



**GRANNY SMITH ELMA ÇEŞİDİNE YAPRAKTAN ÇİNKO (Zn)
UYGULAMALARININ MEYVE KALİTESİNE ETKİSİ**

ÖZGÜR ŞAHİN

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**TOPRAK BİLİMİ VE BİTKİ BESLEME ANA BİLİM DALI
Doç. Dr. Halil ERDEM**

Ağustos - 2018

Her hakkı saklıdır

**T.C.
TOKAT GAZİOSMANPAŞA ÜNİVERSİTESİ**

**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
TOPRAK BİLİMİ VE BİTKİ BESLEME ANA BİLİM DALI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**GRANNY SMITH ELMA ÇEŞİDİNE YAPRAKTAN ÇİNKO (Zn)
UYGULAMALARININ MEYVE KALİTESİNE ETKİSİ**

Özgür ŞAHİN

**TOKAT
Ağustos - 2018**

Her hakkı saklıdır

Özgür ŞAHİN tarafından hazırlanan “**Granny Smith Elma Çeşidine Yaprakdan Çinko (Zn) Uygulamalarının Meyve Kalitesine Etkisi**” adlı tez çalışmasının savunma sınavı 6 AĞUSTOS 2018 tarihinde yapılmış olup aşağıda verilen Jüri tarafından Oy Birliği ile Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü **TOPRAK BİLİMİ VE BİTKİ BESLEME ANA BİLİM DALI** 'nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

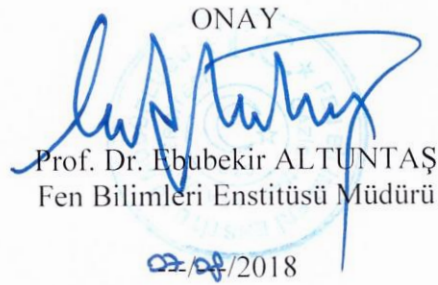
Jüri Üyeleri

Danışman
Doç. Dr. Halil ERDEM
Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi
Üye
Doç. Dr. Burhan ÖZTÜRK
Ordu Üniversitesi
Üye
Doç. Dr. Sezer ŞAHİN
Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi

İmza





ONAY

Prof. Dr. Ebubekir ALTUNTAŞ
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü
02/08/2018

TEZ BEYANI

Tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan 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.

Özgür ŞAHİN
6 Ağustos 2018

ÖZET

YÜKSEK LİSANS TEZİ

GRANNY SMITH ELMA ÇEŞİDİNE YAPRAKTAN ÇİNKO (Zn)

UYGULAMALARININ MEYVE KALİTESİNE ETKİSİ

ÖZGÜR ŞAHİN

TOKAT GAZİOSMANPAŞA ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

TOPRAK BİLİMİ VE BİTKİ BESLEME ANA BİLİM DALI

(TEZ DANIŞMANI: Doç. Dr. Halil ERDEM)

Çinko (Zn) bitkide protein sentezine doğrudan katılan ve 300'den fazla enzimin etkinliğinde doğrudan veya dolaylı olarak rol alan önemli bir mikro besin elementidir. Çinko noksanlığı altındaki bitkilerde hücre uzaması, hücre bölünmesi ve bölünen hücrelerin farklılaşması gibi olaylar olumsuz etkilenmektedir. Sonuç olarak da, bitkide büyüme durmakta ve buna bağlı olarak verim ve kalite azalmaktadır. Bu tez çalışması ile yarı bodur MM111 anacı üzerine aşılı Granny Smith (*Malus x domestica* Borkh.) elma çeşidinin verim ve kalitesi üzerine farklı zaman ve uygulama rejimine bağlı olarak yapraktan Zn uygulamalarının meyvenin fiziksel ve kimyasal özelliklerine etkisi araştırılmıştır. Tesadüf parselleri deneme desenine göre kurulan denemede %0.2 Zn ($ZnSO_4 \cdot 7H_2O$) dozunda ve her uygulama arasında 1 ay olacak şekilde tam çiçeklenmeden sonra bir (Zn1), iki (Zn2) ve üç kez (Zn3) yapraktan Zn uygulamaları yapılmıştır. Yapraktan Zn uygulamaları ile meyvelerin Zn konsantrasyonlarında istatistiksel açıdan önemli ($P < 0.05$) artışlar meydana gelmiştir. Yapraktan Zn uygulaması yapılmayan meyvelerin Zn konsantrasyonu 1.44 ppm iken, Zn3 uygulamasında Zn konsantrasyonu %155 düzeyinde bir artış göstererek 3.67 ppm'e çıkmıştır. Yapraktan Zn uygulaması ile meyve Zn konsantrasyon artışının yanında meyve veriminde de önemli artışlar meydana gelmiştir. Kontrol uygulamasına kıyasla Zn uygulamaları ile meyve veriminde yaklaşık %43.8 artış saptanmıştır. Meyvelerin toplam fenol ve toplam flavonoid içerikleri yapraktan Zn uygulamaları ile istatistiksel olarak önemli düzeyde azalmıştır. Sonuç olarak yapraktan Zn uygulamaları ile meyvelerin mineral beslenme düzeyi, verimi ve kalitesinde önemli artışların olduğu ortaya çıkmıştır.

2018, 38 Sayfa

ANAHTAR KELİMELER: Elma, Çinko, Yapraktan Gübreleme, Meyve Kalitesi

ABSTRACT

MASTER THESIS

EFFECTS OF FOLIAR ZINC (Zn) APPLICATIONS ON FRUIT QUALITY OF GRANNY SMITH APPLE CULTIVAR

ÖZGÜR ŞAHİN

TOKAT GAZIOSMANPASA UNIVERSITY
GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES

DEPARTMENT OF SOIL SCIENCE AND PLANT NUTRITION

SUPERVISOR: Assoc. Prof. Dr. Halil ERDEM

Zinc (Zn) is an important micronutrient element that directly participates in protein synthesis in plants and plays a direct or indirect role in the activity of more than 300 enzymes. In plants with zinc deficiency, events such as cell elongation, cell division and differentiation of dividing cells are adversely affected. As a result, the growth of the plant is stopped and the yield and quality are reduced accordingly. This thesis study investigated the effect of Zn applications on leaf of Granny Smith (*Malus x domestica* Borkh.) apples on semi-dwarf MM111 parents on the yield and quality of apple cultivars depending on different time and application regime on the physical and chemical properties of the fruit. According to experiments based on the design of coincidence parcels, one (Zn1), two (Zn2) and three times (Zn3) Zn applications on leaf were applied after full flowering at a dose of 0.2% Zn ($ZnSO_4 \cdot 7H_2O$) and one month between each application. It was found statistically significant ($P < 0.05$) increases in Zn concentrations of fruits by foliar Zn application. The Zn concentration of the foliar-free fruit was 1.44 ppm, whereas the Zn concentration increased by 155% to 3.67 ppm. It was seen that the Zn concentration of the foliar-free fruit was 1.44 ppm, whereas the Zn concentration increased by 155% to 3.67 ppm. In addition to the increase of fruit Zn concentration by foliar Zn application, significant increases in fruit yield also occurred. According to the control application, the increase of 43.8% in fruit yield occurred after Zn applications. The total phenol and total flavonoid contents of the fruits were statistically significantly decreased by application of Zn from the leaves. As a result, it has been found out that there is a significant increase in mineral nutrition level, yield and quality of fruits by means of Zn applications from the leaves.

2018, 38 Pages

KEYWORDS: Apple, Zinc, Foliar Fertilization, Fruit Quality

ÖNSÖZ

Bilimin ve bilgiye ulaşmanın öneminin giderek arttığı çağımızda, benim de bilime katkıda bulunmamda yardımcı olan, tezimin her aşamasında yardımlarını esirgemeyen bilgi ve tecrübeleri ile daima yol gösterici olan, bilgisini benimle her zaman paylaşan ve desteğini hiç esirgemeyen tez danışmanım saygıdeğer hocam Doç. Dr. Halil ERDEM' e teşekkürü borç bilirim.

Tez çalışmalarımın başlangıcından bitimine kadar çok yakın desteklerini ve yardımlarını gördüğüm Ordu Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü öğretim üyesi Doç.Dr. Burhan ÖZTÜRK hocama ve laborauvar çalışanlarına çok teşekkür ederim.

Tez çalışmamda bahçesinde uygulama yapmamı sağlayan dayım Ali ÜNAL'a teşekkür ederim.

Tez çalışması sırasında deneme parsellerindeki yardımlarından dolayı Ahmet ÇETİN ve Recai DEMİR arkadaşlarıma teşekkür ederim.

Tez çalışmalarım sırasında desteğini ve emeğini bir an olsun esirgemeyen her zaman yanımda olan, eşim Burcu DOĞANAY ŞAHİN'e, oğlum Kenan Efe ŞAHİN'e ve değerli aileme sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Özgür ŞAHİN

6 Ağustos 2018

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
ÖZET	i
ABSTRACT	ii
ÖNSÖZ	iii
İÇİNDEKİLER	iv
SİMGELER VE KISALTMALAR	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ	vii
ÇİZELGELER LİSTESİ	viii
1. GİRİŞ	1
2. KAYNAK ÖZETLERİ	5
2.1. Toprakta çinko	5
2.2. Bitkide çinko	6
2.2.1. Bitkilerde çinko alımı mekanizması	6
2.2.2. Bitkide çinkonun metabolik işlevleri ve çinko noksanlığı	8
2.2.3. Çinko eksikliğine karşı alınabilecek çözüm yolları	9
2.3. Elma	11
3. MATERYAL VE YÖNTEM	13
3.1. Materyal	13
3.1.1. Bitki materyali	13
3.1.2. Deneme alanı toprağının bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri	13
3.2. Yöntem	14
3.2.1. Denemenin kurulması ve yapraktan Zn uygulamaları	14
3.2.2. Meyve örneklerinde belirlenecek parametreler	15
4. BULGULAR VE TARTIŞMA	19
4.1. Yapraktan Zn uygulamalarının Meyve Çinko (Zn), Demir (Fe), Azot (N), Potasyum (K) ve Fosfor (P) konsantrasyonlarına Etkisi	19
4.2. Yapraktan Zn uygulamalarının Meyve Verimi, Meyve Ağırlığı, Meyvenin Fiziksel Özelliklerine (En, Boy ve Kalınlık) ve Meyvenin Renk Özelliklerine (L*, Kroma, Hue açısı) Etkisi	21
4.3. Yapraktan Zn Uygulamalarının Meyvede Suda Çözünebilir Kuru Madde	24

(SÇKM), pH, Titre Edilebilir Asitlik (TA), Nişasta İndeksi (Nİ), C Vitamini, Toplam Fenol, Toplam Flavonoid ve Antioksidan Aktivitesine Etkisi	
5. SONUÇ VE ÖNERİLER	29
6. KAYNAKLAR	32
7. ÖZGEÇMİŞ	38



SİMGELER VE KISALTMALAR

Simgeler	Açıklama
mg	miligram
%	yüzde
µg	mikrogram
M	mol
kg	kilogram
g	gram
mL	mililitre
ppm	milyonda bir kısım
<	Küçüktür
>	Büyüktür
µmol	Mikromol
ha	Hektar

Kısaltmalar	Açıklama
TEAC	Toplam antioksidan kapasitesi
TE	Trolox eşdeğer
QE	Kuersetin eşdeğer
GAE	Gallik asite eşdeğer
IKI	İyotlu potasyum iyodür
TA	Titre edilebilir asitlik
AVG	Aminoethoxyvinylglycine
ROS	Radikal oksijen türleri
NO ₃ ⁻	Nitrat
NH ₄ ⁺	Amonyum

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil

Sayfa

- Şekil 4.1. Gelişme dönemi süresince Granny Smith elmasına uygulanan çinkonun meyve verimi (a) ve meyvedeki Zn konsantrasyonuna (b) etkisi 22



ÇİZELGELER LİSTESİ

<u>Çizelge</u>	<u>Sayfa</u>
Çizelge 3.1. Deneme alanı toprağının bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri	13
Çizelge 3.2. Yapraktan Zn uygulama zamanları	14
Çizelge 4.1. Gelişme dönemi süresince Granny Smith elmasına uygulanan çinkonun meyvedeki mikro ve makro besin elementleri üzerine etkisi	19
Çizelge 4.2. Gelişme dönemi süresince Granny Smith elmasına uygulanan çinkonun verim, ortalama meyve ağırlığı ve fiziksel özellikler üzerine etkisi	21
Çizelge 4.3. Gelişme dönemi süresince Granny Smith elmasına uygulanan çinkonun meyve sertliği ve renk özellikleri üzerine etkisi	23
Çizelge 4.4. Gelişme dönemi süresince Granny Smith elmasına uygulanan çinkonun meyve eti sertliği, SÇKM, pH, tire edilebilir asitlik içeriği ve nişasta indeksi üzerine etkisi	25
Çizelge 4.5. Gelişme dönemi süresince Granny Smith elmasına uygulanan çinkonun C vitamini, toplam fenol, toplam flavonoid ve antioksidan aktivitesi üzerine etkisi	26

1. GİRİŞ

Hem Dünya hem de ülkemiz topraklarında yaygın olarak görülen mikro besin elementi noksanlıklarından biri de çinko (Zn)'dur. Genellikle toprak pH'sı ve kireç düzeyi yüksek kurak/yarı kurak bölgelerdeki tarım arazilerinin tahıl ekilen alanlarda Zn noksanlığı kendini göstermektedir. Yapılan çalışmalarda, dünyadaki tarım arazilerinin yaklaşık % 30'unda Zn eksikliği görüldüğü bildirilmiştir (Alloway, 2009). Yapılan bir çalışmada, Zn noksanlığının en yaygın olduğu bölgeler Akdeniz, Güney Doğu ve Doğu Asya ülkeleri ve Avustralya olduğu bildirilmiştir. Bu bölgeler içerisinde yer alan Hindistan'da 30 milyon, Bangladeş'te 8 milyon, Türkiye'de 14 milyon, Çin'de 20 milyon ve Avustralya'da en az 10 milyon hektar tarım arazisi toprağında şiddetli Zn noksanlığının olduğu bildirilmiştir (White ve Zasoski, 1999). Yapılan başka bir çalışmada ise Türkiye'nin farklı bölgelerine ait tarım arazisi topraklarında yapılan analiz sonuçlarına göre, bu toprakların yaklaşık % 50'sinde Zn noksanlığı olduğu bildirilmiştir (Eyüpoğlu ve ark., 1994).

Çinko noksanlığının en temel sebebi, toprakta bulunan toplam Zn'nun yetersizliğinden değil, bitkiye yarayışlı Zn konsantrasyonunun yetersizliğinden kaynaklandığı bildirilmiştir (Alloway, 2009). Güneydoğu Anadolu, İç Anadolu ve Çukurova bölgesi topraklarında, toplam ve bitkiye yarayışlı mikro element konsantrasyonlarını saptamak amacıyla bir çalışma yürütülmüştür. Elde edilen sonuçlara göre, toprakların toplam Zn konsantrasyonları yönünden çok zengin oldukları, buna karşılık bitkiye yarayışlı mikro element konsantrasyonunun önemli düzeyde düşük olduğu bildirilmiştir. Bu çalışmada bitkiye yarayışlı Zn konsantrasyonlarının yetersiz olmasının nedenleri olarak; toprak pH'nın, kireç içeriğinin, yüzde kil düzeyinin ve Al-Fe oksit ve hidroksitlerin yüksek, buna karşılık, toprak organik maddesi ve nem düzeyinin düşük olması gösterilmiştir (Karanlık ve ark., 1998). Benzer sonuçlar Çakmak ve ark. (1996) tarafından da bulunmuştur. Söz konusu çalışmada Konya ili tarım alanlarından toplanan toprak örneklerinde yapılan bitkiye yarayışlı Zn konsantrasyonu analiz sonuçlarına göre, örneklerin % 92'sinin bitkiler için kritik sınır değeri olan 0.5 mg kg^{-1} düzeyinden çok daha düşük olduğu ortaya çıkmıştır.

