T.C.
SELÇUK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

GİBBERELLİK ASİT ve ÇİNKO UYGULAMALARININ MARULUN VERİM ve VERİM UNSURLARINA ETKİLERİ

Yağmur KAYA

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı

Kasım-2018
KONYA

ÖZET

YÜKSEK LİSANS TEZİ

GİBBERELLİK ASİT ve ÇİNKO UYGULAMALARININ MARULUN VERİM VE VERİM UNSURLARINA ETKİLERİ

Yağmur KAYA

Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Mehmet ZENGİN

2018, 50 Sayfa

Jüri
Prof. Dr. Sait GEZGİN
Prof. Dr. Aydın GÜNEŞ
Prof. Dr. Mehmet ZENGİN

Bu çalışma, çinko noksan bir toprakta yetiştirilen marul bitkisine artan dozlarda (0, 1.75, 3.50 ve 5.25 mg Zn kg^{-1}) uygulanan çinko sülfat ($ZnSO_4.7H_2O$; %23 Zn) ve gibberellik asit (GA_3; 0, 10, 50, 250 mg L^{-1})'in verim ve verim unsurlarına etkilerini belirlemek amacıyla yapılmıştır. Bu amaçla 3 kg topraklı deneme saksılarında Yedikule baş marul yetiştirilmiş ve çinko ekimde toprağa verilmiş, GA_3 ise gelişim dönemi başında 10 gün ara ile iki kez yaprağa püskürtülmüştür.

Araştırma sonuçlarına göre, en düşük marul yaş ağırlığı (99,03 g $saksı^{-1}$) 10 mg GA_3 L^{-1}, en yüksek yaş ağırlık (120,05 g $saksı^{-1}$) ise '5.25 mg Zn kg^{-1} + 50 mg GA_3 L^{-1}' uygulaması ile elde edilmiştir. Yaprağın sadece çinko uygulamaları arasında en yüksek Zn kapsamı (61,10 mg kg^{-1}) 5.25 mg Zn kg^{-1} uygulamasıyla kontrole (33,14 mg kg^{-1}) göre %84 artarken, sadece GA_3 uygulamaları arasında ise 50 mg GA_3 L^{-1} uygulaması ile %45 oranında artmıştır. Tüm uygulamalar arasında en yüksek Zn kapsamı (73,92 mg kg^{-1}) ise '5.25 mg Zn kg^{-1} + 50 mg GA_3 L^{-1}' uygulaması ile elde edilmiş olup bu artış kontrole göre %123 oranında gerçekleşmiştir. Verim ve verim unsurlarının çoğu dikkate alındığında, çinko noksan topraklarda ekimde tabana 5.25 mg Zn kg^{-1} uygulamasına ilaveten gelişim başlangıcında yaprağa 10 gün ara ile iki kez 50 mg GA_3 L^{-1}'in püskürtülmesi önerilebilir.

Anahtar Kelimeler: Çinko, gibberellik asit, marul, verim unsurları

ABSTRACT

MS THESIS

EFFECTS OF GIBBERELLIC ACID AND ZINC APPLICATIONS ON LETTUCE YIELD AND YIELD COMPONENTS

Yağmur KAYA

THE GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCE OF SELÇUK UNIVERSITY

Advisor: Prof. Dr. Mehmet ZENGİN
2018, 50 Pages

Jury

Prof. Dr. Sait GEZGİN
Prof. Dr. Aydın GÜNEŞ
Prof. Dr. Mehmet ZENGİN

This study was carried out to determine the effects of zinc sulfate ($ZnSO_4.7H_2O$; 23% Zn) and gibberellic acid (GA_3) applied increasing dozes (0, 1.75, 3.50, 5.25 mg Zn kg^{-1} and 0, 10, 50, 250 mg L^{-1}) on the yield and yield components of lettuce grown in the zinc deficient soil. With this aim, Yedikule Head Lettuce was grown in the pots with 3 kg soils and zinc was given into soil, and GA_3 was pulverized to leaf two times with ten days intervals in the beginning of growing season.

According to the results, the lowest lettuce fresh weight (99,03 g pot^{-1}) was obtained from 10 mg GA_3 L^{-1}, the highest lettuce fresh weight (120,05 g pot^{-1}) was taken by '5.25 mg Zn kg^{-1} + 50 mg GA_3 L^{-1}' application. While the highest zinc content (61,10 mg kg^{-1}) of the leaf increased in the rate of 84% by the 5.25 mg Zn kg^{-1} among the only zinc applications according to the control (33,14 mg kg^{-1}), it increased in the rate of 45% by the 50 mg GA_3 L^{-1} application among the only GA_3 applications. The highest zinc content (73,92 mg kg^{-1}) of the leaf among all the applications was obtained by the '5.25 mg Zn kg^{-1} + 50 mg GA_3 L^{-1}' application and this increasing was realized in the rate of 123% according to the control. Considering most of the yield and yield components, two times pulverization of the 50 mg GA_3 L^{-1} with ten days interval in the beginning of growing in addition to 5.25 mg Zn kg^{-1} application into soil in the sowing may be suggested in the zinc deficient soils.

Keywords: Gibberellic acid, lettuce, yield components, zinc

ÖNSÖZ

Marul (*Lactuca sativa* L.) bitkisi ülkemizde hemen hemen tüm bölgelerde açık alanlarda ve seralarda başarılı bir şekilde yetiştirilen ve ekonomik önemi giderek artan yapraklı bir sebzedir. Ülkemizde yaklaşık 30.000 ha sera alanının %96'sı biber, patlıcan, domates ve marul gibi sebzeleri yetiştirmek üzere kullanılmaktadır. Bu Yüksek Lisans Tezinde serada çinko noksan bir toprakta yetiştirilen marul bitkisinde verim ve kaliteyi artırmak için uygulanan çinkolu gübre ve gibberellik asit dozlarından en uygun olanı belirlemek amaçlanmıştır.

Bu bağlamda tez çalışmamın seçiminden araştırmalarımın yürütülmesi, değerlendirilmesi ve yazımına kadar her aşamada bana yol gösteren, hoşgörüsünü ve desteğini hiç esirgemeyen, çalışmalarıyla ve azmiyle her zaman bana şevk veren değerli hocam ve tez danışmanım Sayın Prof. Dr. Mehmet ZENGİN'e en içten teşekkürlerimi sunarım. Proje süresince çalışmanın yönlendirilmesi ve eksiklerin giderilmesi konusunda fikir ve görüşleri ile tezin daha iyi bir hale gelmesine yardımcı olan saygı değer Bölüm Başkanı hocam Prof. Dr. Sait GEZGİN'e, yardımlarını esirgemeyen bölüm hocalarıma ve tez çalışmamda bana her bakımdan destek ve yardımcı olan Sayın Arş. Gör. Dr. Fatma GÖKMEN YILMAZ hocama teşekkürlerimi bir borç bilirim.

Laboratuar çalışmalarımda bana yardımcı olan Kimyager Ali KAHRAMAN, Uzman Zir. Yük. Müh. Nesim DURSUN ve Zir. Yük. Müh. Duygu AKÇAY'a çok teşekkür ederim.

Akademik kariyerimin tüm aşamasında her türlü yardımı esirgemeyen değerli aileme sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Yağmur KAYA

KONYA-2018

İÇİNDEKİLER

ÖZET ..... **iv**

ABSTRACT ..... **v**

ÖNSÖZ ..... **vi**

İÇİNDEKİLER ..... **vii**

SİMGELER VE KISALTMALAR ..... **viii**

1. GİRİŞ **1**

2. KAYNAK ARAŞTIRMASI **5**

3. MATERYAL VE YÖNTEM **11**

3.1. Deneme Bitkisi **11**
3.2. Deneme Toprağı **11**
3.3. Kullanılan Gübreler **12**
3.4. Denemenin Kurulması ve Yürütülmesi **13**
3.5. Deneme Bitkisinde Yapılan Ölçümler **14**
3.6. Bitki Örneklerinde Yapılan Analizler **14**
3.7. İstatistiksel Analizler **15**

4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA **16**

4.1. Bitki Yaş Ağırlığı **16**
4.2. Bitki Kuru Ağırlığı **17**
4.3. Kök Yaş Ağırlığı **18**
4.4. Kök Kuru Ağırlığı **19**
4.5. Bitki Boyu **20**
4.6. Kök Uzunluğu **21**
4.7. İlk Giberellik Asit Uygulamasında Bitki Başına Yaprak Sayıları **22**
4.8. İkinci Giberellik Asit Uygulamasında Bitki Başına Yaprak Sayıları **23**
4.9. Hasatta Bitki Başına Yaprak Sayıları **24**
4.10. Uygulamaların Bitkinin Makro Besin Elementleri İçeriğine Etkileri **25**
4.11. Uygulamaların Bitkinin Mikro Besin Elementleri İçeriğine Etkileri **29**

5.SONUÇLAR VE ÖNERİLER **35**

KAYNAKLAR **37**

ÖZGEÇMİŞ **42**

SİMGELER VE KISALTMALAR

Simgeler

B: Bor
Ca: Kalsiyum
Cu: Bakır
Fe: Demir
K: Potasyum
Mg: Magnezyum
Mn: Mangan
N: Azot
Na: Sodyum
P: Fosfor
S: Kükürt
Zn: Çinko
GA_3: Gibberellik asit

Kısaltmalar

cm: Santimetre
da: Dekar
EC: Elektriksel iletkenlik, tuzluluk
FAO: Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü
g: Gram
ICP-AES: Inductively Coupled Plasma Atomic Emission Spectrometer
kg: Kilogram
mg: Miligram
mL: Mililitre
L: Litre
Ort: Ortalama
pH: Bir çözeltinin asitlik veya bazlık derecesini ifade eden ölçü birimi
TÜİK: Türkiye İstatistik Kurumu
%: Yüzde
^oC: Santigrad Derece

1. GİRİŞ

Bitki; gelişmesi için güneş ışığına, havanın CO_2'ine, toprağın ise su, mineral ve diğer besin maddelerine ihtiyaç duyar. Vejetasyon ilerledikçe bitki büyür, gelişir ve bir kısım hücre, doku ve organlar oluşarak kendine has şekil alır. Ancak, normal büyüme ve gelişmenin meydana gelebilmesi için bir takım iç ve dış faktörlerin birlikte rol oynadığı aşikardır.

