



**ÜLKEMİZDEKİ BAZI LABORATUVARLAR TARAFINDAN
HAZIRLANAN TOPRAK ANALİZ RAPORLARININ
BİLİMSEL OLARAK DEĞERLENDİRİLMESİ**

DORUK AYDOĞAN

Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı

Yüksek Lisans Tezi

Danışman: Prof. Dr. Korkmaz BELLİTÜRK

2024

T.C.
TEKİRDAĞ NAMIK KEMAL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



ÜLKEMİZDEKİ BAZI LABORATUVARLAR TARAFINDAN HAZIRLANAN
TOPRAK ANALİZ RAPORLARININ BİLİMSEL OLARAK DEĞERLENDİRİLMESİ

DORUK AYDOĞAN

ORCID: 0009-0001-8902-1910

TOPRAK BİLİMİ VE BİTKİ BESLEME ANABİLİM DALI
YÜKSEK LİSANS TEZİ
Danışman: Prof. Dr. Korkmaz BELLİTÜRK

AĞUSTOS-2024

Her hakkı saklıdır.

ÖZET

ÜLKEMİZDEKİ BAZI LABORATUVARLAR TARAFINDAN HAZIRLANAN TOPRAK ANALİZ RAPORLARININ BİLİMSEL OLARAK DEĞERLENDİRİLMESİ

Doruk AYDOĞAN

Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı

Yüksek Lisans Tezi

Danışman: Prof. Dr. Korkmaz BELLİTÜRK

Toprak analiz sonuçlarının raporlanması, analiz sonuçlarının düzenli, anlaşılır ve bilgilendirici bir şekilde sunulmasıdır. Türkiye'deki laboratuvarlarda kullanılan toprak analizi değerlendirme yazılımlarının ürettikleri raporlarda bir standart bulunmamaktadır. Bu durum, mevcut yazılımların raporlarında bazı hatalarla birlikte, toprak verimliliğini etkileyebilecek düzeyde yanlış bilgilendirmelerin olabileceğini göstermektedir. Bu tez çalışmasında toprak analizinin önemi şiddetle vurgulanmış ve toprak analizi, toprak analiz yöntemleri ve toprak analizi süreçleri hakkında çok yönlü bilgiler sunulmuştur. Bu çalışmanın amacı, ülkemizdeki toprak analiz laboratuvarları tarafından halen kullanılmakta olan toprak analiz raporlarının içeriğini, formatını ve gübreleme tavsiyesi amacıyla kullanımını incelemek ve iyileştirme önerileri sunmaktır. Mevcut laboratuvarlardan elde edilen analiz raporları incelenmiş ve bilimsel kıstaslara göre yeniden değerlendirilerek elde edilen bulgular neticesinde eksikliği hissedilen hususlarda ilaveler, güncellemeler ve yeni gelişmelere adaptasyon sağlanarak kullanımı kolay, web tabanlı yeni bir toprak analiz raporlama aracı geliştirilmiştir. Bu çalışmada Türkiye'de aktif olarak hizmet vermekte olan bazı laboratuvarlardan alınan toprak analiz raporları materyal olarak kullanılmıştır. Araştırma amacıyla test verisi olarak kullanılmak üzere tek bir laboratuvardan yeterli sayıda (100 adet) toprak analiz raporu temin edilmiştir. Bu çalışmada ayrıca ülkemizde faaliyet gösteren diğer birçok laboratuvarların hazırladığı başka raporlar da incelenmiş ve değerlendirilmiştir. Bu çalışmada bilimsel araştırmanın pratik uygulamalara nasıl dönüştürülebileceğini gösteren önemli bir örnek ortaya konulmuştur. Geliştirilen çevre dostu bu programın, toprakların gerçek gübre ve ıslah maddesi ihtiyacını ortaya çıkaracak olması açısından da çiftçilere ekonomik olarak katkı sağlaması beklenmektedir.

Anahtar Kelimeler: Bitki Besleme, Toprak Analizi, Toprak Analiz Raporu

ABSTRACT

SCIENTIFIC EVALUATION OF SOIL ANALYSIS REPORTS PREPARED BY SOME LABORATORIES IN OUR COUNTRY

Doruk AYDOĞAN

Department of Soil Science and Plant Nutrition

MSc. Thesis

Supervisor: Prof. Dr. Korkmaz BELLİTÜRK

Reporting of soil analysis results is the presentation of analysis results in an orderly, understandable and informative way. There is no standard in the reports produced by soil analysis evaluation software used in laboratories in Turkey. This shows that there may be some errors in the reports of existing software, as well as misinformation that may affect soil fertility. In this thesis study, the importance of soil analysis is strongly emphasized and versatile information about soil analysis, soil analysis methods and soil analysis processes is presented. The aim of this study is to examine the content, format and use of soil analysis reports currently used by soil analysis laboratories in our country for fertilization recommendations and to offer suggestions for improvement. The analysis reports obtained from existing laboratories were examined and re-evaluated according to scientific criteria. As a result of the findings, a new, easy-to-use, web-based soil analysis reporting tool was developed by providing additions, updates and adaptation to new developments in the missing areas. In this study, soil analysis reports received from some active laboratories in Turkey were used as material. A sufficient number of soil analysis reports (100) were obtained from a single laboratory to be used as test data for research purposes. In this research, other reports prepared by many other laboratories operating in our country were also examined and evaluated. This study provides an important example of how scientific research can be transformed into practical applications. It is expected that this environmentally friendly software will contribute economically to farmers as it will reveal the real need for fertilizer and amendment in the soil.

Keywords: Plant Nutrition, Soil Analysis, Soil Analysis Report

İÇİNDEKİLER

ÖZET	i
ABSTRACT	ii
İÇİNDEKİLER.....	iii
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	v
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	vi
SİMGELER DİZİNİ	viii
KISALTMALAR DİZİNİ.....	x
TEŞEKKÜR.....	xi
1. GİRİŞ	1
1.1 Literatür Özeti	3
1.1.1 Toprak	3
1.1.2 Toprağın Yapısı ve Bileşenleri.....	4
1.1.2.1 Fiziksel Bileşenler	5
1.1.2.2 Kimyasal Bileşenler.....	6
1.1.2.3 Biyolojik Bileşenler	7
1.1.3 Bitki Besleme Ortamı Olarak Toprak	7
1.1.4 Toprak Analizlerinin Tanımı, Amacı ve Önemi	8
1.1.5 Toprak Örneği Alma	10
1.1.6 Toprak Örneklerinin Analize Hazırlanması	12
1.1.7 Toprak Analiz Laboratuvarları	13
1.1.8 Toprak Analizi Yapmak için Kullanılan Araç ve Gereçler	14
1.1.9 Toprak Analizlerinde Teknolojik Gelişmeler.....	17
1.1.10 Türkiye'deki Toprak Analiz Laboratuvarlarının Mevcut Durumu	19
1.1.11 Toprak Verimliliği, Bitkilerde Dengeli Beslenme ve Gübreleme.....	19
1.1.12 Toprak Analizi ile İlgili Yapılmış Çalışmalar	23
1.1.12.1 Verimlilik Düzeyi ve Gübre İhtiyacı Belirleme Çalışmaları	23
1.1.12.2 Toprak Analizleri Konulu Haritalama Çalışmaları	26
1.1.12.3 Toprak Analizinin Önemini Vurgulayan Çalışmalar	27
1.2 Çalışmanın Amacı ve Kapsamı	27
2. MATERYAL VE YÖNTEM.....	29
2.1 Materyal ve Altyapı.....	29
2.2 Yöntem ve Tasarım	38
3. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA	50

4. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	67
KAYNAKLAR.....	70



ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 2.1. Toprak örneklerinin besin içeriği değerlendirmesinde kullanılan referans değerler	41
Çizelge 2.2 Toprak örneklerinin tekstür değerlendirmesinde kullanılan referans değerler	42
Çizelge 2.3. Toprak örneklerinin pH değerlendirmesinde kullanılan referans değerler (Eyüpoğlu, 1999).....	42
Çizelge 2.4. Toprak örneklerinin kireç içeriklerinin değerlendirmesinde kullanılan referans değerler (Çağlar, 1949).....	42
Çizelge 2.5. Toprak örneklerinin organik madde içeriğinin değerlendirmesinde kullanılan referans değerler (Eyüpoğlu, 1999)	42
Çizelge 2.6. Toprak örneklerinin tuz içeriğinin değerlendirmesinde kullanılan referans değerler	42
Çizelge 2.7. Gübreleme amaçlı toprak kalite sınıflandırması	46
Çizelge 2.8. Toprak tekstürüne göre tarım kireci ihtiyacı	47
Çizelge 2.9. Organik madde artırma tavsiyesi.....	48

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.1. Araziden zikzak çizecek şekilde toprak örneği alınması.....	11
Şekil 1.2. Toprak örneği almada kullanılan çeşitli alet ve malzemeler.....	11
Şekil 1.3. Meyve bahçelerinden toprak örneği alımı.....	12
Şekil 1.4. Burdur toprak ve sulama suyu analiz laboratuvarı (Anonim, 2024a)	13
Şekil 1.5. pH metre cihazı	14
Şekil 1.6. Toprak nem ölçme cihazı	14
Şekil 1.7. EC metre.....	15
Şekil 1.8. Karbon-Azot analiz cihazı.....	15
Şekil 1.9. Azot analiz cihazı	16
Şekil 1.10. Hassas terazisi.....	16
Şekil 1.11. ICP-OES spektrofotometre cihazı.....	17
Şekil 1.12. Akıllı toprak analiz cihazı (Anonim, 2024b).....	17
Şekil 1.13. Mikro akışkan çip teknolojisini kullanan bir toprak besin elementi analizörü (Anonim, 2024c).....	18
Şekil 2.1. Toprak analizinin aşamaları.	30
Şekil 2.2. Toprak analiz raporu örneği (örnek-1)	31
Şekil 2.3. Toprak analiz raporu örneği (örnek-2)	32
Şekil 2.4. Toprak analiz raporu örneği (örnek-3)	33
Şekil 2.5. Toprak analiz raporu örneği (örnek-4)	34
Şekil 2.6. Toprak analiz raporu örneği (örnek-5)	35
Şekil 2.7. Toprak analiz raporu örneği (örnek-6)	36
Şekil 2.8. Sanallaştırma ortamındaki sunucunun yapılandırma ayarları	37
Şekil 2.9. Ubuntu işletim sisteminin çalışırken alınan ekran görüntüsü	37
Şekil 2.10. Çalışmada kullanılan veritabanı ve tablolara ait ekran görüntüsü	38
Şekil 2.11. Tanıtım amaçlı tasarlanan web sitesi.....	39
Şekil 2.12. Kullanıcı giriş ekranı.....	39

Şekil 2.13. Otomasyon karşılama ekranı	40
Şekil 2.14. Kullanıcı tanımlama ekranı	40
Şekil 2.15. Ölçüm parametreleri tanımlama ekranı	41
Şekil 2.16. Analiz laboratuvarı tanımlama ekranı	43
Şekil 2.17. Toprak analiz parametreleri seçim ekranı	43
Şekil 2.18. Toprak analiz yöntemi seçim ekranı	44
Şekil 2.19. Toprak analiz verileri giriş ekranı	44
Şekil 2.20. Toprak analiz verileri giriş ekranı (devamı-1)	45
Şekil 2.21. Toprak analiz verileri giriş ekranı (devamı-2)	45
Şekil 2.22. Toprak tekstür üçgeni (Anonim, 2024m)	48
Şekil 2.23. Test amaçlı olarak girilen toprak analiz verileri	49
Şekil 3.1. Geliştirilen uygulamadan alınan toprak analiz raporu örneği (1. sayfa)	64
Şekil 3.2. Geliştirilen uygulamadan alınan toprak analiz raporu örneği (2. sayfa)	65
Şekil 3.3. Geliştirilen uygulamadan alınan toprak analiz raporu örneği (3. sayfa)	66

SİMGELER DİZİNİ

B	Bor
Ca	Kalsiyum
CaCO ₃	Kalsiyum Karbonat
Cl	Klor
cm	Santimetre
Cu	Bakır
da	Dekar
EC	Elektriksel İletkenlik
Fe	Demir
GB	Gigabyte
ha	Hektar
K	Potasyum
kg	Kilogram
K ₂ O	Potasyum Oksit
Mg	Magnezyum
m	Metre
mm	Milimetre
mmhos	millimhos
Mn	Mangan
Mo	Molibden
mS	Milisiemens
N	Azot
NH ₄	Amonyum
Ni	Nikel
NO ₃	Nitrat
P	Fosfor
pH	Potential of Hydrogen (Toprak Reaksiyonu)
ppm	Parts per million
P ₂ O ₅	Fosfor Pentoksit
ram	Random Access Memory
S	Kükürt
vCPU	Virtual Central Processing Unit

Zn	Çinko
μmhos	Micromhos
+	Artı
\approx	Yaklaşık olarak
%	Yüzde
<	Küçüktür
>	Büyüktür
=	Eşittir



KISALTMALAR DİZİNİ

CBS	Coğrafi Bilgi Sistemleri
DAP	Diamonyum Fosfat
F.A.O.	Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü
GPS	Global Positioning System (Küresel Konumlama Sistemi)
ICP-OES	Endüktif Olarak Eşleştirilmiş Plazma – Optik Emisyon Spektrometrisi
LTS	Long Term Support
MVC	Model – View – Controller
SQL	Structured Query Language
TOVEP	Toprak Verimliliği ve Erozyon Projesi
TSP	Triple Süper Fosfat

TEŞEKKÜR

Engin bilgisi ve deneyimiyle çalıŐma sűreci boyunca gűsterdiĐi sabır ve rehberlik için deĐerli danıŐman hocam Prof. Dr. Korkmaz BELLİTÜRK'e, yűksek lisans eĐitimine baŐlama kararı almamda bana ilham verdiĐi ve her zaman yanımda olduĐu için arkadaŐım Fahrettin KAYA'ya, çalıŐma sűresince yardımlarını esirgemeyen ve fikirleriyle beni yűnlendiren Sayın Evren KŲKSAL'a, veri giriŐinde bana yardımcı olduĐu için arkadaŐım Aydın YILDIZ'a, toprak analiz sonuçları temini konusunda saĐladıkları destek ve iŐbirliĐi için TEKİRDAĐ TİCARET BORSASI yűneticileri ve çalıŐanlarına, emeĐi geçen tűm hocalarıma, bu zorlu sűrete bana her zaman inandıkları ve yanımda oldukları için aileme ve sevdiklerime teŐekkűrlerimi sunarım.

Doruk AYDOĞAN

1. GİRİŞ

İnsanlık tarihi boyunca, beslenme en temel gereksinimlerden biri olmuştur. Diğer ülkelerde olduğu gibi Türkiye’de de hızla artan nüfusu yeterli, dengeli ve sağlıklı bir şekilde besleyebilmek için sınırlı doğal kaynaklardan en iyi şekilde yararlanmak ve gerekli önlemleri almak zorundayız. Nüfus artışı ve kaynak kıtlığı karşısında, gıda güvenliğini sağlamak ve beslenme kalitesini sürdürebilmek oldukça önemlidir (Ateş ve Turan, 2015).

Dünya nüfusunun sürekli artması, gelecekte de beslenme konusunun kritik bir sorun olmaya devam edeceğini göstermektedir. Bu sebeple tarım sektöründe mevcut kaynakların daha verimli bir şekilde kullanılması gereklidir. Bu verimlilik, üreticilerin eğitim düzeylerinin artmasıyla, kullandıkları modern tarım teknikleri ve teknolojilerinin uygulanmasıyla sağlanabilir (Özçatalbaş, 1999).

Tarih boyunca, gıda güvenliğini sağlamak, gıdayı doğru saklamak ve yeterli miktarda üretmek hayatta kalmanın ana koşulu olmuştur. Ancak günümüzde, insan faaliyetleri sonucu ortaya çıkan küresel ısınma, hızlı nüfus artışı, plansız ve hızla gerçekleşen şehirleşme, tarım ve orman arazilerinin yok edilmesi gibi birçok sorun gıda güvenliğini tehlikeye sokmaktadır. Mevcut durumun devam etmesi halinde, bu tehditlerin gelecekte daha da ciddi bir sorun haline gelebileceği öngörülmektedir. Bu nedenle, gıda güvenliğini sağlamak için derhal etkili önlemler alınması gerekmektedir (Gökırmaklı ve Bayram, 2018).

Tarımın en temel amacı, insanlara yeterli, dengeli ve sürekli besin sağlamaktır. Yerel ve küresel düzeyde gıda arzının sürekliliği, tarım sayesinde sağlanır. Tahıllar, baklagiller, sebzeler ve meyveler; sağlıklı bir yaşam için gerekli besinleri sağlayarak insanların beslenmesinde büyük rol alır ve gıda güvenliğinin temelini oluşturur. Bitkisel ürünler, ekonomik kalkınma açısından da önemli bir yere sahiptir. Dünyanın birçok yerinde bitkisel ürünler, tarıma dayalı sanayiler için hammadde kaynağı oluşturur. Ayrıca birçok ülke için bitkisel ürünlerin ihracatı önemli bir gelir kaynağıdır.

Bitkisel tarımın sürdürülebilirliği, çevresel açıdan değerlendirildiğinde büyük bir öneme sahiptir. Tarımın doğru uygulanmasıyla, toprak erozyonu engellenebilirken aynı zamanda biyolojik çeşitlilik de korunabilir ve karbon emisyonları azaltılabilir. Ayrıca, bitki örtüsünün korunması su kaynaklarının da korunmasına katkı sağlar. Bitkisel tarımın, kültürel mirasın korunmasında da büyük bir rol oynadığı aşikardır. Geleneksel tarım yöntemleri ve yerel ürünler, toplumların kimliklerini ve değerlerini yansıtırken aynı zamanda korurlar. Bu ürünler, kültürel

mirasın yaşatılmasına katkıda bulunarak nesilden nesile aktarılır. Bitkisel tarım, kırsal alanların kalkınmasına katkı sağlayarak iş olanakları sunar, altyapıyı iyileştirir ve yaşam standartlarını artırır. Sonuç olarak bitkisel tarım, gıda güvenliğinden ekonomik kalkınmaya, çevresel sürdürülebilirlikten kültürel mirasa kadar birçok alanda önemli bir yere sahiptir. Sürekli gelişen tarım uygulamaları ve teknolojileri ile bitkisel tarım, gelecekte de dünyanın artan nüfusunu beslemek ve daha yaşanabilir bir dünya oluşturmak için kritik rol oynamaya devam edecektir. Bitkisel üretimde temel hedef, sürdürülebilirlik ilkesini göz önünde bulundurarak, tarım alanlarından en yüksek verimi ve en kaliteli ürünleri elde etmektir. Bu hedefe ulaşmak için, önce toprak analizlerinin yapılması yaygınlaştırılmalı ve sonra toprak analiz sonucuna göre yapılan etkili ve doğru gübreleme programları uygulanmalıdır.

Bitki yetiştirmek için, arazinin toprak özellikleri ve besin kapsamının çok iyi bilinmesi gerekir. Tarımsal faaliyetler içinde toprak analizi, bir bitkinin yetiştirildiği toprağın fiziksel ve kimyasal özelliklerini belirleme sürecini ifade eder. Toprak analizi, toprakta bulunan maddelerin miktarını ölçerek, bitkilerin sağlıklı büyümesi ve gelişmesi için ihtiyaç duyduğu besin elementlerinin yeterli olup olmadığını belirlemek için kullanılır. Toprak analizi yapılması sayesinde toprakta noksan olan veya fazla bulunan elementler belirlenir ve toprağı ilgilendiren diğer kalite parametrelerinin durumu tespit edilir.

Toprak analizi, tarımsal üretimde verimliliği ve sürdürülebilirliği artırmak için önemli bir faaliyettir. Bu nedenle bu alanda yapılacak her türlü çalışma; toprak kaynaklarının korunması, ürün kalitesinin artırılması ve tarımsal kalkınmanın sağlanmasına katkı sağlayacak nitelikte olmalıdır. Toprak analiz raporlarının bilimsel olarak değerlendirilmesi, tarımın verimliliğini artırmak ve sürdürülebilirliğini sağlamak amacıyla son derece önemlidir.

Bu amaçla günümüzde toprak analizi sonuçlarının daha etkili bir şekilde işlenmesi, yorumlanması ve değerlendirilmesi için toprak analizi değerlendirme yazılımları kullanılmaktadır. Ancak mevcut olan laboratuvarlarda halen kullanılmakta olan yazılımlar neredeyse 20 yıldan beri kullanılan ve güncellenmesi gereken bir durumdadır.

Toprak analiz sonuçları değerlendirme yazılımı, toprak özelliklerini analiz ederek bitkilerin ihtiyaç duyduğu besin elementlerini belirler. Bu sayede, doğru gübreleme programları oluşturulur. Yazılımlar, doğru besin elementlerinin belirlenmesi sayesinde gereksiz gübre kullanımını önler. Bu da maliyetleri düşürür. Toprak analiz sonuçları değerlendirme yazılımı; doğru toprak yönetimini teşvik ederek, çevresel etkileri azaltır. Doğru besin elementlerinin

sağlanması, bitki büyümesini teşvik eder. Bu da ürün kalitesini artırırken, verimliliği de artırır. Yazılımlar, toprak analizi sonuçlarına dayanarak hangi bitkilerin belirli bir alanda en iyi şekilde yetiştirilebileceğini belirler. Bu, bitki çeşitliliğini yönetmeyi sağlar. Toprak analiz sonuçları, kullanıcı dostu arayüzlerle raporlanabilir ve grafikler halinde görüntülenebilir. Bu, verilerin daha anlaşılır olmasını sağlar. Toprak analizi verileri, uzun dönemli toprak sağlığı ve verimliliği değerlendirmek için kullanılabilir. Bu avantajlar, toprak analizi değerlendirme yazılımlarının tarım sektöründe ve toprak bilimlerinde önemli bir araç olarak kullanılmasını destekler.

Türkiye'deki laboratuvarlarda kullanılan toprak analizi değerlendirme yazılımlarının ürettikleri raporlarda bir standart bulunmamaktadır. Bu da mevcut yazılımların raporlarında bazı hatalarla birlikte, toprak verimliliğini etkileyebilecek düzeyde yanlış bilgilendirmelerin olabileceğini göstermektedir. Toprak verimliliğinin gıda üretiminden ekonomik kalkınmaya kadar bir dizi önemli alanda büyük etkisi vardır. Bu nedenle bu raporların hatalardan arındırılmış olması, bilimsel dayanağa bağlanması ve standartlaştırılması gerekir.

Bu çalışmada bilimsel araştırmanın pratik uygulamalara nasıl dönüştürülebileceğini gösteren önemli bir örnek ortaya konulmuştur. Ayrıca, tarım sektöründe etkili stratejilerin geliştirilmesine yönelik değerli bilgiler sunma ve toprak verimliliği konusunda önemli katkılarda bulunma özelliğini taşıyan ve toprak analiz sonuçlarını amacına uygun şekilde yorumlayan raporlama aracı oluşturulmuştur.

1.1 Literatür Özeti

1.1.1 Toprak

Toprak, Dünya'nın kabuğunun ince bir tabakası olarak tanımlanır ve bitkilerin doğal büyüme ortamı olarak işlev görür. Toprak, yediğimiz gıdaların ve giydiğimiz giysilerin hammaddesi olan bitkilerin yetişmesi için gerekli ortamı sağlar. Toprak sadece bitki yetiştirmekten ibaret değildir. Aynı zamanda suyu filtreler, atık maddeleri ayrıştırır, ısı depolar ve gaz alışverişinde bulunarak çevre dengesini sağlamada kritik bir rol oynar (Bear, 1976).

Toprak, kayaların ve organik maddelerin çeşitli boyutlarda ayrışması sonucu oluşan, geniş bir canlılar alemi barındıran ve bitkilere hem yuva hem de besin kaynağı sağlayan bir maddedir (Çağlar, 1949).

Toprak, yer kabuğu üzerinde bir tabaka şeklinde bulunur. Mineraller, organik maddeler, su ve hava gibi unsurların bir araya gelmesiyle oluşur. İçerisinde birçok canlı türü barındırır ve bu canlılara besin sağlar (Akalan, 1983).

Toprak katı, sıvı ve gaz fazlarından oluşur. Bitkilere, yaşam kaynağı olan besinleri sunar ve besin zincirinin temelini oluşturarak insan yaşamının devamlılığını sağlar (Özdemir, 2013).

Toprak, temel olarak kaya parçaları ve organik maddelerin çeşitli boyutlarda ayrışması ve parçalanması sonucu oluşan, birçok canlı türünü barındıran ve bitkilere hem yuva hem de besin kaynağı sağlayan bir maddedir (Oğuz, 2008).

Toprak, sadece gıda üretimi için değil, aynı zamanda biyolojik çeşitlilik, su kaynaklarının korunması ve iklim dengesi gibi diğer birçok açıdan da önemli bir rol oynar. Toprağın çeşitliliği, farklı bitki türlerinin yetişmesine imkân verirken, topraktaki mikroorganizmalar suyun arıtılmasına ve havanın temizlenmesine yardımcı olur.

Toprak, insanlığın varlığını sürdürmesi ve ihtiyaçlarını karşılaması için hayati önem taşıyan sınırlı bir kaynaktır. Toprak, kayaçların aşınması ve organik materyallerin birikmesiyle yüzyıllarca devam eden bir süreçle oluşur. Yanlış tarım uygulamaları, toprağın erozyona ve kirliliğe maruz kalmasına neden olur. Toprak olmadan yaşamımızı sürdürmemiz ve refahımızı geliştirmemiz imkansızdır. Bu nedenle toprağın korunması ve sürdürülebilir kullanımı, bireysel ve toplumsal bir sorumluluktur.

Toprağı korumak, sadece bugünkü ihtiyaçlarımızı karşılamak için değil, gelecek nesillerin de sağlıklı ve refah içinde yaşaması için gereklidir. Araştırma konusu ile ilgili olarak toprak bugünkü haliyle yoğun ve yanlış kullanıma bağlı olarak verimliliğini kaybetmiş ve tarımsal aktiviteler için mutlaka gübreye ihtiyaç duyan bir varlık haline gelmiştir. Dolayısıyla toprakların doğru beslenebilmesi için toprak analizlerinin rolü büyüktür.

1.1.2 Toprağın Yapısı ve Bileşenleri

Toprağın yapısında mineral madde, organik madde, su, hava ve canlılar bulunur.

Toprak yapısı ve bu yapının etkilediği doğal süreçler, yer ve zaman faktörlerine göre farklılıklar göstermektedir. Bu durum, toprak özelliklerinin sabit olmadığını ve çeşitli çevresel ve zamansal etkenlere göre değiştiğini ortaya koyar (Mallants, Binayak, Diederik ve Feyen, 1996).

Toprağın çeşitli özelliklerinin, önceden belirlenmiş kategoriler ve kriterler doğrultusunda incelenmesi ve sınıflandırılması, toprakların tarımsal verimliliğini belirlemede ve diğer tarımsal faaliyetlerin planlanmasında yardımcı olur (Alaboz, Demir, Başayığıt ve Işıldar, 2019).

Toprak özellikleri büyük ölçüde ana materyale, topografyaya, bitki örtüsü ve iklim şartlarına göre değişiklik gösterir (Shi vd., 2009).

Tarım için kullanılan toprakların kimyasal ve fiziksel özellikleri oldukça çeşitlilik gösterir ve bu farklılıklar aynı tarla içinde bile görülebilir (DeCourt, Darius ve Baerdemaeker, 1996).

