



T. C.

ORDU ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**YAPRAKTAN VE TOPRAKTAN ÇİNKO
UYGULAMALARININ FINDIKTA (*Corylus avellana* L.)
BESİN ELEMENTİ KONSANTRASYONU VE VERİM
ÜZERİNE ETKİSİ**

ÖZLEM ETE AYDEMİR

DOKTORA TEZİ

TOPRAK BİLİMİ VE BİTKİ BESLEME ANABİLİM DALI

ORDU 2023

TEZ BİLDİRİMİ

Tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan ve kullanılan intihal tespit programının sonuçlarına göre; bu tezin yazılmasında bilimsel ahlak kurallarına uyulduğunu, başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunulduğunu, tezin içerdiği yenilik ve sonuçların başka bir yerden alınmadığını, kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapılmadığını, tezin herhangi bir kısmının bu üniversite veya başka bir üniversitedeki başka bir tez çalışması olarak sunulmadığını beyan ederim.

Özlem ETE AYDEMİR

Bu tez, Karadeniz İhracatçı Birlikleri tarafından “Fındıkta Zn’li Gübre Uygulamaları Projesi” ile desteklenmiştir.

Not: Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaktan yapılan bildirişlerin, çizelge, şekil ve fotoğrafların kaynak gösterilmeden kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.

ÖZET

YAPRAKTAN VE TOPRAKTAN ÇİNKO UYGULAMALARININ FINDIKTA (*Corylus avellana* L.) BESİN ELEMENTİ KONSANTRASYONU VE VERİM ÜZERİNE ETKİSİ

ÖZLEM ETE AYDEMİR

ORDU ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

TOPRAK BİLİMİ VE BİTKİ BESLEME ANABİLİM DALI

DOKTORA TEZİ, 119 SAYFA

(TEZ DANIŞMANI: Prof. Dr. Faruk ÖZKUTLU)

Çinko (Zn) uygulamalarının fındık (*Corylus avellana* L.) bitkisinin Çakıldak çeşidinde verim, randıman, yaprak ve meyvede mineral besin element konsantrasyonunu belirlemek amacıyla tesadüf bloklarında faktöriyel deneme deseninde iki yıl süre ile çakılı olarak deneme yürütülmüştür. Deneme kurulmadan önce, çinko noksanlığına sahip bahçe bulmak amacıyla 130 farklı bahçeden 0-30 cm derinlikten toprak örneği alınarak tarama çalışması yapılmıştır. Tarama çalışması sonucunda, 0.21 mg Zn kg⁻¹ konsantrasyonunda olan çiftçi bahçesinde fındık bitkisine çinko, çinko sülfat (ZnSO₄.7H₂O, %22 Zn) formunda topraktan (T0=0.0 kg Zn/da, T1=1.1 kg Zn/da, T2=2.2 kg Zn/da), yapraktan (Y0 ve Y1=%0.3 ZnSO₄.7H₂O L⁻¹) ve toprak+yaprak kombinasyonu şeklinde homojen olarak uygulanmıştır.

Bu çalışmada, tarama amaçlı 130 farklı fındık bahçesinden toprak örneği alınarak analizleri sonucunda, toprak örneklerinin en düşük Zn konsantrasyonu 0.05 iken en yüksek 1.94 ve ortalama olarak 0.45 mg Zn kg⁻¹ olduğu saptanmıştır. Toprak örnekleri kritik toprak Zn değerleriyle kıyaslandığında toplam örneklerin %11'inin Zn konsantrasyonu 0.7-2.4 mg Zn kg⁻¹ arasında olup Zn bakımından "yeterli", %89'unun ise <0.7 mg Zn kg⁻¹'den düşük olup Zn bakımından "yetersiz" olarak sınıflandırılmıştır. Denemede, Zn uygulamalarına bağlı olarak gübrelemeden sonra alınan yaprakların Zn konsantrasyonunda kontrole göre artış tespit edilmiştir. Kontrol ocaklarında yaprak Zn konsantrasyonu iki yılın ortalaması olarak 22.95 mg kg⁻¹ iken T1=1.1 kg Zn/da, 100 g ZnSO₄/ocak uygulamasında yaprak Zn konsantrasyonu 37.45 mg kg⁻¹ düzeyine arttığı saptanmıştır. En yüksek yaprak Zn konsantrasyonu T2Y1 (2.2 kg Zn/da=200g ZnSO₄/ocak + %0.3 ZnSO₄.7H₂O L⁻¹) uygulamasında elde edilmiş olup 91.03 95 mg kg⁻¹ olmuştur. Yaprak Zn konsantrasyonundaki artışa benzer sonuçlar fındık meyvesinde de elde edilmiştir. Buna göre, kontrolde meyve Zn konsantrasyonu 2.08 mg/100g iken T1Y1 uygulamasıyla %25 oranında artarak meyvedeki Zn konsantrasyonu 2.60 mg/100g olduğu saptanmıştır.

Fındık bitkisine topraktan, yapraktan ve toprak+yaprak Zn uygulamaları sonucunda, çinko'nun ister topraktan ister yapraktan uygulamaları sonucunda kontrole kıyaslandığında her iki yılda da benzer bir şekilde verim ve randıman üzerine pozitif etkilerinin olduğu belirlenmiştir. Buna göre, iki yılın ortalaması olarak kontrolde fındık verimi 166 kg/da iken T1=1.1 kg Zn/da, 100g ZnSO₄/ocak uygulamasında 215 kg/da ve T2=2.2 kg Zn/da, 200g ZnSO₄/ocak uygulamasında 230 kg/da olmuştur. Benzer artışlar yapraktan Zn uygulamasında da elde edilmiş olup

kontrolde 166 kg/da fındık verimi elde edilmişken yapraktan 3 kez $Y1=\%0.3$ $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$ L^{-1} uygulamasıyla bu değer 200 kg/da olmuştur. Toprak ile birlikte yapraktan Zn uygulamasıyla T1Y1 dozunda iki yılın ortalaması olarak 221 kg/da fındık verimine ulaşılmıştır. Topraktan ve yapraktan Zn uygulamalarıyla artan doza bağlı fındık verimi artmaktadır. Dekar başına elde edilen fındık veriminin ekonomik analizine göre uygulamalar arasından topraktan T1=1.1 kg Zn/da, 100g $ZnSO_4$ /ocak ve 3 kez $Y1=\%0.3$ $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$ L^{-1} uygulaması önerilmektedir. Ancak, bu verim artışını elde edebilmek için NPK gibi diğer ihtiyaç duyulan temel gübrelerle Zn'nin önerilen dozlarının kullanılması uygun olacaktır.

Anahtar Kelimeler: Çakıldak, Çinko Uygulamaları, Fındık Verimi, Randıman.

ABSTRACT

THE EFFECT OF ZINC APPLICATIONS BY LEAF AND SOIL ON NUTRIENT CONCENTRATION AND YIELD OF HAZELNUT (*Corylus avellana* L.)

ÖZLEM ETE AYDEMİR

ORDU UNIVERSITY INSTITUTE OF NATURAL AND APPLIED
SCIENCES

SOIL SCIENCE AND PLANT NUTRITION

PHD THESIS, 119 PAGES

(SUPERVISOR: Prof. Dr. Faruk ÖZKUTLU)

In order to determine the effects of zinc (Zn) applications on the yield, efficiency, leaf and fruit mineral nutrient concentrations of hazelnut (*Corylus avellana* L.) plant in Çakıldak variety of hazelnut plant, a two-year fixed experiment was conducted in a randomized complete block design in factorial arrangement. Before the experiment was established, a screening study was carried out by taking soil samples from 0-30 cm depth from 130 different gardens in order to find orchard with zinc deficiency. As a result of the screening study, zinc in zinc sulfate form ($\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, 22% Zn) was applied homogeneously in the farmer's orchard (with a soil zinc concentration of $0.21 \text{ mg Zn kg}^{-1}$) by soil ($S_0=0.0 \text{ kg Zn/da}$, $S_1= 1.1 \text{ kg Zn/da}$, $S_2=2.2 \text{ kg Zn/da}$), by foliar (L_0 and $L_1=0.3\% \text{ ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O L}^{-1}$), and soil+leaf combination.

In this study, soil samples were taken from 130 different hazelnut orchards for screening purposes to be analyzed and it was found that the lowest Zn concentration of soil samples was 0.05, the highest was 1.94 and the average was $0.45 \text{ mg Zn kg}^{-1}$. When the soil samples were compared with the critical soil Zn values, 11% of the total samples had Zn concentrations between $0.7\text{-}2.4 \text{ mg Zn kg}^{-1}$ and were classified as "adequate" in terms of Zn, while 89% had Zn concentrations $<0.7 \text{ mg Zn kg}^{-1}$ and the soils were classified as "inadequate" in terms of Zn. In the experiment, increases in the Zn concentration of the leaves due to fertilization taken after Zn applications were determined according to the analysis. While Zn concentration in the leaves of analysis ocaks was 22.95 mg kg^{-1} as the average of two years, leaf Zn concentration increased to 37.45 mg kg^{-1} in $S_1=1.1 \text{ kg Zn/da}$, $100 \text{ g ZnSO}_4/\text{ocak}$ application. The highest leaf Zn concentration was obtained in S_2L_1 ($2.2 \text{ kg Zn/da}=200 \text{ g ZnSO}_4/\text{ocak} + 0.3\% \text{ ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O L}^{-1}$) application and was 91.03 mg kg^{-1} . Similar results to the increase in leaf Zn concentration were obtained in hazelnut fruit. Accordingly, while the fruit Zn concentration was 2.08 mg/100g in the analysis, it increased by 25% with S_1L_1 application and the Zn concentration in the fruit was 2.60 mg/100g .

As a result of soil, foliar and soil+leaf Zn applications to hazelnut plants, it was determined that zinc had positive effects on yield and efficiency in both years in a similar way compared to the control as a result of either soil or foliar applications. Accordingly, while hazelnut yield was 166 kg/da in the control as the average of two

years, it was 215 kg/da in S1=1.1 kg Zn/da, 100g ZnSO₄/ocak application and 230 kg/da in S2=2.2 kg Zn/da, 200g ZnSO₄/ocak application. Similar increases were obtained in foliar Zn application, and while 166 kg/da hazelnut yield was obtained in the analysis, this value was 200 kg/da with 3 times foliar application of L1=0.3% ZnSO₄.7H₂O L⁻¹. With foliar Zn application along with soil application, 221 kg/da hazelnut yield was obtained as an average of two years at S1L1 dose. Hazelnut yield increases directly proportional to increasing dose with soil and foliar Zn applications. According to the economic analysis of the hazelnut yield obtained per decare, S1=1.1 kg Zn/da, 100g ZnSO₄/ocak and 3 times L1=0.3% ZnSO₄.7H₂O L⁻¹ applications are recommended. However, in order to achieve this yield increase, it will be appropriate to use the recommended doses of Zn with other basic fertilizers such as NPK and other basic fertilizers needed.

Keywords: Çakıldak, Hazelnut Yield, Kernel, Zinc Applications.

TEŞEKKÜR

Tez çalışmam süresince ve tüm çalışmalarında bana her türlü yardımı sağlayan, yol gösteren, desteğini ve ilgisini esirgemeyen danışman hocam Sayın Prof. Dr. Faruk ÖZKUTLU'ya sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Tez çalışmamın yürütülmesinde yol gösteren, manevi desteğini her zaman hissettiğim Sayın Prof. Dr. Kürşat KORKMAZ'a ve Sayın Prof. Dr. Ahmet AYGÜN'e, özellikle arazi ve laboratuvar çalışmalarında yardımlarını esirgemeyen Sayın Öğr. Gör. Dr. Mehmet AKGÜN'e ve özellikle arazi çalışmalarında ellerinden geleni yapan Sayın Ziraat Yüksek Mühendisi Fatma Dilay AHA'ya, Ziraat Yüksek Mühendisi Bayram ÖZCAN'a, Ziraat Yüksek Mühendisi Mahmut İSTANBULLU'ya ve Ziraat Yüksek Mühendisi Suat AKGÜL'e teşekkür ederim.

Eğitim hayatım boyunca her türlü zorluğa göğüs gererek beni destekleyen, çalışmalarında maddi ve manevi desteklerini eksik etmeyen annem Arife ETE, babam İbrahim ETE, abim Ferhat ETE ve kardeşlerim Meryem DAYAN, Seyithan ETE, Havin ETE'ye teşekkürü bir borç bilirim. Ayrıca varlıklarıyla her zaman büyük güç bulduğum, her daim yanımda olan büyük ETE ailesine çok teşekkür ederim.

Tez çalışmam boyunca gece gündüz demeden her koşulda yanımda olan, beni destekleyen, bu zorlu süreçte bilgi ve tecrübesiyle elinden gelenin en iyisini yapmaya çalışan sevgili eşim Ziraat Mühendisi Mehmet Zafer AYDEMİR'e ve özellikle tez yazım sürecinde benimle beraber olup, sağlıklı gelmelerini sabırsızlıkla beklediğim, henüz doğmamış kızlarıma teşekkürü bir borç bilirim.

Bu tez çalışması, Karadeniz İhracatçı Birlikleri tarafından "Fındıkta Zn'li gübre uygulamaları projesi" ile desteklenmiştir. Karadeniz İhracatçı Birlikleri Başkanlığı'na sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
TEZ BİLDİRİMİ	I
ÖZET	II
ABSTRACT	IV
TEŞEKKÜR	VI
İÇİNDEKİLER	VII
ŞEKİL LİSTESİ	IX
ÇİZELGE LİSTESİ	X
SİMGELER ve KISALTMALAR LİSTESİ	XII
1. GİRİŞ	1
2. GENEL BİLGİLER	6
2.1 Toprakta Çinko.....	6
2.2 Bitkide Çinko	10
2.3 İnsanlarda Çinko Eksikliği ve Gereksinimi	12
2.4 Çinko Eksikliğinin Giderilme Yolları	14
2.5 Fındık ile İlgili Yapılan Çalışmalar.....	14
3. MATERYAL ve METOT	23
3.1 Materyal	23
3.1.1 Deneme Materyali	23
3.1.2 Deneme Toprağının Özellikleri.....	26
3.1.3 Deneme Alanının İklim Verileri	26
3.2 Metot	27
3.2.1 Toprak Örneklerinin Alınması ve Laboratuvar Analizlerine Hazırlanması.....	27
3.2.2 Toprak Örneklerinde Yapılan Analizler ve Metodları	28
3.2.3 Denemenin Kurulması ve Yürütülmesi.....	29
3.2.4 Denemede Uygulanan Temel Gübreler.....	30
3.2.5 Denemede Uygulanan Zn Dozları.....	31
3.2.6 Yaprak ve Fındık Örneklerinin Analize Hazırlanması.....	32
3.3 Fındık Hasat İşlemi	34
3.3.1 Meyve Örneklerinin Alınması.....	34
3.3.2 Fındık Verimi	35
3.3.3 Fındık İç Oranı-Randıman	35
3.4 Sonuçların Değerlendirilmesi ve İstatistiksel Yöntemler	36
4. BULGULAR ve TARTIŞMA	37
4.1 Toprak Analizleriyle Fındık Bahçelerinin Çinko Beslenme Durumunun Belirlenmesi.....	37
4.1.1 Toprakların Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özelliklerinin Değerlendirilmesi.....	37
4.1.2 Toprakların Makro Element Sonuçlarının Değerlendirilmesi.....	44
4.1.3 Toprakların Mikro Element Sonuçlarının Değerlendirilmesi	51
4.1.4 Toprak Örnekleri Arasındaki İstatistiksel İlişkiler.....	58
4.2 Fındık Yapraklarının Mineral Besin Elementi (N, P, K, Ca, Mg, Zn, B, Fe, Cu ve Mn) Konsantrasyonu	60
4.2.1 Fındık Yapraklarının Makro Besin Elementi Konsantrasyonu	60
4.2.1.1 Fındık Yapraklarının Azot Konsantrasyonları	60
4.2.1.2 Fındık Yapraklarının Fosfor Konsantrasyonları	62
4.2.1.3 Fındık Yapraklarının Potasyum Konsantrasyonları	63

4.2.1.4 Fındık Yapraklarının Kalsiyum Konsantrasyonları	65
4.2.1.5 Fındık Yapraklarının Magnezyum Konsantrasyonları.....	66
4.2.2 Fındık Yapraklarının Mikro Besin Elementi Konsantrasyonu.....	67
4.2.2.1 Fındık Yapraklarının Çinko Konsantrasyonları	67
4.2.2.2 Fındık Yapraklarının Bor Konsantrasyonları.....	70
4.2.2.3 Fındık Yapraklarının Demir Konsantrasyonları.....	71
4.2.2.4 Fındık Yapraklarının Bakır Konsantrasyonları.....	73
4.2.2.5 Fındık Yapraklarının Mangan Konsantrasyonları.....	74
4.3 Fındık Meyvesinin Protein İçerikleri	75
4.4 Fındık Meyvesinin Besin Elementi Konsantrasyonu	77
4.4.1 Fındık Meyvesinin Makro Besin Elementi Konsantrasyonu	78
4.4.1.1 Fındık Meyvesinin Fosfor Konsantrasyonları.....	78
4.4.1.2 Fındık Meyvesinin Potasyum Konsantrasyonları	80
4.4.1.3 Fındık Meyvesinin Kalsiyum Konsantrasyonları	81
4.4.1.4 Fındık Meyvesinin Magnezyum Konsantrasyonları	82
4.4.2 Fındık Meyvesinin Mikro Besin Elementi Konsantrasyonu.....	83
4.4.2.1 Fındık Meyvesinin Çinko Konsantrasyonları	83
4.4.2.2 Fındık Meyvesinin Bor Konsantrasyonları	85
4.4.2.3 Fındık Meyvesinin Demir Konsantrasyonları	86
4.4.2.4 Fındık Meyvesinin Bakır Konsantrasyonları	87
4.4.2.5 Fındık Meyvesinin Mangan Konsantrasyonları	88
4.5 Çinko Uygulamalarının Fındık Verimi Üzerine Etkisi	89
4.6 Çinko Uygulamalarının Fındık Randımanı Üzerine Etkisi	95
5. SONUÇ ve ÖNERİLER.....	97
6. KAYNAKLAR.....	101
ÖZGEÇMİŞ	119

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 1.1	2017-2020 Yılları Dünya, Türkiye ve Ordu Fındık Üretim Miktarları	2
Şekil 1.2	2021 Yılında İllere Göre Dekar Başına Alınan Fındık Verimi.....	4
Şekil 3.1	Toprak Örneklerinin Alındığı Bahçeler.....	23
Şekil 3.2	Ordu İli Ulubey İlçesi Yıllık Yağış Verileri	26
Şekil 3.3	Deneme Bahçesinde Yapılan Gübre Uygulamaları	31
Şekil 3.4	Yaprak Örneklerinin Yıkanması ve Kurutulması	33
Şekil 3.5	Fındıkta Hasat, Kurutma ve Ayıklama İşlemleri	35
Şekil 4.1	Toprak Örneklerinin Azot Dağılımları	48
Şekil 4.2	Toprak Örneklerinin Fosfor Dağılımları	48
Şekil 4.3	Toprak Örneklerinin Potasyum Dağılımları	49
Şekil 4.4	Toprak Örneklerinin Kalsiyum Dağılımları	49
Şekil 4.5	Toprak Örneklerinin Magnezyum Dağılımları	50
Şekil 4.6	Toprak Örneklerinin Çinko Dağılımları	55
Şekil 4.7	Toprak Örneklerinin Bor Dağılımları	56
Şekil 4.8	Toprak Örneklerinin Demir Dağılımları.....	57

ÇİZELGE LİSTESİ

Sayfa

Çizelge 1.1 Türkiye Fındık Üretimine Yaygın Olarak Yapıldığı İllerin Dikim Alanları	3
Çizelge 2.1 Yaş Gruplarına Göre Günlük Alınması Gereken Mineral Miktarları.....	13
Çizelge 3.1 Toprak Örneklerinin Alındığı Bahçelere Ait Koordinat Bilgileri	24
Çizelge 3.2 Deneme Bahçesi Topraklarının Bazı Fiziksel ve Kimyasal Analiz Sonuçları	26
Çizelge 3.3 Ordu İli Ulubey İlçesi Sıcaklık ve Nispi Nem Verileri	27
Çizelge 3.4 Fındık Yetiştirme Periyodu Boyunca Yapılan Teknik ve Kültürel İşlemler	30
Çizelge 4.1 Toprak Örneklerinin Bazı Fiziksel ve Kimyasal Analiz Sonuçları	37
Çizelge 4.2 Toprak Örneklerinin Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özelliklerinin Dağılımları	41
Çizelge 4.3 Toprak Örneklerinin Makro Element Konsantrasyonları	44
Çizelge 4.4 Toprak Örneklerinin Makro Element Konsantrasyonlarının Dağılımları	47
Çizelge 4.5 Toprak Örneklerinin Mikro Element Konsantrasyonları.....	51
Çizelge 4.6 Toprak Örneklerinin Mikro Element Konsantrasyonlarının Dağılımları	54
Çizelge 4.7 Toprak Örneklerinin Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri Arasındaki İstatistik İlişkiler	59
Çizelge 4.8 Çinko Uygulamalarının Yaprak N Konsantrasyonu Üzerine Etkisi	60
Çizelge 4.9 Çinko Uygulamalarının Yaprak P Konsantrasyonu Üzerine Etkisi	62
Çizelge 4.10 Çinko Uygulamalarının Yaprak K Konsantrasyonu Üzerine Etkisi.....	63
Çizelge 4.11 Çinko Uygulamalarının Yaprak Ca Konsantrasyonu Üzerine Etkisi ...	65
Çizelge 4.12 Çinko Uygulamalarının Yaprak Mg Konsantrasyonu Üzerine Etkisi ..	66
Çizelge 4.13 Çinko Uygulamalarının Yaprak Zn Konsantrasyonu Üzerine Etkisi ...	68
Çizelge 4.14 Çinko Uygulamalarının Yaprak B Konsantrasyonu Üzerine Etkisi	70
Çizelge 4.15 Çinko Uygulamalarının Yaprak Fe Konsantrasyonu Üzerine Etkisi....	72
Çizelge 4.16 Çinko Uygulamalarının Yaprak Cu Konsantrasyonu Üzerine Etkisi ...	73
Çizelge 4.17 Çinko Uygulamalarının Yaprak Mn Konsantrasyonu Üzerine Etkisi ..	74
Çizelge 4.18 Çinko Uygulamalarının Fındık Meyvesinin Protein İçeriği Üzerine Etkisi	76
Çizelge 4.19 Çinko Uygulamalarının Fındık Meyvesinin P Konsantrasyonu Üzerine Etkisi	79
Çizelge 4.20 Çinko Uygulamalarının Fındık Meyvesinin K Konsantrasyonu Üzerine Etkisi	80
Çizelge 4.21 Çinko Uygulamalarının Fındık Meyvesinin Ca Konsantrasyonu Üzerine Etkisi	82
Çizelge 4.22 Çinko Uygulamalarının Fındık Meyvesinin Mg Konsantrasyonu Üzerine Etkisi	83
Çizelge 4.23 Çinko Uygulamalarının Fındık Meyvesinin Zn Konsantrasyonu Üzerine Etkisi	84
Çizelge 4.24 Çinko Uygulamalarının Fındık Meyvesinin B Konsantrasyonu Üzerine Etkisi	86
Çizelge 4.25 Çinko Uygulamalarının Fındık Meyvesinin Fe Konsantrasyonu Üzerine Etkisi	87

Çizelge 4.26 Çinko Uygulamalarının Fındık Meyvesinin Cu Konsantrasyonu Üzerine Etkisi	88
Çizelge 4.27 Çinko Uygulamalarının Fındık Meyvesinin Mn Konsantrasyonu Üzerine Etkisi	89
Çizelge 4.28 Çinko Uygulamalarının Fındık Verimi Üzerine Etkisi.....	90
Çizelge 4.29 Çinko Uygulamalarının Fındık Randımanı Üzerine Etkisi	95

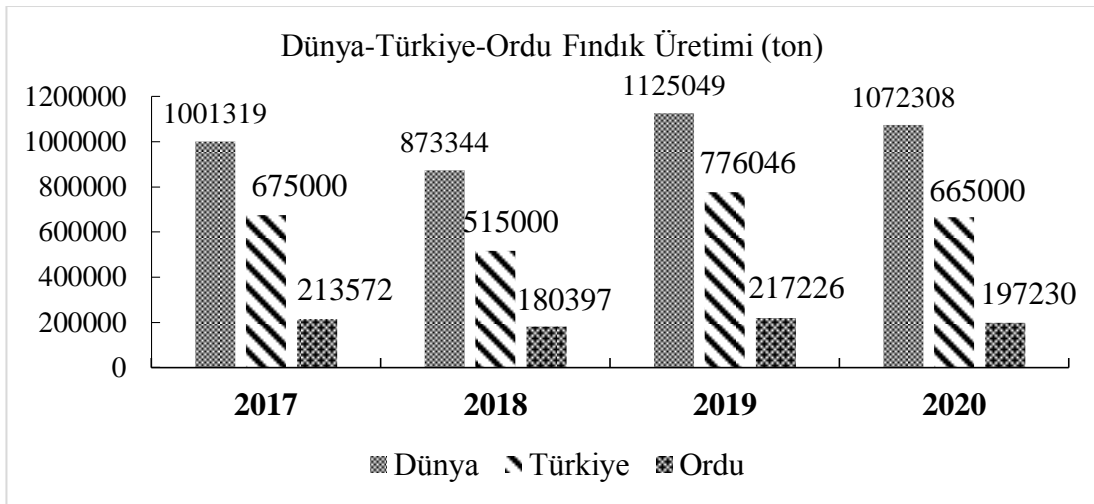
SİMGELER ve KISALTMALAR LİSTESİ

°C	:	Santigrat Derece
%	:	Yüzde
Al	:	Alüminyum
AS	:	Amonyum Sülfat
B	:	Bor
Ca	:	Kalsiyum
CaCO₃	:	Kalsiyum Karbonat
cm	:	Santimetre
Cu	:	Bakır
da	:	Dekar
ds	:	Desisiemens
DTPA	:	Diethylene Triamine Pentaacetic Acid
EC	:	Elektriksel İletkenlik
Fe	:	Demir
g	:	Gram
GPS	:	Global Position System
H	:	Hidrojen
ha	:	Hektar
H₃BO₃	:	Borik Asit
H₂O₂	:	Hidrojen Peroksit
HCO₃	:	Bikarbonat
HNO₃	:	Nitrik Asit
ICP	:	Inductively Coupled Plasma
K	:	Potasyum
K₂O	:	Potasyum Oksit
kg	:	Kilogram
L	:	Litre
m	:	Metre
M	:	Molar
mg	:	Miligram
Mg	:	Magnezyum
ml	:	Mililitre
mm	:	Milimetre
Mn	:	Mangan
N	:	Azot
NO₃	:	Nitrat
OH	:	Hidroksil
P	:	Fosfor
P₂O₅	:	Fosfor Penta Oksit
pH	:	Ortamda bulunan H ⁺ konsantrasyonunun negatif logaritması
ppm	:	Part Per Million (Milyonda Bir Kısım)
S	:	Kükürt
SO₄	:	Sülfat
TSP	:	Triple Süper Fosfat
Zn	:	Çinko
ZnOH	:	Çinko Hidroksit
ZnSO₄	:	Çinko Sülfat

1. GİRİŞ

Çinko noksanlığında bitkilerin verim ve kalitesinde bozulmaların olduğu topraklarda noksanlığı en yaygın görülen mikro besin elementlerinin başında gelmektedir (Gregory ve ark., 2017; Çakmak ve Kutman, 2018; Noulas ve ark., 2018; Chen ve ark., 2019). Genellikle kireçli, bazik reaksiyonlu, düşük organik madde ve yüksek kil içeren topraklarda çinko (Zn) eksikliği yaygın olarak görülmektedir. Çinko bitkiler için düşük miktarda ihtiyaç duyulmasına rağmen yeterince alınamaması durumunda bitkilerin veriminde önemli oranda azalmaya neden olmaktadır. Ayrıca, yeterince Zn ile beslenmemiş bitkiler Zn’ce yetersiz olmakta ve bu bitkilerin tüketilmesiyle hayvan ve insanların ihtiyaç duyulan Zn alımları olumsuz yönde etkilenmektedir. Dünya topraklarında ve ülkemiz tarım topraklarında Zn noksanlığı önemli bir problemdir. Çeşitli nedenlerle topraklarda çinko eksikliğini tetikleyen birçok parametreler bulunmaktadır. Bunlar arasında, kurak ve yarı kurak topraklar, Zn'nin yüksek immobilizasyonu nedeniyle genellikle Zn bakımından yetersiz olması, pH'sı yüksek (8.0 ile 8.5'ten fazla) topraklarda, fosfatlı gübrelerin toprağa aşırı uygulanması, toprakta çözünmeyen formda Zn fosfatların oluşması gibi faktörlerin Zn yarayışlılığını büyük ölçüde azalmasına neden olması sıralanmaktadır. Topraklarda Zn'nin yarayışlılığının düşük olması hem toprakta var olan hem de gübre ile uygulanan Zn'nin toprak bileşenleri tarafından kuvvetli şekilde tutulması, katı fazlar şeklinde çözünmeden çökmesi ve şelatlayıcı ajanların eksikliğine bağlı olarak toprak çözeltisinde ve bitkilerin alabileceği formlarda daha az bulunmasına sebep olmaktadır (Uygur ve Kaya, 2019). Çinko bitkilerde fizyolojik ve biyokimyasal birçok fonksiyonlara sahiptir (Rehman, 2018). Çinkonun bitkilerde protein sentezi, gen ekspresyonu ve regülasyonu, oldukça toksik olan oksijensiz serbest radikallerin detoksifikasyonu, enzim aktivasyonu, karbonhidrat, oksin ve nükleik asit metabolizması ve üreme gelişimi (polen oluşumu) dahil olmak üzere çeşitli fizyolojik rolleri bulunmaktadır (Çakmak ve Marschner, 1993; Çakmak, 2000; Broadley ve ark., 2007; Marschner, 2012; Wang ve ark., 2016). Bitkilerin Zn ihtiyacının düşük olmasına rağmen, eğer ortamda yeterince besin maddesi mevcut değilse, bitkiler çeşitli enzimatik sistemlerin verimsizliğinden kaynaklanan fizyolojik streslere maruz kalırlar (Bybordi ve Jasarat, 2010). Bitkilerde meydana gelen bu stres, verimi ve kaliteyi olumsuz etkilemektedir.

Toprakların çeşitli fiziksel veya kimyasal özelliklerinden dolayı Zn'nin yararlılığının düşük olmasıyla bitki köklerinin yeterince Zn'yi alamaması nedeniyle iyi bir mahsul gelişimi ve daha yüksek verim için Zn içeren gübrelerin uygulanması gereklidir. Bitkilerde büyüyen dokulardaki Zn ihtiyacının karşılanmamasıyla birçok bitki türü büyüme mevsiminin başlarında Zn eksikliğini göstermektedir. Birçok araştırmacı tarafından yapılan araştırmalarda pek çok meyve türünün (fındık, ceviz, antep fıstığı, elma, avokado, pekan, macadamia fıstığı) Zn'ye duyarlılığının oldukça yüksek olduğu açıklanmıştır (Zhang ve Brown, 1999; Keshavarz ve ark., 2011; Alidust ve ark., 2020). Literatür araştırmaları sonucunda, fındıkta gübreleme ile ilgili ve özellikle de Zn gübrelemesiyle ilgili çok az çalışma yapıldığı belirlenmiştir. Ülkemiz fındığın anavatanı konumundadır ve tarımsal ürünlerimiz içerisinde çok eski bir kültür tarihine sahiptir. Fındığın anavatanına yönelik birçok yazarın değişik ifadeleri olsa da Karadeniz Bölgesi'nin fındığın anavatanı olduğu ve kültür fındığının buradan dünyanın diğer ülkelerine yayıldığı kabul edilmektedir (Sobutay, 2006). Dünyada fındık üretimi yapan ülkeler arasında, başta lider konumunda Türkiye olmak üzere İtalya, Azerbaycan, İran, Gürcistan, İspanya, ABD yer almaktadır. Dünya üzerinde toplamda 1.015.216 ha alanda fındık yetiştiriciliğinin yapıldığı toplan alanın 734.538 ha'nda ise Türkiye'nin fındık yetiştirdiği açıklanmıştır (FAO, 2022). Türkiye'de fındık üretim miktarı yıldan yıla farklılık gösterse de 2017-2020 yılları arasında dünya fındık üretiminin yaklaşık %65-75'ini üretmiştir. Bu toplam oranın %28-%35'i Ordu ili tek başına karşılamıştır (Şekil 1.1).



Şekil 1.1 2017-2020 Yılları Dünya, Türkiye ve Ordu Fındık Üretim Miktarları

Ülkemizde en fazla fındığın yetiştirildiği Ordu ilini takiben Karadeniz bölgesinin illeri sıralanmaktadır. Karadeniz Bölgesi'nin Batı Karadeniz Bölümü II. Standart bölge olarak tanımlanmakta olup Kastamonu, Sinop, Zonguldak, Düzce, Sakarya, Bolu ve Kocaeli illerini kapsamaktadır. Bu iller içerisinde yaygın olarak Sakarya, Düzce ve Zonguldak illerinde fındık yetiştirilmektedir. Bunlar arasında en fazla dikim alanına sahip olan il Sakarya olup bunu Düzce ve Zonguldak takip etmektedir (Çizelge 1.1). Çizelge1.1'de görüldüğü gibi fındığın büyük oranda üretiminin gerçekleştiği I. Standart bölge illeri arasında ise Samsun, Ordu, Giresun ve Trabzon yer almaktadır (İslam ve Özgüven, 2003; Kalyoncu, 2004).

Çizelge 1.1 Türkiye Fındık Üretimine Yaygın Olarak Yapıldığı İllerin Dikim Alanları

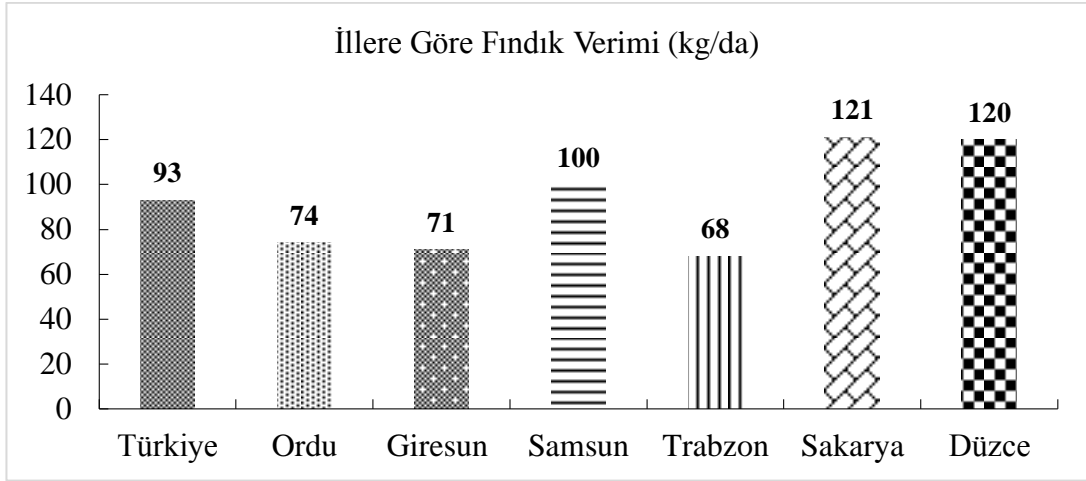
İLLER	Türkiye Fındık Üretim Alanları (ha)				
	2017	2018	2019	2020	2021
Ordu	227.092	227.108	227.311	227.219	227.226
Giresun	117.102	117.190	117.778	117.801	117.639
Samsun	93.618	114.524	116.438	116.574	116.804
Sakarya	73.084	73.442	74.349	75.099	79.455
Trabzon	65.552	65.507	65.535	65.597	65.224
Düzce	63.144	63.164	63.165	63.220	63.203
Zonguldak	23.834	23.995	25.770	25.906	26.463
Türkiye	706.667	728.381	734.409	734.538	738.920

(TUİK, 2022)

Doğu Karadeniz Bölgesinde fındık üretiminin yoğun olarak yapıldığı iller arasında fındık dikim alanları dikkate alındığında %31 Ordu, %16 Giresun, %16'ü Samsun ve %9 Trabzon oranında dikim alanlarıyla (TUİK, 2022) Türkiye üretiminin %64'lük kısmını karşılamaktadır.

Türkiye'de birim alandan (dekar başına) alınan fındık verimlerine bakıldığında iller arasında büyük farklılıkların olduğu görülmüştür. 2021 yılı istatistiklerine göre en yüksek fındık verimi 121 kg da⁻¹ ile Sakarya'da elde edilirken Ordu ilinde dekar'dan 74 kg fındık elde edilmiştir (Şekil 1.2) (TUİK, 2022). Bu değerlerden de anlaşıldığı gibi I. Standart Bölge ile II. Standart bölge illeri arasında verimde önemli farklılıkların olduğu saptanmıştır (Şekil 1.2). Fındık yetiştiriciliği yapılan alanlar eski ve yeni bölge olarak ayrılmıştır. Eski bölge içerisinde yer alan Ordu, Giresun, Trabzon, Artvin ve Rize illerinde fındık bahçeleri çok yaşlı ve arazi yapılarının uygun olmamasından dolayı bu illerde elde edilen verim miktarı oldukça düşüktür. Yeni üretim bölgesinde yer alan Samsun, Düzce, Kocaeli, Sakarya ve

Zonguldak illerinde bulunan fındık bahçelerinin arazi yapıları daha uygundur. Bundan dolayı, yeni bölgede yer alan fındık bahçelerinde elde edilen verimin, eski bölgeden alınan verime göre daha yüksek olduğu bildirilmiştir (Özçağırın ve ark., 2014, İslam, 2018). 2019 yılı TÜİK verilerine göre fındık bahçelerinde dekara ortalama verim yeni bölgede 145.8 kg iken, eski bölgede 83.3 kg'dır (TÜİK, 2021).



Şekil 1.2 2021 Yılında İllere Göre Dekar Başına Alınan Fındık Verimi

Şekil 1.2 de görüldüğü gibi 2021 yılında Samsun, Sakarya ve Düzce illeri Türkiye ortalaması olan 93 kg'dan daha fazla fındık verimi elde etmesine rağmen Ordu, Giresun ve Trabzon illeri ise Türkiye ortalamasından daha düşük değerlerde fındık verimi elde etmiştir (TÜİK, 2022). Fındık verimindeki bu önemli farklılıkların büyük ölçüde arazi yapısından kaynaklandığı ve bu duruma ilaveten yetiştiricilikte yapılan hatalı uygulamalarla Doğu Karadeniz I. Standart Bölgede özellikle Ordu ilinde birim alandaki fındık verimi II. Standart Bölge'nin verimleriyle kıyaslandığında geçmişten günümüze kadar verimi hep daha düşük miktarda olmuştur. Bu iki bölge arasındaki verim farklılıklarının en önemli nedenleri arasında II. Standart Bölgedeki bahçelerin genç olması ve üretimin verimli taban arazilerde yapılmasından kaynaklandığı ileri sürülmektedir. Özellikle Ordu ilinde fındık veriminin düşük olmasının nedenleri arasında genetik yapı başta olmak üzere üreticinin neden olduğu bazı yanlış uygulamalar ile bölge arazilerinde verimliliği sınırlayan çok sayıda faktörlerin olması ileri sürülmektedir. Öncelikle dikimde yapılan yanlışlıklar, budamada yapılan hatalar, kültürel uygulamaların yeterince yapılmaması (Balık ve ark., 2016), toprak işlemenin yapılmaması, gübrelemenin eksik, fazla veya rastgele yapılması gelmektedir. Bu sayılan tarımsal uygulama

yanlılıklarına ilave olarak bölgenin verimini kısıtlayan arazi faktörleri arasında; toprakların eğimli, az kireçli, aşırı kil içeriği, sık toprak derinliği, su tutma kapasitesinin yetersizliği, taşlılık ve kayalık, topraklardaki makro ve mikro element noksanlıklarının olması düşük verim alınmasında etkili olan faktörler olarak sayılmaktadır.

Geçmiş yıllara da bakıldığında özellikle birim alandan elde edilen fındık miktarının düşük olduğu Ordu ilinde yöre çiftçilerinin rastgele gübreleme yapması neticesinde arzu edilen verim değerleri elde edilememektedir. Doğu Karadeniz Bölgesi özellikle Ordu, Giresun ve Trabzon illerinde sürekli tartışılan konu; fındık çiftçileri arasında fındığa hangi gübrenin, ne zaman, nasıl ve hangi miktarda uygulanacağı sorunudur. Bu sorun, beraberinde birçok sorunlara neden olmuştur. Örneğin, bilinçsiz bir şekilde yapılan gübreleme ile fındık veriminde artış beklenirken bunun aksine verimin düşüklüğüne ve birim alandaki üretim maliyetinin artmasına sebep olduğu görülmüştür. Bu illerdeki en önemli sorunlardan birisi de geçmiş yıllardaki alışkanlıklara bağlı olarak her yıl tekdüze (sadece azot ağırlıklı) gübreleme yapılmasıdır. Durum böyle olunca da bahçelerde ihtiyaç duyulan diğer elementler verilmediğinden ve topraktaki besin elementlerinin yetersizliğinden dolayı beklenen düzeydeki verim bir türlü elde edilememektedir.

Bu tez çalışmasında özellikle Ordu yöresinde fındık yetiştirilen alanlarda tarama çalışmasıyla toprakların yayışlı Zn durumu belirlemek ve noksanlığı belirlenen çiftçi bahçesinde iki yıl süre topraktan, yapraktan ve toprak+yaprak Zn uygulamalarının fındık meyvesinin besin elementi konsantrasyonu, fındık verimi ve randımanı üzerine olan etkisinin ortaya konulması amaçlanmıştır.

2. GENEL BİLGİLER

2.1 Toprakta Çinko

Topraklardaki toplam Zn konsantrasyonunun oluşmasında birçok faktör etkili iken en önemlisini toprak ana materyali oluşturmaktadır. Toprak oluştuğu ana materyalin cinsine göre toplam Zn konsantrasyonu yönünden farklılıklar gösterebilir. Genel olarak püskürük kayalardan meydana gelmiş toprakların Zn içerikleri daha yüksek iken silisyumca yüksek ana materyallerden oluşan toprakların Zn içerikleri daha düşüktür (Kacar, 2018). Çinko içeren minerallerin %90'dan fazlası zor çözünebilir ya da çözünemez şekildedir (Barber, 1995). Çinko genelde topraklarda genelde sfalerit (ZnS), hemimorfit [$Zn_4(OH)_2Si_2O_7 \cdot H_2O$] ve simitsonit ($ZnCO_3$) minerallerinde bulunur (Lindsay, 1991). Toprakların toplam Zn konsantrasyonunun 10-300 mg kg^{-1} arasında değişim gösterdiğini (Alloway, 1995; Barber, 1995) genellikle ortalama olarak 50 mg Zn kg^{-1} düzeyinde olduğu (Kiekens, 1995) bildirilmiştir. Çinko yer kabuğunda 70 mg Zn kg^{-1} , granitte 40 mg Zn kg^{-1} , bazaltik püskürük kayalarda 100 mg Zn kg^{-1} , kireç taşında 20 mg Zn kg^{-1} , kumtaşında 16 mg Zn kg^{-1} ve şell de ise 95 mg Zn kg^{-1} olduğu rapor edilmiştir (Storey, 2007). Ancak, bazı durumlarda toprakların Zn içerikleri değişebilmektedir. Toprak tipi, tarımsal uygulamalar, iklim, bitki çeşidi ve topraktan kaldırılan ürün miktarına bağlı olarak toprak Zn içeriği değişkenlik göstermektedir. Dünyanın farklı bölgelerinde yapılan birçok araştırma topraklarda çinko noksanlığının kireçli ve kumlu topraklar başta olmak üzere aşırı derecede parçalanmaya uğramış tropikal topraklarda, tuzlu ve sodik topraklarda ve kötü drene olmuş topraklarda daha fazla görülmektedir (Kacar, 2018).

