri izlenebilir ve **her ürün için ülkesel toplam üretim tahmini hassas bir şekilde yapılabilir. Bu analizler tarım havzaları için en uygun ürünlerin belirlenmesi ve havza ürün planlamaları için de çok önemli çıkarımlar sağlar.**

Bu teknolojik alt yapının ve veri tabanının kurulması için üretim alanlarında agronomist teyidi gerekmektedir. Alınan uydu görüntülerindeki güneşin geliş açısı, sensörün görüş açısı gibi birçok teknik veriye de gereksinim vardır. Bu

sebeple, **görüntü işleme uzmanları, bilgisayar ve elektronik mühendisleri ve agronomistler gibi nitelikli araştırmacılara da gereksinim duyulmaktadır.**

Tarım ve Orman Bakanlığının yayınlamış olduğu **Ulusal Su Planı'nda (2019-2023)** vurgulandığı gibi,

- **Tarımla ilgili sorumlu olan ve çalışmalar yürüten kurumların birbiriyle sağlıklı bir şekilde ilişkilendirilmemiş farklı yapılarda teşkilatlanmış olması,**
- **Su ile ilgili verilerin çoğunun havza bazlı bir şekilde tutulmaması,**
- **Kurumlar arasında yaşanan veri üretim ve paylaşım sorunları,**
- **Üretilen verilerde ise standardizasyon sorunlarının bulunması,**
- **Özetle etkin veri yönetiminin olmaması**

gibi konular, ülkemizde özellikle su ile alakalı verilerin üretilmesinde ve paylaşımında yaşanan başlıca sorunlar olarak ifade edilmektedir (17).

Ülkemiz, su kaynakları ile ilgili verilere ait güncel, **gerçek zamanlı ve mekansal analiz bilgileri içeren uygun bir veri tabanının bulunmadığı** görülmektedir. Havza bazlı, yıllara göre düzenli veri dökümünün bulunmadığı, **hali hazırda üretilen verilerin ise koordinatlı olarak havza bazlı üretilmediği ifade edilmektedir** (17).

Aynı zamanda, **ülkemizdeki gözlem ve izleme istasyonlarının kapsama alanlarının yeterli olmadığı, bu sebeple detaylı meteorolojik verilere erişim konusunda uluslararası kaynaklara başvurulmak zorunda kalındığı** belirtilmektedir. **Tarım, “çatısı olmayan bir fabrika” olarak ifade edilmektedir. Bu çatısı olmayan fabrikada her zaman doğa ve iklim koşullarına hazırlıklı olunması gerekmektedir.** Dolayısıyla, dolu, don, aşırı yağış, kuraklık ve aşırı sıcaklık gibi çeşitli doğa olaylarının tarım üzerinde yaratacağı olumsuzluklara önlem alınması gerekmektedir. Bu olumsuzlukları önceden bildirecek ve etkisini azaltacak teknolojiler üzerine odaklanmamız çok değerli olacaktır.

Avrupa Birliği tarafından su ile ilgili tüm konuların birleştirildiği Su Çerçeve Direktifi'nde belirtilen suya ilişkin izlenmesi gereken **hidrolojik, hidromorfolojik, hidrojeolojik, biyolojik ve ekolojik parametrelerin takibi ve verilerinin tutulmasında eksikliklerin yaşandığı** belirtilmektedir.

Tarım ve Orman Bakanlığı ve Su Yönetimi Genel Müdürlüğü tarafından su verilerinin havza bazlı ve miktar, kaliteli kullanım, taşkın ve kuraklık gibi bileşenler bakımından bütüncül olarak değerlendirilmesini esas alarak **Ulusal Su Politikasının** oluşturulmasında destek olması amacıyla kullanıcıların gereksinimlerine cevap verecek bilginin üretilmesini sağlamak için kurulan **Ulusal Su Bilgi Sistemi'nin aktif olarak kullanıma açık olmadığı ve yerel düzeyde veri toplanmasında eksiklikler yaşandığı** vurgulanmaktadır.

Oluşturulan bu sisteme, gerçek zamanlı izleme istasyonları vasıtasıyla verilerin yüklenmesi ve paylaşımlarının yapılması veri konusundaki belirsizliğin giderilmesine katkı sağlayacaktır.

Suyun tarımda daha verimli kullanılabilmesi için yeni sulama sistemleri ve teknolojilerine gereksinim vardır. Ülkemizde hareketli sulama sistemleriyle damla sulama sisteminin birbirine entegre edilerek geliştirilmesi gibi, **sulamanın en verimli şekilde yapılmasını sağlayan çeşitli projeler yürütülmektedir. Bu tarz projelerin yaygınlaştırılmasıyla sulamanın çok daha verimli hale getirilebileceği** ifade edilmektedir.

Atık suların arıtılarak tekrar sulamada kullanılmasına yönelik yeni teknolojiler, alt yapı çalışmaları ve inovasyon çalışmaları geliştirilebilir.

Tarımsal üretimde her türlü akıllı makinelerin ve ekipmanların ve gerekli teknolojik aletlerin geliştirilmesi gerekmektedir. Yurtdışındaki iyi uygulama örneklerinden referans alarak araştırma ve geliştirme faaliyetlerinin yoğun bir şekilde yürütüldüğü teknoloji geliştirme bölgelerinde tarım makineleri mühendisleri, elektronik, bilgisayar ve makine mühendislerinin birlikte çalışmasıyla akıllı tarım makineleri geliştirilebilir. Bu şekilde akıllı hasat, toprak işleme, ilaçlama, gübreleme, tohum ekim makineleri üretilir. Bu makinelerle verim haritalama, toprak özelliklerine göre farklı derinliklerde toprak işleme, gör-ve-ilaçla ve değişken oran ilaçlama, gübreleme ve tohum ekimi yapılabilir. Sanayi sektörlerimiz, tarım sektörümüzden teknolojik olarak çok ilerdedir. Sanayideki teknolojik gelişmişlik seviyemizi tarıma aktararak güçlendirmek için **“Türkiye Tarım Teknolojileri Eğitim Araştırma ve Uygulama Merkezi”** kurulabilir. **Verimli tarım havzalarımızdan birinde kurulacak olan bu merkezde, tüm mühendislik ve yeni gelişen bilim dallarında araştırmacı ve uzmanlar çalışabilecek,**

1. Birincisi, Türkiye’nin niteliklerine uygun, tarım teknikleri ve üretim süreçleriyle ilgili enstitü,
2. İkincisi, tarım makineleri, altyapı tesisleri, izleme ve destek sistemleriyle ilgili enstitü,
3. Üçüncüsü, kampüs çevresindeki üretim ölçekli arazilerde yaptıracağı denel eğitimleri, kampüsündeki kuramsal eğitim ve laboratuvar çalışmalarıyla birleştirerek yüksek öğrenim veren, Türkiye için “Tarım ve Gıda Uzmanı” yetiştiren enstitü

olmak üzere üç adet temel araştırma, uygulama ve eğitim enstitüsü olmasını öneriyoruz.

Tarım ürünlerinin izlenmesi ülkemizde yeni bir olgu olarak karşımıza çıkmaktadır.

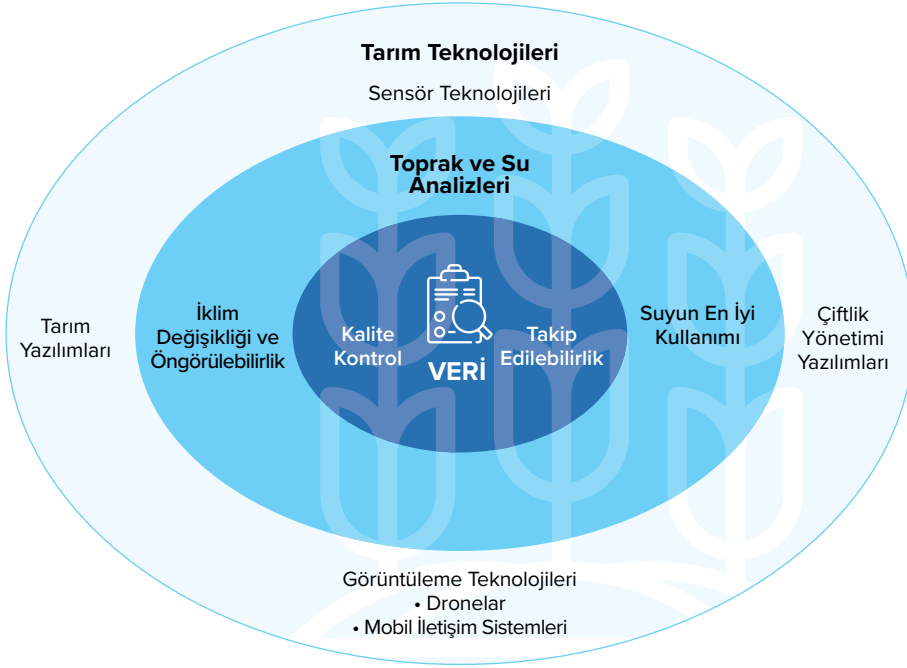
Özellikle, **teknolojisinde önde geldiğimiz insansız hava aracı teknolojilerinin tarımda kullanılmasının gelecek yıllarda bugünden çok daha ileri boyutta olacağı düşünülmektedir.** Multispektral kameraların ve termal görüntülerin kullanıldığı bilimsel araştırma ve yayın sayısının az olduğu, **dronlarla sulama planlaması** yapılması konusunun oldukça yeni bir araştırma alanı olduğu dile getirilmektedir. Bu teknolojilerin, yakın gelecekte tarımsal üretim ve verimliliğin artırılması konusunda oldukça önemli noktaya geleceği düşünülmektedir.

Tarımda yoğun olarak kullanılmaya başlanan biyosensör tasarım ve üretimi de Türkiye’nin yakından ilgilenmesi gereken bir teknolojik inovasyon alanıdır. Çin, ABD, Kore ve Hindistan’ın ileri olduğu bu alanda, biyosensörler biyolojik etmenlerle belli parametrelerin ölçülmesini sağlamaktadırlar. Biyodefansa ve biyosensörlere yapılacak yatırımlar tarımda sadece toprak alanında değil, pek çok alanda da kullanılabilir. Örneğin, **ülkenin olası bir biyolojik saldırıya karşı savunması gibi stratejik alanda bile biyosensörlere gereksinim duyulmaktadır.** Biyoteknolojide ve genetikte yaşanan çarpıcı gelişmelerle birlikte **GDO’lu ürünlerin belirlenmesinde** çeşitli tespit ve analiz yöntemleri geliştirilebilir.

Nesnelerin interneti (IoT teknolojisi) sayesinde **tarım sahalarına konacak olan algılayıcılarla tarım arazilerinde neler olup bittiği izlenebilmektedir.** Daha önce çeşitli sektörlerde kullanılan bu teknoloji artık tarım sektörü için de kullanılabilir. Tarım alanında kullanılabilecek önemli teknolojiler arasında yapay zeka ve makine öğrenmesi sayılabilir. **Yapay zeka ve makine öğrenmesi teknolojileri tarımsal üretim ve izleme için de entegre edilebilir, bu teknolojilerle tarımsal üretimdeki gelişmeler öngörülebilir.** Dolayısıyla, bu teknolojiler çok önemli araştırma konularıdır.