1.1.2.1 Fiziksel Bileşenler

Mineraller: Topraktaki mineraller kayaların aşınmasıyla oluşur. Bu mineraller kum, kil ve silt olmak üzere farklı boyutlarda parçacıklardan oluşur. Bu parçacıkların boyutu toprağın tekstürünü belirler ve dolayısıyla su tutma kapasitesi, hava geçirgenliği gibi özelliklerini etkiler. Kumlu topraklar daha büyük taneciklere sahip oldukları için daha fazla hava boşluğu içerirler fakat suyu daha az tutarlar. Killi topraklar ise daha küçük taneciklere sahip olduklarından daha az hava boşluğu içerir ve genellikle suyu daha fazla tutarlar (Dubey ve Verma, 2022).

Su: Su, toprağın sıvı fazını oluşturur. Toprak suyu, hem toprak içinde serbest halde bulunan suyu hem de toprak parçacıklarına yüzey kuvvetiyle bağlı olan suyu içerir. Yağmur yağdığı veya sulama yapıldığında, su toprağa girer ve toprak içinde aşağıya, yukarıya ve yanlara doğru hareket eder. Toprağa nüfuz edemeyen su ise yüzeyden akarak toprağın taşınmasına sebep olur.

Topraktaki su miktarı arttıkça, toprak içindeki boşluklar su ile dolar ve bu durum, hava miktarını azaltır. Bu nedenle, toprakta su ve hava miktarının bitki gelişimi ve diğer toprak canlılarının yaşamı için uygun şekilde dengelenmesi önemlidir. Toprakta fazla ya da az su bulunması, bitki gelişimini ve tarımsal verimliliği olumsuz etkilemektedir (Anonim, 2011).

Hava: Toprak havası, azot, oksijen ve karbondioksit gibi önemli bileşenlerden oluşur ve toprak verimliliği açısından büyük önem taşır. Toprakta, su ile dolu olmayan gözeneklerin tamamı hava ile doludur. Ancak, toprakta fazla su bulunması toprak havasının azalmasına yol açar. Killi topraklarda yeterli havalanmanın sağlanması önemli bir sorundur. Bu tür toprakların havalanmasını iyileştirmek için çiftlik gübresi veya turba gibi organik maddelerin eklenmesi en

pratik yöntemdir. Özellikle toprakta bulunan oksijen miktarı, fiziksel, kimyasal ve biyolojik aktiviteler açısından sınırlayıcı bir etken olduğundan, toprak verimliliği için toprak havalanmasına önem verilmelidir (Karaman, Brohi, Müftüoğlu, Öztaş ve Zengin, 2012) .

1.1.2.2 Kimyasal Bileşenler

Toprağın kimyasal bileşenleri arasında besin elementleri, pH ve organik madde bulunur. Bu bileşenlerin her biri toprağın verimliliğini artırırken, toprak ekosisteminin sağlıklı olmasını sağlamaktadırlar.

Besin elementleri: Azot (N), fosfor (P), potasyum (K), sodyum (Na), kükürt (S), kalsiyum (Ca), magnezyum (Mg), bakır (Cu), demir (Fe), çinko (Zn), mangan (Mn), nikel (Ni), klor (Cl), molibden (Mo) ve bor (B) elementleri bitkiler için hayati önem taşıyan mutlak gerekli elementlerdir (Brady ve Weil, 2008). Mutlak zorunlu elementler arasında karbon (C), hidrojen (H) ve oksijen (O) de bulunmaktadır (Sağlam, 2012).

Bitki besin elementleri; toprak çözeltisinde çözülmüş olarak bulunabileceği gibi, toprak değişim komplekslerinde, toprak minerallerinde, organik maddede ve toprak gözeneklerinde de bulunabilirler (Kacar ve Katkat, 2011).

pH: Toprağın asitlik veya alkalilik derecesini ölçen pH değeri, bitkilerin besinlere ulaşabilirliğini ve topraktaki mikroorganizmaların aktivitesini önemli ölçüde etkiler. Genel olarak çoğu besin maddesi, 6 ila 7.5 arası bir pH aralığında bitkiler için en kolay alınabilir formdadır (Neina, 2019).

Çok asidik veya alkali topraklar ise bitkilerde besin noksanlığına veya zehirlenmeye yol açarak büyümeyi ve toprak canlılığını olumsuz etkileyebilir.

Organik madde: Toprakta bulunan hayvansal ve bitkisel maddeler ile bunların ayrışması sonucu oluşan organik maddeler, toprağın biyolojik, fiziksel ve kimyasal verimliliği üzerinde önemli bir etkiye sahiptir. Organik gübreler, toprağın fiziksel ve kimyasal özelliklerini iyileştirirken, aynı zamanda topraktaki mikrobiyal toplulukların sayısını, çeşitliliğini ve aktivitelerini artırır (Dick, 1992).

Toprağın fiziksel ve kimyasal özelliklerini doğrudan etkileyen organik madde, toprak strüktürünü sağlamlaştırır, ısıyı muhafaza eder, havalanmayı artırır ve su tutma kapasitesini

yükseltir. Besin tutma, katyon değişim kapasitesi, asit ve bazların aşırı etkilerini dengeleme işlevleri organik madde ile ilgilidir (Çepel, 1988).

Organik madde, kil parçacıklarına bağlanarak agregatlar oluşturur (Baldock, 2007).

Organik maddenin artışı, toprağın su tutma kapasitesini artırır ve toprak yapısını olumlu yönde etkileyerek agregatların dayanıklılığını güçlendirir (Aydemir, Akgül, Canbolat ve Işıldar, 2005).

Toprağın verimli kalabilmesi için, içerisindeki organik madde miktarının belirli bir seviyede olması gereklidir. Bu nedenle, kaybedilen organik madde miktarı kadar toprağa yeni organik madde eklenmelidir (Saltalı, 2014).

Organik maddeler, bitki besin maddeleriyle birlikte toprakların fiziksel ve biyolojik özelliklerine sağladığı katkılar açısından büyük bir öneme sahiptir (Kacar, 1997).

1.1.2.3 Biyolojik Bileşenler

Mikroorganizmalar: Toprakta, çeşitli mikroorganizma grupları bulunur ve bu organizmalar topraktaki pek çok kimyasal ve biyolojik süreçten sorumludur. Bu süreçler, toprak verimliliğini artırabilir veya azaltabilir. Toprak verimliliği için tür çeşitliliği önemlidir. Mikroorganizmalar, besin olarak organik maddelere ihtiyaç duyar. Bazı bakteriler, azotu bağlayarak toprağı azot açısından zenginleştirir. Mikroorganizmaların en kritik görevi, organik maddelerin mineralizasyonudur. Mikroorganizmaların faaliyetleri sayesinde bitkisel ve hayvansal atıklar parçalanarak basit inorganik bileşiklere dönüştürülür (Karaman vd., 2012).

1.1.3 Bitki Besleme Ortamı Olarak Toprak

Toprak, bitki yetişmesi için en uygun ortamdır. Bitkilere fiziksel destek, besin, su ve oksijen sağlar. Toprak fiziksel özellikleri, onun su ve besin tutma yeteneğini belirler. Bu yetenek özellikle düzensiz yağış alan bölgelerde bitki gelişimi için kritik öneme sahiptir. Topraktaki organik madde miktarı, toprağın yapısını ve su tutma kapasitesini iyileştirerek bitki gelişimini destekler. Aynı zamanda toprak, bitki köklerinin toprağa tutunmasını sağlar ve köklerin derinlere doğru ilerleyerek besin ve su aramasına imkân verir. Özellikle kök çevresi bölgesinde, bitkiler ve toprak canlıları arasındaki etkileşim bitki sağlığı için hayati önem taşır.

1.1.4 Toprak Analizlerinin Tanımı, Amacı ve Önemi

Toprak analizi, belirli derinliklerden alınan toprakların bünye, pH, tuzluluk, kireç ve besin içeriği gibi özelliklerinin laboratuvar ortamında incelenmesi işlemidir. Bu işlem sayesinde incelenen toprağın; fiziksel, kimyasal ve biyolojik özellikleri tespit edilmiş olur (Anonim, 2011).

Toprak analizi, toprak kalite unsurları hakkında genel bir bilgi edinme mekanizmasıdır (Ganorkar ve Chinchmalatpure, 2013).

Topraklardaki bitki besin maddesi miktarlarını belirlemek, yetiştirilecek bitkilerin ihtiyaç duyduğu gübre türünü ve miktarını tespit etmeyi amaçlar. Bu amaçla, topraklar özel laboratuvarlarda kimyasal analizlere tabi tutulur. Bu analizler, toprağın hangi besin maddeleri bakımından eksik olduğunu ve bitkilerin sağlıklı büyüüp iyi ürün vermesi için hangi gübrelerin gerektiğini ortaya çıkarır. Toprağın ihtiyaç duyduğu gübre miktarları belirlenir ve bu bilgiler bir rapor halinde çiftçilere iletilir. Çiftçiler, bu raporlara göre gübreleme yaparak bitkilerin besin ihtiyaçlarını karşılar ve böylece hem besin eksikliklerini giderir hem de aşırı ve yanlış gübre kullanımını önlemiş olur (Anonim, 2011).

Bitki besin elementlerinin bitkiler tarafından sürekli olarak tüketilmesi ve yanlış gübreleme uygulamaları nedeniyle, toprakların verimlilik durumları giderek azalmaktadır. Tarım arazilerindeki verimliliğin sürdürülebilmesi için bu alanların detaylı bir şekilde analiz edilmesi ve elde edilen sonuçlara göre, eksilen bitki besin maddelerinin yeniden toprağa kazandırılması zorunludur. Bu nedenle, bitkilerin ihtiyaç duyduğu besin elementlerini ve beslenme durumlarını belirlemek amacıyla toprak analizi yaygın olarak kullanılan bir yöntemdir. Toprak analizleri sayesinde, eksik olan besin maddeleri belirlenir ve bu maddelerin toprağa geri kazandırılması sağlanır (Aydemir, Akgün ve Özkutlu, 2021).

Bitki besin elementlerinin toprağa dengeli ve yeterli bir şekilde sağlanması, etkili gübrelemenin temelidir. Bu sürecin ilk adımı, toprak analizi yaparak mevcut kaynakların optimal şekilde kullanılması ve toprak verimliliğinin artırılmasıdır. Bu şekilde bilinçli ve ideal gübreleme uygulamaları yapılmış olur (Gülaç, 2011).

Ülkemizde nüfus artışı ile birlikte tarım arazilerinin azalması gıda üretimini tehdit etmektedir. Bu nedenle ülke topraklarının değeri bilinmeli, topraklar korunmalıdır. Ayrıca

Çiftçilerin düzenli olarak toprak ve bitki analizlerini yaptırmaları önem arz etmektedir (Bellitürk, 2013).

Toprak pH değerlerinin yüksek olması, bitkilerin topraktaki besin elementlerinin alımını zorlaştırmaktadır. Bu durumun tespiti için, toprak ve yaprak analizlerine dayalı gübreleme programlarının yapılması önemlidir. (Pekcan vd., 2021).

Toprak analizlerine önem verilerek, tarım yapılan arazilerin verimlilik durumları belirlenmeli ve bu verilere dayanarak bitki türü ve çeşidine uygun gübre çeşitleri ve miktarları tespit edilmelidir (Ateş ve Turan, 2015).

Aşırı ve bilinçsiz gübre kullanımı; toprağın ve aynı zamanda yerüstü ve yeraltı sularının kirlenmesine yol açmaktadır (Parlak, Fidan, Kızılcık ve Koparan, 2008).

Toprak analizlerinin amacı, topraklardaki bitki besin maddesi miktarlarını belirleyerek, o topraklarda yetiştirilecek bitkilerin istediği gübre türü ve miktarını ortaya koymaktır. Bu şekilde, hangi gübrenin ne kadar ne zaman ve nasıl uygulanması gerektiği gibi sorulara doğru cevaplar bulunması hedeflenir. Tarımsal faaliyetlerin gerçekleştirilmesi için, uzmanlar tarafından yapılan toprak analizi sonuçlarına uyulması önemlidir. Toprak analiz sonuçlarına uyulmadan yapılan gübreleme ve diğer tarımsal faaliyetler, genellikle zararlı sonuçlar doğurur. Özellikle bilinçsiz gübre kullanımı, mali kayıplar, hastalıklara karşı direnci düşük bitkiler, artan nüfusun ihtiyaçlarını karşılayamayan düşük verim değerleri, her yıl organik madde miktarı azalan tarım toprakları, çevrenin kirlenmesi (toprak, su ve hava), bozulan ekolojik denge ve insan sağlığının bozulması gibi birçok olumsuz sonuçtan bahsedilebilir. Bu nedenlerle, toprak analizi yapılması kaçınılmaz hale gelmiştir (Bellitürk, 2010).

Tarımsal toprak analizi, çeşitli amaçlar için yapılmaktadır. Bu amaçlar arasında, toprağın içerdiği besin maddesi miktarının ve bitkilere sağlayabileceği besin maddesi potansiyelinin belirlenmesi, uygun gübre türünün ve miktarının belirlenmesi, toprakta oluşabilecek beslenme bozukluklarının kaynağının tespit edilmesi, tuzluluk ve sodyum içeriği yüksek olan alanların teşhisi ve iyileştirilmesi, arazi incelemeleri, toprağın kökeni ve sınıflandırılması, yetiştirilecek bitkinin uygun çeşidinin seçilmesi, drenaj sorunlarının belirlenmesi ve çözüm önerilerinin geliştirilmesi gibi amaçlar yer almaktadır (Öztürk, 2021).

Kültür bitkileri tarafından topraktan alınan besin maddelerinin yeniden toprağa eklenmesi için öncelikle toprak analizleri yapılmalıdır. Bu analizler, bitki besin elementlerinin

mevcut miktarlarını belirleyerek hangi gübre türünün ve ne kadarının kullanılacağını ortaya koyar. Ayrıca, bitki analizleri yaparak bitkilerin bünyelerindeki besin elementlerini belirlemek, gübreleme stratejilerini belirlemede önemli bir faktördür (Güçdemir, 2006).

Toprak analizi, bitkinin büyümesi ve gelişmesi için gereken besin maddelerinin eksikliklerini belirler. Analiz sonucuna göre, hangi gübreden ne kadar ne zaman ve nasıl kullanılacağı belirlenir. Analiz sonuçlarına dayanarak gübre kullanımı çiftçi için en ekonomik yol olacaktır. Analiz yapılmadan yapılan gübreleme ise toprağa, çevreye, ekonomiye ve çiftçinin bütçesine zarar verecektir (Küçükkaya ve Özçelik, 2016).

Toprak analizi yaptırmadan gübrelemenin birçok sakıncası bulunmaktadır:

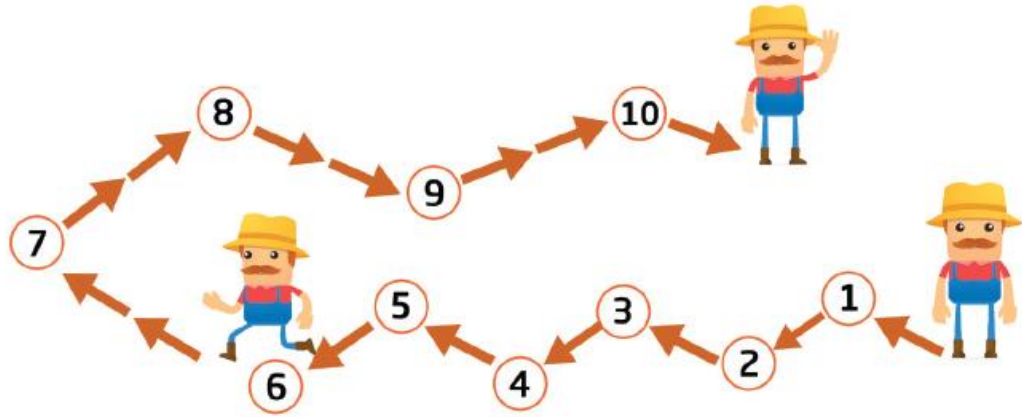
1. İhtiyaçtan daha az gübre kullanılabilir. Bu durumda bitki iyi beslenemez, elde edilecek ürünün ekonomik değeri düşük olur.
2. Gereğinden fazla gübre kullanılabilir. Girdi maliyeti arttığı gibi, fazla gübre toprağa ve ürüne olumsuz yönde etki yapabilir. Fazla gübre kullanımı çevre kirliliğine neden olur.
3. Yanlış cins gübre kullanılabilir. Yanlış gübre kullanımı, toprağın asitlik veya alkalilik seviyesini değiştirebilir bu durum bitkilerin besin elementlerinden yararlanmasında olumsuz etkilere yol açabilir.
4. Yanlış zamanda ve yanlış şekilde gübre kullanılabilir. Her bitki türünün farklı büyüme dönemleri vardır. Gübreleme, bu dönemlere uygun şekilde yapılmalıdır. Her gübrenin kendine özgü kullanım talimatları vardır. Bu talimatlara özenle uyulması gerekir. Aksi halde gübreden beklenen yarar sağlanamaz.

1.1.5 Toprak Örneği Alma

Toprak örneği, tarladan veya bahçeden belirli kurallara göre alınan ve laboratuvarında çeşitli analizler yapılmak üzere hazırlanan toprak örneğidir (Anonim, 2011).

Toprak örneği alımı, toprak analizlerinin güvenilir sonuçlar vermesi için dikkatlice ve doğru yöntemlerle gerçekleştirilmelidir.

Toprak örneği alınırken en önemli nokta, örneğin alındığı tarlayı temsil edebilmesidir. Örnek alınacak arazinin yüzeyi önce yabancı otlardan temizlenir. Kürekle istenilen derinliğe kadar kazılarak ilk toprak çıkarılır ve bir kenara ayrılır. İkinci katmandan alınan toprak ise temiz bir kaba boşaltılır. Tarlanın çeşitli noktalarından zikzak çizerek alınan topraklar bir araya getirilir (Şekil 1.1). Bu topraklar iyice karıştırılır, örnek kaplarına konur ve etiketlenir. Alınan toprak örneklerinin ortalama 1 kg olmasına özen gösterilir (Anonim, 2011).



Şekil 1.1. Araziden zikzak çizerek şekilde toprak örneği alınması

Toprak örneği; toprak sondası, toprak burgusu veya bahçe küreği ile alınabilir (Anonim, 2011). Şekil 1.2’de toprak örneği almada kullanılan çeşitli alet ve malzemeler görülmektedir.



Şekil 1.2. Toprak örneği almada kullanılan çeşitli alet ve malzemeler

Meyve bahçelerinde gübreleme amacıyla 0–30 ve 30–60 cm derinlikten ve taç iz düşümünden toprak örneği alınmalıdır. Yeni bahçe tesisinde ise 0–30, 30–60 ve 60–90 cm derinliklerden toprak örnekleme yapılmalıdır.



Şekil 1.3. Meyve bahçelerinden toprak örneği alımı

Toprak örnekleri, tarla bitkileri için her ekim dönemi öncesinde alınmalı ve analiz edilmelidir. Bu örnekler, ekim veya gübreleme tarihinden 1.5-2 ay önce alınmalıdır. Örneklerin alınacağı toprak nemli olmalıdır; çok kuru, yağışlı veya donlu dönemlerde toprak örneği alınması önerilmez. Çok yıllık bitkiler için ise, aynı araziden 4-5 yılda bir toprak örneği alınarak analiz yapılabilir. (Anonim, 2011).

Bazı bölgelerden toprak örneği alınmamalıdır. Bu bölgeler arasında eskiden gübre yığılmış alanlar, hayvan gübrelerinin bulunduğu noktalar, harman yeri ve hayvanların yattığı bölgeler, sap, kök veya yabancı otların yakıldığı alanlar bulunmaktadır (Sağlam, 2008).

1.1.6 Toprak Örneklerinin Analize Hazırlanması

Laboratuvara getirilen toprak örnekleri havada kurutulmalıdır. Kurutulan toprak öğütülür ve 2 mm elekten geçirilir. Örnekler uygun duyarlılıkta teraziler ile tartılır. Kısa süre sonra analiz edilecek topraklar karton kutularda muhafaza edilebilir ancak toprak örnekleri uzun bir süre saklanmak isteniyorsa kapaklı kavanozlar kullanılmalıdır (Sağlam, 2008).

1.1.7 Toprak Analiz Laboratuvarları

Toprak özelliklerinin bazıları arazide tespit edilebilir ancak bazı özelliklerin arazide tespiti zordur. Bu nedenle daha detaylı analizler yapmak için ve daha doğru sonuçlar almak için toprak örneklerinin laboratuvara getirilmesi gerekir (Sağlam, 2008).

Bu laboratuvarlar, toprağın fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerini belirlemek için gerekli olan araç ve ekipmanlara sahiptirler.

Toprak analizi yaptırmak isteyenler, öncelikle toprağından örnek alır ve bu örnekleri analiz için laboratuvara götürür. Toprak örneği alınırken, toprağın farklı derinliklerinden ve farklı yerlerinden örnek alınarak daha doğru sonuçlar elde edilebilir. Toprak örnekleri, uygun şekilde saklanmalı ve analiz için mümkün olan en kısa sürede laboratuvara götürülmelidir.

Toprak analizi laboratuvarları, özellikle tarım bölgelerinde özel sektör işletmeleri olarak, Tarım ve Orman Bakanlığı bünyesinde ve ayrıca üniversitelerde bulunur. Bu laboratuvarlar, genellikle toprak analiz hizmetleri sunarlar ve üreticilere (çiftçilere) yönelik toprak analiz raporları hazırlayarak, toprağın hangi besinlere ihtiyaç duyduğunu belirleyebilirler. Bu raporlar çiftçilere, genellikle yetiştirecekleri bitkilerin ihtiyaç duyduğu besinleri tespit etme ve bitki verimini artırma hususunda yardımcı olur.

Aşağıda bir “Toprak ve Sulama Suyu Analiz Laboratuvarı” görülmektedir (Şekil 1.4).



Şekil 1.4. Burdur toprak ve sulama suyu analiz laboratuvarı (Anonim, 2024a)

1.1.8 Toprak Analizi Yapmak için Kullanılan Araç ve Gereçler

Toprak analizi laboratuvarları, toprağın fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerini belirlemek için çeşitli cihazlar kullanır. Bunlar arasında şunlar yer alabilir:

pH Metre: Topraktaki hidrojen iyonlarının konsantrasyonunu ölçer. Toprak pH değeri, bitkilerin büyümesi için önemli bir faktördür. Şekil 1.5'te örnek bir pH metre cihazı görülmektedir.



Şekil 1.5. pH metre cihazı

Toprak Nem Ölçer: Toprağın nem miktarını ölçmek için kullanılır. Bu cihaz, bitki sulaması için doğru miktarı belirlemeye yardımcı olur. Şekil 1.6' da örnek bir toprak nem ölçme cihazı görülmektedir.



Şekil 1.6. Toprak nem ölçme cihazı

Konduktivite (EC) Metre: Toprağın elektriksel iletkenliğini ölçmek için kullanılır. Topraktaki tuz miktarını belirlemeye yardımcı olur. Topraktaki tuz miktarı, bitki büyümesi üzerinde olumsuz etkiler yaratabilir. Şekil 1.7’de örnek bir EC metre görülmektedir.



Şekil 1.7. EC metre

Organik Madde Analiz Cihazı: Toprağın organik madde içeriğini belirlemek için kullanılan bir cihazdır. Bu cihazın dışında özellikle ülkemizde organik madde analizleri için “titrimetrik yöntemler” (örneğin Smith-Weldon yöntemi, Walkley-Black yöntemi vb. gibi) de kullanılmaktadır. Organik madde, toprağın verimliliği için önemlidir. Son yıllarda modern ve tam donanımlı bazı toprak analiz laboratuvarlarında C-N analiz cihazları organik maddeyi belirlemek amacıyla kullanılmaktadır. Şekil 1.8’de örnek bir karbon-azot analiz cihazı görülmektedir.



Şekil 1.8. Karbon-Azot analiz cihazı

Azot Analiz Cihazı: Toprağın azot içeriğini belirlemek için kullanılan bir cihazdır. Azot, bitkilerin büyümesi için önemli bir besindir. Şekil 1.9'da örnek bir azot analiz cihazı görülmektedir.



Şekil 1.9. Azot analiz cihazı

Mikroskop: Toprakta bulunan mikroorganizmaları ve diğer küçük yapıları incelemek için kullanılır.

Hassas Terazi: Toprak örneği tartımı yapmak için kullanılır. Hassasiyetleri yüksektir. Laboratuvarlardaki hassas teraziler hem toprak örneklerinin hem de kimyasal çözeltilerin analiz için hazırlanmasında kullanılırlar. Bu da toprak analizlerinin daha doğru ve güvenilir sonuçlar vermesi bakımından önemlidir. Şekil 1.10'da örnek bir hassas terazi görülmektedir.



Şekil 1.10. Hassas terazi

Spektrofotometre: Topraktaki besin elementlerinin konsantrasyonlarını ölçmek için kullanılan cihazdır. Elementlerin farklı dalga boylarında yaydığı ışığın yoğunluğunu ölçülerek

konsantrasyonlarını tayin edebilir. ICP-OES, çok düşük konsantrasyonlarda bile elementleri tespit edebilen hassas bir yöntemdir ve oldukça hızlı sonuç verir. Şekil 1.11’de örnek bir spektrofotometre cihazı görülmektedir.



Şekil 1.11. ICP-OES spektrofotometre cihazı

1.1.9 Toprak Analizlerinde Teknolojik Gelişmeler

Günümüzde toprak analizi yapabilen akıllı dijital cihazlar geliştirilmiştir. Bu cihazların yakın gelecekte daha da gelişerek toprak analiz laboratuvarlarının yerini alması beklenmektedir. Şekil 1.12’de örnek bir akıllı toprak analiz cihazı görülmektedir.



Şekil 1.12. Akıllı toprak analiz cihazı (Anonim, 2024b)

Dijital Toprak Analiz Cihazları, sahip olduğu kıvılotesi ışınlar sayesinde toprağın pH'ını, toprak sıcaklığını, bitkinin ihtiyaç duyduğu makro ve mikro besin elementleri, toprak tekstürünü, uygulanacak gübre çeşidi ve miktarını tarlada yerinde tespit ederek çiftçilerin topraktan yüksek verim elde etmelerini sağlamaktadırlar. Dijital Toprak Analiz Cihazları 10 dakika gibi kısa bir sürede bir çok analiz sonuçları verebiliyor ve her bitki çeşidine özel gübreleme önerisinde de bulunabiliyorlar (Anonim, 2021).

Mikro akışkan çipler, mikrolitre ve daha küçük hacimlerdeki sıvıların mikro ölçekteki kanallarda kontrol edilmesini ve taşınmasını sağlayan sistemlerdir. Bu çipler, fiziksel etkileşimlerin, kimyasal reaksiyonların ve biyolojik olayların birkaç santimetrelik bir alanda incelenip detaylı olarak analiz edilmesine olanak tanır (Yıldız, 2018).

Mikro akışkan çipler, laboratuvarında yapılan pek çok analizin daha hızlı ve daha etkili bir biçimde gerçekleştirilmesine olanak tanır. Mikro akışkan çipler sayesinde, analizler daha verimli hale gelmekte ve bu da araştırma süreçlerini hızlandırarak maliyetleri de düşürebilmektedirler. Bu yenilikçi teknoloji, bilim dünyasında küçük ölçekli işlemleri daha erişilebilir ve pratik hale getirmektedir.

Bu yenilikçi teknolojiyi toprak analizinde kullanmak için süzölmüş toprak örnekleri, güçlü bir elektrik alanının uygulandığı çip üzerinde bir kanala enjekte edilmektedir. Çözönmüş besinler yüklü moleküllerdir ve bu nedenle elektrik alanına tepki gösterirler. Besin maddeleri kimyasal yapılarına göre ayrılırlar ve son olarak kılcal damarların sonunda bir detektör ile ölçölürler. Şekil 1.13'te mikro akışkan çip teknolojisini kullanan, NO₃ ve NH₄ seviyesi hakkında göstergeler sağlayan yenilikçi bir toprak makro besin elementleri analizörü gösterilmiştir. Bu cihaz toprak analizi açısından sadece "toplam azot ölçümü" için kullanılabilir.



