

**YUNANİSTAN'IN GÜMÜLCİNE ŞEHRİNE BAĞLI KOZLUKEBİR BELEDİYESİ
KÖYLERİNİN TARIM TOPRAKLARININ VERİMLİLİK DURUMLARININ
ARAŞTIRILMASI**

ENES CHOUSEİN

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



YUNANİSTAN'IN GÜMÜLCİNE ŞEHRİNE BAĞLI KOZLUKEBİR BELEDİYESİ
KÖYLERİNİN TARIM TOPRAKLARININ VERİMLİLİK DURUMLARININ
ARAŞTIRILMASI

Enes CHOUSEİN

ORCID: 0009-0009-8731-8866

TOPRAK BİLİMİ VE BİTKİ BESLEME ANABİLİM DALI
YÜKSEK LİSANS TEZİ

Danışman: Prof. Dr. Aydın ADİLOĞLU

AĞUSTOS-2023

Her hakkı saklıdır.

ÖZET

YUNANİSTAN'IN GÜMÜLCİNE ŞEHRİNE BAĞLI KOZLUKEBİR BELEDİYESİ KÖYLERİNİN TARIM TOPRAKLARININ VERİMLİLİK DURUMLARININ ARAŞTIRILMASI

Enes CHOUSEİN

Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı

Yüksek Lisans Tezi

Danışman: Prof. Dr. Aydın ADİLOĞLU

Bu çalışma Yunanistan'ın Batı Trakya bölgesindeki Gümülcine şehrine bağlı olan Kozlukebir Belediyesi köylerinin tarım topraklarının verimlilik durumlarının araştırılması adına yapılmış bir çalışmadır. Çalışmamızda 19 köyden alınmış 100 toprak analiz örneği kullanılmıştır. Bu analizlere göre toprakların kum, silt, kil oranlarının belirlenmesi sonucu toprakların tekstür sınıfı ve pH, kireç, organik madde, tuz oranları ile bitki besin elementlerinden azot, fosfor, potasyum, magnezyum, demir, bakır, çinko ve mangan elementleri incelenmiş ve mevcut değerlere göre sınıflandırılmıştır. Yapılan hesaplamalar sonucu toprakların verimlilik durumu belirlenerek yorumlanmıştır. Çıkan sonuçlara göre Kozlukebir Belediyesi köylerinin topraklarında makro besin elementlerinden bitkiler için yararlı N oranı 3,48 mg/kg ile 56,14 mg/kg arasında "çok az", yararlı P oranı 2,8 mg/kg ile 55,9 mg/kg arasında "yeterli", değişebilir K oranı 52 mg/kg ile 763 mg/kg arasında "yeterli", Mg oranı 88 mg/kg ile 1165 mg/kg arasında "yeterli" olarak bulunmuştur. Mikro besin elementlerinden yararlı Fe oranı 4,8 mg/kg ile 153,0 mg/kg arasında "yüksek", Cu oranı 0,5 mg/kg ile 5,7 mg/kg arasında "yeterli", Zn oranı 0,18 mg/kg ile 57,4 mg/kg arasında "az" ve Mn oranı 3,48 mg/kg ile 56,14 mg/kg arasında "az" olarak tespit edilmiştir. Toprakların organik madde miktarları % 67 oranında "az", kireç % 74 oranında "az kireçli", tuz oranı % 51 oranında "tuzlu" ve pH seviyesinin % 74 ile "hafif alkali" sınıfında olduğu belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Batı Trakya, Gümülcine, Kozlukebir Belediyesi, Toprak Verimliliği

ABSTRACT

THE AGRICULTURAL SOIL YIELD STATUS ANALYSIS OF VILLAGES UNDER KOZLUKEBIR MUNICIPALITY CONNECTED TO THE CITY OF GUMULCINE IN GREECE

Enes CHOUSEIN

Department of Soil Science and Plant Nutrition

MSc. Thesis

Supervisor: Prof. Dr. Aydın ADİLOĞLU

The work is namely focused on soil yield status analysis of villages under Kozlukebir Municipality connected to the city of Gumulcine in Greece. In this work we have used 100 soil analysis samples from 19 villages. In accordance with these analyses, after the sand, silt and clay percentage was determined, we were able to categorize the texture class, pH, lime, organic matter, salt percentage of soil in addition to the nutritional elements such as nitrogen, phosphor, potassium, magnesium, iron, copper, zinc and mangan after examination, in compliance with their assets. With the result of the calculation kept in mind, the yield status of soils were identified and explained. According to the results, the soil in the villages of Kozlukebir Municipality, for plants the macro nutritional elements, available N amount is between 3,48 mg/kg and 56,14 mg/kg ‘‘very little’’, available P amount is between 2,8 mg/kg and 55,9 mg/kg ‘‘enough’’, exchangeable K amount is between 52 mg/kg and 763 mg/kg ‘‘enough’’, Mg amount is between 88 mg/kg and 1165 mg/kg ‘‘enough’’. In the case of micro nutritional elements, it has been found that available Fe amount is between 4,8 mg/kg and 153,0 mg/kg ‘‘high’’, Cu amount is between 0,5 mg/kg and 5,7 mg/kg ‘‘enough’’, Zn amount is between 0,18 mg/kg and 57,4 mg/kg ‘‘low’’ and Mn amount is between 3,48 mg/kg and 56,14 mg/kg ‘‘low’’. The amount of organic matter in the soil is 67 % ‘‘low’’, lime amount is 74 % ‘‘little calcareous’’, salt amount is 51 % ‘‘salty’’ and with a level of 74 % pH it is categorized as ‘‘slightly alkaline’’.

Keywords: Western Thrace, Gumulcine, Kozlukebir Municipality, Soil Yield

İÇİNDEKİLER

| | |
|---|-------------|
| ÖZET | i |
| ABSTRACT | ii |
| İÇİNDEKİLER | iii |
| ÇİZELGELER DİZİNİ | v |
| ŞEKİLLER DİZİNİ | vi |
| KISALTMALAR VE SİMGELER | vii |
| TEŞEKKÜR | viii |
| 1. GİRİŞ | 1 |
| 2.ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR | 3 |
| 2.1. Bitki Besin Elementlerinin Alınabilirliği Ve Yararışlılığını Etkileyen Faktörler | 3 |
| 2.2. Fiziksel Toprak Faktörleri | 3 |
| 2.3. Kimyasal Toprak Faktörleri | 7 |
| 2.4. Biyolojik Faktörler | 11 |
| 2.5. İçsel (Bitkisel) Faktörler..... | 13 |
| 2.6. Bitki Besin Elementleri | 14 |
| 2.6.1. Azot (N)..... | 14 |
| 2.6.2. Fosfor (P)..... | 15 |
| 2.6.3. Potasyum (K) | 16 |
| 2.6.4. Kalsiyum (Ca)..... | 18 |
| 2.6.5. Magnezyum (Mg)..... | 20 |
| 2.6.6. Molibden (Mo) | 21 |
| 2.6.7. Mangan (Mn) | 22 |
| 2.6.8. Kükürt (S)..... | 23 |
| 2.6.9. Demir (Fe)..... | 24 |
| 2.6.10. Çinko (Zn)..... | 25 |
| 2.6.11. Bakır (Cu) | 26 |
| 2.6.12. Bor (B)..... | 28 |
| 3. ÇALIŞMA ALANININ TANITILMASI | 29 |
| 3.1. Coğrafi Durum ve Bölge Halkı | 29 |
| 4. MATERYAL VE YÖNTEM | 31 |
| 4.1. Yöntem | 37 |
| 4.1.1. Toprak Örneklerinde Yapılan Bazı Fiziksel ve Kimyasal Analizler..... | 37 |

| | |
|---|-----------|
| 4.1.1.1. Toplam Tuz (%) | 37 |
| 4.1.1.2. Toprak Reaksiyonu (pH)..... | 37 |
| 4.1.1.3. Tekstür | 38 |
| 4.1.1.4. Kireç (% CaCO ₃) | 38 |
| 4.1.1.5. Organik Madde (%) | 38 |
| 4.1.1.6. Bitkiye Yarayışlı Fosfor | 38 |
| 4.1.1.7. Değişebilir Katyonlar (Mg, K) | 38 |
| 4.2. Bitkilere Yarayışlı Bazı Mikro Elementler (Fe, Cu, Zn, Mn) | 38 |
| 5. ARAŞTIRMA VE BULGULAR..... | 39 |
| 5.1. Toprak Örneklerinin Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri..... | 39 |
| 5.2. Toprakların pH Değerleri | 42 |
| 5.3. Toprakların Kireç Miktarları | 42 |
| 5.4. Toprakların Organik Madde Miktarları..... | 43 |
| 5.5. Toprakların Tuz Miktarları..... | 43 |
| 5.6. Toprakların Tekstürleri | 44 |
| 5.7. Araştırma Alanı Topraklarının Bazı Makro Besin Elementi İçerikleri..... | 44 |
| 5.7.1. Toprakların Bitkilere Yarayışlı Nitrat Azotu Miktarları | 48 |
| 5.7.2. Toprakların Bitkilere Yarayışlı Fosfor Miktarları | 48 |
| 5.7.3. Toprakların Değişebilir Potasyum Miktarları | 48 |
| 5.7.4. Toprakların Değişebilir Magnezyum Miktarları | 49 |
| 5.8. Araştırma Alanı Topraklarının Bazı Mikro Besin Elementi İçerikleri | 50 |
| 5.8.1. Toprakların Bitkilere Yarayışlı Demir Miktarları | 53 |
| 5.8.2. Toprakların Bitkilere Yarayışlı Bakır Miktarları | 54 |
| 5.8.3. Toprakların Bitkilere Yarayışlı Çinko Miktarları..... | 54 |
| 5.8.4. Toprakların Bitkilere Yarayışlı Mangan Miktarları | 55 |
| 6. SONUÇ VE ÖNERİLER..... | 56 |
| 7. KAYNAKLAR | 58 |

ÇİZELGELER DİZİNİ

| | |
|---|----|
| Çizelge 4.1. Araştırmanın yapıldığı arazilere ilişkin bilgiler | 31 |
| Çizelge 5.1. Araştırma alanı topraklarının bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri..... | 39 |
| Çizelge 5.2. Toprakların pH değerlerine göre sınıflandırılması | 42 |
| Çizelge 5.3. Toprakların kireç içeriklerinin sınıflandırılması | 43 |
| Çizelge 5.4. Toprakların organik madde içeriklerinin sınıflandırılması | 43 |
| Çizelge 5.5. Toprakların toplam tuz değerlerinin sınıflandırılması | 44 |
| Çizelge 5.6. Toprakların bazı makro besin elementi içerikleri..... | 44 |
| Çizelge 5.7. Toprakların N-NO ₃ bakımından sınıflandırılması..... | 48 |
| Çizelge 5.8. Toprakların yarayışlı P bakımından sınıflandırılması | 48 |
| Çizelge 5.9. Toprakların değişebilir K bakımından sınıflandırılması | 49 |
| Çizelge 5.10. Toprakların değişebilir Mg miktarlarının sınıflandırılması..... | 49 |
| Çizelge 5.11. Araştırma alanı topraklarının bazı mikro besin elementi içerikleri..... | 50 |
| Çizelge 5.12. Toprakların bitkilere yarayışlı Fe bakımından sınıflandırılması..... | 54 |
| Çizelge 5.14. Toprakların bitkilere yarayışlı Zn bakımından sınıflandırılması | 55 |
| Çizelge 5.15. Toprakların bitkilere yarayışlı Mn bakımından sınıflandırılması | 55 |

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 4.1. Batı Trakya Bölgesi ve Gümölcine şehrinin Yuananistan'daki konumu36

Şekil 4.2. Kozlukebir Bölgesi ve toprak örneklerinin alındığı köyler..... 37



KISALTMALAR VE SİMGELER

| | |
|---------|---|
| C | Karbon |
| H | Hidrojen |
| O | Oksijen |
| N | Azot |
| P | Fosfor |
| K | Potasyum |
| Ca | Kalsiyum |
| Mg | Magnezyum |
| S | Kükürt |
| Fe | Demir |
| Zn | Çinko |
| Mn | Mangan |
| Cu | Bakır |
| Mo | Molibden |
| B | Bor |
| Cl | Klor |
| Al | Alüminyum |
| Ni | Nikel |
| Cd | Kadmiyum |
| Hg | Cıva |
| Pb | Kurşun |
| Cr | Krom |
| NaCl | Sodyum klorür (tuz) |
| Mm | Milimetre |
| µm | Mikrometre |
| °C | Kelvin (Derece) |
| mol | Atom ya da molekül içeren madde |
| pH | Bir çözeltinin asitlik veya bazlık derecesini tarif eden ölçü birimidir |
| mg/kg | miligram/kilogram |
| FAO | Gıda ve Tarım Örgütü |
| ICP-OES | Endüktif Plazma Spektroskopisi |

TEŞEKKÜR

Eğitim hayatıma baŐladığım ilk günden bugünlere dek her zaman yanımda olan ve bana olan desteklerini en kötü günlerimde bile sürdüren en başta aileme ve bana bir telefon kadar uzak olan, yardımını hiçbir zaman esirgemeyen, engin bilgisiyle eğitim hayatımın yapı taşlarından biri olan danışman hocam Prof. Dr. Aydın ADİLOğLU hocama teşekkürlerimi sunarım.

Enes CHOUSEİN

21 Ağustos 2023

1. GİRİŞ

Oksijen tüketerek ve beslenerek hayatlarını sürdüren tüm canlıların toprağa muhtaç olduğu gibi biz insanoğlu da hayatımızı devam ettirebilmek ve nesillerimizin devamı için toprağa ve tarıma her zaman muhtaç olmuşuzdur. Yaşadığımız 21. Yüzyılın dünyasına bakacak olursak aslında biz insanoğlu, her zamankinden daha da muhtacı toprağa bugün. Bunun nedeni diğer canlıların nüfusları gitgide azalırken, soyları günden güne tükenirken yeryüzünden, biz insanoğlunun nüfusunun daha önce hiç olmadığı kadar çok arttığını ve artış seviyesinin hala katlanarak devam etmekte olduğunu görmekteyiz. Dünya nüfusunun 8 milyara dayandığı bu yıllarda milyonlarca insan açlık nedeniyle hayata veda etmekte ve milyonlarca insan da açlık ile mücadele ederek hayatlarına devam etmektedir.

Son yıllarda dünya genelinde ortaya çıkan pandemi nedeniyle tüm ülke ekonomilerinin ve tüm dünya piyasasının altüst oluşu da birçok ülke vatandaşlarının yaşam standartlarını kısıtlamış ve ekonomik açıdan birçok insanın zorluklar çekmesine neden olmuştur. Bu zorluklar neticesi olarak Avrupa Birliği ülkeleri de dahil olmak üzere birçok gelişmiş ülkelerde gelir düzeyi düşük vatandaşların alım gücü azaldığı gibi, açlık seviyesinde de önemli düzeyde artışlar meydana gelmiştir.

Dünya üzerinde yaşayan 8 milyar insana ulaşan dünya nüfusunu hem ekonomik, hem besin ihtiyacı yönünden etkileyen en son kriz Rusya ile Ukrayna arasında gerçekleşmekte olan savaştır. Dünya üzerinde buğday ve ayçiçeği gibi tarımsal ürünlerin önemli üreticilerinden olan bu iki ülkeden Rusya'ya uygulanan ambargo ve Ukrayna'nın da ürün ithal edemiyor olması sonucunda birçok ülke yiyecek ekmek derdine düşmüş ve dolaylı yoldan piyasadaki tarım ürünlerinin fiyatlarında son derece yüksek artışlar meydana gelmiştir.

Çalışmamızın başından bu yana bahsettiğimiz: 1) Nüfus Artışı, 2) Pandeminin Etkileri ve 3) Rusya-Ukrayna savaşı, doğrudan veya dolaylı yoldan artan dünya nüfusunun beslenebilmesi açısından toprağın, tarımın ve tarım ürünlerinin önemini bir kez daha yinelemiştir. Son zamanlarda ekonomik açıdan halkların çektiği zorlukların ve açlık derecesine varan bu kötü gidişatın en önemli sebebi, tarımsal üretime gereken değerlerin verilmemesidir. Toprak kurtuluşumuzdur. Dünya üzerinde oksijen tüketen ve beslenme ihtiyacı duyan her canlı toprağa ve tarıma muhtaçtır.

Günümüz dünyasında birçok ülkenin sanayi ve endüstri üzerine yoğunlaşmaları tarım sektörünün ikinci planda kalmasına neden olmuştur. Hakettiği değeri bulamayan

Üretici, sonzamanlarda ŐehirleŐmenin artması ve insanların köylerden Őehirlere göç etmesi sonucu taprağından uzaklaŐarak farklı alanlara yönelmiŐtir. Geride kalan ve elden çıkarılan verimli arazilerin birçoğu bugün amaç dıŐı kullanımlar nedeniyle tarımsal üretimden uzaklaŐmıŐ bulunmaktadır.

Verimli araziler üzerinde fabrikaların, Őehirlerin, otobanların, havaalanlarının kurulması, nüfusu 8 milyara ulaŐmıŐ bir dünya toplumu için oldukça ciddi bir sorun teŐkil etmektedir. Günümüz Őartlarına göre biz üreticiler ve tarım sektörünün nc kiŐileri olarak elimizdeki arazileri doğru kullanarak, sürdürülebilir toprak verimliliği ve birim alandan maksimum verim alma yolunda doğru ve yerinde tarımsal uygulamalar ve müdahaleler ile üretici halkımızın hizmetinde olmak durumundayız.

Birim alandan yüksek verim alabilmemiz için toprağımızı iyi tanımamız ve gerekli uygulamaları yapabilmemiz gerekir. Nasıl ki bir doktor hastasını muayene etmeden gerekli müdahaleyi yapamıyorsa ve doğru reçeteyi yazamıyorsa, biz üreticiler de toprağımızı tanımadan ve toprağımızın ihtiyaçlarını bilmeden müdahale etmemiz ne yazık ki yanlıŐ sonuçlar almamızı sağlar. Toprağa ekilen bir bitkinin geliŐip büyüyebilmesi ve ürün verebilmesi için toprak özelliklerinin bitkinin isteklerini karŐılayabilmesi ve gelişimi için gerekli olan besin elementlerinin topraktaki varlığına ihtiyaç duyar.

Bu çalıŐmanın amacı, Yunanistan'ın Gmlcine (Komotini) Şehrine bağlı olan ve çoğunluk olarak Türk azınlığının yaşadığı Kozlukebir Belediyesi köylerinin tarım topraklarının verimlilik durumlarının araŐtırılmasıdır. Bu alıŐma sonunda, elde edilen verilere göre bölge topraklarının fiziksel ve kimyasal özellikleriyle beraber, toprakların bünyesinde bulundurduğu ve bitki gelişimi için mutlak gerekli olan besin elementlerinin topraktaki mevcudiyeti belirlenmiştir. ÇalıŐmanın amacı, bölgede yapılmakta olan yanlıŐ gübreleme ve ilaçlamaların önüne geçebilmek ve doğru ürün seçimi ile maksimum verim elde edebilmektir.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

2.1. Bitki Besin Elementlerinin Alınabilirliği Ve Yarayırlılığını Etkileyen Faktörler

Bitkilerin beslenmesinde, besin elementi yarayırlılığı (alınabilirliği) deyimini sıkça kullanılan önemli bir terimdir. Genel olarak ifade edildiğinde, toprakta bitki köklerine kolayca ulaşabilen ve bitkilerce alınabilen besin elementleri yarayırlı olarak tanımlanmaktadır. Dolayısıyla besin elementi alınabilirliği, toprakta bulunan besin elementlerinin gerek fizikokimyasal durumu ve gerekse bitki metabolizması ile bitki kök ilişkilerini içine alan çok yönlü faktörlerin etkisi altında, oldukça değişkendir. Bu nedenle, topraktaki alınabilir bitki besin elementi kapsamının tam olarak ölçülmesi ve kanitatif olarak ifade edilmesi zordur.