Tarım topraklarında Zn 5 farklı formda yer almaktadır. Bunlar sırasıyla; toprak çözeltisinde çözünmüş şekilde, kil mineralleri ve karbonatlarla bileşikler oluşturarak, toprağın değişim komplekslerinde adsorbe edilmiş şekilde, organik maddeye bağlı olarak ve primer ve sekonder materyaller içerisinde Zn bulunmaktadır. Topraktaki Zn'nin dağılımını belirleyen faktörlerin başında toprak pH'sı gelmektedir. Çinko yüksek pH'lı koşullarda katyon değişim yüzeylerine çok kolay bir şekilde adsorbe olabilmekte ve bunun sonucunda Zn çözünürlüğü düşmektedir. Çok düşük pH'lı asit koşullarda özellikle kumlu topraklarda parçalanıp ayrışabilmekte ve yıkanma ile uzaklaşabilmektedir. Toprak pH'sının Zn eksikliğine neden olduğu yapılan çalışmalar ile ortaya konulmuştur (Ghosh ve ark., 1999; Su ve ark., 2010; Antoniadis

ve ark., 2018). Bunun sonucunda da topraklarda yaygın Zn eksikliği görülebilmektedir (Rautaray ve ark., 2003). Moraghan ve Mascagni (1991) toprak pH'sının 5.5 ile 7.0 arasında olduğu değerlerde pH'nın her bir birim artışıyla toprak çözeltisinde çözülmüş şekilde bulunan Zn miktarının 30 ile 35 kat azaldığını belirtmişlerdir. Yine yapılan başka bir çalışmada kireçleme ile toprak pH'sının 5.2'den 6.8'e artması sonucunda, bitkide bulunan Zn miktarında 10 kat azalmanın olduğu belirlenmiştir (Parker ve Walker, 1986). Kiekens (1995) tarafından yapılan bir çalışmaya göre toprakta Zn, pH'sı 7.7'nin altında çoğunlukla Zn^{+2} şeklinde bulunurken pH 7.7'nin üstünde ZnOH ve pH 9.11'in üzerinde ise $Zn(OH)_2$ şeklinde bulunur. Toprakların organik madde ve kil içerikleri de Zn içeriğini etkileyen bir başka faktördür. Organik madde ve kil içeriği yüksek olan topraklarda, Zn adsorbsiyon kapasiteleri yüksek olduğu için bu tip toprakların yüzeyinde Zn birikimi gözlenir ve çoğunlukla Zn noksanlığı meydana gelmektedir. Kaba tekstürlü asit karakterli topraklarda yarayışlı hale geçen Zn, yağışlar ile birlikte yıkanarak topraktan uzaklaştığı için topraklarda Zn eksikliği meydana gelir. İklim durumu toprağın Zn içeriğini etkileyen başka bir faktördür. Toprak neminin azalması sonucu toprağın kurummasıyla Zn yarayışlılığı da azalmaktadır. Zn bitki köklerine difüzyon yolu ile taşındığından dolayı toprakta bulunan nem içeriğinin azalması sonucunda bitkilerin topraktan Zn'yi absorbe etme özelliklerinde de önemli şekilde düşüş olduğu bildirilmiştir. (Marschner, 1993; Cakmak ve ark., 1998). Yüksek toprak sıcaklığında hem Zn konsantrasyonu hem de bitkiler tarafından Zn alımı artmaktadır. Bitkiler tarafından Zn alımı metabolik bir olay olduğundan dolayı düşük toprak sıcaklığında kökler tarafından Zn alımı azalır (Turan ve Horuz, 2012). Diğer bitki besin elementlerinin varlığı da Zn yarayışlılığını etkiler. Toprakta bitkiler tarafından alınan Zn, diğer bitki besin elementlerinin toprakta bulunma miktarı ve dışarıdan gübre olarak yapılan uygulamalarla etkilenmektedir. Uygulanan azotlu (N) gübreler bitkilerde Zn alımını hem ürün miktarını arttırarak hem de kök rizosferinde pH'yı değiştirerek olumsuz şekilde etkilemekte ve bitkilerde Zn noksanlığına yol açmaktadır. Azotlu gübrelerin kullanılmasıyla kök rizosfer bölgesinde pH'yı etkilemek suretiyle örneğin amonyumlu ve nitratlı gübrelerin kullanımını sonucunda kation/anyon oranı değişmektedir. Azotlu gübrelerin NO_3^- olarak kullanıldığında bitkiler daha fazla HCO_3^- (veya OH^-)'in salgılanmasıyla daha

fazla anyon almasına karşın azotlu gübrelerin amonyumlu (NH_4^+) gübrelerin kullanılmasında da daha fazla proton (H^+) salgılanmasına ve buna bağlı olarak daha fazla kation alınmasına neden olmaktadır. Nitratlı gübrelerin (NO_3^-) fazla miktarda kullanılmasıyla bitkilerin rizosfer bölgesinde alkali yönde değişmesi nedeniyle Zn'nin yarayışlılığı azalmakta ve buna bağlı olarak verimde düşüşler olmaktadır. Bu durumu ortaya net koyan bir araştırma Marschener (1991) tarafından yapılmıştır. Araştırmada amonyum ve nitrata eşlik eden sülfat (SO_4^{2-}) ve kalsiyum (Ca^{+2})'un etkileri de söz konusudur. Araştırmada ilk deneme olarak Zn noksanlığı görülen bir toprakta sadece azotlu gübreleme yapılırken ikincisinde ise azotlu gübreleme ile Zn'li gübreleme birlikte yapılmıştır. Bu araştırmanın sonucuna göre Zn ile amonyum sülfat gübresinin birlikte uygulanmasıyla bitki tarafından en fazla Zn alınmıştır. Çinko bakımından noksan olan bir toprağa farklı uygulama yöntemleri ile (toprakdan ve yaprakdan) uygulanan N ve Zn gübrelerinin tanede Zn içeriği önemli derecede artırmıştır. Aynı zamanda bitkinin gelişmesi için ortama yeterince Zn verildiği zaman hem topraktan hem de yaprakdan N uygulamasıyla da tanenin Zn içeriğini artırdığını belirtmişlerdir (Kutman ve ark., 2010). Öztürk ve ark., (2011) tarafından yapılan bir araştırmada, Zn'nin noksan olduğu ortamda yetişen bitkilerin N ve S beslenmesiyle bitkinin Zn alımına etki etmez iken yeterli Zn koşullarında ise N ve S beslenmesinin bitkinin Zn alımı ve mobilizasyonunda artış sağladığı saptanmıştır. Kutman ve ark., (2010) tarafından N ve Zn etkileşiminin araştırıldığı çalışmada farklı N ve Zn dozları uygulanmış, artan N uygulamasına bağlı olarak tanede Zn'yi %100'e varan oranda arttığı ancak N'nin bu pozitif etkisinin yetersiz Zn uygulaması koşullarında görülmediği açıklanmıştır. Azot ile Zn'nin sinergistik etkisinin ortamda Zn olduğunda daha kolay olduğunu açıklamıştır.

Toprağın P içeriği ile Zn'nin yarayışlılığı arasında önemli bir ilişki olduğu yapılan çalışmalar ile ortaya konmuştur (Korkmaz ve ark., 2021a). Topraklarda P miktarı arttıkça bitkilerde Zn eksikliği meydana gelir. Çinko ile P arasındaki interaksiyon dört farklı şekilde ortaya çıkmaktadır; (a) Fosfor kök sistemleri tarafından alınan Zn'nin bitkide gereksinim duyulan yerlere taşınmasını engellemektedir. (b) Çinkoya göre P bitkide daha fazla gelişme oluşturarak bitkide Zn konsantrasyonunun azalmasına (seyrelme etkisi) neden olmaktadır. (c) Fosfor içeriği bakımından zengin topraklarda Zn, çinko-fosfat halinde çökelmesinden dolayı

bitki gereği kadar Zn'den yararlanamamaktadır. (d) Bitkide P ve Zn miktarları arasında oluşan dengesizlik sonucunda P, bitkide Zn'nin metabolik işlevlerini tam olarak yerine getirmesini önlemektedir (Marschner ve ark., 1986). Tarım topraklarına uygulanan fosforlu gübrelerde de aynı durum söz konusu olmaktadır. Yapılan çalışmalarda PxZn etkileşiminde uygulanan fosfor miktarı artıkça bitkinin Zn beslenmesi olumsuz etkilendiği rapor edilmektedir. Bunun tersi durumuda söz konusu olmaktadır. Uygulanan Zn miktarı artıkça bitkinin fosfor beslenmesi de olumsuz etkilenebilmektedir (Zhou ve Li., 2001). Fosforlu ve Zn'li gübrelerin kullanımında bu durum göz önünde bulundurulmalı ve yapraklardaki konsantrasyon değerleri belirlenmelidir. Değişik bitkiler kullanılarak besin çözeltisinde yapılan araştırmalarda Ca, Mg, K ve Na gibi pek çok alkali ve alkalın katyonların bitki kökleri tarafından Zn alımı üzerine olumsuz etki yaptığı ortaya konmuştur (Havlin ve ark., 2004; Brady ve Weil, 2008).

Mikro besin elementleri ile Zn arasında önemli interaksiyonların olduğu yapılan araştırmalar ile ortaya konmuştur (Fernandez ve Brown, 2013; Milner ve ark., 2013; Sturikova ve ark., 2018; Himoto ve Masaki, 2018). Bakır ile Zn arasındaki interaksiyonun 2 şekilde gerçekleştiği düşünülmektedir. Bunlardan birincisi Cu ile Zn'nin bitki kökleri üzerinde adsorbsiyon bölgesi aynı olduğu için iki element sürekli yarış halindedir. İkincisi ise Cu bitki içerisinde Zn'nin gereksinim duyulan yerlere taşınmasını engellemektedir (Kochain, 1991). Yapılan bazı araştırmalara göre Zn uygulaması Fe alımını artırmış (Jolley ve Brown, 1991; Akay, 2019), Fe alımında çok az etkili olmuş (Norvell ve Welch, 1993) yada Fe alımını azaltmıştır (Jolley ve Brown, 1991). Zn'nin toprak çözeltisinde bulunan Fe, Al ve Mn'nin sulu oksitleri tarafından adsorbe edilmesi sonucunda çinko noksanlığının meydana geldiği saptanmıştır (Covelo ve ark., 2004).

Topraklarda Zn noksanlığı dünya genelinde sıkça görülen mikroelement problemlerinden birsidir. Dünya genelinde toprakların %30'unda (Sillanpaa, 1982), Türkiye topraklarının da yaklaşık %50'sin de Zn noksanlığı görülmektedir (Eyüpoğlu ve ark., 1995). Bu rakamlardan da görüldüğü gibi toprakta görülen Zn noksanlık probleminin makro element eksiklikleriyle karşılaştırılabilecek bir boyutta olduğu tartışılmaktadır (White ve Zasoski, 1999). Yapılan çalışmalara göre, Zn noksanlığının en yaygın olarak görüldüğü Hindistan'da 30 milyon, Çin'de 20

milyon, Avustralya’da 10 milyon ve Bangladeş’te 8 milyon ve Türkiye’de 14 milyon hektar’lık alanda Zn eksikliğinin olduğunu belirtmişlerdir (White ve Zasoski, 1999; Alloway, 2004; akmak, 2008).

Karadeniz bölgesinde fındık yetiştirilen alanlarda sık sık yapılan kireçleme ile var olan Zn eksikliğinin daha da artmasına neden olmaktadır. Bölgede bulunan fazlaca ayrışmış asitli topraklarda Zn noksanlığı yaygın bir şekilde görülmektedir. Özkutlu ve ark., (2017) Doğu Karadeniz (Ordu-Samsun) Bölgesi’nde fındık yetiştiriciliği yapılan bahçelerden alınan 412 toprak örneğinin analizi sonucunda; toprakların %33’nde Zn konsantrasyonunun $<0.2 \text{ mg Zn kg}^{-1}$ ’dan düşük olduğunu ve Zn bakımından “ok az” olarak sınıflandırıldığını, rneklelerin %47’sinin de $0.2-0.7 \text{ mg Zn kg}^{-1}$ arasında olduğu ve “az” olarak sınıflandırıldığını bildirmişlerdir. Çalışmanın sonucunda toprakta bulunan yarayışlı Zn ile toprak pH’sı ve toprak kireciyle aralarından önemli ilişki olduğunu bildirilmiştir.

2.2 Bitkide inko

Çinko bitkilerin gelişebilmesi için mutlak gerekli olan mikro besin elementlerinden bir tanesidir. Bitkiler çinkoyu toprak çözeltisinden ya çözünmüş şekilde yada toprağın katı yüzeylerinde bulunan adsorbe edilmiş halde olan Zn^{+2} formunda alır (Alloway, 2008; Noulas ve ark., 2018). Bitkiler tarafında Zn’nin alınması genel olarak üç farklı aşamada gerçekleşmektedir. a) Kök bölgesinde bulunan Zn’nin bitkiye yarayışlı hale dönüştürülmesi, b) Zn’nin kök etki alanına taşınması, c) Zn’nin kök içerisine alınması ve bitkide ihtiyaç duyulan yerlere taşınmasıdır (Kacar, 2019). Zn kök etki alanına difüzyon, kitle akımı ve çok az miktarda kontak değişimi ile taşınmaktadır (Kacar, 2015). Zn^{+2} ’nin biyolojik membranlardan taşınımı, metabolik enerji kullanılmadan difüzyon yolu ile pasif olarak basit ve kolaylaştırılmış difüzyon ile gerçekleşmektedir. Basit difüzyon ile taşınmada çözeltide bulunan Zn^{+2} ’nin yüksek konsantrasyonlu taraftan düşük konsantrasyonlu tarafa doğru biyolojik membranlardan geçerek taşınmaktadır. Zn^{+2} ’nin biyolojik membranlardan diğer taşınımı ise metabolik enerji kullanılarak konsantrasyon farkına veya elektrokimyasal gradientine karşıt yönde aktif olarak taşınmasıdır.

Çinko, bitkinin büyümesi ve gelişmesi için çok yönlü fonksiyonlara sahip bir elementtir. Çinko biyolojik sistemlerde en yaygın kullanılan mikro elementlerden birisidir ve hidrolazlar, transferazlar, oksidoredüktazlar, ligazlar, izomerazlar ve lizazlar dahil olmak üzere 2700'den fazla enzim aktivitesine katılmakta (Baltacı ve ark., 2018) ve ayrıca birçok enzimatik reaksiyonu aktif hale getirmektedir (Vitosh ve ark., 1994; Pedler ve ark., 2000; Akay, 2011). Çinko enzimlerden başka bitkide protein sentezine doğrudan katılmaktadır. Yapılan araştırmalara göre, bitkinin temel yaşam süreçleri üzerine örneğin azot metabolizması, bitkiler tarafından azotun alınması ve protein kalitesi, fotosentez ve klorofil sentezi, karbon anhidraz aktivitesi, abiyotik ve biyotik streslere karşı direnç ve oksidatif hasara karşı koruma gibi yaşamsal olaylarda Zn'nin büyük etkisinin olduğu belirlenmiştir (Alloway, 2008; Çakmak, 2008; Potarzycki ve Grzebisz, 2009; Mousavi, 2011). Çakmak (2000) Zn'nin eksikliği durumunda protein sentezinde azalmanın meydana geleceğini bildirmiştir. Çinko noksanlığında biyolojik membranların hem işlevsel hem de yapısal bütünlüğünde azalmalar meydana gelmektedir (Welch ve ark., 1982; Çakmak, 2000). Yapılan bir çalışmada Zn eksiliğinde yetiştirilen bir bitkinin yapraklarında amino asitlerin miktarının kontrole göre 6.5 kat daha az olduğu ve Zn uygulamasından 48 veya 72 saat sonra bitkide protein miktarının arttığı açıklanmıştır (Alloway, 2008). Brown ve ark., (1993) Zn noksanlığında yetiştirilen bitkilerin protein sentezini etkileyen mekanizmanın RNA ile ilişkili olduğunu ve bu durum ribozomların azalmasına yol açarak RNA'da oluşan bozulmalardan kaynaklandığını bildirmiştir. Bitkilerde N ve Zn ile beslenmeleri arasında bir ilişki bulunmaktadır. Protein sentezinin ana unsuru N olduğundan dolayı Zn eksikliğinde protein sentezi de olumsuz etkilenmektedir. Çinko noksanlığı altında yetiştirilen bitkilerde fotosentezde azalmaların olduğu bildirilmiştir (Taşdemir, 2006). Bitkide Zn'nin noksanlık derecesi, çevresel faktörler ve bitki özelliklerine bağlı olarak fotosentez oranının %50 ile %70 arasında azalmaların olacağı açıklanmıştır (Hu ve Sparks, 1990; Sharma ve ark., 1994). Ayrıca Zn'nin bitkilerde oksin metabolizması, fungal ve bakteriyel hastalıklara karşı koruma gibi hayati öneme sahip etkileri bulunmakla birlikte üreme üzerinde çok önemli etki etmektedir. Çinko noksanlığı altında yetişen bitkilerde çiçeklenme ve tohum oluşumunun önemli derecede azaldığı ifade edilmektedir. Yeterli Zn olmayan ortamlarda tohum oluşumunun azalması birkaç

faktörle açıklanmaktadır. Bunlar; Zn noksanlığı durumunda bitkilerde absisik asit oluşumunun artması sebebiyle yaprak ve çiçek tomurcuklarının erken oluşmasına, polen taneciklerinin ve erkek organların gelişmesinin engellenmesi, Zn noksanlığı durumunda bitkilerde kök büyümesi ve gelişmesinin gerilemesi ve Zn noksanlığı durumunda bitki su rejimi etkilemek süretiyle hücrelerde turgor azalmakta ve büyüme gerilemesinin olmasıyla etkilemektedir (Duffy, 2007).

2.3 İnsanlarda Çinko Eksikliği ve Gereksinimi

Dünya çapında 2 milyardan daha fazla insan bir ya da daha fazla mikro element noksanlığından dolayı hastalık yaşar (Kumssa ve ark., 2015). Bu mikroelementlerin en önemlilerinden biri olan Zn eksikliği, insan sağlığını olumsuz bir şekilde etkileyen büyük bir mikro besin sorunudur. (Bouis ve Saltzman, 2017; Çakmak ve Kutman, 2018). İnsanlardaki Zn eksikliğinin nedeni Zn konsantrasyonunun yetersiz olduğu yiyeceklerle beslenmesinden ileri gelmektedir (Rashid ve Alhosin, 2019). Yaklaşık 1.1 milyar insan Zn eksikliğinden kaynaklı hastalık riski taşımakta ve bu insanların yaklaşık %90'ı Asya ve Afrika'da yaşamaktadır (Kumssa ve ark., 2015). Gelişmekte olan ülkelerde ölüm ve hastalık nedenleri arasında Zn eksikliği 5. sırada yer alır (Who, 2009). Her yıl yarım milyona yakın 5 yaş altı çocuğun Zn eksikliğine bağlı nedenlerden öldüğü tahmin edilmektedir (Krebs ve ark., 2014). Çinko eksikliği, insanlarda çok çeşitli sağlık sorunlarına doğrudan ve dolaylı olarak neden olmaktadır. Dünya Sağlık Örgütünün 2002 yılı raporunda solunum yolu enfeksiyonlarının %16'sının, sıtma hastalıklarının %18'nin ve ishal bulgularının %10'unun Zn noksanlığından ileri geldiğini açıklamıştır. Bununla beraber Zn noksanlığında enfeksiyon riskinin artması, DNA hasarı, kanser hücrelerinin hızlı gelişmesi, fiziksel olarak büyümenin gerilemesi, bağışıklık sistemi ve öğrenme yeteneğindeki bozukluklar, kadınlarda yumurta gelişiminin ve kalitesinin bozulması, eklem ve kalça ağrıları, saçların canlılığını yitirmesi, böbrekler ve karaciğerin olumsuz etkilenmesi, prostat büyümesi, deri hastalıkları ve yaraların geç iyileşmesi, bağışıklık sisteminin zayıflaması, zeka gelişiminin yetersizliği gibi önemli ve ciddi sağlık sorunlarının da oluşmasına neden olmaktadır (Hotz ve Brown, 2004). Çinko noksanlığının bu denli ciddi sağlık sorunlarına yol açmasından dolayı son yıllarda çeşitli gıdaların mikro element içeriklerinin arttırmasına yönelik çalışmalara hız verilmiştir. Bu bağlamda dünya

genelinde çok yaygın olan mikro besin elementi noksanlıklarını azaltmak için bitkilerin mikro besinlerce iyileştirmesi vazgeçilmez bir gereklilik olarak önümüzde durmaktadır. Farklı yaş gruplarına göre insanların günlük alması gerekli olan mineral madde miktarları Çizelge 2.1’de verilmiştir.

Çizelge 2.1 Yaş Gruplarına Göre Günlük Alınması Gereken Mineral Miktarları

Yaş Grupları	Tüketilmesi Gereken Mineral Miktarı (mg/gün)							
	P	K	Ca	Mg	Zn	Fe	Cu	Mn
2-3 Yaş	250	3000	450	170	4.3	7	1	0.5
4-10 Yaş	440	3800	800	230	7.4	9	1	1
Kadın								
11-17 Yaş	640	4600	1150	250	11.3	13	1.1	2
18 ≥70	550	4700	950	300	10.1	11	1.3	3
Erkek								
11-17 Yaş	640	4600	1150	300	12.4	11	1.3	2
18 ≥70	550	4700	950	350	12.8	11	1.6	3

Bitkisel ve hayvansal kökenli gıdalardan Zn’nin alınma oranı ülkelerin gelişmişlik ve zenginlikleriyle bağlantılıdır. ABD, Kanada, Avustralya ve AB ülkelerinde insanların ihtiyaç duyduğu Zn’nin yarıya yakını hayvansal kökenli gıdalardan karşılanmasına rağmen az gelişmiş veya gelişmekte olan diğer ülkelerde bu oran ancak %15 düzeyindedir (Brown ve ark., 2001). Reilly (2008) tarafından yapılan açıklamaya göre insanların günlük çinko ihtiyaçları 10 mg olmaktadır. Bu miktarın çeşitli hayvansal ve bitkisel kökenli gıdalardan karşılanması gerekmektedir. Ancak, Zn’nin ürünler içerisindeki miktarı düşük olduğundan çoğu zaman bu miktar insanlar için karşılanmamakta ve yukarıda vurgulanan çeşitli sağlık sorunlarına yol açmaktadır. Bir insanın günlük Zn ihtiyacının karşılanmasında dengeli beslenme ile ihtiyaç duyduğu Zn’yi alabilmek en doğru ve gerçekçi bir yaklaşımdır. Bu nedenle et, süt, balık, sebzeler ve kuruyemişler gibi besin gruplarını günlük olarak dengeli tüketildiğinde besin zinciri yoluyla vücudun ihtiyacı olan Zn’nin büyük bir bölümü karşılanması mümkün olabilmektedir. Dünya’da fındığa dayalı ürünlerin doğrudan çiğ fındık olarak tüketiminin artmasına bağlı olarak insanların günlük Zn’ye olan gereksinimlerinin bir bölümü rahatlıkla karşılanmaktadır. Fındıkta Zn içeriğine baktığımızda genellikle 20-25 mg kg⁻¹ Zn bulunmaktadır. 100 g fındık içerisinde 2.7 mg Zn yer almakta olup bu oran yetişkin insanların günlük 10 mg Zn gereksinimlerinin %25’ini rahatlıkla karşılanmaktadır.

2.4 Çinko Eksikliğinin Giderilme Yolları

Çinko noksanlığı durumunda bitkisel üretim sınırlanmakta ve buna bağlı olarak verim düşüklüğü olmaktadır. Bitkisel üretimi sınırlayan ve verim düşüklüğüne neden olan Zn eksikliğinin yok edilmesinde en önemli çözümlerden birisi de “Zn gübrelenmesi” dir. Farklı uygulama yöntemleri ile gerek topraktan uygulanan Zn, gerekse de yapraktan uygulanan Zn gübrelenmesi ile var olan Zn noksanlığını ortadan kaldırmak mümkün olacaktır. Topraklardaki Zn noksanlığının belirlenmesinde genellikle DTPA ekstraksiyon yöntemi kullanılmaktadır. Bu yöntemle göre, topraklarda $0.5 \text{ mg Zn kg}^{-1}$ altında olduğunda ürünlerin Zn gübrelenmesine tepki verdiği bilinmektedir. Eyüpoğlu ve ark., (1995) tarafından yapılan bir çalışmada Zn durumu bakımından Türkiye topraklarının yaklaşık %50’sinin $0.5 \text{ mg Zn kg}^{-1}$ değerinin altında olduğunu ve bunun sonucunda ise Zn gübrelenmesinin mutlak gerekli olduğunu ortaya koymuştur. Dünya topraklarının %30’unda Zn noksanlığının görülmesi nedeniyle verimde büyük kayıpların meydana gelmesi sonucunda Danimarka’da gerçekleştirilen XVIII International Plant Nutrition Colloquium kongresinde $<0.7 \text{ mg Zn kg}^{-1}$ altındaki topraklarda Zn gübrelenmesinin gerekliliği vurgulanmıştır. Duyar ve Özenç, (2013) tarafından fındığın beslenmesinde kritik sınır değerlerin belirlenmesi ile ilgili yapılan çalışmada Zn’nin toprakta $<1.0 \text{ mg Zn kg}^{-1}$ olduğunda eksiklik sınırı olarak belirlemişlerdir. Bu çalışmanın sonucuna göre fındık bahçelerinde Zn konsantrasyonu toprakta 1 mg kg^{-1} ’in altında olduğu durumlarda Zn gübrelenmesi önerilmektedir.

2.5 Fındık ile İlgili Yapılan Çalışmalar

Fındık, Fagales takımının Betulaceae familyasının Corylaea alt familyasının *Corylus* cinsi içerisinde yer almaktadır (Erdoğan ve Mehlenbacher, 2000). Ülkemiz fındığın anavatanı konumunda olup fındık gen kaynakları açısından oldukça zengindir. Ülkemizde $40-41^\circ$ enlem ve $37-42^\circ$ boylamları arasında fındık yetiştiriciliği yapılmaktadır. Ülkemizde yetiştiriciliği yapılan fındık çeşitleri *Corylus avellana* ve *Corylus maxima* türlerinin melezidir (Ayfer ve ark., 1986). Ülkemizde yetiştirilen fındık çeşitleri kışın yaprağını döken, çalı formunda, monoik çiçek yapısında ve rüzgarla tozlanan bir meyve türüdür (Özçağırın ve ark., 2014). Ülkemizde yetiştirilen fındık çeşitlerinin uzunluğu 3-4 m’ye kadar uzanır. Dip sürgünleri üretip, çok gövdeli olarak büyür. Dip sürgünleri sayesinde yaşlı gövdeler

sürekli olarak yenilenmektedir. Fındığın diğer ılıman iklim meyvelerinden farklı olarak çiçeklenme periyodu oldukça uzundur (Kasım-Şubat). Fındıkta dölleme mayıs ayının son haftası ile haziran ayının ilk yarısında kalan dönemde gerçekleşir (Beyhan ve ark., 1999; Beyhan, 2000).

Fındık saçak köklü bir bitki olup, toprak istekleri bakımından çok seçici değildir. Besin maddelerince zengin, kumlu-tınlı, tınlı ve derin topraklarda gelişimi daha iyidir. Ağır killi ve taban suyu yüksek olan topraklar fındık yetiştiriciliği için uygun değildir. Toprak asitliği bakımından pH 5-7 arasında olan topraklarda normal gelişimini sağlayıp ürün miktarı artabilmektedir. Fındık yetiştiriciliğinde yıllık yağış miktarının 750 mm ve üzerinde olması gerekir. Temmuz ve Ağustos aylarında yağışın yetersiz olduğu durumlarda mutlaka sulama yapılmalıdır (Akgün, 2022).

Çalışmanın yürütüldüğü Ordu ilinde %35 Palaz, %29 Tombul, %25 Çakıldak, %2.5 Kalıncara, %2 İncekara ve %6.5 diğer fındık çeşitleri ile tarım yapılmaktadır (Bostan, 1997). Yapılan tez çalışması Çakıldak fındık çeşidinin hakim olduğu bir bahçede yürütülmüştür. Çakıldak fındık çeşidi ülkemizde yaygın olarak en fazla Ordu ilinde yetiştirilir ve soğuklama isteğinin fazla olmasından dolayı (750-1050 saat) özellikle yüksek kesimlerinde yaygın olarak yetiştirilir. Farklı yörelerde halk arasında Çakıldak fındık ‘Delisava’, Göğ’ (Göv) ve ‘Gök’ isimleri ile de kullanılmaktadır. Protoandri çiçeklenme (erkek gametlerin dişi gametlerden önce olgunlaşması ve atılması) tipi göstermektedir. Tombul, Mincane, Uzunmusa ve Karafındık çeşitleri Çakıldak fındığın tozlayıcısı olarak önerilmektedir. Çakıldak fındığın yapraklanması diğer fındık çeşitlerine göre daha geç olmaktadır. Gelişimi zayıf olmakla birlikte yarı dik bir büyüme göstermektedir. Adaptasyon kabiliyeti yüksek, kuraklığa duyarlı ve yıldıan yıla verim farklılıkları görülmektedir. Yüksek verimli ve geç olgunlaşan bir çeşittir. Çakıldak fındık meyveleri iri ve kaliteli olup, yuvarlak fındık sınıfı içerisinde yer almaktadır. Meyvenin tabla kısmı geniş, nispeten bombe yapmış, düz ve dışa doğru şekildedir. Çotanaktaki meyve sayısı genelde 1’li ve 2’li olup, zuruf uzunlukları meyve boyunun yaklaşık 1.5 katıdır. Zurufları uzun olup az dişli ve az yırtmaçlıdır (Ayfer ve ark., 1986; Balık ve ark., 2015; Köksal, 2018; Anonim, 2020).

Diğer bitki çeşitlerinde olduğu gibi fındıkta da yüksek verim ve kaliteli ürün elde edilmek isteniyorsa gereken bütün teknik ve kültürel bakım işlerinin eksiksiz yapılması gerekir. Kültürel işlemlerin başında özellikle gübreleme gelmektedir. Doğru bir gübreleme için de mutlaka toprak ve bitki özelliklerinin çok iyi bilinmesi gerekir. Bu nedenle toprak ve yaprak analizleri oldukça önem taşımaktadır. Bu konuyla ilgili çok çeşitli çalışmalar yapılmıştır.

Doğu Karadeniz Bölgesi yıllık olarak 900-1600 mm arasında yağış almasından dolayı bölge topraklarının genellikle kuvvetli asit karakterde olduğu düşünülmektedir. Ancak yapılan çalışmalarda alınan toprak örneklerinin %62.5'inin hafif asidik karakterde olduğu saptanmıştır. Fındık yetiştiriciliği için hafif asit reaksiyona sahip toprakların daha ideal olduğunu belirtmişlerdir (Genç ve Sarıhan, 1976).

Tarakçıoğlu (2003) tarafından Ordu'da fındık tarımı yapılan 65 farklı bahçeden topraklarının verimlilik durumlarını belirlemek için yaptığı çalışma sonucunda toprakların genel olarak asit reaksiyonlu, %77'sinin az kireçli, N ve organik madde bakımından iyi durumda, killi ve killi tın bünyeli olduğunu belirlemiştir. Toprakların yaklaşık %50'sinin fosfor, %67.5'inin potasyum, %40'ının kalsiyum, %17.5'inin magnezyum bakımından orta ve düşük, %67.5'inin çinko, %92.5'inin bor bakımından noksan ve demir, bakır ve mangan bakımından ise yeterli olduğunu tespit etmiştir.

Adiloğlu ve Adiloğlu (2005) asit topraklar üzerinde yetişen fındıkların beslenme problemlerini belirlemeye çalışmışlardır. Trabzon'da fındık yetiştiriciliği yapılan 30 bahçeden toprak ve yaprak örneği almışlar ve toprakların büyük çoğunluğu asit karakterli olup organik madde, total azot, yarıyıllı fosfor, yarıyıllı potasyum ve magnezyum içeriklerinin yeterince yüksek olduğunu, % 93.4'ünde Ca noksanlığının bulunduğunu bildirmişlerdir. Toprakların alınabilir Fe, Cu ve Mn içeriklerinin yeterli olduğunu, toprakların %70'inde Zn noksanlığı görüldüğünü belirtmişlerdir. Yaprak örneklerinin ise %20'sinde N, %26.7'sinde P, %6.7'sinde K, %50'sinde Mg, %73.4'ünde Ca ve %66.7'sinde ise Zn noksanlığının olduğunu Fe, Cu ve Mn'ın ise yeterli oranda bulunduğunu bildirmişlerdir.

Çoşkun (2010) tarafından Giresun ve ilçeleriyle Ordu merkezde 78 adet toprak örneği ile yapılmış olup toprakların mikro elementler yönünden noksanlık gösterdiğini belirlemiştir.

Özkutlu ve ark., (2016a) Ordu ilinde yapmış olduğu bir çalışmada; 337 farklı fındık bahçesinden aldıkları toprak örneklerinin analiz sonuçlarına göre bahçelerinin %24'ünün Mg bakımından noksan beslendiğini belirlemiştir.

Saçlı (2015) Ordu ilinin 16 ilçesinden aldığı toplam 242 adet toprak örneğinde yaptığı analizler sonucunda toprak örneklerinin pH değerleri 4.53–7.98 arasında değiştiğini, örneklerin % 24'de P, % 17'si K, % 15'inde Ca ve % 24'ünde Mg noksanlığı bulunmuştur. Toprakların özellikle B ve Zn bakımından sırasıyla %86 ve %81 oranında noksan olduğu saptanmıştır.

Özkutlu ve ark., (2016a) Ordu ilinde yaptıkları çalışmada aldıkları toprakların %39'unun hafif asit, %26'sının orta asitli ve % 96'sının ise az kireçli olduğunu, %11'inin organik madde bakımından noksan olduğunu bildirmişlerdir.

Özkutlu ve ark., (2018) yaprak analizleriyle fındığın Zn ve diğer besin elementleri ile ilgili beslenme durumunun belirlenmesi amacıyla Ordu ilinden toplam 130 farklı fındık bahçesinden hasat öncesi yaprak örneği almışlardır. Yaprakların N bakımından %96'sı, P bakımından %58.5'i, K bakımından %86.2'si ve Mg bakımından %68.5'i noksan olduğu belirlenmiştir. Zn bakımından %22'sinin düşük ve az %78'inin ise yeterli olduğunu saptamışlardır.

Tarakçıoğlu ve Bektaş (2019) Ordu'da organik ve konvansiyonel fındık tarımı yapılan bahçelerin beslenme durumu belirlemek amacıyla 45 adet toprak ve 45 adet yaprak örneği almışlardır. Toprak analiz sonuçlarına göre konvansiyonel tarım yapılan bahçe topraklarının toplam N, organik madde, bitkiye yararlı P, ekstrakte edilebilir Ca ve Na, bitkiye yararlı Fe, Zn, Cu, B ve Mn içeriklerinin organik tarım yapılan bahçe topraklarından yüksek olduğu belirlenmiştir. Yaprak analiz sonuçlarına göre ise bahçelerin toplam Mg, Ca, Cu ve Zn içerikleri arasında önemli farkların olduğunu organik tarımın yapıldığı bahçelerde toplam N, Mg, Na, Fe, Cu, Zn ve B içeriklerinin konvansiyonel bahçelere göre daha düşük olduğunu saptamışlardır.

Akgün ve ark., (2021) Ordu ili Ünye ilçesindeki 60 farklı fındık bahçesinden aldıkları toprak örneklerini analiz etmişlerdir. Çalışmadan elde edilen sonuçlara göre, toprakların hafif asit reaksiyonlu, az kireçli, kumlu killi tın ve killi bünyeye sahip, tuzsuz ve organik madde bakımından iyi, toprakların %35'inin bitkiye yararışlı P bakımından noksan olduğunu belirlemişlerdir.

Aydemir ve ark., (2021) Ordu ilinde 40 farklı fındık bahçesinden toprak örneği alarak bazı fiziksel ve kimyasal analizler ile toprakların verimlilik durumlarını belirlemişlerdir. Topraklar pH bakımından hafif asit ile hafif alkali arasında değiştiği, örneklerinin büyük bir kısmının az kireçli olduğu, toprakların %90'ının P, %62.5'inin Ca, %100'ünün Mg ve %52.5'inin Zn bakımından yetersiz düzeyde olduğunu saptanmıştır.

Meyve türlerinin büyüüp gelişmesinin yanı sıra, verim ve kalite özelliklerinin de iyi olması önemli bir faktördür. Meyve türlerinde verim ve kaliteyi bitkinin genetik yapısı, tozlayıcı çeşitleri, toprak ve iklim özellikleri, bitki besleme, gübreleme, budama, sulama, hastalık ve zararlılar ile mücadele yöntemleri etkilemektedir. Bu faktörlerin bazıları kontrol edilebildiği gibi bazıları da kontrol edilemeyen özelliklerden olup; bitki besleme, gübreleme uygulamaları üreticiler tarafından kontrol edilebilen faktörlerdir (Herrera, 2001; Balık ve Beyhan, 2014, Yaman, 2019). Fındık kökleri topraktan her yıl düzenli olarak besin maddesi almaktadır. Bundan dolayı zamanla topraklarda besin elementlerinin azalması sonucu üründe gelişim bozuklukları ve azalmalar meydana gelir. Bitkiler tarafından topraktan sömürülen besin elementlerinin tekrar toprağa verilmesi üründe verim ve kalitenin artmasına neden olacaktır. Topraklarda noksan olan besin elementlerini de toprak ve yaprak analizleri ile belirlemek mümkündür. Bu sayede toprakta noksan olan besin elementlerinin gübreleme ile tekrar toprağa verilmesi sonucunda üründe istenilen verim ve kalitenin alınmasını sağlayacaktır. Fındığın gelişebilmesi için sadece N, P, K gübrelemesi değil genel fonksiyonları ve işlevleri bakımından bu elementler kadar önemli olan S, Ca, Mg, Fe, Mn, Zn, Cu, B gibi besin elementlerinin de gübreleme ile beraber toprağa verilmesi gerekmektedir. Makro ve mikro besin elementlerinin fındığa uygulanması sonucu fındıkta büyüme, meyve tutumu, meyve kalitesi, verim, randıman, besin elementlerinin alınması ile ilgili çeşitli araştırmalar söz konusudur.

Genç (1976) gübrelemenin Giresun Tombul fındık çeşidinde verim ve kalite özellikleri üzerine etkisini belirlemek amacıyla yaptığı çalışmada; fındık verimi açısından en uygun gübreleme işleminin 200 g N/ocak, 300 g P₂O₅/ocak ve 750 g K₂O/ocak şeklinde olduğunu belirtmiştir. Azot ve fosforlu gübreleme ile ham protein içeriğinde artışların, potasyumun ise ham protein oranını azalttığını saptamıştır.

Kaya ve Küçük (1986) Tombul fındık çeşidinde fosforlu gübre ihtiyacının belirlenmesi üzerine yaptıkları çalışmada; P'li gübrenin fındık veriminin artışına etkili olduğu, ekonomik olarak verilecek miktarın üç yıl için 0.3 kg saf P/ocak olduğunu belirtmişlerdir.

Genç (1987) Giresun Tombul fındığında potasyumlu gübrelemenin meyvede verim ve bazı kalite özellikleri üzerine olan etkisini belirlemek amacıyla yaptığı çalışmada, potasyumun fındıkta ürün miktarını ve randımanını artırdığını ve boş fındık oluşumunu azalttığını belirlemiştir. Fındıkta dengeli bir gübreleme için K'nın diğer bitki besin maddeleri ile antagonistik bir etkiye yol açmayacak şekilde uygulanması gerektiğini belirtmiştir.

Radicati ve Miaja (1995) tarafından bildirilen bir çalışmada İtalya'da fındık yetiştiriciliği yapılan bahçelerde organik gübrelerin nadiren uygulandığını ve kimyasal gübre olarakta 15-25 kg N/da, 5 kg P₂O₅/da ve 8-10 kg K₂O/da düzeylerinde uygulandığını belirtmişlerdir.

Borges ve ark., (2001) Portekiz'de 2 farklı fındık çeşidi ile 3 yıl arda arda yaptıkları çalışmada yapraktan B gübrelemesinin meyve verimi, kalitesi ve boş meyve oranına olan etkisini incelemişlerdir. Yapraktan 3 farklı B (300, 600, 900 mg L⁻¹) gübrelemesi yapılmıştır. Çalışma sonunda yapraktan 900 mg B L⁻¹ uygulamasının fındık verimini her iki çeşitte de daha fazla artırdığını belirlemişlerdir. Her üç uygulamanın da fındıkta meyve tutumunu, meyve büyümesini, gelişmesini ve meyve kalitesini olumlu etkilediğini tespit saptamışlardır.

Korkmaz ve ark., (2001) tarafından Ordu-Ünye ilçesinde Palaz fındık çeşidinin hakim olduğu bir çiftçi bahçesinde yapraktan B (%0-0.2 ve 0.4) uygulamasının kontrole göre fındık verimini artırdığını belirlemişlerdir. Samsun Terme'de yaptıkları başka bir araştırmada ise topraktan 0-6-12-18-24 g B ocak⁻¹ ve yapraktan uygulanan %0.2 solubor sonucunda fındık dane verimini %77.56 ve

topraktan 12 g B/ocak uygulamasının ise fındık dane verimini %55.51 oranında artırdığı belirlenmiştir.

Serdar ve ark., (2005) Ordu-Fatsa ilçesinde yetiştirilen Tombul ve Çakıldak fındık çeşitlerinde B-Zn gübrelemesi (%10 B ve %4 Zn) ile 3 farklı dozda (0, 150 g ve 300 g) uygulama yapmış ve sonuçta fındık veriminde ve kalitesinde artışların meydana geldiğini belirlemişlerdir. Denemede çakıldak fındık çeşidinde I. yıl olarak ocak veriminin kontrolde 2149 g iken 300 g ocak başına B-Zn uygulamasıyla 3380 g fındık elde edildiğini açıklamıştır. Benzer sonuçların denemenin ikinci yılında da bulunduğunu açıklamışlardır.

Tarakçıoğlu ve ark., (2008) Palaz fındığa topraktan 6 g/ocak bor uygulamasıyla kontrole göre toplam kabuklu tane ağırlığı, fındık verimi, iç ağırlığı, yaprakların N ve K konsantrasyonu üzerine artışların meydana geldiğini belirlemişlerdir. Söz konusu araştırmada yapraktan uygulanan B'nin de, fındık verimini ve yaprakların B konsantrasyonunu arttırdığını açıklamıştır.

Nicolosi ve ark., (2009) fındığa yapraktan %8.5 organik azotlu gübre, NPK (20:20:20) ve %3 şelatlı mikroelement gübrelemesi uygulamışlardır. Kontrol grubuna kıyasla uygulanan gübrelerin sürgün uzunluğunu, meyve verimini, meyve boyutlarını ve randımanı arttırdığını, boş meyve oranını ise azalttığını belirlemişlerdir.

Solar ve Stampar (2011) tarafından Slovenya'da yaygın olarak yetiştirilen fındık çeşidi olan Tonda di Giffoni'ye yapraktan B ve Zn uygulamasının fındık meyve tutumunu ve verimini arttırdığını aynı zamanda boş meyve oranının azaldığı belirlenmiştir.

Sıray ve ark., (2012) fındıkta verim artışı üzerine yapılan gübreleme çalışmasında Şubat – Mayıs aylarında dekara 55 kg CAN (kalsiyum amonyum nitrat) (%26 N) gübresi, Kasım – Şubat dönemlerinde dekara 35 kg TSP (triple super fosfat) (%46 P₂O₅) gübresi ve Mart – Nisan dönemlerinde de dekara 25 kg AS (amonyum sülfat) (%21 N) gübre uygulaması yapılmış ve verimde büyük oranda artış olduğu gözlemlenmiştir.

Özenç ve ark., (2014) temel gübrelemenin fındığın içeriği üzerine bir araştırma yapmışlardır. Araştırma da Tombul fındık çeşidine N (0, 100, 200, 400,

600 kg ha⁻¹ N), P (0, 40, 80, 120, 160 kg ha⁻¹ P₂O₅) ve K (0, 200, 400, 600, 800 kg ha⁻¹ K₂O)'nın farklı dozları 3 yıl üst üste uygulamışlardır. Çalışma sonucunda uygulanan bu temel gürelerden 200-400 kg ha⁻¹ N, 120-160 kg ha⁻¹ P ve 400-600 kg ha⁻¹ K'nın uygulamalarının fındığın biyokimyasal (protein, toplam yağ, kül) özelliğini ve mineral madde (P, K, Ca, Mg, Na, Fe, Cu, Zn, Mn, B ve Mo) düzeyini önemli ölçüde arttırdığını belirlemişlerdir.

Pannico (2014) İtalya'da bulunan Mortarella fındık çeşidinde 2011, 2012 ve 2013 yıllarında Nisan, Mayıs ve Haziran ortasında yapraktan kontrol, %2.5 Coryl Dry (CD), %7 karbomit, %2 organik N, %0.5 B, %0.5 Zn, %0.05 Fe ve 300 ppm B uygulamışlardır. Bor, Fe ve Zn uygulamasının fındıkta vejetatif gelişme ve protein üzerine olumlu etkisinin olduğunu; verim üzerine herhangi bir etkisinin olmadığını belirlemiştir.

Özkutlu ve ark., (2016b) tarafından yapılan çalışmada Ordu ili Gülyalı ilçesinde Mg gübrelemesinin fındık verimi ve bitkiler tarafından besin elementlerinin alımı üzerine etkisi belirlemek için bir çalışma yürütmüşlerdir. Deneme bahçesine ait toprağın analiz sonuçlarına göre magnezyum sülfat gübresinden (0, 7.5, 15.0 ve 22.5 kg Mg da⁻¹) uygulama yapmışlardır. Çalışma sonucunda Mg doz uygulamalarının artmasıyla bitkiye K taşınımının azaldığını saptamışlardır. Uygulanan dozlardan 15 kg Mg da⁻¹ gübrelemesiyle fındığın verim ve randımanında atışların, buruşuk ve boş fındık oranlarında da azalmaların meydana geldiğini belirlemiştir.

Alidust ve ark., (2019) tarafından İran yöresinde 'Fertile' and 'Ronde du Pimount gibi yerel çeşitlerin olduğu fındık bahçelerine yapraktan ZnSO₄ (3 mg Zn L⁻¹) uygulamasıyla fındık meyve Zn içeriğinin 1.9'dan 2.6'a çıktığını ve %36 oranında bir atış gösterdiğini belirtmiştir.

