



**AZERBAJCAN CUMHURİYETİ BİLESUVAR İLİ TARIM TOPRAKLARININ
VERİMLİLİK DURUMLARININ ARAŞTIRILMASI**

PERVİZ İSMAYİLLİ

Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı

Yüksek Lisans Tezi

Danışman: Prof. Dr. Aydın ADİLOĞLU

2023

T.C.
TEKİRDAĞ NAMIK KEMAL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



AZERBAJCAN CUMHURİYETİ BİLESUVAR İLİ TARIM TOPRAKLARININ
VERİMLİLİK DURUMLARININ ARAŞTIRILMASI

PERVİZ İSMAYİLLİ

ORCID: 0000-0002-3661-398X

TOPRAK BİLİMİ VE BİTKİ BESLEME ANABİLİM DALI
YÜKSEK LİSANS TEZİ
Danışman: Prof. Dr. Aydın ADILOĞLU

OCAK-2023

Her hakkı saklıdır.

ÖZET

AZERBAIJAN CUMHURİYETİ BİLESUVAR İLİ TARIM TOPRAKLARININ VERİMLİLİK DURUMLARININ ARAŞTIRILMASI

Perviz İSMAYİLLİ

Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı

Yüksek Lisans Tezi

Danışman: Prof. Dr. Aydın ADİLOĞLU

Bu çalışmada Azerbaycan Cumhuriyeti Bilesuvar ili sınırları içerisinde bulunan köylerin tarım topraklarındaki bazı makro ve mikro besin elementleri ve toprağın bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri değerlendirilmiştir. Bu amaç doğrultusunda, Bilesuvar ilindeki tarım arazilerinden 267 farklı noktadan alınan toprak örneklerinde bazı makro ve mikro besin elementlerinin analizleri yapılmış ve bu analiz sonuçları literatürdeki besin elementi sınır değerleri ile karşılaştırılmıştır. Değerlendirmeler sonucunda, toprak örneklerinin yarayışlı P, değişebilir K, Ca, Mg, yarayışlı Fe, Cu, Zn ve Mn içerikleri sırası ile 25,9-437 mgkg⁻¹; 688-3667 mgkg⁻¹, 4480-95579,4 mgkg⁻¹, 627-3733 mgkg⁻¹, 20-158 mgkg⁻¹, 2,6-21,5 mgkg⁻¹; 0,6-11,9 mgkg⁻¹ ve 81-456 mgkg⁻¹ arasında bulunmuştur. Organik madde içeriği toprakların % 50,93'ünde 'az' olarak değerlendirilmiştir. Toprakların % 63,30'u kireçli, % 71,16'sı çok tuzlu ve % 95,13'ü hafif alkali olarak tespit edilmiştir. Aynı zamanda yarayışlı fosfor (P), değişebilir potasyum (K), kalsiyum (Ca) ve yarayışlı mangan (Mn) bitki besin elementi içerikleri toprak örneklerinde 'çok fazla' bulunmuştur. Yarayışlı bakır (Cu) ve çinko (Zn) içerikleri bütün toprak örneklerinde 'yeterli' seviyede bulunurken, demir (Fe) içeriğinin 'yüksek' seviyede olduğu görülmüştür. Değişebilir Magnezyum (Mg) bitki besin elementi % 77,53 oranında 'fazla' bulunmuştur.

Anahtar Kelimeler: Toprak Verimliliği, Toprak Analizi, Makro Besin Elementi, Mikro Besin Elementi

ABSTRACT

INVESTIGATION OF FERTILITY STATUS OF AGRICULTURAL SOILS IN BİLESUVAR PROVINCE OF THE REPUBLIC OF AZERBAIJAN

Perviz İSMAYİLLİ

Department of Soil Science and Plant Nutrition

MSc. Thesis

Supervisor: Prof. Dr. Aydın ADİLOĞLU

In this study, some macro and micro nutrients and some physical and chemical properties of the soil in the agricultural lands of the villages within the borders of Bilesuvar province of the Republic of Azerbaijan were evaluated. For this purpose, some macro and micro nutrient analyzes were made in soil samples taken from 267 different agricultural lands in Bilesuvar province and the results of these analyzes were compared with the nutrient limit values in the literature. As a result of the evaluations, the contents of available P, exchangeable K, Ca, Mg, available Fe, Cu, Zn and Mn in the soil content were found between the values of 25,9-437 mgkg⁻¹, 688-3667 mgkg⁻¹, 4480-95 579,4 mgkg⁻¹, 627-3733 mgkg⁻¹, 20-158 mgkg⁻¹, 2,6-21,5 mgkg⁻¹; 0,6-11,9 mgkg⁻¹ and 81-456 mgkg⁻¹, respectively. Organic matter content was evaluated as 'low' in 50.93 % of the soils. It was determined that 63.30 % of the soils are calcareous, 71.16 % very salty and 95.13 % slightly alkaline. At the same time, plant nutrient contents of available phosphorus (P), exchangeable potassium (K), calcium (Ca) and manganese (Mn) were found to be 'too much' in soil samples. Available copper (Cu) and zinc (Zn) contents were found to be 'sufficient' in all soil samples, while iron (Fe) contents were found to be 'high'. Exchangeable magnesium (Mg) plant nutrient element was found to be 'excess' at the rate of 77.53 %.

Keywords: Soil Fertility, Soil Analysis, Macro Nutrient Element, Micro Nutrient Element

İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	i
ABSTRACT	ii
İÇİNDEKİLER.....	iii
ÇİZELGELER DİZİNİ	v
ŞEKİLLER DİZİNİ	vi
SİMGELER DİZİNİ	vii
KISALTMALAR DİZİNİ	viii
TEŞEKKÜR.....	ix
1. GİRİŞ	1
1.1. LİTERATÜR ÖZETİ	3
1.1.1.Fosfor.....	3
1.1.2.Potasyum.....	4
1.1.3.Kalsiyum.....	6
1.1.4.Magnezyum.....	7
1.1.5.Demir	9
1.1.6.Bakır	11
1.1.7.Çinko	13
1.1.8.Mangan	15
1.2. Çalışmanın Amacı ve Kapsamı.....	15
2. MATERYAL VE METOT	18
2.1. Materyal.....	18
2.1.1. Araştırma Yeri	18
2.2. Yöntem	18
2.2.1 .Toprakta Analiz Yöntemleri	19
2.2.1.1.pH analizi	19
2.2.1.2.Tekstür analizi	19
2.2.1.3.Kireç (CaCO ₃) analizi	19
2.2.1.4.Organik Madde analizi	19
2.2.1.5.Yarayışlı Fosfor analizi.....	19
2.2.1.6.Değişebilir katyonların (K, Ca, Mg) analizi	19
2.2.1.7.Bazı yararışlı mikro elementlerin (Fe, Cu, Zn, Mn) analizi	20
3. ARAŞTIRMA VE BULGULAR	21
3.1 Bileşuar İli Tarım Arazisi Topraklarının Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri ..	21

3.1.1. Toprakların pH Değerleri	25
3.1.2. Toprakların Kireç Miktarı	26
3.1.3. Topraklarda Organik Madde İçeriği.....	26
3.1.4 .Topraklarda Tuz İçeriği.....	27
3.1.5. Tekstür.....	27
3.2. Bileşuar İli Tarım Arazisi Topraklarında Makro Besin Elementi Miktarları	27
3.2.1. Topraklarda Yararışlı Fosfor İçeriği.....	32
3.2.2. Topraklarda Değişebilir Potasyum İçeriği.....	33
3.2.3. Topraklarda Değişebilir Kalsiyum İçeriği	34
3.2.4 .Topraklarda Değişebilir Magnezyum İçeriği.....	35
3.3. Bileşuar İli Tarım Arazisi Topraklarında Mikro Besin Elementi Miktarları	36
3.3.1. Topraklarda Yararışlı Demir İçeriği	41
3.3.2. Topraklarda Yararışlı Bakır İçeriği	42
3.3.3. Topraklarda Yararışlı Çinko İçeriği	43
3.3.4. Topraklarda Yararışlı Mangan İçeriği	44
4. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	46
KAYNAKLAR.....	49
ÖZGEÇMİŞ.....	Error! Bookmark not defined.

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 3.1 Aratırma alanındaki toprakların bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri.....	21
Çizelge 3.2 Toprakların pH değer aralıklarına göre sınıflandırılması.....	25
Çizelge 3.3. Toprakların kireç içeriklerinin sınıflandırılması.....	26
Çizelge 3.4. Toprakların organik madde içeriklerinin sınıflandırılması.....	27
Çizelge 3.5. Toprakların tuz içeriğinin sınıflandırılması.....	27
Çizelge 3.6. Bileşuar ili tarım arazisi topraklarında makro besin elementi miktarları, mgkg ⁻¹	28
Çizelge 3.7. Topraklardaki yarayışlı fosfor içeriğinin sınıflandırılması.....	33
Çizelge 3.8. Topraklarda değişebilir potasyum içeriğinin sınıflandırılması.....	34
Çizelge 3.9. Topraklarda değişebilir kalsiyum içeriğinin sınıflandırılması.....	35
Çizelge 3.10. Topraklarda değişebilir magnezyum içeriğinin sınıflandırılması.....	35
Çizelge 3.11. Bileşuar ili tarım arazisi topraklarında mikro besin elementi miktarları, mgkg ⁻¹	35
Çizelge 3.12. Topraklardaki yarayışlı demir içeriğinin sınıflandırılması.....	41
Çizelge 3.13. Topraklardaki yarayışlı bakır içeriğinin sınıflandırılması.....	42
Çizelge 3.14. Topraklardaki yarayışlı çinko içeriğinin sınıflandırılması.....	43
Çizelge 3.15. Topraklardaki yarayışlı mangan içeriğinin sınıflandırılması.....	44

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1. Toprak örneklerinin alındığı tarım alanı bölgesi.....	18
Şekil 3.1. Araştırma alanı topraklarında fosfor içeriği (%).....	33
Şekil 3.2. Araştırma alanı topraklarında potasyum içeriği (%).....	34
Şekil 3.3 Araştırma alanı topraklarında kalsiyum içeriği (%).....	35
Şekil 3.4 Araştırma alanı topraklarında magnezyum içeriği (%).....	36
Şekil 3.5 Araştırma alanı topraklarında demir içeriği (%).....	42
Şekil 3.6 Araştırma alanı topraklarında bakır içeriği (%).....	43
Şekil 3.7. Araştırma alanı topraklarında çinko içeriği (%).....	44
Şekil 3.8. Araştırma alanı topraklarında magnezyum içeriği (%).....	45

SİMGELER DİZİNİ

%	Yüzde
Ca	Kalsiyum
Cu	Bakır
cm	Santimetre
da	Dekar
Fe	Demir
g	Gram
ha	Hektar
K	Potasyum
K ₂ SO ₄	Potasyum Sülfat
kg	Kilogram
Mg	Magnezyum
Mn	Mangan
P	Fosfor
Zn	Çinko

KISALTMALAR DİZİNİ

FAO	Gıda ve Tarım Örgütü
ICP-OES	Endüktif Plazma Spektroskopisi
pH	Asitlik Alkalilik Derecesi



TEŞEKKÜR

Yüksek lisans tez çalışmamın hazırlanması sırasında gerek önerileri, gerekse değerli bilgileri ile beni yönlendirerek destek olan, bilgi ve tecrübelerinden yararlandığım, bilgilendirme ve yönlendirmeleri ile çalışmamı bilimsel temellerde şekillendiren değerli danışman hocam Prof. Dr. Aydın ADİLOĞLU' na çok teşekkür ederim. Yüksek lisans döneminde ders aşamasında emeği geçen Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme bölüm hocalarıma teşekkür ederim.

Perviz İSMAYİLLİ

Ziraat Mühendisi

1. GİRİŞ

Toprak, doğal çevrenin hayati bir parçasıdır. En az bitkiler, hayvanlar, kayalar, yer şekilleri ve nehirler kadar önemlidir. Bitki türlerinin dağılımını etkilemektedir ve çok çeşitli organizmalar için bir yaşam alanı sağlamaktadır. Atmosfer ile dünya arasındaki su ve kimyasal maddelerin akışını kontrol etmekte ve atmosferdeki gazlar (oksijen ve karbondioksit gibi) için hem kaynak hem de depo görevi görmektedir. Topraklar sadece doğal süreçleri yansıtmakla kalmaz, aynı zamanda hem günümüzdeki hem de geçmişteki insan faaliyetlerini de kaydetmektedir. Bu nedenle kültürel mirasımızın bir parçasıdır.

Pestisitler, gübreler, organik gübreler, kimyasallar, radyoaktif atıklar, atılan yiyecekler, giysiler, deri eşyalar, plastikler, kağıtlar, şişeler ve teneke kutular hepsi toprak kirliliğine neden olmaktadır. Endüstriyel atıklarda demir, kurşun, cıva, bakır, çinko, kadmiyum, alüminyum, siyanürler, asitler ve alkaliler vb. kimyasallar bulunmaktadır ve toprağa doğrudan su veya hava yoluyla dolaylı olarak ulaşabilmektedir. Toprak ve su bakterileri tarafından çok yavaş bozdukları için toprakta birikirler ve sonuç olarak, bitki büyümesi üzerinde büyümelerini engelleyen ve meyve verimini ve boyutunu azaltan bir etkiye neden olurlar. Bu nedenle tarımsal üretimin sulama uygulamaları, aşırı gübreler, tarım ilaçları, böcek ilaçları vb. ile yoğunlaşması toprak kirliliği sorunlarını yaratmıştır. Yukarıda belirtilen toprak kirlleticilerin kullanımının kısıtlanması, veya iyi tarım uygulamaları ile toprak ve çevre kirliliği önlenir (Mishra, Mohammad ve Roychoudhury, 2015).

Azerbaycan'da çevre sorunlarının ortaya çıkışı, Bakü ve çevresinde petrol endüstrisinin gelişmesiyle başlamıştır. Daha sonra Hazar Denizi'nin yanı sıra diğer açık deniz bölgelerini de kapsamıştır. 1920 öncesi kirliliğin nedeni petrol iken, Sovyet döneminde (1920-1991) kirliliğin kaynakları artmış ve diğer sanayi dallarının ve tarım sektörünün gelişmesiyle kirliliğin boyutu ve kapsamı genişlemiştir. Bugün Azerbaycan'ın çevre kirliliği doğanın tüm unsurlarını (hava, su ve toprak) içermektedir. Ancak çevre kirliliğinin kapsamı ve etkileri açısından bölgeler arasında farklılıklar bulunmaktadır (Bayramlı, 2020).

Azerbaycan'da çevre kirliliğinin kaynakları arasında sanayi, tarım ve ulaşım sektörleri ilk sırada yer almaktadır. Ülkede çevre kirliliğinde petrol endüstrisinin payı daha fazladır. Petrolün çıkarılması, taşınması ve işlenmesi sırasında oluşan kirlilik, toprağın, havanın ve suyun doğal özelliklerini olumsuz etkilemekte ve insan sağlığını tehdit edecek boyutlara ulaşmıştır. 1950'li yıllardan itibaren hızla gelişen metalurji endüstrisi, ülkenin batı ve kuzey

bölgelerinde çevre kirliliğine neden olmuş ve bazı yerlerde ormanların yok olmasına yol açmıştır (Asian Development Bank, 2005).

Azerbaycan'da toprak etütlerinin tarihi bir asırdan daha eski bir döneme sahiptir. Azerbaycan'da toprak biliminin gelişiminin başlangıcı XIX. yüzyılın 70'li yıllarından itibaren kabul edilmektedir. Azerbaycan topraklarının % 42,5'i ormansızlaşma ve kötü arazi yönetimi nedeniyle erozyon tehdidi altındadır. Bu toprakların % 33,7'si ise ekili alanlar, % 68,1'i yaylaklar, % 15,2'si mera çayırları, % 15,9'u meyve, % 23,9'u üzüm bağları ve % 26'sı ormanlık alanları içermektedir. Yarı çöller tüm ülke topraklarının % 15'ini kaplamaktadır. Yirminci yüzyılın ikinci yarısından itibaren madencilik faaliyetleri sonucunda ağır sanayinin gelişmesi, ulaşım, petrol sanayi, organik ve mineral kaynakların üretimi, geniş alanlarda toprakların kirlenmesi ve bozulması süreci başlamıştır. Yüksek orandaki endüstri gelişimi, üst toprağın bozulması ve tahrip olması gibi istenmeyen sonuçlara yol açmıştır. Nadiren yolların ve boru hatlarının döşenmesi sırasında, önceden var olan verimli tarımsal bitki yetiştirme alanlarının, büyük ormanların, meraların ve çayırların yerinde, kariyer poligonları, antropojenik olarak rahatsız edilmiş alanların uygun olmayan katmanları ortaya çıkmaktadır (Abbasov vd. 2019).

1.1.LİTERATÜR ÖZETİ

1.1.1.Fosfor

Fosfor, fosfat (+5), fosfit (+3), hipofosfit (+1), elemental fosfor (0), tetrafosfit (-0.5), difosfit (-2) ve fosfit (-3) dahil olmak üzere yedi oksidasyon durumunda oluşmaktadır. İndirgenmiş P türleri, <+5 oksidasyon durumu ile yukarıdakilerden herhangi birini temsil etmektedir. Fosfat ($H_2PO_4^-$, HPO_4^{2-}) biyosferde, hidrosferde ve litosferde yaygın olarak bulunmaktadır ve çeşitli organizmalarda temel bir besindir (Havlin ve Schlegel, 2021).

Fosfor, enerji metabolizmasında, hücrel transfer mekanizmalarında, solunumda ve bitkilerin fotosentezinde yer alarak bitki büyümesi için gereklidir. Toprak pH'sına bağlı olarak bitki tarafından $H_2PO_4^-$ veya HPO_4^{2-} (ortofosfat iyonları) olarak alınır. HPO_4^{2-} 'nin bitki alımı, $H_2PO_4^-$ 'ten çok daha yavaştır. Bununla birlikte fosfor bitkideki enerji metabolizması için gerekli olan adenosin difosfat ve adenosin trifosfata (sırasıyla ADP ve ATP) dahil edilir. Fosfor aynı zamanda bitkinin genetik kodunu içeren deoksiribonükleik asit (DNA) ve ribonükleik asitte (RNA) bulunan ve proteinlerin, bitki yapısı için gerekli olan diğer bileşiklerin, tohum veriminin ve genetik aktarımda rol oynayan temel bir elementtir (Havlin, Tisdale, Beaton ve Nelson, 2014).

Toprak içeriğindeki fosforun baskın özellikleri, fosfat minerallerinin çok düşük çözünürlüğünden kaynaklanmaktadır ve partikül yüzeylerine güçlü bağlanması, küçük toprak çözeltisi konsantrasyonlarına neden olmaktadır. Böylece fosforu optimum ürün büyümesi için sınırlayıcı bir faktör haline getirmektedir. Fosforlu gübreleme bu nedenle karlı bitki üretimini sürdürmek için bir gerekliliktir ve çoğu ülkede bitkisel üretim sistemlerinin ayrılmaz bir parçasıdır (Haygarth, Bardgett ve Condron, 2013).

Toprağa eklendiğinde, fosforlu gübre, toprak parçacıkları üzerinde adsorpsiyon ve çökeltme dahil olmak üzere birkaç farklı reaksiyona girmektedir. Toprağın kimyasal özellikleri, nemi ve dokusu ile gübre tipi ve yerleşimi toprakta meydana gelen gübre fosfor dönüşümlerinin oranını etkilemektedir. Uygulanan fosforun çok düşük hareketliliği nedeniyle, fosforun buharlaşma kayıplarına maruz kalmaması gerçeğiyle birleştiğinde, sürekli gübre uygulaması ile topraklarda fosfor birikimi meydana gelmektedir. Topraklarda fosforun birikmesi agronomik açıdan arzu edilir olsa da yine de tatlı su kalitesi için potansiyel bir tehdit oluşturmaktadır (Sharpley, 2012).

Bitki kökleri, organik asitleri salgılayarak emilen fosforu harekete geçirebildikleri ve fosfataz üreterek organik fosforu mineralize edebildikleri için toprakta fosfor mevcudiyetini yöneten başka bir biyotik faktör olarak hareket etmektedirler. Temel bir besin maddesi olarak fosfor (P), çoğu karasal ekosistemde, özellikle çok yıpranmış topraklara sahip subtropikal orman ekosistemlerinde genellikle sınırlayıcı bir unsur olarak görev yapmaktadır (Fan vd., 2019).

1.1.2.Potasyum

Yakın zamana kadar, toprakların potasyum elementini bol miktarda içerdiğine dair genel inaniştan dolayı bu element fazla ilgi görmemiştir. Ayrıca, tarımda çok düşük oranlarda potasyumlu gübre uygulaması, pek çok az gelişmiş ülkede rizosfer toprağında potasyumun hızla tükenmesine yol açmıştır. Bu, uygulanan nitrojen ve fosforlu gübrelerin optimum kullanımının önlenmesi de dahil olmak üzere çeşitli olumsuz etkilere neden olmaktadır. Bu kayıpları telafi etmek için tarımda potasyum gübrelerinin yoğun kullanımı önerilmiştir. Potasyumlu gübreler özellikle silvit (KCl) ve karnalit ($MgCl_2 \cdot KCl \cdot 6H_2O$) olmak üzere kaya minerallerinden üretilmektedir. Potasyum çözücü mikroorganizmaların, bitki üretiminin iyileştirilmesi için verimli biyo-gübreler olarak kullanma olanakları, araştırmacılar tarafından giderek daha fazla vurgulanmaktadır (Soumare, Sarr ve Diedhiou, 2022).