Şekil 1.13. Mikro akışkan çip teknolojisini kullanan bir toprak besin elementi analizörü (Anonim, 2024c)

Günümüzde cihaz üreticileri “mobil toprak analiz laboratuvarı” olarak kullanılabilir cihazlar geliştirmektedirler. Bu cihazlar toprak analiz sonuçlarını “bulut sunucuya” aktararak web tabanlı olarak kullanıcıların erişimine sunmaktadır. Ayrıca bu cihazlar analiz sonuçlarını ve GPS bilgilerini hassas tarım sistemlerine ileterek entegrasyon sağlayabilmektedir. Bu cihazların üretilmesindeki temel amaçlardan bir tanesi de laboratuvar deneyimi olmayan kullanıcıların da kendi tarım alanlarına ait toprakların analiz edilmesini gerçekleştirmektir. Ancak bu cihazlar kullanım açısından yaygınlaşmış olsa da üreticilerin iyi bir toprak analiz sonuçlarını yorumlama ile ilgili bir kaynağa ihtiyaçları olacaktır. Bu çalışmanın ortaya konulmasındaki hedeflerden bir tanesi de çiftçilerin kolaylıkla analizlerini gerçekleştirecek olmalarına rağmen toprak analiz sonuçlarına göre doğru gübreleme programlarına erişmelerine katkı sağlamaktır. Her şeye rağmen bu tip teknolojik gelişmeler iyi bir ekonomik gücü ihtiyaç kılacaktır.

Ülkemizde son yıllarda çeşitli proje kaynakları ile mobil toprak analiz laboratuvarları oluşturularak tır veya otobüslerle çiftçilerin ayağına kadar giden hizmetlere de rastlanmaktadır.

1.1.10 Türkiye’deki Toprak Analiz Laboratuvarlarının Mevcut Durumu

Ülkemizde bugüne kadar toprak analizi ile ilgili faaliyet başvurusu yapan 426 laboratuvar bulunmaktadır. Bunlardan 191 tanesi aktiftir, 228 tanesinin ise yetkisi iptal edilmiştir (Anonim, 2023).

1.1.11 Toprak Verimliliği, Bitkilerde Dengeli Beslenme ve Gübreleme

Bitkiler, sağlıklı bir şekilde büyümek ve gelişmek için çeşitli besin elementlerine ihtiyaç duyarlar. Besin maddelerinin beslenme ortamında fazlalığı veya noksanlığı, bitkide diğer besinlerin alımını engelleyebilmekte ve bu durum da gelişim geriliği, hastalıklara karşı hassasiyet artışı ve ölüm gibi birçok olumsuz etkiye yol açabilmektedir.

Dengesiz ve yetersiz beslenen bitkilerde ürün ve kalite kayıpları yaşanır. Bu kayıpların temel nedeni, bitki besin elementlerinin toprakta yeterli miktarda bulunmasına rağmen, toprağın özelliklerine bağlı olarak bu besinlerin bitkiler tarafından kullanılamamasıdır. Ayrıca, bazı çevresel koşullar bitki gelişimini olumsuz etkileyerek besin maddelerinin bitki tarafından alınmasını zorlaştırır. Toprağın yapısı, pH değeri ve nem oranı gibi faktörler, besin elementlerinin yararlılığını belirler ve bu faktörlerin uygun olmadığı durumlarda bitki

gelişimi sekteye uğrar. Bu nedenle, toprağın uygun besin dengesine sahip olması ve çevre koşullarının bitki gelişimi için elverişli olması gerekir (Güneş, Alpaslan ve İnal, 2000).

Ortamda gereğinden fazla bulunan kireç ve yüksek pH seviyeleri ile düşük organik madde miktarı, bitki besin elementlerinin çözünürlüğünü, alımını, taşınmasını ve konsantrasyonlarını olumsuz yönde etkilemektedir (Kacar ve Katkat, 2011).

Toprak pH'sının yüksek olması, topraktan kaynaklanan sorunların artmasına ve özellikle mikro element eksikliklerinin ortaya çıkmasına neden olmaktadır. Bu sorunların, elementel kükürt veya jips uygulamasıyla pH düşürülerek giderilebileceği belirtilmiştir (Güneri, Mısırlı ve Yokaş, 2009).

Gübrelerin verimlilik artışındaki rolü, üretim koşullarına bağlı olarak değişiklik gösterebilir, ancak genel olarak gübre kullanımı, ürün veriminde %40 ila %60 oranında bir artış sağlayabilir (Stewart, Dibb, Johnston ve Smyth, 2005).

Bitki yetiştiriciliğinde verim ve kaliteyi artırmada gübreleme çok önemlidir. Ancak gübrelerin doğru zamanda ve doğru şekilde uygulanmaması, bitkiler ve toprak üzerinde olumsuz etkiler yaratabilir (Kalender ve Doğan, 2021).

Toprak verimliliği, bitkilerin sağlıklı ve üretken bir şekilde gelişebilmeleri için gerekli olan temel besinlerin yeterli miktarda ve doğru oranlarda sunulabilmesidir (Anonim, 2024d).

Topraktaki besin miktarı tek bir nedene bağlı değil, birçok faktörün bir arada rol oynadığı karmaşık bir sistemdir. Topraktaki ölü bitki ve hayvan artıklarının ayrışmasıyla oluşan organik madde, bitkilerin ihtiyaç duyduğu birçok besini barındırır. Bu organik maddeleri parçalayan ise topraktaki sayısız bakteri ve mantar gibi mikroorganizmalardır. Onlar sayesinde bitkiler besinleri daha kolay kullanabilir hale gelir. Ancak işin bir de kimyasal yönü var. Toprağın asitlik derecesini gösteren pH değeri, bazı besinlerin bitkiler tarafından alınabilirliğini etkiler. Topraktaki kil miktarı ise bir diğer etkidir. Toprak kili besin maddelerinin tutulumunu sağlar. Yeterli nem, besinlerin taşınmasını kolaylaştırır ve bitki köklerinin besinleri daha rahat almasını sağlar. Sağlıklı bir toprakta yeterince organik madde olmalı, onu parçalayan mikroorganizmalar aktif olmalı, pH ve nem dengesi bitkilerin ihtiyaçlarına uygun olmalıdır (Rajkumar, 2018).

Hızla yok olan ve kirlenen tarım arazilerimizin sürdürülebilirliği için, sanayileşmenin ve çarpık kentleşmenin yarattığı tahribatı durdurmak ve topraklarımızın korunmasını sağlamak

bir zorunluluk haline gelmiştir. Bu amaçla, toprakların fiziksel ve kimyasal özelliklerinin derinlemesine anlaşılması ve bu bilgilere dayalı tedbirlerin acilen hayata geçirilmesi büyük önem taşımaktadır (Taban, Çıkılı, Cebeci, Taban ve Sezer, 2004).

Tarımsal üretimde toprak verimliliği en kritik unsurlardan biridir. Birim alandan daha fazla ürün elde edebilmek, etkili bir toprak yönetimi ile mümkündür (Ateş ve Turan, 2015).

Toprağın üretkenliğini korumak, sürdürülebilir tarım için büyük önem taşımaktadır (Turan, Katkat, Özsoy ve Taban, 2010).

Toprağın verimliliği, tarımsal üretimin miktarını ve kalitesini doğrudan etkiler. Topraktaki besin ve su miktarı azaldıkça veya toprak kirliliği arttıkça, tarımsal üretim de azalır ve gıda güvenliği tehlikeye girer.

Dengesiz ve yetersiz gübreleme, hatalı sulama ve uygunsuz tarım uygulamaları gibi çeşitli etkenlerden dolayı toprak verimliliği hızla azalmaktadır. Bu durum, bitkilerin besin alımını olumsuz etkilemekte ve çevresel dengeyi bozmaktadır (Bacchewar ve BRGajbhiye, 2011).

Toprağın doğal verimliliğini korumak için, çevresel faktörlerin dikkate alınarak kimyasal girdilerin mümkün olan en düşük seviyede tutulması esastır (Karaman vd., 2012).

Toprak verimliliğini artırma yöntemleri arasında gübre uygulaması, toprak erozyonunu önleme tedbirleri, toprak işleme teknikleri, toprak iyileştirme çalışmaları, kaliteli tohum kullanımı, bitki hastalıkları ve zararlılarıyla mücadele gibi kültürel yöntemler bulunmaktadır (Adiloğlu, 1989).

Dengeli gübreleme, toprağın ihtiyaçlarına göre gerekli besin maddelerinin bitkilere en uygun zaman, form, miktar ve yöntemle verilmesi sürecidir. Bu işlem, toprağın analiz edilerek eksik olan besinlerin belirlenmesiyle başlar ve bitkilerin sağlıklı büyümesi için gerekli tüm besinlerin dengeli bir şekilde sağlanmasını amaçlamaktadır. Böylece bitkiler, gelişimleri için ihtiyaç duydukları tüm elementleri doğru bir biçimde alarak verim de doğal olarak artmaktadır (Deliboran ve Savran, 2017).

Çevreyi kirlilemeden, birim alandan amaçlanan verimi azaltmadan, ürün kalitesini bozmadan bitki ve ürün gelişimi sağlamak dengeli bir gübreleme ile mümkündür. Bilinçli ve

dengeli bir gübrelemenin ilk adımı ise toprak analizleri ile bitkinin beslenme düzeyinin belirlenmesi ve buna göre gübreleme programları hazırlanmasıdır (Anonim, 2007) .

Organik gübre kullanımı, toprağın su tutma yeteneğini, besin maddelerinin bitkiler tarafından kullanılabilirliğini, havalanmasını ve genel yapısını iyileştirir. Bu iyileştirmeler, bitkisel üretimi artırır, sürdürülebilirliği sağlar ve toprağın mikrobiyolojik aktivitesini yükseltir (L. E. Jackson, Calderon, Steenwerth, Scow ve Rolston, 2003).

Önceki araştırmalar dikkate alındığında, gübrelerin uzun vadede toprak üzerinde zararlı etkiler yarattığı gözlemlenmiştir. Bu olumsuz etkilerin büyük bir kısmı, yanlış yöntemler kullanılarak ve ihtiyaçtan fazla gübre uygulanmasından kaynaklanmaktadır. Gübrelerin zararları arasında toprak tuzluluğunun artması, ağır metal birikimi, suların ötrofikasyonu, nitrat kirliliği, kükürt ve azot içeren gazların hava kirliliğine yol açması ve sera etkisinin artması gibi sorunlar yer almaktadır (Berkay, 2022).

Aşırı azotlu gübre kullanımı sonucunda, bitki dokularında önemli miktarda nitrat ve nitrit birikimi gözlemlenmektedir. Bu azot türlerinin bitkilerde birikmesi, bu bitkilerle beslenen insanlar ve hayvanlarda ciddi sağlık problemlerine neden olabilmektedir (Karakas, 2010).

En yüksek verimi elde etmek amacıyla kontrolsüzce kullanılan kimyasal gübreler ve tarım ilaçlarının, çevre kirliliğine, yeraltı su kaynaklarının kirlenmesine ve yetiştirilen ürünlerdeki kimyasal kalıntıların insan ve hayvan sağlığına ciddi tehditler oluşturmaya yol açtığı bildirilmektedir (Kırımhan, 2005).

Son yıllarda üreticiler daha bilinçli şekilde gübre uygulaması yaparlarken, verim kaygısıyla, fazla gübrelemenin verimi arttıracak şekildeki düşünce üreticiler arasında hala yaygınlığını sürdürmektedir. Bu yaklaşımların doğru olmadığı, çeşitli bilimsel çalışmalarla desteklenmiştir. Bitki besin elementlerinin bitkinin ihtiyacı dışında verilmesi elbette verim artışını sağlamaktadır. İhtiyaçtan fazla verilmesi hem lüks tüketime girerken hem de ekonomik olarak kayıplara ve çevre sorunlarına yol açmaktadır. Aşırı azotlu gübre kullanımının sularda nitrat kirliliğine yol açtığı bilinen bir gerçektir. Besin elementinin aşırı düzeyde absorpsiyonu, bitkiye olumsuz etkide bulunabilmekte; verim kayıplarına hatta bitki ölümlerine sebep olabilmektedir (Gillelan M. E. vd., 1983).

Tarımsal üretimde verimi etkileyen başlıca faktörlerden biri toprak verimliliğidir. Belirli koşullarda, besin elementlerinin gereğinden fazla veya yetersiz olması, bitkilerin diğer gerekli

besin elementlerini almasını engelleyerek verim ve kaliteyi olumsuz etkiler. Ayrıca, toprakların fiziksel ve kimyasal özelliklerinin tespit edilmesi ve bu özellikler ile topraktaki besin elementleri arasındaki ilişkilerin anlaşılması, gübreleme programlarının en yüksek verimi sağlayacak şekilde düzenlenmesi açısından büyük önem taşımaktadır (Çimrin ve Boysan, 2006).

Toprak kimyası ve verimlilik araştırmalarının temel amacı, bitki büyümesiyle ilişkili olarak topraklardaki kimyasal ve biyokimyasal reaksiyonların derinlemesine anlaşılmasıdır. Bu anlayış, toprak ve çevre kalitesinin uzun süreli korunmasına katkı sağlamayı amaçlamaktadır (Sağlam ve Dengiz, 2013).

Tarımsal üretim için temel girdiler arasında önemli bir yere sahip olan gübre, kaliteli ve verimli bir şekilde kullanılarak tarımın ekonomik olarak kârlı bir faaliyet olarak sürdürülmesinde büyük rol oynar. Gübre kullanımının bitkisel üretimdeki artışa katkısı yaklaşık olarak %58 olarak belirtilmektedir (Welte, 1973).

1.1.12 Toprak Analizi ile İlgili Yapılmış Çalışmalar

1.1.12.1 Verimlilik Düzeyi ve Gübre İhtiyacı Belirleme Çalışmaları

Ateş ve Turan (2015) tarafından, Bingöl ili Merkez ilçesindeki tarım topraklarının bazı toprak özellikleri ve verimlilik düzeylerini belirlemek amacıyla çalışma yapılmıştır. Araştırma sonucuna göre, Bingöl ili Merkez ilçesi tarım topraklarının; genel olarak killi-tın bünyeli ve nötr veya nötre yakın reaksiyonlu olduğu, tuzluluk problemi bulunmayan toprakların kireç içeriğinin az kireçli ile orta kireçli arasında değiştiği, organik madde miktarının ise düşük düzeyde olduğu belirlenmiştir. İncelenen toprakların büyük çoğunluğu; alınabilir fosfor bakımından yetersiz, alınabilir potasyum bakımından ise yeterli bulunmuştur.

Saraçoğlu vd. (2014) tarafından Şanlıurfa'nın Halfeti ilçesindeki toprakların fiziksel ve kimyasal özelliklerini inceleyerek genel verimlilik durumlarını değerlendirmeyi amaçladıkları araştırmanın sonucuna göre, araştırma yapılan topraklardaki organik maddenin zenginleştirilmesi gerektiği, fosfor ve çinko yetersizliği nedeniyle, toprak analizlerine başvurularak ilgili elementleri içeren gübrelerin kullanılması gerektiği belirtilmiştir.

Tarakçıoğlu, Yalçın, Bayrak, Küçük ve Karabacak (2003) tarafından Ordu yöresinde yetiştirilen fındık bitkisinin beslenme durumunun araştırıldığı çalışmanın bulgularına göre, bölge topraklarının yaklaşık yarısı fosfor (P) ve potasyum (K) bakımından eksiklik

göstermektedir. Ayrıca K, Zn ve B içeren gübrelerin fındıkta meyve tutumunu artırdığı ve boş fındık oluşumunu azalttığı göz önünde bulundurulduğunda, bölgede gübreleme denemeleri yapılması ve elde edilecek sonuçlara göre fındık bitkisinin bu besin maddeleriyle gübrenmesinin faydalı olacağı belirtilmiştir.

Erşahin ve Karaman (2000) tarafından toprak değişkenliğinin, toprak verimliliği çalışmaları için değerlendirmesinde faktör analizinin kullanılması ile ilgili çalışmada, faktör analizinin toprak değişkenliğini belirlemede oldukça faydalı bir araç olduğu gösterilmiştir. Araştırma sonucunda, toprak verimliliği ve amenajmanı açısından en önemli iki değişkenin bitkiye yararlı su ve bitki tarafından alınabilir fosfor olduğu belirlenmiştir.

Parlak, Fidan, Kızılcık ve Koparan (2008) tarafından, Çanakkale ili Eceabat ilçesi tarım topraklarının verimlilik durumlarını tespit etmek amacıyla yapılan çalışmaya göre, toprakların organik madde kapsamının düşük olduğu tespit edilmiş, kalsiyum, potasyum ve demir miktarları ise yeterli bulunmuştur. Özellikle domatesin daha çok organik maddeye gereksinim duyduğu gözetilerek organik gübrelerin kullanılması gerektiği vurgulanmıştır.

Eyüpoğlu (1999) tarafından Türkiye topraklarının verimlilik durumunu belirlemek amacıyla yapılan çalışmaya göre, Türkiye topraklarının organik madde bakımından yetersiz, ancak potasyum açısından zengin olduğu sonucu ortaya çıkmıştır.

Horuz vd. (2018) nin, Samsun ili Terme yöresinde yayılım gösteren alüviyal çeltik arazilerinin bazı fiziko kimyasal toprak özellikleri ile besin element kapsamı arasındaki ilişkileri ortaya koymak amacıyla yaptığı çalışmaya göre, bölgedeki çeltik tarlalarının organik madde ile zenginleştirilmesi ve tuzluluk seviyesine dikkat edilerek fosfor (P), potasyum (K), çinko (Zn) ve bor (B) içeren gübrelerin uygulanması önerilmektedir. Ayrıca, toprakların büyük bir kısmının nispeten düşük pH değerine sahip olması nedeniyle, ileride oluşabilecek olası demir (Fe) ve mangan (Mn) toksisitesine karşı kireç uygulaması tavsiye edilmektedir.

Tortamış, Özaslan Parlak ve Parlak (2021) tarafından yapılan, Akdeniz ekosisteminde korunan ve otlatılan merada bazı fizikokimyasal toprak özelliklerinin karşılaştırılması isimli çalışmada uzun süre koruma altındaki meralar ile otlatılan meraların bazı fizikokimyasal toprak özellikleri karşılaştırılmıştır. Otlatılan meraların, korunan meralara kıyasla daha yüksek hacim ağırlığı, penetrometre direnci, kum içeriği ve pH değerine sahip olduğu belirlenmiştir. Buna karşılık otlatılan meraların; kil, elektriksel iletkenlik ve organik madde miktarlarının korunan meralara göre daha düşük olduğu gözlemlenmiştir.

Saygin, Gürsoy, Demirağ Turan ve Dengiz (2017) tarafından Çataklı Havzası'nın doğu tarafında, çay yetiştirilen toprakların bazı fiziksel ve kimyasal özelliklerini ve bu topraklardaki besin elementlerinin durumunu belirlemek amacıyla yapılan çalışmaya göre, toprakların makro besin elementleri olan azot, fosfor ve potasyum seviyelerinde genellikle yetersizlikler tespit edilmiştir. Buna karşın, mikro besin elementleri açısından bakır ve demir düzeylerinde herhangi bir sorun bulunmazken, çinko ve mangan seviyelerinde eksiklikler belirlenmiştir.

Tepecik, Barlas ve Çobanoğlu (2014) tarafından, Turgutlu bağlarının beslenme durumlarını belirlemek ve gelecekte uygulanacak gübreleme programlarına temel oluşturmak amacıyla yapılan analizler sonucunda, toprak örneklerinin %50'sinin azot, %63'ünün fosfor ve %57'sinin potasyum açısından yetersiz olduğu tespit edilmiştir.

Çerçioğlu, Kara ve Okur (2017) tarafından, Kütahya'nın Simav ilçesindeki seralardan alınan su ve toprak örneklerinin kalite özelliklerini araştırmak amacıyla yapılan analizlerde, toprak örneklerinin bünye, pH, elektriksel iletkenlik, organik madde, makro ve mikro elementler ile ağır metal içerikleri incelenmiştir. Analiz sonuçlarına göre, sera topraklarındaki fosfor miktarının üretim sonrası bile yüksek seviyelerde olduğu tespit edilmiştir. Bu durum, gübreleme uygulamalarının bilimsel temellere dayanmadan gerçekleştirildiğini göstermektedir.

Parlak (2016) tarafından İzmir ili Ödemiş ilçesinde patates üretimi yapılan alanlardaki toprakların verimlilik düzeylerini belirlemek ve olası beslenme sorunlarını tespit etmek amacıyla gerçekleştirilen çalışmada, toprakların tamamı organik madde açısından yetersiz bulunurken, büyük bir kısmı (%94,87) toplam azot açısından yetersiz olarak tespit edilmiştir. Ayrıca, patates yetiştirilen toprakların yönetiminde en önemli sorunun organik madde eksikliği olduğu belirtilmiştir. Bu sorunu çözmek için hayvan gübresi, hasat artıkları ve kompost gibi organik düzenleyicilerin kullanılması gerektiği vurgulanmıştır.

Çelik ve Batmaz (2020) tarafından yapılan çalışma, Bursa ili Orhangazi ilçesinde kivi yetiştiriciliği yapılan toprakların verimlilik durumlarını belirlemek amacıyla gerçekleştirilmiştir. Çalışma sonuçları, yöredeki üreticilerin toprak ve bitki analizine dayanmayan gübreleme programları uyguladığını, organik gübre kullanımının yetersiz olduğunu ve kivi üretiminin bilinçsizce yapıldığını göstermiştir.

Deliboran vd. (2020)'nin yaptığı çalışma, Muğla ilindeki zeytin yetiştiriciliği yapılan toprakların ve zeytin bitkisinin bor ve makro elementler açısından beslenme durumunu belirlemek amacıyla gerçekleştirilmiştir. Toprak ve yaprak analiz sonuçlarına göre, araştırma

alanındaki topraklarda bor (B), fosfor (P) ve potasyum (K) açısından ciddi beslenme sorunları olduğu tespit edilmiştir. Bu duruma göre, etkili gübreleme programlarının, yöntemlerinin ve zamanlamalarının son derece önemli olduğu vurgulanmıştır. Zeytin tarımında kaliteli ve yüksek verimli üretimin; dengeli gübreleme, organik gübre kullanımı ve diğer tarım teknikleriyle sağlanabileceği belirtilmiştir.

Aydemir, Akgün ve Özkutlu (2021) tarafından yapılan araştırma, Ordu ilindeki fındık bahçelerinin verimliliğini belirlemek amacıyla gerçekleştirilmiştir. Bu amaçla bahçelerden toprak örnekleri alınmış ve bazı fiziksel ve kimyasal analizler yapılmıştır. Sonuçlar, fındık yetiştirilen bahçelerin özellikle besin elementleri açısından yetersiz olduğunu göstermiştir. Bu sorunun çözülmesi için, fındık yetiştiriciliğinde tek tip gübre kullanımı yerine, çok besinli gübrelerin kullanılması önerilmiştir. Bu şekilde, fındık bitkilerinin ihtiyaç duyduğu çeşitli besin maddeleri sağlanarak beslenme sorunlarının giderilebileceği ve verimlilik artışı sağlanabileceği belirtilmiştir.

1.1.12.2 Toprak Analizleri Konulu Haritalama Çalışmaları

Kalkancı, Şimşek, Aslan ve Büyük (2021) tarafından Osmaniye’de tarım topraklarının verimlilik durumlarını belirlemek ve tematik olarak haritalandırmak için yapılan çalışmada çalışma toprak özelliklerine ait dağılım haritaları çıkarılmıştır. Böylelikle ilgililerin haritalar üzerinde tarımsal alanların özelliklerini ve dağılımlarını daha kolay görebilecekleri ifade edilmiştir.

Taşova ve Akın (2013) tarafından Marmara Bölgesi'ndeki tarım alanlarının tamamını kapsayacak şekilde toprakların bitki besin maddesi içeriği ve verimlilik durumunu belirlemek amacıyla haritalama çalışması yapılmıştır. İlgili çalışmada, toprak özelliklerinin Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) kullanılarak değerlendirilmesi ve güncel toprak veri tabanlarının oluşturulması hedeflenmiştir. Ayrıca, bu toprak özelliklerindeki zamanla oluşabilecek değişimlerin izlenebilmesi amacıyla da çalışmalar gerçekleştirilmiştir. Araştırma sonuçlarına göre Marmara bölgesinin Trakya kısmında, çinko noksanlığı tespit edilmiştir. Bu nedenle çinko katkı gübrelerin kullanımı tavsiye edilmiştir.

Bozkır'ın Toprak Haritasının Oluşturulması projesi kapsamında, Konya ili Bozkır ilçesine ait 24 köyden toprak örneği alınmıştır. Toprak analiz raporlarının değerlendirilmesi sonucu seçilen üç bitki için gübre önerileri yapılmıştır. Kimyasal ve fiziksel toprak analizlerinin ortalama değerleri kullanılarak Bozkır bölgesine ait toprak haritası hazırlanmıştır. Hazırlanan

tablolar ve haritalar sayesinde tarla ve bahçelerdeki beslenme sorunları, bu sorunların nedenleri, besin elementlerinin alımı ve toprak özellikleri arasındaki ilişkiler araştırılmıştır. Bu sayede dengesiz beslenmenin çözüm yollarını belirlemek ve çiftçilerin bilinçsiz gübre kullanımlarını engellemek hedeflenmiştir. Bitkilerin beslenme bozuklukları ve verim düşüşlerini engellemek için toprağa ihtiyacı kadar gübre uygulanması gerektiği vurgulanmıştır (Bozkır İlçe Gıda Tarım ve Hayvancılık Müdürlüğü, 2013).

Muğla ili tarım arazilerinin genel verimlilik durumları haritasını hazırlama projesi, Muğla ili tarım toprakları için alternatif ürün desenlerinin oluşturulmasını, üreticilerin bilinçli gübre kullanmasını sağlamayı ve böylece ürünlerin verim ve kalitesini artırarak hem kendi ekonomilerine hem de ülke ekonomisine katkıda bulunmak amacıyla yapılmıştır. Proje ile toprak özellikleri Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) kapsamında değerlendirilip güncel toprak veri tabanları oluşturulmuştur (Anonim, 2024e).

1.1.12.3 Toprak Analizinin Önemini Vurgulayan Çalışmalar

Müftüoğlu (2012) tarafından yapılan çalışmada, toprak analizinin domates yetiştiriciliğinde etkin bir şekilde kullanılmasının, daha verimli bir üretim süreci sağlamak için önemli olduğu vurgulanmaktadır. Toprağın uygun koşullara sahip olması, bitki sağlığı ve verimlilik açısından kritiktir. Bu nedenle, çalışmada toprak analizinin, domates yetiştiriciliğinde sorunları önceden tespit etmek ve uygun önlemleri almak için değerli bir araç olduğu belirtilmiştir.

Atılğan, Coşkan, Saltuk ve Erkan (2007) tarafından yapılan çalışmada, Antalya yöresindeki seralarda aşırı gübre kullanımının bir sorun olduğu ve bu nedenle gübreleme yapılmadan önce toprak ve bitki analizlerinin yapılmasının gerekli olduğu belirtilmiştir.