Kebapçı (2020) yaptığı çalışmada 26 kg N da⁻¹ üre gübresi iki farklı metod ve dönemde uygulanmıştır. Birinci denemede, Üre (26 kg N da⁻¹) tek seferde (1150 g ağaç⁻¹ - üre) yüzeye serpm ve toprak derinliğine (0-10 cm) gömme şeklinde olmak üzere uygulanmıştır. İkinci denemede ise Üre (26 kg N da⁻¹) iki eşit parçaya bölünerek (13+13 kg N da⁻¹ : 575 g+575 g ağaç⁻¹ -üre) Mart ve Mayıs aylarında yüzeye serpm ve yüzey altına (0-10 cm) gömme şeklinde uygulanmıştır. Farklı yöntem ve dönemlerde uygulanan üre gübresinin 26 kg N da⁻¹ uygulanmasıyla

yaprakların N konsantrasyonunda artış sağladığı saptanmıştır. Farklı yöntem ve dönemlerde üre uygulamalarının fındık verimi üzerine de önemli etkileri olduğunu bulmuştur. İlk yılın sonuçlarına göre, ürenin iki eş parçaya bölünerek uygulamasının kontrole göre verimi %49 oranında, ikinci yıl ise %28 oranında iki yılın ortalaması olarak ise %38.5 oranında arttırdığını saptamıştır.

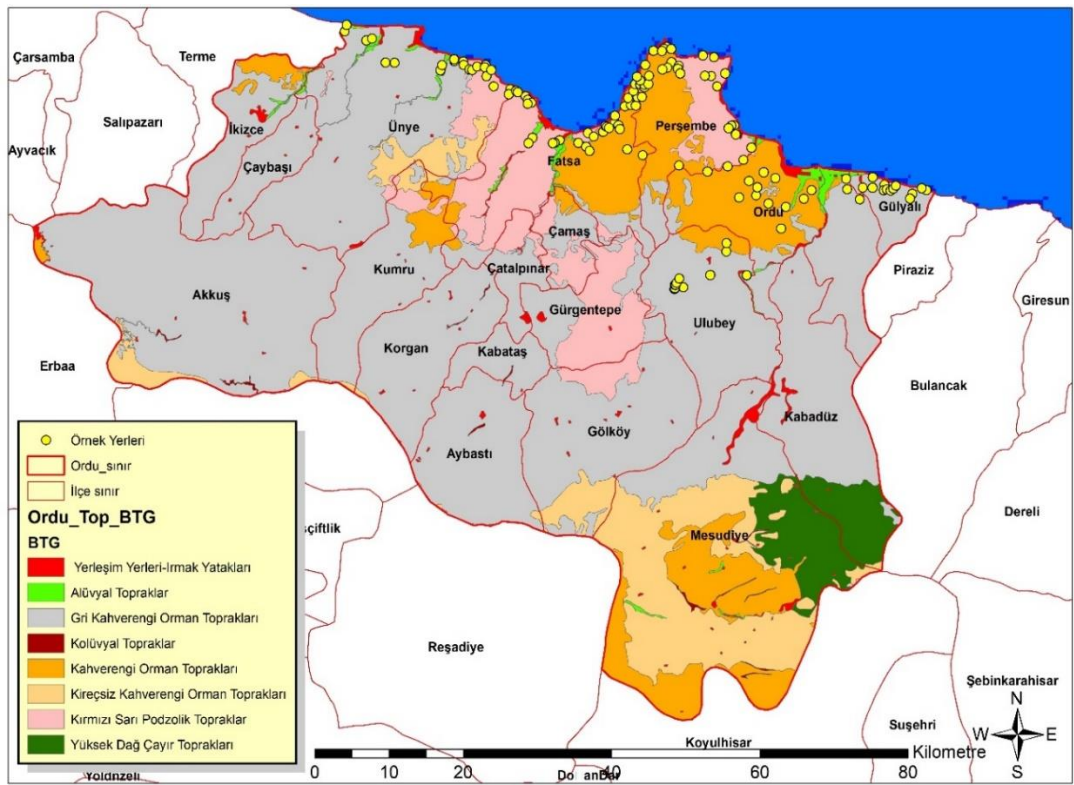
Balta ve ark., (2021) fındık bahçelerinde (bakımlı ve bakımsız) yetiştirilen Çakıldak çeşidinin verim ve meyve özelliklerini araştırmak için bir çalışma yürütmüşlerdir. Bu özellikler bakımından her iki bahçe arasında istatistiki olarak önemli farkların olduğunu belirlemişlerdir. Çotanakta bulunan meyve sayısının bakımsız bahçede 2.39, bakımlı bahçede ise 2.95, ocak verimi bakımsız bahçede 721 g, bakımlı bahçede ise 1751 g arasında değiştiğini belirlemişlerdir.

3. MATERYAL ve METOT

3.1 Materyal

3.1.1 Deneme Materyali

“Yapraktan ve Topraktan Çinko Uygulamalarının Fındıkta (*Corylus avellana* L.) Besin Elementi Konsantrasyonu ve Verim Üzerine Etkisi” adlı tez çalışmasında Ordu ilindeki bahçelerin Zn durumlarını ortaya çıkarmak amacıyla farklı lokasyondan 2017 yılı Temmuz ayı içerisinde fındık ocaklarının yaprak izdüşümlerinden olmak üzere 0-30 cm derinlikten toplam 130 farklı bahçeden toprak örneği alınmış ve toprak örneklerinin alındığı noktalar Şekil 3.1’de verilmiştir.



Şekil 3.1 Toprak Örneklerinin Alındığı Bahçeler

Şekil 3.1’de görüldüğü gibi Ordu ili Ünye ilçe sınırından başlamak üzere Gülyalı ilçe sınırının sonuna kadar olan alanlarda toprak örneği alınmıştır. Haritadaki sarı noktalar toprak örneklerinin alındığı lokasyonları göstermektedir. Bu lokasyonlara ait koordinat bilgileri Çizelge 3.1’de verilmiştir.

Çizelge 3.1 Toprak Örneklerinin Alındığı Bahçelere Ait Koordinat Bilgileri

Koordinatlar									
Örnek No	Lokasyon	X-GPS	Y-GPS	Rakım	Örnek No	Lokasyon	X-GPS	Y-GPS	Rakım
1	Ulubey	4084028	3771702	516	51	Fatsa	4102240	3756076	5
2	Ulubey	4083812	3770303	598	52	Fatsa	4101820	3757008	88
3	Ulubey	4083972	3770352	571	53	Fatsa	4103471	3760322	74
4	Ulubey	4083929	3770493	576	54	Fatsa	4103198	3760951	160
5	Ulubey	4084324	3770377	639	55	Fatsa	4102773	3761203	162
6	Ulubey	4084315	3770503	603	56	Fatsa	4104337	3760345	75
7	Ulubey	4084552	3770653	610	57	Fatsa	4105474	3761906	73
8	Ulubey	4085076	3771060	676	58	Fatsa	4105620	3762894	189
9	Ulubey	4085554	3775994	517	59	Fatsa	4105562	3763677	175
10	Ulubey	4088386	3778125	472	60	Fatsa	4103091	3758859	14
11	Ulubey	4089376	3778552	366	61	Fatsa	4102986	3759063	94
12	Ulubey	4085594	3781854	135	62	Fatsa	4102873	3759438	157
13	Ulubey	4093807	3787980	67	63	Fatsa	4106455	3762419	60
14	Ünye	4113756	3716768	30	64	Perşembe	4100776	3782322	22
15	Ünye	4114125	3717059	8,5	65	Perşembe	4099293	3781069	28
16	Ünye	4112746	3720260	84	66	Perşembe	4098510	3778536	39
17	Ünye	4112971	3721167	65	67	Perşembe	4097846	3775327	135
18	Ünye	4110153	3723438	88	68	Perşembe	4098535	3770750	187
19	Ünye	4110134	3724876	43	69	Perşembe	4099693	3764911	191
20	Ünye	4109372	3732234	10	70	Perşembe	4000350	3762426	60
21	Ünye	4109990	3732489	3,5	71	Perşembe	4102396	3758487	16
22	Ünye	4110481	3734451	53	72	Perşembe	4106569	3763934	158
23	Ünye	4110711	3734424	24	73	Perşembe	4106630	3764641	203
24	Ünye	4110470	3735904	22	74	Perşembe	4107291	3763271	95
25	Ünye	4110059	3735942	47	75	Perşembe	4108147	3763534	86
26	Ünye	4109544	3736877	62	76	Perşembe	4108113	3764305	160
27	Ünye	4109468	3737359	56	77	Perşembe	4107773	3765004	178
28	Ünye	4109889	3738114	33	78	Perşembe	4108101	3765000	148
29	Ünye	4110088	3739471	8,2	79	Perşembe	4108187	3765651	217
30	Ünye	4109824	3739357	11	80	Perşembe	4108592	3764339	105
31	Ünye	4108762	3739667	27	81	Perşembe	4109022	3763827	13
32	Ünye	4109517	3740389	2,8	82	Perşembe	4110456	3765093	26
33	Fatsa	4107578	3740823	50	83	Perşembe	4109149	3765761	229
34	Fatsa	4107274	3743496	25	84	Perşembe	4112142	3766376	5
35	Fatsa	4106683	3743282	11	85	Perşembe	4112635	3768540	19
36	Fatsa	4107096	3744422	20	86	Perşembe	4112394	3768005	89
37	Fatsa	4106919	3744713	23	87	Perşembe	4112126	3767748	185
38	Fatsa	4106927	3744720	30	88	Perşembe	4112404	3769217	10
39	Fatsa	4106453	3746002	36	89	Perşembe	4110816	3769283	29
40	Fatsa	4106051	3746346	62	90	Perşembe	4110138	3768661	54
41	Fatsa	4105715	3746962	75	91	Perşembe	4109940	3767876	198
42	Fatsa	4105585	3746334	115	92	Perşembe	4110399	3770496	74
43	Fatsa	4101548	3747208	17	93	Perşembe	4110059	3770324	92
44	Fatsa	4100912	3746565	33	94	Perşembe	4109485	3770728	205
45	Fatsa	4101320	3751547	49	95	Perşembe	4111676	3774352	33
46	Fatsa	4101018	3750819	109	96	Perşembe	4111469	3776117	17
47	Fatsa	4100963	3750465	153	97	Perşembe	4109568	3777962	7
48	Fatsa	4101029	3754587	11	98	Perşembe	4108011	3776679	101
49	Fatsa	4100587	3755830	14	99	Perşembe	4109222	3775707	246
50	Fatsa	4100094	3756376	37	100	Perşembe	4109252	3774726	363

Çizelge 3.1 Toprak Örneklerinin Alındığı Bahçelere Ait Koordinat Bilgileri (devamı)

Koordinatlar									
Örnek No	Lokasyon	X-GPS	Y-GPS	Rakım	Örnek No	Lokasyon	X-GPS	Y-GPS	Rakım
101	Perşembe	4103394	3779512	118	116	Altınordu	4095961	3797742	133
102	Perşembe	4103359	3779082	193	117	Altınordu	4096205	3800245	4
103	Perşembe	4103063	3778612	240	118	Altınordu	4094793	3799773	28
104	Perşembe	4102327	3779797	66	119	Altınordu	4097456	3801834	7
105	Altınordu	4097202	3786213	97	120	Altınordu	4096197	3801808	75
106	Altınordu	4097865	3784326	298	121	Altınordu	4096550	3803711	94
107	Altınordu	4096805	3782004	347	122	Altınordu	4095897	3803611	194
108	Altınordu	4094838	3780446	418	123	Altınordu	4095991	3804099	230
109	Altınordu	4096076	3783345	277	124	Gülyalı	4095856	3804712	215
110	Altınordu	4095103	3783183	211	125	Gülyalı	4096084	3805098	118
111	Altınordu	4094156	3785194	235	126	Gülyalı	4096468	3805539	29
112	Altınordu	4091186	3787224	187	127	Gülyalı	4095532	3808183	73
113	Altınordu	4094779	3790829	166	128	Gülyalı	4094968	3807850	134
114	Altınordu	4095802	3792062	86	129	Gülyalı	4095967	3810450	27
115	Altınordu	4097224	3795761	5	130	Gülyalı	4096201	3809682	23

Alınan toprak örneklerinin analiz sonuçlarına göre tez denemesi Ordu ili Ulubey ilçesinin yoğun olarak fındık tarımı yapılan Elma Çukuru köyünde kültürel uygulamaları düzenli olarak yapılan fındık bahçesinde tesadüf blokları faktöriyel deneme deseninde kurulmuştur.

Araştırma Çakıldak fındık çeşidinde yürütülmüştür. Çakıldak fındık çeşidi diğer çeşitlere göre daha geç yapraklanmaktadır. Gelişimi zayıf olmakla birlikte yarı dik bir büyüme göstermektedir. Adaptasyon yeteneği yüksek, kuraklığa hassas ve yıldan yıla verim dalgalanması göstermektedir. Geç olgunlaşan, yüksek verimli bir çeşittir. Yuvarlak fındık grubu içerisinde yer alıp, meyveleri iri ve kalitelidir (Ayfer ve ark., 1986; Balık ve ark., 2015; Köksal, 2018; Anonim, 2020).

Deneme için seçilen fındık ocaklarının homojen olmasına dikkat edilmiştir. Uygulama için seçilen fındık ocakları budanarak her ocakta 8 dal olacak şekilde dal sayıları eşitlenmiştir.

3.1.2 Deneme Toprağının Özellikleri

Denemenin kurulduğu fındık bahçesi toprağına ait bazı fiziksel ve kimyasal özellikler Çizelge 3.2’de verilmiştir.

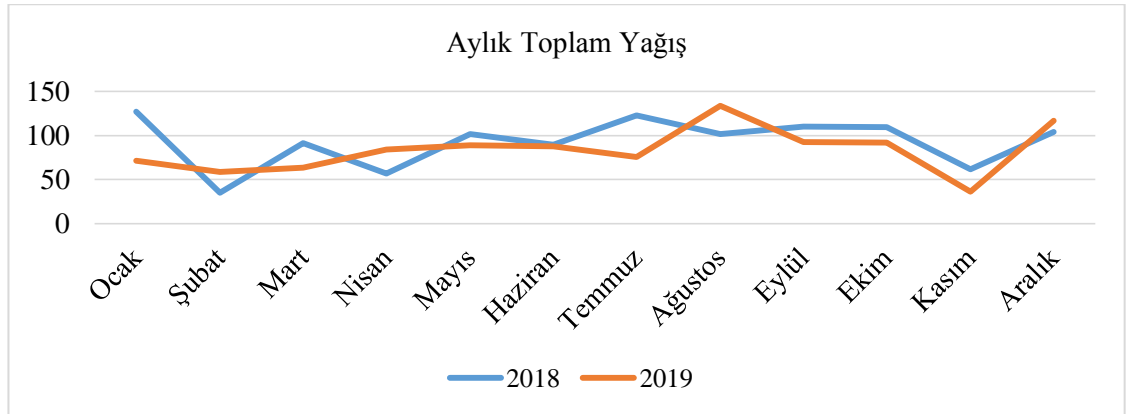
Çizelge 3.2 Deneme Bahçesi Topraklarının Bazı Fiziksel ve Kimyasal Analiz Sonuçları

Lokasyon	X -GPS	Y-GPS	Rakım Metre	Toprak Bünyesi	pH	EC, dS/m	Kireç%	Organik Madde%	
Ordu-Ulubey	4084028	3771702	516	Tınlı	6.30	0.15	0.09	2.20	
N, %	Ekstrakte Edilebilir (mg kg ⁻¹)								
	P	K	Ca	Mg	Fe	Cu	Zn	Mn	B
0.164	1.2	107	316	37	11.12	0.26	0.21	19	0.44

Deneme bahçesinden 0-30 cm derinlikten alınan toprak örneğı; tınlı tekstür, orta asitli, kireçsiz olduğu ve organik madde içeriğinin orta olduğu belirlenmiştir (Çizelge 3.2). Deneme arazisi toprağı yarayırlı fosfor, magnezyum, kalsiyum ve potasyum bakımından yetersizdir (Sillanpaa, 1990). Mikro elementler yönünden topraklarda Fe ve Mn fazla sınıfında yer alırken, Zn ve Cu ise az sınıfında, bor bakımından ise çok az sınıfında (Wolf, 1971) yer aldığı belirlenmiştir.

3.1.3 Deneme Alanının İklim Verileri

Denemenin yürütüldüğü Ordu ili Ulubey ilçesine ait 2018 ve 2019 yıllarına ait iklim verileri Ordu Meteoroloji İstasyon Müdürlüğünden alınmıştır. Şekil 3.2 incelendiğinde aylar ve yıllar arasında yağış miktarları önemli farklılıklar göstermektedir. Yıllık toplam miktarı 2018’de 1111 mm iken, 2019’da 1002 mm yağış görülmüştür.



Şekil 3.2 Ordu İli Ulubey İlçesi Yıllık Yağış Verileri

En yüksek yağış miktarları 2018 yılında Ocak ayında görülürken, 2019 yılında ise Ağustos ayında görülmüştür. En düşük yağış miktarları ise 2018’de Şubat, 2019’da ise Kasım ayında görülmüştür. Ulubey ilçesine ait sıcaklık ve nem değerleri Çizelge 3.3’de verilmiştir.

Çizelge 3.3 Ordu İli Ulubey İlçesi Sıcaklık ve Nispi Nem Verileri

AYLAR	Aylık Maksimum Sıcaklık (°C)		Aylık Minimum Sıcaklık (°C)		Aylık Ortalama Sıcaklık (°C)		Aylık Ortalama Nispi Nem (%)	
	2018	2019	2018	2019	2018	2019	2018	2019
Ocak	15.4	15.8	-2.1	-4.2	5.1	5.8	76.5	65.5
Şubat	22.3	17.1	-0.4	-1.2	7	5.2	79.2	77.9
Mart	28.8	19.2	-3.2	-2.4	10.3	5.5	73.8	75.8
Nisan	21.5	27.5	3.5	0.4	13.5	10	64.5	71.6
Mayıs	27.3	28.5	7.8	6.7	17.5	16.5	83.9	69.8
Haziran	28	27.4	11.1	12.6	18.7	19.6	91	81
Temmuz	26.8	27.4	14.6	10.3	20.3	18.8	90.3	79.4
Ağustos	29.5	30.1	13.4	12.9	21	19.3	86.8	83.2
Eylül	27.4	26.4	9.6	7.5	17.4	16.5	88.3	83.4
Ekim	27.6	31	3.3	8.9	14.6	14.9	87.6	85.7
Kasım	18.9	23.2	2.1	2	9.5	11.4	84.8	68.4
Aralık	16.1	19.8	-2.5	0.3	6.4	8.3	77.2	69.5
Yıllık Ortalama	24.1	24.5	4.8	4.5	13.4	12.7	82.0	75.9

Yıllık ortalama yağış miktarları fındık tarımı için yeterli gözükmemekte ancak iklimsel faktörler nedeniyle yağış dağılımındaki yaşanan düzensizlik, sıcak geçen yaz mevsiminde yağış miktarının fındık için yetersiz kalmasına sebebiyet vermektedir.

3.2 Metot

3.2.1 Toprak Örneklerinin Alınması ve Laboratuvar Analizlerine Hazırlanması

Fındık bahçelerinden 0-30 cm derinlikten alınan toprak örnekleri alındığı gün laboratuvara getirilmiştir. Toprak örneklerinde bulunan kesekler ezilmeden parçalanıp naylon branda üzerine serilmiştir. Hava kurusu hale geldikten sonra topraklar 2 mm’lik elekten geçirilerek analize hazır hale getirilmiştir.

3.2.2 Toprak Örneklerinde Yapılan Analizler ve Metodları

Toprak Reaksiyonu (pH):

Jackson (1958) tarafından bildirildiği şekilde 1:2.5 toprak:saf su çözeltisinde pH-metre ile belirlenmiştir.

Elektriksel İletkenlik (EC):

Richards (1954) tarafından bildirildiği gibi EC değeri 1:2.5 oranında toprak/saf su su çözeltisinde EC metre ile ölçülmüştür.

Toprak Testürü (Bünye):

Bouyoucos (1951)'e göre toprak taneciklerinin büyüklüklerine göre kum, silt ve kil olarak toprak içerisindeki % oranları hidrometre yöntemine göre belirlenmiş ve bu taneciklerin büyüklükleri hesaplandıktan sonra Soil Survey Staff (1951)'deki tekstür üçgenine göre tekstür sınıfları belirlenmiştir.

Toprağın Kireç İçeriği:

Toprakta bulunan kalsiyum karbonatın seyreltik hidroklorik asit ile tepkimesi sonucu açığa çıkan karbondioksit miktarının, kapalı bir sistemde Hızalan ve Ünal (1966) tarafından bildirildiği şekilde Scheibler kalsimetresiyle standart sıcaklık ve basınç altındaki karbondioksit gazı hacminden hesaplandığı, kalsimetrik yöntem ile ölçülmüştür (Schlichting ve Blume, 1966).

Toplam Azot (N):

Topraktaki toplam (organik-inorganik) azotun yakma, destilasyon ve titrasyon aşamaları ile Kjeldahl yöntemine göre saptanmıştır (Bremner, 1965).

Yarayışlı Fosfor (P):

Toprakta fosfor analizi, Bray ve Kurtz (1945) yöntemine göre belirlenmiştir. Yüksek pH'lı toprakların fosfor analizleri Olsen ve ark., (1954)' e göre tekrardan yapılmıştır. Bray ve Kurtz yönteminde ekstrakt çözeltisine (0.03 N NH_4F +0.025 N HCl) geçen fosfor molibdofosforik mavi renk yöntemine göre kolorimetrik olarak belirlenmesi esasına dayanır. Olsen yöntemi ise toprakta bulunan fosforun sodyum bikarbonat (NaHCO_3) çözeltisi ile açığa çıkarılması ve çözeltide bulunan fosforun miktarına göre oluşan mavi renk yoğunluğunun spektrofotometrede standart çözeltiler ile karşılaştırılarak belirlenmesi esasına dayanır. Bu yöntem pH değeri 7'den büyük olan alkali toprak reaksiyonuna sahip topraklar için uygundur.

Ekstrakte Edilebilir K, Ca ve Mg:

Pratt (1965) tarafından bildirildiği şekilde, toprak örnekleri 1.0 N nötr (pH: 7.0) amonyum asetat ile ekstrakte edilerek süzükteki K, Ca ve Mg fleymfotometre ile belirlenmiştir.

Ekstrakte Edilebilir Fe, Cu, Mn ve Zn:

Örneklerde bitkiye yarayışlı mikroelement tayini DTPA ekstraksiyon yöntemine göre yapılmıştır (Lindsay ve Norvell, 1978).

Alınabilir Bor:

Topraktan sıcak su ekstraksiyonu sonrası, azometin-H çözeltisi ile renklendirilerek 420 nm dalga boyunda spektrofotometrede okunan bor değerleri, önceden oluşturulan ve içindeki B miktarları kesin olarak bilinen standart seri yardımı ile hesaplanarak belirlenmiştir (Wolf, 1971).

3.2.3 Denemenin Kurulması ve Yürütülmesi

Ordu ilinde Ulubey ilçesinde aşağıda belirtilen farklı doz ve yöntemlerle Zn gübre denemesi iki yıl üst üste aynı bahçede fındık ocakları değişmeden çakılı olarak kurulmuştur. Fındık yetiştirme periyodu boyunca bütün teknik ve kültürel işlemler yapılmıştır (Çizelge 3.4). Çalışma 2017-2019 yılları arasında yapılmıştır. Deneme tesadüf bloklarında faktöriyel deneme deseninde kurulup bloklar arasında uygun mesafeler bırakılmıştır.

Deneme tesadüf blokları faktöriyel deneme deseninde 3 Toprak Zn x 2 Yaprak Zn x 15 tekerrür=90 ocak olacak şekilde iki yıl üst üste yürütülmüştür.

Çizelge 3.4 Fındık Yetiştirme Periyodu Boyunca Yapılan Teknik ve Kültürel İşlemler

Aylar	Deneme Boyunca Yapılan Teknik ve Kültürel İşlemler
Eylül (2017)	Çalışmanın yapılacağı deneme bahçesi belirlenip, bahçenin kök ve dip sürgün temizliği yapıldı. Deneme ocakları belirlenip, etiketleme işlemleri yapıldı. Yaprakdan ZnSO ₄ .7H ₂ O uygulamaları yapıldı.
Aralık (2017)	Deneme bahçesini bakımı yapıldı (Dökülen yaprakların, kök ve sürgün temizliği, budama işlemlerinin yapılması)
Ocak (2018)	Deneme ocaklarına temel gübre uygulanması
Şubat (2018)	Toprakdan ZnSO ₄ .7H ₂ O ve Bor uygulamaları yapıldı.
Mart (2018)	Yabancı ot ilaçlaması yapıldı (23.03.2018), Toprakdan birinci N uygulaması yapıldı (30.03.2018)
Nisan (2018)	Yapraktan ZnSO ₄ .7H ₂ O uygulamaları yapıldı (15.04.2018), külleme ile ilgili ilaçlamalar yapıldı.
Mayıs (2018)	İkinci N uygulaması yapıldı, yaprakdan ikinci ZnSO ₄ gübrelemesi yapıldı (29.05.2018)
Temmuz (2018)	Yabancı ot mücadelesi ve dip sürgün temizliği yapıldı (03.07.2018), Analizler için yaprak örnekleri alındı (15.07.2018)
Ağustos (2018)	Fındık hasat işlemleri yapıldı (02.03.04/08/2018)
Eylül (2018)	Yapraktan ZnSO ₄ .7H ₂ O uygulamaları yapıldı (21.09.2018)
	Not: -Yukarıda birinci yıl için yapılan işlemlerin aynısı çalışmanın devam ettiği ikinci yıl da aynı tarihlerde yapılmıştır.

3.2.4 Denemede Uygulanan Temel Gübreler

Denemenin kurulduğu bahçede toprağın analiz değerlerine göre hesaplama yapıldıktan sonra uygulanacak temel gübreler belirlenmiştir. Temel gübreleme olarak azotlu, fosforlu, potasyumlu, magnezyumlu ve borlu gübre uygulaması yapılmıştır. Triplesüperfosfat (42-44 %P₂O₅) gübresinden 15 kg P₂O₅ da⁻¹, Potasyum Sülfat (%48-52 K₂O) gübresinden 10 kg K₂O da⁻¹; Etidot-67 (%20.8 Bor) gübresinden 1 kg da⁻¹ ve Magnezyum Sülfat (MgSO₄ 7H₂O) gübresinden de 15 kg da⁻¹ gübreleri her iki yılda da Aralık ayının sonunda uygulanmıştır. Bor'lu gübreleme her iki yılda da Şubat ayının ikinci haftasında Zn ile birlikte uygulanmıştır. Kalsiyum Amonyum Nitrat (%26 N) gübresinden 18 kg N da⁻¹ gübresi iki eşit parçaya bölünerek ilk kısmı Mart ayının ilk haftası ikinci kısım ise Mayıs ayının sonunda verilmiştir. (Şekil 3.3).



Şekil 3.3 Deneme Bahçesinde Yapılan Gübre Uygulamaları

3.2.5 Denemede Uygulanan Zn Dozları

Topraktan Uygulama

Temel gübreler uygulandıktan sonra Zn gübrelemesi bitkiler dormansiden uyanma döneminde her yılın Şubat ayının ikinci haftasında uygulanmıştır. Topraktan Zn gübre uygulamasında $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$ (%22 Zn) gübre formu kullanılmıştır. Deneme bahçe tesisi ocak sistemi olup 4x5m dikim sitemine sahiptir. 1 dekar alanda 50 ocak yer almakta olup gübreleme bu sayı dikkate alınarak hesaplanmış ve uygulanmıştır.

Topraktan uygulanan Zn dozları;

$T0=Zn0= 0 \text{ kg Zn da}^{-1}, 0\text{g ZnSO}_4/\text{ocak}$

$T1=Zn1= 1.1 \text{ kg Zn da}^{-1}, 100\text{g ZnSO}_4/\text{ocak}$

$T2=Zn2= 2.2 \text{ kg Zn da}^{-1}, 200\text{g ZnSO}_4/\text{ocak}$

Yukarıda verilen Zn dozları ve miktarları 2018 ve 2019 yıllarında taban gübrelemesi olarak Şubat ayının ikinci haftasında her ocak'ın etrafında 5-10 cm derinliğinde ocakların dal izdüşümünde olacak şekilde ve fındık ocaklarının hacimsel büyüklüğüne göre etrafında 15-25 gübre çukuru açılarak uygulanmıştır (Şekil 3.3).

Yapraktan Uygulama

Yapraktan çinko sülfat ($ZnSO_4 \cdot 7H_2O$) uygulamasında iki farklı doz kullanılmıştır.

Birinci Doz (Y0): 0 mg $ZnSO_4 L^{-1}$

İkinci Doz (Y1): %0.3'lük mg $ZnSO_4 L^{-1}$ (Çözelti: 3000 mg $ZnSO_4 \cdot 7H_2O L^{-1}$ ve %0.01 Tween, (yayıcı-yapıştırıcı madde))

Yapraktan Zn uygulamaları her yıl yetiştirme periyodu boyunca 3 kez uygulanmıştır.

Birinci uygulama: Hasattan sonra Eylül-Ekim ayında yapraklar kurumadan ve dökülmeden önce uygulanmıştır.

İkinci Uygulama: Her yıl Mart ayının sonunda yapraklar oluşuktan sonra uygulanmıştır.

Üçüncü Uygulama: Meyve oluşumunun gerçekleştiği dönemde Mayıs ayının ikinci haftasında uygulanmıştır.

Belirtilen miktarda yapraktan $ZnSO_4$ gübresi suda eritilerek çözelti haline getirilmiş ve ağaçlar tamamen ıslatılincaya kadar sabah erken saatlerde veya akşam gün batımına doğru fındık ocaklarına tek tek eşit miktarda püskürtülmüştür. Kontrol ocaklarına ise yapraklara eşit miktarlarda saf su uygulanmıştır (Şekil 3.3)

3.2.6 Yaprak ve Fındık Örneklerinin Analize Hazırlanması

Deneme kurulumundan itibaren her iki yılda da fındık hasadından yaklaşık 2-3 hafta önce fındık sürgünlerindeki meyve dallarının üzerinde bulunan 3. veya 4. sağlıklı yapraklardan ocağı temsil edecek şekilde her ocaktan yaklaşık 50-60 adet yaprak örneği alınmıştır. Toplanan her bir ocağa ait örnekler numaralandırılarak kese kağıtlarına konulup laboratuvara getirilmiştir.

Alınan yaprak örnekleri laboratuvara getirilerek önce çeşme suyu ile yıkandı. İkinci aşama olarak 1/10'luk asit/saf su çözeltilisinde yıkanarak 2-3 defa saf sudan geçirildi. Yıkama işlemi bittikten sonra her bir örnek ayrı ayrı kurutma kağıdının üzerine serilip havlu peçete ile yapraklardaki nem alınarak etiketli bir şekilde kese kağıtlarına konuldu. 65 °C'de 48 saat hava sirkülasyonu olan kurutma dolabında kurutuldu (Şekil 3.4). Kurutulmuş yaprak örnekleri analize hazır hale getirmek için çelik iç aksama sahip öğütücü ile öğütüldü.



Şekil 3.4 Yaprak Örneklerinin Yıkanması ve Kurutulması

Hasat döneminde alınan fındık örnekleri zurumlu olarak laboratuvar şartlarında meyvedeki nem oranı %6'ya düşürülene kadar hava kurusu ortamda kurutulmuştur. Kurutma işleminden sonra fındık meyvesinde mineral besin elementi analizleri için agar değirmenlerde öğütülerek analize hazır hale getirildi. Analiz için hazır hale getirilen hem fındık yaprağı hem de fındık meyvesi örneklerinde mineral besin elementlerini (P, K, Ca, Mg, Zn, B, Fe, Cu ve Mn) belirlemek amacıyla 0.2 g tartılmış ve yaş yakma metoduna göre mikrodalga fırında yakılmıştır. Yakma işlemi 2 ml saf su, 2 ml H₂O₂ (%30'luk) ve 4 ml HNO₃ (%65'lik) içeren karışımda yapılmış ve son hacmi 20 ml olacak şekilde tamamlanmıştır (CEM MARS, Microwave Acceleration Reaction System). Yapraklarda ölçülen besin elementleri ICP-OES

(Inductively Coupled Plasma-Atomic Emmission Spectrometer; Varian ICP-OES Vista Pro) ile belirlenmiştir. Yapılan analizlerin doğruluğu teyit etmek amacıyla National Institute of Standards and Technology (ABD)'den sağlanan standart referans (Peach leaves= 1547) ve (White Flour= 1567b) değerleriyle kıyaslanarak kontrol edilmiştir. Yapılan analizlerin referans örneklerle karşılaştırılmasıyla okuma hatalarının çoğunlukla %1-3 arasında olduğu belirlenmiştir.

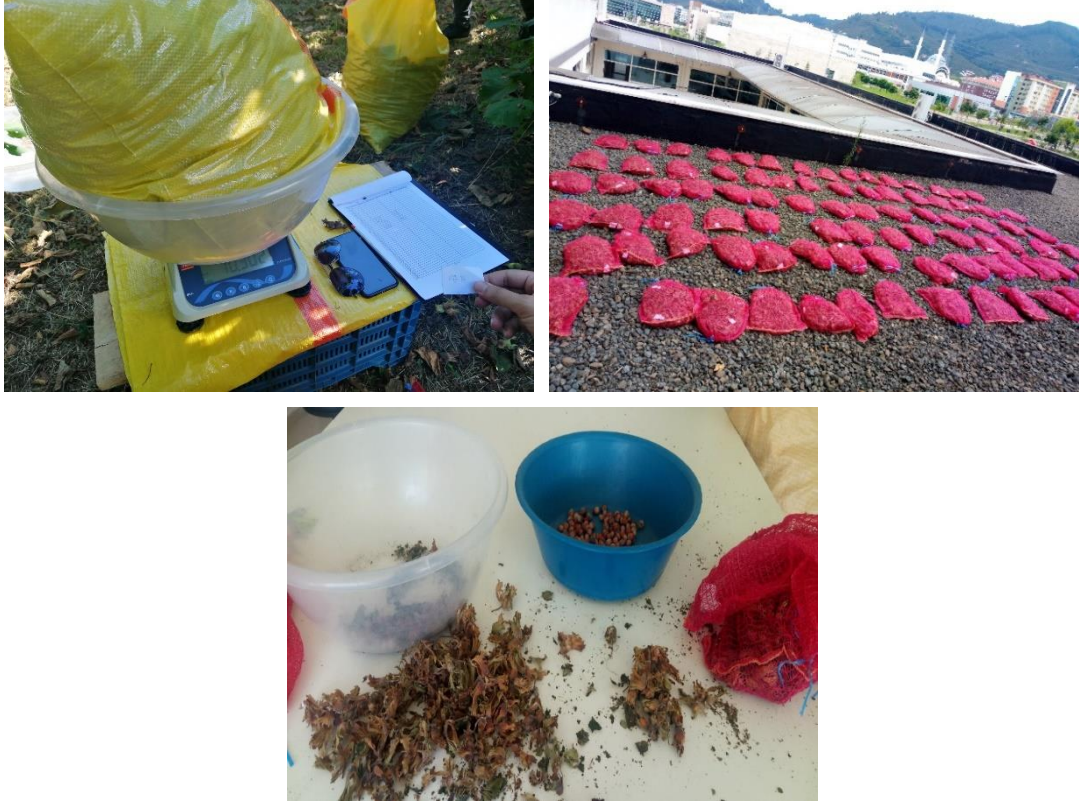
Yaprak N ve Fındık Meyvesinde Protein Analizi:

Kurutulmuş ve öğütülmüş yaprak ve fındık meyvelerinde toplam N'nin belirlenmesi, Kjeldahl yöntemine göre yapılmış olup (Bremner, 1965), meyvedeki protein hesaplanmasında N x 6.25 faktörü kullanılmıştır (James, 1995).

3.3 Fındık Hasat İşlemi

3.3.1 Meyve Örneklerinin Alınması

Çalışmanın her iki yılında da fındık hasadı Ağustos ayının ilk haftası fındıkta nem oranı %25-28'in altına düştüğü zaman yapılmıştır. Hasat, fındık ocağında bulunan bütün meyvelerin toplanması ile gerçekleşmiştir. Fındık ocaklarının her biri ayrı ayrı hasat edilip, önce ocakların toplam yaş ağırlıkları alınmıştır. Ardından her ocaktan analiz için alınan yaklaşık 1-2 kg kadar yaş fındık filelere konularak doğal şartlarda birkaç gün kurutulmuştur. Ardından fındıklar zuruflarından elle ayrılarak tekrardan kurumaya bırakılmıştır (Şekil 3.5). Fındıklar kuruduktan sonra çeşitli ölçümler için hazır hale getirilmiştir.



Şekil 3.5 Fındıkta Hasat, Kurutma ve Ayıklama İşlemleri

3.3.2 Fındık Verimi

Deneme kurulmadan önce fındık ocaklarının seçiminde eşitliği (homojenliği) sağlamak amacıyla Çakıldak fındık çeşidinin olduğu ocaklar seçilerek her ocakta 8 dal bırakılacak şekilde budama yapılmıştır. Denemede seçilen bahçenin dikim sistemi 4x5 m olup bir dekar alanda 50 ocak olduğundan fındık verimleri 50 ile çarpılarak hesaplanmış ve kg da^{-1} olarak ifade edilmiştir.

3.3.3 Fındık İç Oranı-Randıman

Fındık randımanı; sağlam iç ağırlığının toplam sağlam kabuklu fındık ağırlığına oranlaması ile bulunup sonuçlar % olarak hesaplanmıştır (Karadeniz ve ark., 1997; İslam, 2000; Bostan, 2001; Köksal, 2004).

$$\text{İç Oranı (\%)} = [\text{İç Meyve Ağırlığı} / \text{Kabuklu Meyve Ağırlığı}] \times 100$$

formülüne göre hesaplama yapılmıştır.

3.4 Sonuçların Değerlendirilmesi ve İstatistiksel Yöntemler

Çalışmada elde edilen sonuçlar; ‘‘SAS’’ istatistik paket programı kullanılarak tesadüf blokları deneme deseninde faktöriyel düzende varyans analizi tekniğine göre değerlendirilmiştir (Yurtsever, 1984; İviz ve ark., 2000).

4. BULGULAR ve TARTIŞMA

4.1 Toprak Analizleriyle Fındık Bahçelerinin Çinko Beslenme Durumunun Belirlenmesi

Fındık bahçelerinin çinko beslenme durumunu belirlemek amacıyla 130 farklı lokasyondan 0-30 cm derinlikten alınan toprak örneklerinin bazı fiziksel ve kimyasal analizleri yapılmıştır. Toprakların pH, EC, kireç, organik madde ve tekstür (bünye) analizleri, makro elementlerden N, P, K, Ca, Mg ve mikro elementlerden ise Fe, Cu, Zn, Mn ve B analizleri yapılmıştır.

4.1.1 Toprakların Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özelliklerinin Değerlendirilmesi

Fındık bahçelerinden alınan toprak örneklerinin bünye, pH, EC, Kireç ve organik maddeye ait analiz sonuçları Çizelge 4.1’de ve bunların dağılımları ise Çizelge 4.2’de verilmiştir.

Çizelge 4.1 Toprak Örneklerinin Bazı Fiziksel ve Kimyasal Analiz Sonuçları

Örnek No	Tekstür	pH 1/2.5	EC, dS/m	Kireç, %	Organik Madde, %
1	Tın	6.30	0.15	0.1	2.20
2	Killi Tın	4.98	0.08	e	1.99
3	Kumlu Killi Tın	5.55	0.09	0.1	2.00
4	Killi Tın	8.11	0.15	4.8	1.17
5	Kumlu Killi Tın	5.57	0.10	e	2.82
6	Killi Tın	5.41	0.11	0.1	2.44
7	Kumlu Killi Tın	5.36	0.19	e	4.22
8	Killi Tın	5.16	0.10	0.1	3.41
9	Killi	6.01	0.11	0.1	1.40
10	Killi	7.62	0.21	4.7	2.48
11	Killi	6.05	0.19	0.1	2.40
12	Killi Tın	5.21	0.17	0.1	2.22
13	Killi	6.06	0.13	0.1	2.58
14	Killi Tın	5.19	0.06	e	3.12
15	Killi Tın	6.86	0.09	0.1	2.04
16	Killi	7.15	0.33	0.1	1.51
17	Killi Tın	5.68	0.16	e	2.00
18	Killi Tın	5.18	0.03	0.1	3.64
19	Killi	8.06	0.16	24.3	2.10
20	Killi	7.03	0.16	0.1	1.59
21	Killi Tın	7.90	0.17	1.6	2.31
22	Killi Tın	5.34	e	0.1	1.92
23	Killi Tın	5.46	0.06	e	1.76
24	Kumlu Killi Tın	6.22	0.05	e	2.03
25	Kumlu Killi Tın	7.54	0.07	0.1	1.73
26	Kumlu Killi Tın	4.79	0.09	e	2.32
27	Kumlu Tın	7.10	0.07	0.2	2.16
28	Killi Tın	5.46	0.08	e	3.79

Çizelge 4.1 Toprak Örneklerinin Bazı Fiziksel ve Kimyasal Analiz Sonuçları (devamı)

Örnek No	Tekstür	pH 1/2.5	EC, dS/m	Kireç, %	Organik Madde, %
29	Killi Tın	6.87	0.03	0.1	2.12
30	Killi Tın	6.06	0.08	0.2	1.36
31	Killi Tın	5.59	0.06	e	3.03
32	Kumlu Killi Tın	6.68	0.12	0.1	2.8
33	Killi Tın	6.98	0.14	0.1	2.38
34	Killi Tın	4.91	e	e	1.58
35	Kumlu Killi Tın	7.40	0.24	0.2	3.21
36	Killi Tın	4.57	0.03	0.1	5.24
37	Killi Tın	4.74	0.11	e	3.62
38	Kumlu Tın	5.64	0.13	e	3.69
39	Killi Tın	5.58	0.26	e	3.52
40	Kumlu Killi Tın	4.81	0.06	0.1	4.09
41	Killi Tın	5.88	e	e	2.43
42	Kumlu Tın	4.42	0.37	0.1	3.01
43	Kumlu Killi Tın	8.14	0.18	7.8	1.50
44	Tınlı	6.35	0.12	0.1	3.92
45	Killi Tın	6.11	0.13	e	4.90
46	Killi	6.31	0.12	e	3.51
47	Killi	6.02	0.16	e	3.44
48	Killi	6.28	0.16	0.1	2.09
49	Kumlu Killi Tın	7.94	0.10	36.8	0.58
50	Killi	6.61	0.27	0.4	3.23
51	Kumlu Killi Tın	7.07	0.14	0.1	2.18
52	Killi Tın	5.78	0.10	e	3.17
53	Kumlu Killi Tın	5.24	0.13	0.1	3.45
54	Kumlu Killi Tın	5.64	0.14	e	1.88
55	Kumlu Tın	6.15	0.07	0.1	1.38
56	Kumlu Tın	6.84	0.05	e	1.15
57	Kumlu Tın	6.17	0.10	0.1	2.76
58	Kumlu Tın	6.28	0.08	e	1.89
59	Kumlu Tın	5.82	0.08	0.1	1.93
60	Kumlu Tın	7.81	0.24	21	3.90
61	Killi Tın	7.61	0.29	12.1	5.30
62	Tınlı	7.96	0.15	40.2	5.40
63	Kumlu Tın	6.34	0.09	0.1	3.10
64	Killi	7.72	0.31	9.3	2.86
65	Killi	6.52	0.12	0.1	1.77
66	Kumlu Killi Tın	5.81	0.20	e	4.25
67	Tınlı	4.77	0.43	e	2.20
68	Tınlı	5.71	0.06	0.1	1.28
69	Kumlu Tın	7.08	0.24	0.2	4.03
70	Kumlu Killi Tın	5.34	0.2	e	4.42
71	Kumlu Killi Tın	5.60	0.11	0.1	2.53
72	Kumlu Tın	6.01	0.08	e	3.38
73	Kumlu Tın	6.65	e	e	1.75
74	Kumlu Tın	6.42	0.07	0.1	1.69

Çizelge 4.1 Toprak Örneklerinin Bazı Fiziksel ve Kimyasal Analiz Sonuçları (devamı)

Örnek No	Tekstür	pH 1/2.5	EC, dS/m	Kireç, %	Organik Madde, %
75	Kumlu Tın	6.55	0.06	e	1.44
76	Kumlu Tın	5.98	0.10	e	1.28
77	Kumlu Tın	5.79	0.09	e	1.32
78	Kumlu Tın	5.85	e	e	1.24
79	Kumlu Tın	6.56	0.15	e	3.63
80	Kumlu Tın	5.75	0.13	e	2.74
81	Kumlu Tın	6.32	0.08	e	1.52
82	Kumlu Killi Tın	6.66	0.09	e	1.60
83	Kumlu Killi Tın	5.88	0.07	e	1.92
84	Kumlu Killi Tın	5.68	0.13	e	4.40
85	Killi	5.54	0.05	e	2.75
86	Killi Tın	5.91	0.05	0.1	1.53
87	Kumlu Tın	6.68	0.11	0.1	1.91
88	Kumlu Tın	6.73	0.16	0.1	3.83
89	Kumlu Killi Tın	4.94	0.08	0.1	2.47
90	Kumlu Tın	6.17	0.09	0.2	1.32
91	Kumlu Killi Tın	4.92	0.05	e	1.35
92	Killi	7.88	0.16	33.1	3.34
93	Killi	8.04	0.16	17.9	2.46
94	Kumlu Tın	6.03	0.14	0.1	1.88
95	Kumlu Tın	6.22	0.10	0.1	1.94
96	Kumlu Tın	5.52	e	e	0.95
97	Kumlu Tın	4.94	0.38	e	2.53
98	Tınlı	5.62	0.06	e	1.89
99	Kumlu Tın	6.27	0.05	e	1.58
100	Killi Tın	4.30	0.12	e	2.8
101	Kumlu Tın	6.58	0.08	e	1.97
102	Kumlu Tın	6.70	0.07	0.1	2.00
103	Kumlu Tın	6.75	0.06	e	0.95
104	Kumlu Tın	7.02	0.06	e	1.78
105	Killi Tın	6.73	0.21	e	4.14
106	Killi	4.95	0.10	e	2.72
107	Killi Tın	5.50	0.14	0.1	3.37
108	Killi Tın	5.06	0.11	0.1	2.92
109	Killi	6.31	0.07	e	2.99
110	Kumlu Killi Tın	6.06	0.16	e	3.53
111	Kumlu Killi Tın	6.17	0.16	e	2.92
112	Killi	5.65	0.16	0.1	3.36
113	Kumlu Killi Tın	7.41	0.20	0.5	2.27
114	Killi	7.00	0.29	0.2	2.89
115	Kumlu Killi Tın	6.27	0.11	e	2.52
116	Kumlu Killi Tın	7.90	0.20	e	2.20
117	Kumlu Tın	6.09	0.10	0.1	2.26
118	Kumlu Killi Tın	5.05	0.28	e	1.93
119	Kumlu Tın	5.27	0.05	0.1	1.96
120	Killi Tın	5.02	0.06	0.1	2.47
121	Kumlu Killi Tın	6.22	0.06	e	2.58
122	Killi Tın	4.65	0.12	e	3.23

Çizelge 4.1 Toprak Örneklerinin Bazı Fiziksel ve Kimyasal Analiz Sonuçları (devamı)

Örnek No	Tekstür	pH 1/2.5	EC, dS/m	Kireç, %	Organik Madde, %
123	Kumlu Killi Tın	5.20	0.06	e	3.07
124	Kumlu Killi Tın	7.43	0.11	0.1	3.26
125	Kumlu Tın	5.75	0.09	e	2.57
126	Killi Tın	6.30	0.27	e	4.12
127	Kumlu Tın	7.72	0.09	0.1	1.46
128	Kumlu Tın	7.65	e	e	1.44
129	Killi Tın	5.19	0.08	0.1	2.02
130	Killi Tın	6.35	0.06	e	2.07
En Küçük		4.30	e	e	0.58
En Büyük		8.14	0.43	40.20	5.40
Ortalama		6.16	0.12	1.70	2.54

Çalışma alanlarına ait toprak örneklerinin % kum silt ve kil oranları hidrometre yöntemine göre yapılmış ve bu örneklerin ait olduğu tekstür sınıfları belirlenmiştir. Buna göre fındık bahçesinden 0-30 cm toprak derinliğinden alınan toprakların %15'inin killi, %28'inin killi-tınlı, %24'ünün kumlu-killi tın, %29'unun kumlu tın ve %4'ünün ise tın tekstüre sahiptir.