Bitkiler besin elementlerini topraktan basit formlarda ve genellikle iyon şeklinde alırlar. Toprakta bitki kökleri tarafından alınabilir formda bulunan besin elementlerinin yanı sıra, bitkilerce alınamaz halde önemli düzeyde besin elementi de bulunabilir. Toprak çözeltisinde yarayırlı halde bulunan bir kısım besin elementleri ise bazı olumsuz koşulların oluşması ile birlikte yeniden yarayırsız hale dönüşürler.

Bitki besin elementlerinin yarayırlılığı ve bitkilerce alınabilirliğini etkileyen başlıca unsurlar (1) dış faktörler ve (2) iç (bitkisel) faktörler olmak üzere iki ana gruba ayrılabilir. Dış faktörler de kendi içerisinde; fiziksel toprak faktörleri, kimyasal toprak faktörleri, biyolojik faktörler ve iklimsel faktörler olmak üzere dört ana başlık halinde incelenebilir.

İç faktörler; Bitki çeşidi (genetik yapısı), yaşı, gelişme durumu gibi bitkiden kaynaklanan faktörlerdir. Buna karşılık, her bir grup içerisinde yer alan alt faktörün bir diğer grubu ilgilendirdiği ve insan faktöründen ileri gelen toprak yönetim uygulamalarının da besin elementi yarayırlılığını her bakımdan etkilediği unutulmamalıdır.

Dış faktörler; Toprak verimliliği, yalnızca toprağın besin elementlerini yeterince içermesine değil, aynı zamanda var olan besin elementlerinin bitkiler tarafından en etkili şekilde kullanımını sağlayacak hava, su, sıcaklık gibi uygun fiziksel koşullara sahip olmasına da bağlıdır (Korkmaz ve Saltalı, 2012).

2.2. Fiziksel Toprak Faktörleri

Toprakların katı fazı, organik ve inorganik bileşiklerden oluşmaktadır. İnorganik faz, farklı boyuttaki parçacıklardan ibarettir. Farklı boyuttaki parçacıkların topraktaki oransal dağılımları (% kum, kil, silt) ise toprak bünyesini (tekstür) oluşturur. Uluslararası sınıflama

sisteminde toprak parçacıkları (fraksiyonları) genel sınıflama ile büyüklüklerine göre; 0.002 mm'dan küçük parçacıklar kil, 0.002-0.02 mm arasında olan parçacıklar silt, 0.02-0.2 mm arasında olan parçacıklar ince kum, 0.2-2 mm arasındaki parçacıklar kum ve 2 mm'den daha büyük parçacıklar çakıl olarak tanımlanmıştır.

Toprak Tekstürü; Toprağın enaz değişikliğe uğrayan ve fiziksel davranışını birinci derecede etkileyen en önemli özelliğidir. Birçok toprak özelliği ile doğrudan ya da dolaylı olarak ilişkilidir. Toprakta suyun tutulması ve hareketini, havalanma parametrelerini, ısınma özelliklerini, plastiklik durumunu, kıvam limitlerini, toprakta agregat oluşumu ve stabilitesini, erozyona karşı direncini, işlenebilirliğini ve besin elementi rezervini önemli derecede etkiler.

Toprak Strüktürü; Primer toprak parçacıkları (kum, silt ve kil), toprak sistemi içerisinde gerçekleşen birçok olay ve süreç altında, ortamda bulunan bağlayıcı, yapıştırıcı ve çimentolayıcı maddelerin (organik madde, kil, kireç, bitki, bitki kökleri ve mikroboyal kaynaklı yapıştırıcı pektik bileşenler vb.) etkisiyle bir araya gelerek kümeleşme eğilimi gösterirler. Primer toprak parçacıklarının birleşmeleri sonucu ortaya çıkan strüktürel ünitelere "sekonder toprak parçacığı" veya "agregat" adı verilmektedir. Agregatların şekil, büyüklük ve dizilişleri ile karakterize edilen yapısal sistem ise "toprak strüktürü" olarak tanımlanmaktadır (Karaman vd., 2007).

Toprak Strüktürü; Toprakta su ve hava hareketi, suyun tutulması, gözeneklilik, mikroorganizma aktivitesi, bitki kök gelişimi, bitki besin elementlerinin alımı ve tohumun çimlenmesi gibi konularda tarımsal üretimi etkileyen önemli faktörlerden birisidir. Toprakta bitki besin elementi yeterli düzeyde olsa dahi, toprak strüktürü uygun değilse bitki gelişimi ve besin elementlerinin alınabilirliği olumsuz yönde etkilenir.

Tarım alanlarında toprak sıkışması bitkisel üretimi için önemli sorunlardan birisidir. Toprakta sıkışma derecesini ölçen penetrometre aleti ile yapılan çalışmalarda, toprak direnci arttıkça bitki kök yoğunluğu ve gelişiminin azaldığı rapor edilmiştir (McMichael ve Qisenberry, 1992).

Sürekli aynı derinlikte toprak işleme, ıslak toprağın işlenmesi, tarlalarda tarımsal alet-makine aktiviteleri ve meralarda ise hayvan yoğunluğu gibi nedenlerle topraklar sıkışma eğilimi gösterirler. Toprak sıkışması sonucunda ise pulluk katmanı denilen geçirimsiz bir tabaka oluşmakta ve bitki kök gelişimi engellenmektedir (Anonim, 2011).

Pulluk katmanı, su ve besin element hareketini sınırlar. Bu tür olumsuz koşullardan özellikle fosfor gibi toprakta kuvvetli fikse olan (tutulan) besin elementleri daha fazla etkilenir. Pulluk katı üzerinde yer alan üst toprakta yapılacak gübreleme, besin elementi yetersizliğini giderebilir ise de, sulama sonucu fazla suyun drene olması engellendiğinden, bitkilerin besin elementlerinden yararlanmaları sınırlıdır. Nitekim kimi bitki besin elementleri suda çözülmüş olarak bitki köklerine ulaşırken, toprak kolloidleri tarafından adsorbe edilen fosfor ve bakır gibi elementlerin alınabilirliği, etkin kök gelişimi ve köklerin bu iyonlara temasına bağlıdır.

Yapılan araştırmalara göre; toprak hacmindeki küçük değişimlerin dahi ekilen havuç bitkisinin kök gelişimi üzerinde önemli farklılıklara neden olduğu belirlenmiştir. Etkili kök gelişimi ancak sürekli ve yeterli büyüklükte toprak gözenekliliği ile mümkün olabilmektedir (Carr ve Dodds, 1983).

Kökün nüfuz edebileceği minimum toprak gözenekliliğinin 10 µm olması gerekmektedir. Yetersiz kök gelişimi ise başta besin elementi alımını azaltmak suretiyle bitkilerin sağlıklı beslenmesine olumsuz etkide bulunur. Tarım alanlarında toprak sıkışıklığının önlenmesi için arazinin her yıl farklı derinlikte ve uygun nem (tav) durumunda işlenmesi gerekir (Gregory, 2006).

Toprak Suyu; Kimyasal olarak hidrojen ve oksijenden oluşan su, ekolojik olarak topraktaki tüm bitkilerin su ihtiyacının karşılanması, bitki besin maddelerinin çözünmesi ve taşınması için mutlak gereklidir. Toprakta iyi bir çözücü olan su, yaşayan bitki dokularının %75-95'ini oluşturan çok önemli bir bileşendir. Su, bitki gelişimi için gerekli olan fotosentez, hücre bölünmesi, protoplazmanın normal durumunu koruması gibi sayısız fizyolojik ve biyokimyasal süreçlerde doğrudan veya dolaylı olarak rol almaktadır. Toprak suyu toprak içerisindeki konumlarına göre farklı özellikler göstermektedir. Bu farklılıklar "toprak suyu çeşitleri ve nem sabiteleri" ismiyle kendi aralarında sınıflandırılmıştır (Karaman vd., 2007).

Toprak Havası; Toprak içerisindeki havanın kompozisyonu, köklerin ve mikroorganizmaların solunumu nedeniyle atmosferdeki havanın kompozisyonundan farklıdır. Atmosferde % 21 oksijen, % 0.03 karbondioksit bulunurken, toprakta % 20.6'dan daha az oksijen ve % 0.2'den daha fazla karbondioksit bulunmaktadır. Atmosferik havanın oksijen içeriği toprak içerisindeki havanın içeriğinden yüksek olduğu için, atmosferden toprak içerisine oksijen girerken, toprak içerisinden atmosfere karbondioksit çıkmaktadır. İki farklı ortamdaki gazların konsantrasyon farkı nedeniyle, konsantrasyonu yoğun ortamdan düşük olan ortama

doğru gazların hareketetmesi toprak solunumu olarak tanımlanmaktadır. Toprak ile atmosfer arasında gerçekleşmesi gereken gaz değişimi kısıtlandığında veya engellendiğinde toprak içerisinde toksik bileşikler oluşur. Havalanma koşullarının yetersizliği, dolayısıyla toprakta oksijen yetersizliği durumunda kök solunumu geriler, bitki köklerinde ise su ve besin maddesi alımı olumsuz yönde etkilenir. Artan oksijen noksanlığı toprakta ayrıca besin maddelerinin aerobic dönüşüm olaylarını da olumsuz etkiler.

Yağışlı mevsimlerde toprak gözenekleri çoğunlukla su ile doludur. Bu durumda bitkiler yeterince oksijen alamazlar ve bitkilerin etkin mineral madde alımlarında gerilemeler görülür. Toprak su ile doygun olduğunda bitkilere yarayışlı nitrat (NO₃) anyonu, anaerobic koşullarda mikrobiyolojik olarak azot (N₂) ve nitrojen gazına (N₂O) indirgenerek ortamdandan uzaklaşır. Anaerobik koşullarda oksitlenmiş Mn⁴⁺ ve demir Fe³⁺ ise Mn²⁺ ve Fe²⁺'ye indirgenir ve aşırı indirgenmiş bu elementler bitkilere zarar verir. İndirgenme (havasız) koşulların daha da artması durumunda bitkiler için toksik olan hidrojen sülfid (H₂S), hidrojen (H₂) ve metan (CH₄) gazları oluşur. Tüm bu olumsuz koşullar ise bitkilerin sağlıklı beslenmesini olumsuz etkiler. Söz konusu olumsuz koşulların önlenmesi için toprakların fiziksel özelliklerinin (toprak strüktürü, toprakta su ve hava hareketi vb.) iyileştirilmesi ve toprak işleminin uygun dönemlerde ve zamanlarda yapılması gerekir (Daji, 1970).

Toprak Sıcaklığı; Bitki gelişimi, ürün verimi ve toprakta gerçekleşen fiziksel, kimyasal ve biyolojik olayları etkileyen en önemli çevre faktörlerinden birisi de sıcaklıktır. Isı, cisimlerin sahip olduğu enerjilerin toplamı olup, moleküllerin hareketi ile transfer edilir. Cisimlerin ısısının artması ile cisimleri oluşturan moleküllerin hareketi artar ve hareket enerjisi fazla olan cisimler sıcak, düşük olan cisimler ise soğuk hissedilir. Optimum çevre ve sıcaklık koşullarında bitkilerin vejetatif aksamı ve kök gelişimi artar. Bitkilerin kök gelişiminin artması daha fazla besin elementi ve su alımına neden olur. Düşük sıcaklıklarda bitki kök hücrelerinin geçirgenliğinin ve transpirasyonun azalması nedeniyle, kökler tarafından besin elementlerinin alımı azalır. Bitki kök gelişimi için en uygun sıcaklık 15-20°C'dir. Bitki kökleri tarafından besin elementlerinin alımı 40°C'ye kadar artmakta ve bu değerden sonra sıcaklık artışına bağlı olarak besin elementlerinin alımı hızla azalmaktadır. Düşük sıcaklık derecelerinde besin elementlerinin toprak içerisindeki hareketi (difüzyon, kitle akışı) ve kök bölgesine taşınımı da yavaşlar. Bazen toprak çözeltisinde yeterince besin elementi bulunsa dahi düşük sıcaklık nedeniyle bitkiler bu besin elementlerinden yeterince yararlanamazlar.

Sıcaklık topraktaki çeşitli fizikokimyasal reaksiyon ve mikroorganizma aktivitelerini de etkilemektedir. Uygun sıcaklığa bağlı olarak toprakta fizikokimyasal reaksiyonların ve mikroorganizma faaliyetlerinin artması, bitkilerce alınmaz haldeki besin elementlerinin alınabilir hale dönüşmesini sağlar. Toprak sıcaklığı, topraktaki mikroorganizmaların sayısı ve biyolojik aktiviteleri için en az toprak havası kadar önemlidir. Örneğin topraklarda azotun oksidasyonunu sağlayarak nitrata (NO_3) dönüşmesini sağlayan nitrifikasyon bakterilerinin optimum sıcaklık isteği $25\text{-}30^\circ\text{C}$ arasında iken sıcaklığın $4.5\text{-}5^\circ\text{C}$ 'nin altına düşmesi bakterilerin inaktif duruma geçmelerine yol açar. Toprak faunalarının aktivite ve gelişmeleri de toprak sıcaklığı ile yakından ilişkili olup, sıcaklığın optimum yaşam koşullarının altına düşmesi veya yükselmesi canlı aktivitesinde azalmalara ve yaşam biçimlerinde değişimlere neden olur.

Toprak mikroorganizmalarının aktivitelerinin azalması ise topraklarda organik ve inorganik besin döngülerinin de azalmasına yol açar. Bu durum, bitkiler tarafından besin elementi alımının zayıflaması ve bitkilerde beslenme bozuklukları ile sonuçlanır (Haktanır ve Arcak, 1997).

2.3. Kimyasal Toprak Faktörleri

Toprakların kimyasal özellikleri de, fiziksel özellikleri gibi toprak verimliliğini doğrudan etkiler. Kimyasal olarak yeterince yararlı besin elementi içermeyen toprakta, uygun fiziksel koşullar mevcut olsa da, sağlıklı bitkisel üretimden söz edilemez. Toprakta besin elementi yararlılığı ve bitkilerce besin elementi alımını etkileyen başlıca kimyasal toprak faktörleri aşağıda sunulmuştur.

Toprak Reaksiyonu; Bir toprağın asit, nötr veya alkalın yapıda olduğunu ifade etmek için kullanılan bir deyimdir. Toprak reaksiyonu, toprak çözeltisindeki hidrojen iyonu (H^+) ve hidroksil iyonu (OH^-) konsantrasyonlarının bir fonksiyonu olarak ortaya çıkar. Hidrojen ve hidroksil iyonları arasındaki ilişki ise pH değeri ile ifade edilir.

Tanım olarak pH; bir litre çözeltideki hidrojen iyonları konsantrasyonunun (g veya mol olarak) negatif logaritmasıdır. Örneğin nötr bir ortamda (çözeltide) çözünmüş hidrojen iyonu konsantrasyonu 0.0000001 g/l 'dir. Dolayısıyla nötr ortamda $\text{pH} = -\log[0.0000001] = 7$ 'dir. Doğal koşullarda pH'sı tam olarak 7 olan toprakların bulunması çok zordur. Bu nedenle pH değerine göre yapılan sınıflamada pH $6.6\text{-}7.3$ arasında olan topraklar nötr olarak değerlendirilmiştir (Sağlam, 2012).

Toprak reaksiyonu bitki gelişimi, toprakta bitki besin yarayırlılığı ve bitkilerce besin elementi alımını etkileyen en önemli toprak faktörlerinden birisidir. Genel olarak kültür bitkilerinin gelişimi ve verimi topraklar asitleştikçe düşer. Genel olarak toprak pH'sı düştükçe, topraklarda H, Al, Fe, Mn, Cu, Zn, gibi elementlerin konsantrasyonları artabildiğinden, bu elementlerin bitkilere toksik etkide bulunması muhtemeldir. Özellikle H, Al, Mn toksik etki bakımından daha fazla üzerinde durulan elementlerdir. Toprakta fosforun (P) yarayırlılığı da toprak pH'sı ile çok yakın ilişkilidir. Toprakta kuvvetli asit koşullarda (pH<4) H₃PO₄ oluşurken, kuvvetli alkalın koşullarda (pH 9<) PO₄³⁻ iyonu oluşmaya başlar. Bitkiler asidik koşullarda fosforu daha çok H₂PO₄⁻ iyonu formunda alırken, alkalın koşullarda HPO₄²⁻ iyonu formunda alır.

Genel olarak kültür bitkilerinin pH 4-9 arasında yetişebildikleri düşünülüğünde, pH değeri 7'nin altında olduğunda H₂PO₄⁻, pH değeri 7'nin üstünde olduğunda ise HPO₄²⁻ iyonu baskındır. Asidik koşullarda fosfor, Al ve Fe ile reaksiyona girerek güç çözümlür ve bitkilerce alınabilirliği sınırlandırılmış AlPO₄ ve FePO₄ formuna dönüşürken, alkalın koşullarda fosfor Ca ile reaksiyona girerek dikalsiyum fosfat (CaHPO₄.2H₂O) ve trikalsiyum fosfat [(Ca₃(PO₄)₂] gibi çözümlüğü düşük Ca bileşiklerini oluştururlar. Bitkiler için yarayırlı fosforun en uygun olduğu toprak pH'sı ise 6.5-7 arasındadır (Brady, 1974).

Asit karakterli topraklarda Ca, Mg noksanlıkları ortaya çıkmakta K ve S çok daha geniş pH sınırları içerisinde yarayırlıklarını korumakta, organik maddenin bileşiminde yer alan N'un ayrışması ve mineralizasyonu ise pH 6-8 arasında artış göstermektedir. Asit karakterli topraklarda azotun nitrifikasyon oranı azalmakta ve bitkiler topraktan azotu yalnız amonyum (NH₄⁺) formunda alabilmektedir. Oysa nitrat (NO₃⁻) formu, bitkiler tarafından alım açısından oldukça önemli olup, nitrat formunu tercih eden bitkilerin gelişimi ve verimi azaltan pH ile birlikte düşmektedir. Mikrobesein elementlerinden Fe, Cu, Zn, B, Mo gibi besin elementleri de toprak pH'sından önemli ölçüde etkilenir. Toprak pH'sı düştükçe Fe, Cu ve Zn gibi mikro besin elementlerinin toprakta alınabilir miktarları artmakta ve hatta toksik düzeylere ulaşabilmektedir.

Molibdenin (Mo) alımı ise düşük pH koşullarında azalmakta, toprak pH'sı yükseldikçe artmaktadır. Düşük pH koşullarında Fe ve Al ile Mo arasında yarayırsız (bitkilece alınamaz) molibden çökeltisi oluşur. Bor alınabilirliği açısından en uygun pH 6.5 civarında olup, pH 7.5-8.5 arasında bor yeniden elverişsiz hale geçmektedir.

Düşük pH koşullarında ($\text{pH} \leq 4.5$) H, Al ve Mn gibi iyonlar bitki köklerinin gelişiminin yavaşlamasına, dolayısıyla bitki köklerinde besin elementi alımının azalmasına neden olurken, aynı zamanda bu elementler bitkilere toksik etkiye bulunurlar. Toprak çözeltisinde Al konsantrasyonu 1 mg/kg'ın üzerine çıktığında bitki kök gelişimi ve besin elementi alımı sınırlanmaktadır.

Alüminyumun zararlı etkisinin pH 6.0 civarında çok az olduğu, pH 5.5'in altında ise arttığı bildirilmiştir. Manganın toksiklik sınırı Al'a göre daha yüksek olup, çözeltideki Mn konsantrasyonu 1-4 mg/kg olduğunda Mn kaynaklı toksik etkiler ortaya çıkmaktadır (Sağlam, 2012).