Potasyum, kuraklığı tolere etmek için bitkileri geliştirebilmektedir. Potasyumun topraktaki varlığı çeşitli değişikliklerle artış gösterebilir. Topraklara organik gübre uygulanması potasyum salınımını arttırmakta ve topraklarda potasyum fiksasyonunu azaltmaktadır. Potasyumlu gübre uygulaması, su stresi altında kök biyokütlesini, fotosentez oranını ve yaprak su içeriğini arttırmaktadır (Bader, Taban, Fahmi, Abood ve Hamdi, 2021).

Birçok çalışma, topraklardaki biyolojik aktivitelerin artmasıyla potasyum mevcudiyetinin arttığını vurgulamıştır. Biyolojik aktiviteleri iyileştirmenin yollarından biri de toprağa organik gübre uygulanmasıdır. Ayrıca, organik maddenin (OM) toprağa uygulanması, toprak yapısı üzerindeki olumlu etkisi ve hidrofilik doğası nedeniyle toprakta su tutulmasını arttırmaktadır. Toprak organik madde içeriği ve kil mineral türü, bitkiler tarafından potasyum besin alımını etkileyen ana özelliklerdir (Taiwo vd., 2018). Topraktaki organik madde içeriği, kation değişim kapasitesi nedeniyle topraktaki potasyum reaksiyonunu etkilemektedir (Al-Jabori, Al-Obaed ve Al-Amiri, 2011).

Taiwo vd. (2018), topraklara organik gübre uygulamasının potasyum salınımını arttırdığını ve potasyum fiksasyonunu azalttığını ve salınan potasyum ile potasyum alımı arasında pozitif bir ilişki olduğunu bulmuştur.

Ana besin elementlerinden potasyum, genellikle topraklarda en bol bulunan elementtir. Yerkabuğunun magmatik kayaları, tortul kayalardan daha yüksek potasyum içeriğine sahiptir. Magmatik kayalardan granitler ve siyenitler 46 ile 54, bazaltlar 7 ve peridotitler 2.0 g kg^{-1} potasyum içermektedir. Sedimanter kayalardan killi kayalar 30 g kg^{-1} potasyum içerirken, kalkerler ortalama sadece 6 g kg^{-1} potasyum içermektedir. Mineral topraklarda genellikle % 0.04 ile % 3 potasyum arasında değişmektedir. Topraklardaki toplam potasyum içeriği, toprak profilinin üst 0,2 m'sinde 3000 ile 100.000 kg ha^{-1} arasında bulunmaktadır. Bu toplam potasyum içeriğinin % 98'i mineral formda bağlıyken, % 2'si toprak çözültüsü ve değişebilir fazlarda toprak içeriğinde yer almaktadır (Schroeder, 1979; Bertsch ve Thomas,1985).

Potasyum, bitkilerde çeşitli fizyolojik ve metabolik fonksiyonların tamamlanması için gerekli olduğundan, optimum bitki büyümesi ve üretkenliği için büyük miktarlarda gereklidir. Potasyum, hücre büyümesini ve turgor basıncını, hidrolik iletkenliği, yaprak genişlemesini, kök uzamasını, kaynak ve yutucu organlar arasında fotoasimilatların taşınmasını sağlamaktadır. Ek olarak, potasyum yaprak mezofilinden karbondioksit (CO_2) difüzyonunu kolaylaştırarak fotosentezde önemli bir rol oynamaktadır (Torabian vd., 2021).

Bitki dokularında potasyum, azottan sonra en bol bulunan ikinci besin maddesi olarak kabul edilir ve fosfordan bile daha boldur. Potasyumun bitkilere ulaşabilmesi için suda çözülmesi gerekmektedir. Sonuç olarak, potasyum mineralleri açısından zengin olduğu düşünülen tarım toprakları bile toprak potasyum dengesizliklerine maruz kalabilmektedir ve potasyum kayıpları, süzme ve toprak yüzeyinden akış yoluyla bitki potasyum eksikliklerine katkıda bulunarak ticari potasyum gübrelerine olan talebi artırmaktadır (Britzke, Da Silva, Moterle, dos Santos Rheinheimer ve Bortoluzzi, 2012).

Azot (N), fosfor (P) ve potasyum (K) en önemli besin maddeleri olarak kabul edilir ve toprakta bitkinin büyümesini ve verimini etkileyen temel bileşenlerdir. Bitkinin optimal büyümesi için toprakta bulunan N, P ve K besinlerinin dengeli bir oranda olması gerekmektedir. Bununla birlikte, ana malzemeye (kum, turba ve kil gibi), iklim koşullarına ve bitkisel artıklarının geçmişteki yönetimi ve gübre kullanımındaki farklılıklara bağlı olarak,

bitkinin büyümesini, üretimini ve verimini maksimize etmek için, çiftçilerin doğru N, P ve K oranlarını bilmeleri gerekmektedir (Reddykapa vd. 2022).

1.1.3.Kalsiyum

Bir bitki besin maddesi olarak kalsiyum, toprak yapısına bağlı olarak ve özellikle kireç içeriğine göre topraklarda aşırı derecede düzensiz oluşum ile karakterize edilmektedir. Ekolojik koşullarda, kalsiyum içeriğindeki değişikliklerin ikincil sonuçları, doğrudan olanlardan daha çarpıcı olabilmektedir. Hem sürgünlerde hem de köklerde hücre uzaması için kalsiyum gereklidir ve gerçek gereksinimin çok üzerinde kalsiyum ilaveleri sürgün uzamasını engellemektedir. Bitkiler, toprakta bulunan konsantrasyonlarda kalsiyum iyonlarına tepki vermektedir (Burstom, 1968).

Topraktaki kalsiyum (Ca), bitkiler ve toprak organizmaları için önemli bir besin elementidir (Marschner 1995; Paradelo, Virto ve Chenu. 2015). Toplam Ca'nın toprak içeriği ve/veya değişebilir Ca, toprak verimliliğinin temel faktörleridir. Ek olarak, çok değerlikli Ca^{2+} kanyonları köprüleme kasyonu olarak işlev görerek toprak agregasyonu ve yapı oluşumu için önemli bir rol oynamaktadır. Bu işlev, toprak organik maddesi veya toprak ikincil karbonatları olarak toprak karbon stabilizasyonu için çok önemlidir (Rowley, Grand ve Verrecchia, 2018).

Kalsiyum içeren minerallerin (karbonatlar, birçok silikatlar) ayrışması ve/veya atmosferik çökme yoluyla pedosfere girdikten sonra, Kalsiyum toprak-bitki-mikroorganizma sisteminde yoğun bir şekilde döngüye girmektedir. Bitkiler tarafından kökler aracılığıyla alınan Kalsiyum, sadece fizyolojik taleplerini karşılamak için değil, aynı zamanda pasif olarak terleme akışının bir parçası olarak da hareket etmektedir (Prietz, Klysubun ve Hurtarte, 2020).

Kalsiyum karbonatın çökmesi ve birikmesi topraklarda çok karmaşık olaylardır. Litosfer, biyosfer ve atmosfer arasındaki etkileşimle bağlantılıdır. Kalsiyum (Ca), bitki beslenmesinde önemli bir rol oynar, Kalsiyumun en önemli toprak kimyasal işlevleri, kanyon değişim reaksiyonlarına katılımı ve toprak çözeltisi bileşiminin oluşumu ile ilişkilidir. Değiştirilebilir bazlarla doyurulmuş toprak emici kompleks, hümik maddelerin kararlı formlarının oluşumuna ve birikmesine katkıda bulunmaktadır. Kalsiyum toprak yapılanması ve canlı organizmalar için uygun fiziksel koşulların yaratılması süreçlerinde pıhtılaştırıcı görevi görmektedir. Kalsiyum karbonat birikim biçimlerinin çeşitliliği, bunların toprak

oluşum koşulları ve süreçlerinin göstergeleri olarak kullanılmasını mümkün kılmaktadır (Prokof'eva, Shishkov, ve Kiriushin, 2021).

Çok verimsiz topraklarda organik madde depolamasını artırmak, toprak verimliliğini artırmak ve iklim değişikliğine neden olabilecek artan atmosferik karbondioksit seviyelerini azaltmaya yardımcı olmak için önemli bir stratejidir. Kireç ve alçı uygulamasından kaynaklanan topraklarda yüksek kalsiyum (Ca) mevcudiyeti toprak organik madde içeriğini artırabilmektedir ve bu genellikle organik moleküllerin toprak mineralleri tarafından artan adsorpsiyonuna bağlanmaktadır (Harden vd., 2018).

Kalsiyumun, tropik toprakların kil boyutundaki fraksiyonunun mineralojisini taklit eden, kaolinit ve alüminyum (Al) oksitlerden oluşan sentetik bir mineral karışımındaki organo-mineral birliklerinin termal stabilitesi üzerindeki etkilerini değerlendirildiği bir çalışmada, sorpsiyon deneyleri, pH 6.5 ve 4.5'te hümik asit (HA) ile 0.0 ila 0.4 mM arasında değişen Kalsiyum konsantrasyonları kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Azalan pH ile hümik asit (HA) adsorpsiyonu artmıştır. 0.4 mM Kalsiyumun varlığı, HA adsorpsiyonunu pH 6.5'te yaklaşık 2.4 ve pH 4.5'te 1.6 kat artırmıştır. Hümik asitin termal kararlılığı, Kalsiyum ilavesi üzerine artış göstermiştir ve bu sonuç kalsiyumun HA-mineral bağımlı güçlendirdiğini düşündürmüştür (Barreto, Elzinga, Ramlogan, Rouff ve Alleoni, 2021).

1.1.4.Magnezyum

Çeşitli metabolik yollarda yer alan magnezyum, bitkilerin metabolizması için çok önemlidir. Klorofil moleküllerinin merkezinde, yağlar, karbonhidratlar ve ürünler gibi farklı ürünlerin oluşumunda önemli rol oynayan ve kaba yemlerde işlev gören enzimlerde rol oynayan magnezyum bulunur. Magnezyum eksikliği, yaşlı yaprakların damarlarında klorotik lekeler ve sarı renge neden olabilir ve yaprakların dökülmesine neden olabilir. Magnezyum eksikliğini gidermek için yapraktan bitkilere uygulanır (Nazar vd., 2021).

Magnezyum (Mg) birçok fizyolojik ve biyokimyasal süreçte yer alır; bitki büyümesi ve gelişmesi için temel bir unsurdur ve abiyotik stres durumlarında bitki savunma mekanizmalarında anahtar rol oynar (Huber ve Jones, 2013).

Magnezyumun bitkilerdeki en yaygın bilinen işlevi, muhtemelen kloroplastların ışığı soğuran kompleksindeki klorofil molekülünün merkez atomu olması ve karbondioksitin fotosentetik fiksasyonuna katkısıdır. Bununla birlikte, klorofil ile Magnezyum bağı, toplam Magnezyum fraksiyonunun sadece küçük bir kısmını oluşturur. Bitkinin Magnezyum

durumuna bağlı olarak elementin ~% 20'si ve % 35'e kadarı kloroplastta lokalizedir ve kalan Magnezyum ise daha mobil biçimlerde bulunur (Marschner, 2012).

Yüksek floem hareketliliği nedeniyle Magnezyum, klorofil oluşumu, protein biyosentezi için enzim aktivasyonu ve vejetatif rejeneratif büyümeyi sağlamak için fotosentezlerin floem çıkışı için gerekli olduğu bitkinin aktif büyüyen kısımlarına kolayca yer değiştirebilir. Bu nedenle ilk görme kusuru belirtileri genellikle yaşı yapraklarda görülür. Bu nedenle, hafif bir Magnezyum eksikliği bile, çeşitli biyokimyasal ve fizyolojik süreçleri azaltarak, biyokütle oluşumunu ve çevresel streslere karşı bitki duyarlılığını etkileyebilir (Gransee ve Führs 2013).

Magnezyum, yer kabuğunun % 2'sini oluşturan birçok mineralde ortak bir bileşendir. Bununla birlikte, çoğu toprak Mg (% 90-98) minerallerin kristal kafes yapısına dahil edilmiştir ve bu nedenle doğrudan bitki alımı için mevcut değildir. Kaynak malzemenin Magnezyum içeriğindeki yüksek değişkenlik ve ayrışma derecesi nedeniyle, topraklardaki toplam Magnezyum içeriği % 0,05 ile % 0,5 arasında önemli ölçüde değişir. Amfibol, biyotit, klorit, dolomit, olivin, piroksen, serpantin ve vermikülit gibi birçok yaygın toprak minerali Magnezyum içerir. Biyolojik olarak kullanılabilir Magnezyum depoları, mineral ayrışması ile girdilerden kaynaklanır. Bu nedenle, bu minerallerde düşük iri taneli kayalardan gelişen topraklar, Magnezyum da düşük olma eğilimindedir (Maguire ve Cowan 2002).

Toprakta Magnezyum genellikle dört fraksiyona ayrılır: hızla değişebilir, yavaş değişebilir (asitte çözünür), organik kompleks ve yapısal formlar. Bunların sonuncusu, biyoyararlanımdaki farklılıkları açıklar; bitkiler magnezyumu toprak çözeltisinden emer, bu da kolayca değişebilen form tarafından tamponlanır ve bu da toprak rezervleri tarafından yavaşça yenilenir. Toprak dokusu, bitki tarafından sağlanan magnezyumu etkileyen önemli bir değişkendir. Magnezyum kil minerallerinde bulunduğundan ve kil yüzeylerdeki katyon değişim bölgeleriyle ilişkili olduğundan, killi topraklar genellikle bitki gereksinimleri için yeterli Magnezyum içerirken, kumlu topraklarda sıklıkla Magnezyum eksiktir (Mayland ve Wilkinson 1989).

Bazı ferro-magnezyen mineraller (örneğin olivin, piroksen, amfibol ve mika) temel magmatik kayalardaki başlıca Magnezyum kaynaklarıdır. Manyezit, talk ve serpantin grubu gibi ikincil mineraller, bu birincil minerallerin ayrışma ürünleridir. Çözünür hale gelmesi için, bir kil parçacığı üzerinde adsorbe edilen Magnezyum, toprak çözeltisinden potasyum (K⁺) ve

hidrojen (H^+) gibi diğerkatyonlarla değiştirilmesi gerekir (Senbayram, Gransee, Wahle ve Thiel, 2015).

Magnezyum (Mg), bitkilerde çok çeşitli temel fizyolojik ve biyokimyasal sũreçler için gerekli bir besindir. Büyük ölçũde klorofil sentezini, fotoasimilatların üretimini, taşınmasını ve kullanımını, enzim aktivasyonunu ve protein sentezini içerir. Yüksek verimli gübreye duyarlı çeşitlerin tanıtılmasının, toprakta bitki tarafından magnezyum eksiklik durumunda, Magnezyum, optimum bitki üretimi için sınırlayıcı bir besin maddesi haline gelmiştir. Bununla birlikte, bitkilerin Magnezyum noksanlığına ve Magnezyum noksanlığının derecesine karşı farklı tepkilerini daha iyi anlamak için çok az literatür mevcuttur (Ishfaq, Wang, Yan ve Wang, 2022).

Yerkabuğundaki ortalama magnezyum içeriği 219 g/kg'dır. Magnezyum içeren minerallerin ayrışması nedeniyle, magnezyum sũzũlũr. Topraktaki ortalama magnezyum içeriği 5 g/kg'dır. Topraktaki magnezyum içeriği 0,5 g/kg ile 40 g/kg arasında büyük farklılıklar gösterir, ancak toprağın magnezyum içeriğinin çoğu 3-25 g/kg'dır (Yan ve Hou, 2018).

1.1.5.Demir

Demir, oksijen, silikon ve alũminyumdan sonra dũnyanın litosferinde en bol bulunan dördũncũ elementtir. Yerkabuğundaki demirin çoğu ferro-magnezyum silikat formundadır. Bu tür minerallerin toprakta ayrışması, genellikle su ve hava ile reaksiyona girerek hidroliz ve oksidasyonun birleştirilmesiyle gerçekteştirilir. Ayrışma ile salınan demirin çoğu oksitler veya hidroksitler olarak çökeler; demirin sadece küçük bir kısmı ikincil silikat minerallerine dahil edilir veya toprak organik maddesi ile kompleks haline getirilir (Schwertmann ve Taylor, 1977).

Demir (Fe), bitkiler ve hayvanlar için gereklidir ve yer kabuğunda en yaygın dördũncũ element ve ikinci en yaygın metaldir. Topraklarda demir, sırasıyla oksik ve anoksik ortamlarda sırasıyla Fe^{3+} ve Fe^{2+} formlarında bulunur. Demir, eksikliğini önlemek için <12'nin altındaki toprak kök ortamlarının redoks potansiyeline sahip toprak çözeltilisinde >10-7,7 M aralığında bulunmalıdır. Demirin bitkiler tarafından alınabilirliği, toprak reaksiyonundan, toprak organik madde, toprağın havalandırılmasından, diğerkatyon ve mikro besinlerin içeriğinden vb. etkilenir. Demir, klorofilin biyogenezi ve işleyişi, enerji iletimi, hücrelerin metabolizması için gereklidir. Demir noksanlığı belirtileri ilk olarak özellikle genç

yapraklarda yaprak damarları arasındaki sarımsı renk olarak görülür ve bu daha sonraki bir aşamada nekroza neden olabilir. Mevcut toprak testi yöntemleri, topraktaki mevcut demiri değerlendirmede çok etkili değildir, oysa topraktaki Fe^{2+} içeriği, bitki demir durumunun oldukça iyi bir göstergesidir. Toprağa demir sülfat uygulaması demir eksikliğini gidermede kullanılmaktadır. Toprak uygulamasına kıyasla, demirin yapraktan uygulanması eksikliğini gidermek için büyük bir avantaja sahiptir. Ekinlerin yenilebilir kısımlarında demir seviyesini artırmak için, tarımsal teknikler (örneğin, agronomik biyo-zenginleştirme ve genetik biyo-zenginleştirme) ekonomik ve verimli görünmektedir. Genetik biyozenginleştirmeye giden yol, önemli ölçüde enerji ve para gerektiren uzun vadeli bir yöntemdir, ancak agronomik biyozenginleştirme, demir eksikliği sorununa basit bir çözüm sunar (Chen ve Barak, 1982).

Demirin topraklarda en bol bulunan formu, son derece çözünmez olan ve toprağa kırmızı bir renk veren ferrik oksit (Fe_2O_3) veya hematittir. Oksit formu genellikle hidratlanır. Aerobik topraklarda, oksit, hidroksit ve fosfat formları, çözültideki Fe konsantrasyonunu ve bitkiler için kullanılabilirliğini kontrol eder. Kabul edilebilir reaksiyonun (pH) +/- 6.0 olduğu tipik havalandırılmalı bitki üretim sistemlerinde, ferrik (Fe^{+++}) ve ferrous Fe^{++} demirin konsantrasyonları 10-15 molar (çok düşük konsantrasyon) düzeyindedir. pH bir birim arttıkça çözünmeyen Fe^{+++} hidroksit oluşumu nedeniyle Fe^{+++} aktivitesi 1000 kat azalır. İndirgeyici koşullar altında H^+ veya diğer indirgeyicilerin eklenmesiyle Fe demir çözünürlüğü artar. Bu gibi durumlarda demir, değişebilir bir iyon olarak toprakta adsorbe edilebilir. Bazı toprak durumlarında demir ile karbonat veya sülfid bileşikleri oluşabilir. Genellikle suyla dolu durumlarda, ferrik demir, demirli duruma indirgenir. Sülfatlar da toprakta bol miktarda bulunursa bunlar bakteriler için oksijen kaynağı haline gelir ve siyah renkli demir sülfid oluşur (Hochmuth, 2017).

Demir, birçok kaya ve mineralde bol miktarda bulunur ve topraklar geliştikçe, demirin zenginleşmesi veya tükenmesi olabilir. Tükenme genellikle eksikliğe yol açar ve zenginleştirme, potansiyel olarak çözünebilir demir mineralleri yüksek olduğunda ve kötü drene edilmiş topraklarda toksisiteye neden olabilir. Demir konsantrasyonu, bitkinin yıllık ihtiyacının 50.000 katında mevcut olabilir, ancak kullanılabilirliği etkileyen faktörler kullanımı sınırlar. Bitkiler tarafından kullanılmak üzere topraklardaki ana demir kaynağı, toprak mineral partikülleri ve demir-organik madde kompleksleri üzerinde emilen veya çökelen ikincil oksitlerden gelir (Eskandari, 2011).

Topraktaki demir konsantrasyonları yüksek olma eğilimindeyken, mevcudiyetindeki değişkenlik bir eksikliğe neden olabilir. Demir eksiklikleri, özellikle bol miktarda kalsiyum karbonatın (CaCO_3 veya kireç) bulunduğu $\text{pH} > 7,5$ olan topraklarda yaygın olarak görülür. Toprak pH 'ı düştükçe demir çözünürlüğü önemli ölçüde artar. Kireçli topraklar doymuş olduklarında bikarbonat (HCO_3^-) oluşturabilir ve HCO_3^- bitkiler tarafından demir alınmasına etki eder (Alhendawi vd, 1997). Bu engelleme genellikle geçicidir ve toprak kuruyup ısındığında demir eksikliği belirtileri kaybolur (Jones, 2020).