Tarım gibi kazancın ya da karların çok düşük olduğu alanlarda geliştirilecek teknolojik çözümlerin akılcı ve üretici tarafından kullanılabilir olması gerekmektedir. Ayrıca, maliyet açısından da üreticinin erişebileceği, herkesin kullanımına açık teknolojilerin geliştirilmesi ve yaygınlaştırılması gerekmektedir.

Şekil 22’de görüldüğü gibi, veri; kalite kontrolü ve takip edilebilirliği sağlamakla birlikte toprak ve su analizleri ile yakından ilişkilidir. Toprak ve su analizleri, iklim değişikliğine ilişkin alınacak aksiyonların belirlenmesini ve öngörülebilirliği sağlamakta ve aynı zamanda su kaynaklarının en iyi kullanımına da olanak sağlayarak sulama verimliliğinin artırılmasına yardımcı olur. Tarım teknolojileri boyutu ise hem veri hem de toprak ve su analizlerinden elde edilen öngörülebilirliğe ilişkin çözüm sağlamaktadır.



Şekil 22: Veri, Toprak, Su Analizi ve Tarım Teknolojileri ilişkisi
TTGV Hit Tarım Teknolojileri çalışmasından faydalanılmıştır.
Erişim: <https://www.ttgov.org.tr/tur/images/publications/606f3e795d263.pdf>

5.1. Toprak ve Su Konusunda Ar-Ge ve İnovasyon Alanları

- Sürdürülebilir toprak ekolojisi araştırmaları,
- Toprak sağlığının korunması, izlenmesi ve artırılmasına yönelik teknik ve teknolojiler,
- Toprak mikrobiyolojisi ve toprak biyolojisi genetiği araştırmaları,
- Farklı gübre ve toprak iyileştirme uygulamalarının uzun vadeli etkilerinin (>10 yıl) araştırılması,
- Toprak işlemez üretim teknikleri geliştirilmesi,
- Topraktaki mikroplastik ve nano-plastik varlığı ve bunun bitkiye geçişi ile ilgili araştırmalar,

- Mikroorganizma kirliliği (özellikle de tarımsal ürünlerde hastalık yaratma potansiyeli olan) araştırmaları,
- Elverişsiz topraklar (örneğin, tuzlu) için gübre geliştirme,
- Gübre üretimi için mikroorganizma kullanımı ve mikrobiyal gübreler,
- Fonksiyonel toprak organizmalarının tespiti, çoğaltılması, toprağa verilmesi ve etkilerinin araştırılması,
- Toprakta karbon tutulması ve karbon salımı araştırmaları,
- Karbonu toprağa indirme teknolojileri,
- Toprak iyileştirme için biyolojik yöntemler,
- Koruyucu/onarıcı tarım tekniklerinin geliştirilmesi,
- Toprağın su tutma kapasitesinin artırılmasına yönelik teknik ve teknolojilerin geliştirilmesi,
- Bitkilerin su stresinin tespitine (özellikle de uzaktan algılama ile) yönelik teknolojilerin geliştirilmesi ve veri setleri oluşturulması,
- Sulama programı oluşturulmasına yönelik teknolojiler,
 - Bitkilerin farklı toprak ve iklimsel şartlar altında su alımlarının/ tüketimlerinin ölçülerek veri tabanları oluşturulması,
 - Yapay zekâ ile farklı kaynaklardan gelen verilerin birleştirilip analiz edilerek karar verilmesi,
- Ülkemizin rekolte tahminlerini veriye dayalı olarak yapabilmesi için kendi tarım uydusunu tasarlayıp kullanıma alması,
- Entegre tarımsal izleme ve veri paylaşımı sistemi oluşturması,
 - Bitki, toprak, coğrafya ve meteoroloji veri tabanları (kalibre edilmiş veri ile oluşturulmuş) ile uzaktan algılama verilerinin kaydı ve entegrasyonu,
 - Tarıma yönelik uzaktan algılama verilerini ve görüntülerini değerlendirecek bir merkezin oluşturulması,
- Tarım ve sanayi ürünlerinin yaşam döngüsü için su ayak izi hesaplamaları yapılarak veri tabanları oluşturulması,
- Türkiye'nin iklim değişikliğinden nasıl etkileneceğinin modellenmesi ve Türkiye'nin gelecekteki tatlı su durumunun iklim analiziyle öngörülmesi,
- Uzaktan algılamada (Uydu, İHA/Drone, insanlı araçlar vb.) multispektral ve termal görüntülerin önemi artmaktadır. Özellikle de termal görüntüler ile su stresinin tespit edilmesi,

- Ticari uyduların kameralarının çözünürlükleri düşük olsa da bölgelerin ve havzaların tarım alanlarının analizi için yeterlidir. Fakat tarla ölçeğinde hassas analizlere dayalı karar vermek için yeterli değildir. Bunun için yüksek kamera çözünürlüğü sağlayan insanlı sistemler veya IHA/Drone geliştirilmesi,
- Uzaktan algılama ve özellikle de uydudan görüntü elde etmek yeterli değildir. Görüntülerin işlenmesi, iyileştirilmesi ve agronomistler tarafından yorumlanması konularında teknolojilerin geliştirilmesi,
- Açık sistem yerine kapalı sistemde su iletimi ve sulama yapılması,
- Salma sulama yerine veriye dayalı sulama programları temelinde yağmurlama ve damlama sistemleriyle basınçlı sulama yapılması,
- Arazi içinde de basınç korumalı yağmurlama, yüzey damla sulama ve yüzey altı damla sulama (su kullanım verimi artan yönde sıralanmıştır) yöntemlerinin kullanımının teşvik edilmesi,

olarak ifade edilebilir.



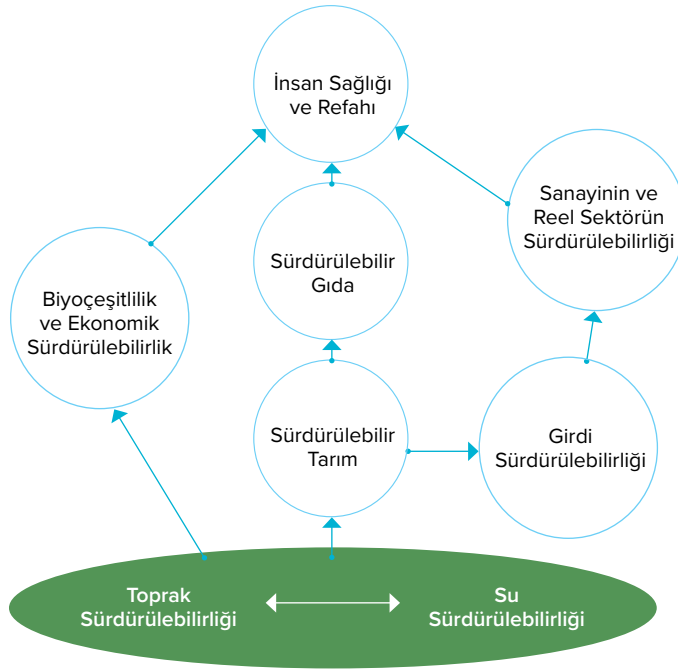
6

Değerlendirmeler

Raporun bu kısmında, çalışma kapsamında yapılan görüşmelerden ve ek okumalardan hareketle ortaya çıkan sorun alanlarının ve çözümlerin değerlendirilmesine yer verilmiştir. Bu kapsamda; çalışmanın odağını oluşturan toprak ve su kaynaklarının sürdürülebilirliğine, veri analitiği ve analizine, sulamaya, toprak, toprak analizi, toprak sağlığı ve kalitesine, gübre, kompost, kimyasal ilaçlar, mikropplastik ve nanoplastik kirliliğine, topraksız tarıma, insan kaynağı ve üretici boyutuna değinilerek genel bir değerlendirme sunulmuştur.

6.1. Toprak ve Su Kaynaklarının Sürdürülebilirliği

Toprak ve su varlıklarının sürdürülebilirliği, tarımın ve dolayısıyla gıdanın sürdürülebilirliği konusunda belirleyici olmakla birlikte, aynı zamanda ekolojik sürdürülebilirlik konusunda da belirleyici bir etkiye sahiptir. Karşılıklı ve birbiriyle etkileşim içinde olan toprak ve su özelinde sürdürülebilirlik ilişkisi Şekil 23'te verilmiştir.



Şekil 23: Toprak ve Su Özelinde Sürdürülebilirlik İlişkisi

6.2. Veri Analitiği ve Analizi

Ülkemizde tarımsal veriler sistematik ve gerçek zamanlı tutulamamaktadır. Bu sebeple, ülkemizde tarımsal etkinlikler, **Türkiye kaynaklı veri tabanlarından daha çok uluslararası kuruluşların yayınladığı verilerden hareketle belirlenmektedir.** Tutulan verilere erişim konusunda ise **veri kalitesi, veri çeşitliliği, verinin doğrulanabilirliği ve verinin frekansı** gibi eksiklikler yanında, araştırmacıların ve veri analiziyle ilgilenen profesyonellerin veriye erişiminde engellerle karşılaşmaktadır. Buradan hareketle, **ülkemizde tarım ve diğer alanların ortak ve önemli bir sorunu, veri ve bilginin yönetilmesine ilişkin sorundur.** Bu durum, kanıta ve veriye dayalı karar vermeyi, strateji ve politika oluşturmayı imkânsız kılarken bu alanda çalışan araştırmacıların ve profesyonellerin sistem için gerekli bilgileri üretme çabalarını da sekteye uğratmakta ve olumsuz etkilemektedir. **Günümüz teknolojileri sağlıklı, gerçek zamanlı, doğrulanabilir yani kaliteli verinin toplanmasını, depolanmasını, analiz edilmesini ve paylaşılmasını fazlasıyla mümkün kılmaktadır.** Tarihimizde devletin karar alma ve politika oluşturma süreçlerini sağlam verilere dayandırmak için veriye erişim **veri kalitesi, veri çeşitliliği, verinin doğrulanabilirliği ve verinin frekansı** alanlarında, **Osmanlı Devleti’nde Merkezi İstatistik Encümeni, Türkiye Cumhuriyeti’nde Merkezi İstatistik Dairesi, Devlet İstatistik Enstitüsü** gibi kurumlar yetkilendirilmiştir.

Halen Türkiye’de toprak, su, yerüstü ve yeraltı varlıklarımızın envanterine katkısı olacak değerli çalışmalar yapan kurumlarımız vardır ancak **“Türkiye Tarımı Büyük Veri Tabanı”nın oluşturulması beklenmektedir.** Bu veri tabanını oluşturmak için,

- Kurumlarımızda **“yalın veri”⁸ analitiği yöntemleri ve formatları kullanımı,** uygun altyapılar kurularak yaygınlaştırılmalı,
- Halen kullanılan ve büyük ölçüde beyana dayalı olarak toplanan **veriler doğrulanıp ayıklanmalı,**
- Bu veriler ışığında sürekli güncellenebilecek formatta **“Türkiye Toprak Envanteri”, “Türkiye Su Envanteri”, Türkiye Çiftlik Hayvanları Envanteri”, “Türkiye Ürün Envanteri”** gibi veri başlıkları altında varlıklarımız belirlenmeli,
- Bu başlıklar altındaki **varlıklarımız tarım havzalarına göre ilişkilendirilmeli,**
- **“Havza Temelli Tarımsal Üretim Planı”** oluşturmak üzere her havzanın tarımsal üretici güçlerinin bugünkü ve gelecekteki potansiyellerine göre

8. Yalın veri: Nesnel, yorumsuz, görül ve politikalarla aldatıcı şekilde bozulmamış veriyi tarif etmektedir.

her havza için üretim modeli ve planı hazırlanmalı,

- Her havzada, her kesimden tarım paydaşlarının temsil edildiği **“Tarım Kurultayları”** düzenlenmeli,
- **“Havza Temelli Tarımsal Üretim Planı”** bu kurultaylarda görüşülmeli,
- Alınan kararların değerlendirilmesiyle, henüz oluşturulamamış olan **“Türkiye Tarım Ana Planı”** oluşturulmalıdır.