Bitkideki büyüme ve gelişmeyi düzenleyen temel iç faktörler kimyasal özelliktedir. Bitki büyümesini düzenleyen maddeler; bitkiler tarafından oluşturulan ya da bitkiye dışarıdan verilen, çok düşük miktarlarda bitkideki büyüme, gelişme ve diğer fizyolojik olayları tek başına ya da birlikte olumlu veya olumsuz yönde etkileyebilen, oluşturdukları dokularda etkin olabildikleri gibi diğer bitki kısımlarına da taşınabilen ve bu etkinliği diğer organlarda da gösterebilen organik maddelerdir. Bitkiler büyüme, gelişme ve değişime uğramaları için kendi ihtiyaçları olan bu temel maddeleri kendileri üretirler. Bitki bünyesinde oluşup, büyüme ve gelişmeyi (fizyolojik olayları) düzenleyen bu maddelere hormonlar ya da fitohormonlar (bitki hormonları) adı verilmektedir (Kumlay ve Eryiğit, 2011).

Bitkide büyümeyi yöneten doğal biyokimyasal bileşiklere genellikle hormon, sentetik (yapay) olarak elde edilip uygulanan bitkilere etkili olan diğer kimyasal maddelere de bitki gelişim düzenleyicileri denir.

Bitki gelişim düzenleyicilerinin önemi ilk kez 1930'lu yıllarda anlaşılmış, bu tarihten itibaren bunların tarımsal ürünlerdeki fonksiyonları araştırılmaya çalışılmıştır. Bitki fizyolojisi konularında yapılan çalışmalar, bitki gelişim düzenleyicilerinin bitki büyüme ve gelişmesindeki rollerini ortaya koymuş ve zamanla bitki bünyesinde sadece büyümeyi teşvik eden maddelerin değil, aynı zamanda büyümeyi engelleyen maddelerin de sentezlendiği anlaşılmıştır (Güleryüz, 1982; Raven ve ark., 1992).

Günümüzde çimlenmeden hasada ve hasat sonrası muhafazaya kadar bitkinin büyüme oranını ve gelişmesini etkilemek amacıyla yaygın olarak kullanılan BGD'nin verim üzerine olan etkileri genelde dolaylı yoldan olmaktadır (Budak ve ark., 1994). Bitkilere bu maddelerin dışarıdan uygulanmasında amaca uygun kimyasalların seçimi, uygun konsantrasyon ile uygulama zamanının tayini istenilen tesir için oldukça önemlidir (Palavan-Ünsal, 1993; Buban, 2000).

Tarımda bitki gelişim düzenleyicilerinin kullanım amaçları başlıca şu şekilde sıralanabilir; çelikle çoğaltmayı sağlamak, tohumların çimlenme gücünü artırmak, çiçeklenmeyi teşvik etmek veya geciktirmek, soğuğa dayanıklılığı artırmak, meyvelerde tohum oluşumunu ve meyve iriliğini artırmak, meyve muhafaza süresini uzatmak, bitkilerin hastalık ve zararlılara dayanıklılığını artırmak, yabancı ot kontrolünü sağlamak, pamuk ve tahıllarda yatmayı önlemek, hasat öncesi meyve dökülmesine engel olmak, makineli hasadı kolaylaştırmak için tüm bitkilerin aynı zamanda olgunlaşmasını sağlamak ve hasatta iş gücünü azaltmak, olgunlaşmayı hızlandırarak yatmayı engellemek, patates yumrularında dormansiyi (dinlenme, uyku hali) kırmak, özellikle doku kültürü çalışmalarında kök-sürgün ve yumru oluşumunu teşvik etmektir (Budak ve ark., 1994; Kaynak ve Ersoy, 1997; Asghari ve Majeed, 2006).

Bir bileşiğin bitki hormonu olarak nitelendirilebilmesi için şu özelliklerin olması gerekir (Çetin, 2002).

a. Bitki bünyesinde oluşması,
b. Oluştuğu yerden başka bir yere taşınabilir olması,
c. Taşındığı yerde değişik yaşam olaylarını yönetmesi veya düzenlemesi ve
d. Çok düşük konsantrasyonlarda dahi bu etkilerini gösterebilmesi gerekmektedir.

Bitki gelişim düzenleyicileri bitki büyümesini teşvik edenler ve bitki büyümesini engelleyenler olmak üzere iki gruba ayrılır. Oksinler, sitokininler ve gibberellinler büyümeyi teşvik edenler iken dorminler engelleyiciler olarak gruplandırılabilir. Etilen ise daha çok meyve olgunlaşmasında düzenleyici rol oynamaktadır (Walsh, 2003).

Bitkilerin mikro besin elementlerine ihtiyacı her ne kadar makro besin elementlerine olan ihtiyaçlarına kıyasla daha az olsa da mutlak gerekli besin elementleri olarak bunların önemi giderek daha fazla anlaşılmaktadır. Uygulamada yalnızca dengeli ve ekonomik bir gübreleme ile birim alandan daha kaliteli ve sağlıklı ürün alınabilmektedir. Son yıllarda ülkemizde yoğun şekilde tarım yapılan alanlarda Zn (çinko) mikro besin elementi noksanlıkları sıklıkla görülmektedir. Zn noksanlığı hem ürün verimini hem de ürün kalitesini azaltması nedeniyle ayrı bir öneme sahiptir. FAO tarafından yapılan, Türkiye'nin de içinde bulunduğu bir çalışmaya göre dünya tarım topraklarının %30'unda ve Türkiye tarım topraklarının ise %83'ünde Zn noksanlığı (< 0.5 mg kg^{-1}) saptanmıştır (Sillanpaa, 1982; Çakmak ve ark., 1996). Orta Anadolu

Bölgesi'nde Zn noksanlığı ile ilgili yapılan bir çalışmada, pH ve kireç içeriklerinin yüksek, organik madde içeriklerinin düşük ve yıllık yağışın az olduğu topraklarda Zn noksanlığının olası olduğu belirtilmiştir (Torun ve Çakmak, 2004). Çinkonun protein ve karbonhidrat metabolizmasında önemli fonksiyonları vardır. Bunun yanında, enzim aktivite yeteneği, fizyolojik hücre zarı sağlamlığına etkisi ve oksin hormonu sentezi gibi fonksiyonları nedeniyle doğrudan verimi ve kaliteyi etkileyen önemli bir mikro besin elementidir (Marschner, 1997; Oktay, 1999).

Topraklarda ve bitkilerde Zn noksanlığı ciddi bir problemdir ve özellikle Orta Anadolu buğday üretim alanlarında ürün veriminde şiddetli azalmalara neden olmaktadır. Bunu önlemek amacıyla Zn gübrelemesi yapılabilir. Ancak Zn noksanlığına karşı alınabilecek en doğru yaklaşım topraktaki Zn noksanlığına karşı dayanıklı olabilen yeni çeşitler ıslah etmektir (Torun ve Çakmak, 2004). Artan dozlarda topraktan ve yapraktan uygulanan çinkonun Starking Delicious elma çeşidinde yaprakların toplam N, P, K, Ca, Mg, Fe, Cu ve Mn içeriklerinde istatiksel olarak önemli bir değişiklik yapmadığı, suda çözülebilir Fe ve Zn ile toplam Zn içeriklerinde ise yapraktan uygulamanın istatistiksel olarak daha etkili olduğu belirlenmiştir (Gülser ve ark., 2001). Zn uygulamaları ile tanenin Zn kapsamı arasında istatiksel bakımdan %1 önem seviyesinde ilişkiler bulunmuş olup artan Zn dozları ile kuru ve sulu şartlarda buğday tanesinin çinko konsantrasyonu 8,5 ppm'den 14,5 ppm'e yükselmiştir (Bağcı ve Sade, 2004). Topraktan ve yapraktan çinkolu gübre ($ZnSO_4.7H_2O$; %23 Zn) uygulamalarının, elma yapraklarında makro ve mikro besin elementleri ile klorofil içeriklerine etkilerinin araştırıldığı bir çalışmada, yaprağın makro besin element içerikleri üzerine, genellikle topraktan Zn uygulamasının daha etkili olduğu, mikro besin elementi içerikleri üzerine ise yapraktan Zn uygulamasının daha etkili olduğu rapor edilmiştir (Zengin ve ark., 2008).

Dünyada 53.4 milyon ha alanda 903,4 milyon ton sebze üretilmektedir. Dünyanın en büyük sebze üretici ülkesi Çin olup bunu Hindistan, ABD, Türkiye, Mısır ve diğer ülkeler takip etmektedir. Ülkemizde sebze üretim miktarı 2016 yılında bir önceki yıla göre %2,4 oranında artarak 30.267.000 ton olmuş, 2017 yılında ise bir önceki yıla göre %2,1 oranında artarak 30.825.569 ton olmuştur. Ülkemizde 2016 yılında 221.516 da alanda marul (Kıvırcık, Göbekli ve Iceberg) yetiştirilmiş ve 478.442 ton üretim yapılmıştır. 2017 yılında ise 220.558 da'lık alanda marul yetiştiriciliği yapılmış ve 490.423 ton marul üretilmiştir (TUİK, 2018).