1.1.6. Bakır

Bakır şu anda birçok teknik alanda (nakliye, imalat, elektrik iletimi) ve aynı zamanda tarımda (fungisitler, herbisitler) yaygın olarak kullanılan bir metaldir. Tarımda bakırın kasıtlı kullanımı inorganik formda (Bakır (II) sülfat; bakır oksiklorür, bakır (II) hidroksit) veya organik formda (naftenik asitli bakır tuzu; 8-hidroksikinolin bakır (II), vb.) . Bakır gerekli bir mikrobiyogenik element olmasına rağmen toksisitesi göz ardı edilemez. Memeliler, bakırın akut toksik etkilerine nispeten dirençlidir. Bunun nedeni, organizmanın serbest bakır, taşıma serumalbumin ve aşırı dozda albumin gibi bakır bağlayıcı proteinlere hızla yer değiştirmesidir (Pal, Kumar ve Prasad, 2014).

Topraktaki bakır emilimini anlamak, besin zincirinin azaltılması için nispeten önemlidir. Yer kabuğundaki ortalama içerik nispeten düşüktür. Topraklardaki doğal içerikler 2 ile 250 mg/kg arasında, ortalama 30 mg/kg'dır. Bakır toprak çözeltisinde, topraktaki değişim bölgelerinde, oksitlerde, birincil ve ikincil minerallerin kristal kafesinde ve toprakta organik madde ve canlılarda adsorbe edilmiş olarak bulunabilir. Toprak çözeltisindeki bakır iyonlarının konsantrasyonu nispeten düşüktür, büyük kısmı toprak kolloidlerine bağlıdır. Bakırın organik maddeye karşı çok yüksek bir ilgisi vardır ve organik madde ile bakır arasındaki bağ diğer ağır metallere göre çok daha güçlüdür (Vlček ve Pohanka, 2018).

Bakır toprağa karıştığında, organik maddeye, kil minerallerine ve hidratlı demir (Fe), alüminyum (Al), mangan (Mn) ve (Mn) oksitlere güçlü bir şekilde bağlanır veya bu besinlerin konsantrasyonunu azaltır. Bakır toprakta Fe, Mn ve Al'u bitki tarafından alınamaz hale getirir. Örneğin, Savithri, Joseph ve Poongothai (2003), bordo karışımı ($\text{CuSO}_4 + \text{Ca}(\text{OH})_2$) formundaki bakır fungisitlerin sürekli uygulanmasıyla üzüm çiftliklerinin topraklarındaki bakır içeriği arttıkça, çinko, mangan ve demir gibi mikro besinlerin miktarının azaldığını bulmuşlardır. Benzer şekilde, bazı makro besinler de etkilenir, örneğin, hem yüzey

hem de yüzey altı katmanlarında bakır fungusit uygulamasıyla toprakların kullanılabilir fosfor içerikleri azalır (Spencer, 1966).

Akinnifesi, Asubiojo ve Amusan (2006), kakao tarlalarındaki toprakların bakır içeriğinin arttırılmasının, bitkiler tarafından besin alımını etkileyebilecek bir besin dengesizliğine neden olan bitki tarafından sağlanan fosfor miktarını azalttığını bildirmiştir. Aslında, toprakta artan bakır miktarları, bakırın çeşitli vejetatif kısımlara translokasyonuna neden olabilir.

Bununla birlikte, bakır eksikliği veya fazlalığı bitki büyümesinde bozukluklara neden olabilir ve bitkilerde önemli fizyolojik süreçleri olumsuz etkileyerek gelişmeyi sağlıklı bitki için büyüme ve gelişme, bakır topraktan alınmalı, bitki boyunca taşınmalıdır, farklı dokular içinde dağıtılmış ve bölümlere ayrılmış ve içeriği, farklı hücre ve organeller. Bakırın doku ve hücrel konsantrasyonlarının belirli bir süre içinde kontrol edilmesi gerekir. Bu amaçla, diğer tüm organizmalar gibi bitkiler de homeostatik özelliklere sahiptir. Çeşitli çevre koşullarında uygun miktarlarda bakır elde etmek ve onu toksik etkisinden kaçınırken belirli bölmelere ve hedef metaloproteinlere hassas bir şekilde iletmek için mekanizmalar. Bu nedenle, bakırın elde edilmesi ve özümsemesi, karmaşık ve düzenlenmiş etkileşimli bir ağda mineral arzı ve bitki talebi ile koordine edilmelidir. Bakır homeostaz süreçleri doğası gereği dinamiktir ve metal mevcudiyetine, yıllık döngülere ve büyüme aşamalarına yanıt verir (Yruela, 2009).

Toplam toprak bakır mevcudiyeti, aynı zamanda, çeşitli faktörlerin bir sonucu olan, toprak reaktif parçacıklarının fonksiyonel gruplarına ve bunların emme kapasitesine de bağlıdır. Sorpsiyon kapasitesi kil mineral içeriği, demir (Fe) oksitler, Fe hidroksitleri, alüminyum (Al) ve mangan (Mn), karbonatlar ve organik madde (OM) ile orantılı olarak artar (Bradl, 2004).

Nötr ila alkalın pH değerlerine sahip topraklar, genellikle asit topraklara göre daha düşük bakır mevcudiyetine sahip olabilir, bu durum bakır çökmesini ve adsorpsiyonunu destekleyen karbonatların varlığıyla açıklanır. Bakır mevcudiyeti genellikle asitli topraklarda daha fazladır (Brun, Maillet, Hinsinger ve Pepin, 2001). Toplam toprak bakır konsantrasyonu, farklı durumları karşılaştırmak için yaygın olarak bir referans olarak kullanılır. Bununla birlikte, toplam toprak bakır konsantrasyonu, bitkiler için mevcut fraksiyonla zayıf bir şekilde ilişkilidir. Bakır ve çeşitli toprak bileşenleri arasındaki karmaşık fizikokimyasal reaksiyonlar tarafından kontrol edilir, bu da daha kesin teşhisleri engeller. Bu nedenle, topraktaki bakır

mevcudiyetini değerlendirmenin en iyi yolu bitki yetiştirmektir. Bununla birlikte, zaman kısıtlamaları ve bir rutin oluşturmanın zorluğu nedeniyle, bunun yerine tekli veya ardışık kimyasal ekstraksiyon yöntemleri kullanılmaktadır (Miotto vd., 2017).

1.1.7.Çinko

Çinko, birçok fizyolojik fonksiyonda yer alan bir bitki mikro besin maddesidir, yetersiz olması durumunda bitkinin verimini azaltacaktır. Çinko noksanlığı en yaygın mikrobesein noksanlığı sorunudur, hemen hemen tüm ekinlerde ve kireçli, kumlu topraklarda, turba topraklarda ve yüksek fosfor ve silisyum içeren topraklarda noksanlık olması beklenir. Topraktaki dūřuk çinko biyoyararlanımının bitkiler, insanlar ve hayvanlar için sahip olabileceği potansiyel zararlara neden olmaktadır. Çinko ayrıca proteinlerin ve diğer makromoleküllerin bir bileşeni olarak dahil edilebilir. Proteinlerin bir bileşeni olarak çinko, çok sayıda enzimin fonksiyonel, yapısal veya dūzenleyici kofaktörü olarak gōrev yapar (Rudan, Patel ve Prajapati, 2018).

Çinko, insanlar, hayvanlar ve ekinler için önemli bir mikro besindir. Çinko bitkilerde birçok metabolik reaksiyonu katalize eden farklı enzimlerin önemli bir bileşenidir. Çinko ayrıca hastalığa karşı bitki direncinde, fotosentezde, hücre zarı bütünlüğünde, protein sentezinde ve polen oluşumunda önemli bir rol oynar ve bitki dokularında antioksidan enzimler ve klorofil seviyesini arttırır (Sunitha, Padma devi ve Vasandha, 2016).

Toprak verimlilięinin sürekli olarak azalması nedeniyle dūnyada çinko eksiklięinin 2025 yılına kadar % 42'den % 63'e çıkması bekleniyor. Çinko sūlfat řeklinde bitkilerdeki eksiklięini gidermek için çinkonun ekzojen uygulaması da topraęın pH'ına baęlı olarak inko (OH) ve Zn(OH₂) gibi mevcut olmayan formlara dōnūřür. Çinko, optimum bitki büyümesi için gerekli olan temel mikro besinlerden biridir ve metabolizmada hayati bir rol oynar (Beulah, Sharmila, Kathiresan ve Kayalvizh, 2017).

Üst topraęı çıkarılmıř, organik maddesi dūřuk veya fazla kireç içeren topraklar çinko gübrelerine bitkiler büyük olasılıkla yanıt vermektedir. İdeal olarak, saęlıklı ve verimli bir toprak için çinko konsantrasyonu 1-200 mg/kg olmalıdır. Dūřuk inkolu toprak, dūřuk toplam çinko içerięine sahip olabilir (örneęin, tropik bölgelerde bazı yıkanmıř asidik topraklar) veya nispeten yüksek toplam çinko içerięine sahip olabilir, ancak az çözünür çinko komplekslerinin oluřumunu destekleyen toprak kimyası nedeniyle bitki tarafından elde edilebilir bir fraksiyon dūřüktür. Dūřuk bitki kullanılabilir çinko içeren topraklar (yalnızca

canlı organizmalarda çinko eksikliği olabileceği için yanlış olarak çinko eksikliği olan topraklar olarak adlandırılır) tropik ve ılıman iklimlerde yaygındır, ancak en çok Akdeniz tipi iklime sahip bölgelerde yaygındır (Rudani, Prajapati ve Patel, 2018).

Çinko, fotosentez için gerekli bir elementtir ve eksikliği, rubisko aktivitesinin azalmasında ve dolayısıyla yüksek bitkilerde fotosentez hızının azalmasında rol oynayabilir. Çinko eksikliği bazen Fe/Mn eksikliğine benzer. Şiddetli çinko noksanlığında, sürgün kısa kalır. Çinko toksisitesi genç yapraklarda kloroza yol açar. Yüksek çinko uygulaması, bitkilerin mangan içeriğini güçlü bir şekilde azalttığı için, indüklenen mangan noksanlığı da önemli olabilir. Çinko noksanlığını önleyici tedbirlerin çoğu, toprakta düşük çinkonun yanı sıra yüksek düzeyde bikarbonata toleranslı çinko verimli çeşidin seçilmesidir. Çinko eksikliğini gidermek için 4 asitli toprakta 20-25 g/da ZnSO₄ uygulamasıdır, bu eksikliğin giderilmesinde çok faydalıdır (Das, Avasthe, Singh, Dutta ve Roy, 2018).

Topraktaki çinko miktarı, toprak ana materyalinde bulunan çinko konsantrasyonlarının aralığına ve ayrışmanın derecesine bağlı olarak farklılık gösterir. Çinko, ana materyalin ayrışması sırasında birçok birincil mineralden toprak çözültisine salınır. Toprakların toplam çinko konsantrasyonu, ana materyalin bileşimi ve toprak mineralojisi ile ilişkilidir. Toprakta çinko organik asitler, hümitik maddeler ve diğer çözülmüş organik karbon türleri ile kompleksler oluşturur. Toplam çinko konsantrasyonu, bitkiler için toprak çinkonun mevcudiyetini değerlendirmek için kullanılmaz, çünkü toplam çinkonun yalnızca küçük bir miktarı değiştirilebilir veya çözünebilir. Bitkiler için çinkonun mevcudiyeti, çözültideki çinko konsantrasyonu, iyon türleşmesi ve çinkonun diğer makro besinler ve mikro besinler ile etkileşimi gibi çeşitli toprak faktörlerine bağlıdır (Sadeghzadeh, 2013).

Genel olarak kireçli topraklarda, kumlu topraklarda, turbalıklı topraklarda, fosfor ve silikon içeriği yüksek topraklarda çinko noksanlığı beklenir. Su altında kalmış topraklar, bitkiler için çinko mevcudiyetinin olmamasıyla iyi tanınır; özellikle çinkonun serbest sülfid ile reaksiyonu nedeniyle. Sel ve batıklık, pH değerindeki değişiklikler ve çözünmeyen çinko bileşiklerinin oluşumu nedeniyle mevcut çinkoda bir düşüşe neden olur (Alloway, 2008).

Çinko eksikliği su basmış toprak koşullarında çok yaygındır. Asit topraklarda çinko, Zn(OH)₂ ve kükürtçe zengin ve alkali topraklarda ZnS olarak çökelir. pH yükselirken çinkonun bulunabilirliği ve çözünürlüğü azalır. CaCO₃ veya MgCO₃ ile Mn ve Zn oksitleri batık koşullar altında çinko tarafından güçlü bir şekilde emilir. Kireçli topraklarda ise, HCO₃⁻

baskın anyondur ve esas olarak kökten sürgüne çinko taşınmasını azaltır. Anaerobik koşullar altında çinko, çözünmeyen bir çinko fosfat oluşturur. Bu durumda bitki kökleri bitkinin ihtiyaç duyduğu çinko çözeltisinden çözünebilir çinkoyu alamazlar. Su altı koşullarında organik asit konsantrasyonu arttığında çinko alımı azalır ve bu bitki büyümesini etkiler (Benton, 2003).

Tınlr, kumlar, killr (tüm sınıflandırmalarla birlikte), lös, alüvyon ve bazalt, kumtaşı, granit, volkanik kül ve diğer birçok kayadan oluşan topraklar dahil olmak üzere tüm toprak türleri çinkodan etkilenebilir. Genel olarak, kurak ve yarı kurak bölgelerin toprakları ile ılık ve tropik iklimlerin hafif asit, yıkanmış topraklar çinko noksanlığına en yatkındır, ancak bitkiler çinko noksanlığına eşit derecede duyarlı değildir ve aynı toprakta bazı bitkiler çinko eksikliğinden olumsuz bir şekilde etkilenebilir. Çinko eksikliğinden diğerleri etkilenmez. Başlıca çinko eksikliği nedenleri şunları içerir: (i) Düşük çinko içeriğine sahip topraklar (Ana materyal), (ii) Kısıtlanmış bölgelere sahip topraklar, (iii) pH, (iv) organik madde oranı düşük topraklar, (v) Mikrobiyal olarak etkisizleştirilmiş çinko, (vi) Soğuk toprak sıcaklığı, (vii) Bitki türleri ve genotipleri (viii) Yüksek düzeyde kullanılabilir fosfor ve (ix) Azotun etkileri (Hafeez, Khanif ve Saleem, 2013).

1.1.8.Mangan

Mangan (Mn), fotosentezde elektron taşınması gibi bitkilerde oksidasyon ve indirgeme süreçlerinde önemli bir rol oynar. Mangan ayrıca klorofil üretiminde de rol oynamıştır ve varlığı Fotosistem II'de esastır. Mangan, 35'ten fazla farklı enzimin aktivasyonuna neden olan bir aktive edici faktör görevi görür. Nitrat indirgeyen enzim aktivitesinde ve karbonhidrat metabolizmasında rol oynayan enzimlerin aktivasyonunda manganezin metabolik rolü nedeniyle, mangan içeren gübrelerin kullanımı fotosentez ve nişasta gibi karbonhidrat sentezinin etkinliğini artırır, bu nedenle mangan eksikliği ile fotosentez etkinliği azalır ve dolayısıyla bitkinin verimi ve kalitesi düşecektir. Mangan, Fotosistem II su parçalayıcı proteinin yapısal bir bileşeni olarak fotosentezde hayati bir rol oynar. Aynı zamanda elektron depolama ve klorofil reaksiyon merkezlerine dağıtım görevi görür. Mangan bitki kökleri tarafından divalent iyon Mn^{2+} olarak alınır (Diedrick, 2010).

Mangan (Mn), yer kabuğunu oluşturan on birinci bol elementtir. Bolluk açısından mangan içeren bileşikler yerkabuğundaki demirden (Fe) sonra gelir. Topraktaki toplam mangan miktarı 20 ile 3000 ppm ile ortalama 600 ppm arasındadır. Divalent mangan kil

mineralleri ve organik maddeler tarafından emilir ve bitkiler açısından beslenme açısından divalent mangan iyonları (Mn^{2+}) en önemlisidir. Toprakta mangan değişebilir mangan, mangan oksit, organik mangan ve Ferro-mangan silikat minerallerinin bir bileşeni olarak bulunur. Mangan iyonu (Mn^{2+}) boyut olarak magnezyum (Mn^{2+}) ve demirli demire (Fe^{2+}) benzerdir ve bunların yerini alabilir. Silikat mineralleri ve demir oksitlerdeki elementler. Topraktaki mangan reaksiyonları oldukça karmaşıktır. Mevcut mangan miktarı, toprak pH'ı, organik madde, nem ve toprak havalandırmasından etkilenir (Mousavi, Shahsavari ve Rezaei, 2011).

Bitki dokularındaki aşırı mangan konsantrasyonları, enzim aktivitesi, absorpsiyon, translokasyon ve diğer mineral elementlerin (Ca, Mg, Fe ve P) kullanımı gibi çeşitli süreçleri değiştirerek oksidatif strese neden olabilir. Mangan hasarı eşiği ve bu metalin fazlalığına karşı tolerans büyük ölçüde bitki türlerine ve çeşitlere veya bir tür içindeki genotiplere bağlıdır. Topraktaki mangan biyo-jeokimyası karmaşıktır. Çünkü çeşitli oksidasyon durumlarında (0, II, III, IV, VI ve VII) bulunurken, biyolojik sistemlerde tercihen II, III ve IV olarak ortaya çıkar. Divalent mangan (Mn II), manganın toprakta en fazla çözünen türüdür, ancak Mn III ve Mn IV'ün çözünürlüğü çok düşüktür. Mangan oksitler, amfoterik davranış sergileyen demir (Fe) oksitlerle ortak çökeltiler oluşturabilir (Ducic ve Polle, 2005; Lei, Korpelainen ve Li, 2007).

Daha yüksek toprak pH'ında (pH 8'e kadar), normalde bitkiler için mevcut olmayan MnO_2 , Mn_2O_3 , Mn_3O_4 ve hatta Mn_2O_7 'ye göre kimyasal Mn^{2+} oto-oksidasyonu tercih edilir (Humphries, Stangoulis ve Graham, 2007). Ayrıca, yüksek pH, manganın toprak parçacıklarına adsorpsiyonuna izin vererek, kullanılabilirliklerini azaltır (Fageria, Baligar ve Clark, 2002). Bununla birlikte, bazı raporlar, yüksek toprak pH değerlerinde bile, azaltılmış toprak koşullarında fazla miktarda mevcut mangan üretildiğini öne sürmüştür (Hue, 1988). Fazla su, zayıf drenaj veya organik madde uygulamaları olduğunda indirgeyici bir ortam meydana gelebilmektedir (Hue ve Mai, 2002).

Topraklardaki toplam mangan içeriği değişkendir. Sparks (1995), topraklarda 20 ile 10000 mg kg^{-1} arasında dalgalanan az miktarda mangan bildirirken, diğer yazarlar toprakta toplam Mn içeriğini 450 ile 4000 mg Mn kg^{-1} arasında kaydetmiştir. Ek olarak, kireçsiz (pH yaklaşık 4.4) asit topraklarda toplam Mn toprak içeriği 15 ile 17 mg kg^{-1} olmuştur (Hue ve Mai, 2002).

Topraktaki mangan reaksiyonları oldukça karmaşıktır. Mevcut mangan miktarı, toprak pH'ı, organik madde içeriği, nem ve toprak havalandırmasından etkilenir. Mangan bulunabilirliği şu şekilde artar: toprak pH düşüşü. Mangan toksisitesi, pH 5.5'in altındaki asit topraklarda yaygındır. Öte yandan, mangan noksanlığı en çok pH'ı 6.5'in üzerinde olan topraklarda görülür. Özellikle baklagiller için asit toprakların kireçlenmesinin ana nedenlerinden biri mangan toksisitesini önlemektir. Solüsyondaki mangan miktarı, toprak pH'ındaki her birim artış için (5.0'dan 6.0'a) 100 kat azalır (Millaleo, Reyes-Diaz, Ivanov, Mora ve Alberdi, 2010).

Mangan, biyolojik zenginleştirmede dikkate alınmasa da toprakta mangan mevcudiyetini yöneten önemli bitkiler ve bitki-mikroorganizma etkileşimleri vardır. Ortalama toplam mangan konsantrasyonu 900 mg/kg ile yer kabuğundaki en yaygın onbirinci elementtir. Duyarlı ekinlerde mangan noksanlığına neden olduğu bilinen topraklar, genellikle kimyasal ve mikrobiyal oksidasyonu ve bitkide mevcut Mn^{2+} 'nın immobilizasyonunu destekleyen nötr veya alkali pH'a sahip, fakir silisli ve kireçli kumlu topraklardır. Bu nedenle, duyarlı bitkilerde ortaya çıkan mangan noksanlığı, mutlak mangan eksikliğinden ziyade bitkiler için toprak manganın yetersiz bulunmasından kaynaklanmaktadır (Rengel, 2015).