Toprakta bitkiye yararlı Zn konsantrasyonlarının çok düşük olması sonucu bitkilerde Zn noksanlığı ortaya çıkmakta, bu da üretimi fazla olan tarımsal ürünlerde verimde azalmalara neden olmaktadır. Tarla koşullarında gerçekleştirilen bir denemede Zn eksikliğinin neden olduğu verim kayıplarının makarnalık buğdayda % 75, ekmeklik buğdayda % 41, tritikalede % 26 ve çavdarda ise % 1 düzeylerinde olduğu bildirilmiştir (Çakmak ve ark., 1997). Orta Anadolu Bölgesi'nin farklı yörelerinde buğdayda yürütülen tarla denemelerinde, toprağa uygulanan Zn ile dane veriminde önemli artışların olduğu ve bu verim artışları düzeyinin %5 ile %550 arasında değiştiği (ortalama %43 verim artışı) bildirilmiştir (Çakmak ve ark., 1999).

Son yıllarda tarımsal alanda ortaya çıkan gelişmelere paralel olarak tarımsal üretimde kalite ve verim kriterleri de önem kazanmıştır. Yetiştirilen ürünlerin verim ve kalitesinin artırılmasında bitki besin elementlerinin önemli bir rolü bulunmaktadır. Elma, meyve türleri arasında ekonomik yönü yanında insan beslenmesindeki önemi ve yılın her mevsiminde soframızda taze olarak tüketilmesinden dolayı üretimde ilk sırada yer almaktadır. Bunun yanında içermiş olduğu zengin vitamin, mineral, protein ve diğer besinlerden dolayı insanların günlük beslenmelerinde tercih ettikleri en önemli meyve türüdür (Mordoğan ve Ergun, 2001).

Dünya genelinde çok geniş alanlarda yapılan elma yetiştiriciliği, son zamanlarda ülkemizde de elma üretim alanlarında büyük artış göstermiştir. Ülkemizdeki ekolojik şartların çok uygun olması sebebiyle yurdumuzun hemen hemen her bölgesinde elma yetiştiriciliği yapılabilmektedir (Özçağırın ve ark., 2004). BM Gıda ve Tarım Örgütü (FAO) verilerine göre 2016 yılında dünya 89.329.182,00 ton elma üretimi gerçekleştirmiştir. Dünya sıralamasında 44.447.793 ton ile birinci Çin Halk Cumhuriyeti, 4.649.323 ton ile ikinci ABD, 3.604.271 ton ile üçüncü Polonya ve 2.925.828 ton ile dördüncü Türkiye yer almaktadır. Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) verilerine göre, 1990 yılında 1.9 milyon ton olan elma üretimi 2017 yılında 3,03 milyon tona yükselmiştir. 2017 yılı Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) verilerine göre Karaman ilinde toplam 205.554 da alanda Golden Delicious, Amasya, Starking Delicious, Granny Smith ve diğer elma türlerinden 497.734 ton elma üretimi gerçekleşmiştir. 2017 yılı Türkiye'nin toplam elma üretiminin %16,42'si Karaman ilinden sağlanmış olup, elma

üretimi sıralamasında Karaman Türkiye ikincisi olmuştur. Üretimde ilk sırada 617375 ton (%20,36) elma üretimi ile Isparta, üçüncü sırada ise 327.847 ton (%10,81) elma üretimi ile Niğde ili yer almıştır. 2017 yılında ülkemizde toplam 1.753.572 da alanda 3.032.164 ton elma üretilmiştir (Anonim, 2018). Elma, yetiştirildiği birim alandan fazla ürün alınması, yetiştirilecek çeşit sayısının fazla olması, soğuk iklimlere karşı çok dayanıklı olması ve çok farklı şekillerde sanayide (meyve suyu, çikolata, şekerleme, kek vs.) değerlendirilebilmesi bakımından önemli bir meyvedir. Elma ayrıca, hasat zamanında tarımsal girdi bakımından önemli olan düşük iş gücü ihtiyacı nedeni ile de önemlidir (Özçağiran ve ark., 2004).

Farklı elma çeşitlerinin çinko noksanlığına karşı dayanıklılıkları birbirinden farklıdır. Elma ağaçlarında çinko eksiklik belirtileri; sürgün uçlarında boğum aralarının kısalması ile kendini gösterir, daha sonra yapraklar küçük kalır ve rozetleşmeye benzer görünümler ortaya çıkar, noksanlığın ileri aşamasında ise yaprak kenarından orta damara doğru sararmalar meydana gelir (Swietlik, 2001).

Son yıllarda üretimi yapılan elma çeşitleri arasında diğer elma çeşitlerine kıyasla daha yüksek fiyattan alıcı bulmasından dolayı Granny Smith elma çeşidinin yetiştirilmesine olan talep giderek artış göstermektedir (Dumanoglu ve ark., 2009). Granny Smith elma çeşidinin tam çiçeklenme ile hasat tarihi arasındaki süre 180-190 gün (Özongun ve ark. 2004) olup külleme ve ateş yanıklığı gibi hastalıklara karşı hassas bir çeşittir (Hampson ve Kemp, 2003).

İnorganik veya organik kökenli Zn kaynaklarının hem tarla hem de bahçe bitkilerine yapraktan püskürtme şeklinde uygulanması Zn noksanlığını gidermede bir yöntem olarak kullanılmaktadır. Yapılan birçok çalışmada yapraktan uygulanan Zn'nun sadece verimi arttırmadığı, aynı zamanda, tane/meyvedeki Zn konsantrasyonunu da arttırdığına dair birçok çalışma olduğu ve bu yöntemle dane/meyvede Zn konsantrasyonunun arttırmanın insan sağlığını da iyileştirmenin yanı sıra tarımsal açıdan da birçok fayda sağlayacağı bildirilmiştir. (Swietlik, 2001; Çakmak, 2008). Araştırma sonuçlarına göre, yapraktan püskürtülerek yapılan Zn gübrelenmesi, toprağa yapılan Zn gübrelenmelerine göre daha etkili ve hızlı olduğu bildirilmiştir. Bunun yanında, yapraktan Zn gübrelenmesi

ile bitki köklerinin topraktan Zn alımını engelleyen/sınırlayan bazı toprak özelliklerinin de (yüksek pH, yüksek kireç, Zn fiksasyonu, düşük nem, düşük organik madde, tuzluluk gibi) nne geçilmektedir (Takkar ve Walker, 1993).

Bu tez çalışması ile yarı bodur MM111 anacı üzerine aşılı Granny Smith (*Malus x domestica* Borkh.) elma çeşidinin verim ve kalitesi üzerine farklı zaman ve uygulama rejimine bağlı olarak yapraktan püskürtme şeklinde uygulanan Zn'nun etkisini belirlemek amaçlanmıştır.



2. KAYNAK ÖZETLERİ

2.1. Toprakta Çinko

Toprakların oluştuğu ana materyallere bağlı olarak, toprakların toplam çinko (Zn) konsantrasyonları arasında önemli farklılıkların olduğu bildirilmiştir. Yapılan çalışmalarda toplam Zn konsantrasyonları, mineral topraklarda ortalama $50 \mu\text{g Zn g}^{-1}$, organik topraklarda ise ortalama $66 \mu\text{g Zn g}^{-1}$ düzeyinde olduğu bildirilmiştir. Bu durum tarım topraklarının çoğunda ise toplam Zn en az $10 \mu\text{g Zn g}^{-1}$, en çok ise $300 \mu\text{g Zn g}^{-1}$ düzeylerinde değiştiği bildirilmiştir (Alloway, 2013).

Çinko içeren minerallerin % 90'dan fazlası güç çözünen bileşiklerdir (Barber 1995; Gordon ve ark., 2003). Topraklarda Zn, genellikle sfalerit (ZnS), simitsonit (ZnCO_3), ve hemimorfit [$\text{Zn}_4(\text{OH})_2\text{Si}_2\text{O}_7 \cdot \text{H}_2\text{O}$] minerallerinde yer alır (Lindsay 1991). Toprakta Zn a) suda çözünebilir, b) değişebilir ve adsorbe olmuş c) mineral ve çözünemez Zn bileşikleri şeklinde bulunmaktadır (Lindsay, 1979; Alloway, 2013).

Topraktaki Zn'nun yararlılığını belirleyen en önemli faktör, toprak pH'sıdır. Toprakta Zn, yüksek pH'da çok kolay bir şekilde katyon değişim yüzeylerinde adsorbe olmaktadır. Toprak tekstürü, kil tipi, toprağın nem içeriği, toprağın organik madde miktarı, bitkiler tarafından alınma gibi faktörler toprakta Zn düzeyini etkileyen faktörler arasına girmektedir. Toprakta bulunan toplam Zn'nun % 90'dan fazlası çözünemez ve bitki tarafından alınamaz formdadır. Topraklarda değişebilir Zn konsantrasyonu genellikle $0,1$ ile $2 \mu\text{g Zn g}^{-1}$ arasında değişmektedir. Toprak solüsyonundaki suda çözülebilir Zn konsantrasyonları 4×10^{-10} ile 4×10^{-6} M arasında değişmektedir (Marschner, 1995). Topraklarda çözülebilir Zn konsantrasyonunun % 50'den fazlası Zn^{+2} olduğu düşünülmekte ve Zn'nun bu fraksiyonu bitki tarafından alınan en önemli formudur (Zhang ve Young, 2006).

Topraklarda eksikliği en yaygın ve sık görülen mikro elementlerden biri de Zn'dur. Bu sorun, özellikle kurak/yarı kurak bölgelerin tahıl ekilen alanlarda çok sık bir şekilde ortaya çıkmaktadır. Dünya genelinde Zn noksanlığının en yoğun olarak görüldüğü bölgeler Güney Doğu ve Doğu Asya ülkeleri, Akdeniz ve Avustralya'dır. Yapılan bir çalışmada, Türkiye'de 14 milyon, Çin'de 20 milyon, Hindistan'da 30 milyon, Bangladeş'te 8 milyon Avustralya'da en az 10 milyon ha işlenebilir tarım arazisinde Zn noksanlığı olduğu bildirilmiştir (Çakmak, 2008, Alloway, 2013). Ayrıca, FAO

tarafından 25 farklı ülkede yapılan toprak analizlerine dayalı bir çalışma sonucunda, toprakların % 50'sinde Zn noksanlığının olduğu bildirilmiştir. Bu çalışma kapsamında Zn eksikliğinin en yoğun olarak ülkemiz topraklarında bulunduğu bildirilmektedir (Alloway, 2002).

Topraklarda Zn noksanlığı genel olarak, pH'sı yüksek kireçli/alkalin topraklarda organik madde ve toprak neminin düşük olduğu bölgelerde sıklıkla ortaya çıkmaktadır. Bu sayılan toprak faktörleri arasında Zn'nun bitkilerce alınabilirliğini en çok etkileyen özelliğin toprak pH'sı olduğu bildirilmiştir (Marschner, 2005; Alloway, 2013). Toprak pH'sının, 5.5 ile 7.0 arasında, her bir birim artışı ile bitkilerin topraktan Zn alımının 30 ila 40 kez azaldığı ve pH artışının, gelişen bitkiler için Zn noksanlığının ortaya çıkması açısından önemli bir risk oluşturduğu bildirilmektedir (Marschner, 2005). Toprak pH'sının artması ile bir yandan Zn'nun topraktaki kil minerallerine, metal oksitlere bağlanması artarken, diğer yandan bağlı olduğu yüzeylerden serbest kalmasında da azalmalar görüldüğü bildirilmiştir (Bruemmer ve ark., 1998; Barrow, 1993). Yapılan bir çalışmada, pH 5 olduğunda 10^{-4} M olan toprak çözeltisindeki Zn konsantrasyonunun, pH 8 olması durumunda 10^{-10} M düzeyine kadar düştüğü bildirilmiştir (Lindsay, 1991).

Toprakta Zn'nun bitki köklerine taşınımı difüzyon yoluyla gerçekleşmektedir. Toprak nemindeki azalmalar Zn'nun difüzyonunu olumsuz etkileyeceğinden, köklere Zn taşınımının da azalması beklenmektedir (Marschner, 2005). Bitkilerde Zn eksikliğinin ortaya çıkış nedenlerinden biri olarak en çok üzerinde durulan faktörlerden biri toprak nem içeriğidir. Toprakta nem düzeyi azaldıkça, bitkilerin topraktan Zn absorpsiyonunun ciddi bir şekilde düşme gösterdiği bilinmektedir (Marschner, 2005; Alloway, 2013).

2.2. Bitkide Çinko

2.2.1. Bitkilerde çinko alım mekanizması

Bitkiler genelde çinkoyu Zn^{+2} iyonu şeklinde alır. Toprakta adsorbe edilmiş $ZnCl^+$ ve $Zn(OH)^+$ kasyonlarının bitkiler tarafından ne ölçüde alındığı tam olarak bilinmemektedir. Yapılan çalışmalarda, toprak ya da besin çözeltisinde bulunan Zn-şelatlar, bitkiler tarafından şelat şeklinde değil, doğrudan Zn şeklinde alındığı bildirilmiştir (Halvorson ve Lindsay, 1977; Marschner, 2005).

Çinko alımı yönünden bitkiler arasında farklılıklar vardır. Aynı koşullarda yetiştirilen mısır bitkisi toprakta yarayışlı Zn'nun % 60'ını, domates bitkisi % 30 kadarını almaktadır. Bitki çeşidine bağılı olarak bitkilerdeki Zn'un %58 ile % 98'i suda çözünebilir şekildedir (Welch ve ark., 1976). Çinkonun pasif ya da aktif adsorpsiyon şeklinde alımı üzerinde tartışmalar devam etmektedir. Toprakta Zn'nun büyük bir bölümü adsorbe edilmiş şekilde bulunduğundan dolayı toprak çözeltilisindeki Zn konsantrasyonları genelde çok düşüktür. Bu nedenle kitle akımı ile Zn'un kök etki alanına taşınmasında çok azdır. Çinko köke daha çok difüzyon yoluyla ulaşmaktadır. Toprak çözeltilisinin yarayışlı Zn konsantrasyonu toprak pH'sı ile yakından ilişkili olup, toprak pH'sı arttıkça yarayışlı Zn konsantrasyonu önemli düzeyde azalmakta ve sonuç olarak bitkilerin Zn alımında önemli bir azalma meydana gelmektedir (Brueemmer ve ark., 1986).

Topraktan bitkilerin Zn alımını etkileyen en önemli etmenler: a) Bitkisel etmenler ve b) toprak etmenleri şeklinde ikiye ayrılmaktadır. Değişik bitki türleri arasında olduğu gibi genotipleri arasında da topraktan Zn alımı yönünden önemli farklılıklar bulunmaktadır (Çakmak ve ark., 1998). Çinko noksanlığı olan kireçli alkalın bir toprakta tahıl bitkileri genelde çinko alımlarına göre: çavdar > tritikale > arpa > ekmeçlik buğday > makarnalık buğday > yulaf şeklinde bir sıralanmaktadır (Graham ve Rengel, 1993; Marschner, 2005).