Araştırma bahçelerinin topraklarının pH değerleri 4.30 ile 8.14 arasında değişmekte ve ortalama pH ise 6.16 olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.1). Toprak pH'sının dağılımları incelendiğinde tüm örnekler içerisinde sadece 2 bahçenin "kuvvetli asit" karakterde olduğu ve belirlenmiştir. Toprak pH'sının diğer dağılımları ise sırasıyla; %28'inin "orta asit", %40'nın "hafif asit", %19'unun "nötr" ve %11'inin "hafif alkali" olduğu bulunmuştur (Çizelge 4.2).

Çizelge 4.2 Toprak Örneklerinin Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özelliklerinin Dağılımları

	Sınır Değeri	Değerlendirme	Toplam Örnek Sayısı	% Dağılım
Bünye; Bouyoucos, 1951		Killi	20	15
		Killi Tın	36	28
		Kum	0	0
		Kumlu Kil	0	0
		Kumlu Killi Tın	31	24
		Kumlu Tın	38	29
		Siltli Killi Tın	0	0
		Siltli Tın	0	0
		Tın	5	4
pH; Richards, 1954	<4,5	Kuvvetli Asit	2	2
	4,5-5,5	Orta Asit	36	28
	5,6-6,5	Hafif Asit	52	40
	6,6-7,5	Nötr	25	19
	7,6-8,5	Hafif Alkali	15	11
	>8,5	Kuvvetli Alkali	0	0
EC; Maas, 1986	0 – 4	Tuzsuz	130	100
	4 – 8	Hafif Tuzlu		
	8 – 15	Orta Tuzlu		
	15<	Çok Tuzlu		
Kireç; Hızalan ve Ünal, 1966	0-1	Az Kireçli	118	92
	1 – 5	Kireçli	3	2
	5 – 15	Orta Kireçli	3	2
	15 – 25	Fazla Kireçli	3	2
	>25	Çok Fazla Kireçli	3	2
Organik Madde. Walkley- Black Jakson, (1958)	<1	Çok Az	3	2
	1 – 2	Az	41	32
	2 – 3	Orta	46	35
	3 – 4	İyi	28	22
	4<	Yüksek	12	9

Fındık bahçelerinden alınan toprakların tuz içerikleri 0 ile 0.43 dS/m arasında değişmektedir. Maas, 1986'a göre değerlendirdiğimizde, fındık bahçelerinden alınan 130 toprağın tamamının tuzsuz sınıfa girdiği belirlenmiştir. Bahçelerde bitkisel üretimi kısıtlayacak herhangi bir tuzluluk problemi bulunmamaktadır.

Deneme kapsamındaki fındık bahçesi toprakları kireçsiz olup ancak Ünye ilçemizde alınan toprakların birinde %40 düzeyinde kireç bulunmuştur. Toplam toprak örneklerinin 118 tanesinde kireç içeriği %0-1 aralığında yer aldığı ve

%92'sinin "az kireçli" olduğu saptanmıştır. Buna göre bazı topraklarda hiç kireç bulunmazken (%0) en yüksek değer olarak %40.2 ve ortalama olarak %1.70 düzeyinde kireç bulunduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.2).

Toprakların organik madde düzeyleri en düşük %0.58 ile en yüksek %5.40 arasında değişmekte birlikte ortalama olarak %2.55 düzeyinde olduğu saptanmıştır. Topraklar (Jakson, 1958), sınır değerlerine göre %32'sinin "az", %35'inin orta olarak sınıflandırıldığı tespit edilmiştir (Çizelge 4.2).

Araştırmamıza konu olan 130 toprak örneğinin tekstür açısından genel olarak killi-tınlı, kumlu-killi tın, kumlu tın olduğu belirlenmiştir. Toprak pH'sının 4.30 ile 8.11 arasında değiştiği, organik maddenin %34'ünde az, geri kalınında orta ve yüksek olduğu, az kireçli ve tamamının tuzsuz bir yapıya sahip olduğu belirlenmiştir. Fındık kökleri fazla derinlere gidemeyen saçak köklü bir bitkidir. Ancak meyilli arazilerde kökler 80 cm derinliğe kadar ulaşabilmektedir. Toprak istekleri bakımından fındık fazla seçici değildir. Besin elementleri bakımından zengin, tekstür bakımından tınlı, humuslu ve toprak derinliği fazla olan arazilerde iyi bir gelişme gösterir. Ağır topraklar ile birlikte taban suyunun yüksek olduğu yerlerde toprak havalanması iyi olmadığından dolayı, fındık kökleri besin maddelerinden yeteri kadar faydalanamaz (Karadeniz ve ark., 2009). Fındık yetiştiriciliğinde genellikle tınlı yapıya sahip toprak ve toprağın hafif asit pH da olması arzu edilmektedir (Aydın ve ark., 2000). Bu bilgiler ışığında yapılan analiz sonuçlarına göre toprak örneklerinin fındık yetiştiriciliği için tekstür, tuz ve organik madde bakımından bir sorun teşkil etmediğini ancak toprakların %11'inin pH bakımından besin elementlerinin yarayışlılığı açısından uygun olmadığı belirlenmiştir. Karadeniz Bölgesinde konu ile ilgili yapılan çalışmalarda; Horuz (1996), Terme-Ünye yöresi fındık bahçesi topraklarının %56.9'nun organik madde içerikleri bakımından az düzeyde olduğunu saptamıştır. Adiloğlu ve Adiloğlu (2005) asit topraklar üzerinde yetişen fındıkların beslenme problemlerini belirlemeye çalışmışlardır. Trabzon'da fındık yetiştiriciliği yapılan 30 bahçeden aldıkları toprakların büyük çoğunluğu asit karakterli olup organik madde bakımından fazla olduğunu saptamışlardır. Özyacı ve ark., (2013) Doğu Karadeniz Bölgesinde yer alan toprakların verim durumlarını belirlemek için 370 adet toprak örneği almış ve yapılan analiz sonuçlarına göre, toprak örnekleri genel olarak düşük pH'ya sahip olup, kumlu killi, killi tın, kumlu tın

ve tın tekstürlü, tuzsuz, %97.84'ünün az kireçli ve %70'nin ise organik madde yönünden yüksek olduğunu belirlenmiştir. Özyacı ve ark., (2016) tarafından Orta ve Doğu Karadeniz Bölgesine ait toprakların temel verimlilik düzeylerinin belirlenmesi amacıyla 3400 toprak örneği alınarak yapılan çalışma sonuçlarına göre toprakların %75.30'nun tınlı, pH değerlerinin 4.5 ile 8.5 arasında değiştiği, organik madde içeriği bakımından büyük bir bölümünün yeterli seviyede, tuzsuz ve %61.15'inin kireç içeriğinin düşük seviyede olduğunu belirlemişlerdir. Ordu ilinde yapılan çalışmalarda ise Tarakçıoğlu ve ark., (2003) Ordu ili fındık bahçelerinden aldıkları 65 adet toprak örneğinin %20'sinin nötr ve %40'ının hafif asit reaksiyona sahip, %77'sinin az kireçli, toprakların killi tınlı, killi bünyeli ve organik madde bakımından yeterli olduğunu belirlemişlerdir. Saçlı (2015) Ordu ilinin 16 ilçesinden aldığı toplam 242 adet toprak örneğinde yaptığı analizler sonucunda toprak örneklerinin pH değerleri 4.53–7.98 arasında değiştiğini belirlemiştir. Özkutlu ve ark., (2016a) yaptıkları çalışmada fındık bahçesi topraklarının %39 hafif ve %26'sının ise orta asitli, %96'sının az kireçli olduğunu, %11'inin organik madde bakımından noksan olduğunu saptamışlardır. Akgün ve ark., (2021) Ordu ilinin Ünye ilçesinden aldıkları toprak örneklerinin, genel olarak hafif asit reaksiyonlu, killi ve kumlu killi tın bünyeye sahip olduğu, kireç içeriğinin az, tuzsuz ve organik madde bakımından iyi seviyede olduğunu belirlemişlerdir. Aydemir ve ark., (2021) Ordu ili fındık bahçesinden aldığı 40 adet toprağın %40'nın killi, %25'inin killi tınlı ve %15'inin ise tınlı olduğunu, örneklerin %62.5'inin hafif asit reaksiyonlu, tamamının tuzsuz, %87.5'inin “az kireçli” olduğu, organik madde bakımından toplam örneklerin %77.5'inin yeterli olduğunu belirlemiştir.

4.1.2 Toprakların Makro Element Sonuçlarının Değerlendirilmesi

Fındık bahçelerinden alınan toprak örneklerinin N, P, K, Ca ve Mg konsantrasyonlarına ait analiz sonuçları Çizelge 4.3’de verilmiştir.

Çizelge 4.3 Toprak Örneklerinin Makro Element Konsantrasyonları

Örnek No	N, %	P, mg kg ⁻¹	K, mg kg ⁻¹	Ca, mg kg ⁻¹	Mg, mg kg ⁻¹
1	0.164	1.2	107	316	370
2	0.12	52.7	239	3912	897
3	0.147	16.1	182	5395	1247
4	0.122	2.4	111	9525	457
5	0.145	3.5	345	2543	833
6	0.161	4.0	97	2562	912
7	0.125	6.9	50	2997	809
8	0.188	6.5	128	1938	1140
9	0.200	15.7	141	6132	537
10	0.125	7.1	308	7638	653
11	0.127	8.1	142	5935	873
12	0.173	13.7	211	4752	1223
13	0.314	31.5	308	2695	538
14	0.216	11.4	127	1101	319
15	0.110	13.0	154	3521	790
16	0.113	7.1	169	6420	1342
17	0.139	19.7	222	5383	1145
18	0.146	8.8	91	673	152
19	0.063	0.9	214	5410	202
20	0.215	44.6	135	5308	373
21	0.193	40.2	205	5240	169
22	0.123	1.4	75	2175	625
23	0.108	2.4	44	1212	160
24	0.094	4.5	42	1277	160
25	0.109	3.3	67	1873	111
26	0.128	6.1	52	895	138
27	0.137	6.9	68	2159	322
28	0.215	1.4	163	1134	207
29	0.167	0.7	167	2115	419
30	0.122	2.1	97	1261	303
31	0.229	9.1	54	255	154
32	0.187	37.1	70	331	426
33	0.300	11	126	334	226
34	0.105	2.6	56	308	210
35	0.120	4.9	225	311	999
36	0.133	9.4	106	1164	156
37	0.129	11.9	156	830	214
38	0.126	6.5	339	1542	194
39	0.124	25.8	72	2231	277
40	0.128	10.2	146	1090	296
41	0.176	2.7	74	1264	232
42	0.178	12.3	104	827	104

Çizelge 4.3 Toprak Örneklerinin Makro Element Konsantrasyonları (devamı)

Örnek No	N, %	P, mg kg ⁻¹	K, mg kg ⁻¹	Ca, mg kg ⁻¹	Mg, mg kg ⁻¹
43	0.126	5.0	257	5084	327
44	0.200	5.4	95	3364	458
53	0.323	6.7	169	2270	369
54	0.251	9.6	253	4665	455
55	0.261	3.7	128	5030	923
56	0.162	16.8	116	5171	850
57	0.013	2.1	145	4087	107
58	0.252	17.9	114	4866	452
59	0.145	5.7	128	5658	818
60	0.234	8.4	124	2577	646
61	0.278	48.8	159	2131	620
62	0.157	4.5	105	3520	1205
63	0.111	3.2	160	3690	1450
64	0.059	7.5	176	2579	1041
65	0.175	5.4	156	6420	963
66	0.098	27.8	101	5074	980
67	0.107	17.6	77	4350	1262
68	0.348	5.9	147	6405	225
69	0.160	1.7	422	7540	499
70	0.511	3.6	163	4600	165
71	0.172	5.2	137	3113	1032
45	0.300	20.2	363	7128	480
46	0.193	11.5	132	5915	785
47	0.142	20.0	230	4588	750
48	0.208	19.9	249	1447	355
49	0.105	5.6	175	5615	1212
50	0.309	11.9	478	3975	1366
51	0.222	20.6	193	1672	484
52	0.183	7.4	168	2636	855
72	0.192	4.3	49	4784	1052
73	0.091	6.5	138	3600	1154
74	0.091	4.1	51	4234	1028
75	0.079	29.3	94	5099	1002
76	0.083	58.8	64	4758	1055
77	0.101	0.8	42	5475	1026
78	0.059	9.3	99	4632	983
79	0.225	6.4	58	4688	640
80	0.188	14.2	54	5510	1309
81	0.101	3.6	57	3720	1049
82	0.136	5.6	51	4643	1189
83	0.126	6.2	53	3602	1378
84	0.314	59.8	363	2263	847
85	0.185	9.9	156	1909	662
86	0.131	4.5	93	2257	796
87	0.128	9.9	228	4398	1208
88	0.183	18	296	4107	692
89	0.072	16.1	227	1441	366
90	0.107	8.5	221	4137	2025
91	0.196	15.5	175	3960	996

Çizelge 4.3 Toprak Örneklerinin Makro Element Konsantrasyonları (devamı)

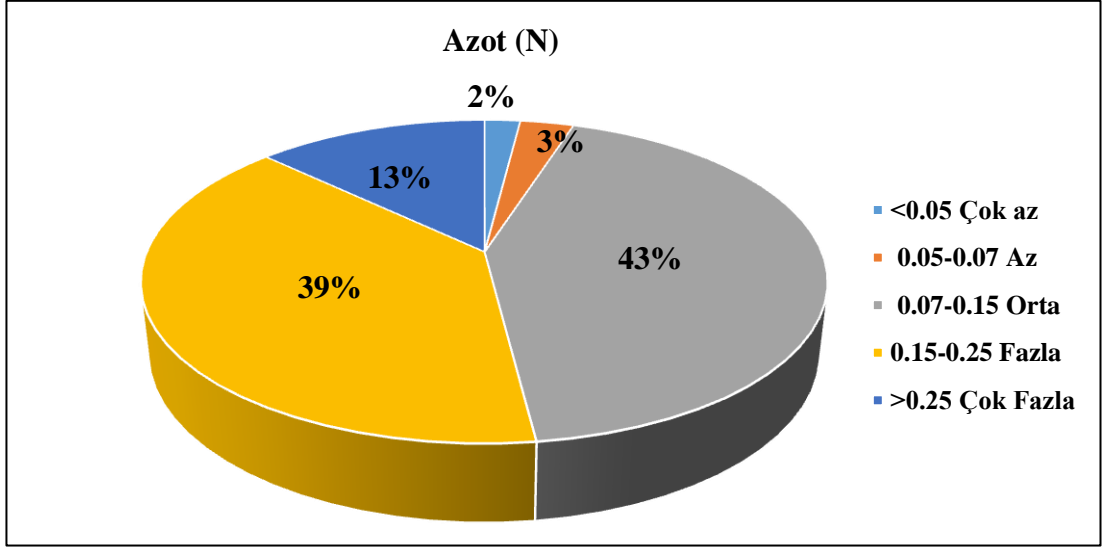
Örnek No	N, %	P, mg kg ⁻¹	K, mg kg ⁻¹	Ca, mg kg ⁻¹	Mg, mg kg ⁻¹
92	0.218	3.0	102	4976	66
93	0.125	4.1	39	6278	108
94	0.111	19.6	288	4783	941
95	0.110	3.6	79	4927	636
96	0.061	2.5	70	2763	2327
97	0.123	11.4	308	2098	523
98	0.172	42.6	126	3915	1219
99	0.126	2.6	39	4250	2006
100	0.193	11.4	232	1784	1049
101	0.112	6.2	187	5565	1372
102	0.103	9.5	259	3100	932
103	0.042	18.4	133	5732	1382
104	0.109	11.4	163	3599	794
105	0.231	15.4	132	4853	713
106	0.198	5.8	102	1463	545
107	0.253	6.1	117	3088	630
108	0.191	7.6	90	1510	457
109	0.208	9.0	130	3057	476
110	0.129	8.1	114	3190	453
111	0.253	6.8	109	5018	638
112	0.131	8.7	189	3334	1121
113	0.161	7.4	164	6390	400
114	0.284	3.7	242	6755	364
115	0.166	8.5	201	3189	602
116	0.164	12.1	237	3713	836
117	0.155	7.5	201	3030	685
118	0.129	20.4	172	1349	306
119	0.158	4.2	140	982	201
120	0.166	5.6	101	1198	312
121	0.191	2.5	252	2207	489
122	0.278	3.7	135	1197	394
123	0.261	4.2	177	2312	514
124	0.237	35.8	315	3889	420
125	0.214	46.9	125	4745	949
126	0.239	10.7	386	3362	909
127	0.155	46.4	338	3833	328
128	0.095	16.7	62	4291	347
129	0.178	0.9	185	2039	926
130	0.153	8.6	74	1670	273
En Küçük	0.013	0.7	39	308	66
En Büyük	0.348	59.8	422	9525	2025
Ortalama	0.166	12.1	157	3491	693

Fındık bahçelerinden 0-30 cm derinlikten alınan 130 toprağın makro element sonuçlarının toprak sınır değerleriyle karşılaştırılarak dağılımları Çizelge 4.4'de verilmiştir.

Çizelge 4.4 Toprak Örneklerinin Makro Element Konsantrasyonlarının Dağılımları

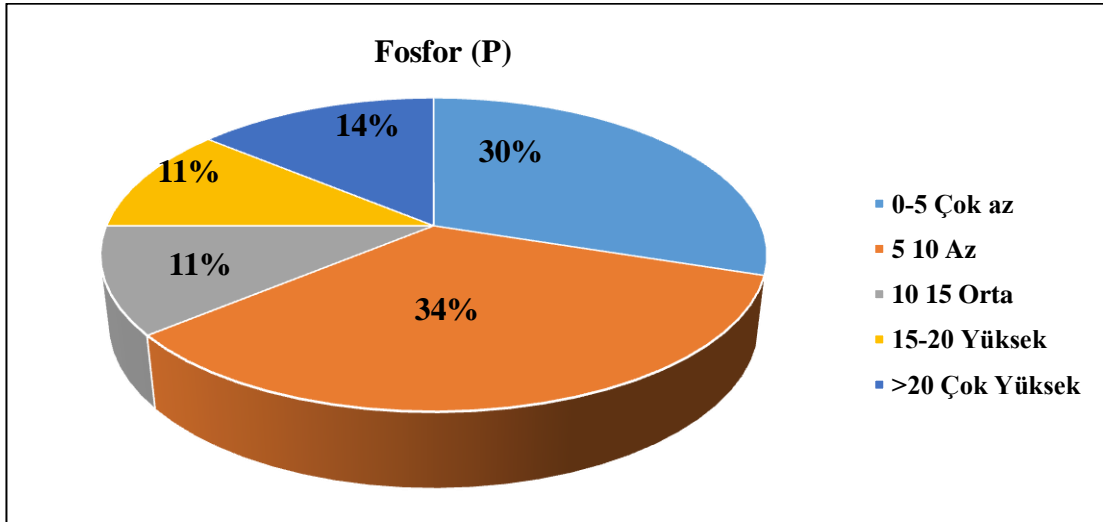
Makro Element	Sınır Değeri %	Değerlendirme	Toplam Örnek Sayısı	Dağılımı%
N (Nelson ve Sommers, 1982)	<0.05	Çok az	2	2
	0.05-0.07	Az	4	3
	0.07-0.15	Orta	56	43
	0.15-0.25	Fazla	51	39
	>0.25	Çok Fazla	17	13
	mg kg⁻¹			
P (Yurtsever, 1984)	0-5	Çok az	38	29
	5-10	Az	37	28
	10-15	Orta	8	7
	15-20	Yüksek	9	7
	>20	Çok Yüksek	38	29
K (FAO, 1990)	<50	Çok az	6	5
	50-100	Az	29	22
	100-300	Yeterli	83	64
	300-1000	Fazla	12	9
Ca (FAO, 1990)	<380	Çok az	5	4
	380-1150	Az	12	9
	1150-3500	Yeterli	45	35
	3500-10000	Fazla	68	52
Mg (FAO, 1990)	<50	Çok az		
	50-160	Az	6	5
	160-480	Yeterli	44	34
	480-1500	Fazla	76	58
	>1500	Çok fazla	4	3

Toplam N analizi sonucunda toprakların N konsantrasyonlarının %0.013 ile %0.348 arasında değiştiğinin, Nelson ve Sommers sınır değerlerine göre toprakların %5'nin az ve %43'nün orta düzeyde N konsantrasyonuna sahip olduğu belirlenmiştir (Şekil 4.1).



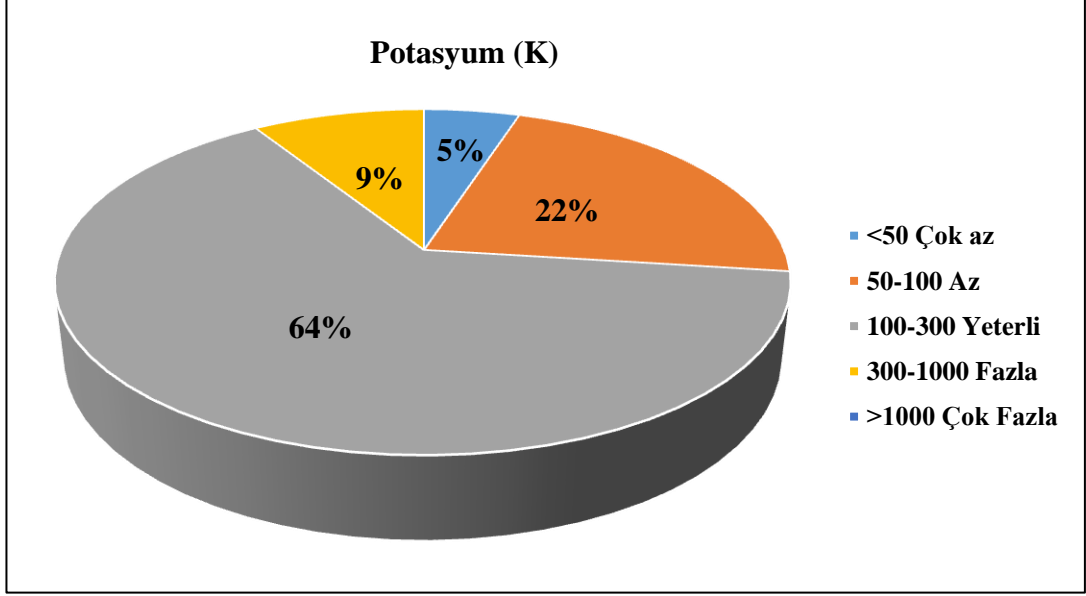
Şekil 4.1 Toprak Örneklerinin Azot Dağılımları

Toprakların bitkiye yararılı P konsantrasyonu en düşük 0.7 mg kg^{-1} olarak bulunurken en yüksek 59.8 mg kg^{-1} olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.3). Bu oranlara göre, toprakların P konsantrasyonları Yurtsever'e göre, örneklerin yaklaşık %64'ünün az ve çok az olduğu, %11'inin ise orta seviyede olduğu tespit edilmiştir (Şekil 4.2).



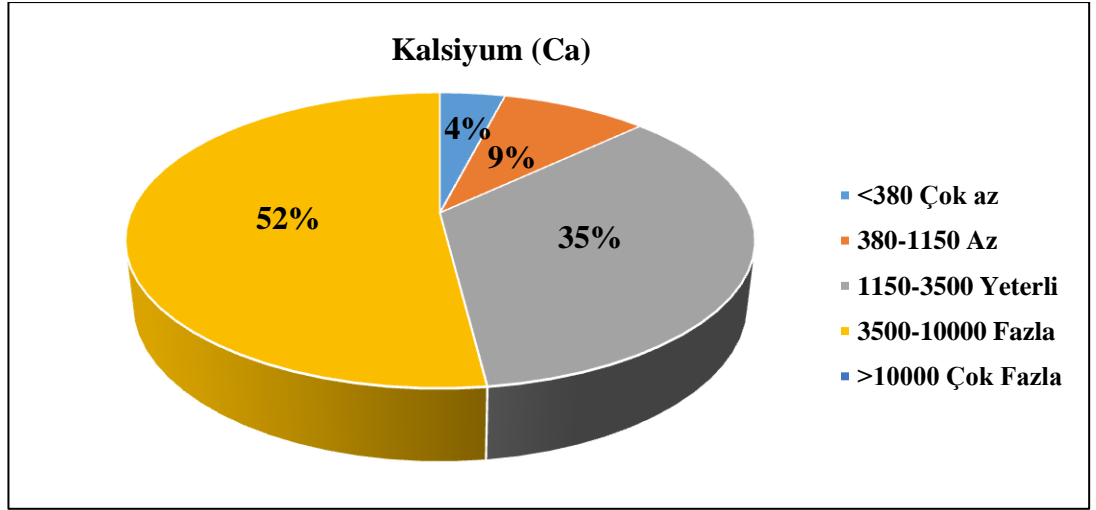
Şekil 4.2 Toprak Örneklerinin Fosfor Dağılımları

Toprakların yararılı K konsantrasyonu sınır değerlerle karşılaştırıldığında yaklaşık %27'sinin "az" %64'nün yeterli düzeyde olduğu ve geriye kalan %9'lık bir oranında yüksek düzeyde olduğu saptanmıştır (Şekil 4.3).



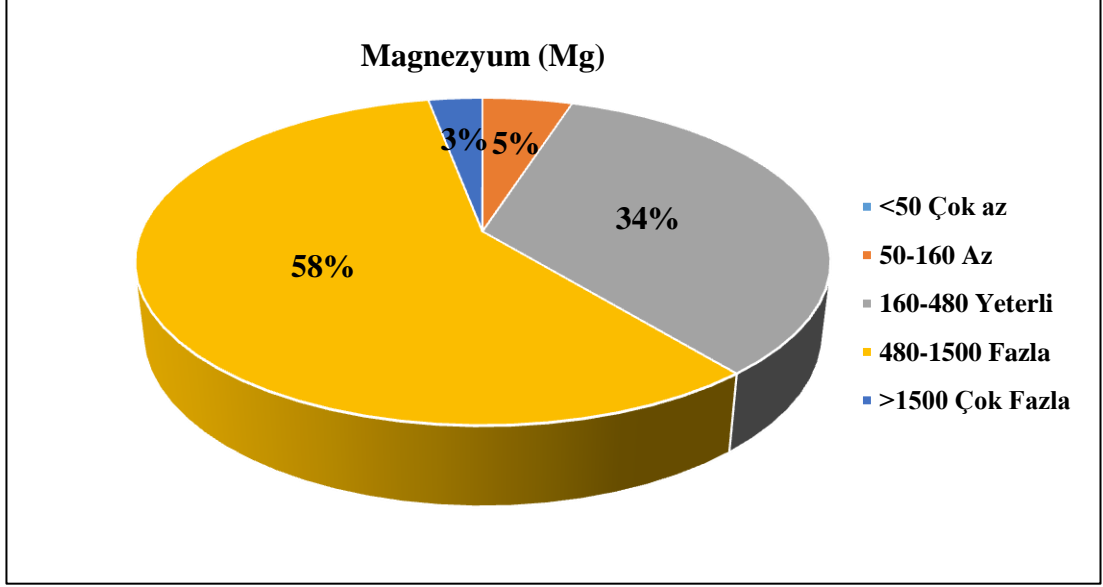
Şekil 4.3 Toprak Örneklerinin Potasyum Dağılımları

Toprakların %13'ünün Ca bakımından az ve çok az, %52'sinin fazla olduğu ve kalan kısmın Ca bakımından yeterli olduğu tespit edilmiştir (Şekil 4.4).



Şekil 4.4 Toprak Örneklerinin Kalsiyum Dağılımları

Toprakların Mg bakımından sınır değerler karşılaştırıldığında %58'i yetersiz iken %34'ü yeterli olarak saptanmıştır (Şekil 4.5). Ordu ilinde fındık yetiştirilen alanlarda gübre tüketim alışkanlıklarına bakıldığında veya gübre tüketim istatistikleri incelendiğinde magnezyumlu gübrelemenin yapılmadığı tespit edilmiştir.



Şekil 4.5 Toprak Örneklerinin Magnezyum Dağılımları

Toprakların %57'si P, %27'si K ve %13'ü Ca bakımından yetersiz olarak bulunmuştur. Ordu ilinde gübre tüketimine yönelik yapılan bir araştırmada fındık yetiştiriciliğinde genellikle N ağırlıklı gübrelemenin yapıldığı ve N'nin dışındaki diğer besin içerikli gübrelemeye çok az yer verildiği belirtilmektedir. Yine aynı araştırmada Ordu ilinde 2017 yılında yapılan bir araştırmaya göre %90.1 oranında N'li, %4.31 P'li, %5.48 kompoze ve %0.11 oranı ile K'lı gübre kullanıldığı bildirilmiştir (Anonim, 2017).

4.1.3 Toprakların Mikro Element Sonuçlarının Değerlendirilmesi

Fındık bahçelerinden alınan toprak örneklerinin Zn, B, Fe, Cu ve Mn'ye ait analiz sonuçları Çizelge 4.5 de verilmiştir.

Çizelge 4.5 Toprak Örneklerinin Mikro Element Konsantrasyonları

Örnek No	Zn, mg kg ⁻¹	B, mg kg ⁻¹	Fe, mg kg ⁻¹	Cu, mg kg ⁻¹	Mn, mg kg ⁻¹
1	0.21	0.44	11	0.26	19
2	0.13	0.38	48	1.66	7.2
3	0.40	0.27	57	2.52	26.5
4	0.33	0.29	14	1.36	2.5
5	0.07	0.32	31	0.68	14.5
6	0.44	0.45	70	1.06	20.2
7	0.70	0.28	104	1.46	22.0
8	0.30	0.43	82	1.74	6.2
9	0.06	1.16	42	1.46	42.1
10	0.52	0.73	23	2.20	5.6
11	1.16	0.38	111	3.12	58.3
12	0.39	0.27	69	1.54	61.9
13	0.48	0.30	97	5.42	94.4
14	1.25	0.31	93	2.30	92.2
15	0.37	0.36	61	1.52	54.8
16	0.32	0.43	20	1.78	10.0
17	0.31	0.39	57	2.80	13.4
18	0.79	0.46	39	0.86	13.9
19	0.42	0.26	11	1.24	0.2
20	0.41	0.32	33	2.72	20.2
21	1.13	0.36	18	3.54	8.4
22	0.59	1.09	91	1.00	46.2
23	0.43	0.38	30	0.88	8.5
24	0.28	1.04	53	0.94	20.0
25	0.26	0.39	47	1.92	13.8
26	0.42	0.38	82	0.82	23.2
27	0.32	0.36	25	0.94	16.3
28	0.32	0.36	108	1.46	93.0
29	0.31	0.36	106	2.50	20.4
30	0.41	0.35	30	1.16	42.2
31	0.41	0.35	100	0.96	99.5
32	0.92	0.36	32	0.86	12.0
33	0.31	0.40	39	1.52	31.2
34	0.28	0.45	78	1.06	46.9
35	0.25	1.06	13	0.62	6.4
36	0.33	0.33	226	0.82	3.0
37	0.32	0.48	176	1.16	66.1
38	0.38	0.42	84	0.90	43.8
39	0.59	0.45	109	8.26	13.6
40	0.35	0.38	145	1.32	19.3

Çizelge 4.5 Toprak Örneklerinin Mikro Element Konsantrasyonları (devamı)

Örnek No	Zn, mg kg ⁻¹	B, mg kg ⁻¹	Fe, mg kg ⁻¹	Cu, mg kg ⁻¹	Mn, mg kg ⁻¹
41	0.48	0.39	40	1.00	46.1
42	0.39	0.32	136	1.06	55.3
43	0.37	0.40	18	1.36	2.6
44	0.38	0.36	64	1.76	19.3
45	1.37	0.29	98	2.62	40.2
46	0.32	0.37	92	6.34	51.0
47	0.37	0.42	58	2.84	54.4
48	0.96	0.56	27	1.04	9.2
49	0.29	0.46	8	2.52	2.0
50	0.29	0.38	48	2.12	38
51	0.29	0.23	26	1.16	10.1
52	0.19	0.49	66	1.36	30.5
53	0.19	0.54	66	0.72	22.8
54	0.35	0.65	38	1.02	5.6
55	0.36	0.37	33	1.24	6.5
56	0.27	0.51	25	1.32	6.2
57	0.45	0.38	36	1.66	31.2
58	0.33	0.46	25	0.80	1.9
59	0.35	0.48	46	1.00	5.8
60	0.36	0.38	19	1.00	4.9
61	0.68	0.34	21	1.18	8.9
62	0.69	0.44	17	1.38	2.9
63	0.47	0.43	33	0.88	1.1
64	0.07	0.37	24	0.20	22.1
65	0.21	0.41	36	1.56	10
66	0.38	0.29	89	1.78	14.9
67	0.21	0.36	45	1.26	48
68	0.40	0.36	29	0.84	4.0
69	0.61	0.60	24	1.48	2.4
70	0.13	0.66	29	0.68	16.0
71	0.37	0.38	70	1.64	13.4
72	0.10	0.36	39	1.64	1.6
73	0.19	0.40	28	0.94	2.3
74	0.26	0.36	23	2.02	8.9
75	0.23	0.37	23	1.76	10.9
76	0.13	0.39	22	1.26	6.0
77	0.15	0.37	34	1.06	3.7
78	0.36	0.35	26	0.80	3.6
79	0.58	0.37	40	1.20	9.4
80	0.44	0.40	33	1.44	14.3
81	0.89	0.49	20	1.40	5.2
82	0.23	0.38	3	0.32	0.5
83	0.32	0.48	2	0.32	1.2
84	1.02	0.39	3	0.28	1.0
85	0.60	0.47	56	0.64	32.0
86	0.36	1.04	51	0.92	32.4
87	0.42	0.54	120	2.24	25.4
88	0.59	0.40	89	2.74	25.7
89	0.66	0.37	50	1.50	16.7
90	0.40	1.97	46	1.46	1.7

Çizelge 4.5 Toprak Örneklerinin Mikro Element Konsantrasyonları (devamı)

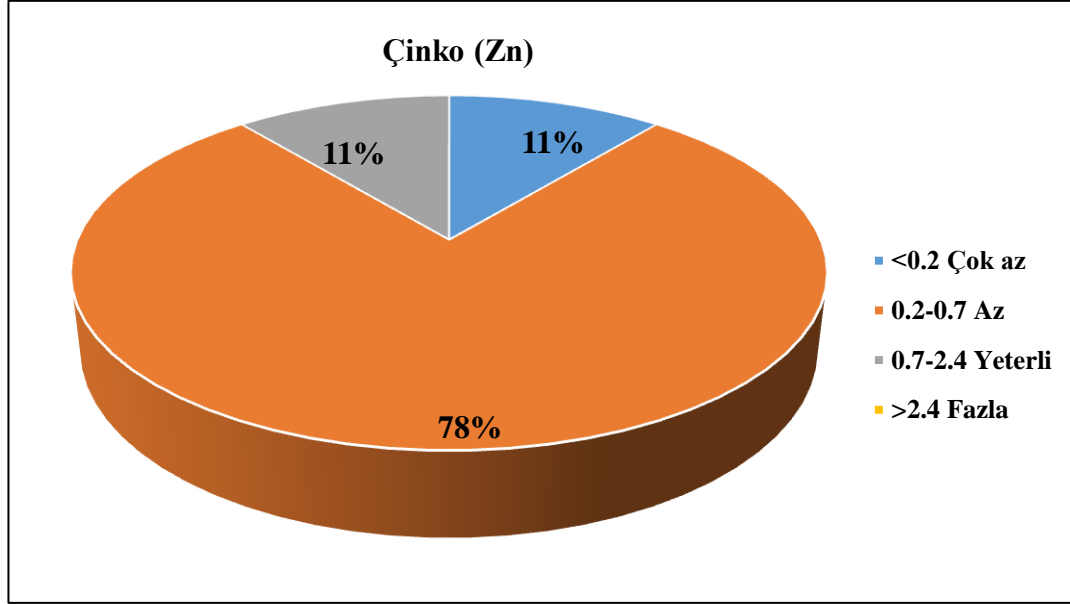
Örnek No	Zn, mg kg ⁻¹	B, mg kg ⁻¹	Fe, mg kg ⁻¹	Cu, mg kg ⁻¹	Mn, mg kg ⁻¹
91	0.32	0.47	34	0.04	18.2
92	0.36	0.37	12	1.50	7.3
93	0.45	0.63	11	1.16	8.8
94	0.46	0.8	28	0.96	7.3
95	0.41	0.37	24	2.08	12.7
96	1.94	0.72	45	1.36	28.3
97	0.98	0.36	9	1.46	6.4
98	0.85	0.50	79	4.92	34.9
99	0.27	0.36	30	1.12	8.6
100	0.36	0.36	24	0.84	14.8
101	0.88	0.35	30	1.44	32.2
102	0.60	0.38	8	1.56	9.4
103	0.62	0.26	20	1.00	44.5
104	0.35	0.36	14	2.94	26.4
105	0.28	0.36	28	2.44	34.9
106	0.25	0.37	66	1.16	50.0
107	0.36	0.36	68	1.66	30.2
108	0.21	0.43	101	1.24	36.5
109	0.21	0.31	48	2.54	34.2
110	0.03	0.45	97	2.72	36.8
111	0.02	0.39	41	2.42	32.4
112	0.10	0.33	70	3.52	43.4
113	0.40	0.46	24	2.64	29.0
114	0.46	0.48	41	4.12	32.3
115	0.39	1.12	80	2.46	105.1
116	0.27	1.46	15	1.32	9.0
117	0.23	0.42	59	2.38	36.1
118	1.15	0.41	78	3.78	43.6
119	0.22	0.49	43	3.82	7.2
120	0.40	0.36	78	1.32	11.3
121	0.47	0.26	71	1.52	42.5
122	1.13	0.38	25	0.46	14.5
123	0.31	0.45	22	0.42	8.8
124	1.08	0.38	18	1.20	13.0
125	0.28	0.38	35	1.76	59.9
126	0.61	0.40	11	1.94	7.2
127	0.58	0.38	9	1.96	7.9
128	0.40	0.39	10	1.64	16.4
129	0.63	0.37	10	2.60	7.7
130	0.36	0.32	46	1.20	33.4
En Küçük	0.06	0.23	2.00	0.04	0.20
En Büyük	1.94	1.46	226.00	6.34	105.10
Ortalama	0.45	0.45	49.00	1.69	23.34

Fındık bahçelerinden 0-30 cm derinlikten alınan 130 toprağın mikro element sonuçlarının referans değerleriyle karşılaştırılması ile yapılan dağılımlar Çizelge 4.6'da verilmiştir.

Çizelge 4.6 Toprak Örneklerinin Mikro Element Konsantrasyonlarının Dağılımları

Mikro Element	Sınır Değeri (ppm)	Değerlendirme	Toplam Örnek Sayısı	Dağılımı (%)
Zn	<0.2	Çok az	14	11
	0.2-0.7	Az	102	78
	0.7-2.4	Yeterli	14	11
	>2.4	Fazla	0	0
B	<0.5	Az	111	85
	0.5-2.0	Yeterli	19	15
	2.0-5.0	Fazla	-	0
	>5.00	Çok fazla	-	0
Fe	<2.5	Az	1	1
	2.5-4.5	Noksanlık görülebilir	2	2
	>4.5	İyi	127	97
Cu	0.2-0.25	Orta	2	2
	0.25-1	Yeterli	27	21
	>1	Fazla	101	78
Mn	<0.2	Çok az	1	1
	0.2-0.7	Az	1	1
	0.7-5.0	Yeterli	17	13
	>5.0	Fazla	111	85

Toprak örneklerinin DTPA ile ekstrakte edilebilir toprak Zn konsantrasyonları 0.06 ile 1.94 mg kg⁻¹ arasında değiştiği saptanmıştır (Çizelge 4.5). Sillanpaa (1990) tarafından belirtilen sınır değerlere göre toprak örneklerinin %89'unun <0.7 mg kg⁻¹'den düşük olduğu ve Zn bakımından az ve çok az olarak sınıflandırılırken %11'nin ise toprak Zn konsantrasyonu 0.7-2.4 mg kg⁻¹ arasında olup Zn bakımından yeterli olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.6, Şekil 4.6).