Marul; kısa ve yeşil bir sebze olup boyunun tersine sağlık açısından tüketenlere çok büyük katkılarda bulunmaktadır. Yeşillik ailesinin en çok tüketilen üyesinden birisi olan marul insanlığın bilinen en eski sebzelerinden bir tanesidir.

Marulun anavatanı olarak Akdeniz ve Ortadoğu olarak gösterilmekle birlikte günümüz modern dünyasında bütün ülke mutfaklarında yaygın olarak yemeklerde kullanılmaktadır. Özellikle salata olarak yaygın tüketilmektedir. Ayrıca aparativ yiyeceklerin yanında yer alır, çiğ köfteden sandviçe marul mutlaka bir şekilde kendisini gösterir.

B1 ve B12 vitaminlerini içeren marul, özellikle K ve A vitaminleri açısından da çok zengin bir besin kaynağıdır. Bunun dışında potasyum ve magnezyum açısından da çok zengin olup birçok minerali içermektedir.

Marulun sağlık açısından faydaları bilinmektedir. Etkili bir demir deposu olduğundan marul demir eksikliğinden kaynaklanan anemi hastalığı ve saç dökülmesine karşı bünyeyi güçlendirir. Demir aynı zamanda kan ve damar sağlığının korunmasına da yardımcı olur. Bunun yanında beyne sağlıklı bir şekilde oksijen gitmesi için demir hayati önem taşır. Marul aynı zamanda saç ve cilt sağlığını da korur. İçerdiği K vitamini hamilelik döneminde anne adaylarının ihtiyaç duyduğu vitaminlerin başında gelir.

Marullar toprak isteği bakımından fazla seçici olmasa da kökleri 100-150 cm derine inebildiği için derin, organik maddece zengin, iyi drenajlı, kumlu tınlı topraklar marul yetiştiriciliğinde ideal topraklardır. Bu tip topraklarda verim ve kalite yükselir. Buna karşılık ağır bünyeli ve sığ topraklarda verim azalır ve bitki gelişimi yavaşlar. Marul üretimi yapılacak topraklarda pH 6-7 arasında olmalıdır. Asidik toprakları sevmediği için pH değeri 5.6'dan yüksek olan topraklarda yetiştirilmelidir. Toprak pH'sının 7'den yüksek olması verimde önemli düşüşlere neden olur. Marul toprak tuzluluğuna karşı hassas olup topraktaki tuzdan hoşlanmaz (Vural ve ark., 2000).

Bu tez çalışmasında ülkemizde hemen hemen hiç araştırılmayan bir konu olan bitkinin fizyolojik gelişiminde ve oksin metabolizmasında benzer özellikler gösteren GA_3 ve Zn uygulamalarının marulda verim ile verim unsurlarına etkileri ve bitkideki değişimler araştırılmıştır.

2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

Güçlü (1983), gibberellik asit (GA_3) ve N-dimetil aminsuccunamil asidi (B9) *Spindapsus aerus* Engl sarmaşıklarına uygulayarak daha hızlı gelişen formları ile bodur formlarını elde etmek için yaptığı bir çalışmada; 0, 100, 200 ve 400'er ppm dozlarında GA_3 ile B9 hormonlarını birer hafta arayla bitki yapraklarına püskürtmüştür. 400 ppm'lik GA_3 uygulamasının sürgün uzunluğunun kontrol bitkisine göre %80.90 oranında arttığını, 400 ppm'lik B9 uygulamasının sürgün uzunluğunun %70.62 oranında kontrol bitkisine göre daha kısa kaldığını tespit etmiştir. GA_3 uygulaması ile boğum uzunluklarının kontrole göre %87 arttığını, B9 uygulanan grupta ise %61'lik bir kısalma oluştuğunu bulgulamıştır. Ayrıca kontrole oranla bitkilerin yaprak alanlarında GA_3'in 200-400 ppm'lik uygulamalarında artışlar olduğunu, B9'un 100 ppm'lik uygulamasında ise azalma meydana getirdiğini bildirmiştir.

Celepçi ve Güleryüz (1985), Erzurum koşullarında ilki çiçeklenme döneminde ikincisi ise çiçeklenmeden 15 gün sonra olmak üzere iki defa uygulanan GA_3'in Tioga, Gorella ve Pocahontas çilek çeşitlerinde kol, fide ve meyve verimi ile erkenciliğe etkilerini incelemek amacıyla yaptıkları bir çalışmada; 50 ve 100 ppm'lik konsantrasyonlarda GA_3 uygulamışlardır. GA_3'in her iki konsantrasyonunun da bitki başına düşen kol sayısını çilek çeşitlerinde uygulamadan kısa bir süre sonra artırdığını, fakat vejetasyon döneminin sonunda bu farkın ortadan kalktığını tespit etmişlerdir. Kol uzunluğu ve kol başına düşen fide sayısının da uygulamadan sonra arttığını, GA_3'in çiçeklenme ve meyve verimini genel olarak azalttığını ve olgunlaşmada erkencilik veya geçciliğe pek etki etmediğini rapor etmişlerdir.

Arslan ve ark. (1993), 1992-1993 senelerine ait tohumlarla iki ayrı deneme şeklinde yürüttükleri çalışmada; ilk bölümde 1993 yılına ait tohumları dört farklı GA_3 dozu (50, 100, 150, 200 ppm) ile iki farklı uygulama süresince (6 ve 12 saat) muamele etmişlerdir. İkinci bölümde ise, 1992 yılına ait tohumlar ile 1993 yılında iki farklı zamanda hasat edilmiş tohumları üç farklı muameleye (soğukta muhafaza, GA_3 ve soğukta muhafaza + GA_3) tabi tutmuşlardır. Sonuç olarak, birinci çalışmada en iyi çimlenme değerini (%65) 200 ppm'de tohumlar 12 saat süreyle tutulduğunda elde etmişlerdir. İkinci çalışmada ise, en yüksek çimlenme değerini (%75) 1993 yılında alınan ve buzdolabında bekletilip daha sonra GA_3 uygulanan tohumlarda ortaya çıktığını belirlemişlerdir.

Koçer ve Eser (1997), 30 ppm GA_3 uygulama sayılarının tek yıllık olarak üretilen Sakız Enginar çeşidinde erkenci ve toplam verime etkilerini incelemek amacıyla yaptıkları bir çalışmada, vegetatif dönemdeki sürgünlerle plantasyon kurulduğunda generatif dönemdekilere nazaran erkenci ve toplam verimde daha yüksek değerler elde edildiğini belirlemişlerdir. Vegetatif dönemdeki sürgünleri kullanmakla sağlanan bu olumlu etkinin, tüm GA_3 uygulamalarında kontrole göre daha da arttığını saptamışlardır. İki kez GA_3 uygulamasının, bir kere uygulamaya göre yalnızca erkenci verimde daha iyi sonuç verdiğini tespit etmişlerdir.

Baydar (2000), aspirde (*Carthamus tinctorius* L.) erkek ve dişi kısırlığı uyarımı, tohum verimi, yağ ve yağ asitleri ile büyüme ve gelişme özellikleri üzerine GA_3 uygulamalarının etkilerini araştırdığı bir çalışma yapmışdır. Üç farklı dönemde; rozet yapraklılık (ekimden 40 gün sonra), sapa kalkma (ekimden 55 gün sonra) ve tomurcuk dönemlerinde (ekimden 70 gün sonra) ve beş farklı dozda (0, 50, 100, 200 ve 300 ppm) uygulanan GA_3'in, %93.0 oranlarına varan erkek kısırlığa neden olduğunu, böylece hibrid tohum üretiminde GA_3'den pratik olarak faydalanılabileceğini belirlemiştir. Hem izolasyonlu hem de izolasyonsuz koşullarda GA_3'ün tohum verimini düşürdüğünü saptamıştır. GA_3 uygulamalarının yaş asitleri sentezi üzerine önemli bir etkisi olmadığını, tomurcuk döneminde uygulanan 300 ppm GA_3'in ise yağ sentezini %33.8'den %38.8'e kadar artırdığını tespit etmiştir.

Kırıcı (1998), GA_3 uygulamalarının aspir çeşitlerinde bitki boyu, dal sayısı, tabla sayısı, çiçek verimi ve çiçekteki boyar madde oranı üzerine etkilerini incelediği bir çalışmada, GA_3'ü farklı dozlarda (0, 50, 100 ve 150 ppm) rozet ve sapa kalkma dönemlerinde bitkiye uygulamıştır. Sonuç olarak GA_3 uygulamalarının düşük dozlarda aspir çeşitlerinde taban koşulların çiçek üretimi için daha uygun olduğunu, çiçek verimini artırdığını ve genellikle yüksek dozlardaki GA_3 uygulamalarından elde edilen boyar madde oranının da yüksek olduğunu bildirmiştir.

Yeşiloğlu ve Açıkalın (2002), Klemantin Mandalinası'nda bilezik alma, ilave besin (deniz yosunu özü ve Fe-şelat) uygulamaları ve GA_3 uygulamalarının meyve verimi, meyve iriliği ve meyve tutumu üzerine etkilerini belirlemek için yaptıkları bir çalışmada, GA_3 ilaveli çift bilezik alma (ÇB+GA_3) uygulamasının en başarılı uygulama olduğunu tespit etmişlerdir.