Toprak asitliği makro ve mikro besin elementlerinin bitkiler tarafından alınabilirliğini etkilediği gibi, bitkiler için toksik olabilecek Ni, Cd, Hg, Pb ve Cr gibi ağır metallerin de çözünürlüğünü artırarak bitkilere toksik etki yapmalarına neden olur.

Besin elementleri arasındaki etkileşim; Kuşkusuz herhangi bir besin elementi, ancak bitkilerce alınabildiği (kök içerisine girdiği) takdirde yararlılık kavramı hedefine ulaşacaktır. Başka bir ifade ile besin elementinin bitkilerce alınabilirliğinin son aşamasını, besin elementinin bitki içerisine girişi oluşturmaktadır. Bu nedenle, besin elementlerinin bitki içerisine alımında etkili olan faktörler de yararlılık kapsamında değerlendirilmektedir.

Bitki kök hücreleri negative yük özelliği gösterdiği için toprak çözeltisinden katyonlar kolayca absorbe edilmektedir. Bitki kökleri tarafından katyonların absorpsiyonu katyon konsantrasyonuna ve kök hücrelerinin spesifik geçirgenliğine bağlıdır. Rizosferde bir besin elementinin fazla miktarda bulunmasının, ortamda daha az miktarda bulunan başka bir besin elementinin bitkiler tarafından alımını olumsuz yönde etkilemesine "antagonizm" denilmektedir. Besin iyonlarının birbirlerinin alımını teşvik etmesi ise "sinergizm" olarak bilinmektedir.

Besin ortamında herhangi bir katyonik besin elementi konsantrasyonunun (NH_4^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+ , Na^+) artmasının, bitki dokusundaki diğer katyonların konsantrasyonunun azalmasına neden olduğu saptanmıştır. Bu durum, söz konusu besin iyonlarının özellikle aynı tutunma bölgeleri için rekabete girmelerinden ileri gelmektedir. Ancak bu tür etkileşimlerde ortam pH'sının da (H^+ ya da OH^- konsantrasyonu) yakından etkili olduğu gözardı edilmemelidir.

Ayçiçeği bitkisi ile yapılan bir araştırmada, artan miktarda Mg^{2+} uygulamasının, bitkiler tarafından Ca^{2+} ve Na^+ alımını azalttığı rapor edilmiştir. Kireçli topraklarda yüksek düzeydeki kalsiyumun bitkiler tarafından K^+ ve Mg^{2+} alımını azaltması ve noksanlığa neden olması antagonizm olarak değerlendirilebilir (Mengel ve Kirkby, 2001).

Benzer şekilde diğer katyonlar arasında da antagonistic etkiler meydana gelmektedir. İdeal bir toprakta Ca:Mg oranı 6.5:1, Ca:K oranı 13:1 ve Mg:K oranı 2:1 olmalıdır. Genel olarak Ca:Mg oranı 5:1 ile 8:1 arasında değişmektedir.

Diğer taraftan beslenme ortamındaki yüksek düzeydeki Fe^{2+} , Cu^{2+} , Zn^{2+} , Mn^{2+} gibi katyonlar arasında da önemli antagonizmler söz konusudur. Benzer şekilde makro ve mikro besin elementleri arasında da olumsuz etkileşimler tespit edilmiştir. Örneğin soya bitkisinde artan dozda Mn^{2+} uygulamasının Mg^{2+} alımını olumsuz yönde etkilediği ortaya konmuştur (Heenan ve Campbell, 1981).

Katyonlar arasında görülen antagonizm, daha az oranda anyonlar (NO_3^- , SO_4^{2-} , $H_2PO_4^-$, Cl^- vb.) arasında da söz konusudur. Nitekim yapılan araştırmalarda besin ortamında NO_3^- konsantrasyonunun azalmasıyla bitkiler tarafından Cl^- alımının arttığı, SO_4^{2-} ve $H_2PO_4^-$ alımındaki artışın klora göre daha az olduğu gözlenmiştir (Mengel ve Kirkby, 2001). Bu durum anyonlar arasında da antagonizm olduğunu ortaya koymaktadır. Bazı durumlarda ise bitki besin elementleri birbirlerinin alımını teşvik eder ve böylece sinerjizm etkisi ortaya çıkar. Örneğin bitkilerin azot ile yeterli beslenmesi fosfor alımını artırır, fosfor ile yeterli beslenme diğer besin elementlerinin alım oranını olumlu yönde etkiler (Marschner, 1995).

Toprak Kolloidleri; Kolloidal maddeler, çapları 0.001-1 μm arasında değişen son derece küçük ve bir o kadar da kimyasal aktif maddelerdir. Dolayısıyla topraktaki kimyasal aktiviteler, kolloidal özellikler tarafından önemli ölçüde etkilenmektedir. Toprak kolloidlerini temelde; inorganik (kil mineralleri) ve organik (humus) olmak üzere iki ana grup altında toplamak mümkündür (Bohn vd., 1985).

Kil mineralleri; silisyum, alüminyum, demir ve kimyasal olarak bağlı su olmak üzere dört temel bileşenden oluşur. Parçacık çapları çok küçük olduğundan, önemli düzeyde aktif yüzey alanına sahiptirler. Bu yüzey alanlarında bol miktarda negative yükler ve daha az oranda da pozitif yükler mevcuttur.

Humus, ileri derecede parçalanmış ve ayrılmış organik madde olup, diğer kolloidlere benzer şekilde yüzey aktif alanı ve elektrokimyasal yükler içerirler. Kolloidlerin bu özellikleri, temelde besin iyonlarının tutulmasına da serbest hale geçmesinde en etkili faktördür. Bazı durumlarda ise besin iyonları tamamen yarayışsız halde fikse olmaktadır.

Dolayısıyla tarım topraklarının verim güçleri ile kolloidal madde içerikleri arasında çok sıkı bir ilişki söz konusudur. Toprağın kolloidal fraksiyonu birçok kimyasal ve fiziksel reaksiyonun meydana geldiği bir ortamdır. Ayrıca, toprakta biyolojik aktiviteyi de birinci derecede yine organik kolloidler belirlemektedir. Tüm bu olaylar ise besin elementi yarayışlılığı ve bitkilerce besin elementi alınabilirliği ile yakından ilgilidir (Karaman vd., 2007).

Diğer Kimyasal Toprak Özellikleri; Toprakta tuzluluk, alkalilik, ağır metal toksisitesi ve benzeri olumsuz stres etkileri ile bitkilerce besin elementi alınabilirliği arasında da önemli etkileşimler söz konusudur (Marschner, 1995).

Toprak tuzluluğu esas olarak sodyum (Na^+), kalsiyum (Ca^{2+}), magnezyum (Mg^{2+}), potasyum (K^+) katyonlarından birisinin klor (Cl^-), sülfat (SO_4^{2-}), karbonat (CO_3^{2-}) ve bikarbonat (HCO_3^-) anyonlarından birisi ile bir araya gelmesi sonucu oluşur. Örneğin doğada en yaygın bulunan tuz, sodyum klörür (NaCl)'dür. Alkali toprak ise, pH değeri 8.5'dan daha fazla olan veya değişebilir sodyum yüzdesi 15'den fazla olan topraklar için kullanılan bir terimdir. Dolayısıyla tuzlu-alkali (çorak) toprakların oluşumunda üç belirgin aşama ortaya çıkmaktadır. Bunlar; (1) tuzlaşma, (2) tuzlaşma-alkalileşme ve (3) alkalileşme'dir.

Tuzların neden olduğu yüksek osmotik basınç bitkiler tarafından su ve besin elementi absorpsiyonunu engeller. Diğer taraftan ortamdaki sodyum miktarı toplam katyonların %10-15'inden fazla olduğunda, örneğin kil kompleksleri küçük tanelere ayrışır (dispersolur), böylece topraktaki gözenekler tıkanarak az geçirgen bir hale gelir. Bu tür topraklarda önemli havalanma ve drenaj sorunları ortaya çıkar. Bu tür olumsuz koşullar ise toprakta kök gelişimi ve dolayısıyla besin elementi alınabilirliğini olumsuz yönde etkiler. Ayrıca, toprakta başta ağır metal toksisitesi olmak üzere stres koşulları yaratan diğer olumsuz çevre koşulları da gerek besin maddesi mineralizasyon süreçleri ve gerekse bitkilerce besin maddesi alınabilirliği üzerine olumsuz etkiye sahiptir (Korkmaz A., Saltalı K., 2012).

2.4. Biyolojik Faktörler

Besin elementlerinin bitkilerce alınabilirliği ve topraktaki yarayışlılığı üzerine fiziksel ve kimyasal faktörlerin etkisi kadar biyolojik faktörlerin de önemli etkisi bulunmaktadır.

Bitkilerde besin elementi alımını etkileyen başlıca biyolojik faktörler aşağıda açıklanmıştır (Korkmaz ve Saltalı, 2012).

Topraktaki Biyolojik Aktiviteler; Toprakta bitki besin elementlerinin mineralize olarak bitkilerce alınabilir hale gelmeleri ve meydana gelen sayısız besin elementi döngüleri biyolojik aktivite ile çok yakından ilişkilidir. Biyolojik aktivite sonucu toprakta elverişsiz ve güç çözümler haldeki bileşikler bitkinin kolayca alabileceği yararlı formlara dönüşmektedir (Hayes, 2011).

Toprağa karışan organik bileşikler mikrobiyal aktivite ile fiziksel ayrışmaya uğrar. Takiben, biyokimyasal ayrışma ve dönüşüm olayları ile organik bileşiklerin yapısında bulunan makro ve mikro besin elementleri bitkilerin kullanımına sunulur.

Toprak florası içinde değerlendirilen bakteriler, toprakta organik bileşiklerin ayrıştırılması ve inorganik bileşiklerin oksidasyonu ($N \rightarrow NO_3$, $S \rightarrow SO_4$) ile besin elementlerini bitkilerce alınabilir hale getirirler.

Bitkiler ile Toprak Canlıları Arasındaki Besin Elementi Rekabeti; Toprakta bulunan besin elementlerine hem bitkiler hem de aynı ortamı paylaştıkları yabancı otlar ve diğer bir kısım toprak organizmaları da ihtiyaç duymaktadır. Bu nedenle, bitkiler toprakta bulunan besin elementlerini rekabetçi bir şekilde topraktan alırlar. Toprak canlıları arasında görülen bu rekabet, bazı durumlarda kültür bitkilerinin bitki besin elementlerinden yeterli düzeyde yararlanamamalarına yol açar. Besin elementlerinin mikroorganizmalar tarafından kullanımı (immobilizasyonu) geçici bir olay olup, mikroorganizmaların ölmesinden sonra ayrışmaları ile söz konusu besin elementleri yeniden toprağa karışır ve bitkilerce alınabilir hale gelir (Korkmaz ve Saltalı, 2012).

İklimsel Faktörler; İklimin temel unsurları; yağış, sıcaklık, rüzgâr ve ışıklanmadır. İklimsel faktörler bir yandan toprak özelliklerini (toprak sıcaklığı, nem, kimyasal ve biyolojik reaksiyonlar) etkilemek suretiyle, diğer yandan bitki gelişimini etkileyerek besin elementi yararlılığı ve alınabilirliğini önemli ölçüde yönlendirir.

Yağışlar, toprak çözeltisi konsantrasyonunu, toprak su içeriğini ve havalanma koşullarını etkileyerek besin elementi yararlılığını etkiler. Örneğin yaz aylarında, su toprakta genellikle tarla kapasitesinin altında ve yüksek tansiyonlarda tutulur. Kurak koşullarda besin elementlerinin çözünürlüğünün azalmasının yanı sıra, su yetersizliği bitki kök ve gövdesinde

önemli oranda gelişme geriliğine yol açar. Böylece bitkilerce besin elementi alınabilirliği doğrudan etkilenir.

Hava sıcaklığı, bitki gelişimi, bitkilerdeki fizyolojik olayları ve toprak sıcaklığını etkileyen önemli bir iklimsel faktördür. Hava sıcaklığı toprakta özellikle buharlaşmayı etkileyerek besin elementlerinin yayılabilirliği ve gaz formundaki kayıplar üzerine etkide bulunur. Buharlaşma, toprakta kireç ve besin elementlerinin alt katmanlardan üst katmanlara doğru taşınmasına neden olur. Artan hava sıcaklığı ayrıca bitkisel gelişmeyi ve kök aktivitesini arttırarak besin elementi alımını uygunlaştırır. Aşırı sıcak ve soğuk koşullarda bitkiler daha az besin elementi alırlar. Sıcaklığın belli bir düzeyin altına düşmesi ile birlikte bitki köklerinde su ve besin elementi alımı tamamen durur.

Rüzgâr, toprak yüzeyinde buharlaşmayı hızlandırır ve daha hızlı kurumalara yol açar. Toprak nemindeki potansiyel fark alt katmanlardan toprak yüzeyine doğru su hareketini teşvik eder. Su hareketiyle birlikte yağışlı dönemde aşağılara yıkanmış besin elementleri bitki kök bölgesine taşınmış olur. Artan ışıklandırma koşulları bitki büyümesi, fotosentezi ve dolayısıyla bitkilerin daha fazla besin elementi alımını teşvik etmektedir. Enerji kaynağı olarak fotosentez ürünlerinin kök bölgesine taşınma oranı, özellikle aktif iyon alımını önemli ölçüde etkiler.

Genellikle uzun gün bitkilerinin gübre gereksinimlerinin de daha fazla olması beklenir. Uzun süre ışık alan bitkilerde fotosentezden dolayı büyüme ve gelişme artacağından bitki tarafından kullanılan besin elementleri miktarı da artar. Dolayısıyla değişik gün uzunluğuna sahip bölgelerin toprak, iklim, bitki çeşitliliği farklıdır ve bu bölgelerde besin elementi alım potansiyelleri de farklılıklar gösterir (Korkmaz ve Saltalı, 2012).

2.5. İçsel (Bitkisel) Faktörler

Bitki Çeşidi, Yaşı ve Gelişme Dönemi; Farklı bitki tür ve çeşidinin besin elementi istekleri ve besin elementi alım güçleri de farklıdır. Aynı bitki çeşidinin farklı genotiplerinde dahi besin elementi alım ve kullanım etkinlikleri değişebilmektedir. Diğer taraftan, yeni geliştirilen yüksek nitelikli ıslah edilmiş çeşitlerin eski çeşitlere göre bitki besin elementlerinden daha fazla yararlandıkları ve bunun sonucunda besinlerin daha etkin kullanıldığı belirlenmiştir (Marschner, 1995; Karaman ve Şahin, 2004).

Bitki çeşitlerinin yanı sıra bitki gelişme durumu, yaşı, kök uzunluğu, kalınlığı, yayılım alanı ve miktarı gibi daha pek çok bitkisel özellikler de besin elementi alımında önemli bitkisel faktörlerdir. Bitkilerin besin elementi içeriklerini belirleyen en önemli faktör, farklı besin

elementleri için genetik olarak belirlenmiş belli alım potansiyelleridir. Örneğin, yeşil bitki dokularının N ve K kapsamı P ve Mg kapsamlarından yaklaşık 10 kat yüksek; P ve Mg kapsamı ise mikrobeyin kapsamından 100-1000 kat daha yüksektir. Dolayısıyla besin elementlerinin bitkilerce alım oranları da farklılık göstermektedir (Korkmaz ve Saltalı, 2012).

Bitki Hastalık ve Zararlıları; Toprakta bitki hastalık ve zararına yol açan çok sayıda etmen bulunmaktadır. Hastalık ve zararlıların bitkilere enfekte olması bitkilerin besin elementi kullanım etkinliğini önemli ölçüde azaltır. Dolayısıyla, çeşitli bitki hastalık ve zararına maruz kalmış bitkiler sağlıklı ve yeterince beslenemez.

Toprakta aktinomisetler, bakteriler, funguslar, nematodlar ve virüsler gibi patojenler bitki köklerinin morfolojik ve fizyolojik özelliklerini değiştirerek besin elementlerinin bitkilerce alınımını azaltırlar. Örneğin kök zararlıları (nematodlar) ve gövde zararlıları bitki köklerini etkileyerek besin alımını ve iletimini olumsuz yönde etkiler (Fageria, 1992).

2.6. Bitki Besin Elementleri

2.6.1. Azot (N)

Bitki besin elementleri içerisinde noksanlığını en çabuk hissettiren element azottur. Bu nedenle bitki besin elementlerinin en önemlisidir ve gübrelemede en fazla kullanılan elementtir.

Azot noksanlığının görüldüğü bitkilerde büyümenin ve bitki gelişiminin yavaşlaması sonucu bitkiler bodurlaşır. Sürgün sayılarında kısalma ve azalmalar görülür. Azot noksanlığının ilerlemesiyle birlikte sürgünler aşağıya doğru büyür ve yapraklar ağır kloroz sonucu sarararak vaktinden önce dökülür. İleri derecede azot noksanlıklarında bitkilerin yaşlılık hormonu salgılaması sonucu bitkilerde ince ve zayıf kökler görülür. Bitkilerin kök gelişimi de zayıf olur. Azot elementinin bitkilerde hareketli olmasından dolayı noksanlık ilk olarak yaşlı yapraklarda görülür.

Azot fazlalığında bitkilerin boya kaçması sonucu yatmalar, dokularda gevşekleşmeler meydana gelir. Hastalıklara karşı bitkilerin direnci azalır. Geç çiçeklenme ve erken meyve dökülmeleri ve şeker sentezinde azalmalar görülür. Azot fazlalığı sonucu depo hastalıklarının da arttığı görülmektedir.

Azotun Bitkideki Alınış Formları: NO_3^- , NH_4^+ ve N_2

Azot Alınımını Azaltan Faktörler:

- Hafif bünyeli topraklarda nitratin kolay yıkanması ve amonyumun da buharlaşarak ortamdaki uzaklaşması.
- Ağır bünyeli killi topraklarda kil içeriği nedeniyle veya aşırı sulamalar sonucu suyun baskısı ve toprakta meydana gelen yapısal problemler.
- Topraktaki organik maddenin yetersiz olması.
- Yetersiz gübreleme ve ekim nöbeti uygulanmaması
- Bitkilerdeki yetersiz kök gelişimleri (Agronil, 2023).

2.6.2. Fosfor (P)

Serbest fosfor bileşiklerinin oluşumu kayaların, mineral ve organik maddenin parçalanması sonucu meydana gelir ve bitkiler bu serbest haldeki fosfor bileşiklerinden faydalanır. Toprak içerisinde fosfor genelde bitkilerin faydalanamayacağı formdadır. Toprak pH'sının yüksek olduğu kireçli ve magnezyumlu topraklarda fosfatlı kalsiyum ve magnezyumlu gübrelerin kullanılması sonucu toprakta çözünmez bileşikler oluşturarak çökeler ve bu çökme sonucu oluşan yapıdan bitkiler faydalanamaz. Bitkilere yapılan gübrelemede bitkinin fosfor alım oranı % 30 düzeyindedir. Fosforun topraktaki yayışlılığını H'yı düşürerek arttırabiliriz.

Toprakta serbest halde bulunan fosforun bitkiler tarafından alınımı kolaydır. Bitkiler fosfora en fazla genç dönemlerinde ihtiyaç duyarlar. Tohum döneminde fosfor ihtiyacı, diğer dönemlere göre fazla olur.

Tohum oluşumu için fosfor son derece önemli bir elementtir. Çiçeklenme, enerji transferi (ATP) ve gen aktarımı (DNA) gibi faaliyetlerin oluşmasında da son derece önemlidir

Fosfor noksanlığı ilk başta yaşlı yapraklarda başlar (mobildir). Noksanlık durumunda yapraklar önce koyu yeşile, daha sonra da mavi yeşile, kırmızı ve kırmızı-mor bir renge dönüşür. Fosfor noksanlığında bitki en çok generatif yönden zarar görür.

Fosfor fazlalığına maruz kalan bitkilerde demir, çinko, mangan, bor ve kalsiyum alımında eksiklikler görülmüştür.