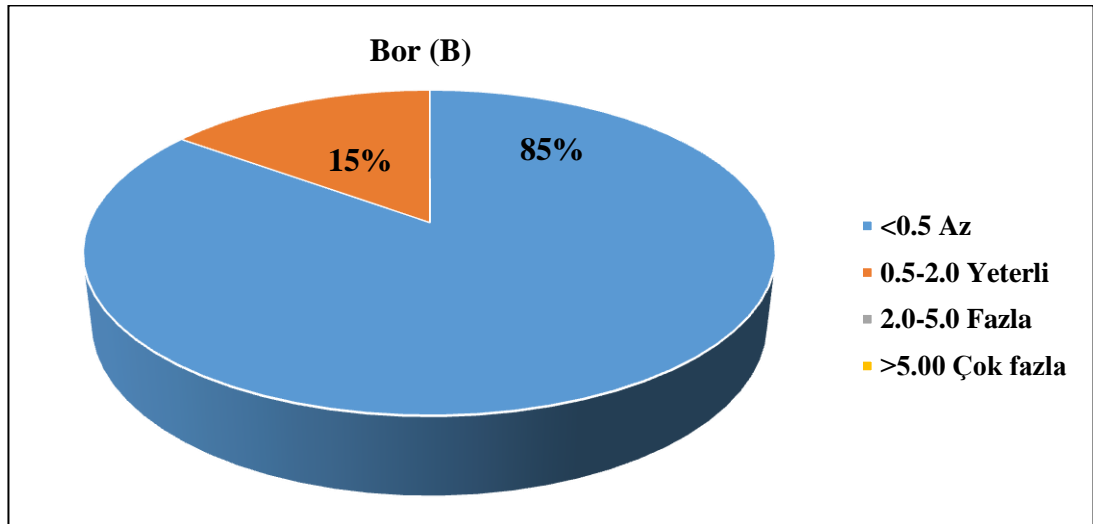


Şekil 4.6 Toprak Örneklerinin Çinko Dağılımları

Türkiye toprakları üzerine yapılan bir araştırmada toprak örneklerinin %49.8’de Zn konsantrasyonunun 0.5 mg kg^{-1} dan düşük olduğundan dolayı bu topraklarda Zn noksanlığının bulunduğu açıklanmıştır (Eyüpoğlu ve ark., 1995). Dünya genelinde yapılan araştırmalara göre çoğu ülkede iklime bağlı olarak Zn noksanlığının olabileceği vurgulanmıştır (Çakmak ve ark., 2004). Genel olarak topraklarda Zn noksanlığı; kireçli ve alkalın topraklarda, organik maddenin azlığı ve kalsiyum karbonatın fazla olmasından dolayı daha yaygın görülür (Marschner, 1993; Rengel, 2015; Bityutski ve ark., 2017; Khoshgoftarmanesh ve ark., 2018; Kumari ve ark., 2018; Chen, 2019; Karimi ve ark., 2019). Toprak pH’sı; parçacıkların adsorbe kapasitesini arttırmakta ve buna bağlı olarak hidrolize Zn formlarının oluşması ile CaCO_3 üzerindeki kimyasal bağlanmayı ve demir oksitler üzerindeki çökmeyi artırması sonucunda Zn’nin bitkilerce alınabilirliği sınırlanmaktadır. Yağış miktarı yüksek, Zn konsantrasyonu düşük alanlarda, kumlu ve fazlaca yıkanmış asitli topraklarda Zn eksikliği oldukça belirgin bir şekilde meydana gelir (Alloway, 2008). Ordu’nun yıllık yağış miktarı yaklaşık 1034 mm civarında olduğundan dolayı toprakların asitlik ve alkalilik durumları geniş sınırlar içerisinde yer almaktadır. Özkutlu ve ark., (2017) Ordu-Samsun bölgesinden aldıkları 412 adet toprak örneğini analiz etmiş ve analiz sonuçlarına göre; örneklerin %1.46’sı kuvvetli asit, %22.82’i orta asit, %36.89’u hafif asit, %23.79’u nötr ve %15.05’inin ise hafif alkalın karakterli olduğu saptanmıştır. Bu çalışma sonucunda da görüldüğü gibi Karadeniz

Bölgesi'nde geniş pH düzeyleri yer almaktadır. Tarakçıoğlu ve ark., (2003) tarafından yapılan başka bir araştırmada ise Ordu ili fındık yetiştiriciliği yapılan bahçelerden 65 adet toprak örneği alıp analiz etmişlerdir. Elde edilen sonuçlara göre topraklarının %75.4'ünün Zn bakımından noksan olduğunu belirlemişlerdir. Bölgede fındık yetiştirilen alanlarda çiftçiler tarafından bilinçsiz bir şekilde kireçleme yapılmaktadır. Gereğinden fazla kireç uygulanması sonucunda da var olan Zn'nin alımı azalmakta ve Zn noksanlığı daha da artmaktadır.

Çalışmadan elde edilen bir başka çarpıcı sonuç ise toprakların B konsantrasyonunda elde edilmiştir. En düşük B konsantrasyonu 0.04 mg kg^{-1} olarak belirlenirken en yüksek B konsantrasyonu 6.34 mg kg^{-1} olarak belirlenmiştir. Toprak örneklerinin B konsantrasyonları sınır değerler ile kıyaslandığında örneklerin %85'inin B bakımından az, %15'inin ise yeterli olduğu saptanmıştır (Çizelge 4.6 ve Şekil 4.8)

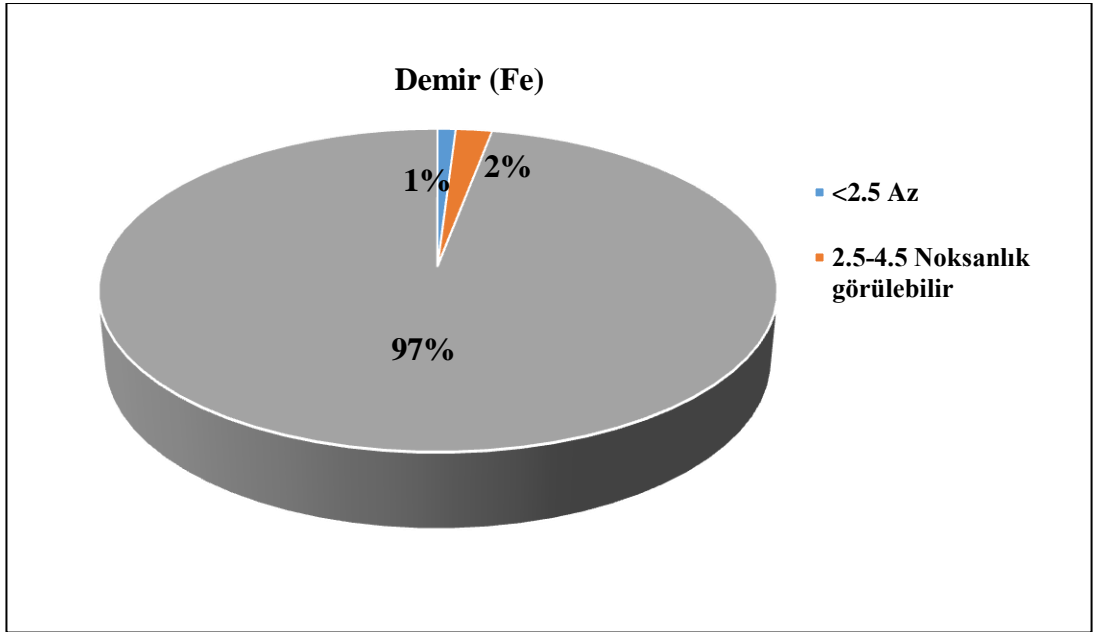


Şekil 4.7 Toprak Örneklerinin Bor Dağılımları

Son yıllarda yapılan çalışmalara göre, topraklarda B noksanlığının fazla olduğu durumlarda bitkisel üretimde sınırlanmalar meydana gelmektedir. Bor noksanlığı bitkilerde beslenme problemine neden olan mutlak gerekli mikro elementlerden bir tanesidir. Tarım alanlarında B noksanlığı veya B toksisitesi bitki gelişimini doğrudan etkilemektedir. Bor bitkilerde en önemli stres faktörlerinden bir tanesidir (Brown ve ark., 2002). Shorrocks (1997) tarafından yapılan bir araştırmada B uygulamalarının son 60 yılda dünya üzerinde 80'den fazla ülkede 132 bitki türüne uygulanması sonucunda pozitif etkilerin meydana geldiğini bildirilmiştir. Dünyada

yer yer bazı topraklarda B noksanlığı görülmesine rağmen, geniş alanlarda çok az lokasyonda B noksanlığı görülmektedir. Kurak ve yarı kurak bölgelerde B noksanlığından ziyade genellikle B toksisitesi görülmektedir. Bu nedenle yağışlı bölgelerde B topraklardan kolayca yıkanıp uzaklaşır. Toprağın B kapsamı, toprak pH'sı, toprağın organik madde durumu, topraktaki minerallerin miktarı, toprakta bulunan değişebilir iyonların tipi, ıslanma–kuruma özelliği ve toprak:su oranı gibi faktörler bitkiler tarafından B alımını etkilemektedir.

Alınan toprak örneklerinin Fe konsantrasyonları analiz sınır değeri ile karşılaştırıldığında örneklerin %1'inin yetersiz, %2'sinin noksanlık görülebilir sınırında olduğu ve toplam örneklerin %97'sinin ise Fe bakımından yeterli olduğu saptanmıştır (Şekil 4.7).



Şekil 4.8 Toprak Örneklerinin Demir Dağılımları

Topraklarının Cu dağılımları sonucuna göre %97'sinin yeterli olduğu, Mn bakımından %2'sinin yetersiz, %98'inin ise yeterli olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.6).

4.1.4 Toprak Örnekleri Arasındaki İstatistiksel İlişkiler

Fındık bahçelerinden 0-30 cm derinlikten alınan toprak örneklerinin analizleri yapıldıktan sonra bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri arasında bir ilişki olup olmadığını belirlemek için toprak örnekleri arasında korelasyon yapılarak, %5'e göre (Yurtsever, 1984) önemlilik düzeyleri değerlendirilmiştir (Çizelge 4.7). Analiz yapılan toprak özellikleri arasında pH ile Kireç, K ve Ca arasında pozitif, Fe ve Mn arasında negatif bir ilişki bulunmuş ve %5'e göre önemli çıkmıştır. pH ile EC, N, Cu ve B arasında pozitif, pH ile organik madde, P, Mg ve Zn arasında negatif bir ilişki bulunmuş ve %5'e göre önemsiz çıkmıştır. Araştırmaya konu olan topraklarda EC ile organik madde, N, K, Ca ve Cu arasında pozitif bir ilişki bulunmuş ve %5'e göre önemli çıkmıştır. Kireç ile N, Ca arasında pozitif, Mg, Fe ve Mn arasında ise negatif bir ilişki bulunmuş ve %5 düzeyinde önemli çıkmıştır. Organik madde ile N, K, Fe arasında pozitif, Ca ve Mg arasında ise negatif bir ilişki bulunmuş ve %5 düzeyinde önemli çıkmıştır. N ile K ve Mn arasında pozitif, Mg arasında ise negatif bir ilişki bulunmuştur. P ile K ve Mg arasında pozitif, Ca ile Mg arasında pozitif, Ca ile Fe ve Mn arasında ise negatif bir ilişki vardır. Mg ile B arasında pozitif, Fe ve Mn arasında ise negatif bir ilişki vardır. Fe ile Mn ve Cu arasında ayrıca Mn ile Cu arasında da pozitif bir ilişki olduğu ve bu ilişkiler %5'e göre önemli çıktığı belirlenmiştir (Çizelge 4.7).

Bir kısım temel toprak özellikleri ile mikro element konsantrasyonları arasındaki ilişkiler ile ilgili bugüne kadar yapılan çalışmaların bir çoğunda (Sharme ve ark., 2004; Wu ve ark., 2010) genellikle topraklarda bulunan mikro elementlerin yayırlılığını etkileyen en önemli toprak faktörlerinin toprak pH'sı ve organik madde içeriği olduğu ifade edilmiştir. Bu ilişkiyi belirlemek için yapılan korelasyon analizinde, çalışma alanı topraklarının organik madde içerikleri ile konsantrasyonları belirlenen mikro elementlerden B hariç diğer hiçbir element ile negatif veya pozitif istatistiksel olarak önemli bir ilişkisi olduğu tespit edilememiştir.

Çizelge 4.7 Toprak Örneklerinin Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri Arasındaki İstatistik İlişkiler (*: %5)

Toprak 0-30 cm	pH, 1:2,5	EC, dS/m	Kireç, %	Organik Madde , %	N %	P mg kg ⁻¹	K mg kg ⁻¹	Ca mg kg ⁻¹	Mg mg kg ⁻¹	Fe mg kg ⁻¹	Zn mg kg ⁻¹	Mn mg kg ⁻¹	Cu mg kg ⁻¹	B mg kg ⁻¹
pH	1													
EC, dS/m	0.165	1												
Kireç, %	0.485*	0.155	1											
Organik M, %	-0.129	0.331*	0.128	1										
N, %	0.033	0.306*	0.185*	0.625*	1									
P, mg kg ⁻¹	-0.069	0.109	-0.141	0.011	-0.002	1								
K, mg kg ⁻¹	0.176*	0.423*	0.047	0.268*	0.247*	0.441*	1							
Ca, mg kg ⁻¹	0.576*	0.253*	0.266*	-0.180*	-0.020	0.034	0.153	1						
Mg, mg kg ⁻¹	-0.089	-0.144	-0.294*	-0.324*	-0.257*	0.177*	0.030	0.311*	1					
Fe, mg kg ⁻¹	-0.504*	-0.062	-0.242*	0.371*	0.034	-0.034	-0.114	-0.403*	-0.228*	1				
Zn, mg kg ⁻¹	-0.034	0.030	-0.008	0.101	0.075	0.064	0.110	-0.089	0.066	-0.0005	1			
Mn, mg kg ⁻¹	-0.288*	-0.007	-0.218*	0.123	0.201*	-0.116	-0.028	-0.270*	-0.219*	0.505*	0.060	1		
Cu, mg kg ⁻¹	0.078	0.196*	-0.043	0.063	0.087	0.092	0.097	0.117	-0.105	0.254*	0.110	0.253*	1	
B, mg kg ⁻¹	0.069	-0.030	-0.042	-0.168	-0.107	0.148	0.047	-0.032	0.214*	-0.056	-0.050	-0.030	-0.092	1

Wenming ve ark., (2001) tarafından yapılan çalışmalarda, kireçli topraklarda Zn'nin adsorpsiyonu ve dolayısı ile yararlılığı üzerine en etkili toprak bileşeninin toprak kireci olduğu belirtmiştir. Ancak yaptığımız çalışmada toprak örneklerinde Zn ile kireç arasında önemli bir ilişkinin olmadığı belirlenmiştir. Benzer şekilde, Nafaji-Ghiri ve ark., (2013) tarafından yapılan çalışmada toprakların Zn konsantrasyonu ile kireç içeriği arasında önemli bir ilişkinin bulunmadığını belirtmişlerdir.

4.2 Fındık Yapraklarının Mineral Besin Elementi (N, P, K, Ca, Mg, Zn, B, Fe, Cu ve Mn) Konsantrasyonu

4.2.1 Fındık Yapraklarının Makro Besin Elementi Konsantrasyonu

4.2.1.1 Fındık Yapraklarının Azot Konsantrasyonları

Denemede Zn, çinko sülfat ($ZnSO_4 \cdot 7H_2O$, %22 Zn) formunda topraktan (T0=0.0 kg Zn/da, T1=1.1 kg Zn/da, T2=2.2 kg Zn/da), yapraktan (Y0 ve Y1=%0.3 $ZnSO_4 \cdot 7H_2O L^{-1}$) ve toprak+yaprak kombinasyonu şeklinde uygulanmıştır. Denemenin her iki yılında da Zn uygulamaları tamamlandıktan sonra hasattan 15-20 gün öncesinde yaprak örnekleri toplanmış ve analizleri yapılmıştır. Araştırmanın yürütüldüğü yıllarda hasat öncesi alınan yaprak örneklerinin azot konsantrasyonları Çizelge 4.8'de verilmiştir. Azot konsantrasyonlarına ait yapılan istatistiksel analiz sonuçlarına göre yıl, toprak ve yıl×yaprak, toprak×yaprak, yıl×toprak×yaprak etkileşimleri önemli ($p < 0.05$) bulunmuştur.

Çizelge 4.8 Çinko Uygulamalarının Yaprak N Konsantrasyonu Üzerine Etkisi

YIL	Yaprak N Konsantrasyonu (%)			
	Topraktan Uygulama	Yapraktan Uygulama		Ortalama
		Y0	Y1	
2018	T0	2.50a	2.44b	2.46
	T1	2.54a	2.44b	2.49
	T2	2.50a	2.42bc	2.46
	Ortalama	2.51A	2.42C	2.47A
2019	T0	2.38cd	2.42bc	2.40
	T1	2.42bc	2.44b	2.43
	T2	2.36d	2.52a	2.44
	Ortalama	2.39D	2.46B	2.42B
	T0	2.44b	2.41b	2.43B
	T1	2.48a	2.44b	2.46A
	T2	2.43b	2.47a	2.45A
	Ortalama	2.45	2.44	
P	yıl:<0.001; toprak:<0.05; yaprak:0.392; yıl*toprak:0.124; yıl*yaprak:<0.001; toprak*yaprak:<0.001; yıl*toprak*yaprak:<0.05			

Hem birinci yıl hemde ikinci yıl kontrole göre en fazla artış sadece topraktan uygulama olan T1 uygulamasından elde edilmiştir. Birinci ve ikinci yıl yaprakların N konsantrasyonlarında önemli farklılıkların olduğu belirlenmiştir. Buna göre birinci yıl yaprak N konsantrasyonu ortalama %2.47 iken ikinci yıl ortalama N konsantrasyonu %2.42 olarak belirlenmiştir. Araştırmamızda elde edilen bulgulara göre, topraktan T1=100g ZnSO₄/ocak uygulamasının kontrole göre yaprakta N konsantrasyonu artmıştır. Kontrolde I. yıl kontrolde %2.50 den T1 doz uygulamasıyla %2.54 düzeyine yükselmiştir. Benzer eğilim II. yılda da elde edilmiştir. Çalışma sonunda elde ettiğimiz sonuçlar fındık yapraklarının N konsantrasyonu için gerekli olan optimum sınırlar içerisinde bulunmakta ve bu çalışmada elde edilen bulgular daha önce yapılan çalışmalar ile benzer sonuçlar göstermektedir.

Azot bitki büyümesini arttırması ve rizosferdeki pH değişimleri ile bitkilerin Zn ile beslenme düzeylerini etkilemektedir. Bitkide çoğunlukla Zn'nin N'la birlikte uygulanmasında pozitif tepki verirken sadece Zn uygulamasıyla bitki büyümesine tepki vermeyebilirler (Kirk ve Bajita, 1995). Fındıkta yüksek verim ve kaliteli ürün elde etmek için yaprağın N konsantrasyonunun Jones ve ark., (1991)'e göre %2.30 ile %2.60 arasında olması yeterlidir. Fındıkta yapılan çalışmalarda Tarakçıoğlu ve ark., (2003) farklı lokasyonlardaki fındık bahçelerinden aldıkları yaprak örneklerinde N konsantrasyonlarının %1.88 ile %2.80 arasında değiştiğini, Öztürk ve Tarakçıoğlu (2016) Tombul fındık çeşitinin hakim olduğu bahçeden aldıkları yaprak örneklerinde N konsantrasyonlarının %1.19 ile %3.48 arasında olduğunu belirtmişlerdir. Özkutlu ve ark., (2018) 130 farklı fındık bahçesinden aldıkları yaprak örneklerinin N konsantrasyonlarının %0.86 ile %2.39, Ergin (2019) yaptığı çalışmada fındık yapraklarının N konsantrasyonlarının %1.85 ile %2.08, Özkutlu ve ark., (2020) yaptıkları çalışmada Çakıldak fındık çeşidinin hakim olduğu bahçeden aldıkları yapraklarda N konsantrasyonlarının %1.34 ile %2.10, Akgün (2022) yaptığı çalışmada is N konsantrasyonlarının %1.95 ile %2.72 arasında değiştiğini belirlemiştir. Ordu ilinde araştırmaların sonuçlarıyla tarafımızdan elde edilen çalışmanın sonuçlarının uyumlu ve benzer olduğu belirlenmiştir. Sentis ve ark., (2004) İspanya'da yaptıkları çalışmada 6 yıl üst üste her yıl düzenli olarak bir hektar alana 50 kg N, 70 kg P₂O₅, 110 kg K₂O uygulamalarının etkilerini araştırmıştır. Azot için alt limitin hektar başına 50 kg N'u başlangıç uygulama kabul etmişlerdir. Daha

sonraki araştırmalarda ise hektra başına 50, 100, 150 ve 200 kg N olacak şekilde planlamıştır. Yaprak analizleri sonucuna göre ortalama N konsantrasyonu %2.5 N olarak belirlenmiştir. İspanya da yapılan başka bir çalışmada ise araştırma ise Tous ve ark., (2005) findığa genel olarak 90-150 kg ha⁻¹ arasında N uygulandığını belirterek 4 yıl üst üste findık bahçelerine 50, 100, 150 ve 200 kg ha⁻¹ N uygulamışlardır. 50 kg ha⁻¹ N uygulamasında yaprak N içeriğinin %2.4 olduğunu belirtmişlerdir.

4.2.1.2 Fındık Yapraklarının Fosfor Konsantrasyonları

Araştırmanın yürütüldüğü yıllarda hasat öncesi alınan yaprak örneklerinin azot konsantrasyonları izelge 4.9'de verilmiştir. Fosfor konsantrasyonlarına ait yapılan istatistiksel analiz sonuçlarına göre yıl önemli (p<0.05) bulunmuştur. Birinci yıl yaprakların ortalama P konsantrasyonu %0.15 iken ikinci yıl %0.16 olarak belirlenmiştir. Hem birinci yıl hem de ikinci gerek topraktan gerekse yapraktan uygulamalar sonucunda yaprakların P konsantrasyonlarının yakın değerlerde olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 4.9 inko Uygulamalarının Yaprak P Konsantrasyonu zerine Etkisi

YIL	Yaprak P Konsantrasyonu (%)			Ortalama
	Topraktan Uygulama	Yapraktan Uygulama		
		Y0	Y1	
2018	T0	0.15	0.14	0.14
	T1	0.15	0.15	0.15
	T2	0.15	0.14	0.14
	Ortalama	0.15	0.14	0.15B
2019	T0	0.17	0.16	0.17
	T1	0.16	0.15	0.16
	T2	0.15	0.16	0.16
	Ortalama	0.16	0.16	0.16A
P	T0	0.16	0.15	0.16
	T1	0.16	0.15	0.15
	T2	0.15	0.15	0.15
	Ortalama	0.16	0.15	
	yıl:<0.001; toprak:0.332; yaprak:0.107; yıl*toprak:0.088; yıl*yaprak:0.782; toprak*yaprak:0.419; yıl*toprak*yaprak:0.591			

Fındıkta iyi bir verim için yaprağın P konsantrasyonunun Jones ve ark., (1991)'e göre %0.16 ile %0.40 arasında olması yeterlidir Tarakçıoğlu ve ark., (2003) yaptığı çalışmada fındık bahçelerinden aldıkları yaprak örneklerinin P konsantrasyonları Tombul fındık çeşidinde %0.099 ile 0.236 arasında, Palaz fındık çeşidinde %0.085-0.221 arasında değiştiğini, Öztürk (2014) yaptığı çalışmada ise %0.105 ile %0.394 arasında olduğunu belirlemiştir. Kahraman (2016) yaptığı çalışmada %0.12 ile %0.40 arasında değiştiğini, Özcan (2018) %0.08 - 0.22 arasında değiştiği, ortalama %0.14 olduğu, Tanrıvermiş (2019) %0.19 ile %0.23 arasında, Yeşilyurt (2019) %0.12 ile %0.26, Özkutlu ve ark., (2020) %0.16 ile %0.23, Akgün (2022) %0.18 ile %0.32 arasında değişkenlik gösterdiğini belirlemişlerdir. Çalışma sonunda elde ettiğimiz sonuçlar fındık yapraklarının P konsantrasyonu için gerekli olan optimum sınırlar içerisinde bulunmakta ve bu çalışmada elde edilen bulgular daha önce yapılan çalışmalar ile benzer sonuçlar göstermektedir.

4.2.1.3 Fındık Yapraklarının Potasyum Konsantrasyonları

Denemenin yürütüldüğü yıllarda hasat öncesi alınan yaprak örneklerinin potasyum konsantrasyonları Çizelge 4.10'da verilmiştir. Potasyum konsantrasyonlarına ait yapılan istatistiksel analiz sonuçlarına göre toprak önemli ($p<0.05$) bulunmuştur.

Çizelge 4.10 Çinko Uygulamalarının Yaprak K Konsantrasyonu Üzerine Etkisi

YIL	Yaprak K Konsantrasyonu (%)			
	Topraktan Uygulama	Yapraktan Uygulama		Ortalama
		Y0	Y1	
2018	T0	0.67	0.62	0.64
	T1	0.73	0.75	0.74
	T2	0.75	0.78	0.77
	Ortalama	0.72	0.71	0.72
2019	T0	0.69	0.68	0.69
	T1	0.74	0.76	0.75
	T2	0.73	0.74	0.74
	Ortalama	0.72	0.73	0.72
P	T0	0.68	0.65	0.67B
	T1	0.73	0.75	0.74A
	T2	0.74	0.76	0.75A
	Ortalama	0.72	0.72	
	yıl:0.645; toprak:<0.001; yaprak:0.900; yıl*toprak:0.201; yıl*yaprak:0.718; toprak*yaprak:0.303; yıl*toprak*yaprak:0.696			

Yaprakların ortalama K konsantrasyonları incelendiğinde her iki yılda da kontrole göre artışların meydana geldiği belirlenmiştir. Hem birinci yıl hem de ikinci yıl ortalama yaprakların ortalama K konsantrasyonlarının %0.72 olduğu belirlenmiştir. Toprakta uygulanan dozların miktarı arttıkça yaprakların da ortalama K konsantrasyonlarında artışlar meydana gelmiştir. Araştırma sonuçları incelendiğinde yıl×toprak×yaprak etkileşimi arasında istatistiksel olarak önemli fark bulunmamıştır. Çizelge 4.10 incelendiğinde yaprak K konsantrasyonlarının %0.62 ile %0.78 arasında değiştiği belirlenmiştir. Sonuçlara göre en yüksek değer 2018 yılında topraktan T2=200g ZnSO₄/ocak ve yaprakta Y₁=%0.3 ZnSO₄.7H₂O L⁻¹ uygulamasından elde edilmiştir.

Fındık yapraklarının K konsantrasyonunun belirlenmesi ile ilgili yapılan çalışmalarda Öztürk (2014) %0.32 ile %1.46 arasında, Özcan (2018) %0.36 ile %1.40 arasında, Yeşilyurt (2019) %0.46 ile %2.11, Akgün (2022) %0.53 ile %1.21 arasında değiştiğini belirlemişlerdir. Ajili Lahiji (2022) haziran ayında alınan fındık yapraklarının optimum K konsantrasyonunun %0.80 olması gerektiğini belirtmiştir. Potasyum bitki dokularında yüksek oranda bulunur ve bitkinin büyüme gelişmesinde önemli metabolik işlevlere sahiptir (Marschner, 2011). Bitkilerdeki fonksiyonları kuraklığa direnç, stoma aktivitesi, hücrelerde su dengesi, protein kapsamı, fotosentez, su ve besin elementlerinin taşınması, hastalık ve zararlılara karşı direnç oluşturma, verim ve kalite üzerine olan olumlu etkilerinden K oldukça önemli bir elementtir (Sheeadeed ve ark., 2011). Fındıkta yüksek verim ve kaliteli ürün elde etmek için yaprağın K konsantrasyonunun Jones ve ark., (1991)'e göre %0.70 ile %2.40, Snare (2008)'e göre ise %0.81 ile %2.00 değerleri arasında olması yeterli olmaktadır. Potasyum bitkilerde hareketli bir element olduğundan dolayı noksanlığı ilk olarak fındığın yaşlı yapraklarında daha sonrada sürgünlerinde görülür. Bu durumda sürgün gelişimi yavaşlar, bitki cılız kalır ve fındık meyveleri istenilen büyüklüğe ulaşamaz. Potasyum fazlalığında ise bitkilerin hem Ca hem de Mg bakımından noksanlık göstermesine neden olabilmektedir (Akgün, 2022). Çalışma sonunda elde ettiğimiz sonuçlar fındık yapraklarının K konsantrasyonu için gerekli olan optimum sınırlar içerisinde bulunmakta ve bu çalışmada elde edilen bulgular daha önce yapılan çalışmalar ile benzer sonuçlar göstermektedir.

4.2.1.4 Fındık Yapraklarının Kalsiyum Konsantrasyonları

Denemenin yürütüldüğü yıllarda hasat öncesi alınan yaprak örneklerinin kalsiyum konsantrasyonları Çizelge 4.11’de verilmiştir. Kalsiyum konsantrasyonlarına ait yapılan istatistiksel analiz sonuçlarına göre toprak ve toprakxyaprak interaksyonu önemli ($p<0.05$) bulunmuştur. Topraktan uygulamalar sonucunda yaprakların ortalama Ca konsantrasyonlarında artışlar meydana gelmiştir. Kontrolde yaprakların ortalama Ca konsantrasyonu %1.37 iken T1 ve T2 uygulamalarında sırası ile %1.47 ve %1.52 olarak belirlenmiştir. Toprak×yaprak interaksyonu incelendiğinde kontrole göre en fazla artış T2=200g ZnSO₄/ocak ve yapraktan Y0 uygulamasından elde edilmiştir.

Çizelge 4.11 Çinko Uygulamalarının Yaprak Ca Konsantrasyonu Üzerine Etkisi

YIL	Yaprak Ca Konsantrasyonu (%)			
	Topraktan Uygulama	Yapraktan Uygulama	Ortalama	
		Y0	Y1	
2018	T0	1.36	1.38	1.37
	T1	1.41	1.51	1.46
	T2	1.57	1.42	1.50
	Ortalama	1.44	1.44	1.44
2019	T0	1.37	1.39	1.38
	T1	1.45	1.52	1.49
	T2	1.60	1.48	1.54
	Ortalama	1.47	1.46	1.47
P	T0	1.36c	1.39c	1.37B
	T1	1.43bc	1.52ab	1.47A
	T2	1.59a	1.45bc	1.52A
	Ortalama	1.46	1.45	
	yıl:0.351; toprak:<0.001; yaprak:0.748; yıl*toprak:0.927; yıl*yaprak:0.994; toprak*yaprak:<0.01; yıl*toprak*yaprak:0.930			

Bitki gelişimi için Ca fazla miktarda ihtiyaç duyulan makro besin elementlerinden birisidir. Bitkilerin hücre duvarlarında yer almasından dolayı bitki büyüme noktalarının gelişimi üzerine önemli etkiye sahiptir. Bitkilerin Ca istekleri yaş, çeşit, çevre ve iklim şartları, gelişim evresi gibi faktörlere bağlı olarak değişiklik göstermektedir. Fındık yaprağında Ca konsantrasyonunun %1.01 ile %2.5 değerleri arasında yer alması bitkilerin sağlıklı gelişebilmesi için yeterli olmaktadır (Jones ve ark., 1991; Snare, 2008). Fındık ile ilgili yapılan çalışmalarda Tarakçıoğlu ve ark.,

(2003) toplam Ca konsantrasyonlarının Tombul fındık çeşidinde %2.0 ile %4.39, Palaz fındık çeşidinde ise %2.15 ile %4.47 arasında değiştiğini, Saçlı (2015) %1.21 ile %4.56 arasında, Kahraman (2016) %1.04 ile %4.14 arasında, Özcan (2018) %1.05 - 2.20 arasında değiştiği, ortalama %1.52 olduğu, Yeşilyurt (2019) %0.90 ile %2.74 arasında, Akgün (2022) %1.513 ile %2.413 arasında değiştiğini belirlemişlerdir. Çalışma sonunda elde ettiğimiz sonuçlar fındık yapraklarının Ca konsantrasyonu için gerekli olan optimum sınırlar içerisinde bulunmakta ve bu çalışmada elde edilen bulgular daha önce yapılan çalışmalar ile benzer sonuçlar göstermektedir.

4.2.1.5 Fındık Yapraklarının Magnezyum Konsantrasyonları

Denemenin yürütüldüğü yıllarda hasat öncesi alınan yaprak örneklerinin kalsiyum konsantrasyonları Çizelge 4.12’de verilmiştir. Magnezyum konsantrasyonlarına ait yapılan istatistiksel analiz sonuçlarına göre istatistiki olarak önemli bir fark görülmemiştir. Hem birinci yıl hem de ikinci gerek topraktan gerekse yapraktan uygulamalar sonucunda yaprakların Mg konsantrasyonlarının oldukça yakın değerlerde olduğu belirlenmiştir. Yaprakların Mg konsantrasyonları genel olarak %0.19 ile %0.21 arasında değiştiği belirlenmiştir. Yapılan bu çalışmada elde edilen sonuçlar daha önce yapılan çalışmalar ile benzer sonuçlar göstermektedir.

Çizelge 4.12 Çinko Uygulamalarının Yaprak Mg Konsantrasyonu Üzerine Etkisi

YIL	Yaprak Mg Konsantrasyonu (%)			
	Topraktan Uygulama	Yapraktan Uygulama		Ortalama
		Y0	Y1	
2018	T0	0.20	0.21	0.21
	T1	0.20	0.20	0.19
	T2	0.20	0.19	0.20
	Ortalama	0.20	0.20	0.20
2019	T0	0.21	0.20	0.21
	T1	0.19	0.20	0.20
	T2	0.21	0.21	0.21
	Ortalama	0.21	0.20	0.20
P	T0	0.21	0.21	0.21
	T1	0.19	0.20	0.20
	T2	0.21	0.20	0.20
	Ortalama	0.20	0.20	
	yıl:0.150;toprak:0.079; yaprak:0.683; yıl*toprak:0.120; yıl*yaprak:0.289; toprak*yaprak:0.155; yıl*toprak*yaprak:0.138			

Magnezyum bitkiler tarafından topraktan Mg^{+2} iyonu şeklinde alınır ve bitkilerde klorofil-a ile klorofil-b moleküllerine bağlanması nedeniyle fotosentezin gerçekleşmesine katkıda bulunan, enzimlerin bileşiminde yer alan, ribozomun yapısına katılan, enerji metabolizması ve protein sentezinde önemli rolü olan mutlak gerekli besin elementlerinden birisidir (Kacar ve Katkat, 2007). Mg'nin hareketli bir element olmasından dolayı farklı dokulara da taşınabilmektedir. Fındık yaprağında %0.25 ile %0.50 değerleri arasında Mg bulunması, bitkinin sağlıklı gelişmesi açısından yeterli olmaktadır (Jones ve ark., 1991; Snare, 2008). Yapılan çalışmalarda Tarakçioğlu ve ark., (2003) yapraklardaki Mg konsantrasyonlarının %0.11 ile %0.43 arasında değiştiğini, Milosevic ve ark., (2009) ortalama %0.30 ile %0.44 arasında, Öztürk (2014) %0.25 ile %0.63 arasında değiştiğini, Özkutlu ve ark., (2018) %0.12 ile %0.45 arasında değişkenlik gösterdiğini, Yeşilyurt (2019) %0.21 ile %0.84 arasında, Özkutlu ve ark., (2020) %0.12 ile %0.6 arasında olduğunu, Akgün (2022) %0.30 ile %0.55 arasında değiştiğini saptamışlardır. Çalışma sonunda elde ettiğimiz sonuçlar fındık yapraklarının Mg konsantrasyonu için gerekli olan optimum sınırlar içerisinde bulunmakta ve bu çalışmada elde edilen bulgular daha önce yapılan çalışmalar ile benzer sonuçlar göstermektedir.

4.2.2 Fındık Yapraklarının Mikro Besin Elementi Konsantrasyonu

4.2.2.1 Fındık Yapraklarının Çinko Konsantrasyonları

Denemenin her iki yılında da Zn uygulamaları tamamlandıktan sonra hasattan 15-20 gün öncesinde yaprak örnekleri toplanmış ve analizleri yapılmıştır. Araştırmanın yürütüldüğü yıllarda hasat öncesi alınan yaprak örneklerinin Zn konsantrasyonları Çizelge 4.13'de verilmiştir. Çinko konsantrasyonlarına ait yapılan istatistiksel analiz sonuçlarına göre toprak ve yaprak uygulamaları arasından istatistiki olarak önemli ($p<0.05$) farklar bulunurken, interaksiyonlar arasındaki farklar önemsiz bulunmuştur.

Çizelge 4.13 Çinko Uygulamalarının Yaprak Zn Konsantrasyonu Üzerine Etkisi

YIL	Yaprak Zn Konsantrasyonu (mg kg ⁻¹)			
	Topraktan Uygulama	Yapraktan Uygulama		Ortalama
		Y0	Y1	
2018	T0	22.80	75.11	48.95
	T1	32.17	85.36	58.77
	T2	33.39	92.93	63.16
	Ortalama	29.46	84.47	56.96
	2019	T0	23.13	72.68
T1		42.74	85.50	64.12
T2		35.65	89.14	62.40
Ortalama		33.83	82.44	58.14
		T0	22.95	73.89
	T1	37.45	85.43	61.44A
	T2	34.52	91.03	62.78A
	Ortalama	31.64B	83.45A	
P	yıl:0.539;toprak:<0.001; yaprak:<0.001; yıl*toprak:0.049; yıl*yaprak:0.095; toprak*yaprak:0.183; yıl*toprak*yaprak:0.711			

Birinci yıl yaprakların ortalama Zn konsantrasyonları 56.96 mg kg⁻¹, ikinci yıl ise 58.14 mg kg⁻¹ olarak belirlenmiştir. Topraktan uygulamalar sonucunda kontrole göre yaprakların Zn konsantrasyonlarında artışlar meydana gelmiştir. Yapraktan uygulamalar sonucunda da önemli farklar meydana gelmiştir. Yapraktan uygulama yapılmayan Y0'da yaprakların Zn konsantrasyonu 32.64 mg kg⁻¹ iken, yapraktan Y1=%0.3 ZnSO₄.7H₂O L⁻¹ uygulamasında ise 2.5 kattan daha fazla bir artış meydana gelerek 83.45 mg kg⁻¹ olarak belirlenmiştir. Toprak×yaprak etkileşimini inceleyecek olursak sadece topraktan uygulamalarda yaprak Zn konsantrasyonlarının düşük olduğu, toprak ile beraber yapraktan da uygulamaların olduğu etkileşimlerde yaprakların Zn konsantrasyonlarında önemli artışların olduğu belirlenmiştir. Kontrole göre en fazla artış T2Y1 (T2=200g ZnSO₄/ocak, Y1=%0.3 ZnSO₄.7H₂O L⁻¹) uygulamasında 91.03 mg kg⁻¹ olarak belirlenmiştir. Yıl×toprak×yaprak etkileşimini incelendiğinde her iki yılda da kontrole göre artışlar meydana gelmiştir. Sadece topraktan yapılan uygulamalara göre, topraktan ve yapraktan birlikte yapılan uygulamalarda yaprakların Zn konsantrasyonlarında daha fazla artışların olduğu belirlenmiştir. Buna göre en fazla Zn konsantrasyonu T2Y1 (T2=200g ZnSO₄/ocak, Y1=%0.3 ZnSO₄.7H₂O L⁻¹) uygulamasında 92.93 mg kg⁻¹ olarak belirlenmiştir. Her iki yılda da T2Y1 uygulamasında en yakın Zn konsantrasyonları

T1Y1 uygulamasından elde edilmiştir. Birinci yıl 85.36 mg kg⁻¹ iken ikinci yıl ise 85.43 mg kg⁻¹ olarak belirlenmiştir.

Çinko, bir bitkinin normal ve sağlıklı büyüebilmesi için en önemli mikro besin elementlerinden birisi olarak kabul edilir (Tahir ve ark., 2018; Rafiullah ve ark., 2020; İmran ve ark., 2021). Zn, birçok biyokimyasal süreçte yer alan çeşitli enzimlerin yapısal bir bileşeni veya kofaktörüdür. Bitkilerde fotosentez, karbonhidrat metabolizması, protein metabolizması, polen oluşumu, oksin metabolizması, membran bütünlüğünün korunması ve çeşitli streslere karşı toleransın oluşturulmasında görev alır (Alloway, 2008). Bitkiler vejetasyon süresi boyunca toprakta var olan Zn'yi kaldırmakta ve bitkiye yararlı olan Zn miktarını azaltarak bitkide noksanlık görülmesine yol açmaktadır (Karaca, 2016). Çinko noksanlığında bitkiler gelişimlerini sağlıklı tamamlayamaz. Bitkilerde bodur büyüme, yapraklarda rozet oluşumu, küçük yapraklar, şekil bozuklukları meydana gelir. Çinko noksanlığından dolayı meydana gelen bu olumsuzlukları gidermek için fındık bitkisinin Zn beslenme durumunu belirlemek amacı ile çeşitli çalışmalar yapılmıştır. Fındıkta yüksek verim ve kaliteli ürün elde etmek için yaprağın Zn konsantrasyonunun Jones ve ark., (1991)'e göre 15-80 mg kg⁻¹ arasında olması yeterlidir. Özkutlu ve ark., (2009) yaptıkları çalışmada fındık yapraklarının ortalama Zn konsantrasyonlarının 25 mg kg⁻¹ civarında olduğunu, Hashemimajd ve Somarin (2010) 14.68 mg kg⁻¹ ile 21.13 mg kg⁻¹, Özkutlu ve ark., (2016a) 12 ile 96 mg kg⁻¹, Özkutlu ve ark., (2018) 10 mg kg⁻¹ ile 68 mg kg⁻¹ arasında değiştiğini ve ortalama olarak 21 mg kg⁻¹ olduğunu belirlemişlerdir. Meriño-Gergichevich ve ark., (2021) kontrol ocaklarından aldıkları yaprakların 29 mg kg⁻¹ Zn konsantrasyonunun olduğunu belirlemişlerdir. Yapraklardaki Zn konsantrasyonunun birçok faktöre bağlı olarak değiştiğini ve yaprak Zn konsantrasyonlarının 16 ile 99 mg kg⁻¹ arasında olduğu ifade edilmiştir (Silvestri ve ark., 2021). Akgün (2022) destek sulamanın fındıkta besin elementi konsantrasyonları üzerine etkisini araştırmak için yaptığı çalışmada yaprak Zn konsantrasyonunu 19.70 ile 37.20 mg kg⁻¹ arasında olduğunu belirtmiştir. Çalışma sonunda elde ettiğimiz sonuçlar fındık yapraklarının Zn konsantrasyonu için gerekli olan optimum sınırlar içerisinde bulunmakta ve bu çalışmada elde edilen bulgular daha önce yapılan çalışmalar ile benzer sonuçlar göstermektedir.

4.2.2.2 Fındık Yapraklarının Bor Konsantrasyonları

Denemenin yürütüldüğü yıllarda hasat öncesi alınan yaprak örneklerinin B konsantrasyonları Çizelge 4.14'te verilmiştir. Bor konsantrasyonlarına ait yapılan istatistiksel analiz sonuçlarına göre yıl, toprak ve toprak×yaprak, yıl×toprak×yaprak arasındaki interaksiyon önemli ($p<0.05$) bulunmuştur.

Çizelge 4.14 Çinko Uygulamalarının Yaprak B Konsantrasyonu Üzerine Etkisi

YIL	Yaprak B Konsantrasyonu (mg kg ⁻¹)			Ortalama
	Topraktan Uygulama	Yapraktan Uygulama		
		Y0	Y1	
2018	T0	34.02c	48.84ab	41.43
	T1	50.19a	37.79bc	43.99
	T2	39.85a-c	32.32c	36.08
	Ortalama	41.35	39.65	40.5A
2019	T0	38.82bc	38.83bc	38.82
	T1	37.22c	35.54c	36.38
	T2	30.50c	38.11bc	34.31
	Ortalama	35.51	37.50	36.5B
P	T0	36.41b	43.84a	40.12A
	T1	43.70a	36.66b	40.18A
	T2	35.17b	35.22b	35.19B
	Ortalama	38.43	38.57	
	yıl:<0.05;toprak:<0.05; yaprak:0.918; yıl*toprak:0.171; yıl*yaprak:0.178; toprak*yaprak:<0.001; yıl*toprak*yaprak:<0.001			

Birinci yıl yaprakların ortalama B konsantrasyonları 40.5 mg kg⁻¹, ikinci yıl ise 36.5 mg kg⁻¹ olarak belirlenmiştir. Topraktan uygulamalar sonucunda T0 ve T1' de yaprak B konsantrasyonlarında birbirlerine yakın değerler (40.12, 40.18 mg kg⁻¹) elde edilirken T2 uygulamasında ise yaprak B konsantrasyonunun daha düşük (35.19 mg kg⁻¹) olduğu belirlenmiştir. Toprak×yaprak interaksiyonunu inceleyecek olursak sadece topraktan uygulamaların dozları arttıkça yapraktan uygulamanın birlikte yapılması ile yaprakların B konsantrasyonlarının azaldığı belirlenmiştir. Yıl×toprak×yaprak interaksiyonu incelendiğinde her iki yılda da sadece topraktan yapılan uygulamaların sonucunda yaprakların B konsantrasyonlarının daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Buna göre en yüksek B konsantrasyonu birinci yıl T1Y0 (T1=100g ZnSO₄/ocak, Y0) uygulamasında 50.19 mg kg⁻¹ olarak belirlenmiştir.

Yapılan bu çalışmada elde edilen bulgular daha önce yapılan çalışmalar ile benzer sonuçlar göstermektedir.

Fındıkta yüksek verim ve kaliteli ürün almak için yaprağın B konsantrasyonunun 31 ile 75 mg kg⁻¹ değerleri arasında olması gerektiği vurgulanmıştır (Jones ve ark., 1991; Snare, 2008). Erdoğan ve Aygün (2009) yaptıkları çalışmada fındık yapraklarında B konsantrasyonunun yapılan gübreleme ile arttığını ve 16.5 mg kg⁻¹ ile 111.4 mg kg⁻¹ arasında değiştiğini, Şahin (2010) iki yıl üst üste yaptığı çalışmada yaprak B konsantrasyonunu birinci yıl 24.20 mg kg⁻¹ ile 199.07 mg kg⁻¹ arasında, ikinci yıl ise 26.99 mg kg⁻¹ ile 118.88 mg kg⁻¹ arasında değişkenlik gösterdiğini saptamıştır. Öztürk (2014) yaptığı çalışmada fındık yapraklarının B konsantrasyonunu 11.19 ile 79.95 mg kg⁻¹, Özkutlu ve ark., (2017) farklı lokasyonlara ait fındık bahçelerinden aldıkları yaprakların B konsantrasyonlarının 13 mg kg⁻¹ ile 204 mg kg⁻¹ arasında değiştiğini ve ortalama 50 mg kg⁻¹ B olduğunu, Özkutlu ve ark., (2018) topraktan bor uygulamaları sonucu yaprak B konsantrasyonunun 33 mg kg⁻¹ ile 113 mg kg⁻¹, Tanrıvermiş (2019) yaptığı çalışmada fındık yaprağındaki B konsantrasyonunun yıllara göre farklılık gösterdiğini, birinci yıl 35.53 mg kg⁻¹ ile 46.52, ikinci yıl ise 35.81 mg kg⁻¹ ile 115 mg kg⁻¹ arasında olduğunu belirlemişlerdir. Silvestri ve ark., (2021) fındık yapraklarının B konsantrasyonunun 31 mg kg⁻¹ ile 85 mg kg⁻¹ arasında değiştiğini saptamıştır. Akgün (2022) yaptığı çalışmada yaprak B konsantrasyonunu 41.54 ile 93.79 mg kg⁻¹ arasında olduğunu belirtmiştir. Çalışmada elde edilen yaprak B konsantrasyon değerleri literatürde verim ve kalite üzerine pozitif etki için gerekli minimum yaprak B 31 mg kg⁻¹ konsantrasyonunun üzerinde değerlere sahip olduğu ve literatür çalışmalarıyla uyumlu olduğu tespit edilmiştir. Çalışma sonunda elde ettiğimiz sonuçlar fındık yapraklarının B konsantrasyonu için gerekli olan optimum sınırlar içerisinde bulunmakta ve bu çalışmada elde edilen bulgular daha önce yapılan çalışmalar ile benzer sonuçlar göstermektedir.