Bu yapı kurulduğunda, tarımsal koşulların değişimine sürekli uyaranabildiği için kötü ekonomik sürprizler ve dışa bağımlılık en aza indirilebilecektir.

Yalın veri analizi ve sentezine dayanmadan karar vermek, doğru strateji ve politika geliştirmek olanaksızdır. Bu durum verilerle çalışan görevli ve araştırmacıların bilgi üretme çabalarını da olumsuz etkilemektedir. **Günümüz teknolojileriyle sağlıklı, gerçek zamanlı, doğrulanabilir yani yalın verinin toplanması, depolanması, analiz edilmesi ve paylaşılması rahatlıkla mümkündür.** Tarımda büyük veri tabanının üretilmesi ve bunun uzun vadeli projeksiyonlarla paylaşılması, **buna dayanan bir tarım ana planı uygulaması, tarımsal ekonomiyi güçlendirmekle kalmayacak, tarıma ilişkin olası sorunların erken dönemde sistematik olarak belirlenmesini ve çözüm için ipuçlarını sağlayacaktır.**

- Ülkemizin toprak varlığının sistematik olarak izlenmesi, bu **amaçla veri toplanmasının sürekli hale getirilmesi,**
- Var olan toprak **verilerinde kalitenin artırılması için toplama ve sınıflandırma sistematiklerinin iyileştirilmesi,**
- **Toprak varlığının izlenmesi konusundaki bilimsel araştırmaların öncelikle desteklenmesi,**
- Siber güvenlik kurallarına dikkat edilerek oluşturulan **veri tabanına erişimin, araştırmacı ve görevlilere, sentezlenmiş bulgu ve sonuçların ise herkesle paylaşımına açık olması,**
- **Güvenilir olmayan veriye dayanarak karar alınmaması,**
- Toprağın verilere dayanarak yönetimi için tüm paydaş ve/veya temsilcilerinin katıldığı bir tür **“toprak yönetim yapısı”** oluşturulması

gerekmektedir.

6.3. Sulama

Ülkemizin, iklim krizinden çok etkilenecek ülkeler arasında olmasının beklendiği, özellikle ilerleyen dönemlerde su kıtlığı çekeceği, son birkaç yılda tarım alanlarında kuraklığın kendini hissettirdiği ifade edilmektedir. **Tatlı su kaynaklarımızın dörtte üçünü kullanan tarımsal sulamayı iyileştirmeye yönelik, toprak, bitki, gıda, iklim ve ekoloji ile ilgili bilimlerin ışığında her türlü yenilik hem tarımsal üretim konusuna hem de genel olarak Türkiye’de su yönetimine çok olumlu katkı yapacaktır.** Kaynaklarımızın etkin olarak kullanılması için aşağıda sıralanan önlemlerin, su sorununun temelden kavranması ve çözümlenmesinde esaslı rollerinin olacağı açıktır.

1. **Her havzada ekilecek ürünler, havzanın coğrafya, iklim ve toprak özellikleri ve sürdürülebilir üretim temel alınarak merkezi olarak planlanmalıdır.**
2. **Destekler ve teşvikler yoluyla kuraklığa ve iklim değişikliğine dayanıklı ürünlerin ekimine geçiş finanse edilmelidir.**
3. **Su kıtlığı olan yerlerde su gereksinimi yüksek olan ürünler desteklenmemeli ve yaygın çiftçi eğitimleri ile su tüketimi daha düşük ve havzanın iklim ve toprak yapısına daha uygun ürünlere geçiş özendirilmelidir.**
4. **Havzanın şartlarına uygun fakat ekonomik getirisi daha düşük ürünlere geçen üreticilere yeterli finansal destek sağlanmalıdır.**
5. Havza içinde bitkinin farklı fenolojik dönemlerindeki su tüketimi, hava ve toprağın sıcaklık ve nemi, buharlaşma mekanizmaları uyarınca **en iyi sulama programları oluşturulmalıdır.**
6. **Suyun araziye kapalı sistemlerle taşınması, açık kanal ve kanalet sistemlerinin acilen ve tamamen terk edilmesi sağlanmalıdır.**
7. **Ürüne en uygun basınçlı ve verimli sulama yöntemleri belirlenerek kullanılmalıdır.**
8. İklim değişikliği ve buna uygun olmayan su tüketimi sonucunda su kıtlığı tehlikesinin yaklaşması nedeniyle, **gelecekte suyun yönetimi ve finansmanına yönelik su için gelecek borsası** oluşturulduğu ve benzeri arayışların olduğu görülmektedir. Çok temel bir insan hakkı ve kaynağı olan suyun pazar ürünü haline getirilmesi çok dikkatle ve titizlikle ele alınmalıdır. Gün geçtikçe etkisini hissettiren iklim değişikliğiyle kuraklık artıp su kıtlığı başlayınca bu tür arayışlar daha da artacaktır.
9. Tarım alanları ve kent alanlarının günden güne iç içe geçiyor olması ve sulamada tatlı suyun dörtte üçünün kullanılması nedeniyle, tarımsal alanlardaki üreticiler ve kentliler arasında aynı kaynakları kullanmaktan

dolayısı ile ortaklığı çalışmalarının yapılması yakın gelecekte önemli olacaktır.

10. **Bazı ülkelerde kentlerde kullanılmayan suların yer altında depolanarak tarımsal sulamada kullanılması** gibi, suyun verimli kullanımı ve depolanmasına ilişkin uygulama örneklerinin ülkemizde de uygulanabilirliğine yönelik çalışmaların yapılması gerekmektedir.
11. **Yer altı su kaynaklarının kontrolsüzce kullanılmasına yönelik çeşitli tedbirlerin alınması, yer altı sularının kullanımının izlenmesi ve her havzaya yönelik kullanım kısıtlamalarının getirilmesi gerekmektedir.** Bu kısıtlamaların, her havzada çiftçi birliklerinin görüşleri alınarak yapılması durumunda daha etkili olacağı düşünülmektedir. Aksi takdirde kaçak kuyu sayısı hızla artacak ve kısıtlamalar amacına ulaşmayacaktır. Üreticiler, kısıtlama kararı alma sürecine dahil edilmelidir.

6.4. Toprak

Kuraklıktan yalnızca var olan su kaynaklarımızın etkilenmeyeceği, bununla birlikte ekilebilir topraklarımızın da şimdiki fiziksel, biyolojik ve kimyasal yapılarında değişimler gerçekleşeceği açıktır. Küresel ısınma ve buna bağlı olarak kuraklıkla birlikte topraklarımızın karbon depolama özellikleri şimdiden azalmaktadır. Yapılan çalışmalar, küresel ısınmadan dolayı topraklarımızın daha fazla karbon salımı yapacağını vurgulamakta ve özellikle yüksek enlemlerde bulunan toprakların bu durumdan çok daha fazla etkileneceğini belirtmektedir.

Ülkemizdeki toprakların sağlık ve kalite gibi parametreler ve içerisinde barındırdığı organik madde miktarı (organik bileşenler) bakımından yetersiz olduğu dile getirilmektedir. **Tüm dünyada olduğu gibi, ülkemizde de ekilebilir topraklar gün geçtikçe azalmaktadır.** Gereksiz yere veya gereğinden fazla zirai ilaç ve kimyasal gübre kullanımı ve aşırı sulama nedeniyle toprağın tuzlanması ve çoraklaşması gibi toprağa yapılan aşırı müdahaleler, toprak sağlığını, su tutma kapasitesini etkilemekte, yer altı ve yer üstü su kaynaklarımızı kirlletmekte ve tüm ekosistem canlılarına zarar vermektedir.

Kirlenen yer altı suyu, ancak yerinde santral kurulusla temizlenebildiği için bu işlem zor ve pahalıdır. **Kimyasal gübre ve ilaçların yanlış uygulanması, suyun temizlenemeyecek şekilde kirlenmesi demektir.** Bu nedenle, üreticinin bilgisizce aşırı gübre kullanımını engellemek için,

- **Ürünün ve toprağın gerektirdiği besin elementlerini verecek şekilde gübrelemesi konusunda eğitilmesi, değişken oran gübreleme teknolojilerinin geliştirilmesi ve çiftçinin yaygın kullanımı için desteklenmesi, ve bu şekilde en doğru seviyede gübre kullanımının sağlanması,**

- Toprak analizinin desteklenerek özendirilmesi ve yaygınlaştırılması,
- Arazi büyüklüğü ve beklenen ürün miktarına göre “gübre kotası” konulması

gibi adımlar atılmalıdır.

Ülkemiz topraklarının zannedildiği kadar verimli ve organik madde bakımından zengin olmadığı şeklindeki saptama ve açıklamalar, yanlış tarım, sanayi ve kentleşme uygulamalarının topraklarımızda yarattığı zararın başka türlü anlatımıdır.

GAP bölgesinin, barajlarla sulandıktan sonra tuzlanmayla tanışması, yeni teknik olanaklara geçerken kültürel ve teknolojik olarak ne ölçüde hazırlıksız olduğumuzun başka bir göstergesidir. GAP’tan önce bölgede su bol olmadığı için ölçülü kullanılıyordu. Yeraltı su seviyesi de yüksek değildi. Fakat GAP’tan sonra yeni su olanaklarıyla, (fazla suyun toprağa neler yapabileceğini bilmeyen) eski tarım kültürü birleşince bölge, tuzlanmayla tanıştı. Bu, tarımımızda halen devam eden temel eksikliklerimizin çok tipik bir örneğidir. **Bir üretim ya da yaşam sürecinde, yeni bir teknolojik uygulama başlatılmadan önce,**

- Yeniliğin getireceği olumlu ve olumsuz sonuçların neler olabileceği incelenmelidir.
- Eski ile yenin uyumu ve dönüşümü için yapılacaklar belirlenmelidir.
- Yenilik pilot ölçekli uygulamalarla denenmelidir.
- Başarılı ve başarısız diğer ülke uygulamalarından dersler çıkarılmalıdır.
- Yeni teknolojik uygulamayı yaygınlaştırma yöntemleri belirlenmelidir.

“

Doğru toprak analizi ile üretilen bilgi, üreticilerin ve tarımsal girişimcilerin üretim sezonunda yapacakları uygulamalar konusundaki karar süreçlerine temel oluşturacaktır.