Fosforun Alınış Formları: $H_2PO_4^-$ ve HPO_4^{2-}

Fosforun Bitkideki Görevleri:

- Enerji transferi olaylarında, şeker, nişasta gibi maddelerin taşınması ve depolanmasında görev alır.
- Çiçek ve meyve oluşumu, kök gelişimi için önemlidir.
- Meristem dokuların büyümesini düzenler.
- Nükleik asitlerin (DNA) oluşumunda ve gen aktarımlarında görev alır.
- Hücre bölünmesi ve yeni hücrelerin oluşumu için mutlak gereklidir.

Fosfor Noksanlığının Bitkilerdeki Belirtileri:

- Zayıf, yumuk ve cansız çiçek oluşumu
- Bitkideki yaprakların önce koyu yeşile, ardından mavi-yeşil ve kırmızı-mor renklerine dönüşmesi (antosiyen birikimi).
- Bitki köklerinde cansızlık, zayıflama ve köklerdeki emici tüylerin oluşmaması
- Bitki sürgünlerinde kısalmalar, incelmeler ve ipliksi gelişim, boğum aralarında daralmalar.
- Meyve oluşumundaki dengesizlik, şekil bozuklukları, küçük meyvelerin oluşumu ve raf ömründe kısalmalara neden olmaktadır.

Fosfor Alınımını Azaltan Faktörler:

- Toprak pH'sının 5,5'den düşük veya 7,5'den yüksek olması
- Topraktaki kil içeriğinin yüksek olması
- Topraktaki organik maddenin yetersizliği
- Topraktaki fosforun tamamen bağlı olarak bulunması
- Alüminyum veya demir hidroksit oranı yüksek olan topraklar (Agronil, 2023).

2.6.3. Potasyum (K)

Potasyum, azot ve fosfor elementleri gibi bitki yapısına giren bir element değildir. Daha çok bitkinin hayatını sürdürebilmesi için gereklidir.

Bitkilerin su potansiyelinin ayarlanması, karbonhidratların oluşumu, taşınımı ve amino asitlerin proteine dönüşümü için son derece önemlidir.

Potasyum, ürün kalitesini belirleyen elementlerin başında gelir. Üretilen meyvenin kalitesi, rengi, aroması, kokusu, sertliği ve dayanıklılığı, hastalıklara karşı direnci ve ürünün raf ömrü gibi kalite unsurlarında belirleyicidir.

Bitkiler potasyumu K^+ iyonu olarak almaktadır. Potasyum eksikliği kendini yaşlı yapraklarda göstermeye başlar. Potasyum elementinin fazla olduğu durumlarda magnezyum alımı azalır ve bitkilerin tepe sürgünlerinin büyümesi yavaşlar.

Potasyumun Bitkideki Görevleri:

- Bitki dokularındaki tuz konsantrasyonunu ve ozmotik basıncı düzenleyerek bitkinin su dengesini sağlar.
- Bitkilerin kuraklık, don olayları ve tuz varlığında direncini artırır.
- Bitki yapraklarında oluşan protein ve karbonhidratların meyveye taşınmasına yardımcı olur ve meyvenin içini doldurarak kaliteyi artırır.
- Fotosentez ve solunum olaylarında gerekli olan enzim faaliyetlerine yardım eder.

Potasyumun Noksanlık Belirtileri:

- Potasyum noksanlığı önce yaşlı yapraklarda başlar. Daha sonra yaşlı yaprakların uçlarında ve kenarlarında sararmalar ve kurumalar şeklinde devam eder. Bu süreçlerde yapraklar yeşil rengini korumaya devam eder.
- Potasyum noksanlığında yaşlı yapraklar daha küçük olur. Noksanlık ilerler, yaprağın büyük bölümü kurur ancak düşmez.
- Noksanlık durumunda bitki genelinde su stresi görülür. Bitki gelişimi yavaşlar ve bitki cansızlaşır.
- Bitkinin hastalık ve zararlılara karşı olan direncini azaltır.
- Tohum ve meyvelerde bozulmalar meydana gelir, meyveler daha küçük ve lezzetsiz olur, kalitesini kaybetmiştir.

Potasyum Alınımı Azaltan Faktörler:

- Hafif bünyeli kumlu topraklarda potasyum kaybı fazla olur.
- Kireç oranının yüksek olduğu topraklarda
- Fosforun fazla olduğu topraklarda
- Aşırı yağış ve sulamaların olduğu topraklarda potasyum alımı az olur (Agronil, 2023).

2.6.4. Kalsiyum (Ca)

Kalsiyum bitkiler tarafından Ca^{2+} iyonu şeklinde bitkinin kök uçlarından alınır. Kalsiyumun bitki içerisindeki taşınımını transpirasyon (terleme) yolu ile ksilem borularından olur.

Yeni gelişen hücre dokularının uç noktalarında, köklerin ve çiçeklerin gelişiminde kalsiyum önemli rol oynar. Kalsiyum hücre duvarının yapı taşıdır ve hücre duvarının arasında bulunur.

Kalsiyum bitki içerisinde hareketsizdir. Bitki tarafından alınmış olan veya yaprakta bulunan kalsiyum meyve ve yeni oluşan yapraklara taşınmaz. Bu nedendir ki ilk eksiklik belirtileri de yaprak uçlarının kurumması, yukarı doğru kıvrılması ile gösterir. İlerleyen eksiklik durumlarında sürgün uçlarında kurumalar ile bitkinin büyümesi durur. Meyve uçlarında rengin açılması ile başlayan eksiklik belirtileri ilerleyen zamanlarda kahverengi-siyah (çiçek burnu çürüklüğü) meyve çürüklükleri şeklinde görülür. Elma ağaçlarında acı benek hastalığı olarak meydana gelen kalsiyum eksikliği, domates, biber, patlıcanda ise çiçek burnu çürüklüğü olarak karşımıza çıkmaktadır. Kerevizde de meyve içi kararması şeklinde görülür.

Bitkideki kalsiyum noksanlığını gidermek için toprağa düzenli olarak kalsiyum nitrat uygulanması veya yaprak gübrelenmesi ile bitkideki noksanlığın giderilmesi mümkündür.

Kalsiyumun Bitkideki Görevleri:

- Kalsiyum bitki hücreleri arasında bulunur, hücre duvarını güçlendirir.
- Hücrenin büyümesine ve uzamasına yardım eder.
- Hücre zarının geçirgenliğini sağlar.
- Bitkinin sağlıklı bir kök gelişimi ve çiçeklenme dönemi için önemlidir.
- Nitratın bitki tarafından alınmasına yardımcı olur.
- Bitkiyi hastalıklara karşı dirençli kılar ve kuraklık, stres gibi etkilere karşı bitkinin dayanımını artırır.

Kalsiyum Noksanlık Belirtileri:

- Eksiklik belirtileri ilk olarak genç yaprak uçlarında görülür. Genç yaprakların kenarları kuruyarak ölmeye başlar. İlerleyen eksiklik durumlarında sürgün uçlarında kurumalar ile bitkinin büyümesi durur.
- Domates, biber patlıcan gibi bitkiler uç yanıklığı da denilen çiçek burnu çürüklüğüne maruz kalır.
- Elma ve armut ağaçlarında bu eksiklik kendisini mantarsı lekeler ve acı benek ile gösterir.
- Şeker pancarında uç yanıklığı
- Kerevizde meyve içi kararması
- Brüksel lahanasında iç kahverengileşmesi
- Kalsiyum eksikliğinde meyve kabukları yeterince kalın olmadığından yumuşak ve hassas olur. Bu durum da ürünün raf ve depo ömrünü kısaltır.
- Bitkinin kök gelişimi zayıflar ve dayanıklılığı azalır.
- Bitki hastalık ve zararlılara karşı dirençli olmaz, çabuk etkilenir.

Kalsiyum Alınımını Azaltan Faktörler:

- Bilinçsizce ve yüksek oranda yapılan azotlu gübrelemeler.
- Toprakta suyun yetersizliği veya yüksek oranda sodyum varlığı
- Düşük sıcaklıklar ve yetersiz havalanma koşulları nedeniyle kök gelişiminin engellenmesi
- Toprak pH'sının düşük olması

- Organik maddenin miktarının fazla olduğu topraklar
- Toprağa fazla miktarda potasyum veya magnezyum verilmesi kalsiyum alımını etkileyen faktörlerdir (Agronil, 2023).

2.6.5. Magnezyum (Mg)

Magnezyum bitkiler tarafından Mg^{2+} iyonu şeklinde alınır. Magnezyum elementinin en önemli özelliği bitkideki klorofilin merkez atomu olması ve fotosentez olayında son derece hayati öneme sahip olmasıdır. Magnezyum eksikliğinde bitkideki klorofil oranı düşer ve fotosentezi etkiler. Yeterli düzeyde fotosentez yapamayan bitki yeterli gelişimi gösteremez ve ürün kayıpları meydana gelir.

Magnezyum bitkide hareketlidir. Bitkilerin taze sürgünlerinde ve genç yapraklarda birikir. Tohum oluşumu sırasında yapraklardan tohuma taşınır.

Magnezyum eksikliği ilk olarak yaşlı yapraklarda kendini gösterir. Magnezyum eksikliği her bitkide farklı belirtiler gösterebilir. Genel olarak yaşlı yaprakların renginde açılmalar, yapraktaki ana damarlar ve ikinci damarların yeşile dönmesi, daha ince olan damarların ise sarıya dönmesi ve damar aralarında lokal dalgalı ve yuvarlak sararmalar şeklinde görülmektedir.

Magnezyumun Bitkideki Görevi:

- Klorofilin merkez atomudur ve bitkinin fotosentez yapmasında hayati öneme sahiptir.
- Fosforun taşınması ve yerleştirilmesi
- Aminoasitlerin polipeptitlere dönüşmesinde son derece önemlidir.
- Magnezyum enzim aktivatörüdür ve birçok enzimin fonksiyonuna yardım eder.

Magnezyum Noksanlık Belirtileri:

- İlk olarak belirtiler yaşlı yapraklarda görülür.
- Ana damarlar ve ikincil damarlar yeşil, damar araları da sarı olur. Bazen kahverengi nekrozlar (kurumalar) da görülmektedir. Yapraklar vaktinden önce dökülebilir.
- Meyvelerin sap bölgesi zayıflar ve meyve dökülmeleri artar.
- Ciddi orada verin kayıplarına neden olabilir.

Magnezyum Alımını Azaltan Faktörler:

- Potasyum ve kalsiyum gübrelenmesinin fazla olduğu veya yüksek kireç içeriğine sahip topraklar
- Yağışların veya sulamanın fazla olduğu kumlu topraklar
- Ağır bünyeli ve sıkışmış topraklarda, drenajın yetersiz olması, kurak ve soğuk topraklar
- pH'nın 5'in altına düştüğu durumlarda magnezyum alınımı azalabilir (Agronil, 2023).

2.6.6. Molibden (Mo)

Molibden toprakta çok düşük oranlarda bulunan bir elementtir. Bitkilerin de molibden ihtiyaçları çok azdır. Molibden bitkiler tarafından Molibdat iyonu (MoO_4^{2-}) olarak topraktan alınır veya yapraktan alınabilir. pH oranının 5,5'den düşük olduğu topraklarda noksanlığı görölmektedir.

Molibden gereksinimi en yüksek bitkiler karnabahar ve lahanadır. Ispanak, marul ve pancar gibi sebzelerle beraber turunçgillerde de molibden ihtiyaçı görölmektedir.

Molibden bitki bünyesindeki azotun metabolize edilmesini sağlayarak bitki bünyesindeki nitrat birikiminin önüne geçer. Protein oluşumunda ve C vitamini sentezinde de etkilidir. Molibden eksikliği durumunda bitkilerin C vitamini kapsamı azalır.

Molibdenin eksikliği durumunda nitrat asimilasyonu olmadığı için bitkilerde nitrat birikimi olur ve azot noksanlığına benzer belirtiler ortaya çıkar. Yaşlı yaprakların damar aralarında sarı lekeler oluşur. Azot noksanlığından farklı olarak yaprak kenarlarının hızla sarardığı ve kuruduğu görölr. Yapraklarda büyümeler de dengesiz olur.

Molibden'in Bitkilerdeki Görevleri:

- Enzim faaliyetleri ile nitratın amonyuma indirgenmesini sağlar. Bitkideki nitrat birikiminin önüne geçer. Azot fiksasyonuna katkı sağlar.
- Molibden C vitamini (Askorbik Asit) oluşumuna katkı sağlar.
- Molibdenin fosfor metabolizması üzerine etkisi vardır. Eksikliğinde organik fosfor inorganik fosfora dönüşür.

Molibden Noksanlık Belirtileri:

- Molibden noksanlığı da azot noksanlığı gibi önce yaşlı yapraklarda başlar. Azot noksanlığından farklı olarak yaprak kenarlarının hızla sarardığı ve kurduğu görülür. Yaprak genişliği azalır. Yaprak şekillerinde farklılıklar ve küçülmeler meydana gelir.
- Bitkide çiçekler solgun renkli, küçük ve kavruk görünürler.
- Molibden eksikliğinde karnabahar baş oluşturamaz.
- Bitkiler hastalıklara karşı dirençsiz olurlar.

Molibden Alımını Azaltan Faktörler:

- 5,5'de düşük pH'ya sahip asit topraklar
- Molibden miktarının düşük olduğu topraklar
- Düşük azot içeriğinin sağlık topraklar
- Bünyesinde yüksek oranda demir bakır ve alüminyum içeren topraklar (Agronil, 2023).

2.6.7. Mangan (Mn)

Toprak pH'sı Mangan alımını en fazla etkileyen faktördür. pH'nın bir birimlik değişimine karşı mangan alımını 100 kat etkilenmektedir. Mangan alımını bu nedenle uygun pH koşullarında çok kolay olup, yüksek pH'ya sahip topraklarda mangan eksikliği görülmektedir.

Mangan bitkide klorofil oluşumuna yardımcı olur. Enzimatik ve fizyolojik olaylarda katalizör görevi görür. Karbonhidratların suya ve karbondioksit parçalanmasında önemli rol oynar. Ayrıca bitkinin solunum olaylarında da görev almaktadır.

Manganın fazla olduğu durumlarda fosfor indirgenir ve demirin etkinlik kazanmasına engel olur. Böylece bitkilerde demir eksikliği görülmeye başlar.

pH'nın ve kireç içeriğinin fazla olduğu topraklarda, bitkilerdeki mangan eksikliğini gidermek için manganın yaprak gübrelenmesi ile uygulanması başarılı sonuçlar verir. Mangan bitkide hareketsiz bir elementtir bu nedenle 2-3 uygulama bunun için yeterli olacaktır.

Mangan'ın Bitkideki Görevleri ve Eksiklik Belirtileri:

- Mangan ve demir birlikte kloroplast oluşumuna yardım eder. Eksiklik durumunda kloroplast bozulur ve yapraklarda sarı lekeler belirmeye başlar.
- Mangan kloroplastik protein oluşumuna katkı sağlar.
- Enzim ve ko-enzim görevi görür.
- Enzimlerin elektron transferi için mangan gereklidir.

Mangan Alınımını Azaltan Faktörler:

- Yüksek pH'ya sahip, kireçli topraklar
- Yüksek organik maddeye sahip topraklar
- Geçirgenliği düşük, fazla sulanan sertleşmiş topraklar
- Demir, bakır ve çinko gibi elementlerin ortamda fazlaca bulunması (Agronil, 2023).

2.6.8. Kükürt (S)

Bitkiler tarafından alınabilen kükürdün kaynağı elemental kükürt ve organik madde içerisinde bulunan kükürttür. Bitkiler kükürdü SO_4^{2-} formunda alırlar.

Kükürt organik madde içerisine girebilen bir elementtir. Bitkideki sistin, sistein, metionin gibi kükürtlü aminoasitlerin yapısında yer alırlar ve onlarlar birleşerek proteinleri oluştururlar. Kükürt hareketli bir elementtir ve bitki bünyesinde kolaylıkla taşınabilir fakat bitki bünyesine girdiği anda çeşitli bileşikler oluşturduğu için azot, fosfor ve potasyuma göre daha az hareketlidir. Birçok enzimatik faaliyette görev alır.

Bitkideki kükürt eksikliği de azot eksikliğine benzeyen belirtiler gösterir. Azot noksanlığı yaşlı yapraklarda görülürken kükürt noksanlığı genç yapraklarda sararmalar ile görülür.

Kükürtün Bitkideki Görevi:

- Protein sentezi için bazı aminoasitlerin yapısında bulunur.
- Birçok enzimatik faaliyette görev alır.
- Nitrat ve karbonhidrat metabolizmasını hızlandırır.
- pH'sı yüksek olan topraklarda pH'yı düşürmek için kullanılır.

Kükürt Noksanlık Belirtileri:

- Kükürt noksanlığı genç yaprakların sararmasıyla başlamasıyla belirlenir.
- Sararmaya başlayan yapraklar dökülür ve tomurcuklar kurumaya başlar.
- Protein sentezi düşer ve verim kaybı artar (Agronil, 2023).

2.6.9. Demir (Fe)

Demir, ülkemiz topraklarında en fazla eksikliği görülen besin elementlerinden biridir. Eksikliğin nedeni besin elementinin toprakta az bulunmasından dolayı değil, topraklarımızın yüksek pH ve yüksek oranda kireç içermesinden dolayıdır. Topraktaki pH'nın yüksek olması ve kireç oranının fazlalığında demir çözünemez bileşikler oluşturmaktadır.

Bitkideki demir eksikliği ilk olarak genç yapraklarda ve özellikle yeni oluşan yapraklarda kendini gösterir. Demir eksikliğinin ilerlemesi durumunda bitkide hiç klorofil sentezlenemediği için bitkinin yaprakları beyaza dönebilir. Demir eksikliğinin en büyük sonucu olarak klorofil sentezinin durması sonucu bitki gelişiminin gerilemesidir.

Bitkideki klorofil oluşumunda en önemli besin demirdir.

Demirin Bitkideki Görevleri:

- Klorofilin dönüşümü için mutlak gereklidir.
- Kloroplastik protein oluşumuna katkı sağlar.
- Enzim ve ko-enzim görevi görür.
- Enzimlerin elektron transferi için gereklidir.

Demir Eksikliği Belirtileri:

- Demir Eksikliği ilk önce genç yapraklarda görülür.
- Kireç içeriğinin yüksek olması, yüksek pH'ya sahip topraklarda ve fosfor gübrelemesinin fazla olduğu yerlerde demir eksikliğinin görülmesi muhtemeldir.
- Demir eksikliği tipik olarak bitkinin genç yapraklarında damarlar arasında kloroz (sararma) şeklinde ortaya çıkar. Damarlar yeşil kalır. Şiddetli olduğunda damarlar da sarararak yaprak tamamen beyaz bir hal alabilir.

Demir Alınımını Azaltan Faktörler:

- Yüksek pH'lı topraklar, kireç içeriğinin yüksek olması ve yüksek EC
- Ağır metal oranının yüksek olduğu topraklar.
- Düşük potasyum düzeyi. Bitki bünyesindeki çinkonun düşük mangan içeriğinin yüksek olması.
- Drenaj sorunu olan ve havalanması kötü olan topraklar.
- Önceki dönemlerde ekilen ürünün demiri tüketmiş olması (Agronil, 2023).

2.6.10. Çinko (Zn)

Ülkemizdeki toprakların büyük bir bölümü genel karakter itibarı ile yüksek oranda pH ve yüksek kireç içeriğine sahiptir. Bu karakteristik özelliklere sahip topraklarda çinko çok düşük oranlarda bulunur. Yağışların fazla olduğu asit oranı yüksek ve yıkanan topraklarda da çinko noksanlığı görülmektedir. Bitkiler çinkoyu Zn^{+2} formunda alır. Bitkilerin çok fazla çinko ihtiyacı olmamasına rağmen çinko eksikliğine sıkça rastlanmaktadır.