1.2. Çalışmanın Amacı ve Kapsamı

Bu çalışmanın amacı, ülkemizde halen toprak analiz laboratuvarları tarafından kullanılmakta olan toprak analiz raporlarının içeriğini, formatını ve gübreleme tavsiyesi amacıyla kullanımını incelemek ve iyileştirme önerileri sunmaktır. Bu amaçla elde edilen bulgular neticesinde eksikliği hissedilen ve mevcut raporların güncellenmesi ve yeni gelişmelere adaptasyonunun sağlanmasını da içerecek şekilde pratik ve web tabanlı bir toprak analiz raporlama aracı geliştirilmiştir. Raporlama aracının, toprak analiz laboratuvarlarından

elde edilen toprak analiz verilerini işleme ve sonuçları bilimsel kıstaslara göre değerlendirmesi öncelikli hedefler arasındadır.

Uygulama geliştirme çalışmaları, sadece Türkiye'deki laboratuvarların beklentilerini karşılamayı amaçladığı için söz konusu bu çalışma kapsamı ülkemizle sınırlandırılmıştır.

Tarım ilaçlarının ve doğal yöntemlerle üretilmeyen gübreler gibi diğer kimyasal maddelerin toprakta birikimini değerlendirerek çevresel etkileri belirlemeyi amaçlayan toprak analizleri, inşaat projeleri öncesinde yapılan zeminin taşıma kapasitesi, dayanıklılığı gibi yapı güvenliğini ilgilendiren toprak analizleri, maden çıkarma alanlarındaki toprak özelliklerini değerlendirmek için yapılan toprak analizleri ile karayolları alanında yapılan toprak analizleri bu çalışma kapsamında değildir.

Geliştirilen toprak analiz raporlama aracı, kullanıcıların toprak analiz sonuçlarını saklamasını, görselleştirmesini ve kolayca anlaşılabilir olmasını sağlayacaktır. Bu aracın; çiftçilere, toprak sahiplerine, tarım uzmanlarına, araştırmacılara, bu alanla ilgili eğitim gören öğrencilere, arazi değerlendirme uzmanlarına ve diğer ilgili paydaşlara katkı sağlaması beklenmektedir.

Toprak analizi konusunda yapılacak bu tip çalışmalar, toprak verimliliğini artırmakta ve sürdürülebilir tarım uygulamalarını teşvik etmektedir.

2. MATERYAL VE YÖNTEM

2.1 Materyal ve Altyapı

Bu çalışmada Türkiye’de aktif olarak hizmet vermekte olan bazı laboratuvarlardan alınan toprak analiz raporları materyal olarak kullanılmıştır. Bu raporlar daha önceden çeşitli amaçlarla (gübre ihtiyacı belirleme, arazi değerlendirme, arazi hasar tespitleri vb.) yapılmış olan mevcut raporlardır. Araştırma amacıyla test verisi olarak kullanılmak üzere tek bir laboratuvardan yeterli sayıda (100 adet) toprak analiz raporu temin edilmiştir. Bu örnek raporlar Tekirdağ Ticaret Borsası’ndan yazılı ve imzalı izin belgesi olacak şekilde kurum yetkilisi onayıyla temin edilmiştir. Bu çalışmada kullanılan bütün raporlarda kişisel verilere yer verilmemiştir. Ülkemizde faaliyet halinde olan diğer birçok laboratuvarların hazırladığı (300 adetten fazla) diğer raporlar da incelenmiş ve değerlendirilmiştir.

İşletim sistemi olarak açık kaynak kodlu ve ücretsiz olarak dağıtılan Ubuntu (Anonim, 2024f) kullanılmıştır. Ubuntu, linux tabanlı bir işletim sistemidir. Günümüzde en popüler ve en çok kullanılan linux dağıtımlarından biridir.

Geliştirilen uygulama, web tabanlı olduğu için web sunucusuna ihtiyaç duyulmuştur. Web sunucusu olarak Apache (Anonim, 2024g) kullanılmıştır.

Web uygulamasının sunucu tarafı işlemleri, CodeIgniter (Anonim, 2024h) çatısı ile birlikte PHP (Anonim, 2024i) programlama dili ile geliştirilmiştir. CodeIgniter, PHP ile web uygulamaları geliştirmek için kullanılan popüler, açık kaynaklı ve ücretsiz bir MVC (Model-View-Controller) PHP framework'üdür. CodeIgniter, SQL enjeksiyonu ve cross-site scripting gibi yaygın web güvenlik açıklarına karşı koruma sağlayan çeşitli güvenlik özellikleri sunma yeteneğine sahiptir. Web uygulamasının istemci (web tarayıcı) tarafı işlemleri ise javascript ile kodlanmıştır.

Çalışmada veritabanı olarak PostgreSQL (Anonim, 2024j) kullanılmıştır. PostgreSQL, açık kaynaklı bir ilişkisel veri tabanı yönetim sistemidir ve akademik araştırmalarda yaygın olarak kullanılmaktadır. PostgreSQL büyük ölçekli bir veritabanı olarak kabul edilmektedir. PostgreSQL yüksek işlem kapasitesi ile verileri hızlı ve verimli bir şekilde işleyebilmektedir. PostgreSQL ölçeklenebilirdir yani iş yükü büyüdükçe kapasitesi artırılabilir ve ayrıca veri ihlallerini önlemek için güvenlik ve veri bütünlüğünü sağlamak için güvenilirlik özellikleri sunmaktadır. Tüm bu özellikler çalışmaya en uygun veri tabanının seçiminde rol oynamıştır.

Veritabanı yönetim aracı olarak, lisanslı “SQL Manager for PostgreSQL” (Anonim, 2024k) yazılımı ve ücretsiz olarak kullanılabilen “DBeaver Community” (Anonim, 2024l) yazılımı kullanılmıştır.

Şekil 2.1’de toprak analizinin aşamaları gösterilmiştir. Bu çalışmadaki geliştirme tarafına yönelik işlemler, AŞAMA-3 (Analiz sonuçlarının değerlendirilmesi) ve AŞAMA-4 (Gübre tavsiyelerinin oluşturulması) ile ilgilidir.



Şekil 2.1. Toprak analizinin aşamaları.

Değerlendirmek ve programda kullanmak amacıyla elde edilen bazı toprak analiz rapor örnekleri aşağıda gösterilmiştir (Şekil 2.2, Şekil 2.3, Şekil 2.4, Şekil 2.5, Şekil 2.6 ve Şekil 2.7). Toplanan bu materyaller incelenmiş ve sonrasında geliştirilen uygulamayla birlikte ideal bir rapor oluşturulmaya çalışılmıştır.

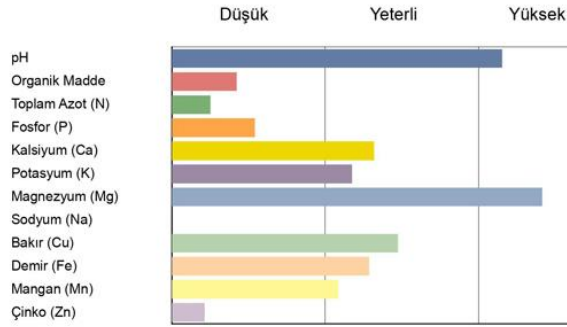
LOGO

TARIMSAL AMAÇLI ANALİZ LABORATUVARI
TOPRAK ANALİZ RAPORU

Kayıt No	576	Alan	,000 da
Kayıt Tarihi	29.04.2020	Önceki Ürün	-
Adı Soyadı		Ekilecek Ürün	-
Telefon		Derinlik (cm)	0-45
İl	İSTANBUL	Mevki	ORTA
İlçe	SİLİVRİ	Parsel	
Köy	ORTAKÖY	Ada No	

ANALİZ SONUÇLARI

PARAMETRE	SONUÇ	BİRİM	DEĞERLENDİRME	METOD
pH	7,96		HAFİF ALKALİ	Saturasyon
Tuz	0,04	%	TUZLULUK TEHLİKESİ YOK	Saturasyon
Kireç	2,59	%	AZ KİREÇLİ	Kalsimetrik
İşba	59,40		KİLLİ TİNLİ	Saturasyon
Organik Madde	1,06	%	AZ	Walkey-Black
Toplam Azot (N)	0,05	%	AZ	Kjeldahl
Fosfor (P)	10,85	ppm	ORTA	Spekro Fotometre
Potasyum (K)	202,34	ppm	YETERLİ	A.Asetat-ICP
Kalsiyum (Ca)	4.834,03	ppm	FAZLA	A.Asetat-ICP
Magnezyum (Mg)	1.396,71	ppm	FAZLA	A.Asetat-ICP
Demir (Fe)	17,83	ppm	YETERLİ	DTPA-ICP
Bakır (Cu)	2,11	ppm	YETERLİ	DTPA-ICP
Çinko (Zn)	0,22	ppm	AZ	DTPA-ICP
Mangan (Mn)	8,77	ppm	YETERLİ	DTPA-ICP



Gübre Formu

Miktar

Veriliş Zamanı

DEĞERLENDİRME

KUM % 35,712
KİL % 38,648
SİLT % 25,640

KİLLİ TİN (CL)

ANALİZİ YAPAN

UYGULAMA ÖNERİSİNİ
YAZAN ONAYLAYAN

Uyarı : Alındığı yeri temsil etmeyen örneklerin laboratuvara ulaştırılması sırasında uygun olmayan koşullar nedeniyle meydana gelebilecek olumsuz değişimler ve önerilen gübrelerin usulüne uygun biçimde kullanılmaması nedeniyle oluşacak zarardan laboratuvarımız sorumlu değildir. Sonuçlar sadece deneyi yapılan numune için geçerlidir.

Şekil 2.2. Toprak analiz raporu örneği (örnek-1)

LOGO

Rapor Tarihi : 05.02.2020

RAPOR NO	12020
ADI/SOYADI	
T.K.K/BAYII	KEŞAN
İL/İLÇE	EDİRNE / KESAN
MEVKİİ	BEĞENDİK SİĞİLLİ 14 DA.
BİTKİ ÇEŞİDİ	ÇELTİK

ANALİZ SONUÇLARI

ELEMENT	ANALİZ SONUCU	BİRİM	DEĞERLENDİRME
Bünye	79,20		Killi
pH	7,88		Hafif Alkali
Tuz	0,051	%	Tuzsuz
Kireç	9,46	%	Orta
Organik Madde	2,367	%	Orta
Azot	0,118	%	İyi
P2O5	4,14	kg/da	Az
K2O	91,90	kg/da	Fazla
Fe	28,23	ppm	Çok Yüksek
Zn	0,33	ppm	Az
Cu	2,59	ppm	Yeterli
Mn	7,57	ppm	Yeterli
Ca	6.500	ppm	Fazla
Mg	987,9	ppm	Fazla
Na	183,7	ppm	

Öneri I

15.20.10+5(SO3)+Me Süper Çeltik gübresinden dekara 55 kg ve Garnül Çinko Sülfat gübresinden dekara 3 kg çeltik tarlalarının uzunlamasına olan seddeleri çekildikten sonra, toprak sathına gübre dağıtıcısı veya el ile yeknesak olarak serpilip uygun bir ekipmanla toprağa karıştırılmalıdır. % 46 N SÜPER İNCİ gübresinden dekara 14 kg kardeşlenme başlangıcında uygulanmalıdır. % 21 N Amonyum Sülfat gübresinden dekara 28 kg salkımlı oluşum devresi başlangıcında (ekimden 55-60 gün sonra) uygulanır.

HUMAS-15 Hümik Asitten toprak ekime hazırlanırken dekara 2000 cc dozunda topraktan uygulanır. 10.30.10 toz gübresinden, kardeşlenme döneminde, dekara 250 gr dozunda yapraktan verilmelidir. 10.5.40 toz gübresinden, süt doldurma döneminde, dekara 300 gr dozunda yapraktan verilmelidir. ÇİNKO sıvı gübresinden, kardeşlenme döneminde, dekara 250 cc dozunda yapraktan verilmelidir.

Not

Dekara 3 ton iyi vasıflı yanmış ahır gübresi ekimden önce verilerek toprakla karışması sağlanmalıdır.

* Alındığı yeri yeterince temsil etmeyen örnekler ile örneklerin laboratuvara ulaştırılması sırasında uygun olmayan koşullar nedeniyle meydana gelebilecek olumsuz değişimler ve önerilen gübrelerin usulüne uygun biçimde kullanılmaması nedeniyle oluşabilecek zararlardan laboratuvarımız sorumlu değildir. Sonuçlar sadece analizi yapılan numune için geçerlidir.

Şekil 2.3. Toprak analiz raporu örneği (örnek-2)

LOGO

TOPRAK ANALİZ RAPORU				
RAPOR NUMUNE NO	9240513686-69			
ÜRETİCİNİN ADI SOYADI \ TC KİMLİK NO				
ÜLKE	MAKEDONYA			
MAHALLE KÖY				
BÖLME NO				
MEVKİİ			SULAMA DURUMU	SULU
MEVKİİ				
YETİŞTİRİLECEK BİTKİ	ANASON			
RAPOR TARİHİ	20.04.2022			
TOPRAK ELEMENTLERİ	BİRİMLER	METODLAR	ANALİZ SONUCU	NOT
PH		Satürasyonda	7,92	Alkali
EC	ms	Satürasyonda	0,44	
CaC03	%	Scheibler	3,54	Kireçli
ORGANİK MADDE	%	Walkley-Black	1,41	Az
BÜNYE	ml	Satürasyonda	59,84	Killi Tınlı
TOPLAM AZOT	%		0,07	Azotça Orta
TUZLULUK	%	Satürasyonda	0,017	Tuzsuz
P205 (FOSFOR)	kg/da	Olsen(Askorbik Asit)	14,92	Yüksek Fosforlu
K20 (POTASYUM)	kg/da	A.A.S. (A. Asetat)	52,63	Yüksek
Ca (KALSİYUM)	mg/kg	A.A.S. (A. Asetat)	4827,00	Zengin
Mg (MAGNEZYUM)	mg/kg	A.A.S. (A. Asetat)	96,00	Orta
Fe (DEMİR)	mg/kg	A.A.S. (DTPA)	9,84	Orta Yüksek
Zn (ÇİNKO)	mg/kg	A.A.S. (DTPA)	0,53	Düşük
Mn (MANGAN)	mg/kg	A.A.S. (DTPA)	11,62	Orta
Cu (BAKIR)	mg/kg	A.A.S. (DTPA)	4,87	Yeterli
B (BOR)	mg/kg	Azomethin-H		ANALİZ İSTENMEDİ
				Toplam
Azot Organik Madde Tayininden Hesaplanmıştır.				

ÖNERİLER :ANOSON

Organik Gübreleme ;Tarla Hazırlığında	3-4 ton'da iyi yanmış ahır gübresi+50 Kg/da Toz Kükürt	
Ekimle Birlikte	Kompoze (15-15-15+25S03+Zn)	40 Kg'da
Ekimle Birlikte	Çinko Sülfat (%23 Zn)	5 Kg'da
Üst Gübreleme Ara Çapada	Üre (% 46 N)	10 Kg'da

Şekil 2.4. Toprak analiz raporu örneği (örnek-3)

LOGO

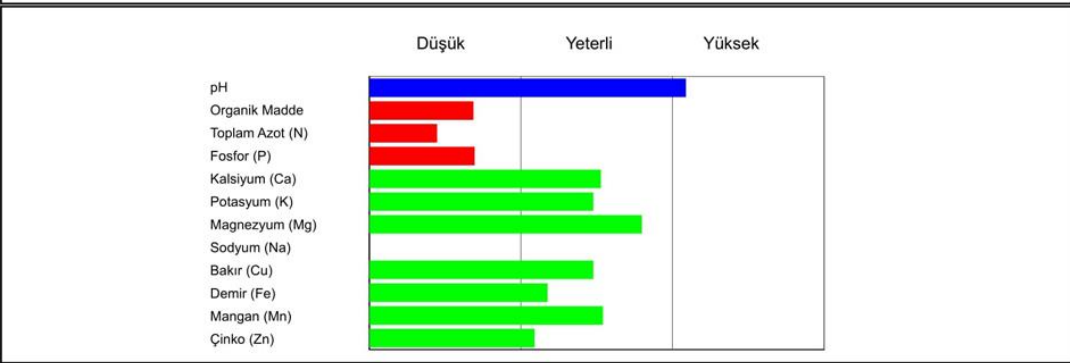
TOPRAK TAHLİL LABORATUARI
ANALİZ RAPORU

Kayıt No	75	Toprak Örneğinin Alındığı
Kayıt Tarihi	08.05.2018	İl : KIRKLARELİ
Adı Soyadı		İlçe : LÜLEBURGAZ
Derinlik (cm)	30	Köy : SARIMSAKLI
Önceki Ürün		Alan : 200,000 da
Ekilecek Ürün	AYÇİÇEĞİ	Mevki
Ada No		Parsel

ANALİZ SONUÇLARI

pH	: 7,73 (Hafif Alkalin)
Tuz mmhos/cm	: 1.050,00 (Tuzluluk Tehlikesi Yok)
Organik Madde %	: 1,72 (Humusça Fakir)
İşba	: 66,00 (Killi Tınlı)
Kireç	: 4,76 (Orta Kireçli)

Makro Besin Elementleri		Mikro Besin Elementleri	
Toplam Azot (N) %	: 0,09 (Noksan)	Alınabilir Bakır (Cu) ppm	: 2,12 (Yüksek)
Alınabilir Fosfor (P) ppm	: 13,91 (Noksan)	Alınabilir Demir (Fe) ppm	: 12,95 (Yeterli)
Alınabilir Kalsiyum (Ca) ppm	: 7.515,44 (Yeterli)	Alınabilir Mangan (Mn) ppm	: 34,34 (Yeterli)
Alınabilir Potasyum (K) ppm	: 293,37 (Yeterli)	Alınabilir Çinko (Zn) ppm	: 1,18 (Yeterli)
Alınabilir Magnezyum (Mg) ppm	: 741,81 (Yeterli)		



Gübre Formu	Miktar	Veriliş Zamanı
20-20 Kompoze	20 kg	Ekimle Birlikte Banda
Üre	12 kg	İlk Çapalamada

Öneriler

- Dekara 3 ton yanmış çiftlik gübresi verilmesinde fayda var.

ANALİZİ YAPAN

Numune Analiz Tarihi : 18.05.2018

UYGULAMA ÖNERİSİNİ
YAZAN ONAYLAYAN

Uyarı : Tartıdan numune alınırken uyulması gereken kurallara uyulmadığı takdirde, numunenin laboratuvara getirilirken olumsuz koşullara maruz kalması durumunda, tavsiye edilen gübre ve gübreleme şeklinde uyulmadığında ortaya çıkabilecek olumsuzluklardan laboratuvarımız sorumlu değildir !

Şekil 2.5. Toprak analiz raporu örneği (örnek-4)

LOGO

TOPRAK, BİTKİ VE SU ANALİZ LABORATUVARLARI

TOPRAK ANALİZ RAPORU
21/10/2021

Rapor No: 769

TKK/Bayı: KESAN

Adı Soyadı:

Mevki/Alan: MERCAN 11 DA.

İl-İlçe: EDİRNE KESAN

Bitki Çeşidi: CEVİZ (DAMLAMA)

	Birim	Analiz Sonucu	Değerlendirme	Çok Az	Az	Orta	Yüksek	Çok Yüksek
Bünye		39,6	Tın					
PH		7,01	Hafif Alkali					
Tuz	%	0,0103	Tuzsuz					
Kireç	%	2	Az					
Organik Madde	%	0,6019	Çok Az					
Azot	%	0,0301	Çok Fakir					
Fosfor(P ₂ O ₅)	Kg/da	32,47	Çok Yüksek					
Potasyum(K ₂ O)	Kg/da	117,35	Fazla					

ÖNERİ

% 21 N Amonyum Sülfat; ağaç başına 1000 gr Şubat-Mart aylarında verilmelidir.

DAMLAMA SULAMA İLE (dekara 1 ton su ile):

HUMAS-15 Humik Asit'den dekara 2 litre, ilk sulamaya başladığında verilmelidir.

Mayısın 2. haftasında=UAN: 12 lt, Amino Asit: 400 cc

Haziran-Temmuz- Ağustos ayları boyunca= UAN: 15 lt, Amino Asit: 400 cc

Eylül ayında= Potasyum Nitrat: 5 kg verilmelidir.

Dekara 4 ton iyi vasıflı yanmış ahır gübresi sonbaharda verilerek toprakla karışması sağlanmalıdır.

AĞAÇLARIN YAŞI BELİRTİLMEDİĞİ İÇİN, ÖNERİ TAM VERİM ÇAĞINDAKİ CEVİZ AĞAÇLARINA GÖRE YAPILMIŞTIR.

Toprak Analiz Uzmanı

Onaylı

Toprak Analiz Yöneticisi

Onaylı

Şekil 2.6. Toprak analiz raporu örneği (örnek-5)

LOGO

TOPRAK ANALİZ RAPORU

Sıra / Lab No:	Çiftçinin Adı Soyadı / T.C. Kimlik No.	Ada/ Parsel No	Alan (Da)	Geçen Sezon Ekilen Ürün	Geçen Sezon Kullanılan Gübre	Sulu/ Kuru	Bu Sezon Ekilecek Ürün	Numunenin Alındığı Yer
32041			0,000			Sulu	ARMUT	KÜÇÜK PARÇA-4.KISIM
0		Derinlik: 30 cm						

TOPRAK ANALİZ SONUÇLARI

Analiz Adı	Birimi	Analiz Sonucu	Değerlendirme
pH	-	7,26	Nötr
Tuz (Elektriksel İletkenlik)	ms/cm	0,390	Tuzsuz
Toplam Kireç	%	0,660	Az Kireçli
Organik Madde	%	1,13	Az
Azot (N)*	%	0,06	Yetersiz
Alınabilir Fosfor (P ₂ O ₅)	Kg/da	17,18	Yeterli
Alınabilir Potasyum (K ₂ O)	Kg/da	34,41	Orta
Tekstür (Saturasyon)	%	39,6	Tınlı
Yarayışlı Demir (Fe - DTPA)	ppm	4,96	Yeterli
Yarayışlı Bakır (Cu - DTPA)	ppm	0,83	Yeterli
Yarayışlı Çinko (Zn - DTPA)	ppm	0,81	Orta
Yarayışlı Mangan (Mn- DTPA)	ppm	1,85	Yeterli

*Organik madde baz alınarak hesaplanır

GÜBRE ÖNERİLERİ

Gübre Formu	Miktar	Veriliş Zamanı
15-15-15	15 kg/da	Erken ilkbahar Ağaçların Taç iz Düşümüne
20-20-20 + Te	150gr/ağaç yaş başına	Damlama Sulama ile ilkbaharda
Amonyum sülfat (%21 N)	200gr/ağaç yaş başına	Damlama Sulama ile Meyveler Fındık Büyüklüğünde
Potasyum Sülfat	200gr/ağaç yaş başına	iri meyve zamanı damlama sulama ile
Çinko Sülfat	2 kg/da	Erken ilkbahar Ağaçların Taç iz Düşümüne

Not: İmkanlar dahilinde Toprak işleme öncesi 2-3 ton/da iyi yanmış çiftlik gübresi veya leonardit kaynaklı toprak düzenleyicisi uygulanması önerilir.

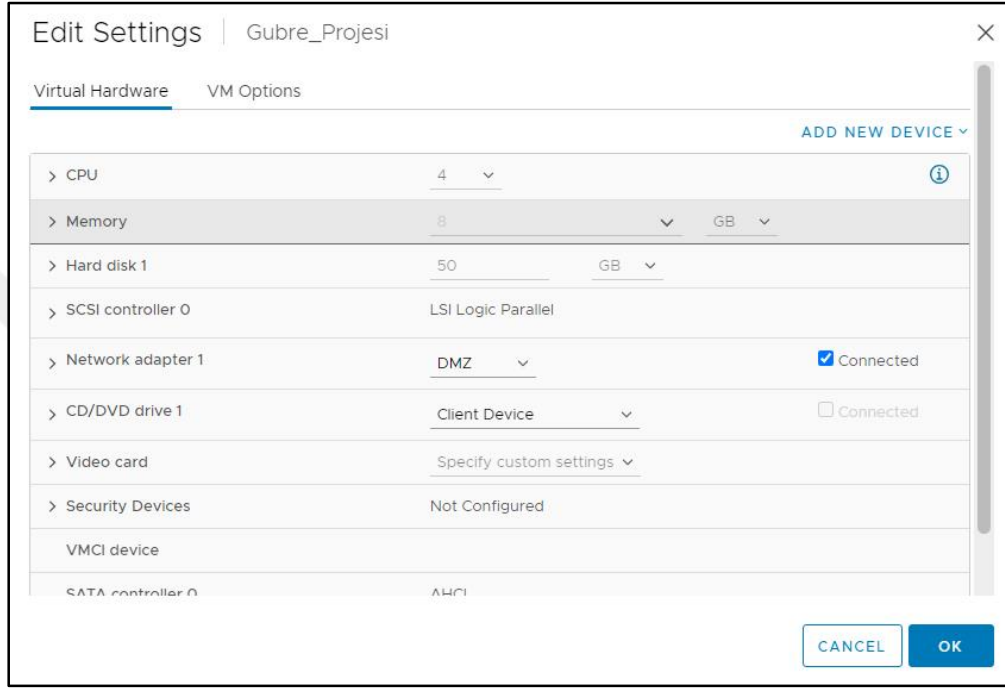
Bu rapor **14.04.2021** tarihinde düzenlenmiştir.

Uyarı: Tarladan numune alınırken uyulması gereken kurallara uyulmadığı takdirde, numunenin laboratuvara getirilirken olumsuz koşullara maruz kalması durumunda, tavsiye edilen gübre ve gübreleme şekline uyulmadığında ortaya çıkabilecek olumsuzluklardan laboratuvarımız sorumlu değildir.

Şekil 2.7. Toprak analiz raporu örneği (örnek-6)

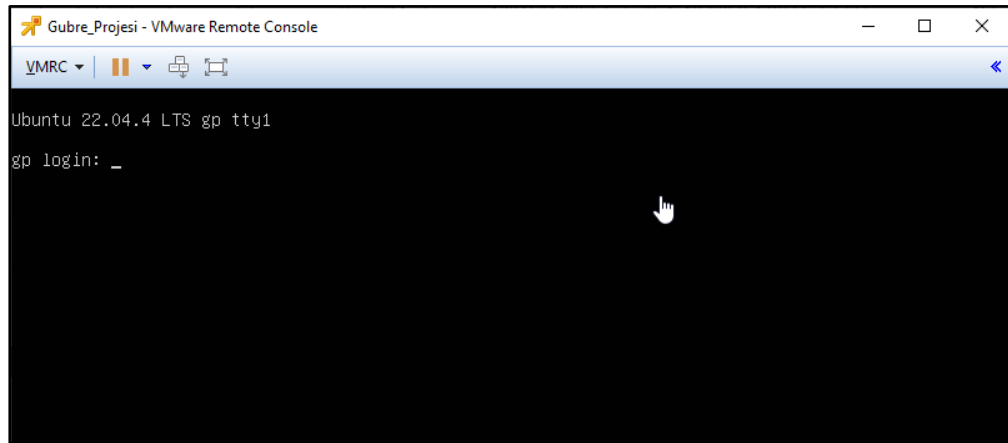
Araştırmanın yürütülmesi amacıyla geliştirilen uygulama, Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi Bilgi İşlem Daire Başkanlığı'nda bulunan sanallaştırma ortamında konumlandırılmıştır. Ayrıca sanal makina görüntüsü için yedekleme planı oluşturulmuştur.

Uygulamanın sunucu ihtiyacı için sanallaştırma ortamı üzerinde 4 vCPU, 8 GB ram ve 50 GB disk alanı tahsis edilmiştir (Şekil 2.8).



Şekil 2.8. Sanallaştırma ortamındaki sunucunun yapılandırma ayarları

Ubuntu (Anonim, 2024f) işletim sisteminin uzun süre destek verilen LTS dağıtımlarından biri kurulmuştur (Şekil 2.9).