Baydar ve Erdal (2004), İzmir Kekiği'ne (*Origanum onites*) uygulanan GA_3, ABA (absisik asit), (IAA) indol-3-asetik asit ve BAP (6-benzin-amino pürin)'in yapraklarda uçucu yağ içeriği, uçucu yağ bileşenleri, protein içeriği ile besin elementlerini saptamaya yönelik yaptıkları bir çalışmada, bitki büyüme düzenleyicilerinin kekiğin yağ içeriği, yağda karvakrol ve timol içeriği, besin elementlerinden P, K, Ca, Na, Fe ve Cu içeriği üzerine önemli etkilerini bulmuşlardır. Uçucu yağ oranını %3.1 ile en yüksek BAP uygulamasından, %2.6 ile en düşük IAA uygulamasından elde etmişlerdir. Protein içeriğinin %6.37 ile %7.75 arasında değiştiğini, kekik yağının ortalama olarak %84.8 karvakrol, %5.3 timolden oluştuğunu belirlemişlerdir. Bitki büyüme düzenleyicilerinden özellikle GA_3'ün uçucu yağın karvakol içeriğini azaltırken, timol içeriğini yükselttiğini rapor etmişlerdir.

Ünal ve ark. (2004), Antalya endemiği olan kekik (*Origanum*) türlerinin tohum çimlenmesi ve çelikle çoğaltılması üzerine yaptıkları bir çalışmada, farklı saklama koşullarının (+4 ^oC ve oda sıcaklığı), aydınlık-karanlık (18 saat karanlık-6 saat aydınlık) ışık koşulunun ve karanlık (24 saat) ortamın GA_3'ün çeşitli konsantrasyonlarının (0.1 ppm, 1 ppm, 10 ppm) ve farklı sıcaklık derecelerinin (15, 20, 25 ve 30 ^oC) kekik türlerinin tohumlarının çimlenmesine etkilerini incelemişlerdir. Buna göre, çimlenme öncesi düşük sıcaklıklarda bekletilen tohumlarda, aydınlık-karanlık ışık koşulu, 1 ppm GA_3 ve 10 ppm GA_3 ile 15, 20 ve 25 ^oC sıcaklık uygulamalarının çimlenme yüzdesini daha yüksek bulmuşlardır.

Sıvacıoğlu ve ark. (2007), sarıçam fideciklerinin morfolojik karakterleri üzerinde BGD'lerinin etkisini belirlemek amacıyla yaptıkları bir çalışmada, Bolu-Aladağ orjinli sarıçam tohumlarını, 200-400-600 ppm GA_3 çözeltisi, 50-150-300 ppm IBA+NAA çözeltisi ve 20-50-100 ppm Kinetin çözeltisinde 24 saat bekleterek Bolu Orman Fidanlığı'nda fidanlık yastığına ekmişlerdir. 36 gün sonra birinci yaprakların oluşumunu takiben sökülen fideciklerde; KBÇ (kök boğazı çapı), KU (kök uzunluğu), HB (hipokotil boyu), EB (epikotil boyu), KS (kotiledon sayısı), KB (kotiledon boyu), KTA (kök taze ağırlığı), GTA (gövde taze ağırlığı), KKA (kök kuru ağırlığı), GKA (gövde kuru ağırlığı) değerlerini belirlemişlerdir. Fideciklerin morfolojik karakterlerini inceleyerek, gelişim düzenleyicilerin fidecik gelişiminde ve kaliteli fidan üretimindeki avantajlarını belirlemeyi amaçlamışlardır. KBÇ, KB, KS, GKA karakterleri üzerinde hormon çeşidinin, hormon dozunun ve bu iki faktörün etkileşiminin istatistiki anlamda bir etkisinin olmadığını tespit etmişlerdir. En yüksek KBÇ (0,87 mm), KS (6.55 adet),

KB (2.23 cm), GKA (6.34 mg) IBA+NAA hormonlarından elde edildiğini, KU üzerinde 'hormon x doz' interaksiyonunun etkisinin görüldüğünü, en büyük KU'nun ise (7.95 cm) 600 ppm GA_3 uygulamasıyla elde edildiğini tespit etmişlerdir. Hormon ve 'hormon x doz' etkileşiminin EB ve HB üzerinde etkili olduğunu, en büyük HB ve EB değerleri (HB = 1.30 cm, EB = 0.34 cm) GA_3'den, doz olarak da 400 ppm GA_3'den (HB = 1.42 cm, EB = 0.37 cm) olduğunu belirlemişlerdir. KTA, GTA ve KKA üzerinde hormon çeşidinin etkili olduğunu, en yüksek değerlerin (KTA = 22.33 mg, GTA = 36.63 mg, KKA = 3.82 mg) IBA+NAA uygulamasından elde edildiğini bulgulamışlardır.

Ergün ve Öncel (2008), buğday bitkisinde Pb (kurşun), Zn (çinko) ve Cd (kadmiyum) ağır metalleri ve bu ağır metallerle birlikte uygulanan ABA ve GA_3 BGD etkileşimlerinin kök ve sürgün büyümesi üzerine etkilerini zamana bağlı olarak (5. ve 10. gün) araştırdıkları bir çalışmada, her üç ağır metalin yüksek konsantrasyonlarının ve bu ağır metallerle birlikte uygulanan ABA ve GA_3'ün buğday bitkisinin kök ve sürgün büyümesini engellediğini tespit etmişlerdir. Ağır metallerin konsantrasyon ve uygulama süresinin artışına paralel olarak kök ve sürgün büyümesinin engellenmesi arasında bir paralellik olduğunu tespit etmişlerdir. İnceledikleri parametreler arasında genel olarak en yüksek toksik etkiyi Cd'un gösterdiğini, daha sonra sırasıyla Pb ve Zn'nun benzer etkide bulunduklarını rapor etmişlerdir.

Çürük ve ark. (2012), Süsen bitkisine (*Iris germanica*) GA_3 uygulamalarının gelişme ve çiçeklenme üzerine etkilerini incelemek amacıyla yaptıkları bir çalışmada, bitkilere yaklaşık 10 cm uzunluğunda ve 4±1 yapraklı iken 125, 250, 375 ve 500 mg L^{-1} konsantrasyonlu GA_3 solüsyonunu püskürtmüşlerdir. Bu çalışmayı yürütürken her uygulamada hiçbir işlemin yapılmadığı bitkilerin yer aldığı kontrol parseline yer vermişlerdir. Araştırma sonuçlarına göre, en uzun bitki (58 cm) 500 mg L^{-1} GA_3 uygulamasından, en erken çiçeklenme ise 375 mg L^{-1} GA_3 uygulamasından elde edilmiştir. Kontrol parselindeki çiçeklenmenin ise ilk çiçeklenmeden 20 gün sonra gerçekleştiği, 500 mg L^{-1} GA_3 uygulamasında ise hiç çiçeklenmenin olmadığı belirlenmiştir. Bitkideki en az yaprak sayısı kontrolde, en fazla yaprak sayısı ise 500 mg L^{-1} GA_3 uygulamasında görülmüştür.

Pehluvan ve ark. (2012), Iğdır ekolojik şartlarında Gisela-5 anacı üzerine aşılı olarak yetiştirilen yedi yaşlı 0900-Ziraat kiraz çeşidine uygulanan GA_3'in meyve kalitesi üzerine etkilerini belirlemek amacıyla 2010-2011 yıllarında yaptıkları çalışmada, kiraz ağaçlarına her iki yılda da meyveye ben düştüğü dönemde 0 (kontrol),

10, 20, 30, 40, 50 mg L^{-1} dozlarında GA_3 çözeltisini ağaçlara püskürtmüşlerdir. Söz konusu araştırmada, meyve ağırlığını, meyve çapını, meyve boyunu, çekirdek ağırlığını, et ağırlığını, meyvenin delinme direncini, meyve sapı uzunluğunu, meyve sapı ağırlığını, suda çözünen kuru madde miktarını, pH ve askorbik asit gibi fiziksel ve kimyasal özellikleri incelemişlerdir. Sonuç olarak, uygulamalara göre değişmekle beraber, iki yıllık ortalamalara göre meyve ağırlığında %10.71, meyve çapında %6.33, meyve boyunda %5.20, çekirdek ağırlığında %26.67, sap uzunluğunda %9.73, meyve delinme direncinde %3.40, meyve suyu pH'sında %10.20, meyvenin C vitamini içeriğinde %81.95 oranlarında artışların olduğunu bulgulamışlardır. Iğdır ekolojik koşullarında kirazda meyve kalitesini artırmaya yönelik en ideal GA_3 uygulama dozlarının 20 ile 40 mg L^{-1} arasında olduğunu bildirmişlerdir.

Çömlekçioğlu ve Şimşek (2014), yüksek sıcaklık koşullarında, class-A sınıfı pan buharlaşma kabından 3 günde oluşan toplam buharlaşmanın %133 (T_{133}), %100 (T_{100}) ve %66 (T_{66})'sının uygulandığı üç sulama düzeyinde çalışmışlar ve yetiştirdikleri çiçeklere 0, 25 ve 50 ppm GA_3 uygulamışlardır. T_{133}, T_{100} ve T_{66} için sırasıyla 1.651, 1.321 ve 961 mm toplam su vermişlerdir. Yüksek sıcaklık koşullarında ve en düşük sulama seviyesinde (T_{66}) GA_3 uygulanmayan bitkilerde MTO'yu (meyve tutum oranı) %2.86 olarak belirlemişlerdir. MTO T_{133} sulama seviyesi ve 50 ppm GA_3 uygulamasıyla %57.36 oranında yükselmiştir. T_{66} sulama seviyesinde GA_3 uygulanmayan bitkilerin 3.47 ton da^{-1} olan meyve verimi, T_{133} sulama seviyesinde 50 ppm GA_3 uygulamasıyla 11.35 ton da^{-1} seviyesine yükselmiştir. Araştırma sonuçlarına göre, yüksek sıcaklık ve kuraklık nedeniyle engellenen meyve tutumları ve düşen verim değerlerinin hem sulama seviyeleri hem de GA_3 uygulamalarıyla önemli oranda telafi edilebildiği, en yüksek sulama seviyesinde dahi GA_3 uygulamalarının verimde önemli artışlara neden olduğu ifade edilmiştir.