Çinko, karbonhidratların ve şekerin bitki içerisine taşınması ve kullanılmasında görev alır. Azot ve fosfor gibi elementlerin metabolizmasında enzim olarak görev alır.

Çinko eksikliği sürgünlerin ortasındaki yapraklarda görülür. Çinko eksikliği durumunda yapraklar yeşil kalırken, yaprak aralarında sarı lekeler gözlemlenebilir. Çinko eksikliği bazı bitkilerde kıvrırcıklaşma ve rozet oluşumuna neden olabilir. Önlem alınmadığı takdirde ciddi ürün kayıplarına neden olmaktadır.

Çinko noksanlığında bitkide sıvı alınımı azalır, bitkinin oksinlerden yeterince faydalanamaması sonucu boğum araları kısalmış, bitki bodurlaşır, bazı bitkilerin tepe sürgünlerinde kamçılama, rozetleşme meydana gelir. Kılcal kökler kök ucuna toplanarak bitkiye ciddi sıkıntılar vermektedir.

Çinko'nun Bitkideki Görevleri:

- Klorofil oluşumu için gereklidir.
- Karbonhidrat ve şekerlerin taşınmasında görev alır.
- Oksinin yapısal elementidir ve diğer hormonal faaliyetler için gereklidir.
- Suyun bitki bünyesine taşınımında etkisi vardır.

Çinko Noksanlık Belirtileri:

- Sürgün ortalarındaki veya ucundaki yapraklarda sarı lekeler şeklinde görülmeye başlar ve ilerleyen zamanlarda bu lekeler kurumaya başlar.
- Sürgünlerin boğum aralarında daralma ve bitkide bodurlaşma görülür.
- Yaprak boylarında ve şekillerinde bozulmalar ile bazı bitki yapraklarında kayık yaprak oluşumu meydana gelir.
- Bazı meyve ağaçlarının sürgünlerinde kamçılama veya rozet meydana gelir.
- Bitki köklerinde şişkinlikler ve bazı bitki köklerinde kılcal köklerin kök ucuna toplanması.

Çinko Alınımını Azaltan Faktörler:

- Yüksek pH ve kireç oranı yüksek olan topraklar
- Bilinçsizce yapılan sulamalar, yetersiz drenaj koşulları ve havalanmanın yetersiz olması.
- Fosfor, kalsiyum, bakır, mangan gibi elementlerin fazlaca bulunduğu topraklar.
- Fazla yağış alan bölgelerde yıkanma ile yaşanan kayıplar (Agronil, 2023).

2.6.11. Bakır (Cu)

Günümüzde birçok ilacın içinde bakır bulunmasından dolayı bakır eksikliği fazla görülmez. Fakat tarıma yeni açılan ve organik maddece zengin topraklarda bakır noksanlığı ile karşılaşmak mümkündür. Bunun sebebi, organik maddenin bakırı çok güçlü tutabilmesindedir. Bazı durumlarda, diğer mikro besin elementlerin de fazla olması bakır eksikliğine neden olmaktadır.

Bakır bitkiler tarafından Cu^{2+} formunda alınmaktadır. Klorofil oluşumu için bakır gerekli bir elementtir. Solunum için katalizör görevi görür. Bitkinin karbondioksit alımını düzenler bu nedenle fotosentez için çok önemli bir elementtir. Bitki bünyesindeki bakır normal seviyelerin altına düştüğünde bitkinin generatif gelişimi bundan önemli derecede etkilenir. Çiçeklerde deformasyonlar, renk bozuklukları, çiçek dökme, çiçek oluşumunda azalma veya hiç çiçek açmama durumu görülebilir. Aminoasit ve enzimlerin oluşumunda gerilemeler meydana gelebilir.

Bakır bitki içerisinde hareketli bir element değildir bu yüzden bakır noksanlığı ilk önce genç yapraklarda görülmektedir.

Bakır'ın Bitkilerdeki Görevleri:

- Bitkideki klorofil oluşumu için önemlidir.
- Karbondioksit alımını düzenler, fotosentezde etkilidir.
- Birçok enzim yapısında bakır bulunmaktadır. Protein oluşumu için önemli bir elementtir.
- Solunum için katalizör görevi görür.
- Bitkideki su hareketini dengeler.
- Hücre duvarının oluşumunda yer alır.
- Çiçek oluşumu ve tohum gelişimi için önemlidir.

Bakır Eksikliği Belirtileri:

- Genç yapraklarda sararmalar, bazen beyazlaşma ve gri-yeşil bir görünüm ve ileri durumlarda kurumalar ile karşılaşmaktadır.
- Sürgün uçlarında sararma ve grileşme, ileri durumlarda kurumalar
- Başaklanmalarda azalmalar, çalılışma ve cüceleşme
- Çiçeklerde deformasyonlar, renk bozuklukları, çiçek dökme, çiçek oluşumunda azalma veya hiç çiçek açmama durumu
- Meyvelerde vaktinden önce olgunlaşma, çatlama ve dökülmeler
- Kök oluşumunun yetersizliği.

Bakır Alımını Azaltan Faktörler:

- Yüksek pH, alkali ve kireçli topraklar
- Tarıma yeni açılan, organik maddece zengin topraklar
- Demir, çinko, bakır, molibden gibi bazı elementleri ortamda fazlaca bulunması
- Soğuk ve yağışın fazla olduğu hava koşulları
- Azot veya fosforun toprağa fazlaca uygulanması (Agronil, 2023).

2.6.12. Bor (B)

Bor toprakta iyonlaşmamış borik asitler şeklinde bulunur. Bitkiler topraktaki borun sadece % 5'lik bir bölümünden faydalanabilir. Bitkiler boru H_2O_3 ve boratlar formlarında alırlar.

Bor bitkideki protein sentezi görevlerinde yer alır. Bitkideki karbonhidrat oluşumu ve taşınmasında, kalsiyumun bitki içerisinde taşınmasına ve yerine yerleştirilmesine yardımcı olur. Çiçek ve meyve tutumuna etki eder. Polen oluşumu ve hormonların sentezlenmesi için de gerekli bir elementtir.

Bor noksanlığı durumunda şeker pancarında öz çürüklüğü, patates içinde kahverengi lekeler, turpta kahverengi öz, tütünde tepe hastalıkları, elmada mantarlaşmış çekirdek evi veya uç sararması gibi hastalıklar meydana gelmektedir.

Borun Bitkideki Görevleri:

- Kalsiyumun taşınmasına ve yerleştirilmesine yardımcı olur.
- Çekirdek oluşumu ve meyve tutumuna katkı sağlar
- Sağlıklı polen oluşumu ve döllemeye yardımcı olur.
- Hormon oluşumu (auxinler) ve hücre bölünmesine de etkisi vardır.

Bor Eksikliği Belirtileri:

- İlk olarak genç yapraklarda sararmalar ve şekil bozukluklarıyla başlar.
- En önemli belirtisi, büyüme noktalarının ölmesi ile bitki gelişiminin durmasıdır.
- Meyveler küçük, şekilleri de bozuk olur.
- Meyvelerde derin ve belirgin çatlaklar meydana gelir.
- Çiçek oluşumu azdır, çiçeklerde dökülmeler görülür ve polen oluşumu azalır.
- Genç sürgünler kısadır ve zamk akıtması görülür.
- Yaprak damarlarında, meyvelerde veya çekirdek kabuklarında mantarlaşmalar ve yaprakların vaktinden önce döküldüğü görülür.
- Yapraklar kalınlaşır, koyulaşır ve orta damarlarda mantarlaşma gözlemlenir
- Yapraklar ve gövde gevrek ve kırılgan olur (Agronil, 2023).

3. ÇALIŞMA ALANININ TANITILMASI

3.1. Coğrafi Durum ve Bölge Halkı

Yunanistan'ın dokuz coğrafi bölgesinden biri olan Batı Trakya; Doğudan Meriç Nehri ile Türkiye'den, Batıdan da Karasu Nehri ile Makedonya bölgesinden ayrılmıştır. Kuzeyden Rodop dağları ile Bulgaristan'dan ayrılarak, Güneyden Ege Denizi ile çevrilmiştir. Batı Trakya; 8.578 kilometre kare olup, İskeçe (Ksanthi), Gümülcine (Komotini), Dedeğaç (Aleksandropolis) olmak üzere üç ayrı vilayetten oluşmaktadır (Anonim, 2022).

Gümülcine Yunanistan'ın Trakya bölgesinde Rodop ilinin merkezi ve önemli miktarda Türk nüfusun yaşadığı bir şehirdir. Gümülcine'nin yüz ölçümü 385,386 km², rakımı 45m'dir. 2011 yılı itibarıyla şehir nüfusu 50.990, kırsal kesimde yaşayanların nüfusu da 66.919 olarak bildirilmiştir (Anonim, 2023).

Kırsal kesimde yaşayan Gümülcine halkı belediyeler tarafından yönetilmektedir. Kozlukebir belediyesi de Gümülcine şehrine bağlı olan 4 belediyeden biridir. Kozlukebir Belediyesine de 57 köy bağlıdır. 14.944 kişi bu köylerde hayatlarını sürdürmektedir (Anonim, 2021).

Kozlukebir bölgesi 771,2 km²'lik bir yüz ölçümüne sahiptir. Bu yüz ölçümünün yarısından fazlası dağlık kesimlerden oluşur. Dağlık bölgelerde yaşayan köylülerin büyük bölümü 1960-2000 yılları arasında göç ederek ova köyleri dediğimiz aşağıdaki köylere veya şehir içine yerleşmişlerdir. Zaman zaman hükümetin baskısından kaçıp Anavatan'a yerleşenler de azımsanamayacak kadar çoktur ve bu durumdan tüm Batı Trakya'nın etkilendiği gibi köylerde yaşayan halkta etkilenmiştir. Geriye dönüp baktığımızda köylerin boşaldığını ve birçok köyün artık terk edildiğini görüyoruz. Bu köylerde genellikle dağlık bölgelerdeki köylüdür. Aktif olarak insanların hala varlığını sürdürdüğü balkan köylerinde de halkının çoğunluğu hayvancılıkla ve az dönüm arazilerine de tütün ekerek geçimlerini sağlarlar.

Ova köylerinde de çiftçilikle uğraşan bölge halkının çoğu yaz aylarında tütün ile meşgul olur ve geçiminin büyük bölümünü tütünden sağlar. Tütün her ne kadar zor ve zahmetli bir iş olsada, çok fazla tarlası olmayan bölge halkı, az dönümden yüksek kazanç elde edilebildiği için ve yıllardan beri süregelen alışkanlıktan dolayı tütüncülüğten bir türlü vazgeçememiştir. Tütünü tercih etmelerinin bir diğer sebebi de tütünün yerine alternatif bir ürünün bulunamamasıdır. Tarlası çok olan çiftçiler pamuk, ayçiçeği, mısır, arpa, buğday ekimi ile geçimini sağlarken yine alternatif ürün arayışında olan çiftçiler lavanta, kanola, stevia, gül, yaban mersini gibi yeni

ürünlerle şansını denemiş pazarlama kısmında başarı sağlanmadığı için bu yeni ürünlerin çoğu askıya alınmıştır. Ayrıca bölge halkı son zamanlarda ceviz, badem, zeytin, elma, ayva, nar yetiştiriciliğinde de oldukça yol kat etmiştir. Üretilen birçok ürün şimdilik pazarlama sorunuyla karşılaştığı için bahsi geçen ürünler hep tütünden sonra yapılan ikinci iş veya ekstra iş olarak kalmıştır.



4. MATERYAL VE YÖNTEM

Bu çalışmada kullanılan toprak örnekleri Yunanistan'ın Gümülcine şehrine bağlı olan Kozlukebir Belediyesi'nin yüksek oranda çiftçilik ile uğraşan ve yıllardan beri geçimlerinin büyük bölümünü topraktan kazanan köylerinden alınmıştır. Çiftçiliğin az olduğu dağlık kesimlerden ve nüfusu az olan köylerden veya çoğunluğu hayvancılıkla uğraşan tarımın yok denecek kadar az olduğu, genel olarak bölge tarımını temsil etmekten uzak olan köylerden ve arazilerden toprak örnekleri çalışmaya dahil edilmemiştir. Toprak örnekleri, analizi yapılacak olan arazinin genelini temsil edebilmesi adına, arazi içinde farklılık gösteren topraklardan, eğim farkı olan bölgelerinden zigzaglar şeklinde bel küreği yardımı ile 0-30 cm derinlikten alınmıştır. Alınan örnekler Trakya Tütün Üreticileri Kooperatifi aracılığı ile laboratuara gönderilmiştir.

Örnekleme yerlerine ilişkin bilgiler Çizelge 4.1'de ve toprak örneklerinin alındığı yerler Şekil 4.1 ve 4.2'de gösterilmiştir.

Çizelge 4.1. Araştırmanın yapıldığı arazilere ilişkin bilgiler.

| Toprak No. | Köy İsmi Yunanca/Türkçe | Bölge/ Mevki | Merkez/Gümülcine Şehrine Uzaklığı (km) | Numune Derinliği (cm) |
|------------|----------------------------|-----------------|--|-----------------------------|
| 1 | Lambro-Satiköy | Kozlukebir | 15 | 0-30 |
| 2 | Lambro-Satiköy | Kozlukebir | 15 | 0-30 |
| 3 | Lambro-Satiköy | Kozlukebir | 15 | 0-30 |
| 4 | Lambro-Satiköy | Kozlukebir | 15 | 0-30 |
| 5 | Lambro-Satiköy | Kozlukebir | 15 | 0-30 |
| 6 | Lambro-Satiköy | Kozlukebir | 15 | 0-30 |
| 7 | Lambro-Satiköy | Kozlukebir | 15 | 0-30 |
| 8 | Omiriko-Turgutoba | Kozlukebir | 16 | 0-30 |
| 9 | Omiriko-Turgutoba | Kozlukebir | 16 | 0-30 |
| 10 | Omiriko-Turgutoba | Kozlukebir | 16 | 0-30 |
| 11 | Omiriko-Turgutoba | Kozlukebir | 16 | 0-30 |

Çizelge 4.1. Araştırmanın yapıldığı arazilere ilişkin bilgiler (Devamı)

| Toprak No. | Köy İsmi Yunanca/Türkçe | Bölge/ Mevki | Merkez/Gümülcine Şehrine Uzaklığı (km) | Numune Derinliği (cm) |
|-------------------|--------------------------------|---------------------|---|------------------------------|
| 12 | Omiriko-Turgutoba | Kozlukebir | 16 | 0-30 |
| 13 | Arhondika-Çelebiköy | Kozlukebir | 14 | 0-30 |
| 14 | Arhondika-Çelebiköy | Kozlukebir | 14 | 0-30 |
| 15 | Arhondika-Çelebiköy | Kozlukebir | 14 | 0-30 |
| 16 | Arhondika-Çelebiköy | Kozlukebir | 14 | 0-30 |
| 17 | Arhondika-Çelebiköy | Kozlukebir | 14 | 0-30 |
| 18 | Dokos-Domduköy | Kozlukebir | 19 | 0-30 |
| 19 | Dokos-Domruköy | Kozlukebir | 19 | 0-30 |
| 20 | Dokos-Domruköy | Kozlukebir | 19 | 0-30 |
| 21 | Dokos-Domruköy | Kozlukebir | 19 | 0-30 |
| 22 | Dokos-Domruköy | Kozlukebir | 19 | 0-30 |
| 23 | Dokos-Domruköy | Kozlukebir | 19 | 0-30 |
| 24 | Dokos-Domruköy | Kozlukebir | 19 | 0-30 |
| 25 | Dokos-Domruköy | Kozlukebir | 19 | 0-30 |
| 26 | Dokos-Domruköy | Kozlukebir | 19 | 0-30 |
| 27 | Dokos-Domruköy | Kozlukebir | 19 | 0-30 |
| 28 | Filira-Sirkeli | Kozlukebir | 22 | 0-30 |
| 29 | Filira-Sirkeli | Kozlukebir | 22 | 0-30 |
| 30 | Filira-Sirkeli | Kozlukebir | 22 | 0-30 |
| 31 | Passos-Basırlıköy | Kozlukebir | 17 | 0-30 |
| 32 | Passos-Basırlıköy | Kozlukebir | 17 | 0-30 |
| 33 | Passos-Basırlıköy | Kozlukebir | 17 | 0-30 |

Çizelge 4.1. Araştırmanın yapıldığı arazilere ilişkin bilgiler (Devamı)

| Toprak No. | Köy İsmi Yunanca/Türkçe | Bölge/ Mevki | Merkez/Gümülcine Şehrine Uzaklığı (km) | Numune Derinliği (cm) |
|-------------------|--------------------------------|---------------------|---|------------------------------|
| 34 | Passos-Basırlıköy | Kozlukebir | 17 | 0-30 |
| 35 | Passos-Basırlıköy | Kozlukebir | 17 | 0-30 |
| 36 | Passos-Basırlıköy | Kozlukebir | 17 | 0-30 |
| 37 | Passos-Basırlıköy | Kozlukebir | 17 | 0-30 |
| 38 | Passos-Basırlıköy | Kozlukebir | 17 | 0-30 |
| 39 | Passos-Basırlıköy | Kozlukebir | 17 | 0-30 |
| 40 | Passos-Basırlıköy | Kozlukebir | 17 | 0-30 |
| 41 | Deilina-Delinasufköy | Kozlukebir | 25 | 0-30 |
| 42 | Deilina-Delinasufköy | Kozlukebir | 25 | 0-30 |
| 43 | Deilina-Delinasufköy | Kozlukebir | 25 | 0-30 |
| 44 | Deilina-Delinasufköy | Kozlukebir | 25 | 0-30 |
| 45 | Deilina-Delinasufköy | Kozlukebir | 25 | 0-30 |
| 46 | Deilina-Delinasufköy | Kozlukebir | 25 | 0-30 |
| 47 | Deilina-Delinasufköy | Kozlukebir | 25 | 0-30 |
| 48 | Deilina-Delinasufköy | Kozlukebir | 25 | 0-30 |
| 49 | Deilina-Delinasufköy | Kozlukebir | 25 | 0-30 |
| 50 | Deilina-Delinasufköy | Kozlukebir | 25 | 0-30 |
| 51 | A.Drosini-Üntüren | Kozlukebir | 23 | 0-30 |
| 52 | A.Drosini- Üntüren | Kozlukebir | 23 | 0-30 |
| 53 | A.Drosini- Üntüren | Kozlukebir | 23 | 0-30 |
| 54 | A.Drosini- Üntüren | Kozlukebir | 23 | 0-30 |
| 55 | A.Drosini- Üntüren | Kozlukebir | 23 | 0-30 |

Çizelge 4.1. Araştırmanın yapıldığı arazilere ilişkin bilgiler (Devamı)

| Toprak No. | Köy İsmi Yunanca/Türkçe | Bölge/ Mevki | Merkez/Gümülcine Şehrine Uzaklığı (km) | Numune Derinliği (cm) |
|-------------------|--------------------------------|---------------------|---|------------------------------|
| 56 | Mystakas-Bıyıklıköy | Kozlukebir | 27 | 0-30 |
| 57 | Mystakas-Bıyıklıköy | Kozlukebir | 27 | 0-30 |
| 58 | Mystakas-Bıyıklıköy | Kozlukebir | 27 | 0-30 |
| 59 | Mystakas-Bıyıklıköy | Kozlukebir | 27 | 0-30 |
| 60 | Mystakas-Bıyıklıköy | Kozlukebir | 27 | 0-30 |
| 61 | Mystakas-Bıyıklıköy | Kozlukebir | 27 | 0-30 |
| 62 | K.Drosini-Küçüren | Kozlukebir | 31 | 0-30 |
| 63 | K.Drosini-Küçüren | Kozlukebir | 31 | 0-30 |
| 64 | K.Drosini-Küçüren | Kozlukebir | 31 | 0-30 |
| 65 | Darmeni-Dirmendere | Kozlukebir | 30 | 0-30 |
| 66 | Darmeni-Dirmendere | Kozlukebir | 30 | 0-30 |
| 67 | Darmeni-Dirmendere | Kozlukebir | 30 | 0-30 |
| 68 | Darmeni-Dirmendere | Kozlukebir | 30 | 0-30 |
| 69 | Darmeni-Dirmendere | Kozlukebir | 30 | 0-30 |
| 70 | Esohi-Uşakdere | Kozlukebir | 51 | 0-30 |
| 71 | Lykeio-Kurcalı | Kozlukebir | 28 | 0-30 |
| 72 | Lykeio-Kurcalı | Kozlukebir | 28 | 0-30 |
| 73 | Hpio-Işıklar | Kozlukebir | 36 | 0-30 |
| 74 | Hpio-Işıklar | Kozlukebir | 36 | 0-30 |
| 75 | Hpio-Işıklar | Kozlukebir | 36 | 0-30 |
| 76 | Hpio-Işıklar | Kozlukebir | 36 | 0-30 |
| 77 | Hpio-Işıklar | Kozlukebir | 36 | 0-30 |