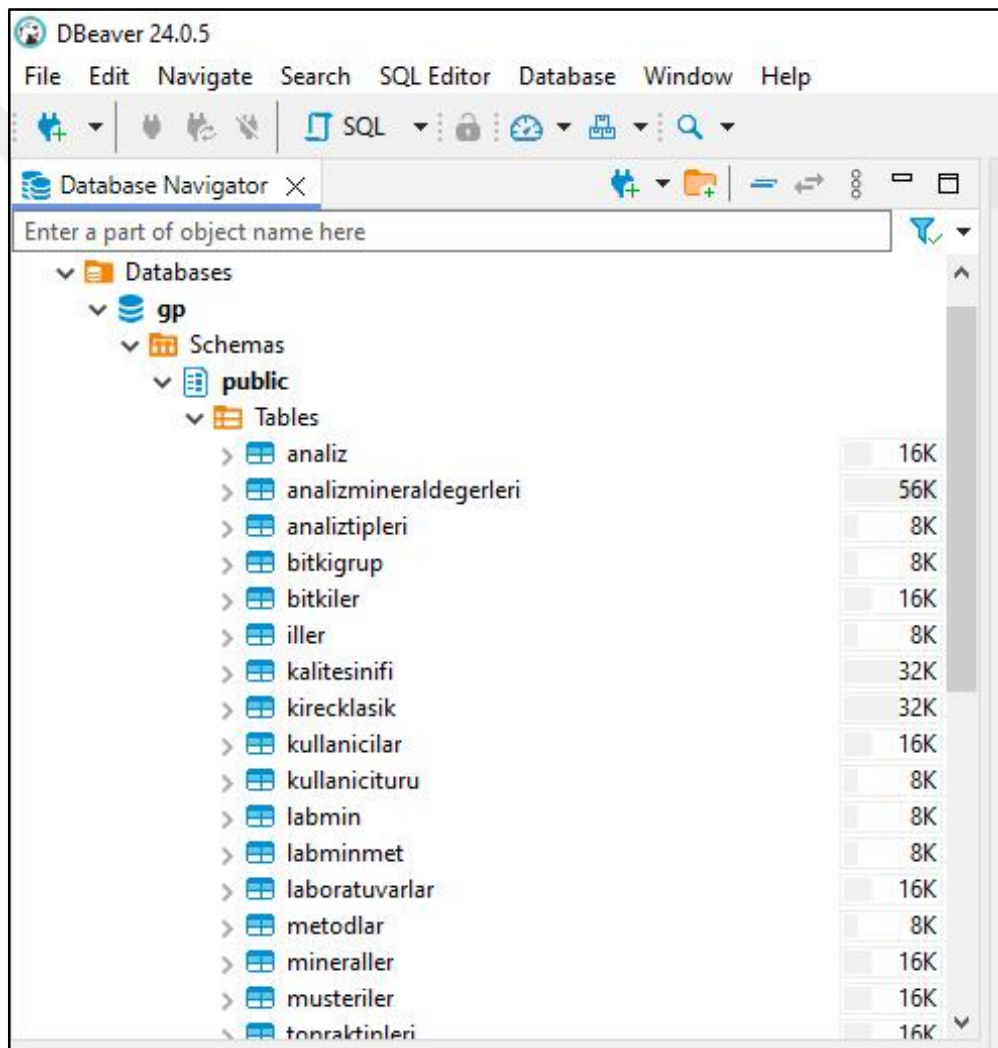
Şekil 2.9. Ubuntu işletim sisteminin çalışırken alınan ekran görüntüsü

Sunucuya Apache (Anonim, 2024g), PHP (Anonim, 2024i) ve PostgreSQL (Anonim, 2024j) paketleri kurulmuş ve yapılandırılmıştır.

2.2 Yöntem ve Tasarım

Geliştirilen uygulama için, “gtp.nku.edu.tr” alt-alanadı tahsis edilmiş ve erişime açılmıştır.

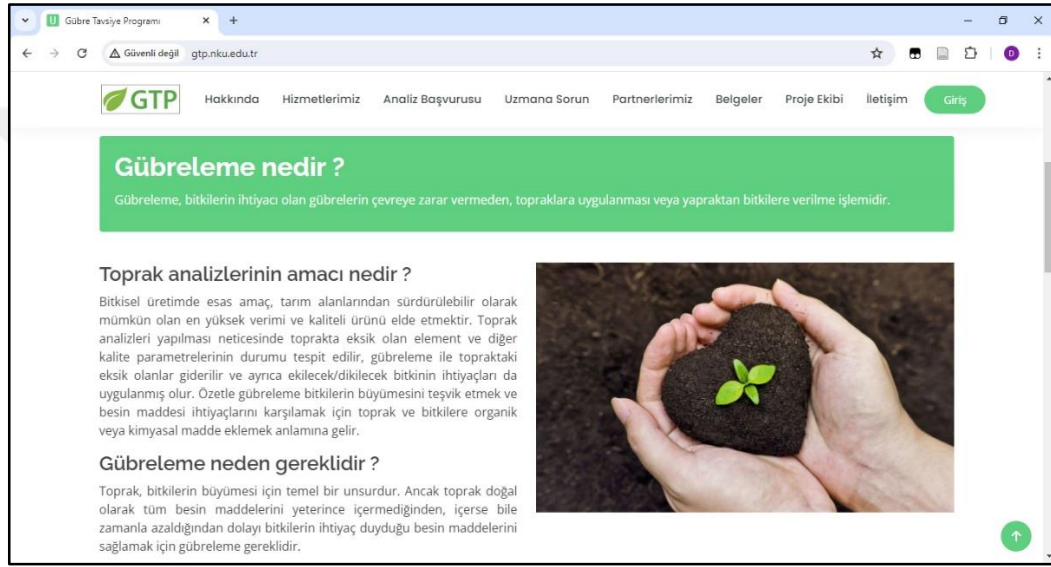
Geliştirilen uygulama için gerekli veri yapıları belirlenmiş, veritabanı, gerekli tablolar ve alanlar oluşturulmuş, tablolar arası ilişkiler tanımlanmıştır (Şekil 2.10).



Şekil 2.10. Çalışmada kullanılan veritabanı ve tablolara ait ekran görüntüsü

Geliştirilen uygulama, bir web sitesi ve otomasyon bölümünden oluşmaktadır. “Toprak Analizi Raporlama Aracı” otomasyon bölümünde yer almakta ve bu bölümü kullanmak için bir kullanıcı hesabının bulunması gerekmektedir.

Raporlama aracının tanıtımının yapıldığı ayrıca konu ile ilgili yararlı bilgilerin de yer aldığı herkesin erişimine açık olacak şekilde bir web sitesi tasarlanmıştır (Şekil 2.11). Web sitesinin içeriği belirli zamanlarda güncellenecek ve bazı parametrelerde dönemsel ihtiyacı karşılayacak şekilde gerekli görülen değişiklikler yapılabilecektir. Ancak aktif haline getirilmesi için söz konusu tezin tamamlanması beklenmektedir.

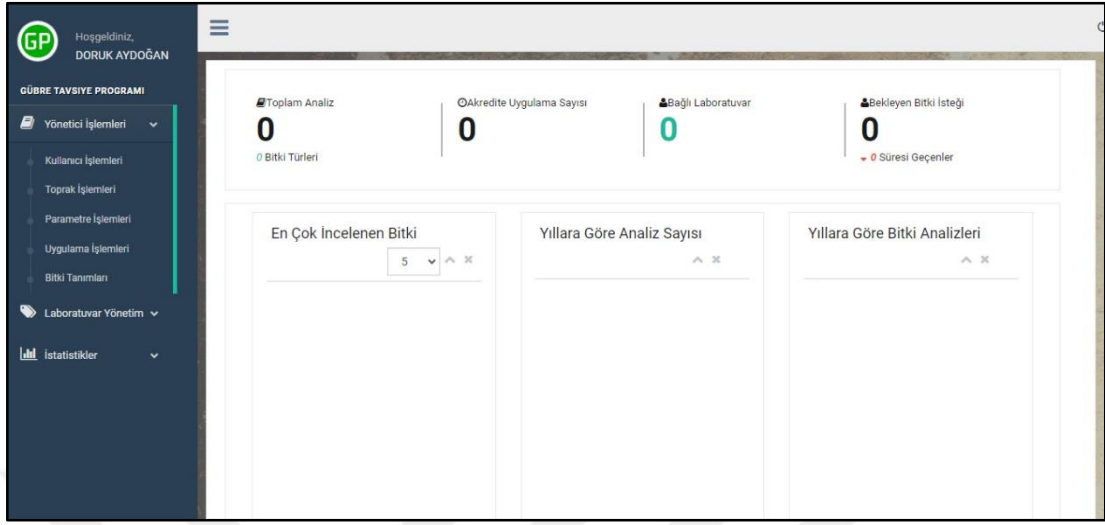


Şekil 2.11. Tanıtım amaçlı tasarlanan web sitesi

Kullanıcı giriş ekranı tasarlanmıştır (Şekil 2.12). Uygulamaya sadece izin verilen kullanıcılar erişebilmektedir.

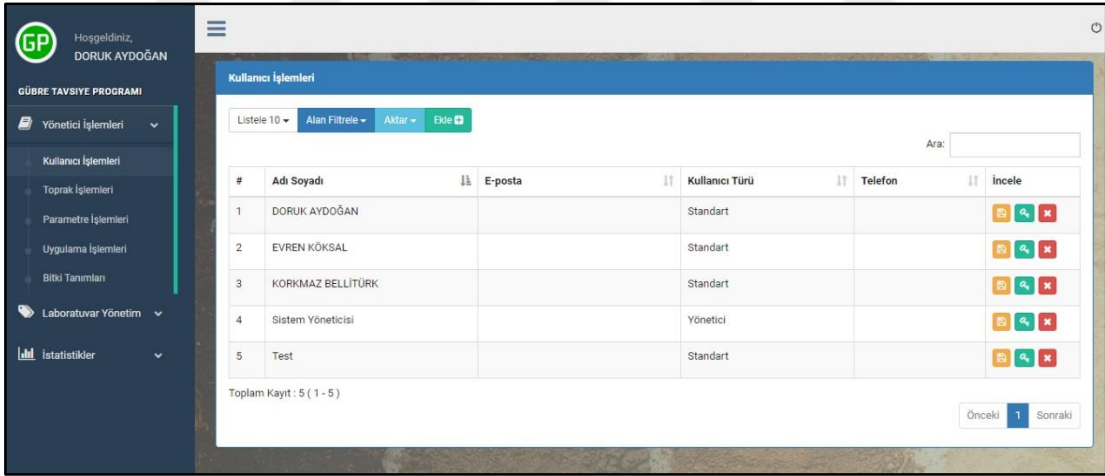
Şekil 2.12. Kullanıcı giriş ekranı

Otomasyon karşılama ekranı tasarlanmıştır (Şekil 2.13). Kullanıcılar giriş yaptıktan sonra ilk karşılaşılan sayfa burasıdır.



Şekil 2.13. Otomasyon karşılama ekranı

Kullanıcı tanımlama ekranı tasarlanmıştır. Kullanıcı grupları belirlenmiş ve erişim yetkileri tanımlanmıştır (Şekil 2.14).



Şekil 2.14. Kullanıcı tanımlama ekranı

Ölçüm parametreleri, araştırma yöntemleri, bitki sınıfları, bitki isimleri vb. tanımlamalar oluşturulmuş ve veri girişleri yapılmış daha sonra ölçüm parametrelerinin tanımlandığı ekran oluşturulmuştur (Şekil 2.15). Ölçüm parametrelerinin değerlendirilmesinde Çizelge 2.1'deki veriler kullanılmıştır.

#	Parametre Adı	D1	D1T	D2	D2T	D3	D3T	D4	D4T	D5	D5T	D6	D6T	Birim	Tipi
1	Bakır (Cu)	0.2	Yetersiz	1000000	Yeterli									ppm	Toprak Analizi
2	Çinko (Zn)	0.2	Çok Az	0.7	Az	2.4	Yeterli	8	Fazla	1000000	Çok Fazla			ppm	Toprak Analizi
3	Demir (Fe)	0.2	Az	4.5	Orta	1000000	Fazla							ppm	Toprak Analizi
4	Elektrik İletkenliği (EC)														Toprak Analizi
5	Fosfor (P)	2.5	Çok Az	8	Az	25	Yeterli	80	Fazla	1000000	Çok Fazla			ppm	Toprak Analizi

Şekil 2.15. Ölçüm parametreleri tanımlama ekranı

Toprak örneklerine ait analiz sonuçlarının değerlendirilmesinde kullanılan referans değerler ayrı ayrı Çizelge 2.1, Çizelge 2.2, Çizelge 2.3, Çizelge 2.4, Çizelge 2.5 ve Çizelge 2.6’da gösterilmiştir (F.A.O, 1990; Güneş, Alpaslan ve İnal, 2010; Lindsay ve Norwell, 1969; TOVEP, 1991).

Çizelge 2.1. Toprak örneklerinin besin içeriği değerlendirmesinde kullanılan referans değerler (F.A.O, 1990; Güneş, Alpaslan ve İnal, 2010; Lindsay ve Norwell, 1969; TOVEP, 1991)

Besin Maddesi	Çok az	Az	Yeterli	Fazla	Çok fazla
N (%)	<0,045	0,045-0,090	0,090-0,170	0,170-0,320	>0,320
P (ppm)	2,5	2,5-8,0	8,0-25	25-80	>80
K (ppm)	<50	50-140	140-370	370-1000	>1000
Ca (ppm)	0-380	380-1150	1150-3500	3500-10000	>10000
Mg (ppm)	0-50	50-160	160-480	480-1500	>1500
Mn (ppm)	<4	4-14	14-50	50-170	>170
Zn (ppm)	<0,2	0,2-0,7	0,7-2,4	2,4-8,0	>8,0
		Az	Orta	Fazla	
Fe (ppm)		<0,2	0,2-4,5	>4,5	
		Yetersiz	Yeterli		
Cu (ppm)		<0,2	>0,2		

Çizelge 2.2 Toprak örneklerinin tekstür değerlendirmesinde kullanılan referans değerler

	Kum	Tın	Killi tın	Kil	Ağır kil
Tekstür (%)	0-30	30-50	50-70	70-110	>110

Çizelge 2.3. Toprak örneklerinin pH değerlendirmesinde kullanılan referans değerler (Eyüpoğlu, 1999)

	Kuvvetli asit	Orta asit	Hafif asit	Nötr	Hafif alkalin	Kuvvetli alkalin
Toprak Reaksiyonu pH (1:2,5 su)	<4,5	4,5-5,5	5,5-6,5	6,5-7,5	7,5-8,5	>8,5

Çizelge 2.4. Toprak örneklerinin kireç içeriklerinin değerlendirmesinde kullanılan referans değerler (Çağlar, 1949)

	Az kireçli	Kireçli	Orta kireçli	Fazla kireçli	Çok fazla kireçli
Kireç % (CaCO₃)	0-1	1-5	5-15	15-25	>25

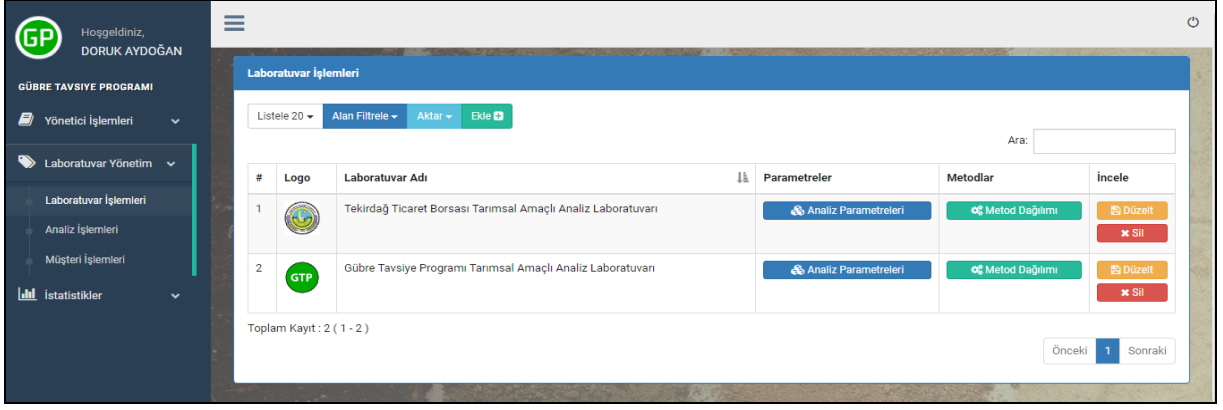
Çizelge 2.5. Toprak örneklerinin organik madde içeriğinin değerlendirmesinde kullanılan referans değerler (Eyüpoğlu, 1999)

	Çok az	Az	Orta	İyi	Yüksek
Organik Madde (%)	0-1	1-2	2-3	3-4	>4

Çizelge 2.6. Toprak örneklerinin tuz içeriğinin değerlendirmesinde kullanılan referans değerler

	Tuzsuz	Hafif tuzlu	Orta tuzlu	Çok tuzlu
Tuz (%)	0,0-0,15	0,15-0,35	0,35-0,65	>0,65

Analiz laboratuvarı tanımlama ekranı tasarlanmıştır (**Hata! Başvuru kaynağı bulunamadı.**). Geliştirilen uygulamaya istenildiği kadar laboratuvar eklenebilmektedir. Kayıtlı bulunan laboratuvarlar kendi kullanıcıları ile ilişkilendirilmiştir.



Şekil 2.16. Analiz laboratuvarı tanımlama ekranı

Her bir laboratuvar için kullanılan parametre ve yöntemler farklı olabileceği için laboratuvara özel, toprak analiz parametreleri seçim ekranı (Şekil 2.17) ve toprak analiz yöntemi seçim ekranı tasarlanmıştır (Şekil 2.18).



Şekil 2.17. Toprak analiz parametreleri seçim ekranı

Demir (Fe)	<input type="checkbox"/> µmhos/cm <input type="checkbox"/> Suda Çözünebilir Fosfor <input type="checkbox"/> Smith-Weldon <input type="checkbox"/> mmhos/cm <input type="checkbox"/> Kalsimetrik <input type="checkbox"/> Bray ve Kurtz No.1-Asit Florür <input type="checkbox"/> A.Asetat-ICP	<input type="checkbox"/> Walkley-Black <input type="checkbox"/> Sodyum Bikarbonat-Olsen <input type="checkbox"/> Saturasyon <input type="checkbox"/> Kjeldahl <input checked="" type="checkbox"/> DTPA-ICP <input type="checkbox"/> Bouyoucos Hidrometresi
Elektrik İletkenliği (EC)	<input checked="" type="checkbox"/> µmhos/cm <input type="checkbox"/> Suda Çözünebilir Fosfor <input type="checkbox"/> Smith-Weldon <input checked="" type="checkbox"/> mmhos/cm <input type="checkbox"/> Kalsimetrik <input type="checkbox"/> Bray ve Kurtz No.1-Asit Florür <input type="checkbox"/> A.Asetat-ICP	<input type="checkbox"/> Walkley-Black <input type="checkbox"/> Sodyum Bikarbonat-Olsen <input type="checkbox"/> Saturasyon <input type="checkbox"/> Kjeldahl <input type="checkbox"/> DTPA-ICP <input type="checkbox"/> Bouyoucos Hidrometresi
Fosfor (P)	<input type="checkbox"/> µmhos/cm <input checked="" type="checkbox"/> Suda Çözünebilir Fosfor <input type="checkbox"/> Smith-Weldon <input type="checkbox"/> mmhos/cm <input type="checkbox"/> Kalsimetrik <input checked="" type="checkbox"/> Bray ve Kurtz No.1-Asit Florür <input type="checkbox"/> A.Asetat-ICP	<input type="checkbox"/> Walkley-Black <input checked="" type="checkbox"/> Sodyum Bikarbonat-Olsen <input type="checkbox"/> Saturasyon <input type="checkbox"/> Kjeldahl <input type="checkbox"/> DTPA-ICP <input type="checkbox"/> Bouyoucos Hidrometresi

Şekil 2.18. Toprak analiz yöntemi seçim ekranı

Toprak analiz verileri için giriş ekranı tasarlanmıştır (Şekil 2.19, Şekil 2.20 ve Şekil 2.21).

Analiz No:	<input type="text" value="Analiz No"/>	Tarihi:*	<input type="text" value="12.08.2024"/>
Laboratuvar:	<input type="text" value="Tekirdağ Ticaret Borsası Tarımsal Amaçlı Analiz Laboratuvarı"/>		
Analiz Tipi:	<input type="text" value="Toprak Analizi"/>		
Müşteri Adı:*	<input type="text"/>	Müşteri Tel:	<input type="text"/>
İl:*	<input type="text" value="-- Seçiniz --"/>	İlçe:	<input type="text"/>
Köy:	<input type="text"/>	Alan:*	<input type="text" value="-- Seçiniz --"/>
Nem:	<input type="text"/>	Derinlik:*	<input type="text" value="-- Seçiniz --"/>
Mevkii / Ada No: / Parsel No:	<input type="text" value="Mevkii"/>	<input type="text" value="Ada No"/>	<input type="text" value="Parsel No"/>
Koordinat:	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>
Önceki Bitki:	<input type="text" value="-- Seçiniz --"/>	Ekilecek-Dikilecek Bitki:	<input type="text" value="-- Seçiniz --"/>

Şekil 2.19. Toprak analiz verileri giriş ekranı

pH:	<input type="text" value="0"/>	Saturasyon	Elektrik İletkenliği (EC):	<input type="text" value="0"/>	mmhos/cm			
Tuz:	<input type="text" value="0"/>	%	Saturasyon	Kireç:	<input type="text" value="0"/>	%	Kalsimetrik	
İşba:	<input type="text" value="0"/>	%	Saturasyon					
Tekstür (Kum):	<input type="text" value="0"/>	%	Tekstür (Kil):	<input type="text" value="0"/>	%	Tekstür (Silt):	<input type="text" value="0"/>	%
Tekstür Sınıfı:	Kum							
Organik Madde:	<input type="text" value="0"/>	%	Walkley-Black	Toplam Azot (N):	<input type="text" value="0"/>	%	Kjeldahl	
Fosfor (P):	<input type="text" value="0"/>	ppm	Suda Çözünel	Potasyum (K):	<input type="text" value="0"/>	ppm	A.Asetat-ICP	
Kalsiyum (Ca):	<input type="text" value="0"/>	ppm	A.Asetat-ICP	Magnezyum (Mg):	<input type="text" value="0"/>	ppm	A.Asetat-ICP	
Demir (Fe):	<input type="text" value="0"/>	ppm	DTPA-ICP	Bakır (Cu):	<input type="text" value="0"/>	ppm	DTPA-ICP	
Çinko (Zn):	<input type="text" value="0"/>	ppm	DTPA-ICP	Mangan (Mn):	<input type="text" value="0"/>	ppm	DTPA-ICP	

Şekil 2.20. Toprak analiz verileri giriş ekranı (devamı-1)

pH Ölçeği:	Toprak Kalite Değerlendirmesi:
Açıklama	<input type="text"/>
Ekim/Taban Gübresi	<input type="text"/>

Şekil 2.21. Toprak analiz verileri giriş ekranı (devamı-2)

Gübreleme amaçlı toprak kalite sınıflandırması için Çizelge 2.7'deki veriler kullanılmıştır.

Çizelge 2.7. Gübreleme amaçlı toprak kalite sınıflandırması

Sıra No	Toprakların KALİTE Sınıfları	Sınıflandırmaya Ait Karakteristik Özellikler		
		pH	Tuzluluk (%)	Organik Madde (%)
1	4. KALİTE TOPRAK	<4.50		
	“çorak yani acil, birinci derecede ıslah gerektiren toprak”	>8.50	>0.65	0.00-0.50
2	3. KALİTE TOPRAK			
	“ikinci derecede ıslah gerektiren toprak”	4.51-5.50	0.35-0.64	0.51-1.00
3	2. KALİTE TOPRAK			
	“üçüncü derecede ıslah gerektiren toprak”	5.51-6.50 7.50-8.50	0.15-0.34	1.01-2.00
4	1. KALİTE TOPRAK “acil ıslah gerektirmeyen toprak”	6.51-7.51	0.00-0.14	>2.01

Kireç uygulamasının gerekli olduğu durumda, araziye uygulanacak kireç miktarını hesaplamak için Çizelge 2.8’deki veriler kullanılmıştır. Ancak doğru olan yöntem “toprakta kireç ihtiyacı belirleme analizi” nin laboratuvar ortamında yapılmasıdır.

Çizelge 2.8. Toprak tekstürüne göre tarım kireci ihtiyacı

TARIM KİRECİ İHTİYACI (kg/da)											
%0-30 (KUMLU)			%30-50 (TINLI)			%50-70 (KİLLİ TINLI)			%70-110 (KİLLİ)		
pH	Normal	Granül	pH	Normal	Granül	pH	Normal	Granül	pH	Normal	Granül
6,4	18	13	6,4	23	16	6,4	34	24	6,4	39	28
6,3	34	24	6,3	45	32	6,3	68	49	6,3	80	57
6,2	52	37	6,2	68	49	6,2	103	74	6,2	122	87
6,1	70	50	6,1	93	66	6,1	138	99	6,1	161	115
6,0	86	61	6,0	116	83	6,0	172	123	6,0	202	144
5,9	103	74	5,9	138	99	5,9	206	147	5,9	241	172
5,8	122	87	5,8	161	115	5,8	241	172	5,8	283	202
5,7	140	100	5,7	184	131	5,7	276	197	5,7	320	229
5,6	155	111	5,6	208	149	5,6	310	221	5,6	363	259
5,5	174	124	5,5	229	164	5,5	344	246	5,5	403	288
5,4	191	136	5,4	254	181	5,4	380	271	5,4	442	316
5,3	208	149	5,3	276	197	5,3	413	295	5,3	485	346
5,2	225	161	5,2	299	214	5,2	447	319	5,2	524	374
5,1	241	172	5,1	322	230	5,1	481	344	5,1	564	403
5,0	260	186	5,0	345	246	5,0	515	368	5,0	605	432
4,9	277	198	4,9	367	262	4,9	551	394	4,9	644	460
4,8	295	211	4,8	392	280	4,8	585	418	4,8	686	490
4,7	313	224	4,7	415	296	4,7	619	442	4,7	725	518
4,6	329	235	4,6	437	312	4,6	653	466	4,6	766	547
4,5	347	248	4,5	460	329	4,5	689	492	4,5	807	576
4,4	365	261	4,4	483	345	4,4	723	516	4,4	845	604
4,3	383	274	4,3	506	361	4,3	757	540	4,3	883	632
4,2	401	287	4,2	529	377	4,2	791	564	4,2	921	660
4,1	419	300	4,1	542	393	4,1	825	588	4,1	959	688
4,0	437	313	4,0	555	409	4,0	859	612	4,0	997	716

Elektrik iletkenliği ve tuz arasında aşağıdaki dönüşüm kullanılmıştır (2.1).