Zengin ve Kelen (2016), cam serada %50 kompost, %30 perlit, %20 bahçe toprağı karışımında yetiştirdikleri Cafe Noir ve Conqueror Lale çeşitlerinin bazı gelişim parametreleri üzerine artan GA_3 dozlarının (100, 300, 500 ve 700 ppm) ve uygulama sürelerinin (30 ve 60 dakika) etkilerini araştırmışlardır. Araştırma sonuçlarına göre, lalenin büyüme, gelişme, erkencilik ve kalite özellikleri üzerine uygulamaların ve çeşitlerin etkilerinin önemli olduğu belirlenmiştir. Lale yetiştiriciliğinde GA_3 dozlarının çiçeklenme zamanı, çiçeklenme oranı, çiçek sapı uzunluğu, bitki boyu, soğan sayısı ve soğan ağırlığı bakımından; GA_3 uygulama sürelerinin ise bitki boyu ve soğan ağırlığı

bakımından önemli olduğu saptanmıştır. Tüm uygulamalardan %99'un üzerinde bir sürme oranı elde edilmiş ve Conqueror çeşidinin Cafe Noir çeşidine göre 9 ile 15 gün kadar erken sürdüğü belirlenmiştir. Uygulamalara göre ilk çiçeklenmenin dikimden itibaren 47 ile 65 gün içinde gerçekleştiği, ilk çiçeklenmenin Conqueror çeşidinde 13 Ocakta 60 dakida 300 ppm GA_3 uygulamasından; Cafe Noir çeşidinde ise 31 Ocakta 60 dakika süre ile 700 ppm GA_3 uygulamasından elde edildiği bildirilmiştir.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Deneme Bitkisi

Sera koşullarında yürütülen denemede bitki materyali olarak Orta Anadolu Bölgesi'nde yaygın olarak yetiştirilen Yedikule baş marul çeşidi kullanılmıştır.

3.2. Deneme Toprağı

Denemede Selçuk Üniversitesi Alaaddin Keykubat Kampüsü'nde bulunan Ziraat Fakültesi'nin bahçesinden temin edilen ve özellikleri Çizelge 3.1'de verilen toprak örneği kullanılmıştır. Söz konusu toprak killi tekstürde, nötr reaksiyona (Soil Survey Manuel, 1951) sahip olup tuzluluk problemi bulunmamaktadır (Ergene, 1982). Çok fazla kireç (Schroo, 1963) ve az organik madde içermektedir (Ünal ve Başkaya, 1981). Toprakta inorganik azot, bitkiye yarayışlı fosfor, magnezyum, kükürt, demir, mangan ve bor az, çinko çok az, potasyum orta, bakır yeterli ve kalsiyum ise fazladır (FAO, 1990; Lindsay ve Norvell, 1978).

Çizelge 3.1. Denemede kullanılan toprak örneğinin bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri

Parametreler	Sonuçlar	Yorumlar	Normal değerler
Kil (%)	54	-	-
Silt (%)	18	-	-
Kum (%)	28	-	-
Tekstür sınıfı	Killi	Ağır bünye	Tınlı[1]
pH (1:2.5 toprak:safsu)	7.43	Nötr	6.5-7.5[2]
EC (1:5 toprak:safsu, µS cm^{-1})	136	Tuzsuz	< 400[2]
Kireç (toplam $CaCO_3$; %)	28	Çok fazla	3-7[1]
Organik madde (%)	1.68	Az	3-6[1]
İnorg. N (NH_4-N+NO_3-N; mg kg^{-1})	11.7	Az	50-500[3]
Yarayışlı P (mg kg^{-1})	4.3	Az	8-25[3]
Ekstrakte edilebilir K (mg kg^{-1})	169.7 (0.43 me/100 g)	Orta	110-290[3]
Ekstrakte edilebilir Ca (mg kg^{-1})	4.854 (24.27 me/100 g)	Fazla	1.150-3.500[3]
Ekstrakte edilebilir Mg (mg kg^{-1})	141.4 (1.18 me/100 g)	Az	160-480[3]
Kükürt (S; KH_2PO_4; mg kg^{-1})	9.34	Az	10-50[7]
Ekstrakte edilebilir Na (mg kg^{-1})	30.9 (0.13 me/100 g)	-	-
Değişebilir sodyum yüzdesi	0.50	Alkalilik sorunu yok	< 15
Alınabilir Fe (mg kg^{-1})	1.21	Az	4.5-10[4]
Alınabilir Zn (mg kg^{-1})	0.08	Çok az	0.7-2.4[3]
Alınabilir Mn (mg kg^{-1})	4.98	Az	14-50[3]
Alınabilir B (mg kg^{-1})	0.34	Az	1.0-2.4[5]
Alınabilir Cu (mg kg^{-1})	0.52	Yeterli	> 0.2[6]

[1]: Ülgen ve Yurtsever (1974), [2]: Richards (1954), [3]: FAO (1990), [4]: Lindsay ve Norvell (1978), [5]: Wolf (1971), [6]: Follett (1969), 7: Jones ve ark. (1972).

Deneme toprağında aşağıdaki fiziksel ve kimyasal analizler yapılmıştır.

Mekanik analiz: Toprak örneğinin kil, silt ve kum fraksiyonları Bouyoucos (1962) tarafından bildirildiği şekilde hidrometre yöntemine göre belirlenmiştir.

Toprak reaksiyonu (pH): 1:2.5 oranındaki toprak:safsu karışımında cam elektrotlu pH metre ile belirlenmiştir (Richard, 1954).

Elektriksel iletkenlik: 1:5 oranındaki toprak:safsu karışımında elektriki geçirgenlik aleti kullanılarak ölçülmüştür (U.S. Salinity Lab. Staff, 1954).

Kireç (toplam $CaCO_3$): Scheibler Kalsimetresiyle oluşan CO_2 hacminin belirlenmesi yöntemiyle tespit edilmiştir (Allison ve Moodie, 1965).

Organik madde: Kacar (1997)'a göre Smith ve Weldon metoduyla belirlenmiştir.

İnorganik azot (NH_4-N+NO_3-N): Kjeldahl Metodu ile 2 N KCl çözeltisi ekstraktında belirlenmiştir (Bremner, 1965).

Yarayışlı P: Olsen'in $NaHCO_3$ metoduyla tespit edilmiştir (Bayraklı, 1987).

Ekstrakte edilebilir K, Ca, Mg, Na: Jackson (1965)'a göre, 1 N amonyum asetat (pH = 7.0) ile ekstrakte edilerek süzekteki K, Ca, Mg ve Na miktarları ICP-AES ile saptanmıştır.

Kükürt: KH_2PO_4 ile ekstrakte edilerek ICP-AES (Varian-Vista) ile belirlenmiştir (Jones ve ark., 1972).

Alınabilir Fe, Zn, Mn ve Cu: Lindsay ve Norvell (1978)'e göre 0.005 M DTPA + 0.01 M $CaCl_2$ + 0.1 TEA (pH: 7.3) ile ekstraksiyondan sonra ICP-AES (Varian-Vista) ile tespit edilmiştir.

Alınabilir B: Cartwright ve ark. (1983) tarafından bildirildiği şekilde 0.01 M $CaCl_2$ + 0.01 M Mannitol çözeltisi ile ekstrakte edilerek ICP-AES (Varian-Vista) ile belirlenmiştir.

3.3. Kullanılan Gübreler

Denemede çinko kaynağı olarak Merck firmasından elde edilen çinko sülfat ($ZnSO_4.7H_2O$; %23 Zn) ile BGD olarak gibberellik asit (GA_3) kullanılmıştır. Temel gübreleme olarak da DAP (%18 N, %46 P_2O_5), üre (%46 N), potasyum sülfat (K_2SO_4, %50 K_2O), magnezyum sülfat ($MgSO_4.7H_2O$, %16 MgO), demir sülfat ($FeSO_4.7H_2O$,

%19 Fe), mangan sülfat ($MnSO_4.3H_2O$, %27 Mn) ve Etidot-67 (%20.8 B) gübrelerinden yararlanılmıştır.

3.4. Denemenin Kurulması ve Yürütülmesi

Deneme Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü'nün Bilgisayar Kontrollü Araştırma Serasında yürütülmüştür. Deneme süresince sera içi sıcaklığı 25±3 ºC, solar radyasyon 1750±50 kcal/m^2 ve nispi nem ise %60±10 civarında tutulmuştur. Tesadüf parselleri deneme desenine göre dört yinelemeli olarak planlanan denemede saksılara fırın kuru ağırlık esasına göre 3 kg toprak konulmuştur.

Kontrol; 0 mg GA_3 L^{-1} ve 0 mg Zn kg^{-1}'dır.

Gibberellik asit (GA_3) püskürtme dozları; 0, 10, 50 ve 250 mg GA_3 L^{-1}'dir.