Toprak pH'ı ve redoks koşulları, topraklarda mangan türleşmesini kontrol eden ana faktörlerdir. Asit ($pH < 5.5$) topraklarda, mangan indirgenmiş (Mn^{2+}), biyoyararlı formunda tercih edilir. 5.5'ten daha yüksek bir pH'ta, mangan oksitlenmiş formlarında ($Mn^{3+}/4+$) tercih edilir. Toprak pH'ındaki her birim artış için Mn^{2+} konsantrasyonları 100 kat azalır. Konsantrasyondaki bu azalma muhtemelen Mn-oksit minerallerinin oluşumundan kaynaklanmaktadır. Mangan-oksit minerallerinin oluşumuna ek olarak, yüksek toprak pH'ı, toprak organik kolloidlerinin dağılması nedeniyle Mn'nin toprak parçacıklarına daha fazla adsorpsiyonuna izin verir (Fageraia, 2008).

1.2. Çalışmanın Amacı ve Kapsamı

Bu çalışmada Azerbaycan'ın Bilesuvar ili tarım topraklarının verimlilik durumları yapılan bazı toprak analizleri ile ortaya konulmuştur.

2. MATERYAL VE METOT

2.1 Materyal

Azerbaycan'da Bilesuvar ilinde tarım arazilerinin belirli bölgelerinden Jackson (1967) tarafından belirtilen yöntemle 1020 farklı noktadan toprak örnekleri alınmıştır. Alınan toprak örnekleri laboratuvara getirilip gerekli analizler için hazırlanmıştır.

2.1.1 Araştırma Yeri

Bu araştırma, Azerbaycan Cumhuriyeti Bilesuvar ili topraklarında gerçekleştirilmiştir. Toprak örneklerinin alındığı tarım alanı Şekil 3.1'de gösterilmiştir.



Şekil 3.1. Toprak örneklerinin alındığı tarım alanı bölgesi

2.2 Yöntem

Yapılan araştırma, Bilesuvar ilinde tarım faaliyetlerinin gerçekleştirildiği köylerin her birinden alınan ve farklı fiziksel ve kimyasal özelliklere sahip 1020 farklı tarım arazisinden alınan topraklar ile yürütülmüştür. Toplamda 1020 farklı tarım arazisi belirlenerek 0-20 cm derinlikten toprak örnekleri alınmıştır (Jackson, 1967). Alınan toprak örnekleri laboratuvara getirilerek pH, tuz, kireç, organik madde, yarayışlı fosfor, değişebilir K, Ca, Mg ve yarayışlı Fe, Cu, Zn ve Mn içeriklerinin analizleri Sağlam (2012)'ye göre ve tekstür analizleri Demiralay (1993)'e göre gerçekleştirilmiştir.

2.2.1 Toprakta Analiz Yöntemleri

Araştırma alanından 0-20 cm derinlikten alınan toprak örneklerinde (Jackson, 1967) aşağıdaki yöntemler uygulanmış ve bazı fiziksel ve kimyasal analizler gerçekleştirilmiştir.

2.2.1.1 pH analizi

Toprak örneklerinin pH değerlerini belirlemek için 1: 2,5 oranında toprak-su çözeltisi hazırlanmıştır ve pH metre ile ölçümü gerçekleştirilmiştir (Sağlam, 2012).

2.2.1.2 Tekstür analizi

Toprak örneklerinin tekstür sınıflarını tespit etmek için Bouyoucus hidrometre yöntemi kullanılmıştır (Demiralay, 1993).

2.2.1.3 Kireç ($CaCO_3$) analizi

Toprak örneklerinin kireç içerikleri Scheibler kalsimetresi ile volümetrik olarak tespit edilmiştir (Sağlam, 2012).

2.2.1.4 Organik Madde analizi

Toprak örneklerinin organik madde içeriği Smith-Weldon yöntemi ile tespit edilmiştir (Sağlam, 2012).

2.2.1.5 Yarayırlı Fosfor analizi

Toprak örneklerinin bitkiye yarayırlı fosfor içerikleri Olsen yöntemi kullanılarak ekstrakte edilmiştir (Sağlam, 2012). Ekstrakte edilen örnekler ICP-OES (Inductively Coupled Plasma Optical Emission Spectrometry) cihazı ile okunarak tespit edilmiştir.

2.2.1.6 Değişebilir Katyonların (K , Ca , Mg) analizi

Toprak örneklerinin değişebilir potasyum, kalsiyum ve magnezyum içeriğini belirlemek amacıyla amonyum asetat (NH_4OAc) ile ekstrakte edildikten sonra ICP-OES cihazı ile ölçüm yapılmıştır (Sağlam, 2012).

2.2.1.7 Bazı yarayışlı mikro elementlerin (Fe, Cu, Zn, Mn) analizi

Tarım arazilerinden alınan toprak örneklerinde yarayışlı bazı mikro element analizleri için 0,005 M DTPA+ 0,01 M CaCl₂ + 0,1 M TEA (pH 7,3) ile ekstrakte edilerek (Lindsay ve Norvell, 1978) ekstraktaki yarayışlı Fe, Cu, Zn ve Mn miktarları ICP-OES cihazı ile tespit edilmiştir.

2.2.1.8. Tuz içeriğinin belirlenmesi

Toprak örneklerinin tuz içerikleri Sağlam (2012)'ye göre belirlenmiştir.



3. ARAŞTIRMA VE BULGULAR

3.1 Bilesuvar İli Tarım Arazisi Topraklarının Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri

Araştırmanın gerçekleştirildiği tarım arazisinden alınan toprak örneklerinde bazı fiziksel ve kimyasal analizler gerçekleştirilmiştir. Bu analizlerin sonucu (Çizelge 3.1) ve değerlendirme için referans alınan en düşük ve en yüksek değerler aşağıda verilmiştir.

Çizelge 3.1. Araştırma alanındaki toprakların bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri

Toprak No	pH (1: 2.5)	Kireç (%)	Organik Madde (%)	Tuz (%)	Mekanik Analiz (%)			Tekstür Sınıfı
					Kum	Silt	Kil	
1	8,3	19,1	2,7	0,63	15,36	25,42	59,22	Kil
2	8,4	21,6	3,0	0,59	21,69	26,58	51,73	Kil
3	8,4	14,1	2,3	0,79	36,02	17,73	46,25	Kil
4	8,5	12,4	2,3	0,82	10,40	27,22	62,38	Kil
5	8,2	11,0	2,4	0,56	13,25	34,85	51,90	Kil
6	8,2	16,1	3,3	0,66	16,49	21,50	62,01	Kil
7	7,9	4,6	1,7	1,50	11,20	45,78	43,02	Siltli kil
8	7,9	10,7	1,8	1,46	32,95	21,62	45,43	Kil
9	8,3	9,3	1,9	0,94	28,76	18,09	53,15	Kil
10	8,3	11,4	1,5	0,86	22,13	39,03	38,84	Tın
11	8,2	8,1	1,8	1,16	29,17	24,60	46,23	Kil
12	8,1	7,8	2,4	1,70	26,92	16,00	57,08	Kil
13	8,0	8,4	1,6	1,21	22,13	30,58	47,29	Kil
14	8,1	10,5	2,4	1,03	31,06	33,45	35,49	Killi tın
15	8,2	9,1	2,4	1,70	21,33	62,93	15,74	Killi tın
16	8,2	9,4	2,2	1,23	17,69	42,67	39,64	Killi tın
17	8,1	13,4	2,4	2,66	26,34	31,35	42,31	Kil
18	8,2	8,6	2,8	1,18	32,21	21,20	46,59	Kil
19	8,1	13,6	2,7	2,12	25,78	35,36	38,86	Killi tın
20	8,1	12,0	1,8	1,53	27,61	31,13	41,26	Kil
21	8,2	8,7	1,8	0,84	22,19	19,00	58,81	Kil
22	8,1	25,0	1,6	3,29	8,16	22,42	69,42	Kil
23	8,7	17,4	1,3	0,75	11,36	46,60	42,04	Siltli kil
24	7,9	18,5	1,2	3,09	25,41	11,11	63,48	Kil
25	8,0	5,1	1,9	1,45	16,30	23,96	59,74	Kil
26	8,2	4,6	1,7	0,67	14,72	44,04	41,24	Siltli kil
27	8,0	11,2	1,8	1,36	22,13	38,22	39,65	Killi tın
28	8,2	18,4	2,3	4,02	26,82	11,80	61,38	Kil
29	8,4	8,1	3,4	0,58	18,49	38,40	43,11	Kil
30	8,1	8,5	1,9	1,01	12,00	17,69	70,31	Kil
31	8,0	7,4	2,6	1,10	15,46	15,81	68,73	Kil
32	7,9	9,1	2,5	2,44	22,13	36,34	41,53	Kil
33	8,3	22,7	1,5	3,31	21,33	42,31	36,36	Killi tın
34	8,1	19,4	3,4	2,22	12,37	28,44	59,19	Kil
35	8,2	8,3	2,0	1,16	13,42	27,82	58,76	Kil
36	8,1	13,6	2,1	1,12	11,20	31,02	57,78	Kil
37	8,3	16,1	1,9	0,55	12,35	32,19	55,46	Kil
38	8,2	6,1	1,7	0,99	18,09	33,40	48,51	Kil
39	8,2	4,2	1,4	0,60	16,80	31,53	51,67	Kil
40	8,3	8,2	2,1	0,30	12,00	37,39	50,61	Kil
41	8,2	23,1	1,6	1,00	10,02	36,52	53,46	Kil
42	7,8	15,9	3,5	4,90	8,00	28,62	63,38	Kil
43	8,7	16,1	3,0	0,62	11,57	32,69	55,74	Kil
44	7,9	6,9	2,0	1,57	19,29	34,58	46,13	Kil
45	8,4	2,3	2,4	0,67	17,69	43,91	38,40	Killi tın
46	8,2	3,3	2,5	0,83	21,57	23,25	55,18	Kil

Çizelge 3.1. Araştırma alanındaki toprakların bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri (Devamı)

47	8,1	10,5	1,7	0,98	12,00	15,64	72,36	Kil
48	8,4	13,6	1,3	0,61	10,40	10,40	79,20	Kil
49	8,0	11,2	1,6	0,72	18,24	8,30	73,46	Kil
50	8,3	13,9	1,7	0,84	13,09	11,29	75,62	Kil
51	8,2	5,4	1,3	0,75	12,16	18,33	69,51	Kil
52	8,0	2,9	1,8	1,69	14,05	19,53	66,42	Kil
53	8,2	8,4	1,4	0,84	15,86	16,29	67,85	Kil
54	9,0	9,4	1,5	0,33	19,21	14,05	66,74	Kil
55	8,2	4,6	2,1	0,88	22,13	38,23	39,64	Killi tın
56	8,1	7,1	2,2	1,00	29,90	24,49	45,61	Kil
57	8,1	7,6	1,9	1,40	26,27	24,45	49,28	Kil
58	8,2	8,4	1,8	1,11	25,43	23,38	51,19	Kil
59	8,3	9,4	1,5	0,96	12,00	34,38	53,62	Kil
60	8,1	6,1	3,0	0,89	17,69	39,82	42,49	Kil
61	8,2	0,9	3,2	0,59	23,15	30,57	46,28	Kil
62	8,1	1,2	2,2	0,80	16,89	41,42	41,69	Siltli kil
63	8,5	11,6	2,1	0,31	19,26	27,57	53,17	Kil
64	8,1	9,1	1,4	0,68	11,52	27,86	60,62	Kil
65	8,0	4,1	2,0	1,56	28,49	18,27	53,24	Kil
66	8,2	12,5	1,3	0,31	29,22	14,50	56,28	Kil
67	7,9	14,6	2,4	1,10	21,26	19,73	59,01	Kil
68	8,1	16,2	1,8	0,99	25,79	8,48	65,73	Kil
69	8,2	3,1	1,5	1,28	19,36	18,55	62,09	Kil
70	8,2	5,9	1,6	1,02	17,23	18,97	63,80	Kil
71	8,1	6,8	1,3	1,12	9,60	30,22	60,18	Kil
72	8,0	15,0	0,9	1,71	11,36	33,42	55,22	Kil
73	8,1	2,3	1,4	1,16	11,20	9,60	79,20	Kil
74	8,0	17,3	1,4	1,09	22,93	24,98	52,09	Kil
75	8,2	13,5	1,1	1,17	25,52	25,40	49,08	Kil
76	8,1	9,1	3,1	0,88	21,33	41,07	37,60	Killi tın
77	8,1	14,2	2,6	1,36	24,33	36,32	39,35	Killi tın
78	8,0	1,5	2,4	1,38	6,72	59,41	33,87	Siltli killi tın
79	8,1	2,2	2,3	1,03	13,52	50,74	35,74	Siltli killi tın
80	8,1	5,4	1,8	1,34	16,84	44,74	38,42	Killi tın
81	8,1	1,6	1,3	1,26	18,76	47,30	33,94	Siltli killi tın
82	8,0	18,2	2,2	3,39	10,40	12,00	77,60	Kil
83	7,9	15,4	2,2	1,27	23,73	44,36	31,91	Killi tın
84	8,0	11,4	1,3	0,94	20,53	36,63	42,84	Kil
85	7,9	16,2	1,6	1,44	24,13	31,20	44,67	Kil
86	8,3	15,3	1,8	0,82	19,84	32,61	47,55	Kil
87	8,2	12,6	2,5	1,08	21,26	37,02	41,72	Kil
88	8,2	11,7	2,5	1,17	18,59	25,82	55,59	Kil
89	8,1	2,3	1,7	0,66	16,89	53,60	29,51	Siltli killi tın
90	8,0	9,1	1,8	1,07	16,89	38,22	44,89	Kil
91	8,2	6,8	2,2	0,79	18,72	24,07	57,21	Kil
92	8,2	4,6	2,6	0,95	11,68	24,05	64,27	Kil
93	8,2	5,2	1,9	1,02	15,29	14,96	69,75	Kil
94	8,0	5,9	1,7	1,22	11,84	23,89	64,27	Kil
95	8,0	6,5	1,1	1,16	18,69	17,92	63,39	Kil
96	8,2	6,5	2,1	0,85	18,32	29,25	52,43	Kil
97	7,9	5,1	2,2	2,01	16,48	31,84	51,68	Kil
98	8,1	2,1	2,2	1,10	11,36	34,06	54,58	Kil
99	8,5	2,3	2,0	0,90	8,00	15,29	76,71	Kil
100	8,2	4,5	2,3	2,26	13,57	17,59	68,84	Kil
101	8,2	1,5	2,0	1,06	15,58	16,53	67,89	Kil
102	8,0	4,4	2,3	1,14	18,62	18,44	62,94	Kil
103	7,8	15	1,2	1,93	12,00	23,73	64,27	Kil
104	8,1	4,6	1,9	1,03	11,20	56,89	31,91	Siltli killi tın
105	8,1	3,2	2,9	1,27	21,09	18,98	59,93	Kil
106	8,1	2,6	2,3	0,92	25,78	39,47	34,75	Killi tın
107	8,0	5,6	1,1	1,64	19,83	38,70	41,47	Kil
108	8,2	14,3	1,2	0,63	17,69	39,82	42,49	Kil

Çizelge 3.1. Araştırma alanındaki toprakların bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri (Devamı)

109	7,9	5,1	2,5	1,22	15,48	32,94	51,58	Kil
110	8,3	12,0	2,0	0,86	16,67	29,60	53,73	Kil
111	8,4	11,6	1,6	0,48	8,80	42,92	48,28	Siltli kil
112	8,0	10,5	3,5	1,36	11,86	11,71	76,43	Kil
113	8,0	9,1	3,4	1,18	14,40	41,16	44,44	Kil
114	8,4	22,7	2,2	0,41	8,96	57,17	33,87	Siltli killi tın
115	8,3	25,0	1,8	0,58	7,20	26,89	65,91	Kil
116	7,8	6,8	1,8	1,67	8,16	30,51	61,33	Kil
117	8,3	12,5	2,4	0,84	13,54	47,27	39,19	Siltli killi tın
118	8,5	11,6	3,3	1,11	12,97	41,99	45,04	Siltli kil
119	8,1	15,9	2,6	0,95	6,40	27,82	65,78	Kil
120	8,1	9,4	2,7	1,12	9,58	15,35	75,07	Kil
121	8,3	13,5	1,8	0,54	18,84	13,75	67,41	Kil
122	8,0	14,5	2,7	1,00	16,75	19,87	63,38	Kil
123	8,1	8,5	2,4	0,90	12,87	14,97	72,16	Kil
124	8,1	9,3	1,9	1,65	9,08	44,00	46,92	Siltli kil
125	7,9	9,1	1,5	0,81	8,00	47,02	44,98	Siltli kil
126	8,0	5,1	1,4	1,64	11,35	53,25	35,40	Siltli killi tın
127	8,2	6,8	1,2	2,73	10,45	44,92	44,63	Siltli kil
128	8,3	1,2	1,8	0,50	8,32	38,44	53,24	Kil
129	7,9	4,6	1,4	1,65	7,20	50,04	42,76	Siltli kil
130	8,3	5,3	2,6	1,16	11,27	52,87	35,86	Siltli killi tın
131	8,2	4,6	2,0	0,95	14,56	30,37	55,07	Kil
132	8,4	12,7	1,4	0,65	7,20	42,93	49,87	Siltli kil
133	8,4	7,3	1,2	0,49	9,06	56,71	34,23	Siltli killi tın
134	8,2	3,5	1,4	0,65	13,89	52,40	33,71	Siltli killi tın
135	8,3	6,5	1,5	0,28	12,04	62,32	25,64	Siltli killi tın
136	8,5	11,4	1,5	0,28	8,32	68,75	22,93	Siltli killi tın
137	8,4	11,1	1,5	0,29	7,20	62,93	29,87	Siltli killi tın
138	7,8	17,3	0,9	1,15	6,08	66,54	27,38	Siltli killi tın
139	8,0	4,6	1,2	2,88	10,08	72,94	16,98	Siltli killi tın
140	8,1	4,6	2,5	3,84	10,08	52,76	37,16	Siltli killi tın
141	8,0	9,1	1,5	1,80	10,40	50,04	39,56	Siltli killi tın
142	8,2	10,3	2,6	0,42	13,68	48,80	37,52	Siltli killi tın
143	8,5	15,0	2,0	0,29	8,80	58,13	33,07	Siltli killi tın
144	8,1	14,5	2,3	1,06	7,45	50,45	42,10	Siltli killi tın
145	7,9	15,9	2,1	1,00	6,40	49,24	44,36	Siltli killi tın
146	7,8	13,1	2,4	1,67	8,00	49,67	42,33	Siltli kil
147	7,8	18,2	2,6	1,74	11,30	49,22	39,48	Siltli killi tın
148	7,9	10,2	2,4	2,27	14,29	50,25	35,46	Siltli killi tın
149	7,9	11,8	1,8	1,92	13,60	20,53	65,87	Kil
150	7,9	11,4	2,4	2,87	10,40	23,73	65,87	Kil
151	7,8	12,5	2,2	1,20	11,03	29,56	59,41	Kil
152	7,9	16,0	2,0	1,56	14,88	38,79	46,33	Kil
153	9,0	10,9	1,6	0,21	19,60	31,47	48,93	Kil
154	7,9	9,1	2,5	1,48	12,16	36,55	51,29	Kil
155	8,1	8,7	1,5	0,36	21,38	14,11	64,51	Kil
156	8,2	4,6	2,8	0,63	19,28	35,49	45,23	Kil
157	8,4	9,1	2,3	0,37	16,72	51,64	31,64	Siltli killi tın
158	7,9	13,5	2,0	2,16	20,03	27,66	52,31	Kil
159	7,9	13,4	2,6	1,79	17,06	37,26	45,68	Kil
160	7,9	16,8	2,2	2,37	8,00	42,79	49,21	Siltli kil
161	7,9	15,0	2,0	1,50	16,30	38,33	45,37	Kil
162	8,2	18,2	2,6	0,62	13,76	53,88	32,36	Siltli killi tın
163	8,5	5,6	2,2	0,25	16,52	34,83	48,65	Kil
164	8,1	6,3	2,6	0,55	18,71	31,92	49,37	Kil
165	8,4	4,2	1,9	0,43	15,64	28,75	55,61	Kil
166	8,6	2,3	1,9	0,53	7,20	56,44	36,36	Siltli killi tın
167	8,9	2,4	1,5	0,28	8,94	47,47	43,59	Siltli kil
168	8,4	5,2	2,5	0,73	7,52	44,95	47,53	Siltli kil
169	8,1	6,8	1,6	0,38	6,40	41,16	52,44	Kil
170	8,1	2,3	2,3	1,63	13,08	39,25	47,67	Kil

Çizelge 3.1. Araştırma alanındaki toprakların bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri (Devamı)