Çizelge 4.1. Araştırmanın yapıldığı arazilere ilişkin bilgiler (Devamı)

| Toprak No. | Köy İsmi Yunanca/Türkçe | Bölge/ Mevki | Merkez/Gümülcine Şehrine Uzaklığı (km) | Numune Derinliği (cm) |
|-------------------|--------------------------------|---------------------|---|------------------------------|
| 78 | Plagia-Payamlar | Kozlukebir | 36 | 0-30 |
| 79 | Plagia-Payamlar | Kozlukebir | 36 | 0-30 |
| 80 | Plagia-Payamlar | Kozlukebir | 36 | 0-30 |
| 81 | Plagia-Payamlar | Kozlukebir | 36 | 0-30 |
| 82 | Plagia-Payamlar | Kozlukebir | 36 | 0-30 |
| 83 | Plagia-Payamlar | Kozlukebir | 36 | 0-30 |
| 84 | Agiohori-Hacıköy | Kozlukebir | 37 | 0-30 |
| 85 | Agiohori-Hacıköy | Kozlukebir | 37 | 0-30 |
| 86 | Neda-Durhasanlar | Kozlukebir | 39 | 0-30 |
| 87 | Neda-Durhasanlar | Kozlukebir | 39 | 0-30 |
| 88 | Neda-Durhasanlar | Kozlukebir | 39 | 0-30 |
| 89 | Organi-Hemetli | Kozlukebir | 42 | 0-30 |
| 90 | Arriana-Kozlukebir | Kozlukebir | 30 | 0-30 |
| 91 | Arriana-Kozlukebir | Kozlukebir | 30 | 0-30 |
| 92 | Arriana-Kozlukebir | Kozlukebir | 30 | 0-30 |
| 93 | Arriana-Kozlukebir | Kozlukebir | 30 | 0-30 |
| 94 | Arriana-Kozlukebir | Kozlukebir | 30 | 0-30 |
| 95 | Arriana-Kozlukebir | Kozlukebir | 30 | 0-30 |
| 96 | Arriana-Kozlukebir | Kozlukebir | 30 | 0-30 |
| 97 | Arriana-Kozlukebir | Kozlukebir | 30 | 0-30 |
| 98 | Arriana-Kozlukebir | Kozlukebir | 30 | 0-30 |
| 99 | Arriana-Kozlukebir | Kozlukebir | 30 | 0-30 |
| 100 | Arriana-Kozlukebir | Kozlukebir | 30 | 0-30 |



Şekil 4.1. Batı Trakya Bölgesi ve Gümülcine şehrinin Yunanistan'daki konumu (Wikimedia, 2022)

4.1.1.3. Tekstür

Bouyoucos hidrometre yöntemiyle yapılmıştır (Tuncay, 1994).

4.1.1.4. Kireç (% CaCO₃)

Toprak örneklerinin kireç miktarları ScheiblerKalsimetresiyle belirlenmiştir (Sağlam, 2012a).

4.1.1.5. Organik Madde (%)

Toprakların organik madde miktarları Smith-Weldon yöntemi ile tayin edilmiştir (Sağlam, 2012a).

4.1.1.6. Bitkiye Yarayışlı Fosfor

Toprak örneklerin yarayışlı P içerikleri, Olsen yöntemiyle ekstrakte edildikten sonra, ICP-OES (Inductively Coupled Plasma Optical Emission Spectrometry) cihazı yardımı ile belirlenmiştir (Sağlam, 2012a).

4.1.1.7. Değişebilir Katyonlar (Mg, K)

Toprak örnekleri amonyum asetatla ekstrakte edildikten sonra değişebilir katyonlar ICP-OES ile belirlenmiştir (Sağlam, 2012a).

4.2. Bitkilere Yarayışlı Bazı Mikro Elementler (Fe, Cu, Zn, Mn)

Toprak örnekleri yarayışlı mikro element analizi için 0.005 M DTPA+ 0.01 M CaCl₂ + 0,1 M TEA (pH 7.3) ile ekstrakte edilmiştir. Ekstrakttaki yarayışlı Fe, Cu, Zn, ve Mn miktarları ICP-OES'de belirlenmiştir (Lindsay ve Norvell, 1978).

5. ARAŞTIRMA VE BULGULAR

5.1. Toprak Örneklerinin Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri

Araştırma alanına ait toprak örneklerinin bazı fiziksel ve kimyasal analiz sonuçları ile bu sonuçlara ait en düşük ve en yüksek değerler Çizelge 5.1’de verilmiştir. Yapılan incelemelere göre çıkan sonuçlar sınıflandırılarak toprakların verimlilik durumları hesaplanmıştır.

Çizelge 5.1. Araştırma alanı topraklarının bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri

| Toprak No | pH (1: 2,5) | Kireç (%) | Organik Madde (%) | Tuz (%) | Kil (%) | Kum (%) | Silt (%) | Tekstür Sınıfı |
|-----------|-------------|-----------|-------------------|---------|---------|---------|----------|-----------------|
| 1 | 7,5 | 0,5 | 1,4 | 0,58 | 36 | 40,7 | 23,3 | Kumlu-Killi-Tın |
| 2 | 7,5 | 0,5 | 1,2 | 0,87 | 42 | 40,7 | 17,3 | Kumlu-Kil |
| 3 | 5,9 | 0,5 | 0,9 | 0,27 | 16 | 56,7 | 27,3 | Kumlu-Tın |
| 4 | 7,1 | 0,5 | 1,6 | 0,76 | 40 | 36,7 | 23,3 | Kil |
| 5 | 6,5 | 0,5 | 1,4 | 0,11 | 48 | 38,7 | 13,3 | Kil |
| 6 | 6,4 | 0,5 | 1,0 | 0,26 | 16 | 56,7 | 27,3 | Kumlu-Tın |
| 7 | 6,4 | 0,5 | 1,1 | 0,46 | 20 | 52,7 | 27,3 | Kumlu-Killi-Tın |
| 8 | 8,2 | 13,9 | 1,7 | 0,60 | 32 | 48,7 | 19,3 | Kumlu-Killi-Tın |
| 9 | 8,1 | 15,8 | 1,1 | 0,57 | 32 | 46,7 | 21,3 | Kumlu-Killi-Tın |
| 10 | 8,0 | 5,3 | 1,8 | 0,50 | 30,7 | 44,7 | 24,6 | Killi-Tın |
| 11 | 8,0 | 14,3 | 1,9 | 0,49 | 34 | 40,7 | 25,3 | Killi-Tın |
| 12 | 8,3 | 9,0 | 2,2 | 0,42 | 34 | 42,7 | 23,3 | Killi-Tın |
| 13 | 8,3 | 0,5 | 1,6 | 0,52 | 6 | 66,7 | 27,3 | Kumlu-Tın |
| 14 | 8,2 | 5,4 | 2,5 | 0,59 | 34 | 36,7 | 29,3 | Killi-Tın |
| 15 | 8,2 | 3,7 | 2,1 | 0,61 | 38,7 | 36,7 | 24,6 | Killi-Tın |
| 16 | 8,1 | 0,5 | 2,1 | 0,46 | 16,7 | 46,7 | 36,6 | Tın |
| 17 | 7,8 | 0,9 | 2,0 | 0,67 | 32,7 | 28,7 | 38,6 | Killi-Tın |
| 18 | 8,0 | 0,5 | 1,6 | 0,39 | 36 | 36,7 | 27,3 | Killi-Tın |
| 19 | 8,3 | 4,7 | 1,6 | 0,46 | 34 | 42,7 | 23,3 | Killi-Tın |
| 20 | 5,9 | 0,5 | 1,5 | 0,45 | 16 | 52,7 | 31,3 | Tın |
| 21 | 7,8 | 1,5 | 1,8 | 0,50 | 36 | 34,7 | 29,3 | Killi-Tın |
| 22 | 8,2 | 15,3 | 2,0 | 0,66 | 48 | 30,7 | 21,3 | Kil |
| 23 | 6,4 | 0,5 | 1,3 | 0,33 | 16 | 54,7 | 29,3 | Kumlu-Tın |
| 24 | 8,1 | 2,3 | 2,0 | 0,44 | 32 | 46,7 | 21,3 | Kumlu-Killi-Tın |
| 25 | 7,5 | 0,5 | 1,7 | 0,64 | 28 | 48,7 | 23,3 | Kumlu-Killi-Tın |
| 26 | 7,3 | 0,1 | 1,7 | 0,39 | 32 | 40,7 | 27,3 | Killi-Tın |

Çizelge 5.1. Araştırma alanı topraklarının bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri (Devamı)

| Toprak No | pH (1: 2,5) | Kireç (%) | Organik Madde (%) | Tuz (%) | Kil (%) | Kum (%) | Silt (%) | Tekstür Sınıfı |
|-----------|-------------|-----------|-------------------|---------|---------|---------|----------|-----------------|
| 27 | 8,1 | 7,0 | 1,1 | 0,50 | 22 | 50,7 | 27,3 | Kumlu-Killi-Tın |
| 28 | 8,0 | 2,6 | 1,7 | 0,91 | 36 | 32,7 | 31,3 | Killi-Tın |
| 29 | 7,7 | 2,0 | 1,4 | 0,78 | 38 | 46,7 | 15,3 | Kumlu-Kil |
| 30 | 7,1 | 0,2 | 2,1 | 0,76 | 40 | 40,7 | 19,3 | Kili-Tın |
| 31 | 8,2 | 2,7 | 2,0 | 0,39 | 42 | 34,7 | 23,3 | Killi-Tın |
| 32 | 7,9 | 0,5 | 1,7 | 0,56 | 32 | 22,7 | 45,3 | Killi-Tın |
| 33 | 6,8 | 0,5 | 1,8 | 0,50 | 22 | 40,7 | 37,3 | Tın |
| 34 | 7,4 | 0,5 | 2,5 | 0,47 | 58 | 14,7 | 27,3 | Kil |
| 35 | 7,4 | 0,5 | 1,9 | 0,37 | 22 | 44,7 | 33,3 | Tın |
| 36 | 8,2 | 1,5 | 1,3 | 0,27 | 26 | 52,7 | 21,3 | Kumlu-Killi-Tın |
| 37 | 6,3 | 0,5 | 1,5 | 0,32 | 34 | 36,7 | 29,3 | Killi-Tın |
| 38 | 7,4 | 0,4 | 1,3 | 0,76 | 30 | 44,7 | 25,3 | Killi-Tın |
| 39 | 8,0 | 0,6 | 2,9 | 0,62 | 38 | 32,7 | 29,3 | Killi-Tın |
| 40 | 7,9 | 3,2 | 3,2 | 0,56 | 38 | 38,7 | 23,3 | Killi-Tın |
| 41 | 6,8 | eseri | 1,4 | 0,63 | 30,7 | 48,7 | 20,6 | Kumlu-Killi-Tın |
| 42 | 6,5 | eseri | 2,0 | 0,20 | 32,7 | 42,7 | 24,6 | Killi-Tın |
| 43 | 7,4 | 4,6 | 1,5 | 0,99 | 38,7 | 36,7 | 24,6 | Killi-Tın |
| 44 | 7,7 | 0,1 | 1,1 | 0,70 | 12,7 | 68,7 | 18,6 | Kumlu-Tın |
| 45 | 7,2 | 0,1 | 1,5 | 0,34 | 36,7 | 40,7 | 22,6 | Killi-Tın |
| 46 | 8,2 | 7,7 | 1,9 | 0,58 | 30,7 | 40,7 | 28,6 | Killi-Tın |
| 47 | 6,9 | eseri | 1,3 | 0,70 | 18,7 | 64,7 | 16,6 | Kumlu-Tın |
| 48 | 6,2 | eseri | 2,1 | 0,24 | 28,7 | 42,7 | 28,6 | Killi-Tın |
| 49 | 7,8 | 0,5 | 1,4 | 0,58 | 42,7 | 32,7 | 24,6 | Kil |
| 50 | 8,0 | 4,8 | 2,1 | 0,64 | 24,7 | 50,7 | 24,6 | Kumlu-Killi-Tın |
| 51 | 7,2 | 0,3 | 1,7 | 1,28 | 10 | 72,7 | 17,3 | Kumlu-Tın |
| 52 | 8,1 | 4,9 | 2,1 | 0,71 | 14 | 58,7 | 27,3 | Kumlu-Tın |
| 53 | 7,8 | 0,6 | 0,9 | 0,85 | 10,7 | 70,7 | 18,6 | Kumlu-Tın |
| 54 | 7,1 | 0,1 | 1,0 | 0,47 | 10,7 | 68,7 | 20,6 | Kumlu-Tın |
| 55 | 6,0 | eseri | 1,3 | 0,54 | 16,7 | 62,7 | 20,6 | Kumlu-Tın |
| 56 | 6,7 | eseri | 2,6 | 0,66 | 10 | 52,7 | 37,3 | Tın |
| 57 | 6,4 | eseri | 1,8 | 0,28 | 22,7 | 50,7 | 26,6 | Kumlu-Killi-Tın |
| 58 | 6,8 | eseri | 1,8 | 0,45 | 20,7 | 56,7 | 22,6 | Kumlu-Killi-Tın |
| 58 | 6,7 | eseri | 1,7 | 0,49 | 20,7 | 52,7 | 26,6 | Kumlu-Killi-Tın |
| 60 | 6,2 | eseri | 1,9 | 0,62 | 22,7 | 48,7 | 28,6 | Tın |

Çizelge 5.1. Araştırma alanı topraklarının bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri (Devamı)

| Toprak No | pH (1: 2,5) | Kireç (%) | Organik Madde (%) | Tuz (%) | Kil (%) | Kum (%) | Silt (%) | Tekstür Sınıfı |
|-----------|-------------|-----------|-------------------|---------|---------|---------|----------|-----------------|
| 61 | 6,8 | eseri | 2,2 | 0,63 | 14,7 | 56,7 | 28,6 | Kumlu-Tın |
| 62 | 7,6 | 0,2 | 1,8 | 0,93 | 12 | 62,7 | 25,5 | Kumlu-Tın |
| 63 | 7,4 | 0,2 | 1,2 | 0,85 | 10,7 | 62,7 | 26,6 | Kumlu-Tın |
| 64 | 7,9 | 1,2 | 2,2 | 0,94 | 16,7 | 54,7 | 28,6 | Kumlu-Tın |
| 65 | 6,1 | eseri | 1,6 | 0,55 | 18,7 | 62,7 | 18,6 | Kumlu-Tın |
| 66 | 7,1 | 0,1 | 0,8 | 0,93 | 8,7 | 72,7 | 18,6 | Kumlu-Tın |
| 67 | 7,9 | 5,4 | 3,0 | 0,75 | 42,7 | 40,7 | 16,6 | Kil |
| 68 | 7,8 | 1,2 | 2,5 | 0,81 | 30,7 | 24,7 | 44,6 | Killi-Tın |
| 69 | 7,9 | 0,8 | 2,5 | 0,72 | 48,7 | 28,7 | 22,6 | Kil |
| 70 | 6,7 | 0,0 | 3,2 | 0,35 | 28,7 | 36,7 | 34,6 | Killi-Tın |
| 71 | 7,7 | 5,6 | 2,1 | 0,54 | 28,7 | 48,7 | 22,6 | Kumlu-Killi-Tın |
| 72 | 6,3 | eseri | 1,3 | 0,24 | 20,7 | 60,7 | 18,6 | Kumlu-Killi-Tın |
| 73 | 6,6 | eseri | 2,0 | 1,20 | 48,0 | 34,7 | 17,3 | Kil |
| 74 | 6,3 | eseri | 1,8 | 0,20 | 42 | 36,7 | 21,3 | Kil |
| 75 | 7,3 | 0,1 | 2,2 | 0,50 | 46 | 32,7 | 21,3 | Kil |
| 76 | 7,2 | 0,4 | 1,6 | 1,07 | 52 | 30,7 | 17,3 | Kil |
| 77 | 6,6 | eseri | 1,6 | 0,13 | 22,7 | 52 | 25,3 | Kumlu-Killi-Tın |
| 78 | 7,0 | 0,1 | 1,7 | 0,87 | 14,7 | 64,7 | 20,6 | Kumlu-Tın |
| 79 | 5,4 | eseri | 1,9 | 0,28 | 36,7 | 46,7 | 16,6 | Kumlu-Kil |
| 80 | 7,4 | 0,1 | 1,5 | 0,61 | 14,7 | 60,7 | 24,6 | Kumlu-Tın |
| 81 | 6,9 | eseri | 1,5 | 0,65 | 16,7 | 60,7 | 22,6 | Kumlu-Tın |
| 82 | 6,9 | eseri | 1,6 | 1,04 | 14,7 | 60,7 | 24,6 | Kumlu-Tın |
| 83 | 7,5 | 0,1 | 2,2 | 1,67 | 34,7 | 40,7 | 24,6 | Killi-Tın |
| 84 | 8,2 | 0,9 | 1,5 | 0,52 | 34 | 44,7 | 21,3 | Killi-Tın |
| 85 | 6,5 | eseri | 3,0 | 0,62 | 44 | 36,7 | 19,3 | Kil |
| 86 | 8,2 | 2,1 | 1,0 | 0,36 | 24 | 50,7 | 25,3 | Kumlu-Killi-Tın |
| 87 | 6,8 | 0,5 | 0,7 | 0,26 | 14 | 66,7 | 19,3 | Kumlu-Tın |
| 88 | 5,6 | 0,5 | 0,9 | 0,55 | 10 | 74,7 | 15,3 | Kumlu-Tın |
| 89 | 7,0 | 0,5 | 0,6 | 0,39 | 16 | 62,7 | 21,3 | Kumlu-Tın |
| 90 | 6,3 | 0,0 | 2,0 | 0,45 | 16 | 56,7 | 27,3 | Kumlu-Tın |
| 91 | 7,3 | 0,2 | 1,1 | 0,50 | 34,7 | 44 | 21,3 | Tın |
| 92 | 6,1 | eseri | 1,0 | 0,55 | 18,7 | 62 | 19,3 | Kumlu-Tın |
| 93 | 6,0 | eseri | 1,2 | 0,56 | 18,7 | 58 | 23,3 | Kumlu-Tın |
| 94 | 6,5 | eseri | 1,5 | 0,33 | 24,7 | 44 | 31,3 | Tın |

Çizelge 5.1. Araştırma alanı topraklarının bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri (Devamı)

| Toprak No | pH (1: 2.5) | Kireç (%) | Organik Madde (%) | Tuz (%) | Kil (%) | Kum (%) | Silt (%) | Tekstür Sınıfı |
|-------------|-------------|--------------|-------------------|-------------|-----------|-------------|-------------|-----------------|
| 95 | 6,0 | eseri | 1,4 | 0,33 | 24,7 | 48 | 27,3 | Kumlu-Killi-Tın |
| 96 | 5,5 | eseri | 1,4 | 0,56 | 20,7 | 56 | 23,3 | Kumlu-Killi-Tın |
| 97 | 6,5 | eseri | 1,4 | 0,95 | 16,7 | 56 | 27,3 | Kumlu-Tın |
| 98 | 6,0 | eseri | 1,4 | 0,35 | 26 | 42,7 | 31,3 | Tın |
| 99 | 6,5 | eseri | 1,0 | 0,67 | 18 | 56,7 | 25,3 | Kumlu-Tın |
| 100 | 5,6 | eseri | 1,1 | 0,74 | 20 | 54,7 | 25,3 | Kumlu-Tın |
| Min. | 5,4 | eseri | 0,6 | 0,11 | 6 | 14,7 | 13,3 | |
| Max. | 8,3 | 15,8 | 3,2 | 1,67 | 58 | 72,7 | 45,3 | |

5.2. Toprakların pH Değerleri

Toprak örneklerinin pH değerleri Çizelge 5.2’de değerlendirilmiştir.