6.5. Toprak Analizi

Çalışmamızda erişilen bulgular, **ülkemizdeki toprak analizi laboratuvarlarının akredite olma, kalibrasyon ve aynı örnekler üzerinde ortak deneyler yapma gereksinimleri olduğunu göstermektedir.** Aynı topraktan alınan numunelerin farklı laboratuvarlarda hatta zaman zaman aynı laboratuvar da analiz edilmesinde bile **tutarlı ve tekrarlanabilir sonuçlar alınmadığı** dile getirilmektedir. Toprak analizlerinin tekrarlanabilir olmadığı ve güvenilirliğinin düşük olduğu belirtilmektedir. Diğer yandan, gübre laboratuvarlarının akredite olma zorunluluğu bulunmasına rağmen aynı zorunluluğun toprak laboratuvarlarında olmayışına ilişkin tartışmaların olması bir çelişki yaratmaktadır. **Toprak analizi yapan laboratuvarların akredite edilmesi** kalibrasyon gereksinimlerinin giderilmesi bu sorunlara çözüm sağlayabilir. **Analiz sonuçlarına güvensizlik, bilinçli üreticilerin bile analize mesafeli yaklaşmasına neden olmuştur.**

Toprak niteliğinin tam olarak belirlenmesi için ek olarak **organik analizlerin de yapılması gereklidir ve bu analizlere destek olacak teknolojilere yönelik inovasyon faaliyetlerinin özendirilmesi faydalı olacaktır.** Ülkemiz, toprak fakiri bir ülke değildir, ancak, topraklarımızın çoğu hem doğal şartlardan hem de içerdiği organik maddeler ve hatalı toprak işleme yöntemleri yüzünden fakir olarak değerlendirilmektedir. Şu anda topraklarımızdaki ortalama organik madde miktarı %4 olması gerekirken, %1-2 aralığında olan bölgeler ve %0.5-1 aralığında olan bölgeler vardır.

6.6. Toprak Sağlığı/Kalitesi

Ülkemizdeki toprakların sağlık, kalite ve barındırdığı organik madde miktarı bakımından yetersizliği dile getirilmektedir. Gerekli olmayan veya gerekli olduğunda ise aşırı dozda zirai ilaçlama ve kimyasal gübreleme, gereğinden fazla toprak işleme ve aşırı sulama şeklindeki müdahaleler nedeniyle toprak tuzlanmakta, kimyasallarla kirlenmekte ve organik madde yönünden zayıflamaktadır. Toprak sağlığı ve kalitesi etkilenmekte, ekosistem zincirindeki canlılar zarar görmektedir.

Toprak sağlığı ve verimli toprak birbiriyle karıştırılmaktadır. **Toprak sağlığı**, toprakta yaşayan canlıların bir aradayken gösterdikleri uyum niteliği olarak tanımlanabilir. Solucanlar, eklembacaklılar, mantarlar, bakteriler vb gibi canlılar oluşturdıkları yaşamsal faaliyetlerle çoğalabiliyorlarsa toprak sağlıklıdır. Sağlıklı toprak verimli hale dönüştürülmeye en yatkın topraktır.

Toprak sağlığı ve toprak kalitesi kavramlarına ilişkin de karışıklık olduğu dile getirilmektedir. **Toprak kalitesi kavramı**, toprağın işlevini yerine getirebilme yeteneğini ifade eden, toprağın doğal veya beşeri etkilere karşı tepkisini, direncini ya da toprağın kullanım sonuçlarını yansıtan bir gösterge olarak görülmektedir. **Toprak sağlığı** ise toprağın ve toprak içerisindeki canlıların canlılık vasıflarına atıf yapan bir kavramdır. **Sağlığı bozulan toprağın iyileştirilmesi ve yapısal özelliklerinin yeniden kazandırılması en az 5-6 yıl sürebilen uzun ve zor bir süreçtir.** Toprak sağlığı ve kalitesinin korunması için yapılan genel uygulamalardan bazı örnekler;

- **Toprağa yararlı bakteriler, mantarlar, su tutucu ve su geçirgenliğini artırıcı organik maddeler verilebilir.**
- **Yeşil gübreleme, organomineral gübre ve kompost kullanımı, toprağı az işlemek gibi topraktaki organik madde miktarını artırıcı uygulamalar yapılabilir.** (Bu tür uygulamalar, ürünün kimyasal gübreyi topraktan daha iyi almasına yardım ederek kimyasal gübre kullanımını ve maliyetleri azaltır.)

- **Tuzak ve kardeş bitkiler ve örtü bitkileri ekilebilir.**
- **Toprak sürülmeden veya derin işlemeden ekilebilir.** (Doğrudan ekim, pulluksuz tarım, anıza ekim, organik maddeyi korur, işgücü, yakıt tasarrufu yanında karbon salımı konusunda da olumlu katkılar sağlar.)
- **Mikrobiyal gübre kültürü üretimi, gübrelemesi ve mikrobiyolojik uygulamalar yapılabilir,** (Örneğin, bitki kökleriyle ağ şeklinde bağlanarak ortak yaşam kuran Mikoriza mantar kültürü uygulaması)
- **Yavaş salımlı gübre kullanılabilir.** (Su kaynaklarını daha az kirleterek toprağı dolaylı yoldan korur.)

6.7. Gübre

Ülkemizde üretici, ürün verimini arttırmak için çeşitli elementler içeren çoğunlukla hazır kimyasal gübreler kullanmaktadır. **Ancak üreticinin, işlediğı toprağın element kompozisyonu ile ürün element gereksinimini karşılaştırarak gübre cinsi ve miktarını belirlemek gibi yerleşik bir kültürü olmadığı, makro ve mikro elementlerin miktarını öğrenmek için toprak analizine başvurmadan kaçındıkları ve gübreleme kararlarını, ürün gereksinimi ve analiz sonuçlarını karşılaştırarak almadıkları anlaşılmaktadır.** Üreticilerin, ancak teşvik verilen durumlarda toprak analizlerini yaptırdıkları da ifade edilmektedir. Yaygın olarak toprak analizi yapılmadığı, toprağın gereksinimi olan elementler belirlenmediğı için, üreticiler tarafından **fosfor içeriğı yüksek olan toprağı fosfor gübresi, potasyum içeren toprağı potasyum gübresi atılabilmektedir. Bu durum, giderek toprağın aşırı element birikimiyle kirlenmesine sebep olmaktadır.**

Üreticinin, kimyasal gübre kullanmazsa ürün veriminin düşeceğine ve daha az kazanacağına ilişkin kuvvetli bir algısının olduğu katılımcılarımızca dile getirilmiştir. Oysa ki kompost gübresinin uygulanmasıyla kimyasal gübre kullanım oranları azaltılabilmektedir.

6.8. Kompost

Kimyasal gübrelere göre kompost çok daha sağlıklı ve sürdürülebilir bir doğal gübredir. Ancak **üreticilerin, kompostu yeteri kadar tanımadığı, kendi kompostlarını üretmekten ziyade, bayilerden aldıkları kimyasal gübreleri kullanmaya daha fazla eğilimli oldukları ifade edilmektedir.** Bu konuda, bir uzman eşliğinde her havzada seçilecek **pilot çiftliklerde, elbirliğiyle sahada kompost yapımının gerçekleştirilmesi,** imece kültürünün canlanmasına, kompostun sürdürülebilir ve sağlıklı toprak için daha uygun bir gübre olarak yaygın kullanımına ön ayak olabileceğı düşünülmektedir.

**Kompost**

- Kompost, organik atıkların mikroorganizmalar tarafından oksijenli ortamda bozunmasıyla oluşan humus benzeri besleyici ve biyopestisit özelliği de olabilen bir üründür (44).
- Kompost gübre içeriği, yapımında kullanılan atıkların cinslerine ve oranlarına bağlı olarak organik madde ve mineraller açısından farklılık gösterebilir. Organik atıkların kompostlaştırılması çevresel bir çözüm olmasının yanı sıra toprağı iyileştirmesi, kirliliğı azaltması ve kimyasal gübreye olan bağımlılığı azaltması, toprak erozyonu riskini düşürmesi açısından oldukça avantajlı bir çözüm olarak görülmektedir.
- Kompost yapımı ve kullanımı, kimyasal gübrenin olumsuz etkilerini azaltması ve üreticinin çiftliğinde üretebildiğı gübre olması bakımından değerlidir. Ancak, bu yöntemin ülkemizde üreticiler arasında yaygın olarak kullanılmadığı belirtilmektedir.

Kaynak:

(44) Ağaayak, T.; Öztürk, L. (2017), Türkiye’de Tarım Sektöründen Kaynaklanan Sera Gazı Emisyonlarının Azaltılmasına Yönelik Stratejiler, Sabancı Üniversitesi İstanbul Politikalar Merkezi.

(45) Öztürk, M. (2017), Hayvan Gübresinden ve Atıklardan Kompost Üretimi, Çevre ve Şehircilik Bakanlığı.

Yavaş Salınlımlı Gübre

Yavaş salınlımlı gübreler, içerdikleri bitki besin maddelerinin sudaki çözünürlüğüne ve bitkinin bulunduğu ortam koşullarına bağlı olarak, yavaş çözülerek bitkiyi daha uzun süreli besleyebilen sıvı ve katı formdaki gübrelerdir (46). Yavaş salınlımlı gübrelerin en önemli özelliğı, klasik gübrelerin aksine, yer altı su kaynaklarına karışıp kirlenme olasılıklarının çok düşük olmasıdır. Diğer gübrelerle kıyasla yavaş salınlımlı gübreleri daha düşük dozda kullanmanın yeterli olacağı belirtilmektedir. Bu sayede klasik gübrelerle göre çevreye ve su kaynaklarına uyumlu bir çözüm olarak görülmektedir.

Kaynak:

(46) AKALIN, G. O. Kontrollü ve Yavaş Salım Gübre Sistemleri. Fen Bilimleri ve Matematik, 99.

Topraklarımız için en erişilebilir, iyileştirebilir ve sürdürülebilir olanın, kompost uygulaması olduğu düşünülmektedir. Kompost, içerdiği organik madde miktarı yanında **toprak aktivatörü olması nedeniyle aynı zamanda bir biyopestisittir. Büyük tesislere gereksinim duyulmadan, doğru formülasyon ve eldeki hammadde ile çiftçi tarafından üretilebileceğinden, kompost işlevsel ve çevre dostu bir uygulamadır.**

Hem kimyasal gübre kullanımına bağıllığı azaltması açısından hem de toprak sağlığını iyileştirmesi, toprak organik maddesini ve su tutma kapasitesini artırması nedeniyle ve iklim değişikliği sonucunda artacak kuraklıklara karşı toprağı ve dolayısıyla üreticiyi daha fazla koruyacağı için kompost kullanımı Türkiye için çok önemlidir.

Hem aerobik hem de solucan kaynaklı kompost, üretici arazisinde var olan olanaklarla üretilebildiğı için küçük ölçekliyen bile maliyet etkin bir çözüm olmaktadır. Bunun için, **üreticiye kompostun faydaları ve üretim yöntemleri hakkında teknik bilgi sağlanması ve üreticinin elindeki hammaddeye göre oluşturulan formülasyonla kompost reçetesi geliştirilmesi,** yaygın ve etkin kompost üretim yapılmasını sağlayacaktır.