171	8,1	7,4	1,5	0,39	8,96	51,53	39,51	Siltli killi tın
172	8,0	14,9	1,5	0,96	7,58	56,81	35,61	Siltli killi tın
173	8,0	9,1	1,5	1,08	9,76	66,42	23,82	Siltli killi tın
174	7,9	16,3	1,9	2,25	10,05	47,48	42,47	Siltli kil
175	7,8	12,3	2,0	2,30	8,80	52,89	38,31	Siltli killi tın
176	8,2	8,4	1,5	0,72	11,32	41,83	46,85	Siltli kil
177	7,7	22,7	3,2	2,29	13,60	34,22	52,18	Kil
178	8,3	5,9	2,2	0,19	18,21	23,06	58,73	Kil
179	8,1	4,8	2,4	0,59	21,29	22,28	56,43	Kil
180	8,3	6,8	2,6	0,52	23,74	28,30	47,96	Kil
181	8,3	3,9	2,2	0,85	22,13	35,83	42,04	Kil
182	8,3	4,6	2,3	0,41	9,28	47,67	43,05	Siltli kil
183	8,4	11,4	2,5	0,62	20,22	26,40	53,38	Kil
184	8,1	7,9	3,6	1,04	24,36	33,12	42,52	Kil
185	7,9	12,3	4,1	1,74	8,48	39,88	51,64	Kil
186	8,4	2,3	2,3	0,39	9,08	41,34	49,58	Siltli kil
187	8,1	5,4	2,4	0,65	15,63	29,18	55,19	Kil
188	8,0	9,8	2,4	1,31	17,06	35,13	47,81	Kil
189	8,2	9,1	1,6	1,49	13,82	34,38	51,80	Kil
190	8,1	13,6	2,3	3,12	14,40	22,93	62,67	Kil
191	7,9	17,4	2,4	1,40	6,88	37,19	55,93	Kil
192	8,6	2,3	1,9	0,24	5,92	59,41	34,67	Siltli killi tın
193	7,8	11,8	2,6	2,03	9,60	30,22	60,18	Kil
194	8,0	12,3	2,4	1,79	14,56	20,03	65,41	Kil
195	8,3	11,4	2,2	0,48	16,59	19,83	63,58	Kil
196	8,0	12,8	2,0	0,84	9,92	41,56	48,52	Siltli kil
197	8,5	4,6	1,4	0,41	6,56	48,28	45,16	Siltli kil
198	8,3	5,9	2,2	0,62	10,26	46,24	43,50	Siltli kil
199	8,0	11,4	2,2	0,51	8,80	49,24	41,96	Siltli kil
200	8,3	8,1	2,5	0,62	7,23	58,26	34,51	Siltli killi tın
201	8,5	13,9	2,2	0,42	8,48	60,85	30,67	Siltli killi tın
202	8,2	12,7	1,6	0,28	9,38	44,84	45,78	Siltli kil
203	8,3	6,8	3,3	0,76	7,20	53,39	39,41	Siltli killi tın
204	8,0	2,3	3,1	0,77	14,40	39,11	46,49	Kil
205	8,6	6,8	1,9	0,21	8,80	42,59	48,61	Siltli kil
206	8,5	5,6	2,0	0,25	14,05	30,11	55,84	Kil
207	8,3	2,1	2,3	0,27	15,20	49,25	35,55	Siltli killi tın
208	8,2	2,2	1,8	0,43	12,60	51,78	35,62	Siltli killi tın
209	8,4	3,8	1,5	0,6	12,95	44,14	42,91	Siltli kil
210	8,3	2,3	2,5	0,76	6,40	24,18	69,42	Kil
211	8,5	4,1	1,4	0,34	9,28	51,64	39,08	Siltli killi tın
212	8,4	2,7	1,5	0,72	8,00	52,28	39,72	Siltli killi tın
213	8,0	3,4	1,2	2,28	9,62	54,90	35,48	Siltli killi tın
214	8,4	3,8	2	1,37	13,46	48,08	38,46	Siltli killi tın
215	8,2	1,6	2	0,56	10,23	50,30	39,47	Siltli killi tın
216	8,1	2,8	2,3	1,26	13,67	39,35	46,98	Kil
217	8,1	3,4	1,4	2,46	12,05	40,32	47,63	Siltli kil
218	8,1	2,3	2,3	0,85	8,48	35,85	55,67	Kil
219	8,6	5,6	1,8	0,40	9,06	32,70	58,24	Kil
220	8,1	4,6	1,9	0,88	10,79	49,46	39,75	Siltli killi tın
221	8,1	2,3	1,3	2,29	11,52	38,73	49,75	Kil
222	8,8	6,8	1,3	0,30	12,00	29,42	58,58	Kil
223	8,3	8,9	2,9	0,43	11,28	41,91	46,81	Siltli kil
224	8,1	4,6	1,6	3,43	8,00	49,84	42,16	Siltli kil
225	8,0	4,9	1,2	2,22	8,68	34,73	56,59	Kil
226	8,4	6,8	2,7	0,31	9,60	30,98	59,42	Kil
227	8,5	9,4	2,8	0,56	10,29	24,22	65,49	Kil
228	8,2	11,4	2,0	1,00	9,76	53,08	37,16	Siltli killi tın
229	8,1	10,6	2,2	0,33	10,09	47,39	42,52	Siltli kil
230	8,6	13,6	2,9	0,55	10,40	43,45	46,15	Siltli kil
231	7,9	6,8	1,7	1,52	7,20	53,62	39,18	Siltli killi tın
232	8,1	12,3	1,4	2,83	6,18	51,29	42,53	Siltli kil

Çizelge 3.1. Araştırma alanındaki toprakların bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri (Devamı)

233	8,0	15,9	3,0	2,41	5,60	46,76	47,64	Siltli kil
234	7,9	14,2	1,5	1,42	8,37	47,37	44,26	Siltli kil
235	8,2	11,4	1,3	3,26	11,20	43,56	45,24	Siltli kil
236	8,0	4,1	1,6	2,03	11,18	47,54	41,28	Siltli kil
237	8,2	2,3	1,8	1,59	10,40	49,04	40,56	Siltli kil
238	8,1	3,7	1,3	3,27	11,08	45,35	43,57	Siltli kil
239	8,1	2,7	1,4	2,60	12,78	37,94	49,28	Kil
240	8,1	9,1	1,6	1,78	13,28	32,94	53,78	Kil
241	8,4	5,6	2,5	0,65	11,24	43,59	45,17	Siltli kil
242	8,1	2,3	1,7	3,64	7,20	55,73	37,07	Siltli killi tın
243	8,4	4,6	1,7	0,37	9,12	53,50	37,38	Siltli killi tın
244	8,0	4,6	2,7	2,57	11,84	46,02	42,14	Siltli kil
245	8,5	8,1	1,7	0,44	9,09	41,99	48,92	Siltli kil
246	8,0	4,6	2,3	1,93	8,80	56,09	35,11	Siltli killi tın
247	8,5	8,5	1,4	0,35	9,45	52,71	37,84	Siltli killi tın
248	8,1	9,1	1,7	2,24	9,76	41,17	49,07	Siltli kil
249	8,0	15,9	2,9	1,04	6,56	35,75	57,69	Kil
250	8,2	20,5	2,1	0,93	6,40	60,89	32,71	Siltli killi tın
251	8,2	6,8	2,3	0,51	7,68	49,39	42,93	Siltli kil
252	8,3	13,6	2,5	1,23	8,80	32,93	58,27	Kil
253	8,7	9,7	3,1	0,34	10,03	51,21	38,76	Siltli killi tın
254	8,6	8,2	2,9	0,27	8,75	44,67	46,58	Siltli kil
255	8,3	9,2	2,9	2,96	6,56	41,80	51,64	Siltli kil
256	8,5	0,35	1,6	0,35	6,40	43,11	50,49	Siltli kil
257	8,0	1,86	2,6	1,86	7,38	39,10	53,52	Kil
258	8,5	1,23	1,4	1,23	8,32	42,79	48,89	Siltli kil
259	8,1	0,58	3,9	0,58	9,21	47,52	43,27	Siltli kil
260	8,2	0,57	4,1	0,57	9,60	50,04	40,36	Siltli kil
261	8,1	2,74	1,6	2,74	12,96	49,88	37,16	Siltli killi tın
262	8,0	1,86	2,6	1,86	6,08	45,30	48,62	Siltli kil
263	8,2	2,04	2,9	2,04	8,29	52,47	39,24	Siltli killi tın
264	8,3	2,49	1,6	2,49	9,57	45,86	44,57	Siltli kil
265	8,1	2,22	3,1	2,22	13,60	29,76	56,64	Kil
266	8,3	2,44	3,5	2,44	11,08	28,84	60,08	Kil
267	8,1	3,22	3,0	3,22	8,80	27,82	63,38	Kil

3.1.1 Toprakların pH değerleri

Toprak örneklerinin pH değerleri Çizelge 3.2’de verilen sınır değerlerine göre değerlendirilmiştir.

Çizelge 3.2. Toprakların pH değer aralıklarına göre sınıflandırılması (Alpaslan, Güneş ve İnal, 1988)

pH Değeri	Değerlendirme
< 4,5	Kuvvetli Asit
4,5 – 5,5	Orta Asit
5,5 – 6,5	Hafif Asit
6,5 – 7,5	Nötr
7,5 – 8,5	Hafif Alkali
> 8,5	Alkali

Gerçekleştirilen analizler sonucunda Çizelge 4.1 değerlendirildiğinde, toprak örneklerinin pH değer aralıklarının 7,7 ile 8,5 arasında değiştiği tespit edilmiştir. Bu değerlerin % 4,87'si “alkali” ve % 95,13'ü “hafif alkali” olarak sınıflandırılmıştır. Toprak örneklerinin büyük bir kısmının hafif alkali sınıfına dahil olduğu belirlenmiştir.

3.1.2 Toprakların Kireç Miktarı

Toprak örneklerinin kireç içeriğinin % 0,9 ile % 25 arasında değiştiği tespit edilmiştir. Topraklar Çizelge 3.1 ve Çizelge 3.3'e göre birlikte değerlendirildiğinde, toprakların % 12,73'ü “fazla kireçli”, % 23,60'ı “orta kireçli”, % 63,30'u “kireçli” ve % 0,37'si “az kireçli” olarak sınıflandırılmıştır. Araştırmanın gerçekleştirildiği tarım topraklarının kireç içeriği bakımından yüksek değerlere sahip olduğu ve çoğunluğun “kireçli” sınıfına dahil olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 3.3. Toprakların kireç içeriklerinin sınıflandırılması (Alpaslan, Güneş ve İnal, 1988)

Kireç, %	Değerlendirme
0 – 1	Az Kireçli
1 – 5	Kireçli
5 – 15	Orta Kireçli
15 – 25	Fazla Kireçli
> 25	Çok Fazla Kireçli

3.1.3 Topraklarda Organik Madde İçeriği

Toprak örneklerinin organik madde içeriği Çizelge 3.1 ve Çizelge 3.4'e göre değerlendirilmiştir. Organik madde içeriği % 0,9 ile % 4,1 arasında değişmiştir. Değerlendirmeler sonucunda toprakların % 0,75'i “çok az”, % 50,93 “az”, % 41,20'si “orta”, % 6,37'si “iyi” ve % 0,75'i “yüksek” düzeyde organik madde içerdiği belirlenmiştir. Bu sonuçlar değerlendirildiğinde, tarımsal faaliyetlerin gerçekleştirildiği bu bölgede organik madde içeriğinin % 50,93 oranıyla “az” miktarda olduğu görülmektedir.

Çizelge 3.4. Toprakların organik madde içeriklerinin sınıflandırılması (Alpaslan, Güneş ve İnal, 1988)

Organik Madde, %	Değerlendirme
0 – 1	Çok Az
1 – 2	Az
2 – 3	Orta
3 – 4	İyi
> 4	Yüksek

3.1.4 Topraklarda Tuz İçeriği

Araştırma alanından alınan toprak örneklerindeki tuz içeriği Richards (1954)'e göre Çizelge 3.5'teki gibi değerlendirilmiştir. Değerlendirme sonucunda, toprakların % 9,36'sı "hafif tuzlu", % 19,48'i "tuzlu" ve % 71,16'sı "çok tuzlu" olarak sınıflandırılmıştır. En yüksek tuz içeriği ve en düşük tuz içeriği değerleri ise sırasıyla % 4,90 ve % 0,19 olarak tespit edilmiştir. Bu veriler, Bileşuar ili tarım topraklarında tuzluluk oranının yüksek olduğunu göstermektedir.

Çizelge 3.5. Toprakların tuz içeriğinin sınıflandırılması (Richards, 1954)

Toplam Tuz, %	Değerlendirme
0 – 0,15	Tuzsuz
0,15 – 0,35	Hafif Tuzlu
0,35 – 0,65	Tuzlu
> 0,65	Çok Tuzlu

3.1.5 Tekstür

Araştırma alanından alınan toprak örneklerinin tekstür sınıflandırması Çizelge 3.1'e göre yapılmıştır. Çizelge 3.1'deki değerler incelendiğinde toprak örneklerinin % 55,80'inin "killi", % 19,10'unun "siltli kil", % 4,87'sinin "killi tın", % 19,90'ının "siltli kil-tın" ve % 0,37'sinin ise "tınlı" toprak yapısına sahip olduğu tespit edilmiştir. Toprak örneklerinin yarısından çoğunun killi olduğu gözlenmiştir.

3.2 Bileşuar İli Tarım Arazisi Topraklarında Makro Besin Elementi Miktarları

Bileşuar ilinde bulunan tarım arazilerinin 1020 farklı noktasından alınan toprak örneklerinin bazı kimyasal analiz sonuçları Çizelge 3.6'da verilmiştir. Bazı makro bitki besin

elementlerinden fosfor (P), potasyum (K), magnezyum (Mg) ve kalsiyum (Ca) içeriklerinin analiz sonuçları aşağıdaki çizelgede verilmiştir.

Çizelge 3.6. Bileşuar ili tarım arazisi topraklarında makro besin elementi miktarları, mg kg⁻¹

Toprak No	P	K	Ca	Mg
1	55	2580	11242	1469
2	70	2486	12507	1686
3	59	2656	11015	1577
4	260	3667	9431	1314
5	291	3420	10241	1334
6	65	888	13181	1041
7	128	3092	10366	1354
8	184	1491	9610	1426
9	209	1848	7987	982
10	257	2659	9261	1245
11	135	1452	6967	1115
12	72	1395	8166	1462
13	212	1407	7442	1201
14	197	1630	7207	1309
15	215	2115	6883	1063
16	232	1668	7978	1053
17	103	2017	7975	1348
18	218	1459	7144	1372
19	119	2303	8018	1977
20	200	2179	6712	1524
21	96,3	2861	7422	1463
22	163	2535	8724	1421
23	86,5	2719	12690	1029
24	172	2423	9560	1555
25	193	2020	9386	1252
26	61	1478	8093	1063
27	200	1482	8533	1188
28	197	2476	884	1837
29	258	3643	8356	95
30	141	1523	10050	138
31	149	1380	9584	1231
32	155	1046	10978	1253
33	43	924	13575	1193
34	165	907	10808	1388
35	140	1776	11025	1245
36	120	1873	13237	1438
37	100	1322	8251	1045
38	105	1686	11191	1334
39	94,0	864	7203	1215
40	129	1992	10519	1195
41	133	1853	12602	1384
42	343	2061	9784	646
43	84,8	1073	8474	1005
44	25,9	1007	18534	1317
45	90,5	945	7312	1119
46	78,0	1430	8748	939
47	102	1688	12123	1515
48	76,0	1171	9482	1213
49	103	1194	11199	1149
50	94,0	1184	10644	1120
51	68,8	1391	8234	985
52	78	1516	10047	1339
53	96	1406	9351	991
54	89	1295	9643	957

Çizelge 3.6.Bilesuvar ili tarım arazisi topraklarında makro besin elementi miktarları, mg kg⁻¹
(Devamı) C

Toprak No	P	K	Ca	Mg
55	96	1176	10372	1093
56	358	2987	8941	852
57	195	3077	10005	954
58	222	3131	10429	982
59	215	3215	10309	1037
60	437	2931	8209	847
61	60	941	7597	871
62	41	993	7889	925
63	66	1289	9768	1051
64	73	1439	9919	1076
65	128	1225	11444	1051
66	124	1267	9526	1092
67	119	1284	5689	1157
68	149	1446	6818	1133
69	138	1325	8648	1191
70	172	1184	7989	1153
71	162	1108	7573	1060
72	143	1306	11935	1139
73	140	1308	8787	1195
74	145	1236	5899	1258
75	154	1325	6029	1339
76	147	1343	6628	1126
77	133	1400	6384	1092
78	155	2089	14084	2026
79	172	1092	7487	1068
80	163	2308	15172	2072
81	174	2020	12616	1946
82	143	1796	10421	1864
83	116	1442	6209	1012
84	91	797	9751	1128
85	151	1482	6815	1023
86	112	902	95579	1142
87	80	1099	12294	1143
88	66	1109	13565	1147
89	114	834	4480	903
90	57	1092	15450	1161
91	89	1078	11606	1093
92	94	1155	10052	1149
93	66	1069	10731	1128
94	129	1678	10140	1462
95	89	1184	10530	1204
96	94	1282	9386	1359
97	87	1138	9645	1275
98	128	1017	5853	912
99	85	1362	9242	1362
100	89	1878	876	1030
101	94	1398	8345	892
102	112	1031	7442	932
103	75	1120	9249	1101
104	100	1074	7098	880
105	186	2027	10383	1456
106	193	2005	11240	1378
107	83	1062	9097	1053
108	128	1049	9331	1012
109	218	2092	9090	1403
110	202	1945	8689	1340
111	243	2594	8411	787
112	128	1583	9624	952

113	118	1847	9986	1300
-----	-----	------	------	------

Çizelge 3.6.Bilesuvar ili tarım arazisi topraklarında makro besin elementi miktarları, mg kg⁻¹
(Devamı)

Toprak No	P	K	Ca	Mg
114	106	1214	13489	1422
115	364	1536	8749	1227
116	335	2073	14900	1340
117	44	1481	16998	2260
118	112	1980	11715	1396
119	46	1427	18191	2155
120	57	1541	19039	2375
121	358	1570	8796	1251
122	78	1664	19359	2284
123	37	1291	17766	2043
124	353	2140	15038	1455
125	99	977	11383	964
126	124	1061	8678	1321
127	132	1180	10160	1488
128	162	1485	10290	1392
129	109	1075	8536	1312
130	135	938	9669	1281
131	123	921	10161	1151
132	106	1061	1157	1273
133	89	1033	11295	1240
134	108	1051	11566	1263
135	112	1946	16475	1218
136	132	1900	16334	1165
137	142	1880	16214	1153
138	156	1754	9310	1047
139	48	1213	11438	1432
140	46	832	8958	1495
141	71	998	1144	1097
142	128	1566	10805	1342
143	102	1525	10705	1326
144	197	1178	10045	1381
145	191	1167	9982	1350
146	129	931	9765	1066
147	135	947	9648	1152
148	167	1168	9773	1370
149	139	1010	9648	1245
150	139	1525	13445	1528
151	105	995	10444	1144
152	117	1138	11014	1297
153	128	1886	16241	1159
154	61	688	18743	1594
155	131	1242	14837	1642
156	165	1334	12604	1669
157	151	1419	11378	2137
158	179	1391	14969	2299
159	133	1536	22798	3733
160	119	1622	19061	2367
161	107	2367	22637	3517
162	120	1297	15106	1919
163	140	1375	11276	2112
164	156	1261	12554	1692
165	126	1318	14682	2248
166	114	1394	15693	2768
167	121	1411	17693	2570
168	118	1416	15893	2788
169	110	1408	13516	2374
170	67	1338	10849	2160

171	219	1192	7778	956
172	105	875	10475	1179

Çizelge 3.6.Bilesuvar ili tarım arazisi topraklarında makro besin elementi miktarları, mg kg⁻¹
(Devamı)

Toprak No	P	K	Ca	Mg
173	111	882	10605	1195
174	137	1172	14403	1221
175	144	1180	14424	1234
176	152	1424	11354	1125
177	146	1682	9415	1358
178	165	1051	8974	1219
179	177	820	8365	894
180	176	804	8139	891
181	122	1330	11496	1355
182	152	1082	9149	1021
183	146	1314	10824	1118
184	106	860	10023	1174
185	268	1976	15775	1149
186	150	1052	9296	1007
187	170	1111	9461	1093
188	70	1212	10934	1563
189	81	1476	11739	1197
190	78	1344	11517	1652
191	70	1231	11454	1747
192	147	929	9882	1181
193	84	1394	9222	1254
194	324	1165	11489	1466
195	123	1106	12430	1219
196	304	1115	10049	1204
197	76	978	8535	1080
198	112	1072	9461	1120
199	130	1130	12651	1278
200	154	1197	15929	1470
201	170	1479	8897	1081
202	163	1378	10150	1121
203	147	1513	13430	1078
204	166	1455	10574	1138
205	98	1303	8365	627
206	100	1390	8780	684
207	103	1154	10671	812
208	117	1480	10733	950
209	129	1318	11034	1340
210	84	1346	11417	1513
211	143	1424	8943	1459
212	134	1289	7906	1356
213	89	1327	11032	1888
214	83	1686	9266	2150
215	96	1208	7492	2476
216	156	2423	9295	1571
217	119	1570	6395	3472
218	66	1234	7786	1240
219	163	1856	8484	891
220	96	1631	10150	1542
221	90	1343	11382	194
222	160	1722	5662	513
223	196	1483	6620	776
224	121	1067	8059	1048
225	89	1323	7791	1103
226	190	1335	6454	749
227	152	1889	9026	1102
228	212	1970	6767	767

229	144	1670	8468	985
230	151	1786	8807	1068
231	135	1403	7823	687

Çizelge 3.6.Bilesuvar ili tarım arazisi topraklarında makro besin elementi miktarları, mg kg⁻¹ (Devamı)