Bitkilerin topraktan Zn alımından bitki kök büyümesi ve kök yüzey genişliği de önemli bir etmendur. Kök değinim yüzeyi büyük olan bitkilerin topraktan Zn alımı genellikle değinim yüzeyi düşük olan bitkilere göre daha fazladır (Reid ve ark., 1996).

Rizosfer koşulları bitkilerdeki Zn alımındaki ayrımlılığın temel nedenlerindendir. Çinko alımı, rizosferde pH asit yöne doğru değıştikçe artarken alkalı yöne doğru değıştikçe azalır. Bitki ve toprak özelliklerine bağılı olarak rizosfer dışı toprağı göre rizosfer toprağında pH genelde iki birim daha ayrımlıdır. Bunun temel nedeni katyon:anyon alım oranının ayrımlı olması ve rizosfere bitki kökleri tarafından H^+ , HCO_3^- (ya da OH^-) yanında organik asitlerin salgılanmasıdır. Bitki kökleri tarafından salgılanan organik bileşikler üzerindeki yoğun mikrobiyal aktivite sonucu açığı çıkan CO_2 rizosfer pH'sının asit yöne doğru değışmesini dolaylı olarak sağılayan bir başka neden olarak değeriendirilebilir (Graham ve Rengel, 1993; Marschner, 1993).

Bitki köklerinin salgıladığı sitrik asit, amino asitler gibi organik asitler ile fenolik bileşiklerin etkisiyle rizosfer pH'sı hızla düşmektedir. Bu durum özellikle kireçli alkalın topraklarda Zn ile birlikte P, Fe, Mn gibi değişik mineral besin elementlerinin daha fazla çözünür duruma geçmesine ve bitki kökleri tarafından daha fazla alınmasına neden olmaktadır. Tahıl türlerinin kökleri tarafından salgılanan ve protein özelliğinde olmayan amino asitler, Römheld (1987) ve Takagi ve ark. (1988) tarafından *fitosiderofor* olarak isimlendirilmiştir. Anılan fitosiderofor Fe (III) ve Cy ile olduğu gibi Zn ile de kilyet oluşturmak suretiyle adı geçen besin elementlerinin bitkiler tarafından kolaylıkla alınmasına neden olmaktadır (Çakmak ve Marschner, 1988).

2.2.2. Bitkide çinkonun metabolik işlevleri ve çinko noksanlığı

Çinko bitkiler için önemli bir mikro besin elementi olduğundan noksanlığında bitkilerde birçok metabolik olay olumsuz yönde etkilenmektedir. Yapılan çalışmalarda Zn'nun bitkideki en önemli fonksiyonunun protein sentezine doğrudan katılan bir element olmasının yanında, bitkide 300'den fazla enzimin sentezinde doğrudan veya dolaylı olarak rol alan bir elementtir (Coleman, 1992; Çakmak, 2000; Alloway, 2013). Bitkilerin meristematik büyüme noktaları yüksek düzeyde Zn'ya gereksinim duymaktadır. Bu nedenle, Zn eksikliği gösteren bitkilerde hücreleri uzaması, bölünmesi ve bölünen hücrelerin farklılaşması gibi biyokimyasal süreçler olumsuz etkilenmektedir. Bunun sonucu olarak da bitkilerde şekil bozuklukları ortaya çıkmakta, bitkide büyüme ve gelişme olumsuz etkilenmektedir (Çakmak ve ark., 1989). Çinko noksanlığı altındaki bitkilerde fitohormonların, özellikle auxinin (IAA) düşük konsantrasyonlarda bulunmaktadır. Çinko noksanlığı koşullarında bitkilerde peroksidaz aktivitesi ve serbest oksijen radikalleri artmakta ve bunun bir sonucu olarak da bitki hücrelerinde oksidatif parçalanma meydana gelmektedir (Çakmak ve ark., 1995; Marschner, 2005).

Çinko noksanlık belirtisi olarak bitkilerde ilk önce boğumlar arası kısalmır ve yapraklar küçük kalır. Yaprakların küçülmesi ile birlikte bitkinin en genç yapraklarında damarlar arasında sararma (kloroz) görülür (Çakmak ve ark., 1996; Marschner, 2005).

Bitkilerde karbonik anhidraz, alkol dehidrogenaz, süperoksit dismutaz ve RNA polimeraz gibi Zn içeren çok sayıda enzim bulunmaktadır. Çinko noksanlığında karbohidrat metabolizmasında ortaya çıkan değişimler, büyümenin yavaşlamasından sorumlu değildir. Büyüme olayının Zn noksanlığında azalmasına neden olarak, protein

sentezinin sınırlanması ve fitohormon metabolizmasının bozulması olarak gösterilmiştir (Marschner, 1995).

Çinko noksanlığında bitkilerde, protein sentezi gerilemekte veya engellenmekte, ayrıca bitkilerde çözünür amino asit birikimi meydana gelmektedir. Çinkonun, biyolojik membranların bütünlüğünün sürdürmesinde de işlevleri bulunmakta, bu bağlamda biyolojik membranların lipid ve protein bileşenlerini oksidatif bozulmaya karşı korumaktadır (Marschner, 1995; Oktay ve ark., 1998). Çinko, toksik olan O₂ radikallerinin hem sentezini sınırlamakta hem de detoksifikasyonunu sağlamaktadır. Bu yönü ile Zn, hücrelerin yaşlanmasında ve tahribatında rolü bulunan toksik O₂ radikallerine karşı hücrenin en önemli koruyucu unsurlarından biri olarak görev yapmaktadır (Marschner ve Çakmak, 1989).

2.2.3. Çinko eksikliğine karşı alınabilecek çözüm yolları

Çinko noksanlığı altında bulunan bitkilerde, bu sorunun giderilmesinde iki seçenek mevcuttur. Bunlar, bitkilerin Zn ile gübrenmesi diğeri ise Zn eksikliğine dayanıklılık gösteren yeni genotiplerin seçimidir.

Bitkilerde ortaya çıkan Zn noksanlıklarını topraktan ve/veya yapraktan Zn gübrelemesi yapılarak giderilmektedir. Çinko gübre kaynakları; inorganik, sentetik şelatlar, doğal organik bileşikler ve inorganik bileşikler olmak üzere 4 gruba ayrılmaktadır. İnorganik çinko gübre kaynakları: ZnO, ZnCO₃, ZnSO₄, Zn(NO₃)₂ ve ZnCl₂'dür (Mortvedt ve Gilkes,1993; Wedekind ve ark., 1994). Bu inorganik Zn kaynakları arasında ZnSO₄ diğer kaynaklara göre bitkilerde Zn noksanlığını gidermede daha yaygın olarak kullanılmaktadır (Mortvedt, 1991; Martens ve Westermann, 1991). ZnSO₄ gübresinin Zn noksanlığını gidermede diğer kaynaklara göre çok daha yaygın kullanılmasının sebebi, bu gübre bileşiğinin suda çözünürlüğünün fazla, ucuz ve elde edilmesinin kolay olmasından kaynaklanmaktadır (Schulte ve Walsh, 1982; Mortvedt, 1991). ZnSO₄ gübresinden sonra Zn noksanlığını gidermede kullanılan diğer bir Zn gübresi ise ZnEDTA (Na₂Zn-ethylenediamine tetra-acetate)'dır. Çinko noksanlığını gidermede kullanılan organik kökenli Zn kaynağı ise ligno sulfonat, phenol ve polyflavonoid'lerdir. Bu Zn kompleksleri ucuzdur, ancak, ZnEDTA'ya göre Zn noksanlığını gidermede daha az etkilidir (Mortvedt, 1979; Schulte ve Walsh, 1982).

Tarla tarımı ya da sebze tarımı yapılan alanlarda, toprağa ya serpilerek ya da banda uygulama şeklinde 2.5 ile 25 kg Zn ha⁻¹ ZnSO₄ veya 0.3 ile 6 kg Zn ha⁻¹ Zn-Şelat şeklinde uygulamaların Zn noksanlığını gidermede yeterli olduğu bildirilmiştir. Burada kullanılan Zn miktarı; yetiştirilen ürünün cinsine, toprağın tipine, kullanılacak Zn kaynağına ve uygulama şekline göre değişiklik göstermektedir (Takar ve Walker, 1993).

İnorganik veya organik yapıda Zn gübrelere bitkilere yapraktan solüsyon şeklinde püskürtülerek de uygulanmaktadır. Bu şekilde yapılan uygulamalarda Zn noksanlığını gidermede bir diğer etkili yöntem olarak sıklıkla kullanılmaktadır. Yapılan birçok çalışmada yapraktan uygulanan Zn'nun sadece verimi arttırmadığı, aynı zamanda, tane/meyvedeki Zn konsantrasyonunu da arttırdığına dair birçok çalışma olduğu ve bu yöntemle dane/meyvede Zn konsantrasyonunun arttırmanın insan sağlığını da iyileştirmenin yanı sıra tarımsal açıdan da birçok fayda sağlayacağı bildirilmiştir (Swietlik, 2001; Çakmak, 2008). Araştırma sonuçlarına göre, yapraktan püskürtme şeklinde uygulanan Zn gübrelemesinin, toprağa yapılan Zn gübrelemelerine göre daha etkili ve hızlı olduğu bildirilmiştir. Bunun yanında, yapraktan Zn gübrelenmesi ile bitki köklerinin topraktan Zn alımını engelleyen/sınırlayan bazı toprak özelliklerinin de (yüksek pH, yüksek kireç, Zn fiksasyonu, düşük nem, düşük organik madde, tuzluluk gibi) önüne geçilmektedir (Takkar ve Walker, 1993). Martens ve Westermann (1991) tarafından yapılan bir çalışmada, dekara 50 ile 100 gram ZnSO₄ veya 20 g ZnEDTA formunda yapraktan Zn uygulamalarının Zn noksanlığını giderdiği bildirilmiştir. Schulte ve Walsch (1982), 187 litre suya ZnSO₄ olarak 700 g Zn veya ZnEDTA olarak 170 g Zn ilave edip bir hektar alandaki bitkilere yapraktan uygulaması ile Zn noksanlığının giderildiğini bildirmişlerdir. Yapraktan uygulama zamanlarının tane/meyvedeki Zn konsantrasyonu arttırmada etkili olabileceği literatürlerde tartışılmaktadır.

Yapılan çalışmalarda, yapraktan Zn uygulamalarının meyve ağaçlarında büyüme ve gelişmenin yanında meyve verimini de önemli düzeyde olumlu etkilediği ortaya çıkmıştır (Sahota ve Arora 1981). Yapraktan Zn uygulaması ile meyve verimi ve kalitesinin artmasının yanında, ayrıca meyvenin karbonhidrat düzeyi ve karbonhidrat enzimlerinin aktif hale gelmesine neden olmaktadır (Yogaratnam ve Greenham 1982). Meyvelerde meydana gelen hücrel aktivitenin artması ile beraber, meyvelerde depo maddeleri (karbonhidrat) birikmekte ve bu sayede ihtiyaç duyulan besin maddeleri

sağlanmaktadır (Eman ve ark., 2007). Armutta yapılan bir çalışmada, yapraktan Zn uygulaması ile meyve veriminin, meyve ağırlığının ve meyve çapının önemli düzeyde arttığı bildirilmiştir (Ramezani ve Shekafandeh, 2009). Peryea (2006) iki farklı zamanda Golden Delicious elma çeşidine yapraktan Zn uygulaması ile yapraktaki Zn konsantrasyonunda önemli artışların olduğu bildirilmiştir. Mango ağacına 3 farklı zamanda ve 3 farklı dozda (%0.25, %0.5 ve %1) yapraktan $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$ uygulaması yapılan bir çalışmada, yapraktan yapılan Zn dozu artışına paralel şekilde meyve kabuğu, meyve eti ve çekirdeğinin ve Zn konsantrasyonlarının kontrole göre arttığı bildirmiştir. Denemede kontrol uygulamasının meyve kabuğu, meyve eti ve çekirdek Zn konsantrasyonlarının sırasıyla 24, 31 ve 19 mg kg^{-1} olduğunu, bu değerlerin %0.25 $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$ uygulamasında 30, 41 ve 26 mg kg^{-1} 'a, %0,5 Zn uygulamasında 39, 50 ve 32 mg kg^{-1} 'a ve %1 $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$ uygulamasında ise bu değerlerin 41, 54 ve 34 mg kg^{-1} 'a düzeyine kadar arttığı bildirilmiştir (Bahadur ve ark.. 1998).

2.3. Elma

Ilıman iklim meyveleri arasında yer alan elma eskiden beri en fazla yetiştirilen meyve türüdür. Elma tadı ve kendine has aroması ile zevkle tüketilen yüksek besin içeriği, lezzetli bir meyvedir (Guinã ve ark., 2010). Dünya genelinde her yıl melezleme yoluyla çeşitli hastalık ve zararlılara karşı dayanıklı, uzun süre muhafazaya uygun, yüksek kaliteli elma çeşitleri elde edilmektedir. Dünya genelinde elmanın sekiz farklı anavatanı olduğu, bu bölgelerden ise Çin, Orta Asya ve Yakın Doğu elmanın en yoğun olduğu gen merkezi olarak gösterilmektedir (Crosby ve ark., 1990). Türkiye'de ise İç Anadolu ile Kuzey Anadolu arasında kalan geçit bölgede (Kocaeli, Kastamonu, Amasya, Tokat), Güney Anadolu ile İç Anadolu Bölgesi arasındaki geçit bölgede (Isparta, Burdur, Denizli), Marmara Bölgesinde (Bursa, Balıkesir ve Çanakkale), kurak iklime sahip olan İç Anadolu Bölgesinde (Karaman, Niğde, Nevşehir ve Konya) ve dere, ırmak, göl kenarlarında ve vadilerde özel iklim şartları altında, kültürel önlemlerin yardımı ile elma yetiştiriciliği yapılmaktadır (Özçağırın ve ark., 2004). Elma genellikle 30°-50° enlemleri arasında yetişmektedir. Türkiye'de Akdeniz ve Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nin sıcak ve kurak yerlerinde 800 metreden daha yüksek yerlerde, Ege Bölgesi'nde ise 500 m'den daha yüksek yerlerde yetişmektedir. Işık yoğunluğu elmada iyi renk oluşumunu sağlar. Elma ağacı düşük sıcaklıkların olduğu sert kışlara çok dayanıklı bir meyvedir. Kış dinlenmesi sırasında odun dokuları -35°C ile -40°C'a, çiçekler -2.2°C ile -2.3°C ve küçük meyveler ise -1.1°C ile -2.2°C'a kadar düşük

sıcaklıklara kadar dayanırlar (Özçağırın ve ark., 2004). Kış dinlenmesine en fazla ihtiyaç duyan meyve türlerinden biri de elmadır. Yapılan denemelerde elmaların soğuklama ihtiyacını karşılayabilmesi için $+7.2^{\circ}\text{C}$ 'nin altında çeşitlere bağlı olarak 2322-3648 saat, 0°C 'nin altında ise 1081-2094 saat soğuklamaya ihtiyacı olduğu belirlenmiştir (Öz ve Bulugay, 1982). Dünya üzerinde üretimi sürekli olarak artış gösteren elma, son zamanlarda ülkemizde de elma üretim alanlarında büyük artış göstererek çiftçilerin önemli tarımsal faaliyetlerinden biri haline gelmiştir (Özbek, 1978).



3. MATERYAL VE YÖNTEM

Deneme Karaman ili merkeze bağlı Akçaşehir kasabasında çiftçi arazisinde yürütülmüştür. Deneme alanında bulunan elma ağaçları dokuz yaşında olup, ağaçlar sıra arası 5,0 m, sıra üzeri 2,5 m olacak şekilde dikilmiştir.