Üreticinin kendi imkânlarının ötesine geçen durumlarda ise, **bölgelerde veya köylerde kompostlama merkezleri kurulabilir.** Gelişmiş ekonomilerde yaygın biçimde görülen kompostlama merkezleri (biyo-kömür de üretilebilmektedir) yerel yönetimler, kooperatifler ya da üretici birlikleri tarafından işletilebilmektedir. Profesyonel yönetim usullerinin benimsenmesi ile gereksinime göre reçete oluşturulması, getirilen malzemelerinin kayıtlarının tutulması, üreticiye getirdiğı malzeme oranında katkı verilmesi vb. uygulamalar ile yüksek süreç/çıkıtı kalitesi sağlanabilmektedir.

Hem hayvansal hem de bitkisel üretimi bir arada yapabilen üreticiler/bölgeler, üretim atıklarını dönüştürerek bir diğeri için kullanabilme potansiyeli ile daha avantajlı konumda olacaktır.

Üretim tesisi ve malzemenin birbirine yakın olması ve hayvansal kaynaklı malzemelerin separatörden doğrudan bio-reaktöre gitmesinin sağlanabilmesi, maliyetleri düşüren bir etmen olacaktır.

6.9. Kimyasal İlaçlar

Üreticilerin yıllar içinde yoğun kimyasal ilaç uygulamaları nedeniyle zehirlenebildikleri hatta bazen hayatlarını kaybettikleri vurgulanmaktadır. Türkiye’de Sağlık Bakanlığı Ulusal Zehir Merkezi raporları, 2014’te 7303 olan tarım kimyasalları ile zehirlenme vakasının 2018 de 8945’e çıktığını

bildirmektedir. Dünya ölçeğinde kimyasal ilaç zehirlenmelerinin son 30 yılda 15 kat arttığı, dünya çiftçi nüfusunun %44'ünün her yıl çeşitli kimyasal ilaç kaynaklı zehirlenmeler yaşadığı, hatta **her yıl yaklaşık 20.000 çiftçinin bu nedenle hayatını kaybettiği saptanmıştır**. Bu durum, son 30 yıl içerisinde kimyasal ilaç kullanımının ciddi bir biçimde artması (küresel olarak 1990 yılından 2017 yılına kadar kimyasal ilaç kullanımında %82'lik bir artış gerçekleşmiştir) ve üreticilerin kimyasal ilaç konusunda farkındalığa sahip olmalarına karşın kimyasal ilaçların kullanımı ve sonrasında kişisel sterilizasyon sürecine ilişkin uygulamalarda eksikliklerinin olmasından kaynaklanmaktadır (43). Bütün bunlar zararlılarla mücadelede başka yöntemler bulmak zorunda olduğumuzu göstermektedir. Kimyasal ilaçların yasaklanması zamanla gerçekleşecek bir durum olsa da bu konuda gündemde olan konulardan Avrupa Yeşil Mutabakat Eylem Planı'nda belirtildiği gibi, **üreticiler, kimyasal kullanımını azaltmak ve ekosistemin dengesini tekrardan sağlamak için adım atmakla yükümlüdürler**.

6.10. Kirlilikte Mikroplastik ve Nanoplastikler

Tarım topraklarımız, ağır metallerden organik kirleticilere ve mikroplastiklere kadar pek çok kirletici unsurla karşı karşıya kalmaktadır. Bu kirleticiler arasında son yıllarda fark edilen ve araştırmalara konu olan **mikroplastikler, oldukça ciddi düzeyde hem su kaynaklarında hem de toprakta görülmeye başlanmıştır**. Mikroplastikler ve nanoplastiklerin kirleticiliği konusunda uluslararası literatürdeki çalışmaların uzunca bir geçmişi vardır. Fakat Türkiye'de bu konunun yeni ele alınmaya başlandığı görülmektedir. **Su kaynaklarımızda rastlanan mikroplastikler üzerinde çalışmalar başlamış ancak toprakta bulunan mikroplastikler üzerine çalışmaların henüz yaygınlaşmadığı görülmektedir.** Mikroplastikleri ve nanoplastikleri saptamak için gerekli ekipman altyapısının oluşturulmasında araştırmacıların çeşitli teknik engellerle karşılaşabildiği dile getirilmiştir. Uluslararası çalışma sonuçlarına göre durum son derece kaygı vericidir ve toprakta mikroplastik ve nanoplastik kirleticiliği üzerine çalışmaların Türkiye'de de bir an önce başlaması son derece önemli görülmektedir.

6.II. Toprak ve Karbon İlişkisi

Tarım arazileri, girdisi ve çıktısı olan birer “açık hava fabrikası” olarak nitelendirilmektedir. Bu nedenle **karbonun olabildiği kadar organik bileşikler şeklinde toprakta depolanması, atmosferdeki karbon miktarının azaltılmasını ve toprağın besin değerinin zenginleştirilmesini sağlayacaktır.** Topraktaki organik karbon miktarı arttıkça sera gazlarından biri olan karbon dioksit azalacak, bu da iklim değişikliğini olumlu etkileyecektir. Ayrıca toprakta organik karbon seviyesinin yükselmesi, bitki oluşumu ve fotosentez döngüsünü destekleyecek, ekosistemin işleyişini sürdürmesine yaşamsal katkıda bulunacaktır. Bu nedenle, toprakta karbon tutumu konusuna yönelik geliştirilecek teknolojiler kritik derecede önemlidir.

6.I2. Topraksız Tarım

Ülkemiz topraklarının sağlığı ve kalitesinin sürdürülebilir tarımdan uzak anlayışlar neticesinde her geçen gün bozulduğu görülmektedir. Buna çözüm olarak görülen topraksız tarım uygulamaları konusunda farklı görüşler bulunmaktadır.

Topraksız tarımın,

- Her geçen gün artan dünya nüfusunu beslemeye yetemeyeceği,
- Maliyetli oluşundan ötürü sürdürülebilir olmadığı,
- Özünde doğaya müdahale olduğunu öne sürenler olmakla birlikte;
- Topraksız tarımın, konvansiyonel tarıma göre çok daha kazançlı ve verimli olduğunu,
- Yılın 12 ayı üretim yapılabildiği için doğal şartlardan en az etkilenen tarımsal üretim tekniği olduğunu,
- İş gücü ve zirai ilaç maliyetlerini de büyük oranda azalttığını düşünenler de bulunmaktadır.

Topraksız tarımın ülkemizde giderek yaygınlaştığı, özellikle başarılı genç girişimci örnekleri olduğu görülmektedir. Topraksız tarım yoluyla, mikro yeşillikler, domates ve çilek gibi ürünler yetiştirilmekte ve özellikle **Antalya, Mersin, İzmir, Manisa ve Yalova gibi illerimizde yaygın olarak topraksız kültür seralarının kurulduğu ve yaygınlaştığı bilinmektedir.**

Topraksız tarımın eğitim sistemi kapsamına alınması gerektiği, ve temel tarım uygulamaları ve gıda okuryazarlık eğitimi sırasında kullanılabilecek önemli bir yöntem olduğu da belirtilmektedir.

6.13. İnsan Kaynağı ve Üretici

- Ülkemizde pek çok alanda olduğu gibi, tarımda, özellikle de su ve toprak konularında nitelikli insan kaynağına gereksinim vardır. Bu alanda çalışanların bilgi ve formasyonlarının yetersiz olduğu, bu nedenle veri toplama, kaydetme ve yorumlama süreçlerinin istikrarlı olmadığı dile getirilmektedir. Diplomalı mezunun çok olduğu ancak nitelikli araştırmacı, uzman ve profesyonellerin az olduğu, diplomanın niteliği doğrudan sembolize edip yansıtmadığı, bunun da ziraat fakültelerindeki eğitim ve öğretimin kalitesiyle ilgili soru işaretlerinin artmasıyla ilişkili olduğu düşünülmektedir. **Ziraat fakültelerini tercih eden öğrenci sayısının her yıl azaldığı, ziraat eğitimi alan öğrencilerin ise mezun olma sürecinde zorluklar yaşadığı** dile getirilmektedir. Etkisi artarak hissedilen küresel ısınma ve buna bağlı artan kuraklığa karşı mücadelede daha çok gereksinim duyacağımız **ziraat fakültelerinin tarımsal yapılar ve sulama, toprak bilimi ve bitki besleme bölümlerinin öğrenci bulamaması ve bu bölümlerin kapanması oldukça çelişkili bir durumdur.**
- Tarım alanında faaliyet gösteren araştırma kurumlarının ve bu kuruluşlarda çalışan araştırmacı ve uzmanların, diğer ülkelerin kurumları ve alan uzmanlarıyla uluslararası ilişkiler kurarak iletişim ağlarını geliştirmeleri araştırma alanında başarılı olmanın ve dünyadaki gelişmeleri gerçek zamanlı olarak izleyebilmenin kritik koşullarından biridir. **İyi planlanıp yürütüldüğünde kısa süreli yurtdışı eğitim programlarının bile bilim insanlarının sosyal ağlarını, görgüsünü ve niteliğini hem nicel hem de nitel olarak arttıracığı** düşünülmektedir.
- **Tarım konusunda akademide üretilen bilgi ile sahada uygulananlar arasında kopukluk olduğu dile getirilmektedir.** Üniversite ve araştırma enstitülerinde üretilen bilginin tarımsal üretime yansıtılması konusunda çeşitli boşluklar olduğu gözlenmektedir. Bunun giderilebilmesi için üreticilerle aralarında köprü görevi yapan ve hem teorik hem de pratik bilgisi güçlü uzmanları içeren bir alt yapı gereksinimi vardır. Böyle bir alt yapı olmadığı için sahada aktif olarak yer alan üreticilerin, mühendislerin ve uzmanların bu bilgiye erişimde eksik kaldıkları ifade edilmektedir. **Tarımsal bilginin, üretildiği üniversitelerin bünyesindeki saha ofisleri aracılığıyla yaygınlaştırıldığı ülkeler bulunmaktadır. Ülkemizde ise, üniversitelerin tarım inovasyon merkezlerinin bulunmadığı, üniversite**

bünyesinde üretilen bilginin üretici ile paylaşıldığı bir ortamın olmadığı görülmektedir.