4.2.2.3 Fındık Yapraklarının Demir Konsantrasyonları

Denemenin yürütüldüğü yıllarda hasat öncesi alınan yaprak örneklerinin Fe konsantrasyonları Çizelge 4.15'de verilmiştir. Demir konsantrasyonlarına ait yapılan istatistiksel analiz sonuçlarına göre yıllar arasında ki fark istatistiki olarak önemli (p<0.05) bulunmuştur. Birinci yıl yaprakların ortalama Fe konsantrasyonları 203 mg

kg⁻¹ iken ikinci yıl ise 216 mg kg⁻¹ olarak belirlenmiştir. Çalışma sonunda elde ettiğimiz sonuçlar fındık yapraklarında Fe konsantrasyonu için gerekli olan optimum sınırlar içerisinde bulunmaktadır.

Çizelge 4.15 Çinko Uygulamalarının Yaprak Fe Konsantrasyonu Üzerine Etkisi

YIL	Yaprak Fe Konsantrasyonu (mg kg ⁻¹)			Ortalama
	Topraktan Uygulama	Yapraktan Uygulama		
		Y0	Y1	
2018	T0	183	208	195
	T1	195	214	204
	T2	196	224	210
	Ortalama	191	215	203B
2019	T0	202	228	215
	T1	215	214	215
	T2	214	221	218
	Ortalama	210	221	216A
P	T0	193	218	205
	T1	205	214	210
	T2	205	223	214
	Ortalama	201B	218A	
	yıl:<0.05;toprak:0.381; yaprak:<0.001; yıl*toprak:0.572; yıl*yaprak:0.195; toprak*yaprak:0.451; yıl*toprak*yaprak:0.619			

Fındık tarımında yüksek verim ve kaliteli ürün elde etmek için yaprağın Fe konsantrasyonunun 50 ile 350 mg kg⁻¹ değerleri arasında olması gerektiği vurgulanmıştır (Jones ve ark., 1991). Fındık yapraklarında yapılan çalışmalarda Canali ve ark., (2005) fındık yapraklarının Fe konsantrasyonlarını 68 ile 162 mg kg⁻¹, Özkutlu ve ark., (2018) 106 ile 702 mg kg⁻¹ arasında ve ortalama olarak 228 mg kg⁻¹ olduğunu saptamışlardır. Özkutlu ve ark., (2016b) Ordu ilinden 95 farklı fındık bahçesinden aldıkları yaprakların Fe konsantrasyonlarının %28'inin 50 ile 400 mg kg⁻¹ arasında, %72'sinin ise 400 mg kg⁻¹ yüksek Fe konsantrasyonuna sahip olduğunu belirtmişlerdir. Silvestri ve ark., (2021) fındık yapraklarında Fe konsantrasyonunu 46 mg kg⁻¹ ile 400 mg kg⁻¹ arasında olduğunu ve Fe konsantrasyonunun birçok faktörün etkisi altında değişime uğradığını ifade etmişlerdir. Akgün (2022) yaptığı çalışmada Fe konsantrasyonunu 101.1 ile 352.4 mg kg⁻¹ arasında olduğunu belirlemiştir. Çalışma sonunda elde ettiğimiz sonuçlar fındık yapraklarının Fe konsantrasyonu için gerekli olan optimum sınırlar içerisinde

bulunmakta ve bu çalışmada elde edilen bulgular daha önce yapılan çalışmalar ile benzer sonuçlar göstermektedir.

4.2.2.4 Fındık Yapraklarının Bakır Konsantrasyonları

Denemenin yürütüldüğü yıllarda hasat öncesi alınan yaprak örneklerinin Cu konsantrasyonları Çizelge 4.16’da verilmiştir. Bakır konsantrasyonlarına ait yapılan istatistiksel analiz sonuçlarına göre yıl ve toprak arasında ki fark istatistiki olarak önemli ($p<0.05$) bulunmuştur. Birinci yıl yaprakların ortalama Cu konsantrasyonları 9.18 mg kg^{-1} iken ikinci yıl ise 7.17 mg kg^{-1} olarak belirlenmiştir. Toprakta uygulanan Zn dozları arttıkça yaprakların Cu konsantrasyonlarında azalmalar meydana gelmiştir. T0 da yaprakların ortalama Cu konsantrasyonu 8.54 mg kg^{-1} iken T1 ve T2 uygulamalarında sırası ile 8.03 mg kg^{-1} ve 7.95 mg kg^{-1} olarak belirlenmiştir. Çalışma sonunda elde ettiğimiz sonuçlar fındık yapraklarında Zn konsantrasyonu için gerekli olan optimum sınırlar içerisinde bulunmaktadır.

Çizelge 4.16 Çinko Uygulamalarının Yaprak Cu Konsantrasyonu Üzerine Etkisi

YIL	Yaprak Cu Konsantrasyonu (mg kg^{-1})			
	Toprakta Uygulama	Yaprakta Uygulama	Ortalama	
		Y0	Y1	
2018	T0	9.49	10.27	9.88
	T1	8.60	8.96	8.78
	T2	9.11	8.66	8.88
	Ortalama	9.07	9.30	9.18A
2019	T0	6.88	7.52	7.20
	T1	7.03	7.52	7.28
	T2	6.94	7.09	7.01
	Ortalama	6.95	7.38	7.17B
	T0	8.19	8.94	8.54A
	T1	7.82	8.24	8.03B
	T2	8.03	7.87	7.95B
	Ortalama	8.01	8.33	
P	yıl:<0.001; toprak:<0.05; yaprak:0.111; yıl*toprak:0.055; yıl*yaprak:0.631; toprak*yaprak:0.216; yıl*toprak*yaprak:0.761			

Özkutlu ve ark., (2009) yaptıkları çalışmada fındık yapraklarındaki Cu konsantrasyonunun ortalama olarak 8 mg kg^{-1} civarında olduğunu, Kahraman (2016) 7 mg kg^{-1} ile 12 mg kg^{-1} , Akgün (2022) ise 5.90 ile 12.33 mg kg^{-1} arasında olduğunu belirlemişlerdir. Yapılan çalışmalar literatür çalışmaları ile benzerlik göstermektedir.

Çalışma sonunda elde ettiğimiz sonuçlar fındık yapraklarının Cu konsantrasyonu için gerekli olan optimum sınırlar içerisinde bulunmakta ve bu çalışmada elde edilen bulgular daha önce yapılan çalışmalar ile benzer sonuçlar göstermektedir.

4.2.2.5 Fındık Yapraklarının Mangan Konsantrasyonları

Denemenin yürütüldüğü yıllarda hasat öncesi alınan yaprak örneklerinin Mn konsantrasyonları Çizelge 4.17’de verilmiştir. Mangan konsantrasyonlarına ait yapılan istatistiksel analiz sonuçlarına göre toprak ve toprak×yaprak interaksiyonunda ki fark istatistiki olarak önemli ($p<0.05$) bulunmuştur. Topraktan uygulanan Zn dozları arttıkça yaprakların Mn konsantrasyonlarında azalmalar meydana gelmiştir. T0 da yaprakların ortalama Mn konsantrasyonu 790 mg kg^{-1} iken T1 ve T2 uygulamalarında sırası ile 723 mg kg^{-1} ve 743 mg kg^{-1} olarak belirlenmiştir. Toprakxyaprak interaksiyonunda uygulamalar sonucunda yaprakların Mn konsantrasyonlarında farklılıkların olduğu belirlenmiştir. En düşük Mn konsantrasyonu T1Y1 uygulamasında 615 mg kg^{-1} olarak belirlenirken en yüksek Mn konsantrasyonu T0Y0 uygulamasında 873 mg kg^{-1} olarak belirlenmiştir.

Çizelge 4.17 Çinko Uygulamalarının Yaprak Mn Konsantrasyonu Üzerine Etkisi

YIL	Yaprak Mn Konsantrasyonu (mg kg^{-1})			Ortalama
	Topraktan Uygulama	Yapraktan Uygulama		
		Y0	Y1	
2018	T0	658	891	774
	T1	863	604	734
	T2	697	813	755
	Ortalama	740	769	754
2019	T0	755	856	806
	T1	800	627	713
	T2	669	792	730
	Ortalama	741	739	750
P	T0	707b	873a	790A
	T1	831a	615c	723B
	T2	683bc	802a	743AB
	Ortalama	740	764	
yıl:0.854;toprak:<0.05; yaprak:0.281; yıl*toprak:0.502; yıl*yaprak:0.773; toprak*yaprak:<0.001; yıl*toprak*yaprak:0.113				

Tarakçıoğlu ve Bektaş (2019) fındık yapraklarında Mn konsantrasyonunu 116 mg kg⁻¹ ile 974 mg kg⁻¹ arasında, Yeşilyurt (2019) iki yıllık çalışma sonucunda birinci yıl yaprakların Mn konsantrasyonlarını 200 ile 218 mg kg⁻¹ arasında ikinci yıl ise 119-132 mg kg⁻¹ arasında olduğunu saptamıştır. Silvestri ve ark., (2021) 26 mg kg⁻¹ ile 265 mg kg⁻¹, Akgün (2022) 517.7 ile 1193.5 mg kg⁻¹ arasında değiştiğini belirlemiştir. Çalışma sonunda elde ettiğimiz sonuçlar fındık yapraklarında Mn konsantrasyonu için gerekli olan optimum sınırlar içerisinde bulunmakta ve bu çalışmada elde edilen bulgular daha önce yapılan çalışmalar ile benzer sonuçlar göstermektedir.

4.3 Fındık Meyvesinin Protein İçerikleri

Fındık içerdiği yüksek orandaki yağ ve protein içeriği bakımından hem besleyicili özelliği hemde insan sağlığı üzerine olumlu etkileri olan önemli bir sert kabuklu meyvedir. Fındığın yetişme koşullarına bağlı olarak içeriklerinde yer alan nem, yağ, karbonhidrat, lif, enerji, B1, B2, B6, E vitamini ve protein değerleri değişebilmektedir. Genel olarak, yenilebilen 100 g iç fındık, 55–66 g yağ, 11–15 g karbonhidrat, %82 oleik asit (tekli doymamış), %12 linoleik asit (oklu doymamış), %15 palmitik asit (doymuş), %1 stearik asit (doymuş), %4.14 selüloz, 8–10 g posa içerir ve ortalama 650 kcal enerji sağlamanın yanısıra protein, 12–17 g içermektedir (Kırca ve ark., 2018).

Denemenin her iki yılında da Zn uygulamaları tamamlandıktan sonra hasat zamanı alınan fındıkların protein analizleri yapılmıştır. Fındık rneklerinin protein içerikleri izelge 4.18’de verilmiştir. Protein içeriklerine ait yapılan istatistiksel analiz sonuçlarına göre yıl, toprak ve yıl×toprak, toprak×yaprak, yıl×toprak×yaprak interaksiyonları önemli (p<0.05) bulunmuştur. Fındıkların birinci yıl ortalama protein içeriği %21.30 iken, ikinci yıl ortalama protein içerikleri %18.17 olarak belirlenmiştir. Toprak×yaprak interaksiyonunda en yüksek protein içeriği T1Y0 uygulamasında %20.81 olarak belirlenmiştir. Yıl×toprak×yaprak interaksiyonunda en düşük protein içeriği ikinci yıl sadece topraktan T2Y0 uygulamasında %16.94 olarak belirlenirken, en yüksek protein içeriği ise birinci yıl sadece topraktan T1Y0 uygulamasında %22.19 olarak belirlenmiştir.

Çizelge 4.18 Çinko Uygulamalarının Fındık Meyvesinin Protein İçeriği Üzerine Etkisi

YIL	Protein (%)			Ortalama
	Topraktan Uygulama	Yapraktan Uygulama		
		Y0	Y1	
2018	T0	20.99c	21.50b	21.25B
	T1	22.19a	21.49b	21.84A
	T2	20.44d	21.18bc	20.81C
	Ortalama	21.21	21.39	21.30A
2019	T0	18.00	18.64f	18.32D
	T1	19.44e	17.01h	18.22DE
	T2	16.94h	19.01ef	17.97E
	Ortalama	18.13	18.22	18.17B
P	T0	19.50c	20.07b	19.78B
	T1	20.81a	19.25c	20.03B
	T2	18.69d	20.10b	19.39C
	Ortalama	19.67	19.81	
	yıl:<0.001;toprak:<0.001; yaprak:0.164; yıl*toprak:<0.01; yıl*yaprak:0.647; toprak*yaprak:<0.001; yıl*toprak*yaprak:<0.001			

Fındık meyvesinde protein içeriğini belirlemeye yönelik Çakıldak fındık çeşidinde yapılan çalışmalarda, Baş ve ark., (1986) %17.58, İslam (2000) %15.46 ile %15.94 arasında değiştiğini, Balık ve ark., (2017) %16.02, Çayan (2019) %15.1 ile %20.7 arasında, Yaman (2019) %14.74 ile %16 Karakaya (2021) ise %13 ile %19.12 arasında arasında değiştiğini belirlemişlerdir. Çalışma sonunda elde ettiğimiz sonuçlar fındık meyvesinin Protein içeriği için gerekli olan optimum sınırlar içerisinde bulunmakta ve bu çalışmada elde edilen bulgular daha önce yapılan çalışmalar ile benzer sonuçlar göstermektedir.

Fındık, içerdiği mineraller, proteinler, yağlar, karbonhidratlar, vitaminler, diyet lifleri ve fenolik antioksidanlardan oluşan özel bileşimi nedeniyle beslenme ve sağlık açısından kuruyemiş türleri arasında önemli bir yere sahiptir (Demirbaş, 2007; Şimşek ve Aykut, 2007; Li ve Parry, 2011; Solar ve Stampar, 2011). Fındık, sahip olduğu çok özel besin değeri nedeniyle insan beslenmesinde ve sağlığında büyük rol oynayabilir. Fındık iyi bir protein ve yağ kaynağıdır (Garcia ve ark., 1994; Özdemir ve ark., 2001; Alasalvar ve ark., 2006; Balta ve ark., 2006; Kornsteiner ve ark., 2006; Cristofori ve ark., 2006; Güneş ve ark., 2010; Jakopic ve ark., 2011; Özdemir ve

Akıncı, 2004). Çinko biyolojik membranların bütünleşmesinde ve protein sentezi gerekli olan bir mikro elementtir. Çinko noksanlığında bitkilerde protein sentezinin azaldığı ve bunun sonucunda amino asit ve amin birikiminin olduğu bilinmektedir (Kitagishi ve ark., 1987; Çakmak ve ark., 1988). Çinko eksikliğinde bitkilerde aminoasit ve diğer çözümlü azotlu bileşiklerin birikmesi sonucunda köklerin topraktan alacağı azot üzerine olumsuz etkide bulunabilir. Bitkilerde çözümlü N bileşiklerinin birikmesi sonucunda, bitkinin yeşil aksamındaki N ile beslenme düzeyinin yeterli olduğunu köke ileterek kökün beslenme ortamında N alımının azalmasına ve bunun sonucunda bitkide gizli azot noksanlığının ortaya çıkmasına neden olabilmektedir. Gizli N eksikliği de hem bitki büyümesinde gerilemeye hem de o bitkinin dansinde yeterince protein sentezlenememesine yol açabilir. Alidust ve ark., (2020) Zn uygulamalarının bademlerde protein içeriğini artırmadaki rolünü, nükleik asit ve pirimidin bileşimi ve nişasta biyosentezi gibi bazı hücre reaksiyonları üzerindeki olumlu etkileri ile ilişkilendirileceğini bildirmiştir. Alidust ve ark., (2019) B ve Zn'nin yapraktan uygulanması sonucunda meyve protein içeriğini önemli ölçüde etkilediğini belirtmişlerdir. Bitkilerde çinko eksikliği, transkripsiyonu azaltmak suretiyle ve Ribonükleik asitlerin ayrışmasını artırarak bitkilerde protein sentezinin azalmasına ve amino asitlerin birikmesine neden olur (Marschner, 1995). Meyvelerde protein yüzdesi, bitki besleme tarafından belirlenir ve gübreleme işlemlerinden etkilenir. Çinko, amino asitlerin translokasyonunu ve RNA sentezini artırır, böylece protein sentezini artırır (Whitty ve Chambliss, 2005). Tarafımızdan yapılan çalışma ile Özenç ve Bender Özenç (2014) yaptıkları çalışmada Zn uygulamasının Tombul fındık çeşidinde protein içeriğini arttırdığını yönelik bulgusuyla benzer olduğu saptanmıştır. Çalışma sonunda elde ettiğimiz sonuçlar fındık protein içeriği için gerekli olan optimum sınırlar içerisinde bulunmakta ve bu çalışmada elde edilen bulgular daha önce yapılan çalışmalar ile benzer sonuçlar göstermektedir.

4.4 Fındık Meyvesinin Besin Elementi Konsantrasyonu

Fındık mineral madde açısından oldukça zengin bir kaynaktır. 100 g iç fındıktaki mineral madde kompozisyonu yetişkin bir insanın günlük mineral madde ihtiyacı göz önüne alındığında insan beslenmesinde mutlak gerekli olan P, K, Ca,

Mg, Zn, Fe, Cu ve Mn elementlerin bir kısmının rahatlıkla karşılanabildiğini göstermektedir.

4.4.1 Fındık Meyvesinin Makro Besin Elementi Konsantrasyonu

Fındığın mineral kapsamının zengin olduğu ve 100g iç fındıkta insan beslenmesini olumlu etkileyecek ve insanların mineral ihtiyaçlarının bir bölümü rahatlıkla karşılanmaktadır. Fındıkta Na'nın düşük Mg, Ca ve K elementlerinin yüksek olması vücutta kan basıncının düzenlenmesinde önemli rol oynamaktadır. Fındık raşitizm önlenmesi için P iyonu bakımından, kalp, kas, sindirim sistemi, gelişme ve hormonal sistemlerdeki bozuklukların, yüksek kan şekeri, felçlerin önlenmesinde gerekli olan K bakımından, özellikle kemik ve diş gelişmesi için gerekli olan Ca bakımından, ayrıca solunum ve sindirim sistemi bozukluklarının önlenmesinde gerekli olan Mg bakımından önemli bir kaynaktır. Ayrıca Na'nın düşük Mg, Ca ve K elementlerinin yüksek olması vücutta kan basıncının düzenlenmesinde rol oynamaktadır (Baysal, 1999; Şimşek ve Aslantaş, 1999). Çakıldak fındık K ve Mg bakımından fındık çeşitleri arasında en yüksek içeriğe sahip olan çeşittir (Köksal, 2018).

Bu araştırmada Zn uygulamalarına bağlı olarak Çakıldak fındık çeşidinin 100 g iç fındıktaki Fosfor, Potasyum, Kalsiyum ve Magnezyum mineral besinlerinin konsantrasyonları belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlar aşağıda yer alan Çizelge 4.19 ile 4.22 arasında verilmiştir.

4.4.1.1 Fındık Meyvesinin Fosfor Konsantrasyonları

Fındık örneklerinin P konsantrasyonları Çizelge 4.19'de verilmiştir. Fosfor konsantrasyonlarına ait yapılan istatistiksel analiz sonuçlarına göre toprak ve toprak×yaprak interaksyonu önemli ($p<0.05$) bulunmuştur. Toprakta uygulanan Zn dozları arttıkça fındıkların P konsantrasyonlarında azalmalar meydana gelmiştir. T0' da fındıkların ortalama P konsantrasyonları 349 mg/100g iken T1 ve T2' de sırası ile 340 mg/100g ve 337 mg/100g olarak belirlenmiştir.

Çizelge 4.19 Çinko Uygulamalarının Fındık Meyvesinin P Konsantrasyonu Üzerine Etkisi

YIL	Meyve P Konsantrasyonu (mg/100g)			Ortalama
	Topraktan Uygulama	Yapraktan Uygulama		
		Y0	Y1	
2018	T0	347	356	352
	T1	348	337	343
	T2	344	334	339
	Ortalama	347	343	345
2019	T0	350	343	347
	T1	352	324	338
	T2	328	342	335
	Ortalama	343	336	340
	T0	348ab	350a	349A
	T1	350a	331c	340AB
	T2	336bc	338a-c	337B
	Ortalama	345	340	
P	yıl:0.203;toprak:<0.05; yaprak:0.918; yıl*toprak:0.999; yıl*yaprak:0.755; toprak*yaprak:<0.05; yıl*toprak*yaprak:0.058			

Toprağın P içeriği ile Zn'nin yararlılığı arasında önemli bir ilişki olduğu yapılan çalışmalar ile ortaya konmuştur (Korkmaz ve ark., 2021a). Topraklarda P miktarı arttıkça bitkilerde Zn eksikliği meydana gelir. Yapılan çalışmalarda P×Zn etkileşiminde uygulanan fosfor miktarı arttıkça bitkinin Zn beslenmesinin de olumsuz etkilendiği rapor edilmektedir. Bu durumun tersi de söz konusu olmaktadır. Uygulanan Zn miktarı arttıkça bitkinin fosfor beslenmesi de olumsuz etkilenebilmektedir (Zhou ve Li, 2001). Topraklarda yüksek düzeylerdeki fosfor köklerin Zn alımını çok az, yaprakların Zn konsantrasyonunu ise daha fazla etkilemektedir. Buna bağlı olarak çinkonun taç yapraklara taşınımını engellemektedir. P/Zn oranı bitkilerin Zn ile beslenme durumunu en iyi şekilde gösterdiği belirtilmektedir. Bitkilerin türlerine göre farklılık göstermekle birlikte bu oranın 50-200 arasında olması bitkinin yeterli düzeyde Zn alabildiği, 50'nin altında ise P noksanlığı, 200'ün üzerinde ise Zn noksanlığı ile karşı karşıya kaldığı bildirilmektedir (Güneş ve ark., 2010).

Yapılan çalışmalarda Alasalvar ve ark., (2003) meyve P konsantrasyonunun yaklaşık olarak 360 mg/100g olduğunu, Köksal ve ark., (2006) çeşitler arasında farklılık olduğunu ve P konsantrasyonunun 202 mg/100g ile 370 mg/100g, Özenç ve

Bender Özenç (2014) 289 ile 314 mg/100g, Alidust (2019) yaptığı çalışmada Zn uygulamaları sonucu meyve P konsantrasyonunu 280 mg/100g, Akgün (2022) 453 ile 477 mg/100g arasında meyve P konsantrasyonunun değiştiğini belirtmişlerdir. Çalışma sonunda elde ettiğimiz sonuçlar fındık meyvesinin P konsantrasyonu için gerekli olan optimum sınırlar içerisinde bulunmakta ve bu çalışmada elde edilen bulgular daha önce yapılan çalışmalar ile benzer sonuçlar göstermektedir.

4.4.1.2 Fındık Meyvesinin Potasyum Konsantrasyonları

Fındık örneklerinin K konsantrasyonları Çizelge 4.20’de verilmiştir. Potasyum konsantrasyonlarına ait yapılan istatistiksel analiz sonuçlarına göre toprak ve toprak×yaprak etkisi önemli ($p<0.05$) bulunmuştur. Topraktan uygulanan Zn dozları arttıkça fındıkların K konsantrasyonlarında azalmalar meydana gelmiştir. T0’ da fındıkların ortalama K konsantrasyonları 646 mg/100g iken T1 ve T2’ de sırası ile 613 mg/100g ve 603 mg/100g olarak belirlenmiştir. Toprak×yaprak etkisinde en düşük K konsantrasyonu topraktan T2 uygulamasında 588 mg/100g olarak belirlenirken en yüksek K konsantrasyonu sadece yapraktan Y1 uygulamasında 653 mg/100g olarak belirlenmiştir.

Çizelge 4.20 Çinko Uygulamalarının Fındık Meyvesinin K Konsantrasyonu Üzerine Etkisi

YIL	Meyve K Konsantrasyonu (mg/100g)			
	Topraktan Uygulama	Yapraktan Uygulama		Ortalama
		Y0	Y1	
2018	T0	616	651	634
	T1	616	592	604
	T2	579	605	592
	Ortalama	604	616	632A
	T0	663	655	659
2019	T1	636	610	623
	T2	597	631	614
	Ortalama	632	632	610B
	T0	640ab	653a	646A
	T1	626bc	601cd	613B
	T2	588d	618bc	603B
	Ortalama	618	624	
P	yıl:<0.01;toprak:<0.001; yaprak:0.426; yıl*toprak:0.941; yıl*yaprak:0.420; toprak*yaprak:<0.05; yıl*toprak*yaprak:0.349			

Alasalvar ve ark., (2009) fındık meyvelerinde K konsantrasyonlarının 520 ile 860 mg/100g arasında, Güneş ve ark., (2010) 560 ile 890 mg/100g arasında değişkenlik gösterdiğini belirlemişlerdir. Babiker ve ark., (2020) fındık meyvesindeki K konsantrasyonlarının yapılan uygulama ve çeşitlere göre değişiklik gösterebileceğini ve meyve K konsantrasyonunun 420 ile 970 mg/100g arasında değiştiğini belirtmiştir. Merio-Gergichevich ve ark., (2021) fındık meyvesinin ortalama K konsantrasyonunun yaklaşık olarak 700 mg/100g olduğunu bildirmiştir. Çalışma sonunda elde ettiğimiz sonuçlar fındık meyvesinin K konsantrasyonu için gerekli olan optimum sınırlar içerisinde bulunmakta ve bu çalışmada elde edilen bulgular daha önce yapılan çalışmalar ile benzer sonuçlar göstermektedir.

4.4.1.3 Fındık Meyvesinin Kalsiyum Konsantrasyonları

Fındık örneklerinin Ca konsantrasyonları Çizelge 4.21’de verilmiştir. Kalsiyum konsantrasyonlarına ait yapılan istatistiksel analiz sonuçlarına göre yıl, toprak, yaprak ve toprak×yaprak interaksiyonu önemli ($p<0.05$) bulunmuştur. Birinci yıl fındıkların ortalama Ca konsantrasyonları 154 mg/100g iken ikinci yıl ise 144 mg/100g olarak belirlenmiştir. Artan toprak dozlarına bağlı olarak fındıkların Ca konsantrasyonlarında azalmalar meydana gelmiştir. Yapraktan uygulama yapılmayan fındıkların Ca konsantrasyonları yapraktan uygulama yapılan fındıkların Ca konsantrasyonlarından daha düşüktür. Buna göre Y0’da fındıkların Ca konsantrasyonları 151 mg/100g iken Y1’de 147 mg/100g olarak belirlenmiştir.

Köksal ve ark., (2006) fındık çeşitleri arasında meyve Ca konsantrasyonları bakımından farklılıklar olduğunu ve Ca konsantrasyonlarının 65 ile 330 mg/100g arasında değiştiğini Alasalvar ve ark., (2009) 160 ile 260 mg/100g arasında, Korkmaz ve ark., (2021b) yapılan uygulamaların etkisiyle fındıkta meyve Ca değerlerinin 124 ile 139 mg/100g, Akgün (2022) 53-90 mg/100g arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Çalışma sonunda elde ettiğimiz sonuçlar fındık meyvesinin Ca konsantrasyonu için gerekli olan optimum sınırlar içerisinde bulunmakta ve bu çalışmada elde edilen bulgular daha önce yapılan çalışmalar ile benzer sonuçlar göstermektedir.

Çizelge 4.21 Çinko Uygulamalarının Fındık Meyvesinin Ca Konsantrasyonu Üzerine Etkisi

YIL	Meyve Ca Konsantrasyonu (mg/100g)			Ortalama
	Topraktan Uygulama	Yapraktan Uygulama		
		Y0	Y1	
2018	T0	163	162	163
	T1	158	143	150
	T2	143	154	149
	Ortalama	155	153	154A
2019	T0	149	146	148
	T1	150	136	143
	T2	142	139	141
	Ortalama	147	140	144B
	T0	156a	154a	155A
	T1	154ab	139d	147B
	T2	143cd	147bc	145B
	Ortalama	151A	147B	
P	yıl:<0.001; toprak:<0.001; yaprak:<0.05; yıl*toprak:0.251; yıl*yaprak:0.209; toprak*yaprak:<0.01; yıl*toprak*yaprak:0.336			

4.4.1.4 Fındık Meyvesinin Magnezyum Konsantrasyonları

Fındık örneklerinin Mg konsantrasyonları Çizelge 4.22’de verilmiştir. Magnezyum konsantrasyonlarına ait yapılan istatistiksel analiz sonuçlarına göre yıl, toprak ve toprak×yaprak interaksyonu önemli ($p<0.05$) bulunmuştur. Birinci yıl fındıkların ortalama Mg konsantrasyonları 146 mg/100g iken ikinci yıl ortaama Mg konsantrasyonları 153 mg/100g olarak belirlenmiştir. Toprak×yaprak interaksyonunda en düşük Mg konsantrasyonu hem toprak hemde yapraktan uygulama olan T1Y1 140 mg/100g olarak belirlenirken en yüksek Mg konsantrasyonu T0Y1de 158 mg/100g olarak belirlenmiştir.

Konu ile ilgili yapılan çalışmalarda Köksal ve ark., (2006) meyvede Mg konsantrasyonlarının çeşitlere göre farklılık gösterdiğini ve 144 ile 224 mg/100g arasında değiştiğini, Seyhan ve ark., (2007) 112 ile 310 mg/100g arasında olduğunu, Müller ve ark., (2020) 150 ile 210 mg/100g arasında, Meriño-Gergichevich ve ark., (2021) ortalama olarak 165 mg/100g olduğunu, Akgün (2022) ise 176 ile 192 mg/100g arasında olduğunu belirlemişlerdir. Çalışma sonunda elde ettiğimiz sonuçlar fındık meyvesinin Mg konsantrasyonu için gerekli olan optimum sınırlar içerisinde bulunmakta ve bu çalışmada elde edilen bulgular daha önce yapılan çalışmalar ile benzer sonuçlar göstermektedir.

Çizelge 4.22 Çinko Uygulamalarının Fındık Meyvesinin Mg Konsantrasyonu Üzerine Etkisi

YIL	Meyve Mg Konsantrasyonu (mg/100g)			
	Topraktan Uygulama	Yapraktan Uygulama		Ortalama
		Y0	Y1	
2018	T0	151	156	153
	T1	149	138	144
	T2	140	143	142
	Ortalama	147	146	146B
	T0	163	160	161
2019	T1	157	141	149
	T2	142	152	147
	Ortalama	142	151	153A
	T0	157a	158a	154A
	T1	153ab	140c	146B
	T2	141c	148b	144B
	Ortalama	150	149	
P	yıl:<0.001; toprak:<0.001; yaprak:0.300; yıl*toprak:0.820; yıl*yaprak:0.560; toprak*yaprak:<0.001; yıl*toprak*yaprak:0.171			

4.4.2 Fındık Meyvesinin Mikro Besin Elementi Konsantrasyonu

Fındık büyüme, ürüme ve bağışıklık sistemindeki bozuklukların, saç dökülmesi ve iştahsızlığın, önlenmesinde gerekli olan Zn bakımından, kansızlık, sindirim ve solunum sistemin bozukluklarının önlenmesinde gerekli olan Fe bakımından, kansızlık, kilo kaybı, üreme ve büyüme bozuklukları önlenmesinde gerekli olan Cu bakımından, gelişme, büyüme, üreme bozukluklarının gerekli olan Mn bakımından iyi bir kaynaktır (Baysal, 1999; Şimşek ve Aslantaş, 1999). Çakıldak fındık Zn, Fe ve Mn bakımından fındık çeşitleri arasında en yüksek içeriğe sahip olan çeşittir (Köksal, 2018).

Bu araştırmada Zn uygulamalarına bağlı olarak Çakıldak fındık çeşidinin 100 g iç fındıktaki Çinko, Bor, Demir, Bakır ve Mangan mineral besinlerinin konsantrasyonları belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlar aşağıda Çizelge 4.23 ile 4.27 arasında verilmiştir.

4.4.2.1 Fındık Meyvesinin Çinko Konsantrasyonları

Fındık örneklerinin Zn konsantrasyonları Çizelge 4.23'de verilmiştir. Çinko konsantrasyonlarına ait yapılan istatistiksel analiz sonuçlarına göre yıl, toprak, yaprak ve toprak×yaprak interaksiyonu önemli ($p<0.05$) bulunmuştur. Birinci yıl fındıkların ortalama Zn konsantrasyonları 2.41 mg/100g iken ikinci yıl artış meydana

gelmiş ve 2.48 mg/100g olarak belirlenmiştir. Toprak uygulamaları sonucu kontrole göre artışlar meydana gelmiştir. T0'da meyvelerin ortalama Zn konsantrasyonları 2.31 mg/100g iken T1 ve T2 uygulamalarında sırası ile 2.55 mg/100g ve 2.48 mg/100g olarak belirlenmiştir. Yapraktan uygulamalar arasında da önemli farklar meydana gelmiştir. Y0' da fındıkların ortalama Zn konsantrasyonu 2.36 mg/100g iken Y1'de 2.53 mg/100g olarak belirlenmiştir. Toprak ve yapraktan uygulamalarda en yüksek Zn konsantrasyonu hem toprak hemde yapraktan uygulama olan T1Y1 uygulamasında 2.60 mg/100g olarak belirlenmiştir. Birinci yıl en yüksek Zn konsantrasyonu T0Y1 uygulamasında 2.61 mg/100g, ikinci yıl ise T1Y1 uygulamasında 2.67 mg/100g olarak belirlenmiştir.

Çizelge 4.23 Çinko Uygulamalarının Fındık Meyvesinin Zn Konsantrasyonu Üzerine Etkisi

YIL	Meyve Zn Konsantrasyonu (mg/100 g)			
	Topraktan Uygulama	Yapraktan Uygulama		Ortalama
		Y0	Y1	
2018	T0	2.01	2.61	2.31
	T1	2.43	2.53	2.48
	T2	2.47	2.42	2.45
	Ortalama	2.30	2.52	2.41B
2019	T0	2.15	2.46	2.30
	T1	2.58	2.67	2.63
	T2	2.51	2.51	2.51
	Ortalama	2.41	2.55	2.48A
	T0	2.08c	2.54ab	2.31B
	T1	2.50ab	2.60b	2.55A
	T2	2.49b	2.48b	2.48A
	Ortalama	2.36B	2.53A	
P	yıl:0.539;toprak:<0.001; yaprak:<0.001; yıl*toprak:0.049; yıl*yaprak:0.095; toprak*yaprak:0.183; yıl*toprak*yaprak:0.711			

Seyhan ve ark., (2007) farklı çeşitlerde yaptığı çalışmada fındık meyvesinin Zn konsantrasyonunun 1.27 ile 2.81 mg/100g arasında, Alasalvar ve ark., (2009) 1.84 ile 2.45 mg/100g arasında, Ergin (2019) uygulamalara göre farklılıkların olduğunu ve 2.4-3.4 mg/100g arasında değiştiğini, Alidust ve ark., (2020) 1.9 ile 2.6 mg/100g arasında olduğunu belirtmişlerdir. Alidust ve ark., (2019) tarafından İran da 'Fertile' and 'Ronde du Pimount gibi yerel çeşitlerin olduğu fındık bahçelerine yapraktan ZnSO₄ uygulamasıyla fındık meyve Zn içeriğinin 1.9'dan 2.6'a çıktığını ve %36 oranında bir artış gösterdiğini belirtmiştir. Alidust ve ark., (2020) fındıkta yaptıkları

çalışmada yapraktan 3000 mg L⁻¹ Zn uygulamasının fındık Zn içeriğini arttırdığını bildirmişlerdir.

Çinko eksikliği, dünya nüfusunun 1/3'ünü etkilediği iki milyardan fazla insanda çok ciddi sağlık sorunlarına neden olduğu ifade edilmektedir (Hotz ve Brown, 2004; Çakmak ve ark., 2010). İnsan ve bitkilerde mikro besin elementi eksiklikleri arasında Zn ve Fe en yaygın olanlarıdır. Son yıllarda bazı gıda ürünlerinde Zn bakımından zenginleştirme çalışmalarına olan ilgi artmaktadır. Türkiye Beslenme Rehberi (Anonim, 2016) yayınladığı rapora göre 0-3 yaş arası çocukların günlük Zn ihtiyaçlarının 4.3 mg/gün olduğunu açıklamıştır. Fındık meyvesine Zn gübrelmesi yapılarak zenginleştirilmesinde 2.56 mg Zn/100g ile 0-3 yaşındaki çocukların günlük alması gereken Zn'nin yaklaşık olarak %60'ı sağlanabilmektedir. Çocukların Zn günlük almaları gereken Zn ihtiyaçlarının bir bölümü fındığa dayalı ürünlerden elde edilebilir. Çocukların beslenmesinde fındık hammadde olarak kullanılıp yeni ürünler geliştirilebilir. 4-6 yaş arasındaki çocukların Zn ihtiyaçları 5.5 mg Zn/gün olarak belirlenmiştir. Bu yaştaki çocuk grubunun fındığa dayalı ürünleri tüketilmesi durumunda neredeyse günlük ihtiyaçlarının yarısı karşılanabilmektedir. FAO ve WHO (2004) raporlarında yetişkinler için günlük Zn ihtiyacının 10 mg Zn/gün olması önerilmektedir. Yetişkinler 2.56 mg Zn/100g fındık tüketmesi durumunda günlük ihtiyacının %25'i (1/4)'ünü sadece fındıktan karşılayabilmektedir. Çalışma sonunda elde ettiğimiz sonuçlar fındık meyvesinin Zn konsantrasyonu için gerekli olan optimum sınırlar içerisinde bulunmakta ve bu çalışmada elde edilen bulgular daha önce yapılan çalışmalar ile benzer sonuçlar göstermektedir.

4.4.2.2 Fındık Meyvesinin Bor Konsantrasyonları

Fındık örneklerinin B konsantrasyonları Çizelge 4.24'de verilmiştir. Bor konsantrasyonlarına ait yapılan istatistiksel analiz sonuçlarına göre yıl ve toprak×yaprak etkisi önemli (p<0.05) bulunmuştur. Birinci yıl fındıkların B konsantrasyonları 1.92 mg/100g iken ikinci yıl 2.00 mg/100g olarak belirlenmiştir. Topraktan uygulanan Zn dozları arttıkça fındıkların B konsantrasyonlarında azalmalar meydana gelmiştir.

Çizelge 4.24 Çinko Uygulamalarının Fındık Meyvesinin B Konsantrasyonu Üzerine Etkisi

YIL	Meyve B Konsantrasyonu (mg/100g)			Ortalama
	Topraktan Uygulama	Yapraktan Uygulama		
		Y0	Y1	
2018	T0	2.00	1.97	1.99
	T1	1.96	1.86	1.91
	T2	1.82	1.88	1.85
	Ortalama	1.93	1.90	1.92B
2019	T0	2.07	2.01	2.04
	T1	2.12	1.92	2.02
	T2	1.92	2.00	1.96
	Ortalama	2.04	1.98	2.00A
P	T0	2.04a	1.99ab	2.02A
	T1	2.04a	1.89c	1.96AB
	T2	1.87c	1.94bc	1.91B
	Ortalama	1.98	2.00	
	yıl:<0.01;toprak:<0.05; yaprak:0.140; yıl*toprak:0.674; yıl*yaprak:0.484; toprak*yaprak:<0.01; yıl*toprak*yaprak:0.696			

Ghaderi ve ark., (2003) yaptıkları çalışmada bademe yapraktan H_3BO_3 ve $ZnSO_4$ uygulaması sonucunda meyvede Zn ve B içeriğinde artışların meydana geldiğini belirlemişlerdir. Şimşek ve Aykut (2007) fındık meyvelerindeki B konsantrasyonlarının çeşit ve yetiştirme ortamlarına göre farklılıklar gösterdiğini ve meyve B değerlerinin 1.36 mg/100g ile 2.39 mg/100g arasında olduğunu, Özkutlu ve ark., (2011) 1.40 mg/100g ile 3.00 mg/100g arasında değiştiğini, Özenç ve Bender Özenç (2014) 2.78 mg/100g ile 3.15 mg/100g arasında, Alidust ve ark., (2019) yaptığı çalışmada Zn uygulamaları sonucu meyve B konsantrasyonunu 3.00 mg/100g olduğunu belirlemişlerdir. Çalışma sonunda elde ettiğimiz sonuçlar fındık meyvesinin B konsantrasyonu için gerekli olan optimum sınırlar içerisinde bulunmakta ve bu çalışmada elde edilen bulgular daha önce yapılan çalışmalar ile benzer sonuçlar göstermektedir.

4.4.2.3 Fındık Meyvesinin Demir Konsantrasyonları

Fındık örneklerinin Fe konsantrasyonları Çizelge 4.25’de verilmiştir. Demir konsantrasyonlarına ait yapılan istatistiksel analiz sonuçlarına göre yıl önemli ($p<0.05$) bulunmuştur. Birinci yıl fındıkların Fe konsantrasyonları 3.07 mg/100g iken ikinci yıl 2.59 mg/100g olarak belirlenmiştir. Topraktan uygulanan Zn dozları arttıkça fındıkların Fe konsantrasyonlarında artışlar meydana gelmiştir.

Çizelge 4.25 Çinko Uygulamalarının Fındık Meyvesinin Fe Konsantrasyonu Üzerine Etkisi

YIL	Meyve Fe Konsantrasyonu (mg/100g)			
	Topraktan Uygulama	Yapraktan Uygulama	Ortalama	
		Y0	Y1	
2018	T0	2.88	3.02	2.95
	T1	3.19	3.01	3.10
	T2	3.08	3.23	3.15
	Ortalama	3.05	3.09	3.07A
2019	T0	2.52	2.55	2.54
	T1	2.74	2.42	2.58
	T2	2.74	2.59	2.67
	Ortalama	2.67	2.52	2.59B
	T0	2.70	2.78	2.74
	T1	2.97	2.71	2.84
	T2	2.91	2.91	2.91
	Ortalama	2.86	2.80	
P	yıl:<0.001; toprak:0.111; yaprak:0.367; yıl*toprak:0.797; yıl*yaparak:0.149; toprak*yaparak:0.088; yıl*toprak*yaparak:0.821			

Şimşek ve Aykut (2007) yaptıkları çalışmada fındık meyvelerinde Fe konsantrasyonlarının 3.16 ile 5.16 mg/100g arasında, Seyhan ve ark., (2007) 2.96 ile 5.22 mg/100g arasında, Özkutlu ve ark., (2011) 3.51 ile 4.94 mg/100g arasında, Dobhal ve ark., (2018) konsantrasyonunun 4.7 mg/100g olduğunu, Müller ve ark., (2020) 3.02 ile 4.67 mg/100g arasında olduğunu saptamışlardır. Çalışma sonunda elde ettiğimiz sonuçlar fındık meyvesinin Fe konsantrasyonu için gerekli olan optimum sınırlar içerisinde bulunmakta ve bu çalışmada elde edilen bulgular daha önce yapılan çalışmalar ile benzer sonuçlar göstermektedir.

4.4.2.4 Fındık Meyvesinin Bakır Konsantrasyonları

Fındık örneklerinin Cu konsantrasyonları Çizelge 4.26'da verilmiştir. Bakır konsantrasyonlarına ait yapılan istatistiksel analiz sonuçlarına göre yıl ve toprak×yaparak interaksyonu önemli ($p<0.05$) bulunmuştur. Birinci yıl fındıkların Cu konsantrasyonları 1.22 mg/100g iken ikinci yıl 1.13 mg/100g olarak belirlenmiştir. Toprak ve yapraktan uygulamalar sonucunda fındıkların en düşük Cu konsantrasyonu T2Y1 uygulamasında 1.08 mg/100g iken en yüksek Cu konsantrasyonu hem T1Y0 hem de T0Y1 uygulamasında 1.21 mg/100g olarak belirlenmiştir.