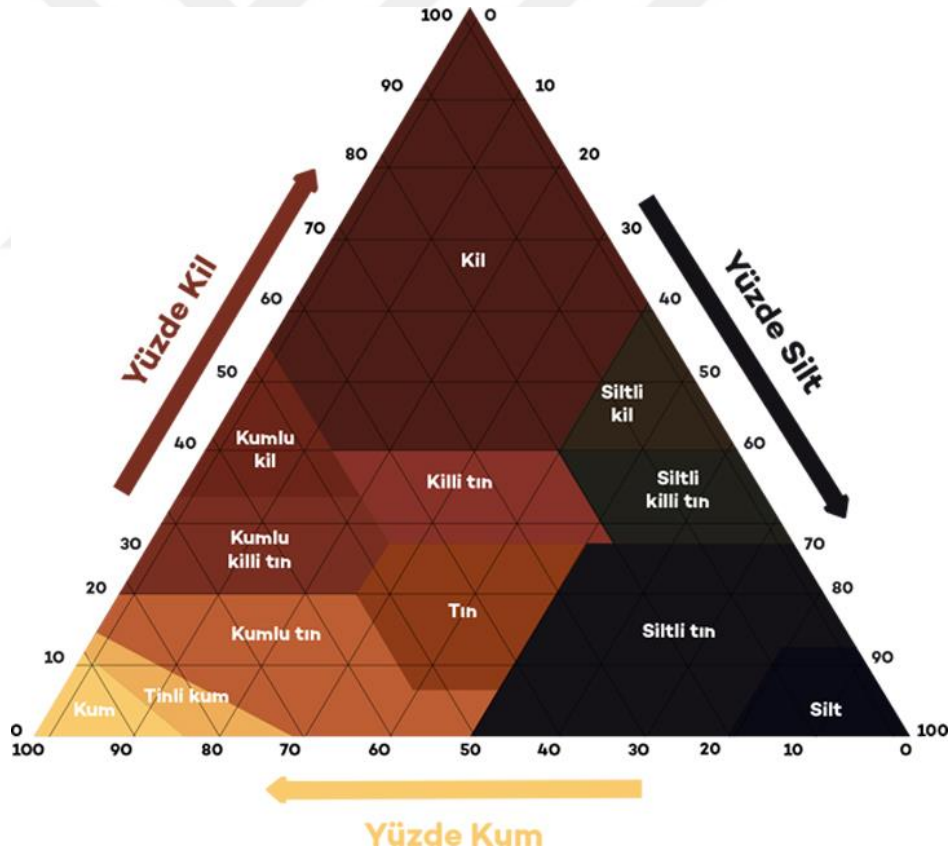
$$1 (\mu\text{mhos/cm}) \times 0.00016 = \% \text{ tuz} \quad (2.1)$$

Organik madde artırmak amacıyla tavsiye oluşturmak için Çizelge 2.9'deki veriler kullanılmıştır.

Çizelge 2.9. Organik madde artırma tavsiyesi

Toprak Kalite Sınıfı	Fermente Çiftlik Gübresi (Kompost)	Vermikompost (toz)
1. kalite toprak	1 ton/da	50 kg/da
2. kalite toprak	1.5 ton/da	75 kg/da
3. kalite toprak	3 ton/da	150 kg/da
4. kalite toprak	5 ton/da	250 kg/da

Programda, tekstür analizi için Saturasyon (İşba) Yöntemi yerine Bouyoucos Hidrometre Yöntemi seçildiğinde toprak tekstür sınıfını belirlemek için tekstür üçgeni kullanılmıştır (Şekil 2.22). Üreticiler toprakları için bu yöntemi tercih ettiklerinde, yöntemin zahmetli olması ve uzun zaman alması nedeniyle laboratuvara ekstra ücret ödemek durumunda kalacaklarını belirlemede fayda vardır.



Şekil 2.22. Toprak tekstür üçgeni (Anonim, 2024m)

Toprak tekstür üçgeninin uygulaması için Anonim (2024n) web sitesinde yer alan bilgiler kullanılmıştır.

Toprak analiz laboratuvarlarından elde edilen toprak analiz verileri test amaçlı olarak geliştirilen uygulamaya girilmiştir (Şekil 2.23).

Analiz İşlemleri

Listele 20 Alan Filtrele Aktar Ekle

Ara:

#	Tarihi	Kayıt No	Laboratuvar	Müşteri	Tipi	İncele
1	09-08-2022	16	Tekirdağ Ticaret Borsası Tarımsal Amaçlı Analiz Laboratuvarı	-	Toprak Analizi	Yazdır Düzenle Sil
2	09-08-2022	2	Tekirdağ Ticaret Borsası Tarımsal Amaçlı Analiz Laboratuvarı	-	Toprak Analizi	Yazdır Düzenle Sil
3	22-08-2022	17	Tekirdağ Ticaret Borsası Tarımsal Amaçlı Analiz Laboratuvarı	-	Toprak Analizi	Yazdır Düzenle Sil
4	23-08-2022	8	Tekirdağ Ticaret Borsası Tarımsal Amaçlı Analiz Laboratuvarı	-	Toprak Analizi	Yazdır Düzenle Sil

Şekil 2.23. Test amaçlı olarak girilen toprak analiz verileri

3. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

Toprak analizinin 4 aşaması vardır (Şekil 2.1). Son iki aşama toprak analiz raporunun oluşturulması ile ilgili olup sonuç raporunun oluşturulmasıyla birlikte bu süreç sona ermektedir.

Toprak analiz raporu, ilgili laboratuvar tarafından yapılan analizlerin sonuçlarını özetleyen bir belgedir.

Araştırmacılar, toprak analiz raporlarında yer alan her bir parametre için farklı araştırma yöntemleri ortaya koymuşlardır. Bir parametre üzerinde uygulanacak yöntemin değişmesi farklı ölçüm sonuçlarının ve değerlendirmelerin elde edilmesine neden olmaktadır. Bu nedenle uygulanacak yöntemin avantaj ve dezavantajlarının iyi bilinmesi gerekir. Laboratuvarlarda kullanılacak yöntemlerin seçiminde, işlem kolaylığı, hızlı sonuç alma, maliyet gibi unsurlar da etkili olmaktadır.

Toprak analiz raporlarının değerlendirilmesinde kullanılmak üzere birçok araştırmacı tarafından toprak ölçüm parametreleri için referans değerler belirlenmiştir. Öngörülen farklı sınıflamalarla birlikte farklı referans değerleri ve bölüntü sayıları karşımıza çıkmaktadır. Bu sınıflamaların geçerliliği ve yaygın kullanım alanı kazanması, diğer sınıflamalar karşısındaki üstünlükleri ve anlamlı sonuçlar çıkarma başarısı ile belirlenmektedir.

Toprak analiz raporu örneklerinden görüldüğü gibi, bu konuda net bir standart bulunmamaktadır. Raporlar arasında birçok farklılık olmasına rağmen aynı amaca hizmet etmeleri nedeniyle ortak özellikleri vardır.

Aşağıda toprak analiz raporlarında bulunabilecek bilgiler incelenmiş ve bu raporlarda tespit edilen bulgularla ilgili bazı değerlendirmeler yapılmıştır (Bu bilgilerden çalışma amacına göre uygun görülenler, oluşturulan toprak analizi raporlama aracında da yer almaktadır.):

Laboratuvar Adı ve Logosu: Laboratuvar adı ve logosu, laboratuvarın kimliğini ve marka değerini temsil eder. Müşteriler, laboratuvarın adını ve logosunu gördüklerinde, sunduğu hizmetleri ve kalite standartlarını tanıyabilirler. Toprak analiz raporlarında bulunan bu bilgiler, belgelerin kaynağını doğrulamak ve resmi geçerliliğini sağlamak açısından önemlidir. Akredite olan laboratuvarların toprak analiz raporlarında ilaveten akreditasyon ispat logosu da yer almaktadır. Bu durum hem reklam ve hem de laboratuvara olan güvenilirliği artıracak olması açısından müşteriler açısından önem arz etmektedir.

Analiz No: Her analiz raporuna özel bir numara atanması, o analiz raporunun izlenmesini, arşivlenmesini ve gerektiğinde yeniden ulaşılmasını kolaylaştırır. Bu numara, raporları birbirinden ayırt etmek için kullanılmaktadır.

Toprak analiz raporlarında analiz numarası için belirli bir standart bulunmama ile birlikte, laboratuvarların kendi prosedürlerini belirlemesi ve bu prosedürleri devamlı olarak uygulaması önemlidir. Bu strateji, laboratuvarın çalışmalarının düzenli ve verimli bir şekilde yürütülmesine katkı sağlamaktadır.

Analiz Tarihi: Analiz tarihinin belirtilmesi, sonuçların ne kadar güncel olduğunu ve geçerliliğini belirlemede yardımcı olur. Toprak özellikleri zamanla değişebilir, bu yüzden eski analiz sonuçları güncel durumu yansıtmayabilir. Aynı tarladan farklı zamanlarda alınan toprak örneklerinin analiz raporlarının karşılaştırılması için analiz tarihleri gereklidir.

Müşteri Bilgileri: Müşteri adı laboratuvarın kimin için analiz yaptığını ve sonuçların kime ait olduğunu doğrulamak için kullanılır. Ayrıca, müşterinin önceki analiz sonuçlarına kolayca ulaşarak karşılaştırmalar yapılabilir. Müşterinin telefon numarası, laboratuvarın analiz sonuçları hakkında müşteriye kolayca ulaşabilmesini sağlar. Bu, raporun teslim edilmesi veya ek bilgi gerekmesi durumunda önemlidir. Ayrıca Tarım ve Orman Bakanlığı'nın bazı tarımsal destek ve teşviklerinden yararlanmak için de zaman zaman müşteri bilgileri olan toprak analiz raporları dikkate alınmaktadır.

Yer Bilgileri: İl, ilçe, köy, ada no, mevkii, parsel no gibi bilgiler; analiz edilen toprağın kesin yerini belirler. Böylece, sonuçların doğru alana ait olduğundan emin olunur. Bu bilgiler sayesinde farklı bölgelerdeki toprak özellikleri karşılaştırılabilir. Bu bilgiler, aynı zamanda arazi parçasının yasal kimliğini doğrulamak için de gereklidir. Mevcut raporlarda GPS konum bilgilerinin genellikle bulunmadığı tespit edilmiştir. Oluşturulan toprak analiz raporlama aracında GPS ile ilgili veri alanı bulunmaktadır.

GPS konum bilgileri, analiz edilen toprağın tam olarak hangi noktada bulunduğunu belirlemektedir. Bu bilgi, haritalama çalışmalarında kullanılabilir ve ayrıca geniş çaplı yapılacak veri analizlerine ve araştırmalara imkân sağlar. Gübreleme gibi uygulamalar hassas tarım tekniklerinin kullanılmasıyla noktasal doğrulukla yapılabilir.

Önceki Bitki Türü: Önceki bitki türü, toprakta kalan kök kalıntıları nedeniyle organik madde miktarını ve mikrobiyal aktivite düzeyini değiştirebilir. Farklı bitkiler topraktan farklı

besin maddeleri alır. Hatta bazı bitkiler topraktaki besin maddesini tamamen sömürme özelliğine sahiptir. Bu nedenle önceki bitkinin bilinmesi toprağın mevcut besin durumu hakkında bilgi verebilir ve uygun ekim nöbeti planlarının yapılmasına yardımcı olur. Örneğin, üst üste 3 veya daha fazla yıl aynı tahılı eken bir üretici tarımsal desteklemelerden yararlanamamaktadır. Gübreleme programlarının oluşturulmasında önceki bitki türünün bilinmesi mutlaka gereklidir. Oluşturulan toprak analiz raporlama aracında önceki bitki türünün seçimi ile ilgili veri alanı bulunmaktadır.

Ekilecek–Dikilecek Bitki Türü: Farklı bitkilerin farklı besin maddelerine ve gübreleme stratejilerine ihtiyaçları vardır. Ekilecek veya dikilecek bitkinin bilinmesi, hangi besin maddelerine gereksinim duyulduğunu ve kullanılacak gübre miktarını belirlemede yardımcı olur.

Toprak Nemi: Topraktaki su, bitkilerin ihtiyaç duyduğu besin maddelerini köklerine taşıyan bir aracı görevi görür. Su, topraktaki besin elementlerini çözer ve bu çözünmüş maddeler bitki kökleri tarafından emilir. Eğer toprakta yeterli miktarda nem yoksa, bitkiler gerekli suya ulaşamaz ve bu durum bitki gelişimini olumsuz etkiler. Tarımda sulama planlaması yaparken, toprak nemi analizi kritik bir öneme sahiptir. Bu analiz, toprağın su kapasitesini ve mevcut nem durumunu belirleyerek, sulama zamanlaması ve miktarının doğru bir şekilde ayarlanmasına olanak tanır. Toprak nemi için birim yoktur. Üreticilere verilen raporda toprak nem analiz sonucu genellikle bulunmayıp, analiz sonuçlarının hesaplanmasında daha fazla dikkate alınmaktadır. Küresel ısınma nedeniyle artan çoraklık problemi nem analiz sonuçlarının da raporlarda bulunmasını gerektirebilecektir. Özellikle kuraklığa dayanıklı tohum ve bitki türlerinin seçiminde toprak neminin önemi büyüktür.

Arazi Büyüklüğü: Arazi büyüklüğünün bilinmesi, ne kadar gübre kullanılacağını belirlemek için gereklidir. Böylece gübreleme öncesi maliyet hesaplaması yapılabilir. Büyük araziler genellikle homojen olmayan toprak yapısına sahiptir. Farklı bölgelerde toprak tipi, pH, besin maddeleri ve nem içeriği gibi özellikler değişebilir. Toprak örnekleme yapılırken ilgili alanda arazi şekli ve diğer özellikler bakımından önemli bir değişiklik yoksa her 20 dekardan bir adet örnek, uygun yöntemle alınarak laboratuvara götürülmelidir. Diğer gelişmiş ülkelerde araziler genellikle büyük ölçekli olduğu için “ha” birimi kullanılırken, ülkemizdeki araziler genellikle küçük ölçekli olduğu için “da” birimi kullanılmaktadır. Oluşturulan programda bu hususa dikkat edilmiştir.

Toprak Derinliği: Farklı derinliklerdeki toprak katmanlarının yapısı ve tekstürü değişiklik gösterdiğinden toprağın fiziksel yapısını değerlendirmek için toprak örnekleri doğru derinlikten alınmalıdır. Toprak örneklerinin alınma derinliği bitkinin yaşam süresine (tek yıllık, çok yıllık) göre de farklılık gösterebilir. Toprak analiz raporunda derinlik verisinin olması, bitkinin yaşam süresi dikkate alınarak doğru derinlik seçiminin yapıldığını kontrol etmek için yararlıdır. Geliştirilen uygulamada toprak derinliği veri giriş alanı için 0-30, 30-60, 60-90 ve 90+ seçenekleri yerleştirilmiştir. Çok yıllık bitkilerde, meyve bahçeleri, bağlarda ve ormanlarda genellikle farklı derinliklerden örnekler alınmalı ve bu derinliklerin her birinin analiz sonucu ayrı ayrı yapılmalı ve raporlanmalıdır.

pH: Toprak pH'sı bir toprağın en önemli kimyasal özelliklerinden biridir. Bitkilerin gelişmeleri için mutlak gerekli olan elementlerin yarayışlılıkları, gelişme ortamının pH'sı ya da hidrojen iyonlarının aktivitesi ile yakından ilgilidir (Kacar, 1995). Toprağın pH değerı, o toprağın asidik veya bazik karakterli olup olmadığını da ortaya koyan bir parametredir. Nötr değerinin çok uzağında olan toprak örnekleri gübrelemeye ilaveten mutlaka ıslah programına dahil edilmelidir.

Toprak pH değerı, toprak içinde çözünmüş besin maddelerinin bitki tarafından alınabilirliğini belirler. Toprağın pH seviyesi bitki için uygun değerse toprakta yeterli besin maddesi bulunsa bile bitki bu maddelerden yararlanamaz. Bu nedenle toprak analiz raporunda en fazla dikkate alınması gereken parametredir. Genellikle pH seviyesi toprak organik maddesinin ayrışımını ve mikrobiyal faaliyetleri de etkiler. Özellikle alüminyum, asidik topraklarda bazı bitkiler için toksik etki gösterebilir.

Topraktaki pH düzeyi, fosforun bitkiler tarafından alınabilirliğini büyük ölçüde etkilemektedir. Genellikle, nötr pH seviyelerinde (6 ila 7 arası) fosforun çözünlüğü en uygun düzeydedir. Asidik ve bazik topraklarda ise fosforun çözünlüğü azalır ve fosfor fiksasyonu artar. Bu tip topraklarda öncelikle toprak ıslah çalışmalarını uygulanarak pH seviyesi ayarlanmalıdır. Tarım kireci genellikle asidik toprakların pH seviyesini yükseltmek ve nötralize etmek için kullanılırken, jips veya kükürt materyalleri ise genellikle bazik toprakların pH seviyesini düşürmek için kullanılır. Topraklara uygulanacak kireç, jips, kükürt gibi ıslah maddelerinin uygulanma miktarları ile ilgili hususlar oluşturulan bu programda dikkate alınmıştır. Çalışma kapsamında oluşturulacak raporlarda toprak kalitesi belirleme amacıyla pH değerinden yararlanılmıştır.

Elektriksel İletkenlik (EC): Toprak analizlerinde genellikle tuzluluğu belirlemek için elektriksel iletkenlik (EC) ölçümü kullanılır. EC ölçümü, toprak çözeltisinde bulunan iyonların elektriksel iletkenliğini gösterir ve dolayısıyla toprak tuzluluğunu tahmin etmek için kullanılır.

Elektriksel iletkenlik (EC), genellikle ($\mu\text{mhos/cm}$) veya (mmhos/cm) birimleriyle ölçülür. Ancak değerlendirmeler (çalışma kapsamındaki programda da) genellikle % tuz olarak yapılmaktadır. Tuzluluk ölçüm birimlerinde “ mmhos vb. ” genellikle Amerikan kaynaklı sınıflandırmalarda kabul görürken, “ mS vb. ” birimleri Alman kaynaklı sınıflandırmalarda kullanılmaktadır. Ülkemizde bu konuda bir standart olmayıp her iki birim de kullanılmakta olup oluşturulan programda Amerikan kaynaklı sınıflandırma birimi kullanılmıştır. Bu bilgilerden yola çıkarak EC için geçerli olan birimler arası dönüşümler aşağıda sunulmuştur:

$1 \text{ mmhos/cm} = 1 \text{ dS/m} = 1 \text{ mS/cm}$ 'dir.

$1 \text{ mmhos/cm} = 1000 \mu\text{mhos/cm}$ 'dir.

Tuz: Toprak çözeltisindeki tuz konsantrasyonu arttıkça, elektrik iletkenliği de genellikle artar. Bu nedenle tuz düzeyini belirlemek için EC ölçümü kullanılır. Birimi %'dir.

Yüksek tuz seviyeleri, ozmotik potansiyeli yükseltir, iyon toksisitesine yol açar ve iyon dengesini bozarak bitki üretimini olumsuz etkiler (Cheeseman, 1988; Greenway ve Munns, 1980).

Toprak çözeltisindeki yüksek tuz konsantrasyonları, bitkiler için önemli bir stres faktörüdür. Tuzlar, bitkilerde suyun alımını zorlaştırabilir. Bu durum bazı bitki türleri için doğal bir tolerans geliştirilmesine sebep olurken, diğerleri için büyüme ve gelişmeyi engelleyici etkiler yaratabilir. Bu nedenle, tarım uygulamalarında toprak tuzluluğunun kontrol altında tutulması ve uygun bitki seçimine dikkat edilmesi gerekir. Çalışma kapsamında oluşturulacak raporlarda toprak kalitesi belirleme amacıyla tuz değerinden yararlanılmıştır. Ülkemizdeki mevcut olan toprak analiz laboratuvarlarından çıkan analiz sonuç raporlarında tuz ve EC açısından değişkenlikler olduğu belirlenmiştir. Bu nedenle bu çalışma kapsamında hazırlanan programda hem EC değeri hem de tuz değerine yer verilmiştir.

Çalışma kapsamında oluşturulacak raporlarda toprak kalitesi belirleme amacıyla tuz değerinden yararlanılmıştır.

Kireç (CaCO_3): Kireç, toprağın katı kısmını oluşturan bileşenlerden biridir. Topraktaki kireç genellikle kalsiyum karbonat veya dolomit kireci olarak bulunur. Yağışlar ve sulama suyu, kireci çözererek karbonat ya da bikarbonat iyonlarına ayırır. Bu iyonların toprakta veya sulama suyunda fazla bulunması, bitki beslenmesi açısından büyük sorunlara yol açabilir. Bu durumda özellikle; demir, çinko ve fosforun bitkiler tarafından alınabilirliği azalır ve bitkiler için besin yetersizliği problemleri ortaya çıkabilir (Özden, Sökmen, Uslu ve Aras, 2022).

Müşterilerin özel talebine göre topraktaki kireç miktarı CaCO_3 veya MgCO_3 cinsinden raporda yer alabilmektedir. Ancak çoğunlukla CaCO_3 cinsinden topraktaki kireç miktarı belirlenmekte ve toprak analiz raporlarında yer almaktadır.

Kireç içerikleri, laboratuvarlarda Scheibler kalsimetresi ile saptanmaktadır (Çağlar, 1949; Soil Survey Staff, 1992).

İşba: Toprak tekstürü, belirli bir toprak kütleğinde bulunan kum, silt ve kil miktarlarının oranını ifade eder. Bu oran, toprağın fiziksel yapısının en değişmez özelliğidir ve toprağın genel davranış özellikleri hakkında önemli bilgiler sağlar. Başka bir deyişle, toprak tekstürü, toprağın içinde ne kadar iri (kum), orta boy (silt) ve ince (kil) partiküllerin bulunduğunu gösterir ve bu, toprağın su tutma kapasitesi, drenaj özellikleri, havalanma durumu ve bitki köklerinin gelişimi gibi birçok temel özelliği etkiler (Brady ve Weil, 2008).

Saturasyon Yöntemi'nde toprağın suya doygunluğu yüzde olarak ölçülmektedir ve bu değere karşılık gelen tekstür sınıfı bulunmakta olup, bu kısa zamanda yapılabilen bir analizdir. Oysa toprak tekstürünün net olarak ortaya konulmasını sağlayan uzun zamanda tamamlanan diğer bir yöntem adı da Bouyoucos Hidrometre (Bouyoucos, 1951) Yöntemi'dir. Bu yöntemde toprağın kum, kil ve silt yüzdeleri ayrı ayrı bulunup, daha sonra tekstür üçgeni kullanılarak bu değerlerin çakışma bölgesi tespit edilmekte ve toprağın tekstür sınıfı bulunmaktadır. Burada her iki yöntemden elde edilen sınıflama sonucunun farklı olduğu göze çarpmaktadır. Bouyoucos Hidrometre Yöntemi daha hassas sonuç üretmektedir. Analiz raporu isteyen müşterilerin tercihlerine göre laboratuvarlarda işba veya Bouyoucos Hidrometre Yöntemi'ne göre tekstür analiz sonucu verilmektedir. Bu araştırmadan elde edilen raporlama aracında bu husus dikkate alınmış ve her iki yöntem de geliştirilen programda yer almıştır.

Organik Madde: Organik madde, bitkiler için kritik bir besin kaynağıdır. Topraktaki azotun %90'ından fazlası organik maddede bulunduğu için, organik madde hem besin kaynağı işlevi görür hem de azot açısından önemli bir rol oynamaktadır (Altınbaş vd., 2004).

Organik madde, topraktaki temel besin maddelerinin kaynağıdır bu nedenle toprağın verimliliğini artırır. Organik madde, toprağı ani pH değışikliklerine karşı korur. Birimi %'dir. Çalışma kapsamında oluşturulan raporlarda toprak kalitesi belirleme amacıyla organik madde değerinden yararlanılmıştır.

Organik madde eksikliği olan topraklar çeşitli sorunlarla karşı karşıya kalır. Organik madde eksikliği toprak agregatlarının dayanıklılığını azaltır (Çelik, Ortaş ve Kilik, 2004; Haynes ve Naidu, 1998; Şeker ve Karakaplan, 1999). Organik madde eksikliği toprağın su tutma ve havalanma kapasitesini azaltır (Piccolo ve Mbagwu, 1994).

Topraktaki organik madde miktarı genellikle Modifiye Walkley-Black Yöntemi'yle saptanmaktadır (Jackson, 1958).

Ülkemiz toprakları, iklimin yanı sıra diğer faktörlerin de etkisiyle organik madde açısından fakirdir. Yapılan çeşitli araştırmalar, Doğu Karadeniz Bölgesi dışında kalan topraklarımızın organik madde açısından yetersiz olduğunu ve organik madde miktarlarının %2'den az olduğunu göstermektedir (Kacar, 1997). Toprakta belirlenen organik madde miktarı, o toprak için oluşturulacak gübreleme programında "organik gübre" nin yer alıp almayacağını da belirleyicisidir.

Toplam Azot: Azot, bitkilerin yapısına dahil edildiği için bitkilerin büyümesi için en önemli besin maddelerinden biridir. Azot miktarı, toprağın verimliliğini doğrudan etkiler. Yeterli miktarda azot, bitkilerin daha iyi gelişmesini ve yüksek verim elde edilmesini sağlar. Toprak analizlerinde azotun belirlenmesi, bitkilerin ihtiyaçlarına göre uygun gübreleme programlarının hazırlanmasına olanak tanır. Birimi %'dir.

Toprak örneklerinin toplam azot içerikleri Kjeldahl Yöntemi'yle belirlenmektedir (Kacar, 1972).

Toprak analiz laboratuvarlarında azotlu gübre tavsiyeleri de toprak organik madde içeriğinden hareketle yapılmakta bu amaçla toprak organik maddesinin %5'inin toplam azottan oluştuğu kabul edilmektedir (Öztürk, 2021).

Akademik bir amaçla yapılacak olan çalışmalar toplam azot analizini gerektirdiğinde mutlaka Kjeldahl Yöntemi kullanılmalıdır. Çünkü organik madde miktarından hesaplama yöntemiyle elde edilen toplam azot miktarı o topraktaki toplam azotun tahmini değerini ortaya

koymakta olup araştırma amacıyla yapılan akademik çalışmalar için toplam azot miktarı mutlaka Kjeldahl Yöntemi ile belirlenmelidir.

Gübreleme amacıyla kullanılması gereken en doğru N formu toplam azot yerine, mineral azottur. Ancak, mineral N yapılamaması durumunda toplam N kapsamında hareketle gübreleme tavsiyesi de yapılabilmektedir (Öztürk, 2021).

Toprak organik maddesinin %3-4 aralığında olması tarım topraklarının sürdürülebilirliğinin sağlanması açısından önemlidir.

Bitkiye Yararışlı Fosfor: Ülkemizde çoğunlukla akademik çalışmalarda yaygın olarak kullanılan fosfor analiz yöntemi 3 tanedir. Bu yöntemlerden hangisinin kullanılacağı ilgili toprağın pH seviyesine göre belirlenir. Asit ($pH < 7$) topraklar için Bray Kurtz Yöntemi (Bray ve Kurtz, 1945), nötr topraklar ($pH \approx 7$) için Suda Çözünbilir Fosfor Yöntemi, bazik (alkalin) topraklar ($pH > 7$) için ise Olsen Yöntemi (Olsen, Cole, Watanabe ve Dean, 1954) kullanılmalıdır. Geliştirilen programda kullanıcıyı doğru fosfor yöntemine yönlendirmek için uyarı özelliği konulmuştur.

Ülkemizde toprak analizi gerçekleştiren laboratuvarlar genellikle pH seviyesini dikkate almadan doğrudan Olsen Yöntemi'ni kullanarak fosfor analizi yapmaktadırlar. Bunun yegâne sebeplerinden bir tanesi kolayca kaçmak veya eksik bilgiye sahip olmaktır. Toprak pH değerine dikkat etmeden tek yöntemle fosfor analizinin yapılması ve gübreleme programının bu şekilde oluşturulması şunlara yol açabilmektedir:

- a) Uygun olmayan gübrenin seçilmesi,
- b) Gübrenin yanlış miktarda uygulanması,
- c) Ekonomik ve çevresel kayıplar,
- d) Hatalı gübrenin etkili besin maddesi ile topraktaki mevcut besin maddeleri arasında olabilecek antagonistik etkiler,
- e) Fosforun gereksiz yere fiksasyona maruz kalmasına sebep olmak.