Çinko dozları; 0, 1.75, 3.50 ve 5.25 mg Zn kg^{-1}'dır.

Tüm saksılara temel gübreleme olarak çözelti halinde 60 mg P_2O_5 kg^{-1} (DAP; %18 N, %46 P_2O_5), 115 mg N kg^{-1} (DAP+Üre; %46 N), 40 mg K_2O kg^{-1} (K_2SO_4; %50 K_2O), 6 mg MgO kg^{-1} ($MgSO_4.7H_2O$; %11 MgO), 3 mg Fe kg^{-1} ($FeSO_4.7H_2O$; %19 Fe), 2 mg Mn kg^{-1} ($MnSO_4.3H_2O$; %27 Mn), 0.75 mg B kg^{-1} (Etidot-67; %20.8 B) ekim öncesinde her saksıya uygulanarak homojen bir şekilde karıştırılmış ve bir gece bekledikten sonra marul tohumları ekimiştir.

Denemede her saksıya 6 adet Yedikule baş marul tohumu ekilmiş (2.10.2016) ve çimlenme sonrası her saksıda 2 bitki kalacak şekilde seyreltme (9.11.2016) yapılmıştır. Bitkiler deneme süresince toprağın su miktarı tarla kapasitesi düzeyinde olacak şekilde deiyonize su ile sulanmış ve her 4-5 günde bir saksıların sera içindeki yerleri değiştirilmiştir. Bitki çıkışından 25 gün sonra, ilk gibberellik asit uygulaması belirtilen dozlarda yaprağın üstü ıslanacak şekilde püskürtmek suretiyle yapılmıştır. Bu uygulamadan 10 gün sonra da ikinci gibberellik asit uygulaması ilk uygulama da olduğu gibi gerçekleştirilmiştir. Ayrıca GA_3 uygulamaları yapılmadan önce her bir bitkide yaprak sayısı belirlenmiştir. Ekimden 2.5 ay sonra gelişimini tamamlayan marul bitkisinde yeşil aksam ile kökün ayrı ayrı yaş ve kuru ağırlıkları, yaprak sayısı, yaprak ve kök uzunlukları, yaprağın makro ve mikro besin elementleri kapsamı tespit edilmiştir.

3.5. Deneme Bitkisinde Yapılan Ölçümler

Toprak üstü aksamı çelik neşter ile kesilerek hasat edilen bitkiler kese kağıtları içerisinde laboratuvara getirilmiş, 0.01 g duyarlı terazide yaprağın yaş ağırlıkları tartılmış ve uzunlukları ölçülmüştür. Yapraklar tek tek sayılmış ve tamamen temizleninceye kadar musluk suyuyla yıkandıktan sonra ilk önce 0.1 N HCl çözeltisiyle daha sonra musluk suyuyla ve en sonra da deiyonize su ile yıkanarak fazla suları alınması için kaba filtre kağıdının üzerine serilmiştir. Fazla suları alınan yapraklar kese kağıtları ile hava sirkülasyonlu kurutma dolabında 70 ºC'de sabit ağırlığa gelinceye kadar kurutulmuştur. Kurutulan örnekler 0.01 g duyarlı terazide tartılarak kuru madde ağırlıkları belirlenmiştir.

Ayrıca hasat sonrası saksıdaki toprak bir leğene boşaltılarak köklere zarar vermeden topraklar alınmıştır. Kökler üzerine yapışan topraktan tamamen arınana kadar musluk suyuyla yıkanmış ve üzerindeki fazla suların alınması için kaba filtre kağıtlarına serilmiştir. Fazla suları alınan köklerin uzunlukları ölçülmüş ve 0.01 g duyarlı terazide yaş ağırlıkları tartıldıktan sonra kese kağıtlarına koyularak hava sirkülasyonlu kurutma dolabında 70 ºC'de sabit ağırlığa gelinceye kadar kurutulmuştur. Kurutulan kökler 0.01 g duyarlı terazide tartılarak kuru madde ağırlıkları belirlenmiştir.

3.6. Bitki Örneklerinde Yapılan Analizler

Kuru madde verimleri belirlenen yaprak örnekleri tungsten kaplı bitki öğütme değirmeninde öğütülmüştür. Kilitli plastik poşetlere konan öğütülmüş yaprak örnekleri analiz yapılmadan önce kurutma dolabında 70 ºC'de sabit ağırlığa gelinceye kadar kurutulmuştur.

Yaprak örnekleri 5 ml konsantre HNO_3 ve 2 ml H_2O_2 (%30 w/v) ile mikro dalga cihazında (Cem MARSXpress) yüksek sıcaklık (210 ºC) ve basınç altında (200 PSI) çözündürülmüş ve analizin güvenilirliğini sağlamak için 40 hücrelik mikrodalga setine 1 şahit ve 1 sertifikalı referans materyal (1547a Wheat Flour, 8346 Durum Wheat Flour, 1547 Peach Leaves, NIST) ilave edilmiştir. Çözündürülen numunelerin hacimleri saf su ile 20 ml'ye tamamlanarak numunelerde ICP-AES cihazında toplam P, K, Ca, Mg, S, Fe, Zn, Mn, Cu ve B tayinleri yapılmıştır (Soltanpour ve Workman, 1981). Makro ve mikro besin elementi konsantrasyon değerleri için Ulusal Standartlar ve Teknoloji Enstitüsü (NIST, Gaithersberg, MD, USA)'den temin edilen referans bitki

materyalindeki besin elementleri içeriği ile sonuçlarımız kontrol edilmiştir. Diğer taraftan yaprak örneklerinin toplam N içerikleri H_2SO_4 + H_2O_2 ile yaş yakılan yaprak örneklerinde Mikro Kjeldahl Yöntemi (Bayraklı, 1987) ile Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak, Gübre ve Bitki Besleme Araştırma Laboratuarı'nda belirlenmiştir.

3.7. İstatistiksel Analizler

Tesadüf Parselleri Deneme Desenine göre kurulan sera denemesinin sonuçları istatistik paket programından yararlanılarak analiz edilmiştir. Uygulamaların verim, verim unsurları ve yaprağın besin elementleri konsantrasyonu üzerine etkileri Minitab, Duncan Testi için ise önemli çıkan uygulamalarda farkların kontrolü MSTAT paket programı ile belirlenmiştir (Yurtsever, 1984).

4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA

Araştırmada artan miktarlarda Zn ve GA_3 uygulamalarının Yedikule baş marul bitkisinin yaprak yaş ve kuru ağırlığı, kök yaş ve kuru ağırlığı, bitki boyu, kök uzunluğu, ilk ve ikinci GA_3 uygulamaları ile hasat dönemindeki yaprak sayıları ve yaprağın toplam makro ve mikro besin elementleri içeriğine etkileri aşağıda alt başlıklar halinde verilmiştir.

4.1. Bitki Yaş Ağırlığı

Artan miktarlarda Zn ve GA_3 uygulamalarının marul bitkisinin yaprak yaş ağırlığı üzerine etkisi ile ilgili varyans analiz sonuçları Çizelge 4.1'de, yaş ağırlığa ilişkin ortalama değerler ve oluşan gruplar ise Çizelge 4.2'de verilmiştir.

Çizelge 4.1. Artan miktarlarda Zn ve GA_3 uygulamalarının marulun yaprak ile kök yaş ve kuru ağırlığı, bitki boyu ve kök uzunluğuna etkisi ile ilgili varyans analiz sonuçları

Varyans Kaynağı	Kareler Ortalaması					
	Yaprak yaş ağırlığı	Yaprak kuru ağırlığı	Kök yaş ağırlığı	Kök kuru ağırlığı	Bitki boyu	Kök uzunluğu
Genel	--	--	--	--	--	--
Zn	211.18**	50.69**	47.98**	0.51**	40.84**	34.54**
GA_3	425.20**	94.80**	134.93**	1.43**	112.97**	95.70**
Zn x GA_3	76.51**	14.90**	17.21**	0.16*	15.12**	16.02**
Tekerrür	5.90	2.29	1.15	0.05	1.30	0.62
Hata	19.62	2.12	1.77	0.06	1.02	1.06

*: $p<0.05$, **: $p<0.01$

Varyans analizi sonuçlarına göre (Çizelge 4.1.) Zn, GA_3 ve 'Zn x GA_3' interaksiyonu bitki yaş ağırlığı üzerine istatistiki bakımdan %1 düzeyinde önemli bulunmuştur. Bitki yaş ağırlığı üzerine 'Zn x GA_3' interaksiyonunun önemli çıkması bitki yaş ağırlığının artan miktarlarda Zn ve GA_3 uygulamalarına bağlı olarak değiştiğini göstermektedir.