3.1. Materyal

3.1.1. Bitki materyali

Denemede bitki materyali olarak MM111 anacı üzerine aşılı Granny Smith elma (*Malus x domestica* Borkh) çeşidi kullanılmıştır. Avustralya'da ıslah çalışmaları sonucu geliştirilmiş bir çeşittir. Ağacı zayıf-orta kuvvette olup, yarı dik-yayvan gelişim gösteren ve her yıl ürün veren bir çeşittir. Yeşil zemin üzeri hafif donuk sarı meyve rengine sahip olup meyve büyüklükleri orta iri veya iridir. Kendine özgü mayhoş bir tadı olup kalitesi iyi, meyvesi sert ve çok suludur. Genellikle eylülün son haftası hasat edilir. Golden Delicious ve Red Delicious en iyi tozlayıcıları arasındadır. Soğuk hava depolarında meyveleri uygun şartlarda dokuz ay saklanabilir (Özçağırın ve ark., 2004).

3.1.2. Deneme alanı toprağının bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri

Denemenin gerçekleştirildiği elma bahçesinin toprağı killi tınlı, organik maddesi az, kireç içeriği çok yüksek ve tuzsuz olup, bitkiye yarayışlı Zn konsantrasyonu ise yetersizdir (Çizelge 3.1).

Çizelge 3.1. Deneme alanı toprağının bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri

pH	8.20 (Alkali)	P ₂ O ₅ (kg da ⁻¹)	8.20 (Yetersiz)
Tuz (dS/m)	0.42 (Tuzsuz)	K ₂ O (kg da ⁻¹)	86 (Yeterli)
Organik M. (%)	2.08 (Orta)	Zn (mg kg ⁻¹)	0.64 (Yetersiz)
Kireç %	54.7 (Çok Kireçli)	Fe (mg kg ⁻¹)	4.11 (Yetersiz)
Tekstür	Killi Tın	Mn (mg kg ⁻¹)	4.65 (Yetersiz)

3.2. Yöntem

3.2.1. Denemenin kurulması ve yaprakdan çinko (Zn) uygulamaları

Deneme tesadüf parselleri deneme desenine göre 5 tekrarlamalı olarak 20 parselde yürütülmüştür. Bir ağaç bir tekerrür olarak kabul edilmiş ve dokuz yaşındaki Granny Smith elma ağaçları üzerinde çalışılmıştır. Temel gübreleme olarak her bir ağaca 300 g N, 150 g P₂O₅, 50 g K₂O ve 25 g FeSO₄.7H₂O uygulaması yapılmıştır. Gübre uygulamalarından N dozunun yarısı ve P, K ve Fe'in tamamı şubat ayında, azotun diğer yarısı ise meyveler ceviz büyüklüğünde iken verilmiştir.

Yapraktan çinko uygulaması ise % 0.2 dozunda ve ZnSO₄.7H₂O formunda yapılmıştır. Yaprak uygulamaları ağaçlar tam çiçeklenmeden sonra bir, iki ve üç kez olmak üzere her uygulama arasında bir ay olacak şekilde sırt pülverizatörü ile yapılmıştır (Çizelge 3.2). Yaprak uygulamaları için her ağaca 3 lt su içerisinde çözünmüş %0.2 ZnSO₄.7H₂O püskürtülmüştür. Uygulama çözeltilerine yayıcı yapıştırıcı (%0.01 Tween) ilavesi yapılmıştır. Yalnızca temel gübreleme yapılmış uygulama ise kontrol olarak değerlendirilmiştir.

Çizelge 3.2. Yapraktan Zn uygulama zamanları

Yaprak Dönemleri	Uygulama	Yapraktan 1 defa Zn Uygulaması	Yapraktan 2 defa Zn Uygulaması	Yapraktan 3 defa Zn Uygulaması
Tam çiçeklenmeden sonra		X	X	X
1. uygul. 30 gün sonra		Yok	X	X
2. uygul. 30 gün sonra		Yok	yok	X

Not: Yaprak uygulamaları tam çiçeklenme döneminden sonra ağaçlardaki yaprakların %75'i gelişimini tamamladıktan sonra yapılmıştır. Denemede kontrol olarak hiç Zn uygulaması yapılmayan 5 farklı ağaca ise yaprakdan su verilmiştir.

Deneme arazisinde, budama, sulama, ilaçlama ve yabancı ot mücadelesi gibi bahçe uygulamaları düzenli olarak yürütülmüştür. Hasat zamanı her bir ağaçtan meyve örneklerinin tamamı hasat edilmiştir.

3.2.2. Meyve örneklerinde belirlenecek parametreler

Meyve verimi (kg/ağaç)

Her bir ağaçtan hasat edilen meyvelerin toplam ağırlıkları alınarak ağaç başına verim belirlenmiştir.

Ortalama meyve ağırlığı (g)

Hasat edilen meyvelerin (15 farklı meyve) 0,01 g hassasiyete sahip dijital terazi ile meyve ağırlıkları belirlenerek ortalama meyve ağırlığı hesaplanmıştır.

Ortalama meyve eni ve boyu (mm)

Meyve eni, meyvenin ekvatorial kısmının en geniş ve en dar yerinin 0,01 mm hassasiyete sahip dijital kumpas (SPI Tronic 6", ABD) yardımıyla ölçülüp iki değer ortalamasının alınması ile belirlenmiştir. Meyve boyu ise meyvenin sap çukuru ile çiçek çukuru bölgesini ifade eden iki kutup noktası arasının kumpas yardımıyla ölçülmesi ile belirlenmiştir (Öztürk, 2012).

Meyve kabuk rengi

Meyvelerin renk ölçümü, bir renk ölçer (Minolta Co., model CR-400, Tokyo, Japonya) vasıtasıyla yapılmıştır (Song ve ark., 1997). Meyve kabuk rengi CIE L*, a* ve b* cinsinden belirlenmiştir. Cihazda ölçülen parametrelerden a* değeri, kırmızılık-yeşillik, b* değeri ise sarılık-mavilik olarak ifade edilmektedir. Kroma değeri $C^* = (a^{*2} + b^{*2})^{1/2}$, hue açısı değeri ise $h^\circ = \tan^{-1} b^*/a^*$ formülü ile hesaplanmıştır. Kroma değeri meyvedeki rengin doygunluğunu göstermektedir. Donuk renkli meyvelerde kroma değeri düşerken, canlı renklerde ise artmaktadır. Hue açısı bir renk dairesi olup, kırmızı-mor renkler 0°-360° arasında açı değerini almakta iken, sarı değeri 90° açı değeri, mavimsi yeşil renkler ise 180°-270° arasında açı değerini almaktadır (McGuire, 1992).

Meyve eti sertliği (N)

Meyve eti sertliği, meyvenin ekvatorial bölgesi üzerindeki üç değişik yerinde kabuk kesilmiş ve penetrometrenin (FT-327 MoCormick Fruit Tech., Yakima, ABD) 11,1 mm'lik ucu yardımı ile ölçüm yapılmıştır. Ölçülen değerler Newton'a (N) çevrilmiştir (Öztürk, 2012).

Suda çözünebilir kuru madde miktarı (%)

Suda çözünebilir kuru madde miktarı (SÇKM), elektrikli meyve sıkacağında sıkılmasından elde edilen yeterli meyve suyu örneklerinin dijital refraktometreye (PAL-1, Atago McCormick Fruit Tech., Yakima, Wash., ABD) damlatılması ile belirlenmiştir (Öztürk, 2012).

pH

pH değeri, SÇKM'si ölçülen örneklerden yeterince meyve suyu alınarak, masa tipi pH metre (HI9321, Hanna, ABD) ile ölçülmesi ile tespit edilmiştir (Öztürk, 2012).

Titre edilebilir asitlik (g 100 g⁻¹)

Titre edilebilir asitlik (TA) miktarı, elmalar meyve sıkacağı ile sıkılmış ve elde edilen meyve suyundan 10'ar mL alınıp, üzerine 10 mL saf su ilave edilmiştir. Daha sonra çözelti pH'sı 8,1 düzeyine ulaşana kadar titrasyon cihazı ile damla damla 0,1 N sodyum hidroksit (NaOH) ilavesi yapılmıştır. pH 8.1 düzeyine ulaşıldığında harcanan NaOH miktarı esas alınarak aşağıdaki formül yardımı ile TA hesaplanmıştır (Öztürk, 2012).

$$A = \left[\frac{SxNx E}{B} \times 100 \right]$$

A: asit miktarı (g malik asit 100 g⁻¹)

S: harcanan NaOH miktarı (mL)

N: harcanan NaOH normalitesi

E: ilgili asitin equivalent değeri (malik asit için 0,067 g alınmaktadır)

B: alınan örnek miktarı (mL)

Nişasta indeksi

Meyve eti sertliği analizinde kullanılan örnekler iki eşit kısma bölünmüş ve sap kısmı tarafta kalan parçadan, yaklaşık 1 cm genişliğinde bir dairesel dilim alınmıştır. Alınan bu dairesel dilim üzerine % 0,5'lik iyotlu potasyum iyodür (IKI) çözeltisi örnekler tamamen ıslanmaya kadar püskürtülmüştür. Yaklaşık 15 dakika sonra nişasta içeren bölgelerde meydana gelen koyu mavi renk değişimler aşağıdaki skala kullanılarak nişasta indeksi belirlenmiştir (Blanpied ve Silsby, 1992).

1–8 skala aralığı:

1= % 100 nişasta;

8= % 0 nişasta

Biyoaktif analizler için meyve et ve kabuk örneklerinin alınması

Hasat edilen meyveler (10 meyve) laboratuvara transfer edilmiş ve dış yüzeyleri temiz bir bez ile temizlenerek, saf sudan geçirilmiştir. Her bir meyveden kesilen bir dilim, toplamda 10 dilim elektrikli karıştırıcı ile homojenize edilmiş ve yeteri kadar meyve eti 50 mL'lik falkon tüpler içerisinde, analiz yapılncaya kadar -20 °C'de muhafaza edilmiştir (Bakhshi ve Arakawa 2006).

C vitamini

C vitamini tayininde Reflectoquant plus 10 marka cihaz (Merck RQflex plus 10, Türkiye) kullanılmıştır. SÇKM ölçümü için elde edilecek meyve suyu, oksalik asitle 10 kat seyreltildikten sonra (5 g meyve suyu örneği, 50 ml oksalik asit), askorbik asit test kiti 2 sn süre ile seyreltilmiş çözeltiliye daldırılıp, 8 sn dışarıda okside olması beklenmiş ve sonra 5 s kala Reflectoquant cihazının test adaptörü içerisine yerleştirilmiştir. Daha sonra cihazda okunan değer kaydedilmiş ve mg 100 g⁻¹ olarak ifade edilmiştir (Öztürk ve ark., 2017).

Toplam fenolik bileşiklerin belirlenmesi (µg GAE g⁻¹ taze meyve eti)

Toplam fenolik miktarı Folin-Ciocalteu's kimyasalı kullanılarak belirlenmiştir. Bu amaçla, homojenize edilen meyve eti püreleri 70:29.5:0.5 oranlarında hazırlanan aseton, su ve asetik asit çözeltisi kullanılarak bir saat boyunca tüpler içerisinde ekstraksiyon işlemine tabi tutulmuştur. Daha sonra ekstraksiyonun üzerine Folin-Ciocalteu's kimyasalı ile saf su karıştırılarak 8 dakika bekletilmiş ve sonrasında üzerine % 7'lik sodyum karbonat ilave edilmiştir. İki saat inkübasyondan sonra mavimsi bir renk alan çözelti spektrofotometrede cihazında (Model T60U, PG Instruments, ABD) 750 nm dalga boyunda okunmuştur. Elde edilen sonuçlar gallik asit cinsinden, µg gallik asite eşdeğer (GAE) g⁻¹ taze meyve eti olarak hesaplanmıştır (Singleton ve Rossi, 1965)

Toplam antioksidan kapasitesinin belirlenmesi (µmol TE g⁻¹)

Toplam antioksidan kapasitesi (TEAC) analizi için, 7 nm ABTS⁺ 2,45 mM potasyum bisülfat ile karıştırılarak, karanlık ortamda 12-16 saat bekletilmiştir. Daha sonra bu solüsyon, 20 mM sodyum asetat (pH 4,5) çözeltisi ile spektrofotometrede 734 nm dalga

boyunda $0,700 \pm 0,01$ absorbans olacak şekilde sadeleştirilip, 30 μL ekstrakt 2,97 mL hazırlanan çözelti ile karıştırılarak, absorbans 10 dakika sonra spektrofotometrede 734 nm dalga boyunda ölçülmüştür. Elde edilen absorbans değerleri, Trolox (10–100 $\mu\text{mol g}^{-1}$) standart eğim çizelgesi ile hesaplanarak, $\mu\text{mol trolox eşdeğeri (TE) g}^{-1}$ taze meyve eti olarak ifade edilmiştir (Bakhshi ve Arakawa 2006).

Toplam flavonoid

Zhishen ve ark. (1999)'nın çalışmasında ifade ettiği gibi belirlenmiştir. Uygun bir şekilde sulandırılmış 1 mL ekstrakt saf su ile 5 mL'ye tamamlanmış ve 0,3 mL % 5'lik NaNO_2 eklenmiştir. 5 dakika sonra, % 10'luk AlCl_3 karışıma eklenmiş ve 6 dakika beklenmiştir. Daha sonra 1 M NaOH eklenip toplam hacim saf su ile 10 mL'ye tamamlanmıştır. Absorbans değerleri, 510 nm'de okunmuştur. Toplam flavonoid içeriği kuersetin'e eşdeğer (QE), mg kuersetin/g taze ağırlık olarak ifade edilmiştir.

Meyve örneklerinde mineral element analizleri

Meyve örnekleri asitli su (%0,01'lik HCl) ve saf su ile yıkayıp bıçak ile küçük parçalara dilimlenip etüvde 70 °C'de kurutulmuştur. Kurutulan örnekler el mikseri ile öğütülmüş ve bu örnekler mikrodalga cihazında yağ yakma yöntemine (Kacar ve İnal, 2008) göre yakılıp, elde edilen süzüklerde P, K, Fe ve Zn, okuması ICP-OES (Varia Vista) cihazında yapılmıştır. Azot ise Kjeldahl destilasyon yöntemine göre yapılmıştır (Bremner, 1965).

İstatistiksel Analizler

Araştırma sonucunda elde edilen veriler tesadüf parselleri deneme desenine göre varyans analizine tabi tutularak ortalamalar arasındaki farklılıklar Duncan çoklu karşılaştırma testiyle belirlenmiştir. İstatistiksel analizlerde SPSS 21.0 paket programı kullanılmıştır.

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

4.1. Yapraktan Zn uygulamalarının Meyve Çinko (Zn), Demir (Fe), Azot (N), Potasyum (K) ve Fosfor (P) konsantrasyonlarına Etkisi

Çizelge 4.1’de yapraktan farklı zaman ve sayıda Zn uygulaması ile Granny Smith elma çeşidinin meyvesindeki Zn, Fe, N, K ve P konsantrasyonlarına olan etkisi verilmiştir. Farklı zaman ve sayıda yapraktan Zn uygulaması ile Granny Smith elma çeşidinin meyvesindeki Zn konsantrasyonlarında istatistiksel açıdan önemli ($P<0.05$) artışlar meydana gelmiştir. Kontrol uygulamalarının (yapraktan Zn uygulaması yapılmayan) meyvesindeki Zn konsantrasyonu 1.44 ppm iken, Zn-1, Zn-2 ve Zn-3 uygulamalarında, sırasıyla 1.61 ppm, 2.29 ve 3.67 ppm olarak tespit edilmiştir. Uygulama sayısı arttıkça, Zn konsantrasyonunun arttığı gözlemlenmiştir.