Çizelge 5.2. Toprakların pH değerlerine göre sınıflandırılması (Alpaslan vd., 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 |

Toprak örneklerinin pH değerleri 5,4 ile 8,3 arasında değişmektedir. Bu değerlerin % 1,00’i “orta asit”, % 20,00’si “hafif asit”, % 37,00’si “nötr”, % 42,00’si “hafif alkali” olduğu görülmüştür. Bu sonuçlara göre toprak örneklerinin yüksek oranda hafif alkali ve nötr seviyede olduğu belirlenmiştir. Bitkilerin isteklerine uygun olan ve istenilen seviye nötr olduğuna göre hafif alkali olan toprakların pH değerlerinin nötr seviyelerine düşürülmesi için kükürtlü gübrelerin seçimine dikkat edilmelidir.

5.3. Toprakların Kireç Miktarları

Toprak örneklerinin kireç içerikleri % 0,00 (eseri) ile % 15,8 arasında değişmektedir. Bu değerlere göre toprakların % 74,00’ünün “az kireçli”, % 15,00’inin “kireçli”, % 9,00’unun “orta kireçli” ve % 2,00’sinin de “fazla kireçli” oldukları saptanmıştır. Toprak örneklerinin

kireç değerleri izelge 5.3'e göre sınıflandırılmıştır (Alpaslan vd., 1988). Araştırma alanı topraklarının çoğunluğu kireç içerikleri bakımından "az kireçli" grubuna girmekte olup, kireç yönünden bir sorun oluşturmadığı grlmektedir. Kireç varlığının en fazla grldğu ve dikkat edilmesi gereken köyler de Turgutoba ve Domruköy'dr.

Çizelge 5.3. Toprakların kireç içeriklerinin sınıflandırılması (Alpaslan vd., 1988)

| Kireç, % | Değerlendirme |
|-----------------|----------------------|
| 0 – 1 | Az Kireçli |
| 1 – 5 | Kireçli |
| 5 – 15 | Orta Kireçli |
| 15 – 25 | Fazla Kireçli |
| > 25 | ok Fazla Kireçli |

5.4. Toprakların Organik Madde Miktarları

Toprak rneklerinin organik madde miktarları % 0,6 ile % 3,2 arasında değişmektedir. Bu içeriklere göre toprakların % 11,00'inin organik madde miktarı "ok az", % 67,00'si "az", % 20,00'si "orta" ve % 2,00'si "iyi" düzeydedir. Bu oranlara göre Kozlukebir Belediyesine bağlı olan köylerin organik madde miktarlarının yetersiz düzeyde olduğunu söyleyebiliriz.

Çizelge 5.4. Toprakların organik madde içeriklerinin sınıflandırılması (Alpaslan vd., 1988)

| Organik Madde, % | Değerlendirme |
|-------------------------|----------------------|
| 0 – 1 | ok Az |
| 1 – 2 | Az |
| 2 – 3 | Orta |
| 3 – 4 | İyi |
| > 4 | Yüksek |

5.5. Toprakların Tuz Miktarları

Toprak rneklerinin tuz miktarları % 0,11 ile % 1,67 arasında değişmektedir. Bu değerlere göre toprakların % 2,00'si "tuzsuz", % 17,00'si "Hafif tuzlu", % 51,00'i "tuzlu", % 30,00'unun da "ok tuzlu" olduğu belirlenmiştir. Bu bulgular bölge topraklarımızın tuzluluk düzeylerinin yüksek olduğunu belirler. Yapılan aşırı sulamaların tuzlanmayı arttırdığını ve bu konuda dikkatli olunması gerektiğini unutmamak gerekir. Toprak rneklerinin tuz içerikleri izelge 5.5'de (Richards, 1954) değerlendirilmiştir.

Çizelge 5.5. Toprakların toplam tuz değerlerinin 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 |

5.6. Toprakların Tekstürleri

Toprak örneklerinin % 19,00'u "kumlu-killi-tınlı", % 27,00'si "killi-tınlı", % 30,00'u "kumlu-tınlı", % 9,00'u "tınlı", % 12,00'si "killi" ve % 3,00'ü "kumlu killi" tekstüre sahiptir (Çizelge 5.1). Toprak örneklerinde kumlu-tınlı, killi-tınlı ve kumlu-killi-tınlı sınıflarının çoğunlukta olduğunu görmekteyiz. Tarımsal üretim açısından son derece uygun tekstüre sahip topraklardır.

5.7. Araştırma Alanı Topraklarının Bazı Makro Besin Elementi İçerikleri

Toprak örneklerinin kimyasal analiz sonuçlarına göre nitrat azotu, bitkiye yararlı fosfor (P), değişebilir potasyum (K), ve değişebilir magnezyum (Mg) miktarları Çizelge 5.6'da verilmiştir.

Çizelge 5. 6. Toprakların bazı makro besin elementi içerikleri, mg/kg

| Toprak No | Magnezyum (Mg) | Nitrat Azotu (N-NO ₃) | Fosfor (P) | Potasyum (K) |
|-----------|----------------|-----------------------------------|------------|--------------|
| 1 | 469 | 6,9 | 12,9 | 201 |
| 2 | 406 | 6,6 | 30,6 | 283 |
| 3 | 159 | 5,3 | 23,5 | 173 |
| 4 | 544 | 9,9 | 27,9 | 223 |
| 5 | 599 | 3,5 | 21,1 | 259 |
| 6 | 209 | 4,5 | 21,3 | 105 |
| 7 | 332 | 6,3 | 22,1 | 124 |
| 8 | 572 | 9,2 | 6,0 | 398 |
| 9 | 644 | 4,4 | 2,8 | 348 |
| 10 | 729 | 7,1 | 14,2 | 297 |
| 11 | 109 | 7,2 | 5,7 | 270 |
| 12 | 88 | 7,4 | 7,2 | 181 |

Çizelge 5. 6. Toprakların bazı makro besin elementi içerikleri, mg/kg (Devamı)

| Toprak No | Magnezyum (Mg) | Nitrat Azotu (N-NO₃) | Fosfor (P) | Potasyum (K) |
|------------------|-----------------------|--|-------------------|---------------------|
| 13 | 178 | 6,6 | 5,3 | 71 |
| 14 | 380 | 6,5 | 13,9 | 287 |
| 15 | 332 | 3,8 | 7,1 | 347 |
| 16 | 320 | 9,8 | 7,8 | 148 |
| 17 | 271 | 4,7 | 11,1 | 223 |
| 18 | 240 | 6,7 | 19,7 | 330 |
| 19 | 262 | 7,2 | 6,1 | 348 |
| 20 | 340 | 11,9 | 19,3 | 89 |
| 21 | 128 | 12,3 | 5,9 | 190 |
| 22 | 251 | 11,9 | 5,3 | 331 |
| 23 | 266 | 8,4 | 16,6 | 108 |
| 24 | 118 | 8,4 | 8,0 | 323 |
| 25 | 202 | 17,4 | 21,3 | 321 |
| 26 | 267 | 10,1 | 13,1 | 263 |
| 27 | 328 | 7,4 | 13,5 | 284 |
| 28 | 283 | 29,1 | 21,3 | 515 |
| 29 | 714 | 22,5 | 8,7 | 331 |
| 30 | 478 | 21,1 | 32,8 | 520 |
| 31 | 270 | 7,6 | 16,5 | 349 |
| 32 | 400 | 10,8 | 49,4 | 370 |
| 33 | 296 | 21,2 | 13,2 | 223 |
| 34 | 1110 | 13,6 | 22,6 | 603 |
| 35 | 362 | 14,6 | 31,6 | 207 |
| 36 | 156 | 4,8 | 15,0 | 203 |
| 37 | 348 | 9,6 | 38,4 | 346 |
| 38 | 683 | 11,3 | 34,0 | 335 |
| 39 | 203 | 13,0 | 10,1 | 294 |
| 40 | 165 | 9,4 | 10,3 | 270 |
| 41 | 412 | 4,1 | 24,8 | 282 |
| 42 | 463 | 2,9 | 53,4 | 343 |
| 43 | 620 | 2,1 | 23,2 | 327 |

Çizelge 5. 6. Toprakların bazı makro besin elementi içerikleri, mg/kg (Devamı)

| Toprak No | Magnezyum (Mg) | Nitrat Azotu (N-NO₃) | Fosfor (P) | Potasyum (K) |
|------------------|-----------------------|--|-------------------|---------------------|
| 44 | 136 | 6,7 | 8,7 | 111 |
| 45 | 629 | 4,2 | 30,6 | 302 |
| 46 | 317 | 5,0 | 3,0 | 256 |
| 47 | 222 | 0,5 | 20,6 | 190 |
| 48 | 465 | 7,3 | 10,3 | 158 |
| 49 | 349 | 7,0 | 16,0 | 240 |
| 50 | 261 | 10,0 | 10,7 | 269 |
| 51 | 283 | 19,1 | 15,4 | 95 |
| 52 | 388 | 5,2 | 21,4 | 255 |
| 53 | 96 | 12,1 | 16,1 | 140 |
| 54 | 115 | 5,9 | 13,3 | 131 |
| 55 | 135 | 8,9 | 24,9 | 86 |
| 56 | 506 | 11,6 | 30,8 | 134 |
| 57 | 450 | 6,3 | 21,7 | 212 |
| 58 | 351 | 26,8 | 29,0 | 197 |
| 58 | 335 | 9,8 | 26,8 | 215 |
| 60 | 331 | 32,9 | 20,5 | 208 |
| 61 | 297 | 10,0 | 23,4 | 189 |
| 62 | 858 | 6,9 | 14,2 | 152 |
| 63 | 710 | 10,5 | 17,6 | 157 |
| 64 | 227 | 9,5 | 6,2 | 123 |
| 65 | 324 | 20,4 | 55,9 | 224 |
| 66 | 187 | 10,1 | 18,2 | 123 |
| 67 | 300 | 18,8 | 15,6 | 359 |
| 68 | 383 | 21,1 | 17,1 | 445 |
| 69 | 363 | 16,1 | 9,3 | 460 |
| 70 | 1014 | 7,4 | 27,4 | 207 |
| 71 | 259 | 6,9 | 11,6 | 284 |
| 72 | 306 | 8,1 | 17,5 | 160 |
| 73 | 960 | 4,8 | 13,4 | 340 |
| 74 | 691 | 6,5 | 9,9 | 228 |

Çizelge 5. 6. Toprakların bazı makro besin elementi içerikleri, mg/kg (Devamı)

| Toprak No | Magnezyum (Mg) | Nitrat Azotu (N-NO ₃) | Fosfor (P) | Potasyum (K) |
|-------------|----------------|-----------------------------------|-------------|--------------|
| 75 | 463 | 18,5 | 15,4 | 283 |
| 76 | 1000 | 11,1 | 9,8 | 413 |
| 77 | 508 | 4,0 | 20,8 | 240 |
| 78 | 302 | 8,8 | 15,2 | 140 |
| 79 | 758 | 0,5 | 12,2 | 226 |
| 80 | 421 | 6,5 | 17,0 | 120 |
| 81 | 379 | 5,9 | 20,0 | 157 |
| 82 | 380 | 10,0 | 8,3 | 109 |
| 83 | 505 | 3,3 | 13,9 | 214 |
| 84 | 433 | 6,8 | 4,4 | 152 |
| 85 | 291 | 9,8 | 5,9 | 202 |
| 86 | 102 | 6,7 | 16,0 | 127 |
| 87 | 232 | 4,2 | 21,0 | 763 |
| 88 | 316 | 22,3 | 11,6 | 52 |
| 89 | 1165 | 4,2 | 5,0 | 78 |
| 90 | 125 | 10,9 | 45,2 | 180 |
| 91 | 533 | 10,4 | 18,6 | 469 |
| 92 | 416 | 11,2 | 21,8 | 332 |
| 93 | 494 | 2,1 | 39,5 | 308 |
| 94 | 436 | 11,9 | 37,5 | 380 |
| 95 | 570 | 12,4 | 27,6 | 314 |
| 96 | 469 | 25,4 | 36,3 | 409 |
| 97 | 360 | 16,8 | 26,6 | 354 |
| 98 | 400 | 12,1 | 35,7 | 312 |
| 99 | 440 | 12,9 | 39,5 | 310 |
| 100 | 310 | 20,9 | 54,1 | 414 |
| Min. | 88 | 0,5 | 2,8 | 52 |
| Max. | 1165 | 32,9 | 55,9 | 763 |

5.7.1. Toprakların Bitkilere Yararışlı Nitrat Azotu Miktarları

Toprak örneklerinin analiz sonuçlarına göre topraktaki N-NO₃ miktarları 0,5 mg/kg ile 32,9 mg/kg arasında değişmektedir. Çizelge 5.7'e göre yapılan değerlendirme sonucu toprakların % 59,00'u "çok az", % 30,00'u "az" ve % 11,00'i "yeterli" düzeydedir. Bu sonuçlara göre bölge topraklarımızın azot oranı ciddi derecede yetersiz seviyededir.

Çizelge 5. 7. Toprakların N-NO₃ bakımından sınıflandırılması (Bagshaw vd., 2010).

| N-NO ₃ , mg/kg | Değerlendirme |
|---------------------------|---------------|
| 0-10 | Çok Az |
| 10-20 | Az |
| 20-40 | Yeterli |
| 40-50 | Fazla |
| 50-60 | Çok Fazla |

5.7.2. Toprakların Bitkilere Yararışlı Fosfor Miktarları

Toprak örneklerinin bitkilere yararışlı P miktarları 2,8 mg/kg ile 55,9 mg/kg arasında değişmektedir. Çizelge 5.8'e göre yapılan değerlendirmede, toprakların % 16,00'si "az", % 61,00'i "yeterli", % 23,00'ü "fazla" düzeyde fosfor içermektedir. Bu sonuçlara göre Kozlukebir bölgesindeki toprakların yüksek bölümünde bitkilere yararışlı fosforun yeterli ve yüksek düzeylerde olduğunu görmekteyiz. Turgutoba, Çelebiköy, Domruköy, Hacıköy ve Hemetli köylerinin bazı analizlerinde bitkilere yararışlı fosforun az olduğu görülmüştür.

Çizelge 5.8. Toprakların yararışlı P bakımından sınıflandırılması (FAO, 1990)

| P, mg/kg | Değerlendirme |
|-----------|---------------|
| < 2,5 | Çok Az |
| 2,5 – 8,0 | Az |
| 8,0 – 25 | Yeterli |
| 25 – 80 | Fazla |
| > 80 | Çok Fazla |

5.7.3. Toprakların Değişebilir Potasyum Miktarları

Toprakların değişebilir K miktarları 52 mg/kg ile 763 mg/kg arasında değişmektedir. Buna göre toprakların değişebilir K miktarlarının % 19,00'u "az", % 69,00'u "yeterli", %

%12,00'si de "fazla" düzeydedir. Toprakların değişebilir K içerikleri Çizelge 5.9'a göre değerlendirilmiştir. Kozlukebir bölgesi topraklarının değişebilir K kapsamlarının yüksek oranda bitkiler için elverişli olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 5. 9. Toprakların değişebilir K bakımından sınıflandırılması (Alpaslan vd., 1998)

| K, mg/kg | Değerlendirme |
|-----------------|----------------------|
| < 50 | Çok Az |
| 50 – 140 | Az |
| 140 – 370 | Yeterli |
| 370 – 1000 | Fazla |
| > 1000 | Çok Fazla |

5.7.4. Toprakların Değişebilir Magnezyum Miktarları

Toprakların değişebilir Mg miktarları 88 mg/kg ile 1165 mg/kg arasında değişmektedir. Toprakların değişebilir Mg içerikleri Çizelge 5.10'a göre değerlendirildiğinde; % 12,00'sinin "az"; % 64,00'ünün "yeterli" ve % 24,00'ünün ise "fazla" düzeyde olduğu görülmektedir. Araştırma alanı topraklarının değişebilir Mg kapsamlarının yüksek oranda yeterli olduğu belirlenmiştir. Bu bulgular, araştırma alanlarında ciddi bir Mg eksikliğinin olmadığını ortaya koymaktadır.

Çizelge 5. 10. Toprakların değişebilir Mg miktarlarının sınıflandırılması (Alpaslan vd., 1998)

| Mg, mg/kg | Değerlendirme |
|------------------|----------------------|
| < 50 | Çok Az |
| 50 – 160 | Az |
| 160 – 480 | Yeterli |
| 480 – 1500 | Fazla |
| > 1500 | Çok Fazla |

5.8. Araştırma Alanı Topraklarının Bazı Mikro Besin Elementi İçerikleri

Toprak örneklerinin kimyasal analiz sonuçlarına göre bitkiye yararlı demir (Fe), bakır (Cu), çinko (Zn), mangan (Mn) miktarları Çizelge 5. 11’de belirtilmiştir.