Değişebilir Sodyum, Potasyum, Kalsiyum ve Magnezyum: Potasyum, birçok biyokimyasal süreçte rol oynaması nedeniyle bitkilerin büyümesi ve gelişmesi için hayati öneme sahip bir besin maddesidir. Potasyum eksikliği tespit edildiğinde, uygun potasyum

gübreleri eklenerek bitki beslenmesi optimize edilmelidir. Topraklarda sodyum analizi son yıllarda yapılmamaktadır. Şeker pancarı gibi yumrulu bitkilerin yetiştirildiği topraklarda sodyum elementi varlığı istenen bir durumdur. Ancak diğer birçok kültür bitkisi için sodyum çok dikkate alınmamaktadır.

Eğer toprak bazik ise, kalsiyum elementi topraktaki CO₃ ile reaksiyona girerek kalsiyum karbonat (CaCO₃) adı verilen çözünmeyen bileşikler oluşturabilir. Kalsiyum karbonat suda çözünemediği için kalsiyumun bitkiler tarafından emilimi zorlaşır. Toprağın kalsiyum içeriği düşükse, kireç eklenerek kalsiyum seviyesi artırılır. Bu gibi elementler ve hatta iyonlar arasındaki ilişkiler toprağa uygulanacak gübrenin belirlenmesi ve topraktaki etkisi açısından oldukça önemlidir. Dolayısıyla bu program oluşturulurken tavsiye edilecek gübrenin içindeki elementlerin toprakta analizle miktarı belirlenen elementlerle arasındaki olası ilişkileri de dikkate alınmıştır.

Toprak örnekleri amonyum asetat çözeltisi ile ekstrakte edilerek değişebilir sodyum, potasyum, kalsiyum ve magnezyum miktarları belirlenmektedir (Pratt, 1965). Toprakta mevcut olan söz konusu bu makro elementler (Na, Ca, Mg, K) amonyum asetat çözeltisinde hazırlanıp ya flame fotometresi ya da ICP-OES ile tespit edilir.

Alınabilir Çinko, Mangan Demir ve Bakır: Mikro elementler, toprakta ve bitkilerde çok az miktarda bulunur ve varlıkları milyonda kısım (ppm) olarak ölçülebilir. Toprakta ve bitkilerde bu elementlerin miktarı çok düşük olsa da eksiklikleri tarımsal verimliliği düşürebilir (Eyüpoğlu, Kurucu ve Talaz, 1996). Mikro elementler, bitki metabolizmasındaki enzimlerin aktivasyonunda görev alırlar. Demir, bakır, çinko, mangan eksikliği tespit edildiğinde bu elementleri içeren gübreler uygulanarak bitki beslenmesi optimize edilmelidir.

Mikro besin maddeleri, ülkemizde yaygın olarak kullanılan ticari gübrelerin içeriğinde genellikle yer almaz. Bu yüzden, makro besin maddeleri gibi düzenli olarak toprağa eklenemezler (Özyazıcı vd., 2016).

Verime dayalı tarım sistemlerinin kullanılması, topraktan yıkanma ile besin kayıpları, tek yönlü gübre uygulamaları gibi etkenler, topraktaki mikro besin maddelerinin yarayışlı miktarlarının azalmasına yol açmaktadır. Bu sebeple, toprakta makro ve mikro besin maddeleri arasındaki denge bozulmakta ve bitkilerin mikro besin elementlerinden faydalanma oranı düşmektedir. Bu durum, yakın gelecekte mikro besin maddesi eksikliklerinin daha ciddi

sorunlar oluşturabileceğinin bir işaretidir. Bu yüzden, tarım topraklarının mikro element içeriklerinin belirlenmesi ayrı bir önem taşımaktadır (Özden vd., 2022).

Sungur ve Özüygür (1986) ile Eyüpoğlu vd. (1996) tarafından belirtildiğine göre ülkemiz topraklarında en yaygın mikro besin maddesi eksikliğinin çinko olduğu tespit edilmiştir. Çinkoyu, demir ve mangan eksikliği takip etmektedir. Bor genellikle normal seviyelerde bulunurken, topraklarda bakır eksikliği veya fazlalığı ile ilgili herhangi bir sorun tespit edilmemiştir.

Genellikle topraklardaki Fe, Cu, Zn, Mn miktarları, Lindsay ve Norvell (1978) tarafından bildirildiği şekilde, DTPA ile ekstrakte edilerek ICP-OES cihazı kullanılarak belirlenir.

Bor: Bor gibi mikro besin maddeleri, genellikle sadece özel durumlarda veya belirli ihtiyaçlar doğrultusunda analiz edilmektedir. Bor analizi yapmak, ek maliyetler getirebilir. Bu nedenle toprak analiz raporlarında genellikle bor analizi yer almaz. Ancak müşteri özellikle bor analizi yaptırmak istiyorsa ekstra ücret ödemek zorundadır.

Borun miktarının belirlenmesinde genellikle sıcak su ekstraksiyon yöntemi tercih edilmektedir. (Öztürk, 2021).

Grafikler: Grafikler, her bir besin maddesinin topraktaki konsantrasyonunu görsel olarak temsil eder ve bu bilgiyi daha anlaşılır hale getirir. Her bir çubuğun uzunluğu veya yüksekliği, ilgili besin maddesinin miktarını temsil eder. Daha uzun bir çubuk, daha yüksek bir miktarı göstermek için kullanılır.

Gübreleme Amaçlı Toprak Kalite Değerlendirmesi: Analizleri yapılan toprakların “organik madde, tuz ve pH” değerlerine bağlı olarak oluşturulan “Toprak Kalite Değerlendirmesi” çalışması oluşturulacak gübreleme programlarına rehberlik yapabilecek nitelikte olacak şekilde bu araştırma için geliştirilmiştir. Kalite değerlendirme yapılan topraklara gerekli durumlarda “toprak ıslahı” ile ilgili tavsiyeler de ortaya çıkacak olan raporlarda yer alacaktır. Bu hizmetin ekstra ücreti olacağı müşterilere bildirilecek ve müşteri onayı olduğu takdirde toprak kalite değerlendirme yapılacaktır.

İyileştirme Stratejileri: Toprak analiz sonuçları birçok bilgiye ilaveten gübreleme programı oluşturulmasını doğrudan etkileyecek olan topraktaki pH düzeyi, organik madde içeriği, tuzluluk gibi faktörler hakkında da bilgi vermektedir. Bu veriler doğrultusunda gerekli

durumlarda toprak iyileştirmesi (ıslahı) yapılmalıdır. Asidik ve bazik topraklar ile organik madde bakımından yetersiz olan topraklar bilindiği üzere ıslah gerektiren topraklardır. Toprakların pH düzeyini istenen düzeye getirmek amacıyla asit karakterli (asidik) topraklar için kireç, alkalın karakterli (bazik) topraklar için ise kükürt veya jips uygulanmalıdır. Toprak ıslahının gerekli olduğu durumlarda gübrelemeden önce mutlaka toprak iyileştirme çalışmaları yapılmalıdır. Bu durum oluşturulan raporlama aracında özel olarak yer almaktadır.

- Kireç İhtiyacı Analizi: Toprakların asit karakterli olması durumunda, bu tip topraklar için "kireç ihtiyacı analizi" nin de yapılması gerekmektedir. Kireç ihtiyacı analizi ilave bir ücretle yapılmaktadır.
- Jips İhtiyacı Analizi: Toprakların pH bakımından çorak veya alkalın karakterli olması durumunda, "jips ihtiyacı analizi" nin de yapılması gerekmektedir. Jips ihtiyacı analizi ilave bir ücretle yapılmaktadır.

Gübreleme Tavsiyesi ve Gübreleme Programının Oluşturulması: Toprak analiz sonuçlarına dayalı olarak, bitkilerin ihtiyaç duyduğu besin elementleri doğru miktarlarda ve uygun zamanlarda verilmelidir. Gübreleme programı, genellikle analiz sonuçlarına ve bitki türüne, yetiştirme koşullarına ve hedeflenen verimlilik düzeyine bağlı olarak belirlenmelidir.

Topraklardaki organik madde miktarını artırmak için, hasattan sonra geriye kalan bitki artıkları, çiftlik atıkları, ahır gübreleri, kentsel atıklar ve sanayi atıkları, doğrudan veya kompost haline getirildikten sonra kullanılabilir (Bhattacharyya, Chakrabarti ve Chakraborty, 2003; Entry, Wood, Edwards ve Wood, 1997; Kütük, Çaycı, Baran, Başkan ve Hartmann, 2003; Madejon, Lopez, Murillo ve Cabera, 2001; Pascual, Ayuso, Hernández ve García, 1997).

Gübreleme tavsiyeleri, toprakta eksik olan besin maddelerinin uygun miktar ve oranlarda uygulanmasını sağlayarak, bitkilerin ihtiyaç duyduğu tüm besin maddelerinin en ideal seviyede olmasına olanak tanır. Böylece, bitkiler büyüme ve gelişme için gerekli olan besin maddelerini yeterli miktarda alabilir, bu da sağlıklı bitki gelişimi, yüksek verim ve kaliteli ürün elde edilmesine katkıda bulunur. Doğru gübreleme stratejileri, bitkilerin besin maddelerini etkili bir şekilde kullanmasını sağlar, çevresel etkileri minimize eder ve çiftçilere ekonomik olarak çeşitli faydalar sağlar.

Ülkemizde hizmet veren laboratuvarların büyük bir çoğunluğu gübre tavsiyelerinin oluşturulmasını ya hiç yapmamakta ya da hatalı bir şekilde yapmaktadır. Bu kaniya ülkemizde daha önce yapılmış olan birçok toprak analiz sonuçlarının incelenmesi neticesinde varılmıştır.

Ülkemizdeki mevcut toprak analiz laboratuvarlarının çoğunluğunda toprak örneklerinin analiz işlemleri bitirildikten sonra analiz sonucuna göre, arazinin bulunduğu bölge ve ekilecek/dikilecek bitki türü dikkate alınarak “Türkiye Gübre ve Gübreleme Rehberi”ndeki bilgilere göre sonuç raporu oluşturulmaktadır (Güçdemir, 2006).

Türkiye'deki toprak analiz laboratuvarlarında halihazırda kullanılan toprak analizi değerlendirme yazılımlarının ürettikleri raporlarda bir standart bulunmamaktadır. Örneğin makro element analiz sonuçlarından fosfor (P) ve potasyum (K) genellikle kg/da P_2O_5 ve kg/da K_2O olarak birçok laboratuvar analiz sonuçlarında gösterilmektedir (Toprak analizleri yapılırken örneğin fosfor analizinde ortaya çıkan sonuç “P” olarak fosforu, potasyum analizinde ise ortaya çıkan sonuç “K” olarak potasyumu ifade etmektedir). Ayrıca makro element analiz sonuçları biriminin “%”, mikro elementlerin “ppm” veya “mg kg⁻¹” olarak bu raporlarda yer alması gerekir. Bu ve benzeri durumlar, mevcut yazılımların raporlarında çeşitli hatalarla birlikte, toprak verimliliğini etkileyebilecek düzeyde yanlış bilgilendirmelere yol açmaktadır.

Toprak analizlerinin yanında su ve bitki analizi de yapılmalıdır. Böylece en iyi sonuçlar elde edilmiş olacaktır.

Toprak analiz sonucuna göre gübreleme programı yapılırken şunlara dikkat etmek gerekir:

- Damla sulama kullanılacaksa uygulamanın hemen sonrasında fosforik asit veya nitrik asit verilmelidir. Yine sulama sularında fazla nitrat varsa verilen azotlu gübre miktarı azaltılmalıdır.
- Meyve ağaçları yaşlandıkça bitki besin elementleri kök bölgesine tam ulaşamadığı için besin elementi noksanlığı ortaya çıkar. Böyle durumlarda yapraktan gübre uygulaması yapılabilir.
- Gübre zamanları ve miktarları hesaplanırken toprağın bünyesi dikkate alınmalıdır. Kumlu topraklarda yıkanma fazla olacağı için sık aralıklarla ve daha

fazla gübre verilmelidir. Killi toprakta kayıp daha azdır. Tınlı bünyeye sahip topraklar bitkilerin büyük çoğunluğu için idealdir.

- Toprak yapısını düzeltmek için en ideali organik gübrelerdir. Toprağa ilave edilecek hayvan gübresi toprağın fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerini düzelterek önemli bir katkı sağlar. Hayvan gübresine alternatif olarak leonardit, torf, kompost, vermikompost, yosun gübresi, yeşil gübreler ve biyokömür tavsiye edilmelidir. Biyokömür doğrudan bir gübre olmamasına rağmen, toprağı iyileştirmek ve bitki büyümesini desteklemek amacıyla kullanılan bir organik maddedir.
- Toprağın kireç miktarına bakılarak uygun olan gübreler verilir. Kireçli topraklar demir, çinko gibi bazı elementleri fikse (tutarak) ederek kloroz (sararma) meydana getirir. Toprağın kireç miktarına bakılarak yetiştirilecek ürün tercihi yapılmalıdır.
- Toprağın organik madde içeriği yanında pH'sına da bakılarak, gübreleme önerisi yapılmalıdır. Örneğin kuvvetli alkalın (bazık) olan bir topraklarda fosforun çözünürlüğünü artırmak için taban gübresi olarak DAP gübresi, damla sulama yapıyorsa ise üst gübre olarak pH'ı 2 civarında olan Üre Fosfat gibi düşük pH'lı gübreler önerilmelidir. Yine demir eksiğinde de topraktan %6 Fe EDDHA şelatlı gübre verilebilir. Asitli topraklara ise TSP (Triple Süper Fosfat) gübresi önerilir.
- Toprak pH'sını düzenli olarak izlemek, aşırı asidik hale gelmesini önlemek için önemlidir. Sülfat içeren gübrelerden; Amonyum Sülfat ve Potasyum Sülfat gibi gübrelerinin sürekli kullanımı toprağı uzun vadede asitleştirir. Halbuki üre, tek başına kullanıldığında toprağı doğrudan asitleştirmede genellikle etkili değildir. Bu nedenle üre gübresi genellikle üst gübre olarak rahatlıkla kullanılabilir.
- Yüksek oranda klor içeren gübrelerden kaçınmak gerekir. Klor, yararlı bakterileri yok eder ve zamanla toprakları çoraklaştırılarak kullanılmaz hale getirmektedir.
- Gübrelemede organik maddeye dikkat edilmelidir. Organik madde yetersiz ise iyice yanmış (fermente edilmiş) hayvan gübresi ekim veya dikimden önce dekara 3-5 ton verilebilir. Yanmış hayvan gübresinin bitki besin maddeleri oranı

azdır (Ortalama element içeriği N=2, P=1, K=2). Hayvan gübresinin en büyük faydası (organik madde + enzim + bazı büyüme hormonları) içermesinden dolayı toprağın biyolojik faaliyetlerini artırmasıdır. Kullanılan kimyasal gübrelerin faydalanma oranını da önemli ölçüde artırır.

- Analiz raporundaki makro ve mikro elementlerin alınabilir miktarlarına bakılarak eksik olan bitki besin elementleri tamamlanacak şekilde gübre tavsiyesi yapılmalıdır.
- Sulama yapılan alanlarda yıkanma ve buharlaşma ile element kayıpları daha fazla olacağı için kuru alanlara göre ortalama %25 daha fazla kimyasal gübre kullanılmalıdır. Ancak bu duruma karar verirken sulama yöntemi dikkate alınmalıdır.
- Toprak analizlerine göre gübreleme programları oluşturulurken sadece kimyasal gübrelere değil, aynı zamanda organik ve / veya organomineral gübrelere de yer vermek gerekmektedir.

Toprak analiz sonuçlarının kullanıcı dostu ara yüzlerde raporlanması ve grafikler halinde görüntülenmesi, ortaya çıkan verilerin daha anlaşılır olmasını sağlamaktadır. Toprak analiz raporları, analiz verilerinin toprak sağlığı ve verimliliğini değerlendirmek amacıyla uzun süreli saklanması ve takip edilmesini de sağlamaktadır. Bu avantajlar, toprak analiz raporlarının tarım sektöründe faydalı bir araç olduklarını göstermektedir.

Geliştirilen uygulamadan alınan örnek bir toprak analiz raporu Şekil 3.1, Şekil 3.2 ve Şekil 3.3'te gösterilmiştir.



Gübre Tavsiye Programı Tarımsal Amaçlı Analiz Laboratuvarı

TOPRAK ANALİZ RAPORU

Kayıt No	49	Arazi Büyüklüğü (da)	17584
Kayıt Tarihi	08.08.2024	Önceki Bitki	Diğer
Müşteri	Test-2	Ekilecek / Dikilecek Bitki	Zeytin
Telefon		Derinlik (cm)	0-30
İl	Denizli	Mevkii	Dokuzsavaş
İlçe	Pamukkale	Parsel No	
Köy	Kocadere	Ada No	

Parametre	Değer	Birim	Metot	Değerlendirme
pH	7.80		Saturasyon	Hafif Alkalin
Tuz	0.01	%	Saturasyon	Tuzsuz
Kireç	3.21	%	Kalsimetrik	Kireçli
İşba	38.50	%	Saturasyon	Tın
Organik Madde	1.94	%	Walkley-Black	Az
Toplam Azot (N)	0.00	%	Kjeldahl	Çok Az
Fosfor (P)	2.18	ppm	Sodyum Bikarbonat-Olsen	Çok Az
Potasyum (K)	13.14	ppm	A.Asetat-ICP	Çok Az
Kalsiyum (Ca)	1420.96	ppm	A.Asetat-ICP	Yeterli
Magnezyum (Mg)	199.80	ppm	A.Asetat-ICP	Yeterli
Demir (Fe)	0.93	ppm	DTPA-ICP	Orta
Bakır (Cu)	2.56	ppm	DTPA-ICP	Yeterli
Çinko (Zn)	1.92	ppm	DTPA-ICP	Yeterli
Mangan (Mn)	14.18	ppm	DTPA-ICP	Yeterli

Uyarı: Alındığı yeri temsil etmeyen toprak örneklerinin laboratuvara ulaştırılması sırasında uygun olmayan koşullar nedeniyle meydana gelebilecek olumsuz değişimler ve önerilen gübrelerin usulüne uygun biçimde kullanılmaması nedeniyle oluşacak zarardan laboratuvarımız sorumlu değildir. Sonuçlar sadece analizi yapılan toprak örneği için geçerlidir.

Şekil 3.1. Geliştirilen uygulamadan alınan toprak analiz raporu (1. sayfa)

pH					
Kuvvetli Asit	Orta Asit	Hafif Asit	Nötr	Hafif Alkalin (x)	Kuvvetli Alkalin
Tuz					
Tuzsuz (x)	Hafif Tuzlu	Orta Tuzlu	Çok Tuzlu		
Kireç					
Az Kireçli	Kireçli (x)	Orta Kireçli	Fazla Kireçli	Çok Fazla Kireçli	
Organik Madde					
Çok Az	Az (x)	Orta	İyi	Yüksek	
Toplam Azot (N)					
Çok Az (x)	Az	Yeterli	Fazla	Çok Fazla	
Fosfor (P)					
Çok Az (x)	Az	Yeterli	Fazla	Çok Fazla	
Potasyum (K)					
Çok Az (x)	Az	Yeterli	Fazla	Çok Fazla	
Kalsiyum (Ca)					
Çok Az	Az	Yeterli (x)	Fazla	Çok Fazla	
Magnezyum (Mg)					
Çok Az	Az	Yeterli (x)	Fazla	Çok Fazla	
Demir (Fe)					
Az		Orta (x)	Fazla		
Bakır (Cu)					
Yetersiz			Yeterli (x)		
Çinko (Zn)					
Çok Az	Az	Yeterli (x)	Fazla	Çok Fazla	
Mangan (Mn)					
Çok Az	Az	Yeterli (x)	Fazla	Çok Fazla	

Şekil 3.2. Geliştirilen uygulamadan alınan toprak analiz örneği (2. sayfa)

Gübreleme Tavsiyesi	
Dekara Verilecek Gübre Miktarı (kg):	
Ekim / Taban Gübresi	Üst / Bahar Gübresi
Kompoze Gübreler (15-15-15) 66,67 kg	Amonyum Sülfat (%21 N) 26,19 kg
<p>Gübreleme Şekli ve Zamanı: Zeytin yetiştiriciliğinde ilk gübreleme zeytinin sürgünlerinde gözler kabarmadan (patlamadan) 2-3 hafta önce uygulanmalıdır. Bu dönemde toprak özelliği veya yağış nedeni ile bahçeye girilemiyorsa geç sonbaharda (Kasım-Aralık) uygulama yapılabilir. Bu dönemde fidanlara verilecek azotlu gübrenin yarısı veya 2/3'ü, fosforlu ve potasyumlu gübrenin tamamı sulama yapılmayan zeytinliklerde verilmelidir. Sulama yapılan bahçelerde ise azotlu gübrenin en çok yarısı ile fosforlu ve potasyumlu gübrenin tamamı ilk gübreleme zamanında uygulanır. İlk gübrelemede gübreler bant (çizi) halinde verildikten sonra toprağın 15-20 cm derinliğine (kökleri kesmeyecek derinliğe) verildikten sonra toprağa karıştırılır. İkinci gübreleme sulama yapılmayan zeytinliklerde son yağışlar bitmeden önce uygulanmalıdır. Bu dönemde azotun geriye kalan kısmı serpme olarak verilir toprağın 5-10 cm derinliğine karıştırılır. pH değeri yüksek kireçli topraklarda toprağın yüzeyine serpme olarak verilen üre ve amonyum sülfat gübreleri toprağa karıştırılmaması durumunda azotun büyük bir kısmı havaya uçar ve azot kaybı meydana gelir. Sulama yapılan zeytinliklerde azotlu gübrenin geriye kalan kısmı iki eşit kısma ayrılarak uygulanmalıdır. Birincisi meyve tutumu tamamlanınca (meyve bitince) diğeri ise meyve irileşme döneminde uygulanmalıdır. Toprak çok hafif bünyeli (kumlu) ve potasyum bakımından çok fakir ise tavsiye edilen potasyumun bir kısmı meyve tutum döneminde de uygulanabilir. Bu dönemde gübreler ağaçların sulama tavalalarına serpme olarak verilir arkasından hemen sulama yapılmalıdır. Sulama yöntemi damla sulama ise fosforlu gübrenin %60-70 kadarı, potasyumlu gübrenin %50 kadarı ve azotlu gübrenin %30-40 kadarı ilk gübreleme zamanında topraktan uygulanır, gübrelerin geriye kalan kısmı damla sulama ile birlikte verilir.</p> <p>NOT: Bu gübreleme değerleri yetişkin ağaçlar için olup, yeni dikilen ve 1 yaşındaki fidan için 1/4'ü; 2 yaş için 1/3'ü; 3 yaş için 2/3'ü verilmelidir.</p>	
Ek Gübreleme Önerisi: 110 kg/da kükürt verilmesi önerilir.	

Şekil 3.3. Geliştirilen uygulamadan alınan toprak analiz raporu (3. sayfa)

4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Sürdürülebilir tarımsal üretimdeki temel hedef, toprakların verimliliğini artırarak bozulmalarını önlemektir. Bu hedefe ulaşmak ancak toprakların tarım alanlarında; fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerinin nasıl değiştiğini anlamak ve bu değişime uygun önlemler almakla mümkündür. Bitkilerin topraktan aldığı besin maddelerinin yeniden toprağa kazandırılması da günümüzde tarımsal sürdürülebilirliğin önemli bir uygulaması olarak öne çıkmaktadır (Akça, Türkmen ve Taşkın, 2015).

Gübreleme ve toprak ıslahı amacıyla yaptırılan toprak analizleri sayesinde hem bitkinin ihtiyacı olan ve hem de toprakta eksikliği-fazlalığı olan besin maddelerinin belirlenmesi sayesinde çeşitli yararlar sağlanmaktadır. Sürdürülebilir tarımın oluşturulmasında toprak analizlerinin faydası oldukça önemlidir. Toprak analizlerinden beklenen faydaların sağlanabilmesi için, analiz edilen toprak örneklerinin usulüne uygun olarak alınması ve doğru yöntemlerle analiz edilerek sonuçların da bitki besleme alanında uzman olan kişiler tarafından yorumlanması gerekir. Ayrıca yapılan analizler sonucunda oluşturulan “toprak analiz raporunun” doğru yorumlanması, erişilebilir ve organomineral gübreler gibi yeni nesil gübreleri önerecek şekilde değerlendirilmesi ve raporlanması son derece önemlidir. Çiftçilerin erişmekte güçlük çekeceği ve toprağı iyileştirme özelliği olmayan gübreleri içeren analiz yorumlarından oluşan raporların bir anlam taşımayacağı unutulmamalıdır. Tüm bu hususlar dikkate alınarak hazırlanan bu çalışmadaki “raporlama aracı” bugüne kadar rastlanan ve gözlemlenen tüm eksiklik ve aksaklıkları dikkate alarak, hatasız bir toprak analiz yorumu ortaya koyacak, doğru gübre tavsiyesi yapacak, ihtiyacı karşılayacak, iyi bir toprak amenajmanını önerecek şekilde ve ayrıca üreticiler tarafından güven düzeyi yüksek nitelikteki bilgi ve verilerden elde edilerek oluşturulmuştur.

İleride bu raporlama aracı daha da geliştirilecek şekilde planlanmış olup, web tabanlı uygulaması her yıl gözden geçirilecek ve yeni bilgiler literatürlerden destek alınarak eklenecek şekilde oluşturulmuştur. Bu raporlama aracı web üzerinden üreticilerin ve konuya ilgi duyan öğrenci, akademisyen, uzman dahil herkesin erişimine açık olacak şekilde paylaşılarak bir nevi sosyal sorumluluk projesi de olacaktır. Bu çalışmanın ileride yaprak ve su analizleri için de yapılması, ülkemiz tarım sistemine ve hatta çevreye önemli katkılar yapacaktır. Ülkemizin değerli çiftçileri bu program ve benzerlerini kullanarak meyve bahçesine, sebze alanlarına, serasına, tarlasına, süs bitkisine, peyzaj alanlarına, orman ve mesire alanlarına hatta saksıdaki çiçeğine hangi gübreden ne zaman ne kadar, nasıl atayım diye düşünmeyecek ve bu programın

desteği sayesinde önemli bilgilere kolaylıkla hem fiziksel ve hem de dijital olarak erişmiş olacaktır.

Toprak analizlerinin bir diğer amacı da karlı ve çevreyle dost gübreleme yapmaktır. Böylece daha ekonomik girdi kullanımını ile optimum ürün elde edilmesi sağlanmaktadır. Ayrıca gereksiz yere fazla gübre kullanımının önüne geçilmesinde toprak analizleri önemli katkılar sağlamaktadır. Bilindiği üzere son yıllarda tarımsal üretimde en fazla gider kimyasal gübrelere olan harcamalar olarak bilinmektedir. Ayrıca yanlış cins ve miktarda gübre kullanımı sonucunda ürün miktar ve kalitesinde azalmalar olabilmektedir. Laboratuvarlardan alınan toprak analiz raporları, üreticilerin beklentilerini karşılayacak nitelikte ve anlaşılabilir düzeyde olmalıdır.