Çizelge 4.1. Gelişme dönemi süresince Granny Smith elmasına uygulanan çinkonun meyvedeki mikro ve makro besin elementleri üzerine etkisi

Uygulama	Mikro elementler		Makro elementler		
	Zn (ppm)	Fe (ppm)	N (%)	K (%)	P (ppm)
Kontrol	1.44 ^a	3.64 ^{bc}	0.13 ^a	0.55 ^a	357.0 ^a
Zn-1	1.61 ^a	2.79 ^a	0.19 ^b	0.65 ^b	391.4 ^{ab}
Zn-2	2.29 ^b	3.27 ^{ab}	0.20 ^b	0.65 ^b	410.3 ^b
Zn-3	3.67 ^c	3.83 ^c	0.22 ^b	0.66 ^b	445.9 ^c

Zn: Çinko. Fe: Demir. N: Azot. K: Potasyum. P: Fosfor

Erdem ve Öztürk (2012) üç farklı armut çeşidine (Akça, Santa Maria ve Deveci) yapraktan farklı zamanlarda (tam çiçeklenmeden 1 ve 2 ay sonra) Zn uygulaması (% 0.3’lük $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$) yaparak bir deneme gerçekleştirmişlerdir. Araştırmacılar yapraktan Zn uygulaması ile denemede kullandıkları her üç armut çeşidinin de meyve Zn konsantrasyonlarında istatistiksel olarak önemli artışların olduğunu bildirmişlerdir. Çinko uygulaması yapılmayan koşullarda meyve Zn konsantrasyonlarının, Akça, Santa Maria, Deveci ve çeşitlerinde sırası ile 8,25, 5,37 ve 15,25 ppm iken bu değerlerin yapraktan Zn uygulaması yapıldığında sırası ile 24,74, 16,50 ve 22,94 ppm’e çıktığını bildirmişlerdir. Bahadur ve ark., (1998) Mango ağacına topraktan (0.5 kg/ağaç, 1 kg/ağaç, 2 kg/ağaç $ZnSO_4$) ve yapraktan (%0.25, %0.5 ve %1 $ZnSO_4$) Zn uygulaması yaparak bir deneme gerçekleştirmişlerdir. Araştırmacılar topraktan Zn uygulamasına göre yapraktan yapılan uygulama ile meyvedeki Zn konsantrasyonlarının daha fazla arttığını bildirmişlerdir. Örneğin; meyve pulpunun kontrol uygulamasında 30.8 ppm olan Zn konsantrasyonu yapraktan %0.25, 0.5 ve 1 dozu uygulamalarında bu değerlerin sırası ile

41.33, 50.0 ve 54.16 ppm'e kadar çıktığını bildirmişlerdir. Elde ettiğimiz benzer sonuçlara paralel şekilde elma ağaçlarına yapraktan Zn uygulaması ile meyve Zn konsantrasyonunun önemli düzeyde arttığı bildirilmiştir (Rasouli Sadaghiani ve ark., 2002; Amiri ve ark., 2008; Zhang ve ark., 2013; Aglar ve ark., 2016).

Farklı zaman ve sayıda yapraktan Zn uygulaması ile Granny Smith elma çeşidinin meyvesindeki Fe, N, K ve P konsantrasyonlarında istatistiksel açıdan önemli ($P < 0.05$) artışlar meydana gelmiştir (Çizelge 4.1). Kontrol uygulaması koşullarında 3.64 ppm olan meyve Fe konsantrasyonu Zn1 ve Zn2 uygulamasında azalmış, Zn3 uygulamasında ise 3.83 ppm'e çıkmıştır. Meyve N konsantrasyonları kontrol uygulamasında %0.13 iken bu değer Zn-1, Zn-2 ve Zn-3 uygulamasında da istatistiksel olarak önemli düzeyde artmış ve sıra ile %0.19, %0.20 ve %0.22 düzeylerine ulaşmıştır. Yapılan çalışmalarda bitkilerde N ile Zn arasında sinergistik bir etkinin olduğu, bitkilerin Zn ile beslenme düzeyi arttıkça bitkileri N kullanım etkinliğinin de arttığı bildirilmiştir (Marschner, 2005). Çinko eksikliğinde bitkide sentezlenen protein düzeyinde azalmalar olmaktadır. Bitkide NO_3^- ve NH_4^+ şeklinde alınan N, bitki içinde indirgenerek aminli bileşiklere, aminli bileşikler amino asitlere ve amino asitlerde proteinlere dönüşür (Marschner, 1995). Bu dönüşümde Zn önemli rol almaktadır. Örneğin Kutman ve ark. (2010) tarafından yürütülen bir çalışmada, bitki için yeterli Zn sağlandığı zaman tanenin Zn ve N konsantrasyonları arasında önemli ve pozitif bir korelasyon olduğu saptanmıştır. Elde ettiğimiz sonuçlar yukarıda verilen literatür bilgilerini destekler niteliktedir. Azot konsantrasyonunda olduğu gibi meyvedeki Zn konsantrasyonu arttıkça meyvenin K ve P konsantrasyonlarının da arttığı ortaya çıkmıştır. Kontrol koşullarında %0.55 olan meyve K konsantrasyonu Zn-3 uygulamasında %0.66'ya, 357 ppm olan kontrol uygulamasının P konsantrasyonu ise Zn-3 uygulamasında 445.9 ppm'e çıkmıştır. Elde ettiğimiz sonuçlara benzer şekilde Amiri ve ark., (2008)'nin yapmış oldukları çalışmada ortaya çıkmıştır. Araştırmacılar yapraktan Zn uygulaması ($8 \text{ g L}^{-1} \text{ ZnSO}_4$) ile elma meyvesindeki N konsantrasyonunun 420 ppm'den 441 pmm'e, K konsantrasyonu 1320 ppm'den 1386 ppm'e, P konsantrasyonu ise 105 ppm'den 110 ppm'e çıktığını bildirmişlerdir. Üç farklı armut çeşidine (Akça, Santa Maria ve Deveci) yapraktan farklı zamanlarda (tam çiçeklenmeden 1 ve 2 ay sonra) Zn uygulaması (%0.3'lük $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$) yapılarak gerçekleştirilen bir denemede, meyve N ve K konsantrasyonlarında artış ve azalışa, P konsantrasyonlarında ise azalışa neden olduğu ortaya çıkmıştır (Erdem ve Öztürk, 2012).

4.2. Yapraktan Zn uygulamalarının Meyve Verimi, Meyve Ağırlığı, Meyvenin Fiziksel Özelliklerine (En, Boy ve Kalınlık) ve Meyvenin Renk Özelliklerine (L*, Kroma, Hue açısı) Etkisi

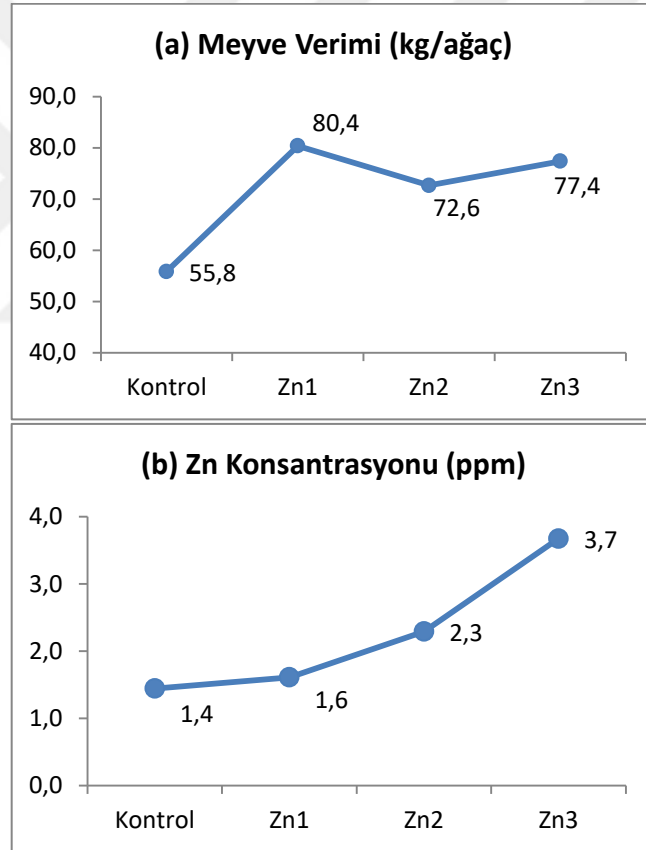
Çizelge 4.2’de yapraktan farklı zaman ve sayıda Zn uygulaması ile Granny Smith elma çeşidinin meyve verimi, meyve ağırlığı ve meyvenin fiziksel özelliklerine (en, boy ve kalınlık) olan etkisi verilmiştir. Kontrol uygulaması ile karşılaştırıldığında, Zn uygulamaları ile Granny Smith elma çeşidinin ağaç başına düşen meyve veriminde istatistiksel olarak önemli ($P<0.05$) artışlar meydana gelmiştir. Fakat, ortalama meyve ağırlığındaki değişim önemsiz bulunmuştur. Yapraktan Zn uygulaması ile meyvede ortaya çıkan Zn konsantrasyonundaki artışa (Çizelge 4.1, Şekil 4.1) paralel olarak ağaç başına düşen meyve verimi de Zn uygulaması ile artmıştır (Çizelge 4.1, Şekil 4.1). Kontrol koşullarında 55.84 kg/ağaç olan meyve verimi Zn-1, Zn-2 ve Zn-3 koşullarında sıra ile 80.35, 72.64 ve 77.35 kg/ağaç düzeyine çıkmıştır. Ortalama meyve ağırlığı ise Zn-1 ve Zn-2 uygulamalarında artmış, Zn3 uygulamasında ise azalmıştır. Meyvenin fiziksel özelliklerinden olan meyve eni Zn-1 uygulamasında artmış, Zn-2 ve Zn-3 uygulamasında ise azalmış, boy ise Zn uygulamalarının tümünde azalmış, meyve kalınlığı ise Zn uygulamaları artışına paralel şekilde artmıştır. Örneğin kontrol koşullarında 63.93 mm olan meyve kalınlığı Zn-1 uygulamasında 72.07 mm, Zn-2 uygulamasında 72.94 mm ve Zn-3 uygulamasında ise 72.78 mm’ye çıkmıştır (Çizelge 4.2).

Çizelge 4.2. Gelişme dönemi süresince Granny Smith elmasına uygulanan çinkonun verim, ortalama meyve ağırlığı ve fiziksel özellikler üzerine etkisi

Uygulama	Verim (kg)	Ortalama meyve ağırlığı (g)	Meyvenin fiziksel özellikleri (mm)		
			En	Boy	Kalınlık
Kontrol	55.84a	154.47a	72.78ab	69.04c	63.93a
Zn-1	80.35b	171.52a	75.58b	65.30b	72.07b
Zn-2	72.64ab	159.42a	69.89a	61.61a	72.94b
Zn-3	77.35b	152.96a	69.73a	61.70a	72.78b

Yapraktan Zn uygulamalarının meyve ağaçlarında gelişme ve büyümeyi direkt etkileyerek ortalama meyve ağırlığı ve meyve çapının önemli düzeyde arttırdığı

bildirilmiştir (Sahota ve Arora 1981). Yogeratnam ve Greenham (1982), meyve kalitesinin ve veriminin Zn uygulaması ile artışının nedenini karbonhidratların ve karbonhidrat enzimlerinin aktif hale geçmesi ve taşınması ile ilişkili olduğunu bildirmişlerdir. Çinko uygulamaları ile meyvelerde hücrel aktivitenin artmasına paralel olarak, meyvelerde karbonhidrat gibi depo maddeleri birikmekte ve ihtiyaç olan besin maddeleri sağlanmaktadır. Dolayısıyla meyve büyüklüğü ve meyve ağırlığı çinko uygulaması ile artırılmaktadır (Eman ve ark., 2007). Çalışmada, meyve kalınlığının azalmasını, çinkonun meyveyi boyuna gelişmeye teşvik etmiş olabileceği nedenine bağlayabiliriz. Armutta yapılan bir çalışmada, yapraktan çinko uygulaması ile armut veriminin, meyve ağırlığının ve meyve çapının arttığı bildirilmiştir (Ramezani ve Shekafandeh, 2009).



Şekil 4.1. Gelişme dönemi süresince Granny Smith elmasına uygulanan çinkonun meyve verimi (a) ve meyvedeki Zn konsantrasyonuna (b) etkisi.

Amiri ve ark., (2008)'nın yapraktan Zn uygulaması ($8 \text{ g L}^{-1} \text{ ZnSO}_4$) ile ağaç başına düşen meyve veriminin ve ortalama meyve ağırlığının arttığını bildirmişlerdir. Araştırmacılar ağaç başına düşen meyve veriminin kontrol uygulaması koşullarında 35 kg iken, bu değer yapraktan Zn uygulaması ile 41 kg'a çıktığını, ortalama meyve

veriminin ise 175 g'dan 178 g'a çıktığını bildirmişlerdir. Ağlar ve ark., (2016) elma ağaçlarına yapraktan Zn (%0.3 ZnSO₄), AVG (aminoethoxyvinylglycine; 250 mg L⁻¹) ve AVG+Zn uygulamalarının yapıldığı bir deneme gerçekleştirmişlerdir. Araştırmacıların meyveleri üç farklı zamanda hasat ettikleri çalışmada, kontrol uygulamasına göre meyve verimlerinin tüm hasat zamanlarında da yapraktan Zn uygulaması ile istatistiksel olarak önemli düzeyde arttığını bildirmişlerdir. Örneğin ilk hasat zamanında kontrol uygulamasının 165.98 g olan ortalama meyve verimi, % 0.3 Zn uygulamasında 188.14 g'a çıktığını, yapraktan AVG ve AVG+Zn uygulamalarında ise ortalama meyve ağırlıklarının kontrol koşullarına göre azaldığını bildirmişlerdir. Araştırmacılar, AVG uygulamaları ile olgunluğun geçiktirilmiş olabileceğini ve buna bağlı olarak meyve ağırlığında azalışın meydana gelebileceğini rapor etmişlerdir.

Meyvelerde en önemli olgunluk ve kalite parametrelerinden biri de meyve eti sertliği ve meyve kabuk rengidir (Kawamura, 2000). Meyvede olgunlaşma arttıkça meyve eti sertliği azalmaya başlamaktadır. Yapılan çalışmalarda meyve ağaçlarına verilen besin elementleri meyve eti sertliğini azaltabilmektedir. Araştırmacılar bu durumu verilen besin elementinin hücrel aktiviteyi artırarak, et dokusunun yumuşak kalmasını sağlaması ile açıklamaktadır. Çizelge 4.3 de yapraktan farklı zaman ve sayıda Zn uygulaması ile Granny Smith elma çeşidinin meyve sertliği ve renk özellikleri üzerine olan etkileri verilmiştir. Farklı zaman ve sayıda yapraktan Zn uygulaması ile Granny Smith elma çeşidinin meyve eti sertliğinde azalmaya neden olmuş, ancak bu azalma istatistiksel açıdan önemsiz çıkmıştır. Kontrol uygulamasının meyve eti sertliği 85.36 N iken, bu değer Zn-3 uygulamasında 82.76 N'a düşmüştür.