Çizelge 5.11. Araştırma alanı topraklarının bazı mikro besin elementi içerikleri, mg/kg

| Toprak No | Demir (Fe) | Bakır (Cu) | Çinko (Zn) | Mangan (Mn) |
|-----------|------------|------------|------------|-------------|
| 1 | 70,0 | 1,3 | <0,5 | 30,0 |
| 2 | 67,0 | 1,0 | 0,5 | 33,7 |
| 3 | 85,8 | 1,9 | 0,6 | 22,8 |
| 4 | 124,6 | 1,6 | 0,8 | 81,5 |
| 5 | 67,2 | 1,0 | 0,5 | 33,9 |
| 6 | 81,5 | 2,1 | 0,8 | 21,1 |
| 7 | 80,3 | 1,9 | 0,7 | 25,7 |
| 8 | 11,3 | 1,7 | 0,45 | 7,2 |
| 9 | 10,2 | 0,9 | 0,28 | 6,9 |
| 10 | 12,7 | 1,1 | 1,71 | 8,9 |
| 11 | 7,7 | 0,6 | 0,37 | 4,9 |
| 12 | 4,8 | 0,5 | 0,19 | 3,7 |
| 13 | 8,3 | 0,7 | 0,19 | 4,0 |
| 14 | 13,5 | 1,6 | 0,55 | 8,2 |
| 15 | 11,3 | 1,2 | 0,83 | 10,4 |
| 16 | 20,7 | 2,2 | 0,60 | 11,7 |
| 17 | 20,8 | 1,4 | 0,43 | 17,9 |
| 18 | 43,6 | 2,1 | 0,7 | 15,2 |
| 19 | 27,6 | 1,5 | 0,6 | 8,2 |
| 20 | 74,8 | 2,1 | 0,7 | 16,4 |
| 21 | 36,9 | 0,9 | <0,5 | 18,5 |
| 22 | 18,6 | 1,5 | 0,5 | 7,4 |
| 23 | 76,5 | 2,2 | 0,6 | 26,7 |
| 24 | 8,7 | 1,6 | 0,36 | 6,0 |
| 25 | 15,2 | 1,5 | 0,37 | 13,0 |

Çizelge 5.11. Araştırma alanı topraklarının bazı mikro besin elementi içerikleri, mg/kg (Devamı)

| Toprak No | Demir (Fe) | Bakır (Cu) | Çinko (Zn) | Mangan (Mn) |
|-----------|------------|------------|------------|-------------|
| 26 | 19,8 | 2,0 | 0,55 | 20,8 |
| 27 | 13,3 | 1,5 | 0,76 | 4,7 |
| 28 | 47,1 | 3,3 | 0,6 | 50,1 |
| 29 | 58,1 | 2,4 | 0,6 | 74,2 |
| 30 | 49,0 | 2,5 | 0,5 | 84,2 |
| 31 | 13,8 | 1,5 | 0,5 | 6,4 |
| 32 | 62,1 | 2,9 | 0,9 | 21,7 |
| 33 | 29,5 | 3,1 | 1,1 | 19,8 |
| 34 | 52,9 | 3,3 | 1,0 | 22,0 |
| 35 | 36,4 | 2,7 | 1,2 | 14,8 |
| 36 | 20,3 | 2,2 | 0,7 | 8,3 |
| 37 | 126 | 3,3 | 0,8 | 54,6 |
| 38 | 37,1 | 1,9 | 0,4 | 40,1 |
| 39 | 10,3 | 1,7 | 0,84 | 4,9 |
| 40 | 8,8 | 1,0 | 0,65 | 3,97 |
| 41 | 20,9 | 2,6 | 0,65 | 9,6 |
| 42 | 39,3 | 2,0 | 1,10 | 14,3 |
| 43 | 25,0 | 2,1 | 1,27 | 12,3 |
| 44 | 8,7 | 1,0 | 0,57 | 5,2 |
| 45 | 16,0 | 1,9 | 0,57 | 8,8 |
| 46 | 7,9 | 0,7 | 0,32 | 3,3 |
| 47 | 21,5 | 1,7 | 0,41 | 9,9 |
| 48 | 34,6 | 2,7 | 1,11 | 15,1 |
| 49 | 8,0 | 0,9 | 0,48 | 4,7 |
| 50 | 8,5 | 0,8 | 0,34 | 5,8 |
| 51 | 27,3 | 1,8 | 0,57 | 16,2 |
| 52 | 13,3 | 1,6 | 1,28 | 6,1 |
| 53 | 11,4 | 0,6 | 0,31 | 9,4 |
| 54 | 18,9 | 1,0 | 0,61 | 14,8 |

Çizelge 5.11. Araştırma alanı topraklarının bazı mikro besin elementi içerikleri, mg/kg (Devamı)

| Toprak No | Demir (Fe) | Bakır (Cu) | Çinko (Zn) | Mangan (Mn) |
|------------------|-------------------|-------------------|-------------------|--------------------|
| 55 | 37,0 | 1,2 | 0,68 | 17,3 |
| 56 | 43,2 | 1,7 | 1,16 | 18,7 |
| 57 | 35,2 | 2,2 | 24,0 | 18,4 |
| 58 | 37,1 | 2,6 | 2,47 | 18,2 |
| 58 | 54,1 | 2,9 | 57,4 | 18,3 |
| 60 | 46,1 | 2,5 | 13,7 | 21,3 |
| 61 | 31,6 | 1,2 | 1,87 | 12,9 |
| 62 | 21,2 | 1,4 | 0,56 | 9,3 |
| 63 | 18,8 | 1,2 | 0,68 | 6,3 |
| 64 | 12,3 | 0,8 | 0,35 | 4,8 |
| 65 | 33,3 | 1,3 | 0,67 | 11,6 |
| 66 | 20,7 | 1,1 | 0,34 | 9,1 |
| 67 | 8,4 | 1,0 | 0,39 | 4,9 |
| 68 | 17,6 | 1,9 | 0,93 | 6,6 |
| 69 | 17,0 | 1,7 | 0,84 | 7,0 |
| 70 | 63,3 | 1,2 | 2,51 | 18,7 |
| 71 | 22,2 | 1,7 | 47,8 | 10,7 |
| 72 | 31,3 | 2,0 | 50,0 | 18,1 |
| 73 | 43,6 | 2,2 | 0,77 | 15,8 |
| 74 | 24,9 | 1,7 | 0,31 | 14,7 |
| 75 | 13,5 | 1,3 | 0,41 | 7,4 |
| 76 | 24,7 | 1,7 | 0,82 | 10,7 |
| 77 | 90,9 | 4,1 | 2,1 | 110 |
| 78 | 20,9 | 2,0 | 1,71 | 9,5 |
| 79 | 29,3 | 1,9 | 0,67 | 17,1 |
| 80 | 11,1 | 1,0 | 1,80 | 6,2 |
| 81 | 26,5 | 1,3 | 1,28 | 9,4 |
| 82 | 27,7 | 1,5 | 1,16 | 11,5 |
| 83 | 13,4 | 1,4 | 0,57 | 10,4 |

Çizelge 5.11. Araştırma alanı topraklarının bazı mikro besin elementi içerikleri, mg/kg (Devamı)

| Toprak No | Demir (Fe) | Bakır (Cu) | Çinko (Zn) | Mangan (Mn) |
|-------------|------------|------------|-------------|-------------|
| 84 | 6,0 | 1,2 | 0,18 | 3,4 |
| 85 | 24,9 | 1,8 | 0,27 | 15,8 |
| 86 | 20,7 | 1,2 | <0,5 | 6,4 |
| 87 | 50,6 | 1,1 | <0,5 | 16,0 |
| 88 | 51,1 | 0,9 | <0,5 | 17,2 |
| 89 | 62,5 | 0,6 | 0,7 | 27,7 |
| 90 | 25,1 | 1,3 | 1,03 | 9,1 |
| 91 | 45,8 | 2,5 | 1,3 | 101 |
| 92 | 88,7 | 3,9 | 1,7 | 80,3 |
| 93 | 86,6 | 3,1 | 1,6 | 60,4 |
| 94 | 107 | 5,7 | 2,6 | 103 |
| 95 | 95,0 | 3,9 | 1,8 | 96,3 |
| 96 | 98,8 | 3,3 | 1,5 | 69,5 |
| 97 | 92,8 | 4,9 | 2,9 | 70,8 |
| 98 | 130 | 5,1 | 2,5 | 87,0 |
| 99 | 75,5 | 3,5 | 2,2 | 61,2 |
| 100 | 153 | 4,2 | 2,4 | 67,2 |
| Min. | 4,8 | 0,5 | 0,18 | 3,3 |
| Max. | 153 | 5,7 | 57,4 | 110 |

5.8.1. Toprakların Bitkilere Yarayışlı Demir Miktarları

Toprakların bitkilere yarayışlı Fe miktarları 4,8 mg/kg ile 153,0 mg/kg arasında değişmektedir. Buna göre toprakların % 100,00'ü "yüksek" düzeydedir. Çizelge 5. 12'ye göre yapılan değerlendirme sonucunda, araştırma alanı topraklarında bitkilere yarayışlı Fe miktarlarının yüksek olduğu ve herhangi bir Fe eksikliğinin olmadığı görülmektedir.

Çizelge 5.12. Toprakların bitkilere yarayışlı Fe bakımından sınıflandırılması (Lindsay ve Norvell, 1978)

| Fe, mg/kg | Değerlendirme |
|-----------|---------------|
| < 2,5 | Az |
| 2,5 – 4,5 | Orta |
| > 4,5 | Yüksek |

5.8.2. Toprakların Bitkilere Yarayışlı Bakır Miktarları

Toprakların bitkilere yarayışlı Cu miktarları 0,5 mg/kg ile 5,7 mg/kg arasında değişmektedir. Buna göre toprakların % 100'ünde “yeterli” düzeyde Cu belirlenmiştir. Çizelge 5.13'e göre yapılan değerlendirme sonucunda, bölge topraklarının tamamında bitkilere yarayışlı Cu miktarlarının yeterli seviyede olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 5.13. Toprakların bitkilere yarayışlı Cu bakımından sınıflandırılması (Lindsay ve Norvell, 1978)

| Cu, mg/kg | Değerlendirme |
|-----------|---------------|
| < 0,2 | Yetersiz |
| > 0,2 | Yeterli |

5.8.3. Toprakların Bitkilere Yarayışlı Çinko Miktarları

Toprakların bitkilere yarayışlı Zn miktarları 0,18 mg/kg ile 57,4 mg/kg arasında değişmektedir. Buna göre toprakların % 3,00'ünde “çok az”, % 53,00'ünde “az”, % 34,00'ünde “yeterli”, % 5,00'ünde “fazla” ve % 5,00 oranında “çok fazla” Zn varlığı tespit edilmiştir.

Çizelge 5.14'e göre yapılan değerlendirme sonucunda, Kozlukebir bölgesi topraklarında bitkilere yarayışlı Zn miktarlarının yetersiz düzeyde olduğu ve Zn noksanlığına karşı dikkatli olunması gerektiği belirlenmiştir.

Çizelge 5.14. Toprakların bitkilere yararışlı Zn bakımından sınıflandırılması (FAO, 1990)

| Zn, mg/kg | Değerlendirme |
|-----------|---------------|
| < 0,2 | Çok Az |
| 0,2 – 0,7 | Az |
| 0,7 – 2,4 | Yeterli |
| 2,4 – 8,0 | Fazla |
| > 8,0 | Çok Fazla |

5.8.4. Toprakların Bitkilere Yararışlı Mangan Miktarları

Toprakların bitkilere yararışlı Mn miktarları 3,48 mg/kg ile 56,14 mg/kg arasında değişmektedir. Buna göre toprakların % 4,00'ünde “çok az”, % 44,00'ünde “az”, % 36,00'sında “yeterli” ve % 16,00'sında da “fazla” düzeyde Mn bulunmuştur. Çizelge 5. 15'e göre yapılan değerlendirmede Kozlukebir bölgesi topraklarının % 48'inde bitkilere yararışlı Mn miktarlarının yetersiz olduğu belirlenmiştir. Buna göre Mn noksanlığına karşı dikkatli olunması ve Mn'lı gübrelerin de kullanılması gerektiği ortaya çıkmaktadır.

Çizelge 5.15. Toprakların bitkilere yararışlı Mn bakımından sınıflandırılması (FAO, 1990)

| Mn, mg/kg | Değerlendirme |
|-----------|---------------|
| < 4 | Çok Az |
| 4 – 14 | Az |
| 14 – 50 | Yeterli |
| 50 – 170 | Fazla |
| > 170 | Çok Fazla |

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Gümölcine şehrinin Kozlukebir Belediyesine bağı olan ve tarım faaliyetlerinin yoğun olarak yapıldığı Satıköy, Turgutoba, Çelebiköy, Domruköy, Sirkeli, Basırlıköy, Delinasufköy, Üntüren, Bıyıklıköy, Küçükören, Değirmendere, Uşakdere, Kurcalı, Işıklar, Payamlar, Hacıköy, Durhasanlar, Hemetli ve belediyenin de bulunduğu Kozlukebir köylerinden alınan 100 toprak örneğinin incelenerek yürütüldüğü çalışmadan elde edilen sonuçlar aşağıda belirtilmiştir:

Bölge topraklarının önemli bir bölümünde hafif alkali ve nötr reaksiyon tespit edilmiştir. Bitki gelişimi için en uygun olan ve birçok bitkinin yetişebildiği pH seviyesi 6,5-7,5 arası olduğu bilinmektedir. Yüksek pH'ya sahip hafif alkalın sınıfı toprakların nötr reaksiyon seviyesine indirilebilmesi için kükürt (S) içerikli gübreler kullanılmalıdır. Yüksek oranda pH seviyesinin belirlendiği köyler Turgutoba, Çelebiköy, Domruköy, Sirkeli ve Basırlıköy'dür.

Kireç bakımından toprakların % 74'ü az kireçli sınıfına girmektedir. Tarımsal üretim açısından kirecin önemli bir sorun olmadığı görülmektedir. Kireç varlığının en fazla görüldüğü ve dikkat edilmesi gereken köyler de Turgutoba ve Domruköy'dür. Kireç oranı yüksek, alkali topraklarda jips, kükürtlü gübreler ve organik maddesi yüksek humik asitler kullanılarak toprak ıslah edilebilir.

Organik madde miktarının genel olarak tüm bölge topraklarında yetersiz olduğu tespit edilmiştir. Bu sonuçlara göre organik madde miktarını arttırmak için topraklara fermente edilmiş çiftlik gübresi karıştırarak organik madde miktarı artırılabilir. Bölgede çok fazla toprağı olmayan çiftçimizin ekim nöbeti uygulamadığını ve her sene çapa bitkileri ekerek topraktaki organik madde ile beraber yüksek oranda azot kayıplarına da sebebiyet verdiğini görmekteyiz. Bunun önüne geçerek münavebe sistemini çiftçimize özendirmeli, yeşil gübrelemeler ile toprağı zenginleştirmeli ve ekilen baklagillerle toprağımızı canlandırmalıyız.

Bölge topraklarının yarısından fazlasında tuz varlığı tespit edilmiştir. Tarlalardaki yetersiz drenaj koşulları ile suların uzaklaştırılmaması ve aşırı sulamalara karşı dikkat edilmelidir.

Toprak örneklerinde sırasıyla kumlu-tınlı, killi-tınlı ve kumlu-killi-tınlı, sınıflarının çoğunlukta olduğunu görmekteyiz. Toprakların tarımsal üretim açısından uygun sınıflara sahip olduğu belirlenmiştir.

Topraklarımızın N bakımından ciddi derecede yetersiz olduğunu görmekteyiz. Topraktan en fazla sömürülen besin elementlerinin başında gelen ve bitkiler için mutlak gerekli olan azot elementinin, uygulanacak olan doğru gübreleme programları ve doğru bitki seçimi ile topraktaki azot oranlarında artışın sağlanılabileceği gibi, topraktaki kayıpların da önüne geçilebilmektedir. Topraktaki azot oranını arttırmak için toprağa fermente edilmiş çiftlik gübresi, yeşil gübreleme, baklagil bitkilerinin ekilmesi ve münavebe yönteminin uygulanması önerilmektedir.

Araştırma alanı topraklarında bitkilere yarayışlı P miktarının yeterli düzeyde olduğu belirlenmiştir. Toprakta yüksek orandaki fosfor antagonistik etki yaratarak Fe, Zn, Mn, Ca ve B elementlerinin bitkiler tarafından alınımı engeller. Yapılacak olan gübrelemelerde aşırı fosforlu gübrelerin kullanımına dikkat edilmelidir.

Bölge topraklarındaki değişebilir K ve Mg miktarının yeterli düzeylerde olduğu belirlenmiştir.

Yapılan çalışma sonucu bölge topraklarının tamamının yüksek oranda Fe ve yeterli oranda Cu içerdiği tespit edilmiştir. Bu durum bölgede yetiştirilen ürünlerin beslenmesinde herhangi bir sorunun olmadığını ortaya koymaktadır.

Yapılan araştırma neticesinde, toprakların Zn ve Mn bakımından önemli derecede yetersiz olduğu belirlenmiştir. Bölgemizde yetiştirilen birçok ürünün yapraklarında Zn ve Mn eksikliği görülmektedir. Gübreleme programlarının planlanmasında bu besin elementlerinin eksiklikleri dikkate alınmalıdır.

7. KAYNAKLAR

- Agronil, (2023). Agronil Kimya Tarım Paz. San.Tic. Ltd. Sti. Adana. 21 Ağustos 2023, Erişim adresi: <https://www.agronil.com.tr/bitki-besin-elementleri/#%22>
- Alparslan, M., Güneş, A. ve İnal, A. (1988). Deneme Tekniği. A.Ü. Ziraat Fakültesi Yayın No: 1501, Ankara.
- Anonim, (2011). Soils Let's Get Pysical. Department of Primary Industries, Victoria, Australia.
- Anonim, (2021). Wikipedia. 7 Eylül 2023, Erişim Adresi: el.wikipedia.org/wiki/Δήμος_Αρριανών
- Anonim, (2022). Avrupa Batı Trakya Türk Federasyonu. 7 Eylül 2023, Erişim Adresi: <https://www.abttf.org/bati-trakya.php?id=52>
- Anonim, (2023). Wikipedia. 7 Eylül 2023, Erişim Adresi: <https://en.wikipedia.org/wiki/Komotini>
- Bagshaw, J., Moody, P. ve Pattison, T., (2010). Soil health for vegetable production in Australia - Part 4: Measuring soil health. The State of Queensland, Department of Employment, Economic Development and Innovation
- Batı Trakya Türkleri Dayanışma Derneği, (1946). 19 Aralık 2022, Erişim Adresi <http://www.bttdd.org.tr/bati-trakya/harita.html>
- Bohn, H.L., McNeal, B.L. ve Connor, G.A., (1985). *Soil Chemistry*. New York, (2nd ed.), 341 p. A Wiley-İnt. Pub. John Wiley&Sons
- Brady, N.C. (1974). *The Nature and Property of Soils*. New York, 8th ed. MacMillan Publishing
- Carr, M.K. ve Dodds, S.M. (1983). Some effect of soil compaction on root growth and water use of lettuce. *Experimental Agriculture*. U.K., vol. 19, no. 2, pp. 117-130. Cambridge University Press
- Daji, J.A. (1970). *A Text book of Soil Science*. New York, USA, Asia Publisher House
- FAO (1990). Micronutrient, Assesmentandthe Country Level: An International Study. FAO Soils Bulletin no. 63, Rome, Italy.
- Fageria, N.K. (1992). *Maximizing Crop Yields*, New York, USA, Marcel Dekker
- Gregory, P.J. (2006). *Plant Root: Growth, Activity and Interaction with Soils*. Blackweel Oxford; Ames, Iowa : Blackwell Pub.
- Haktanır, K. ve Arcak S., (1997). Toprak Biyolojisi. Ankara Üniv. Ziraat Fak. Yayınları, No:1486
- Karaman, M.R., Brohi, A.R., Müftüoğlu, N.M., Öztaş, T. ve Zengin, M. (2007). *Sürdürülebilir Toprak Verimliliği*. Ankara, Detay Yayıncılık Koyuluhisar Ziraat Odası

- Korkmaz, A., Saltalı, K., (2012). *Bitki Besleme*, Ankara Duman Ofset Yayın No:1 s. 93-118
- Lindsay, W.L. ve Norvell, W.A. (1978). Development of a DTPA Soil Test for Zinc, İron, Manganese and Cooper. *Soil Science Society of America Journal*. 42, 421- 428
- Marschner, H. (1995). *Mineral Nutrition of Higher Plants*. (2nd ed.) Cambridge USA, Academic Press
- McMichael, B.L. ve Qisenberry, J.E. (1992). *The impact of the soil environment on the growth of root systems*. *Environmental and Experimental Botany*, 33.53-61
- Mengel, K. ve Kirkby, E.A. (2001). *Principles of Plant Nutrition*. (5th ed.) U.K. London Kluwer Academic Publ.
- Richards, L.A. (1954). *Diagnosis and Improvement of Saline and Alkali Soils*, Agriculture, 160. Washington DC, Handbook No:60, US.Department of Agriculture
- Sağlam, M.T. (2012). *Toprak Kimyası*. Tekirdağ Namık Kemal Üniv. Ziraat Fak. Yayın No:1
- Sağlam, M.T. (2012a). *Toprak ve Suyun Kimyasal Analiz Yöntemleri*. Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi Yayınları No: 2, Ders Kitabı No: 2
- Tuncay, H. (1994). *Toprak Fiziği Uygulama Kılavuzu*. İzmir, E.Ü. Ziraat Fak. Teksir No: 29.
- U.S. Soil Survey Staff, (1951). *Soil Survey Manuel*. U.S. Dept. Agr. Washington D.C Handbook 18 U.S. Govt. Printing Office
- Wikimedia, (2022). 18 Aralık 2022, Erişim Adresi:
https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Yunanistan_T%C3%BCrkleri_Ve_Oranlar%C4%B1.png