Çizelge 4.2. Artan miktarlarda Zn ve GA_3 uygulamalarının marulun yaprak ve kök yaş ağırlıklarına etkileri

mg Zn/kg	mg GA_3/L							
	0		10		50		250	
	Yap. yaş ağ. (g)	Kök yaş ağ. (g)	Yap. yaş ağ. (g)	Kök yaş ağ. (g)	Yap. yaş ağ. (g)	Kök yaş ağ. (g)	Yap. yaş ağ. (g)	Kök yaş ağ. (g)
0	95.73 **g**	15.59 **ı**	99.03f**g**	16.45 **hı**	105.80 **def**	19.16 **efg**	102.96 **efg**	17.83 **ghı**
1.75	108.92 **b-e**	20.21 **dg**	103.33 **efg**	18.39 **fgh**	108.65 **b-e**	20.22 **d-g**	106.72 **c-f**	19.20 **efg**
3.50	112.03 **a-d**	21.04 **cde**	110.73 **b-e**	20.49 **def**	116.05 **ab**	25.47 **b**	113.72 **a-d**	23.45 **bc**
5.25	115.52 **ab**	22.00 **cd**	112.38 **a-d**	22.04 **cd**	120.05 **a**	28.45 **a**	114.44 **abc**	25.16 **b**

Zn x GA_3 interaksiyonu, LSD ($_{0.01}$) = Yaprak yaş ağ. = 8.24, Kök yaş ağ. = 2.53

Çizelge 4.2'den görüldüğü gibi, yaprakta en düşük yaş ağırlık (95.73 g saksı$^{-1}$) kontrol, en yüksek yaş ağırlık (120.05 g saksı$^{-1}$) ise '5.25 mg Zn kg^{-1} + 50 mg GA_3 L^{-1}' uygulamasıyla elde edilmiştir. Kontrol toprağında çinko eksikliği (0.08 mg Zn kg^{-1}) ve GA_3 uygulanmaması nedeniyle en düşük yaş ağırlık alınmıştır. Diğer taraftan '5.25 mg Zn kg^{-1} + 50 mg GA_3 L^{-1}' uygulaması ile bitki gelişimi artarak maksimum yaş ağırlığı vermiştir. Nitekim çinko bitkiyi geliştiren hormonların üretiminde, oksin metabolizmasında etkilidir (Marschner, 1997; Oktay, 1999).

Yağmur ve Aydın (2013), topraktan 10, 20 ve 30 mg Zn kg^{-1} ($ZnSO_4.7H_2O$) ile yapraktan %0.1, %0.2 ve %0.3 Zn ($ZnSO_4.7H_2O$) çözeltisi uygulayarak marul yetiştirdikleri bir araştırmada en yüksek yaş ağırlıkları (127,83 g ve 162,43 g) sırasıyla topraktan 20 mg Zn kg^{-1} ve yapraktan %0.2 Zn dozu ile elde etmişlerdir. Söz konusu çalışma bulgularımızı destekler niteliktedir.

4.2. Bitki Kuru Ağırlığı

Artan miktarlarda Zn ve GA_3 uygulamalarının marul bitkisinin yeşil aksam kuru ağırlığı üzerine etkisi ile ilgili varyans analiz sonuçları Çizelge 4.1'de, kuru ağırlığa ilişkin ortalama değerler ve oluşan gruplar ise Çizelge 4.3'de verilmiştir.

Varyans analizi sonuçlarına göre (Çizelge 4.1) Zn, GA_3 ve 'Zn x GA_3' interaksiyonunun bitkinin yeşil aksam kuru ağırlığına etkileri istatistiki bakımdan %1 düzeyinde önemli bulunmuştur. Bitki kuru ağırlığı üzerine 'Zn x GA_3' uygulamaları interaksiyonunun önemli çıkması bitki kuru ağırlığının artan miktarlarda Zn ve GA_3 uygulamalarına bağlı olarak değiştiğini göstermektedir.

Çizelge 4.3. Artan miktarlarda Zn ve GA_3 uygulamalarının marulun yaprak ve kök kuru ağırlıklarına etkileri

mg Zn/kg	mg GA_3/L							
	0		10		50		250	
	Yap. kuru ağ (g)	Kök kuru ağ. (g)	Yap. kuru ağ (g)	Kök kuru ağ. (g)	Yap. kuru ağ (g)	Kök kuru ağ. (g)	Yap. kuru ağ (g)	Kök kuru ağ. (g)
0	13.77 **h**	6.58 **g**	14.02 **h**	6.71 **fg**	17.23 **efg**	6.86 **d-g**	15.44 **gh**	6.77 **efg**
1.75	18.09 **d-g**	6.86 **d-g**	16.09 **fgh**	6.80 **efg**	18.35 **c-f**	6.89 **d-g**	17.09 **efg**	6.82 **efg**
3.50	19.03 **cde**	7.03 **c-f**	18.11 **d-g**	6.91 **d-g**	22.38 **ab**	7.55 **ab**	19.00 **cde**	7.31 **bc**
5.25	21.01 **bc**	7.11 **cde**	20.04 **bcd**	7.17 **cd**	25.12 **a**	7.80 **a**	22.11 **b**	7.59 **ab**

Zn x GA_3 interaksiyonu, LSD ($_{0.01}$) = Yaprak kuru ağ. = 2.77, Kök kuru ağ. = 0.35

Çizelge 4.3'den de görüldüğü gibi, en düşük kuru ağırlık (13.77 g saksı$^{-1}$) kontrol, en yüksek kuru ağırlık (25.12 g saksı$^{-1}$) ise '5.25 mg Zn kg^{-1} + 50 mg GA_3 L^{-1}' uygulamasıyla elde edilmiştir. Kontrol toprağında çinko eksikliği (0.08 mg Zn kg^{-1}) ve GA_3 uygulanmaması nedeniyle en düşük kuru ağırlık alınmıştır. Diğer taraftan '5.25 mg Zn kg^{-1} + 50 mg GA_3 L^{-1}' uygulaması ile bitki gelişimi artarak maksimum kuru ağırlığı vermiştir.

Yağmur ve Aydın (2013), topraktan 10, 20 ve 30 mg Zn kg^{-1} ($ZnSO_4.7H_2O$) ile yapraktan %0.1, %0.2 ve %0.3 Zn ($ZnSO_4.7H_2O$) çözeltisi uygulayarak marul yetiştirdikleri bir araştırmada en yüksek kuru ağırlıkları (9,73 g ve 9,95 g) sırasıyla topraktan 20 mg Zn kg^{-1} ve yapraktan %0.2 Zn dozu ile elde etmişlerdir. Söz konusu çalışma sonuçları bulgularımızla benzerlik göstermektedir.

Ayrıca, Taban ve Alpaslan (1996), topraktan 0, 2.5, 5.0 ve 10.0 mg Zn kg^{-1} ($ZnSO_4.7H_2O$) çözeltisi uygulayarak mısır yetiştirdikleri bir araştırmada kuru ağırlıkta en yüksek artışı (% 67.3'lük bir artışla 14.96 g saksı$^{-1}$) 5.0 mg Zn kg^{-1} dozu ile elde etmişlerdir. Yapılan bu çalışma bulguları ile araştırma sonuçlarımız benzerlik göstermektedir.

4.3. Kök Yaş Ağırlığı

Artan miktarlarda Zn ve GA_3 uygulamalarının marul bitkisinin kök yaş ağırlığı üzerine etkisi ile ilgili varyans analiz sonuçları Çizelge 4.1'de, yaş ağırlığa ilişkin ortalama değerler ve oluşan gruplar ise Çizelge 4.2'de verilmiştir.

Varyans analizi sonuçlarına göre (Çizelge 4.1) Zn, GA_3 ve 'Zn x GA_3' interaksiyonu kök yaş ağırlığı üzerinde istatistiki bakımdan %1 düzeyinde önemli bulunmuştur. Kök yaş ağırlığı üzerine 'Zn x GA_3' uygulamaları interaksiyonunun önemli çıkması kök yaş ağırlığının artan miktarlarda Zn ve GA_3 uygulamalarına bağlı olarak değiştiğini göstermektedir.

Çizelge 4.2'den de görüldüğü gibi, en düşük kök yaş ağırlığı (15.59 g saksı$^{-1}$) kontrol, en yüksek kök yaş ağırlığı (28.45 g saksı$^{-1}$) ise '5.25 mg Zn kg^{-1} + 50 mg GA_3 L^{-1}' uygulamasıyla elde edilmiştir. Kontrol toprağında çinko eksikliği (0.08 mg Zn kg^{-1}) ve GA_3 uygulanmaması nedeniyle en düşük kök yaş ağırlığı alınmıştır. Diğer taraftan '5.25 mg Zn kg^{-1} + 50 mg GA_3 L^{-1}' uygulaması ile bitki gelişimi artarak maksimum kök yaş ağırlığını vermiştir. Çinkonun bitkiyi geliştiren hormonların üretiminde etkili olduğu bilinmektedir (Marschner, 1997; Oktay, 1999). Dolayısıyla çinko bakımından iyi beslenen marulda hem yeşil aksamın, hem de kökün yaş ağırlıkları kontrole göre belli düzeylerde artış göstermiştir.

4.4. Kök Kuru Ağırlığı

Artan miktarlarda Zn ve GA_3 uygulamalarının marul bitkisinin kök kuru ağırlığına etkisi ile ilgili varyans analiz sonuçları Çizelge 4.1'de, kök kuru ağırlığına ilişkin ortalama değerler ve oluşan gruplar ise Çizelge 4.3'de verilmiştir.

Varyans analizi sonuçlarına göre (Çizelge 4.1) kök kuru ağırlığına Zn ve GA_3 uygulamalarının etkileri istatistiki bakımdan %1 düzeyinde ve 'Zn x GA_3' interaksiyonu ise istatistiki bakımdan %5 düzeyinde önemli bulunmuştur. Kök kuru ağırlığına 'Zn x GA_3' interaksiyonunun önemli çıkması kök kuru ağırlığının artan miktarlarda Zn ve GA_3 uygulamalarına bağlı olarak değiştiğini göstermektedir.