Çizelge 4.3. Gelişme dönemi süresince Granny Smith elmasına uygulanan çinkonun meyve sertliği ve renk özellikleri üzerine etkisi

Uygulama	Sertlik N	Meyve renk özellikleri		
		L*	Kroma	Hue açısı
Kontrol	85.36 ^a	61.78 ^a	45.93 ^a	115.19 ^a
Zn-1	82.67 ^a	62.34 ^a	46.18 ^a	114.98 ^a
Zn-2	83.28 ^a	61.87 ^a	46.30 ^a	115.07 ^a
Zn-3	82.76 ^a	61.60 ^a	46.41 ^a	115.43 ^a

Meyvelerde ölçülen renk parametrelerinden L* ve b değeri meyvedeki olgunluk düzeyini gösteren önemli renk değerleridir. Meyvede ölçülen L* ve b* değerinin olgunluk ile arttığını ve sarı rengi temsil eden b* değerinin armut için önemli olduğunu

ve bu değerin artması ile meyvenin Őeker içeriğinin arttığını bildirmektedir (Kawamura, 2000). Meyve kabuk renginde ise farklı Zn uygulamaları altında istatikselsel olarak önemsiz düzeyde artış ve azalışlar meydana gelmiştir. Buradan da anlaŐılacaęı üzere bu çalışmada yapraktan farklı sayı ve zamanlarda yapraktan Zn uygulamaları meyve eti sertliği ve meyve kabuk renginde önemli bir etkisinin olmadığı ortaya çıkmıştır. Üç farklı armut çeşidine (Akça, Santa Maria ve Deveci) yapraktan farklı zamanlarda (tam çiçeklenmeden bir ve iki ay sonra) Zn uygulamasının (% 0.3'lk $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$) yapıldığı bir deneme gerçekleŐtirilmiŐtir. Çinko uygulaması ile Akça armudunun meyve eti sertliğinde azalma meydana gelmesine karşın, Santa Maria ve Deveci eŐitlerinin meyve eti sertliğinde istatikselsel olarak önemli bir deęiŐimin olmadığı bildirilmiştir. AraŐtırıcılar ayrıca, Zn uygulaması ile Akça ve Santa Maria eŐitlerinin L^* , b ve kroma değerlerinde artış, hue açısı değerlerinde ise azalmalar meydana geldiğini, deveci çeşidinde ise L^* , b ve kroma değerleri kontrol uygulamasında artarken, Zn uygulaması ile bu değerde azalma meydana geldiğini bildirmişlerdir (Erdem ve ztrk, 2012). Elma ağaçlarına yapraktan Zn (%0.3 $ZnSO_4$), AVG (aminoethoxyvinylglycine; 250 mg L^{-1}) ve AVG+Zn uygulamalarının yapıldığı bir denemede, yapraktan %0.3 Zn uygulaması ile meyve eti sertliği, L^* , kroma ve hue değerlerinde azalmaların meydana geldiğini bildirmiŐleridir (Ağlar ve ark., 2016).

4.3. Yapraktan Zn Uygulamalarının Meyvede Suda znebilir Kuru Madde (SÇKM), pH, Titre Edilebilir Asitlik (TA), Nişasta İndeksi (Nİ), C Vitamini, Toplam Fenol, Toplam Flavonoid ve Antioksidan Aktivitesine Etkisi

Çizelge 4.4'te yapraktan farklı zaman ve sayıda Zn uygulaması ile Granny Smith elma çeşidinin meyvede suda çözünebilir kuru madde (SÇKM), pH, titre edilebilir asitlik (TA), nişasta indeksi (Nİ) verilmiştir. Meyvelerde olgunlaşma arttığıca meyvenin SÇKM içeriği ve pH miktarları artmakta, buna karşın TA içeriği olgunlaşma ile birlikte azalma eğilimi göstermektedir (zkaya ve ark., 2005). Farklı zaman ve sayıda yapraktan Zn uygulaması ile Granny Smith elma eŐidinin SÇKM içeriğinde istatikselsel olarak önemli ($P < 0.05$) azalmaların olduğu ortaya çıkmış, kontrol uygulamasının SÇKM değeri %15.3 iken bu durum Zn-1 koşullarında %15.0, Zn-2'de %14.82, Zn-3'de ise %14.2'ye düşmüştür. Meyvelerin pH düzeylerinde ise, sadece yapraktan 1 defa Zn uygulamasında önemli değişim olmuş, buna karşın kontrol koşullarına göre Zn-2 ve Zn-3 uygulamalarında önemli bir değişim görülmemiştir. Titre edilebilir asitlik düzeyi ise kontrol (0.65), Zn1 (0.68) ve Zn2 (0.63 g malik asit 100^{-1} g) uygulamalarında istatikselsel

olarak benzer olmasına karşın, Zn-3 uygulamasında ise önemli düzeyde azalarak 0.55 g malik asit 100⁻¹ g düzeyine düşmüştür. Meyvedeki nişasta indeksi düzeyi ise Zn uygulamaları ile azalmış, ancak bu azalma istatistiksel olarak önemsiz çıkmıştır (Çizelge 4.4).

Çizelge 4.4. Gelişme dönemi süresince Granny Smith elmasına uygulanan çinkonun meyve eti sertliği, SÇKM, pH, titre edilebilir asitlik içeriği ve nişasta indeksi üzerine etkisi

Uygulama	SÇKM (%)	pH	Titre edilebilir asitlik*	Nişasta İnd. ^x (N)
Kontrol	15.30 ^c	4.10 ^a	0.65 ^b	6.56 ^a
Zn-1	15.00 ^{bc}	4.40 ^b	0.68 ^b	5.84 ^a
Zn-2	14.82 ^b	4.10 ^a	0.63 ^b	6.04 ^a
Zn-3	14.20 ^a	4.12 ^a	0.55 ^a	6.48 ^a

* Titre edilebilir asitlik g malik asit 100 g⁻¹ olarak ifade edilmiştir. x: 1: %100 nişasta, 8: %0 nişastayı gösterir. N: Newton

Wojcik ve Popinska (2009) armut ağaçlarına yapraktan Zn uygulaması yaptığı bir çalışmada meyvedeki SÇKM içeriğinin %14,0-14,2, TA değerinin ise 0,28-0,31 g malik asit 100⁻¹ g aralığında değiştiğini, yapraktan Zn uygulamalarının elde edilen bu değerler üzerine herhangi bir etkisinin olmadığını bildirmişlerdir. Elma ağaçlarına yapraktan Zn (%0.3 ZnSO₄), AVG (aminoethoxyvinylglycine; 250 mg L⁻¹) ve AVG+Zn uygulamalarının yapıldığı bir denemede, yapraktan %0.3 Zn uygulamasının meyvedeki SÇKM içeriğini arttırdığını, buna karşın TA içeriğini ise azalttığını bildirmişlerdir. Araştırmacılar Zn uygulaması yapılmayan meyvelerdeki SÇKM içeriğinin %9.77, %0.3 Zn uygulaması yapıldığında ise bu değer %10.2'ye çıktığını, kontrol uygulamasında 0.98 g malik asit 100⁻¹ g olan meyve TA içeriğinin ise Zn uygulaması ile 0.77 g malik asit 100⁻¹ g'a düştüğünü bildirmişlerdir (Aglar ve ark., 2016). Üç farklı armut çeşidine (Akça, Santa Maria ve Deveci) yapraktan farklı zamanlarda Zn uygulaması (%0.3'lük ZnSO₄.7H₂O) yapılarak bir deneme gerçekleştirmişlerdir. (Erdem ve Öztürk, 2012). Araştırmacılar yapraktan Zn uygulamasının meyvenin SÇKM içeriğine herhangi bir etkisinin olmadığını, en düşük SÇKM içeriğinin (%7,6) Santa Maria çeşidinin +Zn uygulamasından elde edilirken, en yüksek SÇKM içeriğinin (%11,1) ise Deveci çeşidinin -Zn uygulamasından elde edildiğini bildirmişlerdir. Çinko uygulamasının meyvenin pH değeri üzerine istatistiksel olarak önemli bir etkisinin olmadığını, Zn uygulaması ile meyvenin TA düzeyinin Akça armudunda azalmaya, Deveci armudunda

ise artışa neden olduğu bildirilmiştir. Elma ile yapılan başka bir çalışmada ise yapraktan farklı zamanlarda şelatlı-Zn (%0.13 Zn) ve nanoşelatlı-Zn (%0.13 Zn) uygulaması yaparak farklı zamanlarda hasat edilen elma meyvelerindeki değişime bakmışlardır. Araştırmacılar her iki Zn uygulamasında da kontrol koşullarına göre meyvelerin pH'larında önemli azalmanın olduğunu, TA ve SÇKM değerlerinde ise artış ve azalışa neden olduğunu bildirmişlerdir (Rasouli ve Saba, 2018).

Yapılan birçok çalışmada meyvenin biyokimyasal özelliklerinin meyve çeşidine, büyüme dönemine, yetiştiricilik yapılan alana, çevresel durumlara, beslenme durumuna, toprak özelliklerine, hasat zamanına ve kültürel etmenlere bağlı olarak büyük farklılık gösterdiği bildirilmiştir (Lata, 2007; Shin ve ark., 2008). Çizelge 4.5'te Granny Smith elma çeşidine yapraktan farklı zaman ve sayıda Zn uygulaması ile meyvenin biyokimyasal (C vitamini, toplam fenol, toplam flavonoid ve antioksidan aktivitesi) bileşikleri üzerine etkileri verilmiştir. Yapraktan Zn uygulamaları ile meyvelerin C vitamini konsantrasyonlarında kontrol (10.50 mg 100 g⁻¹) uygulamasına göre Zn-1 uygulamasında azalma (10.14 mg 100 g⁻¹), Zn-2 (10.84 mg 100 g⁻¹) ve Zn-3 (10.58 mg 100 g⁻¹) uygulamalarında artışa neden olmuştur. Elde ettiğimiz sonuçlara benzer şekilde yapraktan Zn uygulamasının elma meyvesinde C vitamini konsantrasyonunu önemli düzeyde arttırdığını, ancak Zn'nun C vitaminini nasıl etkilediğinin mekanizması tam olarak açıklanmamıştır (Zhang ve ark., 2013; Rasouli ve Saba, 2018).

Çizelge 4.5. Gelişme dönemi süresince Granny Smith elmasına uygulanan çinkonun C vitamini, toplam fenol, toplam flavonoid ve antioksidan aktivitesi üzerine etkisi

Uygulama	Biyoaktif Bileşikler			
	C vitamini mg 100 g ⁻¹	Toplam Fenol mg GAE 100 g ⁻¹	Toplam flavonoid mg QE 100 g ⁻¹	Antioksidan aktivitesi mmol TE 100 g ⁻¹
Kontrol	10.50 ^{ab}	158.32 ^c	90.08 ^c	974.02 ^b
Zn-1	10.14 ^a	120.66 ^a	82.22 ^b	761.25 ^a
Zn-2	10.84 ^b	146.04 ^b	66.50 ^a	913.23 ^b
Zn-3	10.58 ^{ab}	141.13 ^b	79.27 ^{ab}	1083.45 ^c

GAE: Gallik aside eşdeğer. TE: Troloksa eşdeğer. QE: kuersetine eşdeğer.

Fenolik bileşikler, bitkininin stres koşullarına karşı savunma mekanizmasının sonucunda oluşan sekonder metabolitlerdir (Tomas-Barberan ve Espin, 2001). Meyvelerin toplam fenol içerikleri yapraktan Zn uygulamaları ile istatistiksel olarak

önemli düzeyde azalmıştır. Kontrol uygulamasının toplam fenol içeriği 158.32 mg GAE 100 g⁻¹ iken, bu değer Zn-1 uygulamasında 120.66, Zn-2 uygulamasında 146.04, Zn-3 uygulamasında ise 141.13 mg GAE 100 g⁻¹ düzeyine düşmüştür (Çizelge 4.5). Meyve ölçülen toplam flavonoid içeriği Zn uygulamaları ile birlikte istatistiksel olarak önemli azalış göstermiştir. Çinko uygulaması yapılmayan koşullarda 90.08 mg QE 100 g⁻¹ olan toplam flavonoid miktarı, Zn-1 koşullarında 82.22, Zn-2 koşullarında 66.50, Zn-3 koşullarında ise 79.27 mg QE 100 g⁻¹'a düşmüştür. Yapılan çalışmalarda; farklı çevresel faktörler ve stres koşulları altında feniloproponoid metabolizmasında ve fenolik bileşik miktarlarında artış meydana geldiği gözlenmiştir (Quan ve ark., 2008). Flavonoidlerden biri olan izoflavonların ve diğer bazı flavonoidlerin sentezinin bitki enfekte olduğunda, yaralandığında, düşük sıcaklıklar altında ve/veya düşük besin koşullarında artış gösterdiği belirlenmiştir (Peng ve ark., 2005). Verilen literatür bilgilerinde de görüldüğü gibi Zn noksanlığına sahip toprakta gerçekleştirilen bu denemenin kontrol koşullarına ait meyve örneklerinde toplam fenol ve flavonoid düzeylerinin yüksek çıkmasını açıklamaktadır. Çinko noksanlığı koşullarında ortaya çıkan stres ile bitki başa çıkmak için salgıladığı toplam fenol ve flavonoid miktarı artan Zn uygulaması ile birlikte (Zn beslenmesi iyileştikçe) azaldığı görülmüştür (Çizelge 4.5).

Bitki hücrelerindeki antioksidan sistemler, membran lipitlerinin peroksidasyonunu azaltabilir ve hücrel membranları radikal oksijen türlerinden (ROS) koruyabilir (Franck ve ark., 2007). Çinko, membran lipidleri ve sülfhidril gruplarına zarar verebilen ROS'un üretimini ve detoksifikasyonunu kontrol etmede önemli bir rol oynar (Alloway, 2008). Yapılan çalışmalarda Zn'nun bazı antioksidan enzimleri aktive ederek toplam antioksidan içeriğini olumlu düzeyde etkilediği bildirilmiştir (Chaoui ve ark., 1997). Yapraktan farklı zaman ve sayıda Zn uygulaması ile meyvelerin antioksidan aktivitelerinde Zn-1 ve Zn-2 uygulamalarında azalmasına rağmen, Zn-3 uygulamasında istatistiksel olarak önemli düzeyde artış meydana gelmiştir (Çizelge 4.5). Kontrol uygulamasının antioksidan aktivitesi içeriği 974.02 mmol TE 100⁻¹ iken, Zn-1 uygulamasında 761.25 mmol TE 100⁻¹, Zn-2 uygulamasında 913.23 mmol TE 100⁻¹'e düşmüş, Zn-3 uygulamasında ise 1083.45 mmol TE 100⁻¹'e çıkmıştır. Elmada yürütülen bir çalışmada, yapraktan farklı zamanlarda şelatlı-Zn (%0.13 Zn) ve nanoşelatlı-Zn (%0.13 Zn) uygulaması ile farklı zamanlarda hasat edilen elma meyvelerindeki toplam antioksidan içeriğindeki değişime bakılmıştır. Araştırmacılar her iki Zn uygulamasında da kontrol koşullarına göre meyvelerin toplam antioksidan içeriklerinde önemli artışların

olduğunu bildirmişlerdir (Rasouli ve Saba, 2018). Elma ağaçlarına yapraktan Zn (%0.3 ZnSO₄), AVG (aminoethoxyvinylglycine; 250 mg L⁻¹) ve AVG+Zn uygulamalarının yapıldığı bir denemede, yapraktan %0.3 Zn uygulamasının meyvedeki toplam antioksidan içeriğinin önemli düzeyde azalttığını bildirilmiştir. Araştırmacılar kontrol uygulamasının 14.20 µmol TE g⁻¹ olan toplam antioksidan içeriğinin yapraktan Zn uygulaması ile 11.34 µmol TE g⁻¹'e düştüğünü bildirmişlerdir (Ağlar ve ark., 2016).