Toprak No	P	K	Ca	Mg
232	129	1010	6946	935
233	85	1654	8601	888
234	123	1337	7643	666
235	160	1061	7526	1263
236	136	959	6876	1226
237	245	1302	6620	888
238	167	1068	7632	1288
239	149	1481	11336	1939
240	128	1802	11501	1561
241	129	1979	7375	891
242	430	2925	15519	1978
243	113	1617	7161	861
244	366	2524	14306	1980
245	99	1598	11110	1329
246	301	2308	11841	1737
247	95	1481	10994	1249
248	174	1815	14040	1815
249	299	2326	10599	1642
250	181	3268	17976	2387
251	155	1681	10359	960
252	331	2132	12182	1313
253	152	1618	10135	941
254	151	1466	9949	922
255	126	1009	10040	945
256	107	928	10104	1079
257	117	2587	12117	1230
258	122	3406	12833	1316
259	258	2086	11771	2222
260	252	2428	11256	1410
261	168	1975	16431	2190
262	166	1558	11615	1977
263	170	1661	11860	2047
264	156	1904	15668	2067
265	182	1763	12297	2240
266	257	1708	15365	2922
267	288	1675	17294	3583

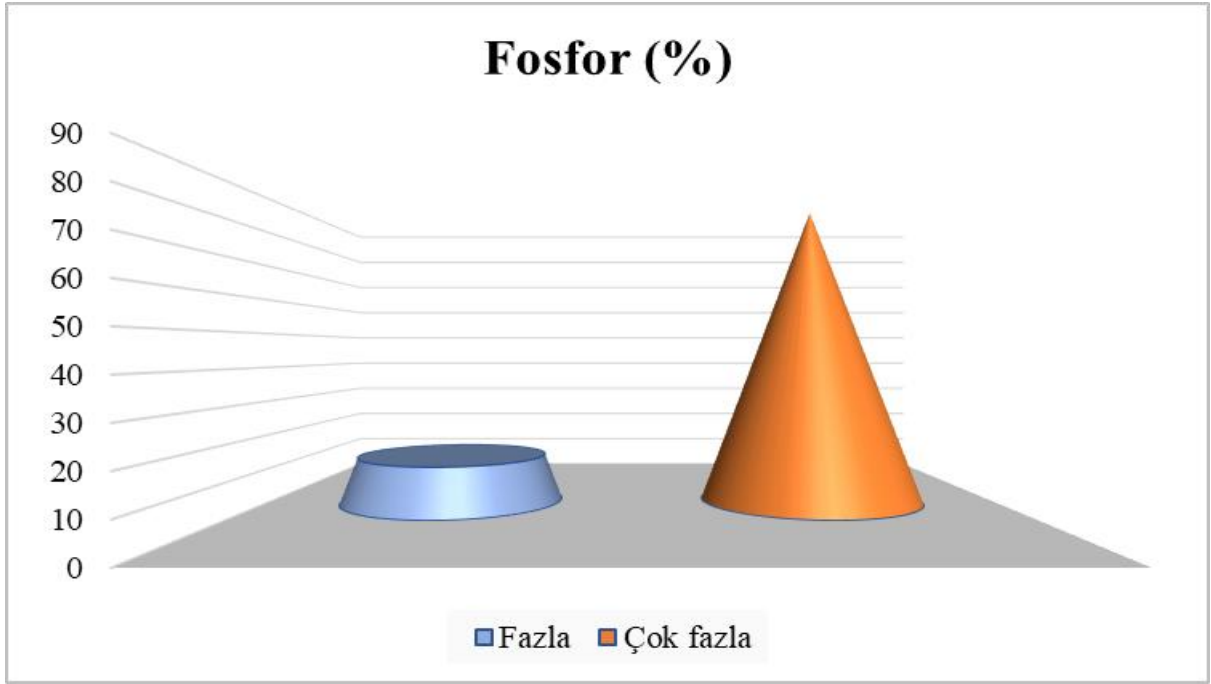
Çizelge 3.6’da verilen analiz sonuçlar değerlendirilerek alt başlıklar halinde sırasıyla açıklanmıştır.

3.2.1 Topraklarda Yarayışlı Fosfor İçeriği

Bilesuvar ili topraklarının analizi sonucunda, topraktaki bitkiler için yarayışlı olan fosfor miktarının 25,9 mgkg⁻¹ ile 437 mgkg⁻¹ arasında değişiklik gösterdiği belirlenmiştir. Çizelge 3.7’de verilen sınır değerlere göre araştırma alanı topraklarının % 13,48’inin “fazla”, % 86,52’sinin “çok fazla” seviyede fosfor içerdiğini göstermektedir. Bu değerler, araştırma alanındaki toprakların fosfor içeriğinin üst seviyelerde olduğunu göstermektedir (Şekil 3.1).

Çizelge 3.7. Topraklardaki yarıyışlı fosfor içeriğinin sınıflandırılması (FAO, 1990)

P, mgkg ⁻¹	Değerlendirme
< 2,5	Çok Az
2,5 – 8,0	Az
8,0 – 25	Yeterli
25 – 80	Fazla
> 80	Çok Fazla



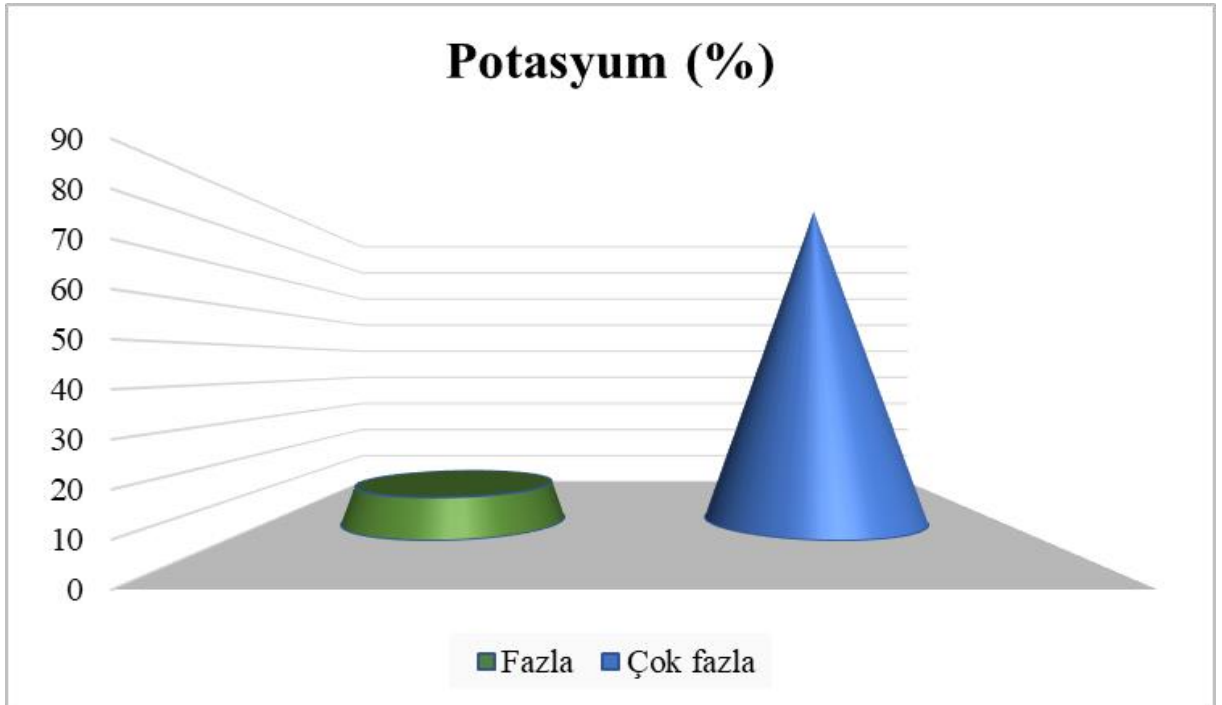
Şekil 3.1. Araştırma alanı topraklarında fosfor içeriği

3.2.2 Topraklarda Değişebilir Potasyum İçeriği

Araştırma alanına ait toprak örneklerinin potasyum içeriklerine bakıldığında, potasyumun 688 mgkg⁻¹ ile 3667 mgkg⁻¹ arasında değiştiği görülmektedir. Alpaslan vd. (1998)'e göre topraklardaki değişebilir K içeriği sınıflandırıldığında, % 10,49'unun "fazla" ve % 89,51'inin ise "çok fazla" seviyede K içeriğine sahip olduğu belirlenmiştir (Çizelge 3.8 ve Şekil 3.2). Bileşuar ili tarım topraklarında, potasyum içeriğinin bitkiler için yüksek düzeyde olduğu görülmektedir.

Çizelge 3.8. Topraklarda değişebilir potasyum içeriğinin sınıflandırılması (Alpaslan, Güneş ve İnal, 1998)

K, mgkg⁻¹	Değerlendirme
< 50	Çok Az
50 – 140	Az
140 – 370	Yeterli
370 – 1000	Fazla
> 1000	Çok Fazla



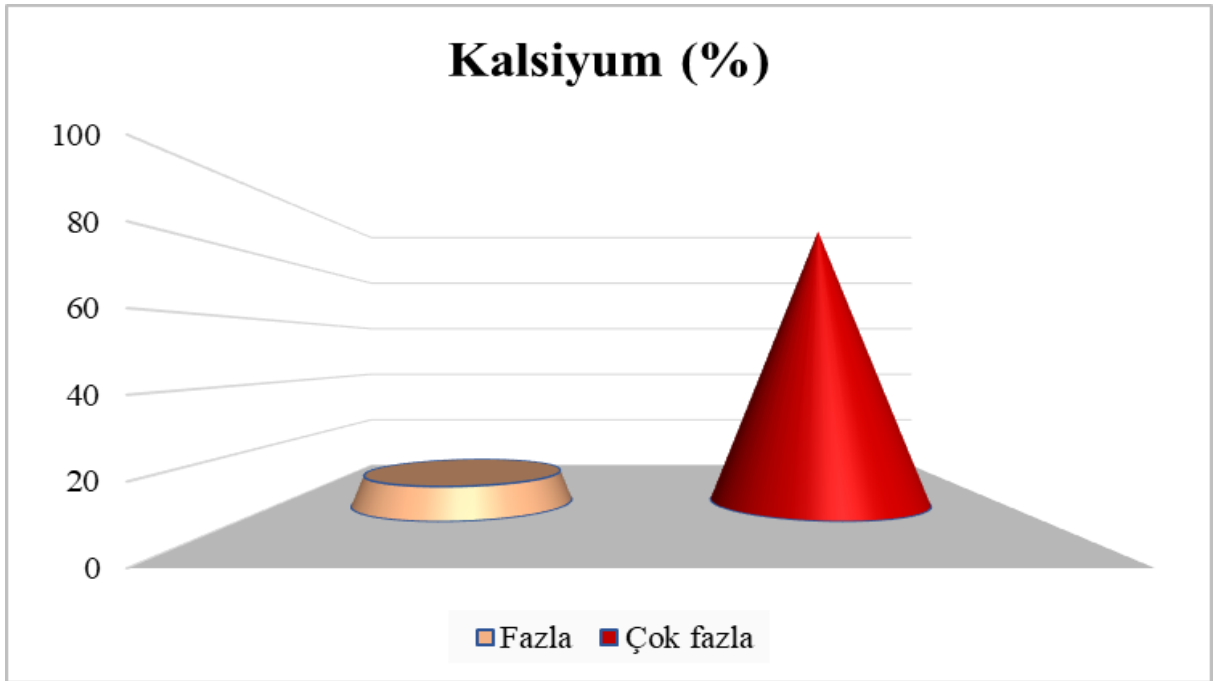
Şekil 3.2. Araştırma alanı topraklarında potasyum içeriği

3.2.3 Topraklarda Değişebilir Kalsiyum İçeriği

Araştırma alanı topraklarının kalsiyum içeriği Çizelge 4.9'a göre değerlendirildiğinde, kalsiyum içeriklerinin 4480 mgkg⁻¹ ile 95579 mgkg⁻¹ değerleri arasında değiştii tespit edilmiştir. Çizelge 3.9 ve Çizelge 3.6'da verilen değerler birlikte yorumlandığında, toprakların % 9,74'ü "fazla" ve % 90,26'sı "çok fazla" seviyelerinde değişebilir kalsiyum içeriği görülmektedir. Bu sonuçlara göre topraklardaki Ca içeriğinin normal seviyenin oldukça üzerinde olduğu söylenebilmektedir (Şekil 3.3)

Çizelge 3.9. Topraklarda değişebilir kalsiyum içeriğinin sınıflandırılması (FAO, 1990)

Ca, mgkg ⁻¹	Değerlendirme
< 380	Çok Az
380 – 1150	Az
1150 – 3500	Yeterli
3500 – 10000	Fazla
> 10000	Çok Fazla



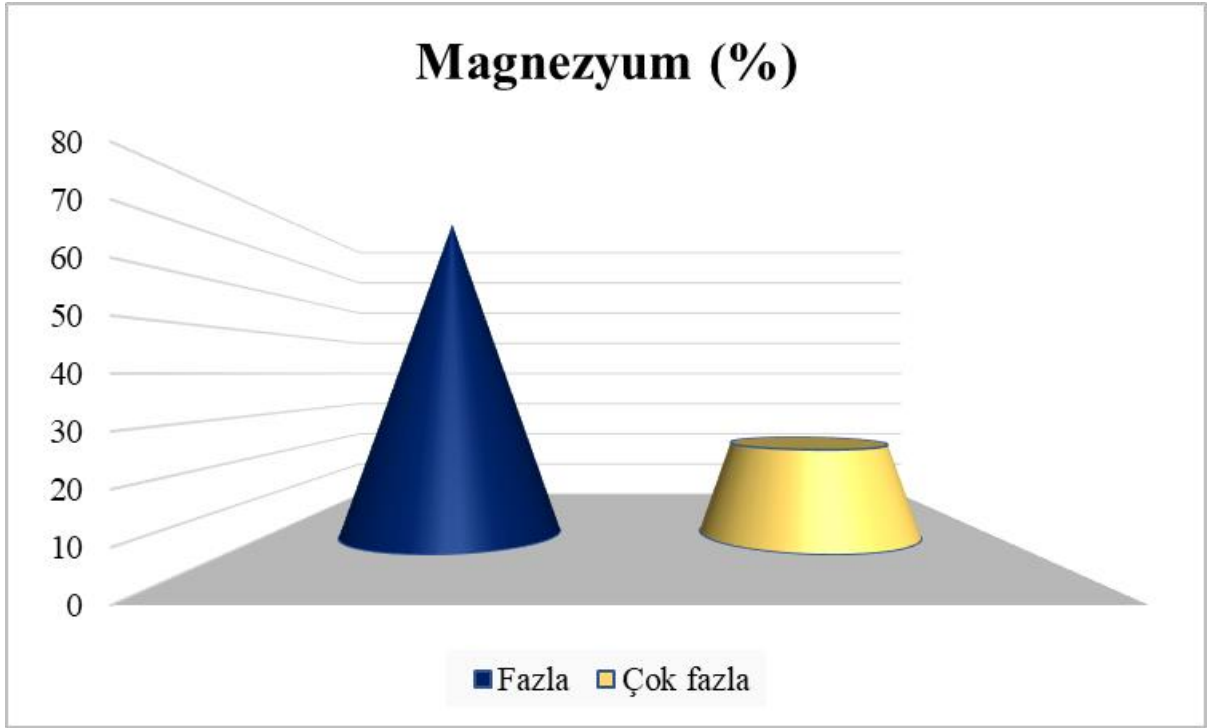
Şekil 3.3. Araştırma alanı topraklarında kalsiyum içeriği

3.2.4 Topraklarda Değişebilir Magnezyum İçeriği

Araştırma alanı topraklarının içeriğinde bulunan değişebilir magnezyum miktarı 627 mgkg⁻¹ ile 3733 mgkg⁻¹ arasında değişmektedir. Çizelge 3.6'daki değişebilir Mg içerikleri Çizelge 3.10'a göre değerlendirildiğinde, topraklardaki Mg içeriği % 77,53 oranında "fazla" ve % 22,47 oranında "çok fazla" olarak tespit edilmiştir. Bu değerler, Bileşuvar ilindeki tarım topraklarında Mg içeriğinin fazla olduğunu göstermektedir (Şekil 3.4).

Çizelge 3.10. Topraklarda değişebilir magnezyum içeriğinin sınıflandırılması (FAO, 1990)

Mg, mgkg ⁻¹	Değerlendirme
< 50	Çok Az
50 – 160	Az
160 – 480	Yeterli
480 – 1500	Fazla
> 1500	Çok Fazla



Şekil 3.4. Araştırma alanı topraklarında magnezyum içeriği

3.3 Bilesuvar İli Tarım Arazisi Topraklarında Mikro Besin Elementi Miktarları

Toprak örneklerinin bazı mikro besin elementi içerikleri demir (Fe), bakır (Cu), çinko (Zn) ve mangan (Mn)) için gerçekleştirilen kimyasal analizler sonrasında elde edilen veriler Çizelge 3.11’de verilmiştir.

Çizelge 3.11. Bilesuvar ili tarım arazisi topraklarında mikro besin elementi miktarları, mg kg⁻¹

Toprak No	Fe	Cu	Zn	Mn
1	78	11,1	2,1	215
2	95	13,9	2,6	281

3	58	9,7	2,1	158
4	53	12,9	2,3	159

Çizelge 3.11.Bilesuvar ili tarım arazisi topraklarında mikro besin elementi miktarları,mg kg⁻¹(Devamı)

Toprak No	Fe	Cu	Zn	Mn
5	59	14,1	2,2	147
6	41	7,4	1,4	151
7	53	13,2	2,7	148
8	60	6,0	1,3	127
9	75	8,4	2,5	137
10	46	10,8	2,2	161
11	41	5,9	2,4	159
12	91	12,0	1,5	170
13	88	6,4	1,4	196
14	79	6,6	1,6	175
15	61	6,1	2,4	151
16	47	5,8	1,9	140
17	75	7,2	1,8	225
18	84	6,9	1,2	176
19	89	7,6	2,0	201
20	66	6,3	2,2	135
21	32	4,2	2,0	148
22	51	5,8	2,2	159
23	28	3,6	0,9	90
24	56	5,4	2,0	125
25	48	5,6	1,8	132
26	32	7,3	1,2	136
27	42	5,7	1,4	144
28	53	6,3	2,0	161
29	31	6,3	2,4	123
30	43	5,8	1,4	173
31	38	6,4	1,4	201
32	56	6,8	1,2	226
33	35	2,6	0,6	86
34	65	6,2	0,8	91
35	54	5,5	1,8	221
36	66	8,2	2,0	256
37	68	6,2	1,7	205
38	70	9,5	1,7	259
39	71	6,1	1,1	210
40	76	16,5	2,7	353
41	51	8,9	2,4	240
42	134	9,9	8,6	124
43	72	7,3	2,2	181
44	63	8,3	1,1	145
45	64	5,9	1,3	193
46	31	4,3	0,7	147
47	72	8,1	1,5	234
48	28	5,5	0,9	112
49	65	6,6	1,7	254
50	61	6,2	1,4	236
51	29	4,1	0,9	150
52	37	3,9	1,2	145
53	42	4,6	1,6	166
54	32	4,3	1,0	184
55	60	6,7	1,3	200
56	35	5,4	3,2	207
57	34	6,1	12,3	169
58	39	5,7	11,6	154
59	37	6,0	11,9	163
60	30	5,1	2,5	210

61	35	4,5	0,5	108
62	33	4,0	0,8	116
63	46	6,5	0,9	152

Çizelge 3.11.Bilesuvar ili tarım arazisi topraklarında mikro besin elementi miktarları,mg kg⁻¹(Devamı)

Toprak No	Fe	Cu	Zn	Mn
64	57	7,4	1,1	194
65	43	5,6	1,4	182
66	67	5,9	1,4	246
67	84	6,3	1,5	256
68	64	5,8	1,3	235
69	45	5,2	1,8	138
70	43	5,2	1,5	149
71	46	4,9	1,1	140
72	37	4,0	1,7	157
73	34	5,0	1,7	146
74	92	7,5	1,6	265
75	89	7,8	1,8	247
76	53	5,4	1,2	221
77	49	5,1	1,5	245
78	92	11,7	2,1	370
79	41	5,2	1,3	138
80	77	11,3	1,9	354
81	89	11,9	2,4	362
82	82	7,9	1,4	242
83	44	5,5	1,3	236
84	36	4,2	0,7	146
85	49	5,8	1,2	239
86	41	4,8	0,8	152
87	42	4,9	0,9	155
88	44	5,1	1,1	149
89	48	5,3	1,0	236
90	45	4,2	1,0	145
91	43	4,5	1,1	160
92	42	6,1	1,0	250
93	51	4,6	0,9	168
94	62	7,4	1,9	299
95	35	5,8	1,0	230
96	49	6,2	1,1	178
97	28	3,6	0,7	94
98	35	4,4	1,0	159
99	52	7,7	0,9	155
100	38	4,9	1,1	149
101	28	3,0	0,9	126
102	31	4,0	0,8	134
103	20	3,1	0,6	89
104	22	3,2	0,8	106
105	37	6,9	1,4	228
106	42	7,1	1,8	245
107	26	3,2	0,8	91
108	33	3,1	0,6	103
109	49	7,3	1,0	231
110	38	6,9	1,3	263
111	22	3,7	1,7	129
112	48	6,1	2,0	189
113	55	6,3	1,9	213
114	88	7,4	1,4	258
115	54	6,9	2,4	254
116	24	4,7	2,1	85
117	55	10,6	1,4	238
118	94	6,1	1,2	261