- Bir yandan üniversitelerde ve enstitülerde çalışma yöntemleri saha ile bağlantılarını kuvvetlendirecek yönde değiştirilirken, diğer yandan da üreticinin yeni teknikleri öğrenmek ve uygulamakla tarımda daha başarılı olacağını görerek öğreneceği, **Yerel Tarım Uygulama ve Eğitim Merkezleri kurulması** köklü çözümün en önemli adımı olabilir. Bu merkezlerde,
 - **Toprak sağlığının korunması,**
 - **Suyun temiz ve verimli kullanımı,**
 - **Zararlılar ve mücadele yöntemleri,**
 - **Toprağın zenginleştirilmesi,**
 - **Ürün çeşitlemeli ekim,**
 - **Yeşil gübre ve kompost üretim teknikleri,**
 - **İklim değişimine adaptasyonun temel ilkeleri anlatılabilir.**
 - **Eğitimlerle ilgili saha uygulamaları yapılabilir.** Bu çalışmaların yaygınlık kazanması için de seçilmiş merkezler üzerinden kamu ve üniversite iş birliği ile kurulacak Yerel Bilgi Aktarımı Merkezleri bir çözüm olabilir.
- Yeni bilgi üretiminin her geçen gün artarak sürdüğü bilgi çağında **üreticinin bilinçlendirilmesi ve sürekli biçimde üretilen yeni bilgi ile tanıştırılması, güncel bilginin tüm üreticilere yol gösterici olması** yaygınlaştırılabilir.
- **Üreticinin, sorunların çözümünde esas olarak üretim girdisi satan bayilere güvenme eğiliminde olduğu,** bunun dışındaki kurum, kuruluş ve otoritelere daha mesafeli olduğu dile getirilmiştir. Bunun ana nedeninin, bayilerin sahada hazır olmaları, üretimde yaşanan sorunlara pratik çözümler üretmeleri ve çiftçi ile yakın çalışmalarının olduğu düşünülmektedir. Bayiler dışında bu alanda çalışan uzmanların, saha personellerinin iş yüklerinin fazla olduğu dile getirilmektedir. Bu sebeple, **sahadaki üreticiler ile tarım konusunda uzman personellerin sahada bir araya gelmeleri zorlaşmakta ve aradaki ilişki zayıflamaktadır.** Ülkemiz üreticilerinin sahaya sıklıkla çıkan, teknolojik uygulama bilgisi yüksek uzmanlara ve bu kişilerin çalıştığı erişilebilir ve özerk kurumlara gereksinimi vardır.
- Üreticilere gereksinim duydukları bilgiyi aktarabilecek insan kaynağının, bu alanda faaliyet gösteren **araştırmacılar tarafından eğitilebileceği bir entegre mekanizma ile hem yeni ve yerli bilgi üretilir hem de bilginin yayılması sağlanır.** Tarımsal yayınların ve başta **TAGEM** enstitüleri ve üniversiteler olmak üzere tarım konusundaki araştırmalarda ve projelerde

ortaya çıkarılan bilimsel bilginin yayılması için çağımızın teknolojik imkânları göz önünde bulundurularak **ara yüzler ve mekanizmalar oluşturulması gerektiği** vurgulanmaktadır. Bu amaçla, **Bilgi Kutusu 11’de yer alan ve ABD’de yaygın biçimde uygulanan “Tarımsal Yayım Sistemi” incelenebilir.**

- Ülkemiz üreticilerine toprak sağlığı ve suyun verimli kullanımı konularında bilgi aktarımının en iyi hangi yöntemlerle yapılabileceği araştırılmalı ve seçilen yöntemin başarısı uygulama başladıktan sonra düzenli aralıklarla ölçülerek yöntem konusunda iyileştirmeler yapılmalıdır.
- **Toprak ve su konusunda uzmanlaşmış kooperatifler kurulabilir ve bu kooperatiflerde toprak sağlığının iyileştirilmesi ve tarımsal sulamada suyun verimli kullanılması konularında örnek uygulamalar yapılabilir.**
- Bitki ve hayvansal atıkların değerlendirilmesi ve organik madde oranı yüksek gübre elde etmek için kompost üretim merkezleri kurulup kompost yapılarak üreticiye girdi olarak sağladığı atık miktarıyla orantılı olarak dağıtımı sağlanabilir.
- Önder çiftçilerle birlikte tarla günleri düzenlenerek hem **teknoloji uygulamalarının gösterildiği hem de toprak sağlığı ve suyun verimli kullanımına ilişkin bilgilerin paylaşıldığı** bir ortam yaratılabilir.
- Yaygın inanış olan “Çiftçinin aklı gözündedir” ifadesinden de hareketle üreticilere **sahada gösterimlerin sağlanması son derece önemli ve gerekli görülmektedir.**
- Katılımcılarımız tarafından da ifade edildiği gibi, **yetiştirilen farklı ürünler için güçlü ve geniş katımlı üretici birliklerinin ve kooperatiflerin kurulması** uzun vadede hem üreticiler hem de kamu kurumları için kazanç sağlayacaktır. Bu birlik ve kooperatifler üyeleri olan üreticileri sürdürülebilir tarım teknikleri, su kaynaklarının verimli kullanımı ve toprak sağlığının iyileştirilmesi konularında eğitecekler ve sahada destekleyeceklerdir.
- Ülkemiz üreticilerinin geleneksel tarım anlayışından kopmalarının zor olduğu bu nedenle, yeni nesil teknolojilerin ve tekniklerin yaygınlaşması için üreticinin bilinç ve farkındalığının geliştirilmesi gerektiği belirtilmektedir. Tarımsal işgücümüzün demografik yapısına bakıldığında,
 - Tarımla uğraşan nüfusun yaş ortalamasının 50 yaş üstü olması nedeniyle yeni nesil teknolojik gelişmelere uyum göstermeye mesafeli yaklaştıkları,
 - Bölgeden bölgeye üreticinin bilinç düzeyinin farklılaştığı,
 - Bölgelerarası kültürel farklılığın, üreticilerin bir araya gelip kooperatifleşmesi önünde engel olduğu,

düşünülmektedir.

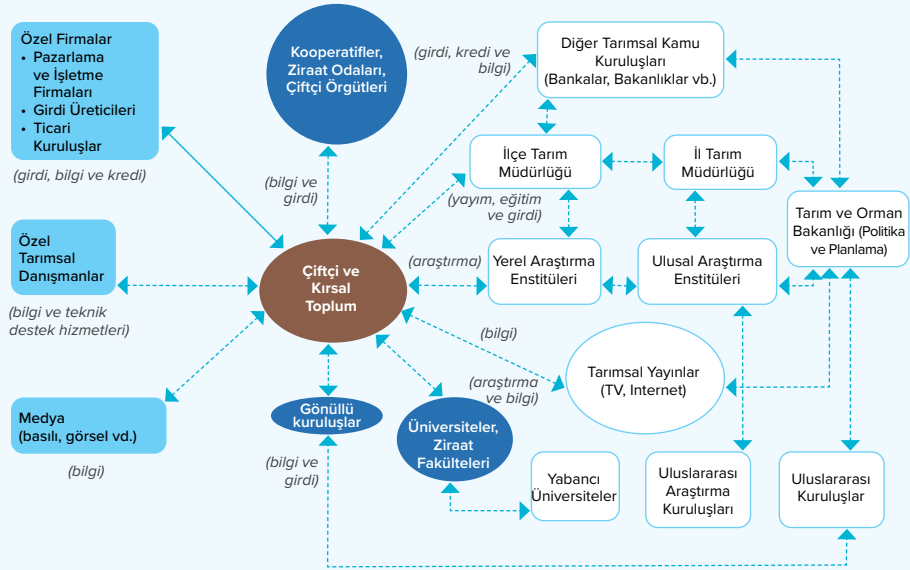


Bilgi Kutusu 11

Tarımsal Yayım Sistemi (Ing. Agricultural Extension System)

Tarımsal Yayım Sistemi, başta ABD olmak üzere tarımı gelişmiş ülkelerde değişik formlarda uygulanan, ülke çapında tarımsal üretimle uğraşan hem kırsal hem de kentsel alanlarda yaşayan çiftçilere yaygın eğitim yoluyla edinilen bilgileri sahada ulaştırmayı amaçlayan bir mekanizmadır. Hem araştırma alanında hem de sahada üretici ile birlikte uygulama alanında işletilen bir sistemdir.

Usta çırak ilişkisiyle yetişmiş ve tarımsal üretimin farklı konularında yüksek lisans ve doktora yapmış, hem araştırma hem de saha deneyimi güçlü Çiftlik Danışmanları (Farm Advisor) her bölgeye atanarak çiftçilerle karşılıklı bilgi alışverişinde bulunurlar. Bu sistem, ABD'de yaygın ve etkili bir şekilde başarıyla uygulanmakta, üniversiteler ve araştırma enstitülerinin elde ettiği bilgileri çiftçilere düzenli şekilde aktarmaktadır. Şekil 24'te Türkiye'de Tarımsal Yayım Sistemi'ndeki başlıca aktörlerin neler olduğu ve bu aktörler arasındaki ilişkinin niteliği yer almaktadır.



Şekil 24: Türkiye'de Tarımsal Yayım Sistemindeki Başlıca Aktörler

Kaynak:

(48) <https://nifa.usda.gov/about-nifa/how-we-work/extension> Erişim Tarihi:

(49) Savran, F., K. Demiryurek, O.N. Ozcatalbas, A. Aysegul and I. Boz, 2011. The agricultural extension system and practices in Turkey. Sci. Res. Essays, 6: 1831-1838.

Sürdürülebilir tarım ve yeni nesil üretim teknikleri ve teknolojilerine mesafeli yaklaşan üreticilerin ikna edilmeleri ve bu konudaki dirençlerinin kırılması,

- Yaygın olarak ve belli aralıklarla düzenlenen eğitimler,
- Önder çiftçiler üzerinden yapılan gösterimler,
- Etkili iletişim araçlarının kullanımı,

yoluyla sağlanabilir.

Diğeryandan, **merkezi yönetim ile üretici arasındaki erişimsizliğin çözümünde yerel yönetimlerin gelecekte teknolojik çözümlerle ilgilenmek de dahil olmak üzere kapsamlı bir sorumluluk anlayışıyla tarımsal üretim ve tüketim alanlarında daha etkin rol almaları gerekmektedir.**



7

Sonuç

Toprak ve su gibi miktarı artmayan doğal kaynaklara artan talebin karşılanabilmesi için bu kaynakların verimli ve sürdürülebilir şekilde kullanımı bir zorunluluk haline gelmiştir.

Küresel iklim değişimleri, toprak, su ve havadaki kirlenme bunun önemli göstergeleridir. Önlem alınmazsa canlı ve cansız tüm varlıklarıyla ekosistem dengesinin giderek değişeceği açıktır. **Riskleri yönetemeyenlerin krizleri yönetmek durumunda kalacağı bir döneme girilmiştir. Dünya ile birlikte ülkemiz de toprak ve su varlıklarının sürdürülebilirliği yönünde zor kararlar alma dönemine girmiştir.** Toprak ve su sorunları, uzun süredir dünya tarım ve çevre paydaşları tarafından tartışılmaktadır. Bu doğrultuda,

1. **Toprak, su ve havanın korunması,**
2. **İklim değişimine uyum,**
3. **Asimetrik endüstriyel gelişimin durdurulması,**
4. **Nüfus artışı ve çarpık kentleşmenin yavaşlatılması,**
5. **Doğal (yaban) ekosistemin ve biyoçeşitliliğin korunması,**
6. **İnsanın ekosistem kümelenmesinin efendisi değil sadece gelişkin bir üyesi olduğunun farkına varılması**

yönünde politikalar oluşturulup uygulamaya sokulmalıdır. Bu politikalarla elde edilecek sonuçların izlenmesi, sonuçlara göre gerektiğinde politika ve uygulamaların güncellenmesi sabır ve özenle izlenmesi gereken biricik yol olarak önümüzde durmaktadır. Her şeyden önce tarım, gıda, toprak, hava ve su ile bağlantılı olduğu açık olan insan varlığı bu uygulamalardan olumlu sonuçlar elde edilememesi durumunda tehdit altına girecektir.