Günden güne artması gerekirken, kapanma ve diğer özel sebeplerden dolayı azalma yoluna giden ülkemizdeki toprak analiz laboratuvarlarının önemli bir ihtiyacı da bu raporlama aracı sayesinde giderilmiş olacak ve onlara çok değişik konularda rehberlik yapacaktır. Tarım ülkesi olan Türkiye’de bu tip çalışmaların sayı ve kalite olarak artırılması gerekmektedir. Küresel iklim değişikliği, kuraklık, erozyon, amaç dışı arazi kullanımı, organik maddedeki azalmalar nedeniyle verimsizleşme, plansızlık, toprak analizlerini yaptırmama gibi sebeplerden dolayı giderek kötüleşen tarımsal üretim ve peyzaj alanı yönetimi için bu raporlama aracı yol gösterici bir rehber olma niteliği taşıyacak şekilde hazırlanmıştır. Tarımsal yayımcılık için de önemli bir kaynak olma özelliğine sahip olan bu raporlama aracı, bir şekilde karşısına toprak analizi çıkabilecek herkes için önemli faydalar taşıyan, teknolojik bilgi ve alt yapıya sahip önemli bir rehber olma özelliğine de sahiptir. Toprakların doğru analiz edilerek ortaya çıkacak sonuçların da bilimsel ve akademik bilgiye dayanır şekilde raporlanması sayesinde tarım topraklarının verimliliği de artacak ve gereksiz yere gübre ve ıslah maddesi kullanımı da kısmen önlenmiş olarak çevreyle dost bir çalışmanın bu raporlama aracı sayesinde oluştuğu zamanla daha iyi bir şekilde anlaşılacaktır. Kazançlı ve çevreye zarar vermeyen bir gübrelemenin yapılması için mutlaka toprakta mevcut olan besin maddelerinin önceden bilinmesi gerekir. Bu projenin ortaya çıkış amaçlarının başında bu fikir bulunmaktadır. Bunun dışında mevcut toprak analiz laboratuvarlarında yapılan toprak analiz yöntemlerinin güncellenmesi gerekliliği de diğer önemli sebeplerdendir. Ancak toprak analizleri her ne kadar doğru yöntemle yapılmış olsa da elde edilen sonuçların doğru yorumlanması ve ekonomik gübre tavsiyesine dönüştürülmesi, kolay kullanılabilen ve bilgiye dayalı bir araçla ortaya konulmalıdır. Bu amacı en iyi şekilde gerçekleştirecek ve ilgili alanda ihtiyaca cevap verecek şekilde gelişmiş özellikler sunan bir

toprak analiz raporlama aracının ortaya konulması amacıyla bu çalışma yapılmış olup, ileride daha da geliştirilerek ülkemizin her yerinde kullanılabilir olmasına çalışılacak ve ülkemiz tarımında sürdürülebilirliğe destek olacaktır.



KAYNAKLAR

- Adiloğlu, A. (1989). *Trakya bölgesi asit topraklarının kireç ilavesinin bazı makro besin elementlerinin elverişliliğine etkisi üzerine bir araştırma*. (Yüksek Lisans Tezi). Trakya Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Anabilim Dalı, Tekirdağ.
- Akalan, İ. (1983). *Toprak Bilgisi* (C. 1-No:878). Ankara: A.Ü. Ziraat Fakültesi Yayınları.
- Akça, M. O., Türkmen, F. ve Taşkın, M. B. (2015). Ankara Üniversitesi Kalecik Araştırma ve Uygulama Çiftliği topraklarının verimlilik durumlarının incelenmesi *Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Dergisi*, 3(2), 54-63.
- Alaboz, P., Demir, S., Başayığit, L. ve Işıldar, A. A. (2019). Isparta ili büyük toprak gruplarına göre tahıl yetiştirilen toprakların bazı özelliklerinin belirlenmesi. *Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 28(2), 67-79.
- Altınbaş, Ü., Çengel, M., Uysal, H., Okur, B., Delibacak, S. ve Kurucu, Y. (2004). *Toprak Bilimi*. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No: 557, Bornova/İzmir. 355 s.
- Anonim. (2007). Dokuzuncu kalkınma raporu bitkisel üretim özel ihtisas komisyon raporu (2007-2013) (Proje No: DPT:2713-ÖİK:666). Ankara: Devlet Planlama Teşkilatı.
- Anonim. (2011). Toprak numunesini analize hazırlama. Erişim adresi: https://megep.meb.gov.tr/mte_program_modul/moduller_pdf/Toprak%20Numunesini%20Analize%20Haz%20C4%B1rlama.pdf
- Anonim. (2021). Erişim adresi: <https://www.sabah.com.tr/agri/2021/04/14/akilli-toprak-analiz-cihazı-agrili-ciftçileri-rahatlatacak>
- Anonim. (2023). Erişim adresi: <https://hbs.tarbil.gov.tr/Main/SabLabsScopes>
- Anonim. (2024a). <https://www.trthaber.com/haber/guncel/burdurda-toprak-ve-sulama-suyu-analiz-laboratuvari-acildi-659466.html>
- Anonim. (2024b). Erişim adresi: <https://dhotarim.com/hizmetlerimiz/dijital-toprak-analizi>
- Anonim. (2024c). Erişim adresi: <https://stacjemeteo.pl/produkt/imetos-mobilab>
- Anonim. (2024d). Erişim adresi: <https://www.baskentlab.com/hizmet/2/toprak-bitki-ve-sulama-suyu-analizi.html>
- Anonim. (2024e). Erişim adresi: <https://www.akillisehirler.gov.tr/proje-envanteri/mugla-toprak-verimlilik-haritasi-cbs-uygulamasi>
- Anonim. (2024f). Erişim adresi: <https://ubuntu.com>
- Anonim. (2024g). Erişim adresi: <https://www.apache.org>
- Anonim. (2024h). Erişim adresi: <https://www.codeigniter.com>
- Anonim. (2024i). Erişim adresi: <https://www.php.net>

- Anonim. (2024j). Erişim adresi: <https://www.postgresql.org>
- Anonim. (2024k). Erişim adresi: <https://www.sqlmanager.net>
- Anonim. (2024l). Erişim adresi: <https://dbeaver.io>
- Anonim. (2024m). Erişim adresi: <https://topraktema.org/toprak-dokusu>
- Anonim. (2024n). Erişim adresi: <https://agritechcenter.com.np/soil-calculator.html>
- Ateş, K. ve Turan, V. (2015). Bingöl ili merkez ilçesi tarım topraklarının bazı özellikleri ve verimlilik düzeyleri. *Türkiye Tarımsal Araştırmalar Dergisi*, 2(2), 108. doi:10.19159/tutad.80437
- Atilgan, A., Coşkan, A., Saltuk, B. ve Erkan, M. (2007). Antalya yöresindeki seralarda kimyasal ve organik gübre kullanım düzeyleri ve olası çevre etkileri. *Ekoloji Dergisi*, 15(62), 37-45.
- Aydemir, O., Akgül, M., Canbolat, M. Y. ve Işıldar, A. A. (2005). *Toprak bilgisi. Ziraat Fakültesi Yayın No:10, Ders Notu Yayın No:1.*
- Aydemir, Ö. E., Akgün, M. ve Özkutlu, F. (2021). Fındık tarımı yapılan toprakların bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri ile verimlilik durumlarının belirlenmesi. *Toprak Su Dergisi*, 10, 23-34. doi:10.21657/topraksu.768642
- Bacchewar, G. K. ve BRGajbhiye, B. R. (2011). Correlation studies on secondary nutrients and soil properties in soils of Latur District of Maharashtra. *Research Journal of Agricultural Sciences*, 2(1), 91-94.
- Baldock, J. A. (2007). Composition and cycling of organic carbon in soils. P. Marschner ve Z. Rengel (Ed.), *Nutrient cycling in terrestrial ecosystems* içinde (ss. 1-36). Verlag Berlin Heidelberg: Springer.
- Bear, F. E. (1976). *Chemistry of soils*. 2nd ed. oxford and IBH publishing corporation, New Delhi.
- Bellitürk, K. (2010). Toprak analizlerinin önemi. *Hasad (Bitkisel Üretim) Aylık Tarım Dergisi*, 25(298), 76-78.
- Bellitürk, K. (2013). Toprak verimliliğinin belirlenmesinde toprak ve bitki analizlerinin önemi. *Ziraathaber*, (7), 10-11.
- Berkay, C. (2022). Kimyasal ve organik gübrelerin çevre üzerine etkisi. *Bursa Uludağ Üniversitesi Uluslararası Biyosistem Mühendisliği Dergisi*, 3(2).
- Bhattacharyya, P., Chakrabarti, K. ve Chakraborty, A. (2003). Residual effects of municipal solid waste compost on microbial biomass and activities in mustard growing soil. *Archives of Agronomy and Soil Science*, 49, 585-592.
- Bouyoucos, G. J. (1951). A recalibration of the hydrometer method for making mechanical analysis of soils. *Agronomy Journal*, 43, 434-438.

- Bozkır İlçe Gıda Tarım ve Hayvancılık Müdürlüğü. (2013). Bozkır'ın toprak haritasının oluşturulması projesi. Konya: Bozkır İlçe Gıda Tarım ve Hayvancılık Müdürlüğü. Erişim adresi: <https://www.mevka.org.tr/assets/upload/dosyalar/DsyiPYRZ5720201723009PM.pdf>
- Brady, N. C. ve Weil, R. R. (2008). *The nature and properties of soils*. New Jersey USA: Pearson Prentice Hal Inc.
- Bray, R. H. ve Kurtz, L. T. (1945). Determination of total, organic and available forms phosphorus in soils. *Soil Science*, 59, 39-45.
- Cheeseman, J. M. (1988). Mechanisms of salinity tolerance in plants. *Plant Physiology*, 87, 547-550.
- Çağlar, K. Ö. (1949). Toprak bilgisi. Ankara: *Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları* No: 10.
- Çelik, H. ve Batmaz, O. (2020). Orhangazi yöresi kivi (*Actinidia deliciosa* Hayward) bahçelerinin beslenme durumlarının toprak, yaprak ve meyve analizleri ile değerlendirilmesi. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 57(2), 219-228. doi:10.20289/zfdergi.565348
- Çelik, İ., Ortaş, I. ve Kilik, S. (2004). Effects of compost, mycorrhiza, manure and fertilizer on some physical properties of a chromoxerert soil. *Soil and Tillage Research*, 78, 59-67.
- Çepel, N. (1988). Orman topraklarının karakteristikleri, toprakların oluşumu, özellikleri ve ekolojik bakımdan değerlendirilmesi. İstanbul: *İÜ Orman Fakültesi Yayınları*, Yayın No.3416-389.
- Çerçioğlu, M., Kara, R. S. ve Okur, B. (2017). Kütahya -Simav yöresi sera topraklarının ve sulama suyu özelliklerinin araştırılması üzerine bir ön çalışma. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 54(1), 61-70.
- Çimrin, K. M. ve Boysan, S. (2006). Van yöresi tarım topraklarının besin elementi durumları ve bunların bazı toprak özellikleriyle ilişkileri. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 16, 105-111.
- DeCourt, H., Darius, P. L. ve Baerdemaeker, J. D. (1996). The spatial variability of topsoil fertility in two Belgian fields. *Computers and Electronics in Agr*, 14, 179-196.
- Deliboran, A., Savran, M., Dursun, Ö., Eralp, O., Pekcan, T., Turan, H., Aydoğdu, E., Çılgın, İ., Ölmez, H., Savran, Ş., Öztürk Güngör, F., Nacar, A. S. ve Yıldırım, A. (2020). Muğla ilinde yetiştirilen zeytin (*Olea europaea* L.) ağaçlarının bor ve makro elementler yönünden beslenme durumunun belirlenmesi, toprak ve bitki ilişkileri. *Toprak Su Dergisi*, 88-101. doi:10.21657/topraksu.690834
- Deliboran, A. ve Savran, Ş. (2017). *Bor, bitki fizyolojisindeki önemi ve meyve ağaçlarında kullanımı*. 5. Uluslararası Katılımlı Toprak ve Su Kaynakları Kongresi, Kırklareli, Türkiye.
- Dick, R. P. (1992). A review: Long-term effects of agricultural systems on soil biochemical and microbiological parameters. *Agric. Ecosyst. Environ*, 40, 25-36.

- Dubey, M. ve Verma, N. (2022). Definition of soil. *Advances in Agricultural and Horticultural Sciences*, 696.
- Entry, J. A., Wood, B. H., Edwards, J. H. ve Wood, C. W. (1997). Influence of organic by-products and nitrogen source on chemical and microbiological status of an agricultural soil. *Biol. Fertil. Soil*, 24, 196-204.
- Erşahin, S. ve Karaman, M. R. (2000). Toprak değişkenliğinin yere özgü amenajman ve toprak verimliliği çalışmaları için değerlendirilmesinde faktör analizinin kullanılması. *Tarım Bilimleri Dergisi*, 6(2), 76-81. doi:10.1501/Tarimbil_0000000953
- Eyüpoğlu, F. (1999). *Türkiye topraklarının verimlilik durumu*. Ankara: Toprak ve Gübre Araştırma Enstitüsü Yayınları Genel Yayın No: 220 Teknik Yayın No: T-67.
- Eyüpoğlu, F., Kurucu, N. ve Talaz, S. (1996). *Türkiye topraklarının bitkiye yararlı bazı mikro elementler (Fe, Cu, Zn, Mn) bakımından genel durumu*. T.C. Başbakanlık Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü Toprak ve Gübre Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Ankara.
- F.A.O. (1990). Micronutrient assesment at the country level: An international study. *FAO Soils Bulletin* 63.
- Ganorkar, R. P. ve Chinchmalatpure, P. G. (2013). Physicochemical assesment of soil in Rajura Bazar in Amravati District of Maharastra India. *International Journal of Chemical, Environmental and Pharmaceutical Research*, 4(2 & 3), 46-49.
- Gillelan M. E., Tippie, V. K., Haberman, D., Mackieman, G. B., Macknis, J. J. ve Jr Wells, H. W. (1983). Chesapeake Bay: A framework for action, *U.S. Environmental Protection Agenc.* Philadelphia, PA: Chesapeake Bay Program.
- Gökırmaklı, Ç. ve Bayram, M. (2018). Gıda için gelecek öngörürleri: Yıl 2050. *Akademik Gıda*, 16(3), 351-360. doi:10.24323/akademik-gida.475396
- Greenway, H. ve Munns, R. (1980). Mechanism of salt tolerance in nonhalophytes. *Annual Review of Plant Physiology*, 31, 149-190.
- Güçdemir, İ. H. (2006). *Türkiye gübre ve gübreleme rehberi*, Genel Yayın No: 231. Ankara: Tarımsal Araştırmalar Genel Müdürlüğü, Toprak ve Gübre Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü.
- Gülaç, Z. N. (2011). *Sivas ili Hafik ilçesi tarım işletmelerinde toprak analizi uygulamalarının benimsenmesi ve yayılması*. (Yüksek Lisans Tezi). Gaziosmanpaşa Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarım Ekonomisi Anabilim Dalı, Tokat.
- Güneri, M., Mısırlı, A. ve Yokaş, İ. (2009). Toprak pH'sını düşürücü kimi uygulamaların kireçli-alkalin topraklarda yetiştirilen valensiya portakal çeşidinde verim ve meyve özelliklerine etkisi. *Journal of Agriculture Faculty of Ege University*, 46(3), 181-189.
- Güneş, A., Alpaslan, M. ve İnal, A. (2000). *Bitki besleme ve gübreleme*. Ankara: Ankara Üniversitesi Ziraat Fak. Yayın No:1514.
- Güneş, A., Alpaslan, M. ve İnal, A. (2010). *Bitki besleme ve gübreleme* (5. Baskı). Ankara: Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayın No: 1581, Ders Kitabı No: 533.

- Haynes, R. J. ve Naidu, R. (1998). Influence of lime, fertilizer and manure applications on soil organic matter content and soil physical condition: A review. *Nutr. Cycl. Agroecosys*, 51, 123-137.
- Horuz, A. ve Dengiz, O. (2018). Terme yöresi alüviyal arazilerde yetiştirilen çeltiğin bazı toprak özellikleriyle besin element kapsamı arasındaki ilişkiler. *Anadolu Journal of Agricultural Sciences*, 30-36. doi:10.7161/omuanajas.310249
- Jackson, L. E., Calderon, K. L., Steenwerth, K. M., Scow, K. M. ve Rolston, D. E. (2003). Responses of soil microbial processes and community structure to tillage events and implications for soil quality. *Geoderma*, 114, 305-317.
- Jackson, M. L. (1958). *Toprak kimyasal analizi*. Prentice-Hall Inc. Englewood Cliffs. NJ.
- Kacar, B. (1972). *Bitki ve toprağın kimyasal analizleri:II. Bitki analizleri*. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları: 453, Uygulama Kılavuzu:155. Ankara: A.Ü. Basımevi.
- Kacar, B. (1995). *Toprak analizleri*. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Eğitim, Araştırma ve Geliştirme Vakfı Yayınları No:3.
- Kacar, B. (1997). *Gübre bilgisi*. Ankara: Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No: 1490. Ders Kitabı No: 449.
- Kacar, B. ve Katkat, A. V. (2011). *Bitki besleme* (5. Baskı.). Nobel Yayınları.
- Kalender, N. ve Doğan, Y. (2021). Solucan gübresinin makarnalık buğday (*Triticum durum* L.) çeşitlerinde verim ve verimle ilgili özelliklere olan etkisinin belirlenmesi. *MAS Journal of Applied Sciences*, 6(Özel Sayı), 1149-1159. doi:10.52520/masjaps.176
- Kalkancı, N., Şimşek, T., Aslan, N. ve Büyük, G. (2021). Tarım topraklarının verimlilik durumlarının tematik düzeyde haritalanarak sürdürülebilir yönetiminin sağlanması: Osmaniye örneği. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi*, 24(4), 859-870. doi:10.18016/ksutarimdog.vi.800468
- Karakaş, M. (2010). Biyolojik çeşitlilik. *Tabiat ve İnsan*, 3(8).
- Karaman, M. R., Brohi, A. R., Müftüoğlu, N. M., Öztaş, T. ve Zengin, M. (2012). *Sürdürülebilir toprak verimliliği*. Tokat: Koyulhisar Ziraat Odası Kültür Yayınları.
- Kırımhan, S. (2005). *Organik tarım sistemleri ve çevre*. Ankara: Uğurer Tarım Kitapları Bireysel Yayınları.
- Küçükaya, S. ve Özçelik, A. (2016). Tarımda toprak analizi ve analiz desteğinin işletme üzerine etkileri. *Ziraat Mühendisliği*, (363), 23-30.
- Kütük, C., Çaycı, G., Baran, A., Başkan, O. ve Hartmann, R. (2003). Effects of beer factory sludge on soil properties and growth of sugar beet (*Beta vulgaris saccharifera* L.) *Bioresources Technology*, 90, 75-80.
- Lindsay, W. L. ve Norvell, W. A. (1978). Development of a DTPA soil test for zinc, iron, manganese, and copper. *Soil Science Society of America Journal*, 42, 421-428.

- Lindsay, W. L. ve Norwell, W. A. (1969). Development of DTPA micronutrient soil test. *Soil Science Society of America Proceedings*, 35, 600-602.
- Madejon, E., Lopez, R., Murillo, J. M. ve Cabera, F. (2001). Agricultural use of three (sugar-beet) vinasse composts: Effect on crops and chemical properties of a cambisol soil in the Guadalquivir river valley (SW Spain). *Agriculture, Ecosystem and Environment*, 84, 55-65.
- Mallants, D., Binayak, P. M., Diederik, J. ve Feyen, J. (1996). Spatial variability of hydraulic properties in a multi layered soil profile. *Soil Science*, 161, 167-180.
- Müftüoğlu, N. M. (2012). *Domates yetiştiriciliğinde toprak ve yaprak analizi önemi ve analizlere dayalı gübreleme uygulamaları*. Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi.
- Neina, D. (2019). The role of soil pH in plant nutrition and soil remediation. *Applied and Environmental Soil Science*, 2019: 1-9.
- Oğuz, H. (2008). *Toprak bilgisi ders notu*. Erişim adresi: <https://avys.omu.edu.tr/storage/app/public/tuba.toprak/125205/nbound586739753.pdf>
- Olsen, S. R., Cole, V., Watanabe, F. S. ve Dean, L. (1954). *Estimation of available phosphorus in soils by extraction with sodium bicarbonate*. U.S.D.A., US Government Printing Office, Washington DC
- Özçatalbaş, O. (1999). *Kırsal alanda kadın ve kalkınmadaki rolü. Tarım ve tarımsal verimlilik açısından irdelenmesi* (C. 433, ss. 57-66). Akdeniz Bölgesinde Tarımın Verimlilik Sorunları Sempozyumu, Antalya.
- Özdemir, N. (2013). *Toprak ve su koruma* (3. Baskı., C. 1-No:22). Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları.
- Özden, N., Sökmen, Ö., Uslu, İ. ve Aras, S. (2022). Manisa ili tarım topraklarının verimlilik durumları ile mikro element kapsamalarının belirlenerek haritalanması. *ANADOLU Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 32(2), 228-241. doi:10.18615/anadolu.1225168
- Öztürk, E. (2021). *Toprak analizleri ve yorumlanması*. Erişim adresi: https://arastirma.tarimorman.gov.tr/ktae/Belgeler/BGT/Toprak_Analizleri_ve_Yorumlanmasi.pdf
- Özyazıcı, M. A., Dengiz, O., Aydoğan, M., Bayraklı, B., Kesim, E., Urla, Ö., Yıldız, H. ve Ünal, E. (2016). Orta ve Doğu Karadeniz Bölgesi tarım topraklarının temel verimlilik düzeyleri ve alansal dağılımları. *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*, 31(1), 136-148.
- Parlak, M. (2016). İzmir ili Ödemiş ilçesinde patates yetiştirilen toprakların verimlilik durumlarının belirlenmesi. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 53(3), 325-331.
- Parlak, M., Fidan, A., Kızılcık, İ. ve Koparan, H. (2008). Eceabat ilçesi (Çanakkale) tarım topraklarının verimlilik durumlarının belirlenmesi. *Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 14(4), 394-400. doi:10.1501/Tarimbil_0000001057
- Pascual, J. A., Ayuso, M., Hernández, T. ve García, C. A. (1997). Phytotoxicity and fertilizer value of different organic materials. *Agrochemical*, 41, 50-62.

- Pekcan, T., Esetlili, B. Ç., Aydoğdu, E., Karaman, H. T., Yaman, Ş. ve Hakan, M. (2021). Gemlik zeytin (*Olea europaea* L.) çeşidinde farklı potasyumlu gübre uygulamalarının besin element içerikleri üzerine etkileri. *ISPEC Journal of Agricultural Sciences*, 5(3), 728-740. doi:10.46291/ISPECJASvol5iss3pp728-740
- Piccolo, A. ve Mbagwu, J. S. C. (1994). Humic substance and surfactants effects on the stability two tropical soils. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 58, 950-955.
- Pratt, P. F. (1965). Methods of soil analysis. Part 2. C. A. Black (Ed.), *Chemical and microbiological properties*, Publisher Agronomy Series No:9. Madison, Wisconsin, USA.: Amer. Soc. Agr. Inc.
- Rajkumar, B. (2018). Studies on soil chemistry of Latur District. *Int.J.Curr.Microbiol.App.Sci.*, 7(12), 3531-3534. doi:10.20546/ijcmas.2018.712.399
- Sağlam, M. ve Dengiz, O. (2013). Kimyasal toprak kalite göstergelerinin faktör ve jeoistatistik analiz yöntemleriyle değerlendirilmesi. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 50(2), 181-190.
- Sağlam, M. T. (2012). *Fertilizer and fertilization*. (8th Print) (Publication No: 14 Lesson Book No:6.). Tekirdağ Namık Kemal University.
- Sağlam, T. (2008). *Toprak ve suyun kimyasal analiz yöntemleri* (4. baskı). Tekirdağ: Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi.
- Saltalı, K. (2014). *Toprak verimliliğinde organik maddenin önemi*. Kahramanmaraş: Sütçü İmam Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü.
- Saraçoğlu, M., Sürücü, A., Koşar, İ., Taş, M. A., Aydoğdu, M. ve Kara, H. (2014). Şanlıurfa ili Halfeti ilçesi topraklarının bazı özellikleri ve bitki besin elementi kapsamalarının belirlenmesi. *Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Dergisi*, 2(2), 38-45.
- Saygın, F., Gürsoy, F. E., Demirağ Turan, İ. ve Dengiz, O. (2017). Çataklı Çayı havzası Doğu yakasında çay tarımı yapılan toprakların fiziksel, kimyasal ve verimlilik özelliklerinin belirlenmesi. *Türkiye Tarımsal Araştırmalar Dergisi*, 4(2). doi:10.19159/tutad.292593
- Shi, W., Liu, J., Du, Z., Song, Y., C, C. ve Yue, T. (2009). Surface modeling of soil pH. *Geoderma*, 150, 113-119.
- Soil Survey Staff. (1992). *Soil survey manual*. Washington, USA: United States Department of Agronomy.
- Stewart, M. W., Dibb, W. D., Johnston, E. A. ve Smyth, J. T. (2005). The contribution of commercial fertilizer nutrients to food production. *Agron. J.*, 97, 1-6.
- Sungur, M. ve Özuygur, M. (1986). *Türkiye topraklarının mikro element durumu hakkında bir araştırma*. Toprak İlimi Derneği 9. Bilimsel Toplantı Tebliğleri, 4, 29-1.
- Şeker, C. ve Karakaplan, S. (1999). Konya ovasında toprak özellikleri ile kırılma değerleri arasındaki ilişkiler. *Tr. J. of Agriculture and Forestry*, 29, 183-190.

- Taban, S., Çıkılı, Y., Cebeci, F., Taban, N. ve Sezer, S. M. (2004). Taşköprü yöresinde sarımsak tarımı yapılan toprakların verimlilik durumu ve potansiyel beslenme problemlerinin ortaya konulması. *Tarım Bilimleri Dergisi*, 10(3), 297-304.
- Tarakçıoğlu, C., Yalçın, S. R., Bayrak, A., Küçük, M. ve Karabacak, H. (2003). Ordu yöresinde yetiştirilen fındık bitkisinin (*Corylus avellana* L.) beslenme durumunun toprak ve yaprak analizleriyle belirlenmesi. *Tarım Bilimleri Dergisi*, 9(1), 13-22. doi:10.1501/Tarimbil_0000000338
- Taşova, H. ve Akın, A. (2013). Marmara Bölgesi topraklarının bitki besin maddesi kapsamının belirlenmesi, veri tabanının oluşturulması ve haritalanması. *Topraksu Dergisi*, 2(2), 83-95.
- Tepecik, M., Barlas, N. T. ve Çobanoğlu, Ö. (2014). Turgutlu bağlarının beslenme durumu. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 51(1), 49-58.
- Tortamış, S., Özaslan Parlak, A. ve Parlak, M. (2021). Akdeniz ekosisteminde korunan ve otlatılan merada bazı fizikokimyasal toprak özelliklerinin karşılaştırılması. *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*, 37(3), 449-458. doi:10.7161/omuanajas.982308
- TOVEP. (1991). *Türkiye toprakları verimlilik envanteri*. T.C. Tarım ve Orman Köy İşleri Bakanlığı, Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü.
- Turan, M. A., Katkat, A. V., Özsoy, G. ve Taban, S. (2010). Bursa ili alüviyal tarım topraklarının verimlilik durumları ve potansiyel beslenme sorunlarının belirlenmesi. *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 24(1), 115-130.
- Welte, E. (1973). Profitability and optimal use of mineral fertilizer in forms of different cropping potential. *Pontificiae Academiæ Scientiarum Scripta Varia*, 38, 403-426.
- Yıldız, A. A. (2018). *Mikroakışkan çip teknolojisi*. Erişim adresi: https://bilimteknik.tubitak.gov.tr/system/files/makale/2018_kasim_612_bilim_ve_teknik_84-85.pdf.