5. SONUÇ ve ÖNERİLER

Son yıllarda tarımsal alanda ortaya çıkan gelişmelere paralel olarak tarımsal üretimde kalite ve verim kriterleri de önem kazanmıştır. Yetiştirilen ürünlerin verim ve kalitesinin artırılmasında bitki besin elementlerinin önemli bir rolü bulunmaktadır. Elma meyve türleri arasında ekonomik yönü yanında insan beslenmesindeki önemi ve yılın her mevsiminde soframızda taze olarak tüketilmesinden dolayı üretimde ilk sırada yer almaktadır. Bunun yanında içermiş olduğu zengin vitamin, mineral, protein ve diğer besinlerden dolayı insanların günlük beslenmelerinde tercih ettikleri en önemli meyve türüdür. Çinko bitkide protein sentezine doğrudan katılan ve 300'den fazla enzimin etkinliğinde doğrudan veya dolaylı olarak rol alan önemli bir mikro besin elementtir. Bitkilerin büyüme noktaları çinkoya yüksek düzeyde gereksinim duymalarından dolayı, Zn noksanlığı altındaki bitkilerde hücre uzaması, hücre bölünmesi ve bölünen hücrelerin farklılaşması gibi olaylar olumsuz etkilenmektedir. Sonuç olarak da, bitkide büyüme durmakta ve buna bağlı olarak da verim ve kalite azalmaktadır. Çinko kaynaklarının hem tarla hem de bahçe bitkilerine yapraktan püskürtme şeklinde uygulanması ile Zn noksanlığını gidermede bir yöntem olarak kullanılmasının yanında bitki kökleri tarafından topraktan Zn alımını sınırlayan toprak etmenlerinin de önüne geçmektedir. Yapraktan Zn uygulaması bitkilerde Zn noksanlığını gidermesinin yanında ayrıca bitkilerde verim ve kaliteyi de arttırmaktadır.

Bu tez çalışması ile yarı bodur MM111 anacı üzerine aşılı Granny Smith (*Malus domestica*) elma çeşidinin verim ve kalitesi üzerine farklı zaman ve uygulama rejimine bağlı olarak yapraktan püskürtme şeklinde uygulanan Zn'nun etkisini belirlemek amaçlanmıştır.

Elde edilen sonuçlara göre;

- Farklı zaman ve sayıda yapraktan Zn uygulaması ile Granny Smith elma çeşidinin meyvesindeki Zn konsantrasyonlarında istatistiksel açıdan önemli ($P<0.05$) artışlar meydana gelmiştir. Yapraktan Zn uygulaması yapılmayan meyvelerin Zn konsantrasyonu 1.44 ppm iken yapraktan 3 defa Zn uygulaması

yapıldığında ise meyvedeki Zn konsantrasyonu %155 düzeyinde bir artış göstererek 3.67 ppm'e kadar çıkmıştır.

- Farklı zaman ve sayıda yapraktan Zn uygulaması ile Granny Smith elma çeşidinin meyvesindeki Fe, N, K ve P konsantrasyonlarında istatistiksel açıdan önemli ($P<0.05$) artışlar, Fe konsantrasyonlarında ise artış ve azalışlar meydana gelmiştir.
- Yapraktan Zn uygulaması ile Granny Smith elma çeşidinin ağaç başına düşen meyve veriminde istatistiksel olarak önemli ($P<0.05$) artışa neden olurken, ortalama meyve ağırlığındaki değişim ise önemsiz çıkmıştır. Kontrol uygulamasının ağaç başına düşen meyve verimi $55.84 \text{ kg ağaç}^{-1}$ iken, meyve veriminde Zn1 uygulaması ile %43.8, Zn2 uygulaması ile %30, Zn3 uygulaması ile ise %38.5 düzeyinde bir artışa neden olmuştur.
- Meyvenin fiziksel özelliklerinden olan meyve eni Zn1 uygulamasında artmış, Zn2 ve Zn3 uygulamasında ise azalmış, boy ise Zn uygulamalarının tümünde azalmış, meyve kalınlığı ise Zn uygulamaları artışına paralel şekilde artmıştır.
- Yapraktan Zn uygulamaları ile Granny Smith elma çeşidinin meyve eti sertliğinde azalmaya neden olmuş, ancak bu azalma istatistiksel açıdan önemsiz çıkmıştır. Meyve kabuk renginde ise farklı Zn uygulamaları altında istatistiksel olarak önemsiz düzeyde artış ve azalışlar meydana gelmiştir.
- Granny Smith elma çeşidinin SÇKM içeriğinde yapraktan Zn uygulamaları ile istatistiksel olarak önemli ($P<0.05$) azalmaların olduğu ortaya çıkmış, kontrol uygulamasının SÇKM değeri %15.3 iken bu durum Zn1 koşullarında %15.0, Zn2'de %14.82, Zn3'de ise %14.2'ye düşmüştür. Meyvelerin pH düzeylerinde ise, sadece yapraktan 1 defa Zn uygulamasında önemli değişim olmuş, buna karşın kontrol koşullarına göre Zn2 ve Zn3 uygulamalarında önemli bir değişim görülmemiştir.
- Meyvelerin titre edilebilir asitlik düzeyi ise kontrol ($0.65 \text{ g ma } 100^{-1}$), Zn1 ($0.68 \text{ g ma } 100^{-1}$) ve Zn2 ($0.63 \text{ g ma } 100^{-1}$) uygulamalarında istatistiksel olarak benzer olmasına karşın, Zn3 uygulamasında ise %18 azalarak $0.55 \text{ g ma } 100^{-1}$ düzeyine düşmüştür.
- Meyvelerin C vitamini konsantrasyonlarındaki değişim ise, kontrol ($10.50 \text{ mg } 100 \text{ g}^{-1}$) uygulamasına göre Zn1 uygulamasında azalma ($10.14 \text{ mg } 100 \text{ g}^{-1}$), Zn 2

(10.84 mg 100 g⁻¹) ve Zn3 (10.58 mg 100 g⁻¹) uygulamalarında artışa neden olduğu ortaya çıkmıştır.

- Meyvelerin toplam fenol içerikleri yapraktan Zn uygulamaları ile istatistiksel olarak önemli düzeyde azalmaya neden olmuştur. Kontrol uygulamasının toplam fenol içeriği 158.32 mg GAE 100 g⁻¹ iken, bu değer Zn1 uygulamasında %31 azalarak 120.66 düzeyine, Zn2 uygulamasında %8 azalarak 146.04 düzeyine, Zn3 uygulamasında ise %12 azalarak 141.13 mg GAE 100 g⁻¹ düzeyine kadar düşmüştür.
- Toplam flavonoid içeriği Zn uygulamaları ile birlikte istatistiksel olarak önemli azalış göstermiştir. Çinko uygulaması yapılmayan koşullarda 90.08 mg QE 100 g⁻¹ olan toplam flavonoid miktarı, Zn1 koşullarında 82.22, Zn2 koşullarında 66.50, Zn3 koşullarında ise 79.27 mg QE 100 g⁻¹'a düşmüştür.
- Yapraktan Zn uygulamaları ile meyvelerin antioksidan aktiviteleri Zn1 ve Zn2 uygulamalarında azalmaya, Zn3 uygulamasında ise istatistiksel olarak önemli düzeyde artışa neden olmuştur. Kontrol uygulamasının antioksidan aktivitesi içeriği 974.02 mmol TE 100⁻¹ iken, bu durum Zn3 uygulamasında %11 düzeyinde artarak 1083.45 mmol TE 100⁻¹'e çıkmıştır.

Sonuç olarak, Karaman ekolojik koşullarında yetiştirilen Granny Smith elma çeşidinin verim ve kalitesi üzerine farklı zamanlarda uygulanan Zn'nun olumlu etkiye sahip olduğu bu araştırma ile açığa çıkarılmıştır. Aynı zamanda Zn noksanlığına sahip bu alanda, yapraktan uygulama ile bitki Zn ihtiyacının karşılanabileceği ortaya konmuştur. Fakat Zn'nun meyvenin biyokimyasal özellikleri üzerine olan etkisini daha iyi anlayabilmek için farklı meyve türlerinde, ekolojilerde ve uygulama zamanı-dozu üzerine daha detaylı çalışmaların yapılması gerekmektedir.

6. KAYNAKLAR

- Aglar, E., Yildiz, K., Ozkan, Y., Ozturk, B., and Erdem, H. 2016. The effects of aminoethoxyvinylglycine and foliar zinc treatments on pre-harvest drops and fruit quality attributes of Jersey Mac apples. *Scientia Horticulturae*, 213, 173-178.
- Alloway, B.J., 2002, www.zincworld.org.
- Alloway, B.J., 2008. Zinc in Soils and Crop Nutrition. International Zinc Association,
- Alloway, B. J. 2009. Soil factors associated with zinc deficiency in crops and humans. *Environmental Geochemistry and Health*, 31(5), 537-548.
- Alloway, B. J. 2013. Sources of heavy metals and metalloids in soils. In *Heavy metals in soils* (pp. 11-50). Springer, Dordrecht.
- Amiri, M. E., Fallahi, E. and Golchin, A. 2008. Influence of foliar and ground fertilization on yield, fruit quality, and soil, leaf, and fruit mineral nutrients in apple. *Journal of plant nutrition*, 31(3), 515-525.
- Anonim, 2018. <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>
- Anonim, 2018. <http://www.tarim.gov.tr/sgb/Belgeler/SagMenuVeriler/BUGEM.pdf>
- Anonim, 2018. <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=92&locale=tr>
- Bahadur, L., Malhi, C.S. and Singh, Z. 1998. Effect of foliar and soil applications of zinc sulphate on zinc uptake, tree size, yield and fruit quality of mango. *J. of Plant Nutr.*, 21(3): 589-600.
- Bakhshi, D., Arakawa, O., 2006. Effects of UV-b irradiation on phenolic compound accumulation and antioxidant activity in 'Jonathan' apple influenced by bagging, temperature and maturation. *Journal of Food, Agriculture & Environment*. 4 (1): 75-79.
- Barber, S.A., 1995. Soil nutrient bioavailability, 2nd edn. New York, USA: John Wiley & Sons, Inc.
- Barrow, N.J., 1993. Mechanism of reaction of zinc with soil and soil components. In: Zinc in Soils and Plants. A.D. Robson (ed.), pp. 15-31. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, The Netherlands
- Basso, C., Suzuki, A., Wilms, F.W.W. and Stuker, H. 1990. Control of zinc deficiency in apple orchards in southern Brazil. In: van Beusichem M.L. (Ed.), *Plant Nutrition- Physiology and Applications*. Kluwer Academic Publ., Dordrecht, Brasil, pp. 257-260.
- Blanpied G.D. and Silsby K.J., 1992. Prediction of harvest date windows for apples. *Cornell Cooperation Extension Bulletin*, 2212: 1-12.
- Bolat, İ., Pırlak, L., Pamir, M., 1995. Farklı anaçların bazı elma çeşitlerindeki bitki besin elementi içeriğine etkileri. *Türkiye II. Ulusal Bahçe Bitkileri Kongresi Cilt I*, s. 35-39, Adana.
- Bremner, J.M. 1965. Total nitrogen. In C.A.Black et al. (ed.) *Methods of soil analysis*. Am. Soc. of Agron., Inc.Madison, Wisconsin, USA, Part 2.Agron. 9: 1149-1178.
- Bruemmer, G. W., Gerth, J. and Tiller, K. G. 1988. Reaction kinetics of the adsorption and desorption of nickel, zinc and cadmium by goethite. I. Adsorption and diffusion of metals. *Journal of Soil Science*, 39(1), 37-52.

- Chaoui, A., Mazhoudi, S., Ghorbal, M.H., El Ferjani, E., 1997. Cadmium and zinc induction of lipid peroxidation and effects on antioxidant enzyme activities in bean (*Phaseolus vulgaris* L.). *Plant Sci.* 127, 139–147.
- Coleman, J. E. 1992. Zinc proteins: enzymes, storage proteins, transcription factors, and replication proteins. *Annual review of biochemistry*, 61(1), 897-946.
- Crosby, J. A., Janick, J., Pecknold, P. C., Korban, S. S., O'Connor, P. A., Ries, S. M., ... & Voordeckers, A. 1990. Breeding apples for scab resistance: 1945–1990. *Fruit Breeding and Genetics* 317, 43-70.
- Çakmak, I. 2000. Tansley Review No. 111 Possible roles of zinc in protecting plant cells from damage by reactive oxygen species. *The New Phytologist*, 146(2), 185-205.
- Çakmak, I. 2002. Plant nutrition research: Priorities to meet human needs for food in sustainable ways. In *Progress in Plant Nutrition: Plenary Lectures of the XIV International Plant Nutrition Colloquium* (pp. 3-24). Springer Netherlands.
- Çakmak, I. 2008. Enrichment of cereal grains with zinc: Agronomic or genetic biofortification. *Plant and Soil*, 302: 1-17.
- Çakmak, I., and Marschner, H. 1988. Increase in membrane permeability and exudation in roots of zinc deficient plants. *Journal of Plant Physiology*, 132(3), 356-361.
- Çakmak, I., Marschner, H. and Bangerth, F. 1989. Effect of zinc nutritional status on growth, protein metabolism and levels of indole-3-acetic acid and other phytohormones in bean (*Phaseolus vulgaris* L.). *Journal of Experimental Botany*, 40(3), 405-412.
- Çakmak, I., Yilmaz, A., Kalayci, M., Ekiz, H., Torun, B., Erenoğlu, B. and Braun, H. J. 1996. Zinc deficiency as a critical problem in wheat production in Central Anatolia. *Plant and Soil*, 180(2), 165-172.
- Çakmak, I., Ekiz, H., Yilmaz, A., Torun, B., Köleli, N., Gültekin, I., Alkan, A., ve Eker, S. 1997. Differential response of rye, triticale, bread wheat and durum wheats to zinc deficiency in calcareous soils. *Plant Soil* 188:1–10.
- Çakmak, I., Torun, B., Erenoğlu, B., Öztürk, L., Marschner, H., Kalayci, M., ... & Yilmaz, A. 1998. Morphological and physiological differences in the response of cereals to zinc deficiency. *Euphytica*, 100(1-3), 349-357.
- Çakmak, I., Tolay, I., Ozkan, H., Ozdemir, A. ve Braun, H.J. 1999. Variation in zinc efficiency among and within *Aegilops* species. *Z. Pflanzenern. Bodenkd.* 162:257-262.
- Dahiya, S.S., Joon, M.S. and Daulta, B.S., 1993. Effect of foliar application of micro nutrients on yield and quality of guava. *Int. J. of Tropical Agric.*, 1(4): 284-286.
- Dumanoğlu, H., Erdoğan, V., Aygün, A., Javadisaber, J., 2009. Ankara İlinde “Granny Smith” Elma Çeşidinde Ekstrem Yaz İklimi Koşullarının Meyve Kalite Özellikleri Üzerine Etkisi *Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi* 2 (2): 193-199.
- Eman, A. A., El-Moneim, A., El-Migeed, M. A., Omayma, A. and Ismail, M. M. 2007. GA3 and zinc sprays for improving yield and fruit quality of Washington Navel orange trees grown under sandy soil conditions. *Res. J. Agric. Biol. Sci*, 3(5), 498-503.
- Erdem, H. ve Öztürk, B. 2012. Yapraktan Uygulanan Çinko'nun BA-29 Anacı Üzerine Asılı Armut Çesitlerinin Verimi, Mineral Element içeriği ve Biyokimyasal

Özellikleri Üzerine Etkisi. Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 7 (1):93-106.