İklim değişimi, toprak kaynaklarının durumunu, toprağın sağlığını, kalitesini ve karbon tutma kapasitesini de doğrudan etkilemektedir. Hatalı toprak işleme sistemleri toprak ekosisteminin “kendini yeniden inşa etme” yeteneğini önemli ölçüde sınırlandırmaktadır. Su kaynaklarının en verimli şekilde kullanılması, toprak varlığının korunması ve sağlığının artırılması gerekmektedir. Bu kapsamda **iklim değişikliğine uyum yaklaşımı tarımsal politikalara henüz yansımamıştır.**

Merkezi ve yerel otoritelerin, uygulama kararları ve genel yaklaşım politikalarını belirlemeden önce toplumla ve özellikle üretici ve üretici temsilcisi kurumlarla iletişimi yeterli bir şekilde yapmaları, daha sonra topluma anlatılmasını sağlamaları gerekmektedir. **Çiftçiden tüketiciye kadar tüm değer zincirinde, farkındalığın artırılması için yapılacak çalışmaların, ülkemiz kültürü, sosyolojisi ve insan kaynağının özellikleri dikkate alınarak ve çözümlerin toplumsal davranış psikolojisi profesyonelleriyle işbirliği içinde yürütülmesinden büyük fayda sağlanacaktır.**

“
Kaynakların verimli
ve sürdürülebilir
şekilde kullanımı
bir zorunluluk
haline gelmiştir.”
”

Uygulamaların, denetim ve yaptırım yönleri iyileştirilmiş politikalarla yapılması, yürürlükteki politikaların etki analizi sonuçlarına bakılarak uygulanması planlanan kararların iyileştirilmesi yoluyla bütüncül bir yaklaşım sergilenmesi gerekmektedir.



Çalışma Ekibi

Fusun Özüğür



Fusun Özüğür, 2018 yılında Hacettepe Üniversitesi Sosyoloji Bölümünden mezun oldu. Aynı yıl, Hacettepe Üniversitesi Sosyoloji Bölümünde yüksek lisans eğitimine başlayan Özüğür, 2022 yılı itibarıyla bu alanda bilim uzmanlığını aldı. Profesyonel iş yaşamına 2017 yılında Aile ve Sosyal Hizmetler Bakanlığı'nda stajyer sosyolog olarak başladı. 2021 yılı Haziran ayından itibaren TTGV Ekosistem Programları Koordinatörlüğü'nde Uzman Yardımcısı olarak görevini sürdüren Özüğür, Strateji ve Uzgörü Faaliyetleri kapsamında tarım ekosistemine ilişkin yürütülen çalışmalarda yer almaktadır. Akademik hayatında göçmen ve mülteci çocukların entegrasyonları üzerine çalışmalarını sürdüren Özüğür'un çalışma alanları arasında kitlesel göçler ve iklim göçü bulunmaktadır.



Güngör Yıldızbayrak



Evrenin bilinmeyen büyüleyici yapısını öğrenmek tutkusuyla fizik, matematik ve biyoloji gibi temel bilimlere ilgi duydu. PTT adına burslu okuduğu İTÜ'den mezun olduğu 1973 yılından bugüne, Türkiye'de yenilikçiliğin, bilim ve teknolojinin güçlenmesini gözetken ulusal ve uluslararası etkinliklere yoğun bir şekilde katıldı. Özel ve kamu kuruluşlarının (TÜBİTAK ve TTGV dahil) verdiği görevlerde çalıştı. Araştırma ve geliştirmeyi zorunlu bir yaşam şekli olarak seçip, elektronik, makine ve malzeme mühendisliği dallarında kuramsal ve uygulamalı uzmanlık çalışmaları yürüttü. Öğrendiklerini çevresiyle paylaşmaya ve gençlere her konuda yol göstermeye çalıştı. Halen kozmos, atomaltı parçacık fiziği, canlı yaşamın evrimi ve ekosistem entropisi konularında öğrenme ve araştırmaya devam etmektedir. Bir elektronik test laboratuvarında tam zamanlı görevli olan Yıldızbayrak, TTGV YK üyesi olarak bilim ve teknoloji, yönetim, tarım, gıda, toplum sağlığı ve eğitim etkinliklerinin ekosisteme uyumlu ve sürdürülebilir hale getirilmesiyle ilgili çalışmalara katılmaktadır.



Dr. Murat Salih



O.D.T.Ü. Elektrik ve Elektronik Mühendisliği'nden 1987'de lisans ve 1989'da yüksek lisans, A.B.D.'de Massachusetts Üniversitesi Elektrik ve Bilgisayar Mühendisliği'nden 1995'de doktora derecesini aldı. 1995'den bu yana Kilis'deki aile çiftliğini yönetiyor ve birçok ürün yetiştiriyor. Sürdürülebilir tarımsal üretim için toprak sağlığı, kompost yapımı, sulama suyunun verimli kullanımı ve toprakta karbon tutumunun artırılması konularını ve akıllı tarım teknolojilerini araştırıyor ve aile çiftliğinde uyguluyor. Şubat 2021'den bu yana TTGV STOK Tarım eş başkanlığını yürütüyor ve tarımın öncelikli konularında raporlar hazırlanmasına katkı sunuyor. Kasım 2021'den bu yana TTGV HİT Tarım Programı'nda danışmanlık yapıyor. 1999-2005 yılları arasında kurucusu olduğu ve kablosuz veri iletim teknolojileri geliştiren Komes Komünikasyon firmasında Ar-Ge yöneticisi ve 1996-1998 yılları arasında Karel Elektronik firmasında kıdemli Ar-Ge mühendisi olarak çalıştı. Uluslararası dergilerde yayınlanan makaleleri vardır.



F. Yağmur Fırat



F. Yağmur Fırat, Lisans eğitimini ODTÜ Felsefe Bölümü'nde tamamladıktan sonra İletişim Danışmanı olarak profesyonel hayatına başlamıştır. Daha sonra klinik araştırmalar, finans ve teknoloji işbirliği geliştirme alanlarında kariyer hayatına devam eden Fırat, 2019 yılı Nisan ayından bu yana TTGV'de Strateji ve Uzgörü Faaliyetleri kapsamında görev yapmaktadır. Yaşam boyu öğrenme ve gelişime inanan Fırat, 2019 Ocak ayında MBA eğitimini, 2020 yılında İş Analitiği Nanoderece programını ve 2022 yılında McKinsey Forward liderlik programını, ileri seviyeye devam etme başarısı göstererek tamamlamıştır.



Dr. E. Serdar Gökpinar



Dr. E. Serdar Gökpinar, Makine Mühendisliği Bölümünden Lisans, İşletme Yüksek Lisans, Teknoloji Yönetimi Doktora derecesi sahibidir. 1996-2011 yılları arasında TÜBİTAK'ta sırasıyla araştırmacı, çeşitli Ar-Ge projelerinin yürütücüsü ve grup koordinatörü görevlerini yürütmüştür. 2012-2018 yılları arasında TUSAŞ-TAI Teknoloji Yönetimi Müdürlüğü ve Muharip Uçaklar Direktörlüğü görevlerini üstlenmiştir. Halen, TTGV'de Ekosistem Programları Koordinatörü olarak görev yapan Gökpinar, ayrıca mühendislik yönetimi, Ar-Ge, teknoloji ve inovasyon yönetimi alanlarında araştırmacı ve ODTÜ'de öğretim görevlisi olarak akademik çalışmalarını sürdürmektedir.





Kaynakça

- (1) AKİB, (2020), Tarladan Sofraya Stratejisi, <https://www.akib.org.tr/tr/faaliyetler-avrupa-yesil-mutabakati-tarladan-sofraya-stratejisi.html> Erişim Tarihi: 1 Mart 2022.
- (2) İstanbul Üniversitesi Tarım Coğrafyası Ders Notları, https://cdn-acikogretim.istanbul.edu.tr/auzecontent/ders/tarim_cografyasi. Erişim Tarihi: 25 Ocak 2022
- (3) Kalkınma Bakanlığı, (2018), On Birinci Kalkınma Planı (2019-2023), Tarımda Toprak ve Suyun Sürdürülebilir Kullanımı Özel İhtisas Komisyonu Raporu.
- (4) AYDOĞDU, M. (2022), Türkiye'nin Tarım Ürünleri Üretim ve Dış Ticaretinde Gelişmeler, Çukurova Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi.
- (5)WWF, Türkiye'nin Yarınlara Raporu, (2010), https://wwftr.awsassets.panda.org/downloads/wwf_turkiyenin_yarinlari_projesi_final_raporu.pdf?3420/turkiyeninyarinlarraporu Erişim Tarihi: 21 Aralık 2021.
- (6) Tarım ve Orman Bakanlığı 1. Su Şurası, (2021), Tarımsal Sulama Grubu Çalışma Belgesi
- (7)DSİ, (2021), 2021 Yılı Performans Programı, <https://cdniys.tarimorman.gov.tr/api/File/GetFile/425/Konulcerik/760/1108/DosyaGaleri/dsi-2021-yili-performans-programi.pdf> Erişim Tarihi: 19 Ocak 2022.
- (8)Su Vakfı, Su Vakfı Ulusal İklim Değişikliği Modeli İlk Sonuçları, <http://www.suvakfi.org.tr/faaliyet-detay/su-vakfi-ulusal-iklim-degisikligi-modeli-ilk-sonuclari/64/> Erişim Tarihi: 25 Nisan 2022.
- (9)Feenstra, G., Ingels, C., Campbell, D. What is Sustainable Agriculture? University of California Sustainable Agriculture Research and Education Program. <https://sarep.ucdavis.edu/about#:~:text=The%20UC%20Sustainable%20Agriculture%20Research,relevant%20data%20and%20data%20analysis> Erişim Tarihi: 6 Haziran 2022.
- (10)Altieri, M. A. Agroecology: The Science of Sustainable Agriculture. Boulder, CO: Westview Press, 1995.
- (11)Gliessman, S. R. Agroecology: Ecological Processes in Sustainable Agriculture. Boca Raton, FL: CRC Press, 2000.
- (12) Hinrichs, C. C. & Lyson, T. A. Remaking the North American Food System: Strategies for Sustainability. Lincoln, NE: University of Nebraska Press, 2008.(13) SKD, (2014), Türkiye'de Suyun Durumu ve Su Yönetiminde Yeni Yaklaşımlar: Çevresel Perspektifler, <http://www.skdturkiye.org/files/yayin/Turkiyede-Suyun-Durumu-ve-Su-Yonetiminde-Yeni-Yaklasimlar-Raporu.pdf> Erişim Tarihi: 28 Nisan 2022.
- (14) TSKB Su: Yeni Elmas, (2019), https://www.tskb.com.tr/i/assets/document/pdf/TSKBBAkis_SUYeniElmas_Subat2019.pdf Erişim Tarihi: 24 Mart 2022.
- (15) Tarımsal Sulama Sektör Politika Belgesi, 2021-2025.