119	80	11,4	1,3	255
120	89	13,4	1,1	260
121	53	6,7	2,5	258
122	86	13,5	1,4	274

Çizelge 3.11.Bilesuvar ili tarım arazisi topraklarında mikro besin elementi miktarları,mg kg⁻¹(Devamı)

Toprak No	Fe	Cu	Zn	Mn
123	71	10,9	1,1	249
124	29	4,5	2,2	81
125	37	4,1	0,9	173
126	61	5,5	1,5	172
127	69	5,0	1,1	122
128	65	7,6	2,0	213
129	63	5,7	1,8	167
130	49	5,4	2,2	156
131	40	5,1	2,1	148
132	53	6,0	1,1	183
133	51	5,5	0,9	175
134	54	5,9	1,0	186
135	67	8,6	1,8	415
136	69	8,8	1,7	409
137	72	8,5	1,5	402
138	30	6,1	1,2	233
139	71	8,1	0,9	246
140	79	8,9	1,4	209
141	31	3,5	1,1	149
142	59	7,2	2,2	342
143	52	7,1	2,1	316
144	43	6,8	5,1	183
145	35	6,9	4,9	190
146	38	5,8	1,5	211
147	42	6,0	1,7	219
148	53	5,8	3,5	205
149	41	5,6	3,3	191
150	59	7,8	2,2	252
151	42	5,4	2,1	238
152	50	5,6	2,0	222
153	65	8,3	1,6	411
154	35	4,1	0,8	131
155	37	4,8	2,6	165
156	39	5,2	3,4	189
157	34	6,9	1,2	208
158	49	5,7	3,4	198
159	135	13,0	3,6	456
160	51	7,4	2,0	245
161	120	12,6	4,0	438
162	30	6,4	1,1	230
163	32	6,4	1,1	195
164	35	5,3	3,1	173
165	94	6,2	2,7	255
166	113	9,4	2,0	356
167	124	9,1	2,1	384
168	113	9,6	2,0	358
169	79	8,7	1,8	316
170	59	8,1	1,5	283
171	45	5,0	2,5	183
172	35	4,1	2,4	159
173	37	4,6	2,6	165
174	57	6,4	2,5	159
175	59	7,2	2,7	163
176	47	6,1	3,4	290

177	72	6,9	1,5	277
178	65	5,7	1,6	196
179	56	5,0	1,5	146
180	54	4,9	1,3	140
181	76	7,4	2,4	204

Çizelge 3.11.Bilesuvar ili tarım arazisi topraklarında mikro besin elementi miktarları,mg kg⁻¹(Devamı)

Toprak No	Fe	Cu	Zn	Mn
182	46	4,9	1,6	143
183	46	5,9	3,1	269
184	34	4,4	2,6	156
185	152	8,1	4,2	359
186	45	4,2	1,7	139
187	47	5,1	1,6	145
188	57	6,5	1,5	252
189	33	5,7	1,6	172
190	46	5,9	1,3	210
191	59	6,5	1,5	261
192	34	4,8	1,9	181
193	56	6,1	1,3	219
194	52	6,1	3,3	233
195	34	6,5	1,8	260
196	60	5,5	1,3	269
197	40	4,8	1,1	210
198	38	5,6	1,5	235
199	37	6,7	2,0	265
200	39	6,8	1,9	279
201	45	5,7	2,4	193
202	56	6,2	2,3	216
203	73	7,0	2,1	263
204	45	6,5	1,5	257
205	37	4,4	1,2	161
206	39	4,5	1,3	166
207	31	6,1	1,0	196
208	45	6,3	1,1	210
209	67	6,5	1,3	237
210	69	7,0	1,4	245
211	52	6,4	1,1	235
212	48	5,9	1,1	228
213	76	7,1	1,3	110
214	86	5,9	1,4	135
215	73	6,6	1,2	142
216	64	5,8	1,5	163
217	29	6,4	1,7	147
218	46	3,2	1,2	153
219	65	4,5	1,5	170
220	70	5,5	1,3	185
221	79	7,1	1,0	112
222	50	4,5	1,4	165
223	62	7,6	1,8	180
224	122	6,3	1,5	207
225	76	7,1	1,2	101
226	60	7,5	1,8	166
227	129	13,2	2,6	330
228	58	6,0	1,7	182
229	113	12,6	2,1	302
230	126	13,1	2,5	326
231	57	6,5	1,8	154
232	87	6,4	1,1	98
233	98	8,9	1,5	164
234	53	6,3	1,7	150

235	102	6,8	1,3	110
236	86	5,4	1,2	97
237	96	9,4	1,6	134
238	105	6,9	1,5	112
239	87	7,2	1,8	212
240	64	8,4	2,0	222

Çizelge 3.11. Bilesuvar ili tarım arazisi topraklarında mikro besin elementi miktarları, mg kg⁻¹ (Devamı)

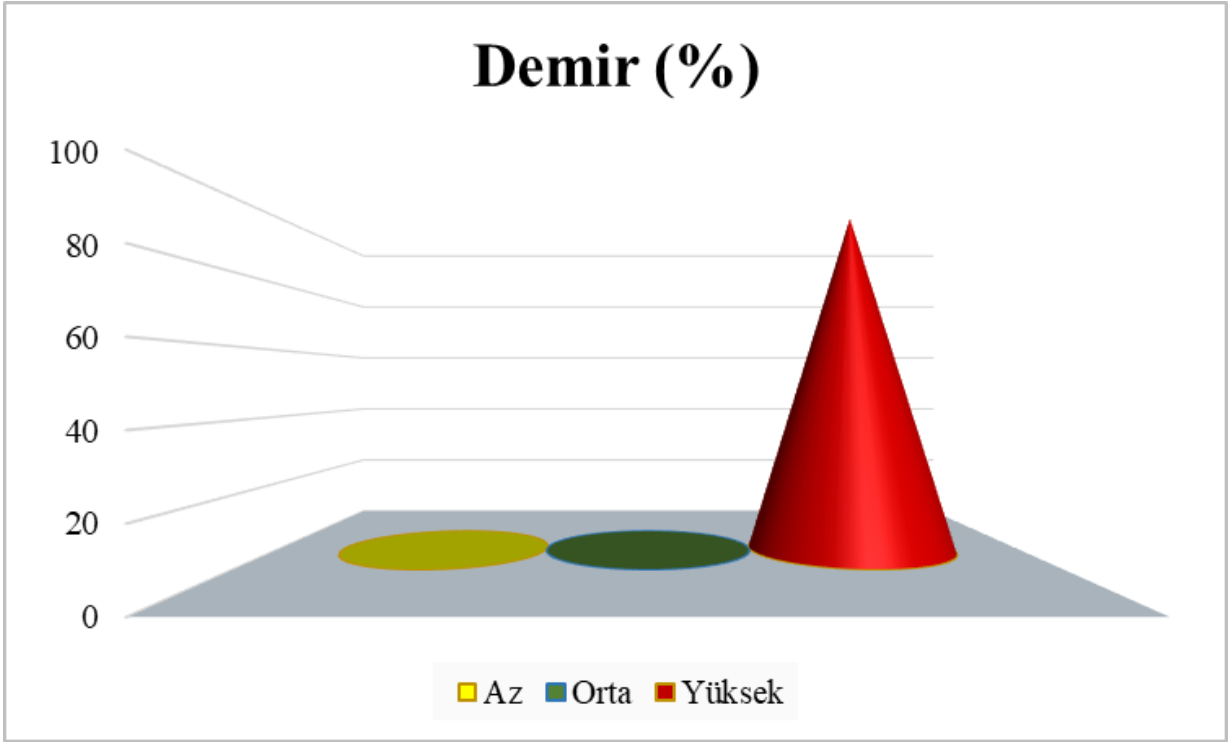
Toprak No	Fe	Cu	Zn	Mn
241	56	6,1	1,9	204
242	110	9,6	3,6	316
243	51	5,9	1,8	191
244	158	7,6	3,2	198
245	92	8,3	1,8	188
246	102	7,4	3,0	162
247	91	8,1	1,6	176
248	69	7,8	1,7	125
249	63	6,1	2,7	128
250	132	21,5	4,3	324
251	88	10,1	2,4	209
252	71	9,1	3,0	176
253	87	9,8	2,2	200
254	86	9,5	2,1	188
255	84	7,6	1,9	153
256	82	4,5	1,5	100
257	69	5,9	1,8	128
258	37	6,1	1,6	109
259	75	12,0	2,5	219
260	72	11,8	2,3	217
261	145	11,9	2,7	301
262	101	9,8	1,5	173
263	110	10,3	1,8	201
264	134	11,2	2,4	272
265	117	10,0	2,1	229
266	168	12,3	2,7	299
267	221	13,6	2,8	330

3.3.1 Topraklarda Yarayışlı Demir İçeriği

Araştırma alanı topraklarındaki bitkilere yarayışlı demir içeriği 20 mgkg⁻¹ ile 221 mgkg⁻¹ değerleri arasına değişmiştir. Elde edilen analiz sonuçlarına göre, tarım alanlarından alınan tüm toprak örneklerinde Fe içeriğinin “yüksek” seviyede olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 3.12 ve Şekil 3.5).

Çizelge 3.12. Topraklardaki yarayışlı demir içeriğinin sınıflandırılması (Lindsay ve Norvell 1978)

Fe, mgkg ⁻¹	Değerlendirme
< 2,5	Az
2,5 – 4,5	Orta
> 4,5	Yüksek



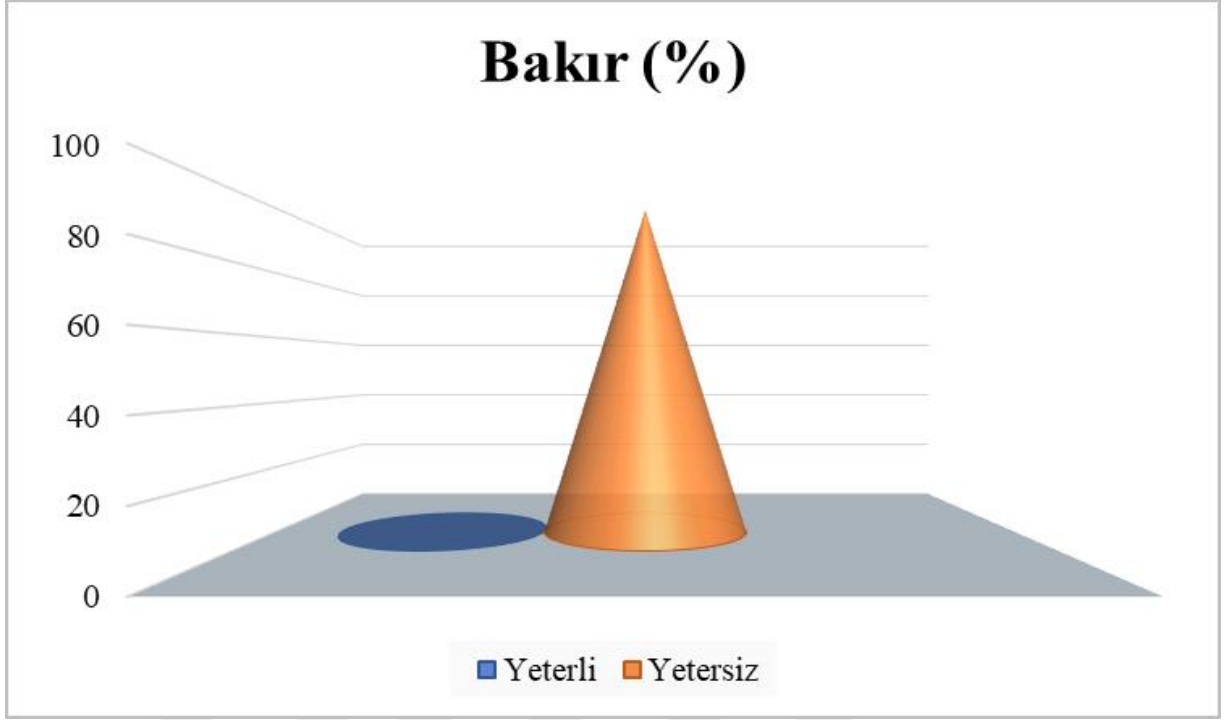
Şekil 3.5. Araştırma alanı topraklarında demir içeriği

3.3.2 Topraklarda Yarayışlı Bakır İçeriği

Araştırma alanından alınan toprak örneklerinde, yarayışlı bakır içeriği miktarı $2,6 \text{ mgkg}^{-1}$ ile $21,5 \text{ mgkg}^{-1}$ arasında değişmiştir. Bu sonuçlara göre Bileşuar ili tarım topraklarının tamamında Cu içeriğinin “yeterli” seviyede olduğu tespit edilmiştir.

Çizelge 3.13. Topraklardaki yarayışlı bakır içeriğinin sınıflandırılması (Lindsay ve Norvell 1978)

Cu, mgkg^{-1}	Değerlendirme
< 0,2	Yetersiz
> 0,2	Yeterli



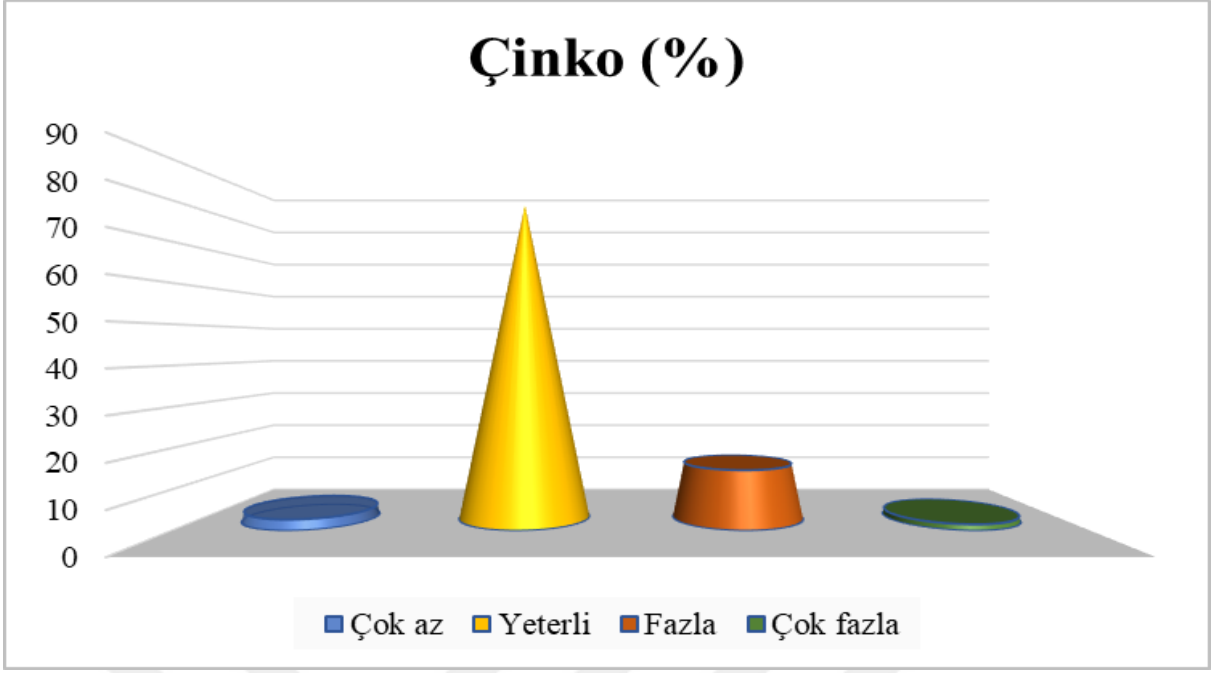
Şekil 3.6. Araştırma alanı topraklarında bakır içeriği

3.3.3 Topraklarda Yarayışlı Çinko İçeriği

Araştırma alanı topraklarına ait yarayışlı çinko içeriği, $0,6 \text{ mgkg}^{-1}$ ile $11,9 \text{ mgkg}^{-1}$ arasında değişmiştir. Çizelge 3.6, Çizelge 3.14 ve Şekil 3.7’de verilen değerler birlikte değerlendirildiğinde % 2,62’sinin “çok az”, % 81,65’inin “yeterli”, % 14,23’ünün “fazla” ve % 1,5’inin “çok fazla” seviyede çinko içerdiği belirlenmiştir. Bu sonuçlar değerlendirildiğinde, araştırma alanından alınan toprak örneklerinde Zn içeriğinin genellikle yeterli düzeyde olduğu görülmektedir.

Çizelge 3.14. Topraklardaki yarayışlı çinko içeriğinin sınıflandırılması (FAO, 1990)

Zn, mgkg^{-1}	Değerlendirme
< 0,2	Çok Az
0,2 – 0,7	Az
0,7 – 2,4	Yeterli
2,4 – 8,0	Fazla
> 8,0	Çok Fazla



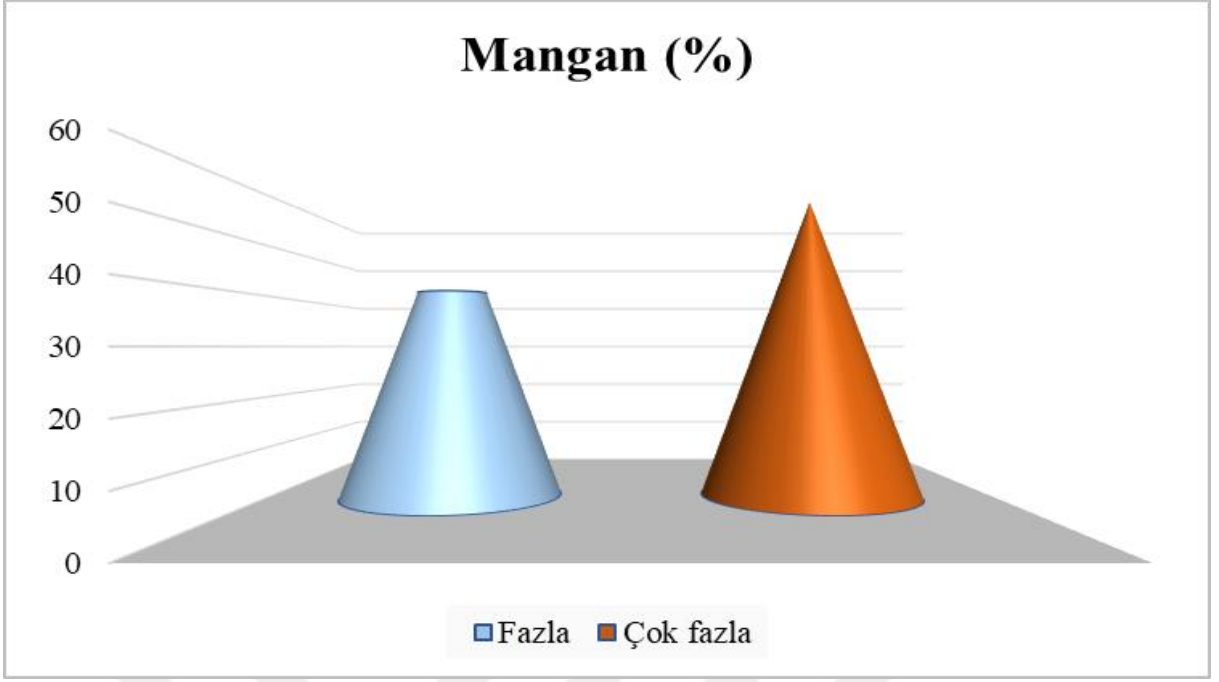
Şekil 3.7. Araştırma alanı topraklarında çinko içeriği

3.3.4 Topraklarda Yarayışlı Mangan içeriği

Araştırma alanı topraklarının analizi sonucunda, yarayışlı mangan içeriğinin 81 mgkg^{-1} ile 456 mgkg^{-1} arasında değiştii tespit edilmiştir. Çizelge 3.6, Çizelge 3.17 ve Şekil 3.8'e göre toprak içeriğindeki Mn değerleri sınıflandırıldığında toprakların % 40,82'sinin "fazla" ve % 59,18'inin ise "çok fazla" miktarda Mn içerdii belirlenmiştir.

Çizelge 3.15. Topraklardaki yarayışlı mangan içeriğinin sınıflandırılması (FAO, 1990)

Mn, mgkg^{-1}	Değerlendirme
< 4	Çok Az
4 – 14	Az
14 – 50	Yeterli
50 – 170	Fazla
> 170	Çok Fazla



Şekil 3.8. Araştırma alanı topraklarında magnezyum içeriği

4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Azerbaycan Cumhuriyeti Bilesuvar ili sınırları içerisindeki 1020 farklı tarım arazisinden alınan toprak örneklerinde bazı makro ve mikro besin elementi içerikleri ve toprağın bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri analiz edilmiştir ve sonuçlar değerlendirilmiştir.

Araştırma alanından alınan toprak örneklerinde pH, organik madde, kireç ve tuz içeriği karşılaştırılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre Bilesuvar ili tarım arazisi topraklarının pH değerinin 7,7 – 8,5 aralığında değişiklik gösterdiği ve % 95,13 oranında hafif alkali topraklar bulunduğu tespit edilmiştir.