Çizelge 4.26 Çinko Uygulamalarının Fındık Meyvesinin Cu Konsantrasyonu Üzerine Etkisi

YIL	Meyve Cu Konsantrasyonu (mg/100g)			Ortalama
	Topraktan Uygulama	Yapraktan Uygulama		
		Y0	Y1	
2018	T0	0.26	1.26	1.23
	T1	1.25	1.23	1.24
	T2	1.24	1.12	1.18
	Ortalama	1.23	1.20	1.22A
2019	T0	1.01	1.16	1.13
	T1	1.17	1.15	1.16
	T2	1.13	1.05	1.09
	Ortalama	1.13	1.21	1.13B
	T0	1.15ab	1.21a	1.18
	T1	1.21a	1.19a	1.20
	T2	1.18a	1.08b	1.33
	Ortalama	1.18	1.16	
P	yıl:<0.001; toprak:0.078; yaprak:0.467; yıl*toprak:0.936; yıl*yaprak:0.723; toprak*yaprak:0.026; yıl*toprak*yaprak:0.886			

Fındık meyvesinde Cu konsantrasyonu ile ilgili yapılan çalışmalarda; Özkutlu ve ark., (2011) 1.38 ile 2.17 mg/100g arasında, Ergin (2019) yapılan uygulamalara göre değişkenlik gösterdiğini ve 1.9 ile 4.0 mg/100g dağılım gösterdiğini bildirmişlerdir. Çalışma sonunda elde ettiğimiz sonuçlar fındık meyvesinin Cu konsantrasyonu için gerekli olan optimum sınırlar içerisinde bulunmakta ve bu çalışmada elde edilen bulgular daha önce yapılan çalışmalar ile benzer sonuçlar göstermektedir.

4.4.2.5 Fındık Meyvesinin Mangan Konsantrasyonları

Fındık örneklerinin Mn konsantrasyonları Çizelge 4.27’de verilmiştir. Mangan konsantrasyonlarına ait yapılan istatistiksel analiz sonuçlarına göre yıl, toprak ve yıl×yaprak, toprak×yaprak interaksiyonu önemli ($p<0.05$) bulunmuştur. Birinci yıl fındıkların Mn konsantrasyonları 8.13 mg/100g iken ikinci yıl 8.98 mg/100g olarak belirlenmiştir. Topraktan uygulamalar arttıkça fındıkların Mn konsantrasyonlarında azalmalar meydana gelmiştir. Yapraktan uygulamalar sonucundan en yüksek Mn değeri ikinci yıl Y0 uygulamasında 9.31 mg/100g olarak belirlenmiştir. Toprak ve yapraktan uygulamalar sonucunda fındıkların en düşük Mn

konsantrasyonu T2Y0 uygulamasında 7.12 mg/100g iken en yüksek Mn konsantrasyonu hem T0Y1 uygulamasında 9.94 mg/100g olarak belirlenmiştir.

Çizelge 4.27 Çinko Uygulamalarının Fındık Meyvesinin Mn Konsantrasyonu Üzerine Etkisi

YIL	Meyve Mn Konsantrasyonu (mg/100g)			Ortalama
	Topraktan Uygulama	Yapraktan Uygulama		
		Y0	Y1	
2018	T0	8.02	9.73	8.88
	T1	8.05	7.49	7.77
	T2	7.06	8.43	7.74
	Ortalama	7.71B	8.55AB	8.13B
2019	T0	10.98	10.15	10.57
	T1	9.77	7.19	8.48
	T2	7.18	8.61	7.90
	Ortalama	9.31A	8.65A	8.98A
P	T0	9.50a	9.94a	9.72A
	T1	8.91a	7.34b	8.12B
	T2	7.12b	8.52ab	7.82B
	Ortalama	8.51	8.60	
yıl:<0.001; toprak:<0.001; yaprak:0.771; yıl*toprak:0.121; yıl*yaprak:<0.05; toprak*yaprak:<0.001; yıl*toprak*yaprak:0.189				

Köksal ve ark., (2006) farklı fındık çeşitlerinden alınan meyve örneklerinin Mn konsantrasyonlarının 2.4 ile 10.0 mg/100g arasında dağılım gösterdiğini, Alasalvar ve ark., (2009) en çok yetiştirilen fındık çeşitlerinin meyvesinde 2.17 mg/100g ile 19.0 mg/100g arasında değişkenlik gösterdiğini, Özkutlu ve ark., (2011) bölgedeki çeşitlerin meyvesinde 4.11 ile 11.7 mg/100g Mn belirlediğini, Özenç ve ark., (2015) yetiştirildiği koşullara göre fındık meyvesi Mn konsantrasyonunun 5.7 ile 9.8 mg/100g arasında olduğunu bildirmişlerdir. Çalışma sonunda elde ettiğimiz sonuçlar fındık meyvesinin Mn konsantrasyonu için gerekli olan optimum sınırlar içerisinde bulunmakta ve bu çalışmada elde edilen bulgular daha önce yapılan çalışmalar ile benzer sonuçlar göstermektedir.

4.5 Çinko Uygulamalarının Fındık Verimi Üzerine Etkisi

2018-2019 yıllarında tesadüf bloklarında faktöriyel deneme desenine göre Ulubey Elmaçukuru köyünde Zn gübre uygulamalarının verim üzerine etkileri araştırılmıştır. Çinko gübrelemesi hem topraktan hem de yapraktan uygulanmıştır. Çinko sülfat ($ZnSO_4 \cdot 7H_2O$, %22 Zn) formunda topraktan (T0=0.0 kg Zn/da, T1=1.1 kg Zn/da, T2=2.2 kg Zn/da), yapraktan (Y0 ve Y1=% 0.3 $ZnSO_4 \cdot 7H_2O L^{-1}$) ve

toprak+yaprak kombinasyonu şeklinde homojen olarak uygulanmıştır. Elde edilen sonuçlara göre, çinko gübrelemesinin ister topraktan ister yapraktan uygulansın kontrole göre fındık verimi üzerine olan etkileri istatistiki olarak farklılıkların olduğu saptanmıştır (Çizelge 4.28). Buna göre, çinko gübre uygulamaları sonucunda fındık verimine ait yapılan istatistiksel analiz sonuçlarına göre yıl, toprak ve yaprak istatistiki olarak önemli ($p<0.05$) bulunmuştur. Birinci yıl fındık verimi 224 kg da^{-1} iken ikinci yıl fındık verimi 204 kg da^{-1} olarak belirlenmiştir. Topraktan uygulanan Zn'nin dozu arttıkça ortalama fındık veriminde de artışlar meydana gelmiştir. T0'da ortalama fındık verimi 183 kg da^{-1} iken T1 ve T2'de sırası ile 218 kg da^{-1} ve 241 kg da^{-1} olarak belirlenmiştir. Yapraktan yapılan uygulama sonucunda da fındık verimi artmıştır. Y0'da ortalama fındık verimi 203 kg da^{-1} iken Y1' de ortalama fındık verimi 225 kg da^{-1} tir. Toprak ve yapraktan birlikte ve ayrı ayrı uygulamaları sonucunda fındık veriminde farklılıklar meydana gelmiştir. En düşük fındık verimi T0Y0 uygulamasında 166 kg da^{-1} iken, en yüksek T2Y1 uygulamasında 253 kg da^{-1} ve T1Y1 uygulamasında 221 kg da^{-1} olarak belirlenmiştir. Her iki yılda da en yüksek fındık verimi hem topraktan hem de yapraktan uygulama olan T2Y1 uygulamasından sırası ile 262 kg da^{-1} ve 244 kg da^{-1} olarak elde edilmiştir. T1Y1 uygulamasında ise her iki yıl sırası ile 229 kg da^{-1} ve 213 kg da^{-1} olarak belirlenmiştir.

Çizelge 4.28 Çinko Uygulamalarının Fındık Verimi Üzerine Etkisi

YIL	Verim (kg/da)			Ortalama
	Topraktan Uygulama	Yapraktan Uygulama		
		Y0	Y1	
2018	T0	177	204	191
	T1	224	229	226
	T2	249	262	255
	Ortalama	216	232	224A
2019	T0	156	196	176
	T1	205	213	209
	T2	211	244	227
	Ortalama	191	217	204B
	T0	166	200	183C
	T1	215	221	218B
	T2	230	253	241A
	Ortalama	203	225A	
P	yıl:<0.001;toprak:<0.001; yaprak:<0.001; yıl*toprak:0.558; yıl*yaprak:0.284; toprak*yaprak:0.103; yıl*toprak*yaprak:0.788			

Çinko uygulamalarının sonucunda her iki yılda da kontrol ocaklarına göre verim artmıştır. Çinko uygulamalarının topraktan ve özellikle yaprak beslenmesinin yeterli olduğunda yapılan araştırmalarda fındıkta tomurcuklanmanın artması ve buna bağlı olarak da verimin pozitif etkilenmesinin mümkün olduğu düşünülmektedir. Birinci yıla göre ikinci yıl verimin daha düşük olmasının iklimsel faktörlerden olabileceği düşünülmektedir. Meyvecilikte yüksek verim almanın yolu, meyve oluşum sürecine kadar tüm aşamaların sorunsuz gerçekleşmesine bağlıdır. Meyvecilikte çiçek tomurcuğu oluşumu, çiçeklenme, tozlaşma gibi süreçlerin başlangıçtan hasat zamanına kadar olan sürede sorunsuz tüm aşamalar tamamlanınca meyve büyümesiyle sonuçlanır ve hasat ile tamamlanır (Sotomayor ve ark., 2002). Meyvecilikte birçok tür için yapraktan mineral besinlerin verilmesiyle çoğu meyve türü ağaçlarının üreme, vejetatif büyüme ve meyve kalitesi üzerine belirgin olumlu etkileri olmaktadır (Andrade ve ark., 2009). Yapılan birçok çalışmada Zn'nin bitkilerin üreme sistemleri üzerine önemli rollerinin olduğuna yönelik bilgi birikimi artmaktadır. Çinkonun başta tozlanma olmak üzere çeşitli üreme süreçlerini, çiçeklenme, polen tüpü uzaması ve meyve olgunluğu gibi süreçleri olumlu etkilediği bilinmektedir. Lakshmipathi ve ark., (2018) çinko uygulamasının kaju fıstığında çeşitli biyokimyasal parametrelerinin iyileştirilmesi sonucunda klorofil, karotenoidler ve yaprak alanının arttığını ve özellikle meyvecilikte Zn'nin çiçeklenme ve oksin sentezini zenginleştirdiğini belirtmişlerdir (Sotomayor ve ark., 2002). Çinkonun bitkideki iyileştirici etkisinden kaynaklı olarak veriminde artması mümkün olabilmektedir.

Makro ve mikro elementlerin fındıkta büyüme, meyve tutumu ve kalitesi üzerine etkileri hakkında araştırmalar söz konusudur. Ryugo (1988) meyve oluşumu ve iri meyve büyüklüğü elde etmek için çinkonun gerekli olduğunu açıklamıştır. Çinko çiçeklenmeyi destekleyen triptofan sentezini teşvik eder ve tomurcuk gelişimini sağlamasının yanı sıra tomurcuk sayılarının da artmasına neden olmaktadır. Çinko eksikliğinde ise yaprakların küçük ve dar, daha kısa sürgün internodları meydana gelir (Day, 1994). Korkmaz ve ark., (2001) tarafından Ordu-Ünye ilçesinde çiftçi bahçesinde Palaz fındık çeşitlerinde yapraktan uygulanan %0-0.2 ve 0.4 oranında B'nin kontrole göre fındık verimini, fındığın iç ve kabuklu ağırlığını artırdığını saptamıştır. Araştırmacılar tarafından Samsun Terme'de yaptıkları

başka bir araştırmada ise topraktan 0, 6, 12, 18 ve 24 g B ocak⁻¹ ve yapraktan %0.2 oranında solubor uygulaması sonucunda topraktan 12 g B/ocak uygulamasının findıkta meyve verimini %55.51, yapraktan uygulama ile de findık dane verimini %77.56 oranında artırdığı belirlenmiştir. Şahin (2010) Palaz findık çeşidine topraktan ve yapraktan bor uygulaması sonucunda topraktan 6 g/ocak bor uygulamasıyla kontrole göre toplam yaş ağırlık, kabuklu tane ağırlığı, kabuklu verimi, iç ağırlığını kontrole göre arttırdığını belirlemiştir. Söz konusu araştırmada yapraktan uygulanan B'nin, findık verimini arttırdığını açıklamışlardır. Badem ağaçlarında çiçek oluşumun az oluşu ve meyve dökümleri nedenlerini belirlemek amacıyla B (2000 ve 4000 ppm) ve Zn'nin (1000 ve 2000 ppm) dozlarını hasattan sonra yapraklar dökülmeden ve çiçeklenmeden önce uygulanmıştır. Araştırmacılar, 4000 ppm B ve 2000 ppm Zn işlem kombinasyonlarının şimdiye kadar aldıkları en yüksek verim olduğunu açıklamıştır. Benzer sonuçlar Castro ve Sotomayor (1998) ve Sotomayor ve ark., (2000), Usenik ve Stampar (2002), çinko sülfat ve borik asitin birleşik uygulamalarının kirazda polen tüpünün oluşumu, polen tüpünün uygun şekilde gelişmesine ve polen tüpünde yeterli miktardaki besinlerle döllenmeyi arttırarak meyve veriminin artmasını sağlamıştır. Serdar ve ark., (2005) Ordu-Fatsa ilçesinde Tombul ve Çakıldak findık çeşitlerinde B-Zn (%10 B ve %4 Zn) gübresi ile 3 farklı dozda (0, 150 g ve 300 g) uygulama sonucunda findıkta verim, çotanak sayısı ve meyve özellikleri belirlenmiştir. Denemede Çakıldak findık çeşidinde I. yıl olarak ocak veriminin kontrolde 2.149 g iken 300 g ocak başına B-Zn uygulamasıyla 3.380 g findık elde edildiğini açıklamıştır. Benzer sonuçların denemenin ikinci yılında da bulunduğunu ve ayrıca benzer sonuçların tombul findık çeşidinde de elde edildiğini açıklamıştır. B'nin yaprağa uygulanmasının sonucunda meydana gelen verim artışının, muhtemelen artan polen canlılığı ve çimlenmeden kaynaklandığını (Keshavarz ve ark., 2011) ve bunun sonucunda meyve tutumunun ve verimin arttığını belirtmişlerdir (Perica ve ark., 2001; Usenik ve Stampar, 2002; Silva ve ark., 2003). Yapılan çalışmalarda cevizde (Keshavarz ve ark., 2011), bademde (Nyomora ve ark., 1997), findıkta (Özkutlu, 2017) ve fıstıkta (Brown ve ark, 1995) yapraktan tek başına veya çinko ile kombinasyon halinde B uygulamasının verim üzerine önemli etkileri olmaktadır. Solar ve Stampar, (2011) tarafından Slovenya'da yaygın olarak yetiştirilen Tonda di Giffoni findık çeşidinde yapraktan B ve Zn

uygulamasının meyve tutumu ve fındık verimini arttırdığını aynı zamanda boş meyve oranının azaldığı belirlenmiştir. Açar ve ark., (2016) yaptıkları çalışmada topraktan 200 g/ağaç tarımbor uygulamasının Siirt fıstığında verimi %59 oranında arttırdığını saptamışlardır. Korkmaz ve ark., (2001) Samsun Terme de fındık bitkisine artan dozlarda, topraktan 0, 6, 12, 18 ve 24 g B/ocak uygulamışlardır. Uygulamaların sonucuna göre kontrole göre fındık dane verimi sırasıyla kontrole göre %12.99, %57.09, %55.51 ve %42.91 oranında artırdığını bildirmişlerdir. Borges ve ark., (2001) fındık yetiştiriciliğinde bor uygulamasının meyve tutumu, meyve büyüme ve gelişmesi ile meyve kalitesini olumlu etkilediğini tespit etmişlerdir. Tous ve ark., (2005) fındığa İspanya'da genel olarak 90 - 150 kg ha⁻¹ arasında N uygulandığını belirterek 4 yıl üst üste 50, 100, 150 ve 200 kg ha⁻¹ dozlarında N uygulamışlardır. 200 kg ha⁻¹ N uygulamasında 50 kg ha⁻¹ N uygulamasına göre verimde %20 azalma olduğunu belirleyerek mevcut koşullarda 100 kg ha⁻¹ N uygulamasının bile fazla olduğunu belirtmişlerdir. Özenç ve ark., (2014) fındıkta azot, fosfor ve potasyumlu gübrelerin biyokimyasal içerik ve mineral madde düzeyini önemli düzeyde etkilediğini, 200-400 kg ha⁻¹ azot, 120-160 kg ha⁻¹ fosfor ve 400-600 kg ha⁻¹ potasyumun bu özellikler açısından en yüksek etkiyi gösterdiğini belirlemiştir. Nicolosi ve ark., (2009) fındıkta azotlu gübrelerin sürgün uzunluğu, verim, meyve boyutları ve iç oranını arttırdığını, boş meyve oranını ise azalttığını belirlemiştir. Özkutlu (2016b) Ordu ili Gülyalı ilçesinde artan dozlarda (0, 7.5, 15.0 ve 22.5 kg da⁻¹) magnezyum sülfat MgSO₄.7H₂O gübresi ile 2 yıl üst üste tesadüf parselleri deneme deseninde bir çalışma yürütmüşlerdir. Dekara 15.0 kg Mg gübrelemesiyle fındık veriminin arttığını belirtmişlerdir.

Roversi ve Ughini (2004) fındıkların mineral madde alımı ve kullanımının diğer meyve ağaçlarından daha az olduğunu vurgularken; düşük sıcaklık, yağmur veya kuraklık gibi çevresel koşullarının difüzyonu azalttığını ve bitkideki transpirasyonel akışı sınırladığını ve bu nedenle, bazı besin elementlerinin topraktaki yeterli görünse bile bitki tarafından alınımında sorunlar oluşturabildiğini ifade etmişlerdir. Verimdeki farklılıkların arazi yapısı, iklim koşulları ve kültürel uygulamalardaki farklılıklardan kaynaklandığı değerlendirilmektedir. Özkutlu ve ark., (2016a) fındıkta verim düşüklüğünün sebeplerini dikim, budama, gübreleme, toprak işlemede yapılan hatalı uygulamalar, ilaçlama, toprakların az kireçli, eğimli,

taşı, sığ ve kayalı, su tutma kapasitesinin düşük, aşırı killi, besin elementi eksiklikleri, bazı yerlerde organik madde miktarının az olması olarak sıralamıştır.

Fındık verimi üzerine etki eden faktörlerden bir diğeri ise rakımdır. Farklı rakımlarda da meyve verimlerinde değişiklikler meydana gelmektedir. Bozkurt (2010) Ordu'nun Kabataş ilçesinde iki yıl ard arda yaptığı çalışmada farklı rakımların Çakıldak fındıkta verim ve kalite üzerine olan etkisini araştırmak için yaptığı çalışma sonucunda rakım arttıkça dekara verimin azaldığını vurgulamıştır. Verim bakımından en iyi sonucu 400 m rakıma sahip bahçelerde olduğu, 800 m rakıma sahip bahçelerde ise verimin daha düşük seviyede olduğunu saptamıştır. Padder (2015) yüksek, orta ve alçak rakımların badem verimi üzerine olan etkisini araştırmak için yaptığı çalışmada en yüksek verimi alçak rakımın olduğu bahçeden elde edilirken en düşük verimi ise yüksek rakımda bulunan ağaçlardan elde etmiştir. Meyve tutumu sırasındaki ortalama sıcaklık, alçak rakımlı bölgelerde daha yüksektir. Bu durum, düşük rakımlarda yüksek rakımlara göre daha yüksek meyve tutumuna neden olabilir. Ayaz (2019) Ordu ile Fatsa ve Çarşamba ilçelerinde yetiştirilen Çakıldak fındık çeşidinde farklı rakım ve yöneylerin fındık verim ve kalitesi üzerine olan etkisini araştırmak için bir çalışma yapmıştır. Dört farklı yükseklik (0-250m, 250-500m, 500-750m, 750-1000m) ve bu yüksekliklerde Doğu, Batı, Kuzey ve Güney yöneylerde ve düz alanlarda yürütülmüştür. Çalışma sonucunda, farklı rakım ve yöneylerdeki fındıkların, meyve kalite özellikleri bakımından rakıma ve yöneye göre farklılık gösterdiğini tespit edilmiştir. Düz alanlarda ve sahil kuşaklarda fındık veriminin en fazla olduğunu belirlemiştir. Her iki yılın ortalama verim değerleri incelendiğinde; en düşük verim 250-500 m rakımından en yüksek verimi ise 0-250 m rakımında elde etmiştir.

Fındık verimi üzerine etki eden faktörlerden bir diğeri ise sulamadır. Yapılan bazı çalışmalarda sulamanın olmamasından dolayı meydana gelen verim düşüklüğünün önemli bir nedeni olabileceğini belirtmişlerdir (Milosevic ve Milosevic, 2012). Bazı çalışmalarda ise düzenli sulamanın önemli etkisine değinilmekte (Gispert ve ark., 2005; Dias ve ark., 2005; Beyhan ve Marangoz, 2007; Bignami ve ark., 2009) ve en azından ek su temininin (Baldwin, 2009) ürün miktarı ve kalitesi üzerine önemli etkisinin olacağını vurgulamışlardır.

4.6 Çinko Uygulamalarının Fındık Randımanı Üzerine Etkisi

Çinko sülfat gübrelemesinin fındık randımanı üzerine olan etkisi Çizelge 4.29'da verilmiştir. Fındık randımanına ait yapılan istatistiksel analiz sonuçlarına göre yıl, toprak, yaprak ve yıl×toprak, yıl×yaprak, toprak×yaprak interaksiyonu önemli ($p<0.05$) bulunmuştur. Birinci yıl fındıkların ortalama randımanı %48.25 iken, ikinci yıl artış meydana gelmiş ve %53.03 olarak belirlenmiştir. Toprak uygulamaları sonucu kontrole göre artışlar meydana gelmiştir. T0'da ortalama fındık randımanı %47.73 iken, T1 ve T2 uygulamalarında sırası ile %51.57 ve %52.61 olarak belirlenmiştir. Toprak uygulamaları sonucunda her iki yılda da en yüksek randıman oranı topraktan 200 g ZnSO₄ uygulaması olan T2 dozunda birinci yıl %50.2, ikinci yıl ise %55.19 olarak belirlenmiştir. Toprak ve yaprak uygulamalarında en yüksek Zn konsantrasyonu hem toprak hemde yaprak uygulamaları olan T2Y1 uygulamasında %52.77 olarak belirlenmiştir. Hem topraktan hemde yaprak uygulamaları sonucunda birinci yıl en yüksek fındık randımanı T2Y0'da %50.29, ikinci yıl ise T2Y1'de %55.78 ve T1Y1 uygulamasında %55.11 olarak belirlenmiştir.

Çizelge 4.29 Çinko Uygulamalarının Fındık Randımanı Üzerine Etkisi

YIL	Randıman (%)			
	Topraktan Uygulama	Yapraktan Uygulama	Ortalama	
2018	T0	45.13	47.49	46.31D
	T1	49.17	47.65	48.41C
	T2	50.29	49.75	50.02B
	Ortalama	48.20	48.30	48.25B
	2019	T0	47.33	50.99
T1		55.11	54.35	54.73A
T2		54.60	55.78	55.19A
Ortalama		52.35	53.71	53.03A
P		T0	46.23d	49.24c
	T1	52.14ab	51.00b	51.57B
	T2	52.44a	52.77a	52.61A
	Ortalama	50.27	51.00	
		yıl:<0.001; toprak:<0.001; yaprak:0.050; yıl*toprak:<0.001; yıl*yaprak:0.090; toprak*yaprak:<0.001; yıl*toprak*yaprak:0.867		

Çakıldak fındıkta yapılan çalışmalarda fındıkların randıman oranları; İslam, (2000) Ordu ilinde %53.48 olduğunu, Serdar ve ark., (2005) Fatsa ilçesinde yaptığı gübreleme çalışması sonucunda %46.8 ile %52.7 arasında olduğunu, Bostan ve Günay (2009) Ordu ilinde %52.30, Bozkurt, (2010) Ordu ili Kabataş ilçesinde yaptığı çalışmada %50.90 ile %53.73 arasında, Bilgen ve ark., (2017) Ulubey, Gököy ve Kabadüz ilçelerinde yaptıkları çalışmada %48.40 ile %56.41 arasında tespit etmişlerdir. Balta ve ark., (2018) Kabataş'ta yetiştirilen Çakıldak çeşidinde %48.80 ile %52.60, Kebapçı (2020) topraktan üre uygulaması sonucu yaptığı çalışmada Çakıldak fındıkta randıman oranını %53.2 ile %56.4 arasında olduğunu, Karakaya (2021) Fatsa ilçesinde yetiştirilen Çakıldak fındık çeşidinde yaptığı seleksiyon çalışmasında %49.62 ile %58.84 arasında olduğunu belirlemişlerdir. Literatürde yapılan araştırmaların sonuçlarıyla tarafımızdan Zn uygulamalarının randıman üzerine etkisinde elde edilen sonuçlar uyumlu olduğu da tespit edilmiştir. Doğru gübrelemenin randıman üzerine etkisi olabildiği gibi Balta ve ark., (1997); Balık, (2018) tarafından bildirildiği gibi fındıkta randıman oranı üzerine diğer bazı faktörlerin de etki ettiği açıklanmıştır. Bu faktörler arasında kabuklu meyve ağırlığı, meyvenin kabuk kalınlığı, iç iriliği, çürük olup olmayışı, buruşukluk durumları ve çeşitler ile yöreye göre randımanın farklılık göstereceği vurgulanmıştır.

5. SONUÇ ve ÖNERİLER

Bu araştırmada, fındık yetiştiriciliğinin yaygın olarak yapıldığı Ordu ilinde toprakların Zn beslenme durumunun belirlenmesi ve çinko noksanlığı görülen bir çiftçi bahçesinde noksanlığın giderilmesi amacıyla toprak ve yapraktan $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$ gübrelenmesinin fındık yaprağında ve meyvesinde besin elementi konsantrasyonu, fındık verimi ve randımanı üzerine olan etkisini ortaya koymak amaçlanmıştır.

Bu amaçla, Ordu ilinde fındık yetiştiriciliğinin yoğun olarak yapıldığı alanlarda toprakların Zn seviyelerini belirlemek amacıyla 130 farklı fındık bahçesinden toprak örneği alınarak bahçelerin beslenme durumları belirlenmiştir. Toprakların %24'ünün kumlu-killi-tınlı, %28'inin killi tınlı ve %29'unun kumlu-tın olduğu, pH değerlerinin 4.30 ile 8.14 arasında değiştiği, ortalama 6.16 ve %40'ının hafif asit karakterde olduğu, toprakların tamamının tuzsuz, %92'sinin az kireçli, organik madde içeriklerinin %0.58 ile %5.40 arasında değiştiği, ortalama %2.55 olduğu ve %32'sinin organik madde bakımından az olduğu belirlenmiştir. Toprakların makro element konsantrasyonları; N %0.013 ile %0.348, P 0.7 ile 59.8 mg kg⁻¹, K 39 ile 422 mg kg⁻¹, Ca 308 ile 9525 mg kg⁻¹, Mg 66 ile 2025 mg kg⁻¹ arasında değiştiği belirlenmiştir. Toprakların mikro element konsantrasyonları; Zn 0.05 mg kg⁻¹ ile 1.94 mg kg⁻¹, B 0.23 mg kg⁻¹ ile 1.46 mg kg⁻¹, Fe 2 mg kg⁻¹ ile 226 mg kg⁻¹, Cu 0.04 mg kg⁻¹ ile 6.34 mg kg⁻¹, Mn 0.20 mg kg⁻¹ ile 105 mg kg⁻¹ arasında değişkenlik göstermiştir. Buna göre toprakların %43'ü N bakımından orta, %64'ü P bakımından noksan, %64'ünün K bakımından yeterli, %52'sinin Ca bakımından fazla ve %58'inin ise Mg bakımından fazla olduğu saptanmıştır.

Ordu yöresinde fındık yetiştirilen alanların bazısında toprakların mikro element bakımından ise %89'unun Zn ve %85'inin de B bakımından noksan olduğu belirlenmiştir. Bu sonuçlardan görüldüğü gibi yörede fındık yetiştiriciliğinde mutlak suretle Zn ve B gübrelenmesinin yapılması gerekli olduğu bulunmuştur.

Bu araştırmada, topraktan ve yapraktan yapılan $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$ gübrelenmesi sonucu denemede yaprakların Zn konsantrasyonlarında farklılıkların olduğu ve uygulamalara bağlı olarak yaprak Zn konsantrasyonunda artışlar meydana getirdiği belirlenmiştir. İster topraktan ister yapraktan Zn uygulaması her iki durumda da yaprak Zn konsantrasyonu artmıştır. En fazla artış hem toprak hemde yapraktan

uygulamanın birlikte yapıldığı durumda elde edilmiştir. Topraktan ve yapraktan $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$ gübrelemesi sonucu denemede yaprakların Zn'dan başka diğer mikro element konsantrasyonlarında da farklılıklar meydana getirdiği tespit edilmiştir. Buna göre; birinci yıl yaprakların mikro element konsantrasyonları; B 32.3-50.2 mg kg^{-1} arasında ortalama 40.5 mg kg^{-1} olduğu, Fe 183-224 mg kg^{-1} arasında ortalama 203 mg kg^{-1} olduğu, Cu 8.6-10.2 mg kg^{-1} arasında ortalama 9.2 mg kg^{-1} olduğu, Mn 604-891 mg kg^{-1} arasında ortalama 754 mg kg^{-1} olduğu, ikinci yıl ise B 30.5-38.8 mg kg^{-1} arasında ortalama 36.5 mg kg^{-1} olduğu, Fe 202-228 mg kg^{-1} arasında ortalama 215 mg kg^{-1} olduğu, Cu 6.7-7.5 mg kg^{-1} arasında ortalama 7.2 mg kg^{-1} olduğu, Mn 627-856 mg kg^{-1} arasında ortalama 750 mg kg^{-1} olduğu belirlenmiştir.

Çinko uygulamalarına bağlı olarak çinko ve azot arasındaki ilişkiye bağlı olarak fındıkların protein içeriğinde de değişimler olmuştur. Birinci yıl en yüksek protein oranı yapraktan T0Y1 uygulamasında %18.23 iken ikinci yıl en yüksek T1Y0 da %16.48 olarak belirlenmiştir. Uygulamalar sonucunda birinci yıl ortalama protein içeriği %18.06 iken ikinci yıl ortalama protein içeriği ise %15.41 olarak belirlenmiştir. Proteinden başka Zn uygulamalarına bağlı olarak her iki yılda da fındıkların P konsantrasyonları 324-356 mg/100g, K konsantrasyonu 579-663 mg/100g, Ca ve Mg'nin konsantrasyonlarında benzer sonuçlar elde edilmiştir.

Yapılan çinko gübrelemelerine bağlı olarak fındık meyvesinin Zn konsantrasyonlarında farklılıklar meydana gelmiştir. Birinci yıl en yüksek Zn içeriği T0Y1'de 2.61 mg/100 g olarak belirlenirken ikinci yıl en yüksek Z içeriği T1Y1 uygulamasında 2.67 mg/100 g olarak belirlenmiştir. Birinci yıl ortalama Zn içeriği 2.41 mg/100 g iken ikinci yıl ortalama Zn içeriği 2.48 mg/100 g olarak saptanmıştır. Fındık meyvesinde elde edilen çinko değerinin inşaların günlük olarak almaları gereken Zn ihtiyaçlarının (10 mg $gün^{-1}$) $\frac{1}{4}$ 'ünü rahatlıkla karşılamaktadır.

Çalışma sonucunda $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$ gübrelemesinin topraktan ve yapraktan uygulandığı bütün dozlarda kontrole göre fındık veriminde artışların meydana geldiği belirlenmiştir. Buna göre, iki yılın ortalaması olarak kontrolde fındık verimi 166 kg/da iken T1 =1.1 kg Zn/da, 100g $ZnSO_4$ /ocak uygulamasında 215 kg/da ve T2=2.2 kg Zn/da, 200g $ZnSO_4$ /ocak uygulamasında 230 kg/da olmuştur. Benzer artışlar yapraktan Zn uygulamasında da elde edilmiş olup kontrolde 166 kg/da fındık verimi

elde edilmişken yapraktan 3 kez $Y1 = \% 0.3 \text{ ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O L}^{-1}$ uygulamasıyla bu değer 200 kg/da olmuştur. Toprak ile birlikte yapraktan Zn uygulamasıyla T1Y1 dozunda iki yılın ortalaması olarak 221 kg/da fındık verimine ulaşılmıştır. Topraktan ve yapraktan Zn uygulamalarıyla artan doza bağlı fındık verimi artmaktadır. Dekar başına elde edilen fındık veriminin ekonomik analizine göre uygulamalar arasından topraktan $T1 = 1.1 \text{ kg Zn/da}$, $100\text{g ZnSO}_4/\text{ocak}$ ve 3 kez $Y1 = \% 0.3 \text{ ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O L}^{-1}$ uygulaması önerilmektedir. Ancak, Kirk ve Bajita (1995) tarafından belirtilği gibi bitkide çoğunlukla Zn'nin diğer gübrelere örneğin NPK (Azot, Fosfor ve Potasyum) gibi temel gübrelere birlikte uygulanmasında pozitif tepki verirken sadece Zn uygulamasıyla bitki büyümesine tepki vermeyebilirler (Kirk ve Bajita, 1995). Çinko tek başına kullanılması yerine çinko katkılı gübreler rahatlıkla kullanılabilir. Yapılan bu araştırma, T2Y1 dozunda daha fazla verim almak mümkün olduğu halde yapılan ekonomik analizle ve gübrelere çevreye olan kirletici etkileride dikkate alınarak T1Y1 uygulaması önerilmiştir. Örneğin, günümüzde 1 kg çinko sülfat ($\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$) gübre fiyatı 24 TL olarak kabul edildiğinde, ocak başına 200g ZnSO_4 kullanmak yerine 100g ZnSO_4 kullanmakla birbirine yakın olan dekar verim elde edileceğinden düşük doz kullanılması daha uygundur. Temel gübreler ile birlikte uygulanan 100g $\text{ZnSO}_4/\text{ocak}$ ve 3 kez $\%0.3$ oranında ZnSO_4 yaprak gübresinin kullanılmasıyla iki yılın ortalaması olarak kontrolde verim 183 kg/da iken 218 kg/da ile $\%19.2$ oranında fındık verimi elde edilmiştir. Üretici açısından temel gübrelere ilaveten katacağı ZnSO_4 gübresi son derece kârlı olarak gelirlerinin artmasını sağlayacaktır. Çinkolu gübrelemenin verimden başka randıman üzerine etkileride pozitif olarak elde edilmiştir.

Yapılan bu tez çalışmasıyla Ordu ilinde makro ve mikro elementler bakımından topraklarda beslenme probleminin olduğu ortaya konmuştur. Fındıkta kaliteli ve yüksek verim elde edebilmek için dengeli bir gübrelemeye ihtiyaç olduğu saptanmıştır. Özellikle, mikro elementlerden çinko ve bor tek başına kullanılmak yerine mutlaka azotlu veya NPK gübrelere gibi kompoze birlikte verilmesi daha etkili olacağı tespit edilmiştir. Ülkemizde kimyasal gübre üretimi yapan kuruluşlardan biri olan Gübretaş tarafından fındık bitkisi için özel olarak içerisinde N, P ve K'nın yanında Ca, Mg, B ve Zn'da bulunan "Süper Çotanak" ve "Çotanak Fertil" isimli kompoze gübreler üretilmektedir. Gübre üreten firmaların yapılan bu

araştırma sonuçlarına göre önerilen 100g ZnSO₄/ocak oranını göz önünde bulundurarak gübre içeriklerini revize etmelerini önerebiliriz.

Doğu Karadeniz Bölgesi'nde Ordu ilinde üreticilerin %90'dan fazlası tekdüze sadece azot ağırıklı bir gübreleme yapmaktadır. Buna bağlı olarak dekar başına arzu edilen yüksek verim elde edilememektedir. Doğu Karadeniz Bölgesi'nde fındık tarımı yapılan topraklarda noksanlığı görülen mikro besin elementlerinden çinko ve bor olduğu görülmektedir. Çinkonun fizyolojik olarak işlevlerini yerine getirebilmesi için bitkideki bor düzeyinin de yeterli olması gerekmektedir. Bu nedenle tekdüze gübreleme yerine çok besinli olan gübrelerin tercih edilip kullanılmasını önermekteyiz. Bu sayede hem topraklarında hem de fındık bitkilerinde besin elementlerinin noksanlığı giderilerek daha sağlıklı bitki gelişimi de sağlanacaktır.

6. KAYNAKLAR

- Acar, I., Doran, I., Aslan, N., & Kalkancı, N. (2016). Boron affects the yield and quality of nonirrigated pistachio (*Pistacia vera* L.) trees. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 40(5), 664-670.
- Adiloğlu, A. & Adiloğlu, S., (2005). An Investigation on Nutritional Problems of Hazelnut Grown on Acid Soils, Communication in Soil Science and Plant Analysis, 36, 2219-2226.
- Ajili Lahiji, A. (2022). Study of nutritional status of hazelnut orchards of (*Corylus avellana* L.) Guilan Province by using with deviation of optimum percent (DOP). *Journal Of Horticultural Science*, 35(1), 73-86.
- Akay, A. (2011). Effect of zinc fertilizer applications on yield and element contents of some registered chickpeas varieties. *African Journal of Biotechnology*. 10: 13090-13096.
- Akay, A. (2019). Zinc fertilizer request of black cumin (*Nigella sativa* L.) grown in soil mixed with different proportions of vermicompost. *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*, 7(sp2), 17-22.
- Akgün, M. (2022). Fındıkta destek sulamanın besin elementi konsantrasyonu üzerine etkisi ve besin elementlerinin sezonsal değişimi. Doktora Tezi, Ordu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Toprak Biimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı, Ordu.
- Akgün, M., Aydemir, ÖE. & Özkutlu, F. (2021). Ünye’de bazı fındık bahçelerinin fosfor beslenme durumunun belirlenmesi. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 8(4), 968–973.
- Alasalvar, C., Amaral, JS., Satır, G. & Shahidi, F. (2009). Lipid characteristics and essential minerals of native Turkish hazelnut varieties (*Corylus avellana* L.). *Food Chemistry*, 113(4), 919-925.
- Alasalvar, C., Shahidi, F., Liyanapathirana, CM. & Ohshima, T. (2003). Turkish Tombul hazelnut (*Corylus avellana* L.). 1. Compositional characteristics. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 51(13), 3790-3796.
- Alidust, M., Sedaghatoor, S. & Abedi GE. (2020). The effects of pollen sources and foliar application of zinc and boron on fruit set and fruit traits of three hazelnut cultivars. *Agriculturae Conspectus Scientificus*, 85(3), 219-227.
- Alidust, M., Sedaghatoor, S. & Gheshlaghi, EA. (2019). The effect of foliar application of boron and zinc on qualitative traits of hazelnut cultivars. *Plant Physiology Reports*, 1-9.
- Alloway, BJ. (1995). Heavy metals in soils, 2nd edn. London, UK: Blackie Academic and Professional.
- Alloway, BJ. (2004). Zinc in soils and crop nutrition. International Zinc Association Communications. IZA Publications, Brussels.
- Alloway, BJ. (2008). Zinc in soils and crop nutrition. IZA Publications, International Zinc Assoc.: Brussels.

- Andrade, S., Priscila, L., Gratao, L., Schiavinato, M. & Silveira, A. (2009). Zn uptake, physiological response and stress attenuation in mycorrhizal jack bean growing in soil with increasing Zn concentration. *Chemospher*, 75, 1363–1370.
- Anonim, (2016). Türkiye beslenme rehberi. T.C. Sağlık Bakanlığı Yayın No: 1031.
- Anonim, (2017). Ordu İl Gıda Tarım ve Hayvancılık Müdürlüğü, Ordu İlinde Kimyasal Gübre Kullanım Oranları ve Fındıkta Verimlilik Durumu Raporu.
- Anonim, (2020). Fındık Araştırma Enstitüsü. <https://arastirma.tarimorman.gov.tr/>. (erişim tarihi: 13.06.2019).
- Antoniadis, V., Shaheen, SM., Tsadilas, CD., Selim, MH. & Rinklebe, J. (2018). Zinc sorption by different soils as affected by selective removal of carbonates and hydrous oxides. *Applied Geochemistry*, 88, 49-58.
- Ayaz, E. (2019). Fındıkta rakım ve yöneyin verim ve kalite üzerine etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Ordu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Ordu.
- Aydemir, ÖE., Akgün, M. & Özkutlu, F. (2021). Fındık tarımı yapılan toprakların bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri ile verimlilik durumlarının belirlenmesi. *Toprak Su Dergisi*, 10(1), 23-34.
- Aydın, Ş., İrget, ME. & Karakurt, R. (2000). Bartın yöresi fındık bahçelerinin beslenme durumu. *Anadolu Dergisi*, 10(2), 139-157.
- Ayfer, M., Uzun, A. & Baş, F. (1986). Türk fındık çeşitleri. Karadeniz Bölgesi Fındık ve Mamulleri İhracatçılar Birliği Yayınları, s.95, Ankara .
- Babiker, EE., Almusallam, IA., Uslu, N., Al-Juhaimi, FY., Özcan, MM., Ghafoor, K. & Ahmed, IAM. (2020). Effect of microwave treatment on oil contents, fatty acid compositions and mineral contents of hazelnut varieties. *Journal of Oleo Science*, ess20037.
- Baldwin, B. (2009). The effects of site and seasonal conditions on nut yield and kernel quality of hazelnut genotypes grown in Australia. *Acta Horticulturae*, 845, 83–88.
- Balık, H. & Beyhan, N. (2014). Ordu'nun Ünye ilçesinde Palaz fındık çeşidinin klon seleksiyonu. *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*, 29(3), 179-185.
- Balık, Hİ., Balık KS., Beyhan, N. & Erdoğan, V. (2015). Fındık Çeşitleri. Trabzon Ticaret Borsası, Klasmat Matbaacılık, Ankara, Türkiye, 51s.
- Balık, Hİ., Balık, KS., Beyhan, N. & Erdoğan, V. (2016). Fındık çeşitleri. Trabzon Ticaret Borsası, Klasmat Matbaacılık, 89, Trabzon.
- Balık, Hİ., Karakaya, O., Öztürk, B., Gün, S. & Öztürk, A. (2017). Bioactive compounds of Turkish hazelnut cultivars, IX. International Congress on Hazelnut, 15-19 August, Samsun, Turkey.
- Balık, Hİ. (2018). Fındıkta kseni ve metakseni üzerine araştırmalar. Doktora tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Samsun.

- Balta, F., Balta, MF. & Karadeniz, T. (1997). The evaluations on preselection of the hazelnut 'Tombul' and 'Palaz' cultivars grown in Carsamba and Terme (Samsun) districts. *Acta Horticulturae*, 445, 109-118.
- Balta, MF., Yaman, İ., Kırkaya, H. & Karakaya, O. (2021). Farklı bakım koşullarında yetiştirilen Çakıldak fındık çeşidinin verim ve meyve özelliklerinin değişimi. *Akademik Ziraat Dergisi*, 10(2), 265-274.
- Balta, MF., Yarılgaç, T., Aşkın, MA., Kuçuk, M., Balta, F. & Özrenk, K. (2006). Determination of fatty acid compositions, oil contents and some quality traits of hazelnut genetic resources grown in eastern Anatolia of Turkey. *Journal of Food Composition and Analysis*, 19(6:7), 681-686.
- Balta, MF., Yarılgaç, T., Balta, F., Kul, E. & Karakaya, O. (2018). Effect of elevation and number of nuts per cluster on nut traits in 'Çakıldak' hazelnut. *Acta Horticulturae*, 1226, 161-166.
- Baltacı, AK., Yuce, K. & Mogulkoc, R. (2018). Zinc metabolism and metallothioneins. *Biological trace element research*, 183(1), 22-31.
- Barber, SA. (1995). Soil nutrient bioavailability: a mechanistic approach. John Wiley & Sons.
- Baş, F., Ömeroğlu, S., Türdü, S. & Aktaş, S. (1986). Önemli Türk fındık çeşitlerinin bileşim özelliklerinin saptanması. *Gıda*, 11(4), 194-203.
- Baysal, A., 1999. Beslenme. Hatipoğlu Basım ve Yayım. 8.Baskı. s.496.
- Beyhan, N. & Marangoz, D. (2007). An investigation of the relationship between reproductive growth and yield loss in hazelnut. *Scientia Horticulturae*, 113(2), 208-215.
- Beyhan, N. (2000). Değişik hasat zamanlarının fındıkta bazı meyve özellikleri üzerine etkisi. *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 15(3), 1-6.
- Beyhan, N., Serdar, Ü. & Demir, T. (1999) Fındıkta gençleştirme budama uygulamasının verim, meyve kalitesi ve sürgün gelişimine etkisi üzerine bir araştırma. *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 14(2), 78-92.
- Bignami, C., Cristofori, V., Ghini, P. & Rugini, E. (2009). Effects of irrigation on growth and yield components of hazelnut (*Corylus avellana* L.) in central Italy. VII. International Society for Horticultural Science (ISHS), Leuven, Belgium. *Acta Horticulturae*, 845: 309-314.
- Bilgen, Y., Duyar, Ö., Balık, Hİ. Kayalak-Balık, S., Bostan, SZ. & Koç-Güler, S. (2017). Preliminary results of clonal selection of Çakıldak hazelnut cultivar grown in Ordu province of Turkey. IX. International Congress on Hazelnut, 15-19 August, Samsun, Turkey.
- Bitvutskii, N., Yakkonen, K., Petrova, A. & Nadporozhskaya, M. (2017). Xylem sap mineral analyses as a rapid method for estimation plant availability of Fe, Zn and Mn in carbonate soils: a case study in cucumber. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*, 17(2), 279-290
- Borges, OMP., Carvalho, JLRS., Silva, AP. & Santos, A. (2001). Effects of foliar boron sprays on yield and nut quality of 'Segorbe' and 'Fertile de Coutard'

- hazelnuts. Proceedings V. International Congress on Hazelnut, *Acta Horticulturae*, 556, 300-302.
- Bostan, SZ. (1997a). Tombul, Palaz ve Sivri fındık çeşitlerinde çotanaktaki meyve sayısı ile diğer bazı özellikler arasındaki ilişkilerin belirlenmesi. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Bilimleri Dergisi*, 7, 23-27.
- Bostan, SZ. & Günay, K. (2009). Variation of important quality characteristics in hazelnut at different years and correlations between husk number and nut and kernel traits. *Acta Horticulturae*, 845, 641-646.
- Bostan, SZ. (2001). Zonguldak İli merkez ilçe fındık çeşitlerinin pomolojik özellikleri. *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 16(2), 34-42.
- Bouis, HE. & Saltzman, A. (2017). Improving nutrition through biofortification: a review of evidence from HarvestPlus, 2003 through 2016. *Global food security*, 12, 49-58.
- Bouyoucus, GJ. (1951). Recalibration of hydrometer for making mechanical analysis of soils. *Agronomy Journal*, 43, 434-438.
- Bozkurt, E. (2010). Çakıldak fındık çeşidinde rakım, yıl ve bahçelere göre verimin değişimi üzerine araştırmalar. Yüksek Lisans Tezi, Ordu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Ordu.
- Brady, NC. & Weil, RR. (2008). The soils around us. The nature and properties of soils, 14th ed Pearson Prentice Hall, New Jersey and Ohio, 1-31.
- Bray, RH. & Kurtz, LT. (1945). Determination of total organic and available forms of phosphorus in soils. *Soil Science* 45, 39-45.
- Bremner, JM. (1965). Total nitrogen methods of soil analysis. Part 2. Chemical and Microbiological Properties. Ed. C.A. Black. Amer. Soc. Of Agron. Inc. Pub. Agron. Series. No: 9, Madison, Wisconsin, U.S.A. 1149-1178.
- Broadley, MR., White, PJ., Bryson, RJ., Meacham, MC., Bowen, HC., Johnson, SE., Hawkesford, MJ., McGrath, SP., Zhao, FJ., Breward, N., Harriman, M. & Tucker, M, (2007). Biofortification of UK food crops with selenium. *Proceedings of the Nutrition Society*, 65, 169-181.
- Brown, KH., Wuehler, SE. & Pearson, JM. (2001). The importance of zinc in human nutrition and estimation of the global prevalence of zinc deficiency. *Food and Nutrition Bulletin*, 22, 113-125.
- Brown, PH., Benaloui, N., Wimmer, MA., Bassil, ES., Ruiz, J., Hu, H., Pfeffer, H., Dannel, F. & Römheld, V. (2002). Boron in plant biology. *Plant Biology*, 4, 205-223.
- Brown, PH., Çakmak, I. & Zhang, Q. (1993). Form and function of zinc in plants. Chap 7 in Robson, A.D. (ed) Zinc in Soils and Plants, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht. pp 90-106.
- Bybordı, A. & Jasarat, A. (2010). Effects of the foliar application of magnesium and zinc on the yield and quality of tree grape cultivars grown in the calcareous soils of Iran. *Notulae Scientia Biologicae*, 2(2), 81-86.