- (16) WWF, (2014), Türkiye'nin Su Riskleri Raporu, https://wwftr.awsassets.panda.org/downloads/turkiyenin-su-riskleri_raporu_web.pdf?4180/turkiyenin-su-riskleri-raporu Erişim Tarihi: 11 Mart 2022.
- (17) Tarım ve Orman Bakanlığı, Ulusal Su Planı 2019-2023 <https://www.tarimorman.gov.tr/SYGM/Belgeler/NHYP%20DEN%C4%B0Z/ULUSAL%20SU%20PLANI.pdf> Erişim Tarihi: 17 Şubat 2022.
- (18) OECD Stat (2022), Agri-Environmental other indicators, <https://stats.oecd.org/Index.aspx?QueryId=77296&lang=en> Erişim Tarihi: 13 Nisan 2022.
- (19) Tarım ve Orman Bakanlığı, (2021), Tarımsal Sulama Grubu Çalışma Belgesi, https://cdniys.tarimorman.gov.tr/api/File/GetFile/467/Sayfa/1497/1861/DosyaGaleri/tarimsal_sulama_grubu_calisma_belgesi.pdf Erişim Tarihi: 13 Nisan 2022.
- (20) Türkiye'de Su Durumu Nedir? Su Stresi Nedir? (2021), <https://barajdoluluk.com/turkiyede-su-durumu-nedir-su-stresi-nedir/> Erişim Tarihi: 8 Şubat 2022.
- (21) NASA (2021), Turkey Experiences Intense Drought. Erişim Tarihi: 11 Şubat 2022 <https://earthobservatory.nasa.gov/images/147811/turkey-experiences-intense-drought> Erişim Tarihi: 9 Mart 2022.
- (22) WRI (World Resources Institute), (2015), Ranking the World's Most Water-Stressed Countries in 2040. <https://www.wri.org/insights/ranking-worlds-most-water-stressed-countries-2040> Erişim Tarihi: 13 Ocak 2022.
- (23) Aldaya, M. M., Chapagain, A. K., Hoekstra, A. Y., & Mekonnen, M. M. (2012). The water footprint assessment manual: Setting the global standard. Routledge.
- (24) CENGİZLER, İ., AYDIN, M., ÖZPOLAT, E., DERELİ, H., DUMAN, S., & KARLI, A. G. R. G. Ö. (2020). Araştırma Dinamikleri.(25) WWF, Türkiye'nin Su Ayak İzi Raporu: Su, Üretim ve Uluslararası Ticaret İlişkisi, https://wwftr.awsassets.panda.org/downloads/su_ayak_izi_raporweb.pdf?2720/trkiyeninsuayakiziraporu Erişim Tarihi: 11 Mart 2022.
- (26) GAP Bölge Kalkınma İdaresi Başkanlığı, Sulama ve Sulama Yöntemlerinin Projelendirilmesi, (2012). <https://www.kalkinmakutuphanesi.gov.tr/assets/upload/dosyalar/9ae1c1617c44ab747fec6f7c11ca87968301.pdf> Erişim Tarihi: 30 Mart 2022.
- (27) WWF, (2020), Su Döngüsünü İyileştirmek İçin: Yağmur Suyu Hasadı, https://wwftr.awsassets.panda.org/downloads/ysh_web_ekim_2020_1.pdf?10340/Su-Dongusunu-lylestirmek-lcn-Yagmur-Suyu-Hasadi Erişim Tarihi: 16 Mart 2022.
- (28) Yağmur Suyu Hasadı, (2022), https://tr.wikipedia.org/wiki/Ya%C4%9Fmur_suyu_hasad%C4%B1 Erişim Tarihi: 16 Mart 2022.
- (29) Ankara Ticaret Borsası, Su Raporu, https://www.ankaratb.org.tr/lib_upload/Su%20raporu.pdf Erişim Tarihi: 3 Haziran 2022.

- (30) “Topraklarımızdaki Tuzluluk”, (2021), <https://www.hortiturkey.com/yazilar/topraklarimizdaki-tuzluluk> Erişim Tarihi: 3 Haziran 2022.
- (31) DSİ, (2021), 2020 Yılı Faaliyet Raporu, <https://cdniys.tarimorman.gov.tr/api/File/GetFile/425/Konulcerik/759/1107/DosyaGaleri/DS%C4%B0%202020-yili-faaliyet-raporu.pdf> Erişim Tarihi: 28 Nisan 2022.
- (32) Tarım ve Orman Bakanlığı, Bitkisel Üretim Verileri, <https://www.tarimorman.gov.tr/sgb/Belgeler/SagMenuVeriler/BUGEM.pdf> Erişim Tarihi: 25 Mayıs 2022.
- (33) TÜİK, (2018), Tarımsal Üretim İstatistikleri, <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Bitkisel-Uretim-Istatistikleri-2018-27635> Erişim Tarihi: 3 Haziran 2022.
- (34) Avrupa Çevre Ajansı, (2019), AÇA İşaretler: Avrupa’da Arazi ve Toprak, <https://www.eea.europa.eu/tr/publications/aca-isaretler-2019-avrupa2019da-arazi> Erişim Tarihi: 13 Nisan 2022.
- (35) “Toprak Son Nefesini Veriyor”, (2021) <https://www.bugday.org/blog/toprak-son-nefesini-veriyor/> Erişim Tarihi: 25 Nisan 2022.
- (36) Tema Vakfı, “Toprak Nedir?” <https://topraktema.org/toprak-nedir> Erişim Tarihi: 16 Şubat 2022.
- (37) AKGÜL, H., (2003), Tuzluluk, Ziraat Mühendisliği Dergisi. (340). Ankara.
- (38) ÇMUSEP, (2019), Çölleşmeyle Mücadele Ulusal Stratejisi ve Eylem Planı 2019-2030, Çölleşme ve Erozyonla Mücadele Genel Müdürlüğü Yayınları, Ankara. <http://cmusep.cem.gov.tr/Uploads/Documents/COLLESMEYLE%20M%C3%9CCADELE%20EYLEM%20PLANI%202019-2030.pdf> Erişim Tarihi: 9 Mart 2022.
- (39) Konakçı, M., E., Pak, Ö., Karbon, Toprak- Küresel Isınma, <https://www.stb.org.tr/Dosyalar/Arastirmalar/Karbon-toprak-kuresel-isinma.pdf> Erişim Tarihi: 13 Nisan 2022.
- (40) Ural Dinç, (1999), Sulu Tarım Alanlarında Tuzlulaşma ve Alkalileşme, Toprak Tuzlulaşması, İstanbul: TEMA Vakfı Yayınları. <https://topraktema.org/media/1363/tuzlanma.pdf> Erişim Tarihi: 6 Haziran 2022
- (41) Burton, I. (1987), Our Common Future, The World Commission on Environment and Development, <https://www.tandfonline.com/doi/pdf/10.1080/00139157.1987.9928891?needAccess=true> Erişim Tarihi: 28 Nisan 2022.
- (42) AKİB, (2020), AB 2030 Biyoçeşitlilik Stratejisi, 20 Mayıs 2020 Brüksel, <https://surdurulebilirlik.adasoport.com/Assets/Dosyalar/46ae20ae-add6-4f72-95d9-58a664d0425a.pdf> Erişim Tarihi: 28 Nisan 2022.
- (43) Boedeker, W., Watts, M., Clausing, P., & Marquez, E. (2020). The global distribution of acute unintentional pesticide poisoning: estimations based on a systematic review. BMC public health, 20(1), 1-19.

- (44) Aaçayak, T.; Öztürk, L. (2017), Türkiye’de Tarım Sektöründen Kaynaklanan Sera Gazı Emisyonlarının Azaltılmasına Yönelik Stratejiler, Sabancı Üniversitesi İstanbul Politikalar Merkezi.
- (45) Öztürk, M. (2017), Hayvan Gübresinden ve Atıklardan Kompost Üretimi, Çevre ve Şehircilik Bakanlığı.
- (46) AKALIN, G. O. Kontrollü Ve Yavaş Salım Gübre Sistemleri. Fen Bilimleri ve Matematik, 99.
- (47) Perma Kültür Türkiye, (2016), Toprak ve Karbonun İlişkisi, <http://permacultureturkey.org/toprak-ve-karbonun-iliskisi/> Erişim Tarihi: 13 Ocak 2022.
- (48) <https://nifa.usda.gov/about-nifa/how-we-work/extension> Erişim Tarihi: 12 Nisan 2022
- (49) Savran, F., K. Demiryurek, O.N. Ozcatalbas, A. Aysegul and I. Boz, 2011. The agricultural extension system and practices in Turkey. Sci. Res. Essays, 6: 1831-1838.
- (50) Jiang, Y., Yang, F., Kazmi, S. S. U. H., Zhao, Y., Chen, M., & Wang, J. (2022). A review of microplastic pollution in seawater, sediments and organisms of the Chinese coastal and marginal seas. Chemosphere, 286, 131677.
- (51) YURTSEVER, M. (2018). Küresel Plastik Kirliliği, Nano-Mikroplastik Tehlikesi Ve Sürdürülebilirlik. Çevre Bilim ve Teknoloji Dergisi, Basım sayısı, 1, 171-197.
- (52) FAO, (2021), Assesment of Agricultural Plastics and Their Sustaniability A Call For Action, Rome, Italy.
- (53) BBC, (2020), Microplastics: Is There Plastic in Our Fruit and Veg? 2022. <https://www.bbc.co.uk/newsround/53195056> Erişim Tarihi: 13 Nisan.
- (54) TTGV, Tarım Teknolojileri, HiT Perspektifinden Pazara Giriş İçin İpuçları. <https://www.ttgvtur.org.tr/tur/images/publications/606f3e795d263.pdf>
- (55) YURTSEVER, M. (2015). Mikroplastiklere Genel Bir Bakış. Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Fen ve Mühendislik Dergisi, 17(50), 68-83.
- (56) Zhang, J., Wang, L., Trasande, L., & Kannan, K. (2021). Occurrence of polyethylene terephthalate and polycarbonate microplastics in infant and adult feces. Environmental Science & Technology Letters, 8(11), 989-994.
- (57) Mohamed Nor, N. H., Kooi, M., Diepens, N. J., & Koelmans, A. A. (2021). Lifetime accumulation of microplastic in children and adults. Environmental science & technology, 55(8), 5084-5096.
- (58) <https://pikeconservation.org/soil-profile/> Erişim Tarihi: 3 Haziran 2022.
- (59) <http://depo.cografyahocasi.com/Rustu-Ilgar/Pedoloji-toprak-cografyasi.pdf> Erişim Tarihi: 6 Haziran 2022.

(60) TAGEM, (2018), Türkiye Topraklarının Bazı Verimlilik ve Organik Karbon (TOK) İçeriğinin Coğrafi Veritabanının Oluşturulması, Proje Sonuç Raporu.

(61) KELKİT, A. (2003). Çanakkale İlinde Sanayi ve Çevre İlişkisi Üzerinde Bir Araştırma. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 34(2).

(62) BARUT, Z. (2016). Ergene havzasında bulunan bazı yeraltı ve yüzeysel su kaynaklarının yüzeyaktif madde kirliliği yönünden incelenmesi (Master's thesis, Namık Kemal Üniversitesi).

(63) Öztürk, Elif. (2021), Toprak Analizleri ve Yorumlanması, Karadeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü. Erişim Adresi: https://arastirma.tarimorman.gov.tr/ktae/Belgeler/BGT/Toprak_Analizleri_ve_Yorumlanmasi.pdf

Notlar



www.ttgov.org.tr/tr



TÜRKİYE TEKNOLOJİ GELİŞTİRME VAKFI

MERKEZ / HEAD OFFICE
CYBERPARK CYBERPLAZA
B Blok Kat: 5-6 06800
Bilkent ANKARA - TÜRKİYE
Tel: +90 (312) 265 0272
Faks: +90 (312) 265 0262

İSTANBUL/İSTANBUL OFFICE
ARI TEKNOKENT
Arı 2 Binası A Blok Kat: 7 34469
İTÜ Ayazağa Yerleşkesi, Koruyolu
Maslak İSTANBUL - TÜRKİYE
Tel: +90 (212) 276 7560
Faks: +90 (212) 276 7580

#TeknolojiÜretenTürkiye