Organik madde içeriği, tarım yapılan alanlarda bitkinin gelişimi için önemli bir unsurdur. Araştırma alanından alınan toprak örneklerinin organik madde içeriği % 0,9 - % 4,1 arasında değişmiştir. Değerlendirmeler sonucunda % 50,93'ünün az miktarda ve % 0,75'inin yüksek miktarda organik madde içerdiği belirlenmiştir. Bu sonuçlar değerlendirildiğinde, tarımsal faaliyetlerin gerçekleştirildiği bu bölgede organik madde içeriğinin genellikle “az” miktarda olduğu görülmektedir.

Araştırma alanından alınan toprak örneklerindeki tuz içeriği Richards (1954)'e göre değerlendirilmiştir ve değerlendirme sonucunda, toprakların ve % 71,16'sı çok tuzlu olarak sınıflandırılmıştır. En yüksek tuz içeriği ve en düşük tuz içeriği değerleri ise sırasıyla % 4,90- % 0,19 olarak bulunmuştur. Araştırma alanı topraklarının büyük bir kısmında tuzluluk oranının yüksek olduğunu tespit edilmiştir.

Araştırma alanından alınan toprak örneklerinin tekstür sınıflandırması için analizler sonucunda elde edilen değerler incelendiğinde toprak örneklerinin % 55,80'inin “killi”, % 19,10'unun “siltli kil”, % 4,87'sinin “killi tın”, %19,90'ının “siltli kil tın” ve % 0,37'sinin ise “tınlı” toprak yapısına sahip olduğu tespit edilmiştir. Toprak yapısının çeşitlilik gösterdiği tarım alanlarında toprak örneklerinin yarısından çoğunun killi olduğu gözlenmiştir.

Bilesuvar ili topraklarında gerçekleştirilen makro besin elementi analizleri sonucunda, topraktaki bitkiler için yararlı olan fosfor miktarının 25,9 - 437 mgkg⁻¹ arasında değişiklik gösterdiği belirlenmiştir. Bu topraklarının % 13,48'inin “fazla”, % 86,52'sinin “çok fazla” seviyede fosfor içerdiği tespit edilmiştir.

Toprak örneklerindeki potasyum içeriği değerlendirildiğinde, potasyumun 688 - 3667 mgkg⁻¹ arasında değiştiği görülmektedir. Topraklardaki değişebilir K içeriği, % 10,49 oranında “fazla” ve % 89,51 oranında ise “çok fazla” olarak sınıflandırılmıştır. Bileşuar ili tarım topraklarında, potasyum içeriğinin bitkiler için yüksek düzeyde olduğu tespit edilmiştir.

Toprak örneklerinde değişebilir kalsiyum içeriği değerlendirildiğinde, 4480 - 95579,4 mgkg⁻¹ değerleri arasında değiştiği belirlenmiştir. Toprakların % 9,74’ü “fazla” ve % 90,26’sı “çok fazla” seviyelerinde değişebilir kalsiyum içermektedir. Bu sonuçlara göre topraklardaki değişebilir kalsiyum içeriğinin normal seviyenin oldukça üzerinde olduğu ve bitkiler için toksik etki oluşturabileceği söylenebilmektedir.

Topraklardaki değişebilir magnezyum miktarı 627-3733 mgkg⁻¹ arasında değişmektedir. Değişebilir magnezyum içerikleri toprakta bulunması gereken magnezyum referans değerleri ile karşılaştırıldığında, topraklardaki değişebilir magnezyum içeriğinin % 77,53 oranında fazla olduğu ve % 22,47 oranında çok fazla seviyede olduğu tespit edilmiştir. Bu değerler, Bileşuar ilindeki tarım topraklarında değişebilir magnezyum içeriğinin sınır değerlerinden yüksek olduğunu göstermektedir (Şekil 4.4).

Topraklarındaki bitkilere yararışlı demir içeriği 20 - 158 mgkg⁻¹ değerleri arasına değişirken, elde edilen analiz sonuçlarına göre, tüm toprak örneklerinde yararışlı demir içeriğinin “yüksek” seviyede olduğu belirlenmiştir.

Araştırma alanından alınan toprak örneklerinde, yararışlı bakır içeriği miktarı 2,6 - 21,5 mgkg⁻¹ arasında değiştiği ve Bileşuar ili tarım topraklarının tamamında bakır içeriğinin “yeterli” seviyede olduğu tespit edilmiştir.

Topraklardaki yararışlı çinko içeriği, 0,6 - 11,9 mgkg⁻¹ arasında değişmiştir. Toprak içeriğinde bulunması gereken çinko sınır değerleri ve analiz sonuçları birlikte değerlendirildiğinde çinko içeriğinin toprak örneklerinin % 81,65’inde “yeterli seviyede olduğu belirlenmiştir.

Yararışlı mangan içeriği analizi gerçekleştirilen toprak örneklerinde 81 - 456 mgkg⁻¹ arasında değişiklik göstermiştir. Toprak içeriğindeki yararışlı mangan değerleri sınıflandırıldığında toprakların % 40,82’sinin “fazla” ve % 59,18’inin ise “çok fazla” miktarda Mn içerdiği tespit edilmiştir.

Bilesuvar ili sınırları içerisinde gerçekleştirilen bu çalışmadan elde edilen verilere göre, tarım topraklarında genellikle besin elementi içeriklerinin sınır değerlerinin üzerinde bulunduğu belirlenmiştir. Bütün olarak değerlendirildiğinde, tarım topraklarının çok tuzlu, organik madde içeriği az ve killi olduğu söylenebilir. Aynı zamanda, fosfor, potasyum, kalsiyum ve magnezyum makro besin elementi içeriklerinin de toprakta bulunması gereken sınır değerlerini aştığı görülmektedir. Mikro besin elementi olan bakır ve çinko içeriklerinin yeterli seviyede olduğu tespit edilirken demir ve mangan içeriğinin yine sınır değerlerinin üstünde bulunduğu belirlenmiştir. Bilesuvar ili tarım topraklarında, analizler doğrultusunda, toprak içeriğindeki fiziksel ve kimyasal bileşenler ile makro ve mikro besin elementi içeriklerinin dengeli bir seviyeye indirgenmesi ve özellikle tuzluluğun giderilmesi ve organik madde eksikliğinin giderilmesi için gerekli olan çalışmalar gerçekleştirilmelidir. Araştırma alanı topraklarının pH değerlerinin istenilen düzeylere düşürülmesi için topraklara kükürt uygulaması yapılmalıdır.

KAYNAKLAR

- Abbasov, R.K., De Blois, C.L.C, Sharov, P., Temnikova, A., Karimov, R., and Karimova, G. (2019). Toxic site identification program in Azerbaijan. *Environmental Management*, 64 (1), doi:10.1007/s00267-019-01215-1.
- Akinnifesi, T.A., Asubiojo, O.I. and Amusan, A.A. (2006). Effects of fungicide residues on the physico-chemical characteristics of soils of a major cocoa-producing area of Nigeria. *Sci. Total Environ.* 366, 876-879.
- Al-Jabori, J.S.J., Al-Obaed, B.S.O and Al-Amiri, A.H.F. (2011). Effect of soil gypsum content and kind of organic matter on status and behavior of potassium. *Tikrit J. Agric. Sci.*, 11 (4), 299-310
- Alloway, B.J. (2008). Micronutrients and crop production. In *Micronutrient Deficiencies in Global Crop Production.*, Springer Science Business Media BV, pp. 1-39.
- Alparslan, M., Güneş, A. ve İnal, A. (1988). *Deneme tekniği*. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayın No: 1501, Ankara.
- Asian Development Bank. (2005). Country environmental analysis- Azerbaijan. Erişim adresi: <https://www.adb.org/sites/default/files/institutional-document/32178/aze-cea.pdf>. Erişim tarihi: 30.11.2022
- Bader, B.R., Taban, S.K., Fahmi, A.H., Abood, M.A. ve Hamdi, G.J. (2021). Potassium availability in soil amended with organic matter and phosphorous fertiliser under water stress during maize (*Zea mays* L.) growth,. *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences*, 20 (6), 390-394.
- Barreto, M.S.C., Elzinga, E.J., Ramlogan, M., Rouff, A.A. and Alleoni, L.R.F. (2021). Calcium enhances adsorption and thermal stability of organic compounds on soil minerals. *Chemical geology*, 559.
- Bayramlı, G. (2020). The environmental problems of Azerbaijan and the search for solutions. *Wseas Transactions on Environment and Development*, 16, doi: 10.37394/232015.2020.16.42.
- Benton, J.J. (2003). *Agronomic handbook; management of crops, soils and their fertility*. CRC press LLC. USA.
- Bertsch, P.M. and Thomas, G.W. (1985). Potassium status of temperate region soils. Potassium in agriculture. American Society of Agronomy, 131-162. In: R.E. Munson (ed.). Madison, WI.
- Beulah, J., Sharmila, S., Kathiresan, K. and Kayalvizh, K. (2017). Zinc solubilizing bacteria from rhizospheric soil of mangroves. *International Journal of microbiology and biotechnology*, 2 (3), 148-155.
- Bradl, H. B. (2004). Adsorption of heavy metal ions on soils and soils constituents. *Journal of Colloid and Interface Science*. 277, 1–18.

- Britzke, D.; Da Silva, L.S.; Moterle, D.F.; dos Santos Rheinheimer, D. and Bortoluzzi, E.C. (2012). A study of potassium dynamics and mineralogy in soils from subtropical Brazilian lowlands. *J. Soils Sediments*, 12, 185–197.
- Brun, L.A., Maillet, J., Hinsinger, P. and Pépin, M. (2001). Evaluation of copper availability to plants in coppercontaminated vineyard soils. *Environmental Pollution* 111, 293–302.
- Burstom, H.G. (1968). Calcium ve plant growth. *Biological reviews*, 43 (3), 287-316.
- Chen, Y. and Barak, P. (1982). Iron nutrition of plants in calcareous soils. *Advances in Agronomy*. 35, 217-240.
- Das, S.K., Avasthe, R.K., Singh, M., Dutta, S.K. and Roy, A. (2018). Zinc in plant soil system and management strategy. *Agrica*, 7(1):1.
- Demiralay, Đ. (1993). Toprak fiziksel analizleri. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No: 143, s: 6-11, Erzurum.
- Diedrick, K., (2010). Manganese fertility in soybean production. *Pioneer Hi-Bred agronomy sciences*, 20 (14).
- Ducic, T. and Polle, A. (2005). Transport and detoxification of manganese and copper in plants. *Braz. J. Plant Physiol.* 17, 103-112.
- Eskandari, H. (2011). The importance of iron (Fe) in plant products and mechanism of its uptake by plants. *J. Appl. Environ. Biol. Sci*, 1 (10), 448-452.
- Fageria, N., Baligar, V. and Clark, R. (2002). Micronutrients in crop production. *Adv. Agron.* 77, 185-268.
- Fageria, N.K., Santos, A.B., Filho, M.P.B. and Guimaraes, C.M. (2008). Iron toxicity in lowland rice. *J Plant Nutr.* 31, 1676-1697.
- Fan, Y., Lu, S., He, M., Yang, L., Hu, W., Yang, Z., Liu, X., Hui, D., Guoi J. and Yang, Y. (2019). Long-term throughfall exclusion decreases soil organic phosphorus associated with reduced plant roots and roots and soil microbial biomass in a subtropical forest. *Geoderma*, 404, 115309. <https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2021.115309>.
- FAO, (1990). Micronutrient, Assesment and the Country Level: An International Study. FAO Soils Bulletin 63, Rome, Italy.
- Gransee, A. and Führs, H. (2013). Magnesium mobility in soils as a challenge for soil and plant analysis, magnesium fertilization and root uptake under adverse growth conditions. *Plant and Soil*, 368, 5–21.
- Hafeez, B., Khanif, M.Y. and Saleem, M. (2013). Role of Zinc in plant nutrition- A review. *American Journal of Experimental Agriculture*, 3 (2), 374-391.
- Harden, J.W., Hugelius, G., Ahlström, A., Blankinship, J.C., Bond-Lamberty, B., Lawrence, C.R., Loisel, J., Malhotra, A., Jackson, R.B., Ogle, S., Phillips, C., Ryals, R., ToddBrown, K., Vargas, R., Vergara, S.E., Cotrufo, M.F., Keiluweit, M., Heckman, K.A., Crow, S.E., Silver, W.L., DeLonge, M. and Nave, L.E. (2018). Networking our science to characterize

- the state, vulnerabilities, and management opportunities of soil organic matter. *Glob. Chang. Biol.* 24, 705–718.
- Havlin, J.L. and Schlegel, A.J. (2021). Review of Phosphite as a Plant Nutrient and Fungicide, *Soil Syst.* 5 (3), 52
- Havlin, J.L.; Tisdale, S.L.; Nelson, W.L. and Beaton, J.D. (2014). *Soil Fertility and Nutrient Management: An Introduction to Nutrient Management*, 8th ed.; Pearson: Upper Saddle River, NJ, USA, p. 516.
- Haygarth, P.M., Bardgett, R.D. and Condron, L.M. (2013). Nitrogen and phosphorus cycles and their management. In: Gregory PJ, Nortcliff, S (eds). *Soil conditions and plant growth*. Oxford, UK: Wiley-Blackwell.
- Hochmuth, G. (2017). Iron (Fe) nutrition of plants. Department of Soil and Water Sciences, UF/IFAS Extension.
- Huber, D.M and Jones, J.B. (2013) The role of magnesium in plant disease. *Plant and Soil*, 368, 73–85.
- Hue, N. and Mai, Y. (2002). Manganese toxicity in watermelon as affected by lime and compost amended to a Hawaiian acid Oxisol. *Hortscience*, 37, 656-661
- Humphries, J., Stangoulis, J. and Graham, R. (2007). Manganese. In: A. Barker, D. Pilbeam (eds). *Handbook of Plant Nutrition*, Taylor and Francis, USA, pp. 351-366
- Ishfaq, M., Wang, Y., Yan, M. and Wang, Z. (2022). Physiological essence of magnesium in plants and its widespread deficiency in farming system of China. *Frontiers in Plant Science*, 13, 802274.
- Jones, D.J. (2020). Iron availability and management considerations: A 4R approach. *Crops & Soils*, 53(2), 32-37.
- Jackson, M.L. (1967). *Soil Chemical Analysis Handbook*. Micro-Macro Publishing, Inc, USA.
- Lei, Y., Korpelainen, H. and Li, C. (2007). Physiological and biochemical responses to high Mn concentrations in two contrasting *Populus cathayana* populations. *Chemosphere*, 68, 686-694.
- Lindsay, W.L. and Norvell, W.A. (1978). Development of a DTPA soil test for zinc, iron, manganese and copper. *Soil Sci. Soc.Am.J.* 42, 421- 428.
- Maguire, M.E. and Cowan, J.A. (2002). Magnesium chemistry and biochemistry. *Biometals*, 15, 203-210.
- Marschner, H. (1995). *Mineral nutrition of higher plants*. Academic Press, New York.
- Marschner H (2012) ‘Marschner’s mineral nutrition of higher plants.’(Ed. P. Marschner) (Academic Press: London

- Mayland, H.F. and Wilkinson, S.R. (1989) Soil factors affecting magnesium availability in plant–animal systems: a review. *Journal of Animal Science* 67, 3437–3444.
- Millaleo, R. Reyes-Diaz, M., Ivanov, A.G., Mora, M.L. and Alberdi, M. (2010). Manganese as essential and toxic element for plants: Transport, accumulation and resistance mechanisms. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*,. 10 (4), 476-494.
- Miotto, A., Ceretta, C.A., Giroto, E., Trentin, G., Kaminski, J., De Conti, L., Moreno, T., Elena, B. and Brunetto, G. (2017). Copper accumulation and availability in sandy, acid, vineyard soils. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 48 (10), 1167-1183.
- Mishra, R.K., Mohammad, N. and Roychoudhury, N. (2015). Soil pollution: Causes, effects and control. *Tropical Forest Research Institute*, 3 (1).
- Mousavi, S.R., Shahsavari, M. and Rezaei, M. (2011). A general overview on manganese (Mn) importance for crops production. *Australian Journal of Basic and Applied Sciences*, 5 (9), 1799-1803.
- Nazar, S., Bashir, H., Khan, Z.I., Ahmad, K., Siddique, S., Gulshan, A.B., Wajid, K., Nadeem, M., Munir, M., Ashfaq, A. and Malik, S.I. (2021). Correlation of magnesium contents from soil, forages and small ruminants in Punjab, Pakistan. *Pure Appl. Biol.*, 10 (3), 581-587.
- Pal, A., Kumar, A. and Prasad, R. (2014). Predictive association of copper metabolism proteins with Alzheimer's disease and Parkinson's disease: A preliminary perspective. *Biomaterials*, 27 (1), 25–31.
- Paradelo, R., Virto, I. and Chenu, C. (2015). Net effect of liming on soil organic carbon stocks: a review. *Agric Ecosyst Environ.*, 202, 98–107.
- Prietzl, J., Klysubun, W. ve Hurtarte, L.C.C. (2020). The fate of calcium in temperate forest in soils: a Ca K- edge XANES study. *Biogeochemistry*, 152, 195-222.
- Prokof'eva, T., Shishkov, V. and Kiriushin, A. (2021). Calcium carbonate accumulations in Technosols of Moscow city. *J Soils Sediments* 21, 2049–2058.
- Reddykapa, V., Jayavardhan, A., Panguluru, H., Garg, M., Gill, G., Agarwal, S. and Gupta, N. (2022). "Real-time Estimation of Nitrogen, Phosphorus, and Potassium in Soil," *IEEE Delhi Section Conference (DELCON)*, pp.1-6, doi: 10.1109/DELCON54057.2022.9753548.
- Rengel, Z. (2015). Availability of Mn, Zn ve Fe in the rhizosphere. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*, 15 (2), 397-409.
- Richards, L.A. (1954). Diagnosis and improvement of saline and alkali soils. U.S.D.A Handbook, No: 60.
- Rowley, M.C., Grand, S. and Verrecchia, E.P. (2018). Calcium-mediated stabilisation of soil organic carbon. *Biogeochem.*, 137, 27–49.
- Rudani, K., Prajapati, K. and Patel, V. (2018). The importance of zinc in plant growth- A review. *International Research Journal of Natural and Applied Sciences*, 5 (2), 22-29.

- Sadeghzadeh, B. (2013). A review of zinc nutrition and plant breeding. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*. 13 (4), 905-927.
- Sağlam, M.T. (2012). Toprak ve Suyun Kimyasal Analiz Yöntemleri. Namık Kemal Üniversitesi Yayınları No: 2, Ders Kitabı No: 2, Tekirdağ.
- Savithri, P., Joseph, B.I.J.U. and Poongothai, S. (2003). Effect of copper fungicide sprays on the status of micronutrient in soils of hot semiarid region of India. Tamil Nadu Agricultural University, Coimbatore 641 003.
- Schroeder, D. (1979). Structure and weathering of potassium containing minerals. *Proc. Congr. Int. Potash Inst.* 11, 43-63.
- Schwertmann, U., and Taylor, R. M., (1977). Minerals in Soil Environments, *Soil Sci. Soc. Am (In: J. B. Dixon, S. B. Weed, J. A. Kittrick, M. H. Milford, and J. L White, eds.)*, pp. 145-180.
- Sharpley, A.N. (2012). *Phosphorus availability*. In: Huang, P.M., Li, Y., Sumner, M.E. (eds.). Handbook of soil sciences: resource management and environmental impacts. 2nd edition. Boca-Raton, Florida: CRC Press.
- Soumare A., Sarr, D. and Diedhiou, A. G. (2022). Potassium sources, microorganisms, and plant nutrition—challenges and future research directions: A review. *Pedosphere*.
- Şenbayram, M., Gransee, A., Wahle, V. ve Thiel, H. (2015). Role of magnesium fertilisers in agriculture: plant–soil continuum. *Crop & Pasture Science*, 66, 1219-1229.
- Sparks, D. (1995). Environmental Soil Chemistry. San Diego, *Academic Press*, 352 p.
- Spencer, W.F. (1966). Effect of copper on yield and uptake of phosphorus and iron by citrus seedlings grown at various phosphorus levels. *Soil Science*, 102: 296-299.
- Sunitha, K.K., Padma devi, S. N. and Vasandha S. (2016). Zinc solubilizing bacterial isolates, from the agricultural field of Coimbatore Tamil Nadu, India. *Current Sci.* 110 (2),126-135.
- Taiwo, A.A., Adetunji, M.T., Azeez, J.O. and Elemo, K.O. (2018). Kinetics of potassium release and fixation in some soils of Ogun State, Southwestern, Nigeria as influenced by organic manure. *Int. J. Recycl. Org. Waste Agric.*, 7 (3), 251-259.
- Torabian, S., Farhangi-Abri, S., Qin, R., Noulas, C., Sathuvalli, V., Charlton, B. and Loka, D.A. (2021). Potassium: A vital macronutrient in potato production- A review. *Agronomy*. 11, 543.
- Vlček, V. ve Pohanka, M. (2018). Adsorption of copper in soil and its dependence on physical and chemical properties. *Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis*, 66 (1), 219 -224.
- Yan, B. and Hou, Y. (2018). Effect of soil magnesium on plants: a Review. 2nd International Symposium on Resource Exploration and Environmental Science IOP Publishing IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science, 170: 022168 doi :10.1088/1755-1315/170/2/022168.

Yruela, I. (2009). Copper in plants: Acquisition, transport and interactions. *Functional Plant Biology*, 36 (5), 490-430.