- Canali, S., Nardi, P., Neri, U. & Gentili, A. (2005). Leaf analysis as a tool for evaluating nutritional status of hazelnut orchards in central Italy. *ISHS Acta Horticulturae*, 686.
- Castro, J. & Sotomayor, C. (1998). The influence of boron and zinc sprays at bloomtime on almond fruit set. *ISHS Acta Horticulture*, 470: II. International Symposium Pistachios and Almonds. Volumes:1, Number of Articles: 85, Davis, California, USA.
- Chen, Y., Shi, J., Tian, X., Jia, Z., Wang, S., Chen, J. & Zhu, W. (2019). Impact of dissolved organic matter on Zn extractability and transfer in calcareous soil with maize straw amendment. *Journal of Soils and Sediments*, 19(2), 774–784.
- Covelo, EF., Alvarez, N., Couce, MLA., Vega, FA. & Marcet, P. (2004). Zn adsorption by different fractions of galician soils. *Journal of Colloid and Interface Science*, 280, 343-349.
- Cristofori, V. (2006) Quality factors of hazelnuts (In Italian). PhD thesis. Università degli Studi della Toscana, Dipartimento Di Scienze E Tecnologie Per L'Agricoltura, Le Foreste, La Natura E L'Energia, Viterbo-Italy.
- Çakmak, İ., Torun, B., Erenoglu, B., Ozturk, L., Marschner, H., Kalaycı, M., Ekiz, H. & Yilmaz, A. (1998). Morphological and physiological differences in cereals in response to zinc deficiency. *Euphytica*, 100, 349-357.
- Çakmak, I. (2000). Possible roles of zinc in protecting plant cells from damage by reactive oxygen species. *New Phytologist*, 146, 185-205.
- Çakmak, I. & Kutman, UÁ. (2018). Agronomic biofortification of cereals with zinc: a review. *European journal of soil science*, 69(1), 172-180.
- Çakmak, I. & Marschner, H. (1993). Effect of zinc nutritional status on activities of superoxide radical and hydrogen peroxide scavenging enzymes in bean leaves. In *Plant Nutrition—from Genetic Engineering to Field Practice: Proceedings of the Twelfth International Plant Nutrition Colloquium*, 21–26 September 1993, Perth, Western Australia (pp. 133-136). Springer Netherlands.
- Çakmak, I. Pfeiffer, WH. & McClafferty, B. (2010). Biofortification of durum wheat with zinc and iron. *Cereal Chemistry*, 87(1), 10-20.
- Çakmak, I., Torun, A., Millet, E., Feldman, M., Fahima, T., Korol, A., Nevo, E., Braun, H. & Ozkan, H. (2004). *Triticum dicoccoides*: An important genetic resource for increasing zinc and iron concentration in modern cultivated wheat. *Soil Science and Plant Nutrition*, 50, 1047-1054.
- Çakmak, İ. (2008). Enrichment of cereal grains with zinc: Agronomic or genetic biofortification? *Plant and Soil*, 302, 1-17.
- Çayan, M. (2019). Ordu ili Gürgentepe ilçesinde yetiştirilen Çakıldak fındık çeşidinde klon seleksiyonu. Yüksek Lisans Tezi, Ordu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Ordu.

- Çoşkun, N. (2010). Fındık bahçelerinde toprak ve ürünlerdeki mikro element dağılımının ve aralarındaki korelasyonun incelenmesi. Doktora Tezi. İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Day, K. (1994). Correcting zinc deficiency in stone fruit orchards. *California Grower*, 18(9), 14-15.
- Demirbaş, A. (2007). Phenolics from hazelnut kernels by supercritical methanol extraction. *Energy Sources Part A*, 29, 791–797.
- Dias, R., Conçalves, B., Moutinho-Pereira, J., Carvalho, JL. & Silva, AP. (2005). Effect of irrigation on physiological and biochemical traits of hazelnuts (*Corylus avellana* L.). VI. International Society for Horticultural Science (ISHS), 30 Temmuz, Leuven, Belgium. *Acta Horti*, 686, 201-206.
- Dobhal, K., Singh, N., Semwal, A. & Negi, A. (2018). A brief review on hazelnuts. *International Journal of Recent Scientific Research*, 9(1), 23680-23684.
- Duffy, B. (2007). Zinc and plant disease. In: Mineral Nutrition and plant disease, L. E. Datnoff, W. H. Elmer, and D. M. Hubber, Eds., 155-175. St. Paul, MN: The American Phytopathological Society.
- Erdogan, V. & Mehlenbacher, SA. (2000). Interspecific hybridization in hazelnut (*Corylus*). *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 125, 489- 497.
- Erdogan, V. & Aygun, A. (2009). Effect of foliar boron application on fruit set in 'tombul' hazelnut, *Acta Horticulturae*, 845, 331-336.
- Ergin, MN. (2019). Gıda uygulamasının fındıkta verim ve kalite üzerine etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Ordu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı, Ordu.
- Eyüpoğlu, F., Kurucu, N. & Talaz, S. (1995). Türkiye topraklarının bitkiye yararlı mikroelementler bakımından genel durumu. Toprak Gübre Araştırma Enstitüsü, 620/A-002 Proje Toplu Sonuç Raporu, Ankara.
- Fao, (1990). Micronutrient, Assessment at the Country Level: An International Study. FAO, Soils Bulletin by Mikko Sillanpaa, Rome
- Fao, (2004). Food and agriculture data. <http://Faostat.fao.org/>. Erişim tarihi: 16.09.2022
- Fao, (2022). Food and agriculture data. <http://Faostat.fao.org/>. Erişim tarihi: 16.09.2022
- Fernández, V. & Brown, PH. (2013). From plant surface to plant metabolism: the uncertain fate of foliar-applied nutrients. *Frontiers in plant science*, 4, 289.
- Garcia, JM., Agar, IT. & Streif, J. (1994). Lipid characteristics of kernels from different hazelnut varieties. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 18, 199–202.
- Genç, Ç. & Sarihan, S. (1976). Fındıkta dikimden önce bir defada verilen normal ve aşırı miktarlardaki kireç ve Slam'ın fındığın verim ve kalitesine etkileri üzerinde bir araştırma. Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, Tarımsal Araştırma Genel Müdürlüğü. Proje No: 111-035-I-280. Giresun.

- Genç, Ç. (1976). Giresun Tombul fındık çeşidinde gübrelemenin verim ve kaliteye etkisi üzerine bir araştırma. Doktora Tezi, Yalova.
- Genç, Ç. (1987). Potasyumun Giresun Tombul fındığında verim ve meyvede bazı kalite özelliklerine etkisi. IPI. Uluslararası Gübre Semineri. 6-7 Ekim, Ankara.
- Ghaderi, N., Vazvaei, A., Talaei, A. & Babalar, M. (2003). Effect of foliar application of boron and zinc on their concentration in leaf and fruits and some fruit traits of almond. *Iranian Journal of Agriculture Science*, 34(1), 127-135.
- Ghosh, S. (1999). Studies on sorption processes of boron in soils in relation to boron nutrition of crops. Ph.D. Thesis, Bidhan Chandra Krishi Viswavidyalaya, India, Pp 187.
- Gispert, JR., Tous, J., Romero, A., Plana, J., Gil, J. & Company, J. (2005). The influence of different irrigation strategies and the percentage of wet soil volume on the productive and vegetative behaviour of the hazelnut tree (*Corylus avellana* L.). International Society for Horticultural Science, Leuven, Belgium. *Acta Horticulture*, 686, 333-342.
- Gregory, PJ., Wahbi, A., Adu-Gyamfi, J., Heiling, M., Gruber, R., Joy, E J. & Broadley, MR. (2017). Approaches to reduce zinc and iron deficits in food systems. *Global Food Security*, 15, 1-10.
- Güneş, NT., Köksal, Aİ., Artık, N. & Poyrazoğlu, E. (2010). Biochemical content of hazelnut (*Corylus avellana* L.) cultivars from West Black Sea Region of Turkey. *European Journal of Horticultural Science*, 75,77-84.
- Hashemimajda, K. & Somarin, J. (2010). Evaluation of nutrient concentration of leaf and yield of hazelnut (*Corylus avellana* L.) as affected by Fe and Zn enriched vermicompost, *Plant Ecophysiology*, 2, 179-186.
- Havlin, JL., Beaton, JD., Tisdale, SL. & Nelson, WL. (2004). Soil Fertility and Fertilizers. 6th ed. Pearson Education, Patparganj Delhi, India.
- Herrera, EA. (2001). Fertilization programs for apple orchards. Guide H-319. Extension horticulturist college of agriculture and home economics. New Mexico State University.
- Hızalan, E. & Ünal, H. (1966). Topraklarda önemli kimyasal analizler. AÜ Ziraat Fakültesi Yayınları, 278.
- Himoto, T. & Masaki, T. (2018). Associations between zinc deficiency and metabolic abnormalities in patients with chronic liver disease. *Nutrients*, 10(1), 88.
- Horuz, A. (1996). Terme-Ünye fındık bahçesi topraklarının besin element durumu ve bunların bazı toprak özellikleriyle olan ilişkileri. Yüksek Lisans Tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı, Samsun.
- Hotz, C., & Brown, KH. (2004). Assessment of the risk of zinc deficiency in populations and options for its control. *Food Nutrition Bull.* 25, 94-204.

- Hu, H. & Sparks, D. (1990). Zinc deficiency inhibits reproductive development in 'Stuart' pecan. *Hortscience* 25, 1392-1396.
- İmran, U., Mahar, RB., Ullah, A. & Shaikh, K. (2021). Seasonal variability of heavy metals in manchar lake of arid southern pakistan and its consequential human health risk. *Polish Journal of Environmental Studies*, 30(1), 163.
- İslam, A. & Özgüven, AI. (2003). Clonal selection of Tombul hazelnut cultivar. *Journal of Agriculture Faculty of Çukurova University*, 18(2), 111-116.
- İslam, A. (2000). Ordu ili merkez ilçede yetiştirilen fındık çeşitlerinde klon seleksiyonu. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı Doktora Tezi, Adana.
- İslam, A. (2018). Hazelnut culture in Turkey. *Akademik Ziraat Dergisi*, 7(2), 259-266.
- Jackson, ML. (1958). Soil chemical analysis. Prentice Hall, Englewood Cliffs, New Jersey, USA.
- Jakopic, J., Mikulic, PM., Likozar, A., Solar, A., Stampar, F. & Veberic, R. (2011). HPLC-MS identification of phenols in hazelnut (*Corylus avellana* L.) kernels. *Food Chemistry*, 124, 1100–1106.
- James, CS. (1995). Analytical chemistry of foods. Publisher Blackie Academic and Professional, 176p. London.
- Jolley, VD. & Brown, JC. (1991). Factors in iron- stress response mechanism enhanced by Zn- deficiency stress in Sanilac, but not Saginaw navy bean. *Journal of Plant Nutrition*, 14(3), 257-265.
- Jones, JB., Wolf, B. & Mills, HA. (1991). Interpretation of results. In: Plant Analysis Handbook – a practical sampling, preparation, analysis, and interpretation guide. Micro–Macro Publishing Inc., USA.
- Kacar, B. (2018). Sürdürülebilir tarımda mikro besin maddeleri. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No: 2216, 712s.
- Kacar, B. & Katkat, V. (2007). Bitki Besleme Kitabı. Nobel yayınları.
- Kacar, B. (2019). Sürdürülebilir tarımda mikro besin maddeleri. Nobel akademik yayıncılık, Ankara, 736.
- Kacar, B. (2015). Genel Bitki Fizyolojisi. Nobel Akademik Yayıncılık.
- Kahraman, M. (2016). Ordu-Merkez ilçe fındık bahçelerinin toprak verimliliği ve bitki besleme ilişkilerinin saptanması. Yüksek Lisans Tezi, Ordu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı, Ordu.
- Kalyoncu, IH. (2004). Ülkemiz milli meyvesi olan fındık yetiştiriciliğinde uygulanması gereken ülkesel ve bölgesel gerçekçi politikalar, Üçüncü Milli Fındık Şurası, 245-267, Giresun.
- Karaca, E. (2016). Fındık zurufu kompostunun toprakların ve fındık bitkisi yapraklarının besin maddesi içerikleri üzerine etkisi, Yüksek Lisans Tezi,

Ordu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı, Ordu.

- Karadeniz, T., Balta, F., Cangi, R. & Çelik, F. (1997). Hazelnut fruit characteristics which are grown at Van Lake region and Hizan. *Acta Horticulturae*, 445, 91-100.
- Karadeniz, T., Bostan, SZ., Tuncer, C. & Tarakçıoğlu, C. (2009). Fındık Yetiştiriciliği. Ziraat Odası Başkanlığı Bilimsel Yayınlar Serisi, Ordu, Türkiye, 126s.
- Karakaya, O. (2021). Fatsa'da Yetiştirilen Palaz ve Çakıldak Fındık Çeşitlerinde Klon Seleksiyonu. Doktora Tezi, Ordu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Ordu.
- Karimi, A., Moezzi, A., Chorom, M. & Enayatizamir, N. (2019). Chemical fractions and availability of Zn in a calcareous soil in response to biochar amendments. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*, 19, 851-864.
- Kaya, A. & Küçük, VY. (1986). Tombul fındığın ekonomik fosforlu gübre ihtiyacının saptanması. *Fındık Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Sonuç Raporu (basılmamış)*, Giresun.
- Kebapçı, T. (2020). Farklı üre uygulamalarının fındıkta mineral beslenme ve verim üzerine etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Ordu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı, Ordu.
- Keshavarz, K., Vandati, K., Samar, M., Azadegan, B. & Brown, PH. (2011). Foliar application of zinc and boron improves vegetative and reproductive growth. *Horttechnology*, 21, 181-186.
- Khoshgoftarmanesh, AH., Afyuni, M., Norouzi, M., Ghiasi, S. & Schulin, R. (2018). Fractionation and bioavailability of zinc (Zn) in the rhizosphere of two wheat cultivars with different Zn deficiency tolerance. *Geoderma*, 309, 1-6.
- Kırca, L., Bak, T., Kırca, S. & Karadeniz, T (2018). Fındığın kullanım alanları ve insan sağlığına etkileri. *Yalova Atatürk Bahçe Kültürleri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 47, 292-299.
- Kiekens, L. (1995). Zinc, in Alloway, B.J. (ed) heavy metals in soils (2nd edition). Blackie Academic and Professional, London, pp 284 – 305.
- Kirk, GJD. & Bajita, JB. (1995). Root- induced iron oxidation, pH changes and zinc solubilization in the rhizosphere of lowland rice. *New Phytologist*, 131(1), 129-137.
- Kitagishi, K., Obata, H. & Kondo, T. (1987). Effect of zinc deficiency on 80S ribosome content of meristematic tissues of rice plant. *Soil Science and Plant Nutrition*, 33(3), 423-429.
- Kochian, LV. (1991). Mechanisms of micronutrient uptake and translocation in plants. *Micronutrients in agriculture*, 4, 229-296.
- Korkmaz, A., Özdemir, N., Kızılkaya, R., Gülser, C., Sürücü, A., Horuz, A., Aşkın, T. & Yirmibeşoğlu, B. (2001). Fındık ayçiçeği, şeker pancarı ve mısır

bitkilerinde borlu gübre kullanımı üzerine araştırmalar. Sonuç Raporu. Ondokuz Mayıs Üni. Zir. Fak. Toprak Böl. Samsun.

- Korkmaz, K., Akgün, M., Özcan, MM., Özkutlu, F. & Kara, ŞM. (2021a). Interaction effects of phosphorus (P) and zinc (Zn) on dry matter, concentration and uptake of P and Zn in chia. *Journal of Plant Nutrition*, 44(5), 755-764.
- Korkmaz, K., Ergin, MN. & Akgün, M. (2021b). The influence of humic deposit (gyttja) application on some selected soil properties and yield-quality of hazelnut in acid conditions. *Agrochimica*, 279-293.
- Kornsteiner, M., Wagner, KH. & Elmadfa, I. (2006). Tocopherols and total phenolics in 10 different nut types. *Food Chemistry*, 98, 381–387.
- Köksal, İ. (2004). Türk Fındık Çeşitleri. Fındık Tanıtım Grubu Yayınları, Ankara, Türkiye, 136s.
- Köksal, Aİ., Artik, N., Şimşek, A. & Güneş, N. (2006). Nutrient composition of hazelnut (*Corylus avellana* L.) varieties cultivated in Turkey. *Food Chemistry*, 99(3), 509-515.
- Köksal, İ. (2018). Türk Fındık Çeşitleri. Fındık Tanıtım Grubu Yayınları, Ankara, Türkiye, 136s.
- Krebs, NF., Miller, LV. & Hambridge, KM. (2014). Zinc deficiency in infants and children: a review of its complex and synergistic interactions. *Paediatrics & International Child Health*, 34, 279–288.
- Kumari, K., Prasad, J., Solanki, IS. & Chaudhary, R. (2018). Long-term effect of crop residues incorporation on yield and soil physical properties under rice-wheat cropping system in calcareous soil. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*, 18(1), 27–40
- Kumssa, DB., Joy, EJ., Ander, EL., Watts, MJ., Young, SD., Walker, S. & Broadley, MR. (2015). Dietary calcium and zinc deficiency risks are decreasing but remain prevalent. *Sci Report*, 5, 10974
- Kutman, UB., Yildiz, B., Ozturk, L. & Cakmak, I. (2010). Biofortification of durum wheat with zinc through soil and foliar applications of nitrogen. *Cereal Chemistry*, 87, 1–9.
- Lakshmi pathi, J., Adiga, D., Kalaivanan, D., Muralidhara, BM. & Preethi, P. (2018). Effect of zinc and boron application on leaf area, photosynthetic pigments, stomatal number and yield of cashew. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 7, 1786–1795.
- Lindsay, WL. (1991). Inorganic equilibria affecting micronutrients in soils. In: *Micronutrients in Agriculture*. J.J. Mordvedt, F.R. Cox, L.M. Shuman and R.M. Welch (eds), pp. 89-112. SSSA Book Ser. 4. SSSA, Madison, Wisconsin.
- Li, H. & Parry JW. (2011). Phytochemical compositions, antioxidant properties, and colon cancer antiproliferation effects of Turkish and Oregon hazelnut. *Food Nutr Sci*. 2:1142–1149.

- Lindsay, WL. & Norvell, WA. (1978). Development of a DTPA soil test for zinc, iron, manganese and copper. *Soil Science Society of America Journal*, 42, 421–428.
- Maas, EV. (1986). Salt tolerance of plants. *Applied Agricultural Research*. 1986, 1:12-26.
- Marschner, H. (1993). Zinc uptake from soils. Chap 5 in Robson, A.D. (ed.) Zinc in soil and plants. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, pp 48-78.
- Marschner, H. (1995). Mineral nutrition of higher plants. Second Edition. Academic Press, New York, USA.
- Marschner, H. (2011). Marschner's mineral nutrition of higher plants. Academic press.
- Marschner, H. (2012). Marschner's Mineral Nutrition of Higher Plants, 3rd Ed. Elsevier, London, UK.
- Marschner, H., Romheld, V. & Kissel, M. (1986). Different strategies in higher plants in mobilization and uptake of iron. *J. Plant Nutr.* 9, 695- 713. Oxford University Press, Oxford, UK 367.
- Meriño-Gergichevich, C., Luengo-Escobar, A., Alarcón, D., Reyes-Díaz, M., Ondrasek, G., Morina, F. & Ogass, K. (2021). Combined spraying of boron and zinc during fruit set and premature stage improves yield and fruit quality of European hazelnut cv. Tonda di Giffoni. *Frontiers in Plant Science*, 12, 984.
- Milner, MJ., Seamon, J., Craft, E., & Kochian, LV. (2013). Transport properties of members of the ZIP family in plants and their role in Zn and Mn homeostasis. *Journal of Experimental Botany*, 64(1), 369-381.
- Milošević, T. & Milošević, N. (2012). Cluster drop phenomenon in hazelnut (*Corylus avellana* L.). Impact on productivity, nut traits and leaf nutrients content. *Scientia Horticulturae*, 148, 131-137.
- Milosevic, T., Milosevic, N., Glisic, I. & Paunovic, G. (2009). Leaf nutritional status and macronutrient dynamics in European hazelnut (*Corylus avellana* L.) under western Serbian conditions. *Pakistan Journal Botanic*, 41(6), 3169-3178.
- Moraghan, JT. & Mascogni, JR. (1991). Environmental and soil factors affecting micronutrient deficiencies and toxicities. Madison, W.I. SSSA Book Series, No:4, pp. 371-425.
- Mousavi, SR. (2011). Zinc in crop production and interaction with phosphorus. *Australian Journal of Basic and Applied Sciences*, 5(9), 1503-1509.
- Müller, AK., Helms, U., Rohrer, C., Möhler, M., Hellwig, F., Gleis, M., Schwerdtle, T., Lorkowski, S. & Dawczynski, C. (2020). Nutrient composition of different hazelnut cultivars grown in Germany. *Foods*, 9(11), 1596.

- Najafi-Ghiri, M., Ghasemi-Fasaei, R. & Farrokhnejad, E. (2013). Factors affecting micronutrient availability in calcareous soils of southern Iran. *Arid Land Research and Management*, 27(3), 203-215.
- Nelson, DW. & Sommers, LE. (1982). Total carbon, organic carbon and organic matter. In 'Methods of Analysis. *Chemical and Microbiological Propertise*, :539-580.
- Nicolosi, E., Leotta, G. & Raiti, G. (2009). *Effect of foliar fertilization on hazelnuts growing in mount etna area*. VII International Congress on Hazelnut. *Acta Horticulture*, 845, 373-378.
- Norvell, WA. & Welch, RM. (1993). Growth and nutrient uptake by barley (*Hordeum vulgare* L. cv Herta): Studies using an N-(2-Hydroxyethyl) ethylenedinitrilotriacetic acid buffered nutrient solution technique. I. Zinc ion requirements. *Plant Physiology*, 101, 619–625.
- Noulas, C., Tziouvalekas, M. & Karyotis, T. (2018). Zinc in soils, water and food crops. *Journal of Trace Elements in Medicine and Biology*, 49, 252- 260.
- Nyomora, AMS., Brown, PH. & Freeman, M. (1997). Fall foliar applied boron increases tissue boron concentration and nut set of almond. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 122, 405-410.
- Özcan, B. (2018). Fındık bahçelerinin çinko beslenme durumu ve diğer mineral besin elementleriyle ilişkisinin belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Ordu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı, Ordu.
- Özçağırın, R., Ünal, A., Özeker, E. & İsfendiyaroğlu, M. (2014). Ilıman İklim Meyve Türleri. Cilt III, Ege Üniversitesi Yayınları Ziraat Fakültesi Yayınları, İzmir, Türkiye, 566.
- Özdemir, M., Ackurt, F., Kaplan, M., Yıldız, M., Löker, M., Gürcan, T., Biringen, G., Okay, A. & Seyhan, FG. (2001). Evaluation of new turkish hybrid hazelnut (*Corylus avellana* L.) varieties: fatty acid composition, alpha-tocopherol content, mineral composition and stability.
- Özdemir, F. & Akıncı, I. (2004). Physical and nutritional properties of fourmajor commercial Turkish hazelnut varieties. *Journal of Food Engineering*, 63: 341–347.
- Özenç, N. & Özenç, DB. (2014). Effect of iron fertilization on nut traits and nutrient composition of 'Tombul'hazelnut (*Corylus avellana* L.) and its potential value for human nutrition. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section B—Soil & Plant Science*, 64(7), 633-643.
- Özenç, N., Özenç, DB. & Duyar, Ö. (2014). Nutritional composition of hazelnut (*Corylus avellana* L.) as influenced by basic fertilization. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section B—Soil & Plant Science*, 64(8), 710-721.
- Özkutlu, F., Turan, M., Korkmaz, K. & Huang, YM. (2009). Assessment of heavy metal accumulation in the soils and hazelnut plant (*Corylus avellana* L.) from Black Sea Coastal Region of Turkey. *Asian Journal of Chemistry*, 21(6), 4371-4388.

- Özkutlu, F., Kebapcı, T. & Aydemir, ÖE. (2020). Fındıkta yaprakтан üre uygulamasının mineral besin elementleri ve verim üzerine etkisi. *Ordu Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 10(1), 23-31.
- Özkutlu, F., Korkmaz, K., Özenç, N., Aygün, A., Şahin, Ö., Kahraman, M., Ete, Ö., Akgün, M. & Taşkın, B. (2016a). Ordu-Merkez ilçedeki bazı fındık bahçelerinin mineral beslenme durumunun belirlenmesi. *Akademik Ziraat Dergisi*, 5(2), 77-86.
- Özkutlu, F., Korkmaz, K., Akgün, M. & Ete, Ö. (2016b). Magnezyum gübrelemesinin fındığın (*Corylus avellana* L.) verim ve bitki besin elementi içeriklerine etkisi. *Ordu Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 6(2), 48-58.
- Özkutlu, F., Korkmaz, K., Şahin, Ö., Akgün, M., Ete, Ö., Taşkın, B. & Aygün, A. (2017). Ordu ve Samsun yörelerindeki fındık bahçelerinin bor beslenme durumunun belirlenmesi. *Akademik Ziraat Dergisi*, 6(1), 53-62.
- Özkutlu, F., Özcan, B., Aydemir, ÖE. & Akgün, M. (2018). Yaprak analizleriyle fındığın çinko (Zn) ve diğer elementlerle beslenme durumunun belirlenmesi. *Ordu Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 8(2), 195-205.
- Öztürk, L., Erenoğlu, B., Kaya, Y., Altıntaş, Z., Haklı, E., Andi, E. & Yılmaz, Ö. (2011). Çinko'nun Buğday Tanesine Tasınmasını Etkileyen Fizyolojik Mekanizmaların Araştırılması, Tübitak Projesi Sonuç Raporu, Proje No: 108T436.
- Öztürk, Y. & Tarakçıoğlu, C. (2016). Palaz ve Tombul fındık çeşitlerinde yaprakların besin maddesi içeriklerinin mevsimsel değişimi. *Akademik Ziraat Dergisi*, 5(2), 87-96.
- Öztürk, Y. (2014). Palaz ve Tombul çeşit fındık bitkisi yapraklarında bitki besin maddesi içeriklerinin mevsimsel değişiminin incelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Ordu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı, Ordu.
- Özyazıcı, M., Aydoğan, M., Bayraklı, B. & Dengiz, O. (2013). Doğu Karadeniz bölgesi kırmızı-sarı podzolik toprakların temel karakteristik özellikleri ve verimlilik durumu. *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*, 28(1), 24-32.
- Özyazıcı, MA., Dengiz, O., Aydoğan, M., Bayraklı, B., Kesim, E., Öztekin, URLA. & Ünal, E. (2016). Orta ve Doğu Karadeniz Bölgesi tarım topraklarının temel verimlilik düzeyleri ve alansal dağılımları. *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*, 31(1), 136-148.
- Padder, BA. (2015). Nutrient status and its impact on quality and yield of almonds. Sher-e-Kashmir University of Agricultural Sciences & Technology of Kashmir, Doctoral dissertation. *Faculty of Horticulture*, p:157.
- Pannico, A. (2014). Improving hazelnut quality at harvest and non-destructive assessment of post-harvest nut quality. Doctoral Dissertation, Università Degli Studi Di Napoli Federico II, Dipartimento Di Argaria, Maggio.
- Parker, MB. & Walker, ME. (1986). Soil pH and manganese effects on manganese nutrition of peanut. *Agronomy Journal*, 78, 614-620.

- Pedler, JF., Parker, DR. & Crowley, DE. (2000). Zinc deficiency-induced phytosiderophore release by the Triticaceae is not consistently expressed in solution culture. *Planta*, 211, 120-126.
- Perica, S., Brown, PH., Connell, JH., Nyomora, AM., Dordas, C., Hu, H. & Stangoulis, J. (2001). Foliar boron application improves flower fertility and fruit set of olive. *HortScience*, 36(4), 714-716.
- Potarzycki, J. & Grzebisz, W. (2009). Effect of zinc foliar application on grain yield of maize and its yielding components. *Plant, Soil and Environment*, 55(12):519–527.
- Prasad, AS. (2007). Zinc: mechanisms of host defense. *The Journal of nutrition*, 137(5), 1345-1349.
- Pratt, PF. (1965). Potassium methods of soil analysis. (Editor: C. A. Black) part-2. Agron. Series No:9: 1010-1022 Am. Soc. of Agron., Inc. Madison, Wisconsin, USA.
- Radicati, L. & Miaja, ML. (1995). Hazelnut Production in Piemonte (Italy). *Information Bulletin of the FAO Research Network on Nuts*, (3).
- Rafiullah, A. Tariq, M., Khan, F., Shah, AH., Fahad, S., Wahid, F., Ali, J., Adnan, M., Ahmad, M. & Irfan, M. (2020). Effect of micronutrients foliar supplementation on the production and eminence of plum. *Qual. Assur. Saf. Crop. Foods*, 12, 32–40.
- Rashid, SK. & Alhosin, M. (2019). The role of zinc deficiency in endothelial dysfunction. *European Journal of Cell Science*, 22-25.
- Rautaray, SK., Ghosh, BC. & Mittra, BN. (2003). Effect of fly ash, organic wastes and chemical fertilizers on yield, nutrient uptake, heavy metal content and residual fertility in a rice–mustard cropping sequence under acid lateritic soils. *Bioresource Technology*, 90(3), 275-283.
- Rehman, A., Farooq, M., Ozturk, L., Asif, M. & Siddique, KH. (2018). Zinc nutrition in wheat-based cropping systems. *Plant and Soil*, 422, 283-315.
- Reilly, C. (2008). The nutritional trace metals. John Wiley & Sons.
- Rengel, Z. (2015) Availability of Mn, Zn and Fe in the rhizosphere. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*, 15(2), 397–409.
- Richards, LA. (1954). Diagnosis and improvement of saline and alkali Soils. United States Department of Agriculture Handbook, 60.
- Roversi, A. & Ughini, V. (2004). Further investigations into the mineral uptake of hazelnut orchards. International VI. International Congress on Hazelnut, *Acta Horticulturae*, 686, 285-290.
- Ryugo, K. (1988). Fruit culture: Its science and art. John Wiley and Sons Inc.
- Saçlı, İH. (2015). Ordu İli fındık bahçelerinin bor beslenme durumunun saptanması. Yüksek Lisans Tezi, Ordu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı, Ordu.

- Schlichting, E. & Blume, H. P. (1966). *Bodenkundliches Praktikum; eine Einführung in pedologisches Arbeiten für Ökologen, insbesondere Land-und Forstwirte, und für Geowissenschaftler.*
- Sentis, X., Ferran, J., Tous, J. & Romero, A. (2004). Correlations between leaf mineral content and production and quality parameters, in an experimental orchard of 'negret' hazelnut (*Corylus avellana* L.). In VI International Congress on Hazelnut 686 (pp. 281-284).
- Serdar, Ü. Horuz, A. & Demir, T. (2005). The effects of b-zn fertilization on yield, cluster drop and nut traits hazelnut. *Journal of Biological Sciences*, 5(6), 786-789.
- Seyhan, F., Ozay, G., Saklar, S., Ertas, E., Satır, G. & Alasalvar, C. (2007). Chemical changes of three native Turkish hazelnut varieties (*Corylus avellana* L.) during fruit development. *Food Chemistry*, 105: 590-596.
- Sharma, PN., Bisht, SS. & Kumar, N. (1994). Effect of zinc deficiency on chlorophyll contents, photosynthesis and water relations of cauliflower plants. *Photosynthetica*, 30, 353-359.
- Sharma, BD., Arora, H., Kumar, R. & Nayyar. VK. (2004). Relationship between soil characteristics and total and DTPA-extractable micronutrients in Inceptisols of Punjab. *Communication in Soil Science and Plant Analysis*, 35, 799-818.
- Shedeed, SI., Nasef, MA. & Abo-Basha, DM. (2011). A comparative study on response of lettuce plants to different K-fertilizer sources through applying fertigation system. *Research Journal of Agriculture and Biological Sciences*, 7(1), 68-78.
- Shorrocks, V. (1997). The occurrence and correction of boron deficiency. *Plant Soil*, 193, 121-148.
- Sıray, E., Duyar, Ö., Özdemir, F. & Ertekin, F. (2012). Batı Karadeniz Bölgesinde Fındık Üreticiliğinde Eğitim ve Yayın Altyapı İhtiyacının Belirlenmesi. *GOÜ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 29(2), 9-18.
- Sillanpaa, M. (1982). Micronutrient and the nutrient status of soils. A Global Study FAO Soils Bulletin, No:48., FAO, Rome, Italy.
- Sillanpaa, M., (1990). Micronutrient assessment at the country level: An international study. In: FAO Soils Bulletin. N. 63. Rome, Italy.
- Silva, AP., Rosa, E. & Haneklaus, SH. (2003). Influence of foliar boron application on fruit set and yield of hazelnut. *Journal of Plant Nutrition*, 26 (3):561-569.
- Silvestri, C., Bacchetta, L., Bellincontro, A. & Cristofori, V. (2021). Advances in cultivar choice, hazelnut orchard management, and nut storage to enhance product quality and safety: an overview. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 101(1), 27-43.
- Snare, L. (2008). Hazelnut production. Primefacts. Profitable ve Sustainable Primary Industry, 765, 1-8.
- Sobutay, T. (2006). Fındık sektör araştırması. İstanbul Ticaret Odası Dış Ticaret Şubesi Uygulama Servisi.

- Soil Survey Staff. (1951). Soil survey manual. USDA Handbook 18. Washington (DC): Government Printing Office.
- Solar, A. & Stampar, F. (2011). Characterisation of selected hazelnut cultivars: phenology, growing and yielding capacity, market quality and nutraceutical value. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 91(7), 1205-1212.
- Sotomayor, C., Silva, H. & Castro, J. (2000). Effectiveness of boron and zinc foliar sprays on fruit setting of two Almond cultivars. *Acta Horticulturae*, 591, 129-132.
- Sotomayor, C., Silva, H. & Castro, J. (2002). Effectiveness of boron and zinc foliar sprays on fruit setting of two almond cultivars. *Acta Horticulturae*, 591, 22-30.
- Storey, JB. (2007) Zinc 411 437 Barker A.V. & Pilbeam D.J. *Handbook of plant nutrition* CRC Press New York.
- Sturikova, H., Krystofova, O., Huska, D. & Adam, V. (2018). Zinc, zinc nanoparticles and plants. *Journal of Hazardous Materials*, 349, 101-110.
- Su, X., Li, D., Xu, Z., Wang, H. & Yu, S. (2010). Effect of zinc fertilization dosages to yield and benefit of peanut fenghua. *Journal of Shanxi Agricultural, Farming Technology Service in Donghai Countyj, Jangsu, Donghai 222300, China.*
- Şahin, M. (2010). Borlu gübrelemenin fındık bitkisinin verim ve yaprakların bazı bitki besin maddesi içerikleri üzerine etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Ordu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı, Ordu.
- Şimşek, A. & Aslantaş, R. (1999). Fındığın bileşimi ve insan sağlığı açısından önemi. *Gıda*, 24(3), 209–216.
- Şimşek, A. & Aykut O. (2007). Evaluation of the microelement profile of Turkish hazelnut (*Corylus avellana* L.) varieties for human nutrition and health. *International Journal of Food Science and Nutrition*, 58,677–688.
- Tahir, FA., Ahamad, N., Rasheed, MK. & Danish, S. (2018). Effect of various application rate of zinc fertilizer with and without fruit waste biochar on the growth and Zn uptake in maize. *International Journal of Biosciences*, 13, 159–166.
- Tanaka, M., Takano, J., Chiba, Y., Lombardo, F., Ogasawara, Y., Onouchi, H. & Fujiwara, T. (2011). Boron-dependent degradation of NIP5; 1 mRNA for acclimation to excess boron conditions in Arabidopsis. *The Plant Cell*, 23(9), 3547-3559.
- Tanrıvermiş, S. (2019). Humik asit bor interaksiyonunun tombul fındık çeşidinde (*Corylus avellana* L.) verim ve bazı kalite parametrelerine etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı, Samsun.
- Tarakçıoğlu, C., Yalçın, SR., Bayrak, A., Küçük, M. & Karabacak, H. (2003). Ordu yöresinde yetiştirilen fındık bitkisinin (*Corylus avellana* L.) beslenme

- durumunun toprak ve yaprak analizleriyle belirlenmesi, *Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 9(1),13-22.
- Tarakçıoğlu, C., Taban, N., Aşkın, T. & Taban, S. (2008). Fındık bitkisine topraktan ve yapraktan uygulanan borun verim ile yaprakların bazı besin maddesi içerikleri üzerine etkisi. 2. Ulusal Bor Çalıştayı 17-18 Nisan 2008, Ankara, Bildiriler Kitabı s: 637-642.
- Tarakçıoğlu, C., & Bektaş, Z. (2019). Organik ve konvansiyonel tarım yapılan fındık bahçesinin toprak ve yaprak analizleriyle beslenme durumunun karşılaştırılması. *Ordu Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 9(2), 112-125.
- Taşdemir, G. (2006). Değişik azot ve çinko dozlarının buğday bitkisinde büyüme ve verim üzerine etkisi. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Toprak Anabilim Dalı, Doktora Tezi, Adana, 78s.
- Tous, J., Romero, A., Plana, J., Sentis, X. & Ferrán J. (2005). Effect of nitrogen, boron and iron fertilization on yield and nut quality of 'negret' hazelnut trees. *Acta Horticulturae*, 686, 277-280.
- Turan, M. & Horuz, A. (2012). Bitki Besleme. 3. Kısım: Bitki Beslemenin Temel Esasları. (Ed: Karaman, M.R.), Pelin Ofset Yayıncılık, 123-347, Ankara.
- Tüik, (2020). Türkiye istatistik kurumu verileri. www.tuik.gov.tr Bitkisel Üretim İstatistikleri Veritabanı. Erişim Tarihi: 17.07.2022
- Tüik, (2021). Türkiye istatistik kurumu verileri. www.tuik.gov.tr Bitkisel Üretim İstatistikleri Veritabanı. Erişim Tarihi: 17.02.2022
- Tüik, (2022). Türkiye istatistik kurumu verileri. www.tuik.gov.tr Bitkisel Üretim İstatistikleri Veritabanı. Erişim Tarihi: 01.02.2023
- Usenik, V. & Stampar, F. (2002). Effect of foliar application of zinc plus boron on sweetcherry fruit set and yield. *Acta Horticulturae*, 549, 245-249.
- Uygur, V. & Kaya, B. (2019). Kireçli anamateryal üzerinde oluşan topraklarda Çinko adsorpsiyonu ve toprak özellikleriyle ilişkileri. *Ziraat Fakültesi Dergisi*, 14(2), 156-165.
- Vitosh, ML., Warncke, DD. & Lucas, RE. (1994). Zinc determine of crop and soil. Michigan State University Extension.
- Wang, N., Zheng, T., Zhang, G., & Wang, P. (2016). A review on Fenton like processes for organic wastewater treatment. *Journal of Environmental Chemical Engineering*, 4(1), 762-787.
- Welch, RM., Webb, MJ. & Loneragan, JF. (1982). Zinc in membrane function and its role in phosphorus toxicity [Crops]. In Plant Nutrition 1982: Proceedings of the Ninth International Plant Nutrition Colloquium, Warwick University, England, August 22-27, 1982. Ed. A Scaife. pp. 710-715.
- Wenming, D., Zhijun, G., Jinzhou, D., Liying, Z. & Zuyi, T. (2001). Sorption characteristics of Zn(II) by calcareous soil-radiotracer study. *Applied Radiation and Isotopes* 54, 371-375.
- White, JG. & Zasoski, RJ. (1999). Haritalama soil micronutrients. *Field Crops Research*, 60, 11-26.

- Whitty, EB. & Chambliss, CG. (2005). Planting dates, rates and methods of agronomic crops. Fact Sheet SS-AGR150, EDIS. <http://edis.ifas.ufl.edu/SS-AGR150>
- Who, (2004). World Helath Organization. www.who.gov.tr. Erişim tarihi: 01.05.2022
- Who, (2009). World Helath Organization. www.who.gov.tr. Erişim tarihi: 30.08.2022
- Wolf, B. (1971). The determination of boron in soil extracts, plant materials, composts, manures, water and nutrient solutions. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 2(5), 363-374.
- Wu, C., Luo, Y. & Zhang, L. (2010). Variability of copper availability in paddy fields in relation to selected soil properties in southeast China. *Geoderma*, 156, 00–206.
- Yaman, İ. (2019). Çarşamba (Samsun) ilçesinde bakımlı ve bakımsız fındık bahçelerinde yetiştirilen çakıldak çeşidinin verim ve meyve özelliklerinin belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Ordu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Bölümü, Ordu.
- Yeşilyurt, (2019). Tarımbor (etidot-67) gübrelemesinin fındıkta verim ve randıman üzerine etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Ordu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı, Ordu.
- Yurtsever, N. (1984). Deneysel istatistik metotları. Tarım Orman ve Köy İşleri Bakanlığı, Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü Yayınları, Ankara.
- Zhang, QL. & Brown, PH. (1999). Distribution and transport of foliar applied zinc in pistachio. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 124, 433-436.
- Zhou, M. & Li, Y. (2001). Phosphorus- sorption characteristics of calcareous soils and limestone from the southern Everglades and adjacent farmlands. *Soil Science Society of America Journal*, 65(5), 1404-1412.

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler	
Adı Soyadı	Özlem ETE AYDEMİR
Doğum Yeri	
Doğum Tarihi	
Uyruğu	<input checked="" type="checkbox"/> T.C. <input type="checkbox"/> Diğer:
Telefon	
E-Posta Adresi	
Eğitim Bilgileri	
Lisans	
Üniversite	Yüzüncü Yıl Üniversitesi
Fakülte	Ziraat Fakültesi
Bölümü	Toprak Bilimi ve Bitki Besleme
Mezuniyet Yılı	23.06.2011
Yüksek Lisans	
Üniversite	Ordu Üniversitesi
Enstitü Adı	Fen Bilimleri Enstitüsü
Anabilim Dalı	Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı
Mezuniyet Tarihi	19.06.2015
Doktora	
Üniversite	Ordu Üniversitesi
Enstitü Adı	Fen Bilimleri Enstitüsü
Anabilim Dalı	Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı
Mezuniyet Tarihi	10.04.2023