- Eren, İ., 2003. M9 Anacı Üzerine aşılı Bazı Elma Çeşitlerinin Derim Zamanlarının Belirlenmesi ve Uygun Depolama Koşullarının Araştırılması. T.C. Tarım ve Köy işleri Bakanlığı, Tarımsal Üretimi Geliştirme Genel Müdürlüğü, Eğirdir Bahçe Kùltürleri Araştırma Enstitüsü. Eğirdir.
- Eyupoglu, F., Kurucu, N., ve Sanisa, U. 1994. Status of plant available micronutrients in Turkish soils. *Soil and Fertilizer Research Institute Annual Report. Report No, 25-32.*
- Eyüpoğlu, F., Kurucu, N., Talaz, S., 1998. Türkiye topraklarının bitkiye yararışlı mikro element bakımından genel durumu. Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü, Toprak ve Gübre Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Ankara.
- Franck, C., Lammertyn, J., Ho, Q.T., Verboven, P., Verlinden, B., Nicolai, B.M., 2007. Browning disorders in pear fruit. *Postharvest Biol. Technol.* 43, 1–13.
- Gordon, R. B., Graedel, T. E., Bertram, M., Fuse, K., Lifset, R., Rechberger, H. and Spatari, S. 2003. The characterization of technological zinc cycles. *Resources, Conservation and Recycling*, 39(2), 107-135.
- Graham, R. D., & Rengel, Z. 1993. Genotypic variation in zinc uptake and utilization by plants. In *Zinc in soils and plants* (pp. 107-118). Springer, Dordrecht.
- Guinã, R. P., Martãn-Belloso, O., Mãnguez-Mosquera, M. I., Paliyath, G., Pessoa, F. L., Le Quã, J. L., ... & Stanfield, P. 2010. *Handbook of fruit and vegetable flavors*. John Wiley and Sons.
- Halvorson, A. D. and Lindsay, W. L. 1977. The Critical Zn²⁺ Concentration for Corn and the Nonabsorption of Chelated Zinc 1. *Soil Science Society of America Journal*, 41(3), 531-534.
- Hampson, R.C. and Kemp, H., 2003. Characteristics of Important Commercial Apple Cultivars. In *Apples*, p: 61-89. CABI Publishing. Cambridge, USA. ISBN 0 85199 592 6.
- Hotz, C., and Brown, K. H. 2004. *Assessment of the risk of zinc deficiency in populations and options for its control* (pp. S96-203). International nutrition foundation: for UNU.
- Kacar, B. ve İnal, A. 2008. Bitki Analizleri Nobel Yay., ISBN 978-605-395-036-3.
- Karanlık, S., Erenoğlu, B., Derici, M. R. ve Çakmak, İ. 1998. Orta Anadolu, Çukurova ve GAP Bölgeleri Topraklarının Değişik Fraksiyonlarındaki Mikroelement Konsantrasyonlarının Belirlenmesi. 1. *Ulusal Çinko Kongresi*, s, 783-786.
- Kawamura, T. 2000. Relationship between skin color and maturity of Japanese pear 'Housui'. *Japanese Soc. of Farm Work Res.*, 35: 33-38.
- Kaya, C. and Higgs, D. 2002. Response of tomato (*Lycopersicon esculentum* L.) cultivars to foliar application of zinc when grown in sand culture at low zinc. *Scientia Hort.*, 93: 53-64.
- Kutman, U. B., Yıldız, B., Ozturk, L. and Cakmak, I. 2010. Biofortification of durum wheat with zinc through soil and foliar applications of nitrogen. *Cereal Chemistry*, 87(1), 1-9.
- Küçükyumuk, Z. ve Erdal, İ. 2014. Yapraktan Çinko Sülfat Uygulamasının Granny Smith Elma Çeşidine Olumsuz Etkisi. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 24(2), 140-147.

- Küçükymuk, Z., 2011. Farklı çinko uygulamalarının değişik anaçlara aşılı elma çeşitlerinde çinko ve diğer besin elementi içerikleri ile verim üzerine etkileri. Süleyman Demirel Üniv. Fen Bil. Enst. Doktora Tezi, 123 sayfa.
- Küden, A., Gezerel, Ö., Kaşka, N., 1992. Farklı klonal ve çöğür anaçları üzerine aşılı bazı elma çeşitlerinin bitki besin madde içerikleriyle verim düzeyleri arasındaki ilişkiler. I. Ulusal Bahçe Bitkileri Kongresi, 1: 115-119, 13-16 Ekim, İzmir.
- Lata, B. 2007. Relationship between apple peel and the whole fruit antioxidant content: Year and cultivar variation. *J. of Agric. and Food Chem.*, 55(3): 663-671.
- Lindsay, W. L. 1979. *Chemical equilibria in soils*. John Wiley and Sons Ltd..
- Lindsay, W.L. 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.
- Marschner, H. 1993. Zinc uptake from soils. In *Zinc in soils and plants* (pp. 59-77). Springer, Dordrecht.
- Marschner, H. and Cakmak, I. 1989. High light intensity enhances chlorosis and necrosis in leaves of zinc, potassium, and magnesium deficient bean (*Phaseolus vulgaris*) plants. *Journal of plant physiology*, 134(3), 308-315.
- Marschner, H., 1995. *Mineral nutrition of higher plants*, 2nd edn. London, UK: Academic Press.
- Martens, D. C. and Westermann, D. T. 1991. Fertilizer application for correcting micronutrient deficiencies.
- McGuire, R. G. 1992. Reporting of objective color measurements. *HortScience*, 27(12), 1254-1255.
- Miller, N.J. and Rice, E.C.A., 1997. The relative contributions of ascorbic acid and phenolic antioxidants to the total antioxidant activity of orange and apple fruit juices and blackcurrant drink. *Food Chemistry*, 60(3): 331-337.
- Mordoğan, N., ve Ergun, S., 2001. Elma meyvesinin organik asit içerikleri ile bitki besin elementleri arasındaki ilişkiler. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 38(2).
- Mortvedt, J. J. 1991. Micronutrient fertilizer technology. *Micronutrients in agriculture*, (micronutrientsi2), 523-548.
- Mortvedt, J. J. and Gilkes, R. J. 1993. Zinc fertilizers. In *Zinc in soils and plants* (pp. 33-44). Springer, Dordrecht.
- Ozturk, B., Celik, S.M., Karakaya, M., Karakaya, O., Islam, A. and Yarılgac, T., 2017. Storage temperature affects phenolic content, antioxidant activity and fruit quality parameters of cherry laurel (*Prunus laurocerasus* L.). *Journal of Food Processing and Preservation*, 41, e12774-doi:10.1111/jfpp.12774.
- Öz, F., Bulugay, A. N., 1982, Marmara Bölgesi için ümitvar elma çeşitleri II. *Bahçe*, 11 (1), 10-22.
- Özbek, S., 1978, Özel meyvecilik (kışın yaprağını döken meyve türleri), *Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları*, Adana, No: 128, Ders kitabı: 11.
- Özçağırın, R., Ünal, A., Özeker, E. and İsfendiyaroğlu, M. 2004. Ilıman İklim Meyve Türleri. *Yumuşak Çekirdekli Meyveler*, 2, 200.
- Özongun, Ş., Dolunay, E.M., Öztürk, G., Karakuş, A., Kankaya, A., Küden, A., 2004. Elma Adaptasyon Denemesi II (Sonuç Raporu). Tarım ve Köyişleri Bakanlığı, Tarımsal Üretimi Geliştirme Genel Müdürlüğü, Eğirdir Bahçe Kùltürleri Araştırma Enstitüsü. Eğirdir.

- Öztürk, B. 2012. ‘Jonagold’elma çeşidinde aminoethoksivinilglisin (AVG) hasat öñü dökümüne, ‘braeburn’elma çeşidinde metil jasmonatin (MEJA) renklenme üzerine etkileri.
- Peng, C.L., Ou, Z.Y., Liu, N. and Lin, G.Z. 2005. Response to high temperature in flag leaves of super high-yielding rice Pei’ai 64S/E32 and Liangyoupeijiu. *Rice Sci*, 12: 179-86
- Peryea, F.J., 2006. Phytoavailability of zinc in postbloom zinc sprays applied to “Golden Delicious” apple trees. *Hort Technology* 16 (1), 60-65.
- Polat, A. A., and Gezerel, Ö. 1992. Bazı şeftali ve nektarin çeşitlerinin verim durumları ile makro ve mikro element düzeyleri arasındaki ilişkiler. 1. *Ulusal Bahçe Bitkileri Kong.(1)*, 37-40.
- Prasad, A.S, 2007. Zinc: Mechanisms of host defense. *J Nutr* 137:1345–1349.
- Quan LJ, Zhang B, Shi WW, Li HY. 2008. Hydrogen peroxide in plants: A versatile molecule of the reactive oxygen species network. *J Integrat Plant Biol*, 50: 2-18.
- Ramezani, S., and Shekafandeh, A. 2009. Roles of gibberellic acid and zinc sulphate in increasing size and weight of olive fruit. *African Journal of Biotechnology*, 8(24).
- Rasouli Sadaghiani, M. H., Malakouti, M. J. and Samar, S. M. 2002. Effectiveness of different application methods of zinc sulfate on nutritional conditions of apple in calcareous soils of Iran. In *17. World congress of soil science, Bangkok (Thailand), 14-21 Aug 2002*.
- Rasouli, M. and Saba, M. K. 2018. Pre-harvest zinc spray impact on enzymatic browning and fruit flesh color changes in two apple cultivars. *Scientia Horticulturae*, 240, 318-325.
- Reid, R. J., Brookes, J. D., Tester, M. A. and Smith, F. A. 1996. The mechanism of zinc uptake in plants. *Planta*, 198(1), 39-45.
- Römheld, V. 1987. Different strategies for iron acquisition in higher plants. *Physiologia Plantarum*, 70(2), 231-234.
- Sahota, G. S. and Arora, J. S. 1981. Effect of N and Zn on ‘Hamlin’ sweet orange (*Citrus sinensis* Osbeck). *Journal of the Japanese Society for Horticultural Science*, 50(3), 281-286.
- Schulte, E. E. and Walsh, L. M. 1982. Soil and foliar applied zinc. *Univ. Wisconsin Coop. Ext. Serv. A*, 2528.
- Shin, Y., Ryu, J. A., Liu, R. H., Nock, J. F. and Watkins, C. B. 2008. Harvest maturity, storage temperature and relative humidity affect fruit quality, antioxidant contents and activity, and inhibition of cell proliferation of strawberry fruit. *Postharvest Biology and Technology*, 49(2), 201-209.
- Sillanpää, M. 1982. *Micronutrients and the nutrient status of soils: a global study* (No. 48). Food & Agriculture Org..
- Singleton, V. L. and Rossi, J. A. 1965. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. *American journal of Enology and Viticulture*, 16(3), 144-158.
- Song, J., Deng, W., Beaudry, R. M. and Armstrong, P. R. 1997. Changes in chlorophyll fluorescence of apple fruit during maturation, ripening, and senescence. *HortScience*, 32(5), 891-896.

- Stiles, W.C., 2004. Micronutrient Management in Apple Orchards. New York Fruit Quarterly, 12(1).
- Swietlik, D. 2001. Zinc nutrition of fruit trees by foliar sprays. In *International Symposium on Foliar Nutrition of Perennial Fruit Plants 594* (pp. 123-129).
- Takagi, S. I., Kamei, S. and Yu, M. H. 1988. Efficiency of iron extraction from soil by mugineic acid family phytosiderophores. *Journal of Plant Nutrition*, 11(6-11), 643-651.
- Takkar, P.N. and Walker, C.D., 1993. The distribution and correction of zinc deficiency. In: Robson AD (ed) Zinc in soils and plants. Kluwer, Dordrecht, The Netherlands, 151–166.
- Tomás-Barberán, F. A. and Espín, J. C. 2001. Phenolic compounds and related enzymes as determinants of quality in fruits and vegetables. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 81(9), 853-876.
- Wedekind, K. J., Lewis, A. J., Giesemann, M. A. and Miller, P. S. 1994. Bioavailability of zinc from inorganic and organic sources for pigs fed corn-soybean meal diets. *Journal of animal science*, 72(10), 2681-2689.
- Welch, R. M. and Norvell, W. A. 1993. Growth and nutrient uptake by barley (*Hordeum vulgare* L. cv Herta): studies using an N-(2-Hydroxyethyl) ethylenedinitrioltriacetic acid-buffered nutrient solution technique (II. Role of zinc in the uptake and root leakage of mineral nutrients). *Plant Physiology*, 101(2), 627-631.
- White, J. G. and Zasoski, R. J. 1999. Mapping soil micronutrients. *Field crops research*, 60(1), 11-26.
- Wojcik, P. and Popinska, W. 2009. Response of Lukasovka Pear Trees to Foliar Zinc Sprays. *J. Of Elementology*, 14(1): 181-188.
- World Health Organization (WHO), 2002. The World Health Report 2002 Geneva.
- Yogarathnam, N. and Greenham, D.W.P. 1982. The application of foliar sprays containing nitrogen, magnesium, zinc and boron to apple trees. I. Effects on fruit set and cropping. *Journal of Horticultural Science*, 57(2), 151-158.
- Zengin, M., Gökmen, F. ve Gezgin, S, 2008. Topraktan ve Yapraktan Çinkolu Gübre Uygulamalarının Elma Yapraklarında Makro ve Mikro Besin Elementleri ile Klorofil içeriklerine Etkileri. 4. Ulusal Bitki Besleme ve Gübre Kongresi, 8-10 Ekim 2008, Bildiri Kitabı, sf: 1108-1117, Konya.
- Zhang, H. and Young, S. D., 2006. Characterizing the availability of metals in contaminated soils. II. The soil solution. *Soil Use and Management*, 21: 459-467.
- Zhang, Y., Fu, C., Yan, Y., Wang, Y. A., Li, M., Chen, M., Qian, J., Yang, X. and Cheng, S. 2013. Zinc sulfate and sugar alcohol zinc sprays at critical stages to improve apple fruit quality. *HortTechnology*, 23(4), 490-497.
- Zhishen, J., Mengcheng, T. and Jianming, W. 1999. The determination of flavonoid contents in mulberry and their scavenging effects on superoxide radicals. *Food chemistry*, 64(4), 555-559.

7. ÖZGEÇMİŞ

1983 yılında Karaman'da doğdu. İlk ve orta eğitimini Akçaşehir kasabasında tamamladı. Lise eğitimini Manisa Beydere Ziraat Meslek Lisesinde tamamlayarak 2002 yılında ziraat teknisyeni unvanı ile mezun oldu. 2010 yılında Anadolu Üniversitesi Açıköğretim Fakültesi Bitkisel ve Hayvansal Üretim Bölümü Tarım Programında ön lisans eğitimini tamamladı. 2014 yılında Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümünde lisans eğitimini tamamladı. 2014 yılında Gaziosmanpaşa Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalında yüksek lisans eğitimine başladı. 2006 yılından bu yana Tarım ve Orman Bakanlığına bağlı Gümüşhane (Şiran ilçesi - Ziraat Teknisyeni), Tokat (Pazar ilçesi - ziraat teknisyeni, Artova ilçesi - ziraat mühendisi), Karaman (Başyayla ilçesi - İlçe Müdür Vekili, Merkez- ziraat mühendisi) İl/İlçe Müdürlüklerinde görev yaptı ve hâlâ Karaman İl Tarım ve Orman Müdürlüğü Arazi Toplulaştırma ve Tarımsal Alt Yapı Şube Müdürlüğünde ziraat mühendisi olarak görev yapmaktadır.