Çizelge 4.3'den de görüldüğü gibi, en düşük kök kuru ağırlığı (6.58 g saksı$^{-1}$) kontrol, en yüksek kök kuru ağırlığı (7.80 g saksı$^{-1}$) ise '5.25 mg Zn kg^{-1} + 50 mg GA_3 L^{-1}' uygulamasıyla elde edilmiştir. Kontrol toprağında çinko eksikliği (0.08 mg Zn kg^{-1}) ve GA_3 uygulanmaması nedeniyle en düşük kök kuru ağırlığı alınmıştır. Diğer taraftan '5.25 mg Zn kg^{-1} + 50 mg GA_3 L^{-1}' uygulaması ile bitki gelişimi artarak maksimum kök kuru ağırlığını vermiştir. Çinko mikro besin elementi bitki gelişimini teşvik ederek bitkinin yeşil aksamında olduğu gibi kök kısmında da kuru madde ağırlığını artırmıştır.

4.5. Bitki Boyu

Artan miktarlarda Zn ve GA_3 uygulamalarının marul bitkisinin yeşil aksam uzunluğuna etkisi ile ilgili varyans analiz sonuçları Çizelge 4.1'de, yeşil aksam uzunluğuna ilişkin ortalama değerler ve oluşan gruplar ise Çizelge 4.4'de verilmiştir.

Varyans analizi sonuçlarına göre (Çizelge 4.1) Zn, GA_3 ve 'Zn x GA_3' interaksiyonunun yeşil aksam uzunluğuna etkileri istatistiki bakımdan %1 düzeyinde önemli bulunmuştur. Yeşil aksam uzunluğuna 'Zn x GA_3' interaksiyonunun önemli çıkması yeşil aksam uzunluğunun artan miktarlarda Zn ve GA_3 uygulamalarına bağlı olarak değiştiğini göstermektedir (Foto 4.1 ve Foto 4.2).



Foto 4.1. ÇS uygulamalarının marulun gelişimine etkileri ile ilgili bir görüntü (ÇS1: 1.75 mg Zn/kg, ÇS2: 3.50 mg Zn/kg, ÇS3: 5.25 mg Zn/kg)



Foto 4.2. ÇS ve ÇS+GA_3 uygulamalarının marulun gelişimine etkileri ile ilgili bir görüntü (ÇS3: 5.25 mg Zn/kg)

Çizelge 4.4. Artan miktarlarda Zn ve GA_3 uygulamalarının marulun bitki boyu ve kök uzunluğuna etkileri

mg Zn/kg	mg GA_3/L							
	0		10		50		250	
	Bitki boyu (cm)	Kök uzunl. (cm)	Bitki boyu (cm)	Kök uzunl. (cm)	Bitki boyu (cm)	Kök uzunl. (cm)	Bitki boyu (cm)	Kök uzunl. (cm)
0	12.50 **l**	10.50 **ı**	13.50 **kl**	12.00 **hı**	17.00 **g-j**	15.00 **ef**	15.25 **jk**	12.50 **gh**
1.75	17.75 **ghı**	16.25 **de**	16.25 **ıj**	14.25 **fg**	18.00 **f-ı**	16.00 **def**	16.50 **hıj**	15.25 **ef**
3.50	18.75 **efg**	16.75 **cde**	18.25 **e-f**	15.00 **ef**	22.25 **ab**	20.00 **ab**	21.25 **bcd**	18.50 **bc**
5.25	19.75 **bef**	17.50 **cd**	20.00 **cde**	17.50 **cd**	24.00 **a**	21.50 **a**	21.75 **bc**	19.50 **b**

Zn x GA_3 interaksiyonu, LSD ($_{0.01}$) = bitki boyu = 1.92, kök uzunluğu = 1.97

Çizelge 4.4'den de görüldüğü gibi, en düşük bitki boyu (12.50 cm) kontrol, en yüksek bitki boyu (24.00 cm) ise '5.25 mg Zn kg^{-1} + 50 mg GA_3 L^{-1}' uygulamasıyla elde edilmiştir (Foto 4.1). Kontrol toprağında çinko eksikliği (0.08 mg Zn kg^{-1}) ve GA_3 uygulanmaması nedeniyle en düşük yeşil aksam uzunluğu alınmıştır. Diğer taraftan '5.25 mg Zn kg^{-1} + 50 mg GA_3 L^{-1}' uygulamasıyla bitki gelişimi artarak maksimum uzunluğa ulaşmıştır. En yüksek yeşil aksam uzunlukları veren uygulamalar arasında çinkolu uygulamaların önemli olduğu görülmüştür (Foto 4.2). Çinko bitkilerde gelişmeyi düzenleyen hormon sentezi gibi fonksiyonları nedeniyle doğrudan verimi ve kaliteyi etkilemektedir (Marschner, 1997; Oktay, 1999).

Doğan ve ark. (2002), topraktan 4, 8 ve 12 kg Zn ton^{-1} çinko bileşiği (Teprosyn F-2498) uygulayarak ekmeklik buğday (*Triticum aestivum* L.) yetiştirdikleri bir çalışmada en yüksek bitki uzunluğunu 12 kg Zn ton^{-1} uygulamasıyla elde ettiklerini belirtmişlerdir. Ayrıca, Yağmur ve Aydın (2013), topraktan 10, 20 ve 30 mg Zn kg^{-1} ($ZnSO_4.7H_2O$) ile yapraktan %0.1, %0.2 ve %0.3 Zn ($ZnSO_4.7H_2O$) çözeltisi uygulayarak marul yetiştirdikleri bir araştırmada en yüksek yeşil aksam uzunluğunu (22,25 cm ve 21,10 cm) sırasıyla topraktan 20 mg Zn kg^{-1} ve yapraktan %0.2 Zn uygulamalarıyla elde etmişlerdir. Söz konusu çalımalar bulgularımızı destekler niteliktedir.

4.6. Kök Uzunluğu

Artan miktarlarda Zn ve GA_3 uygulamalarının marul bitkisinin kök uzunluğuna etkileri ile ilgili varyans analiz sonuçları Çizelge 4.1'de, kök uzunluğuna ilişkin ortalama değerler ve oluşan gruplar ise Çizelge 4.4'de verilmiştir.

Varyans analizi sonuçlarına göre (Çizelge 4.1) Zn, GA_3 ve 'Zn x GA_3' interaksiyonunun kök uzunluğuna etkileri istatistiki bakımdan %1 düzeyinde önemli bulunmuştur. Kök uzunluğu üzerine 'Zn x GA_3' interaksiyonunun önemli çıkması kök uzunluğunun artan miktarlarda Zn ve GA_3 uygulamalarına bağlı olarak değiştiğini göstermektedir.

Çizelge 4.4'den de görüldüğü gibi, en düşük kök uzunluğu (10.50 cm) kontrol, en yüksek kök uzunluğu (21.50 cm) ise '5.25 mg Zn kg^{-1} + 50 mg GA_3 L^{-1}' uygulamasıyla elde edilmiştir. Kontrol toprağında çinko eksikliği (0.08 mg Zn kg^{-1}) ve GA_3 uygulanmaması nedeniyle en düşük kök uzunluğu alınmıştır. Diğer taraftan '5.25 mg Zn kg^{-1} + 50 mg GA_3 L^{-1}' uygulaması ile kök gelişimi artarak maksimum kök uzunluğunu vermiştir.

4.7. İlk Gibberellik Asit Uygulamasında Bitki Başına Yaprak Sayıları

Artan miktarlarda Zn ve GA_3 uygulamalarının marulun ilk GA_3 uygulamasındaki yaprak sayısına etkileri ile ilgili varyans analiz sonuçları Çizelge 4.5'de, ilk GA_3 uygulamasındaki yaprak sayısına ilişkin ortalama değerler ve oluşan gruplar ise Çizelge 4.6'da verilmiştir.

Çizelge 4.5. Artan miktarlarda Zn ve GA_3 uygulamalarının marulun yaprak sayılarına etkileri ile ilgili varyans analiz sonuçları

Varyans Kaynağı	Kareler Ortalaması		
	I. GA_3 uyg. yaprak sayıları	**II. GA_3 uyg. yaprak sayıları**	**Hasatta yaprak sayıları**
Genel	--	--	--
Zn	40.51**	35.26**	50.05**
GA_3	109.01**	116.72**	124.43**
ZnxGA$_3$	13.00**	15.04**	23.19**
Tekerrür	1.51	1.34	2.05
Hata	0.69	0.67	0.99

*: $p<0.05$, **: $p<0.01$

Varyans analizi sonuçlarına göre (Çizelge 4.5), Zn, GA_3 ve 'Zn x GA_3' interaksiyonunun ilk GA_3 uygulamasındaki yaprak sayısına etkileri istatistiki bakımdan %1 düzeyinde önemli bulunmuştur. İlk GA_3 uygulamasındaki yaprak sayısına 'Zn x GA_3' interaksiyonunun önemli çıkması o dönemdeki yaprak sayısının artan miktarlarda Zn ve GA_3 uygulamalarına bağlı olarak değiştiğini göstermektedir.

Çizelge 4.6. Artan miktarlarda Zn ve GA_3 uygulamalarının marulun yaprak sayılarına etkileri

mg Zn/kg	mg GA_3/L											
	0			10			50			250		
	I. GA_3 uyg. y. say.	II. GA_3 uyg. y. say.	Hasatta yap. say.	I. GA_3 uyg. y. say.	II. GA_3 uyg. y. say.	Hasatta yap. say.	I. GA_3 uyg. y. say.	II. GA_3 uyg. y. say.	Hasatta yap. say.	I. GA_3 uyg. y. say.	II. GA_3 uyg. y. say.	Hasatta yap. say.
0	6.75 **j**	12.00 **j**	32.00 **h**	8.00 **ıj**	12.75 **ıj**	35.50 **g**	11.00 **fg**	16.25 **fg**	38.75 **ef**	9.25 **hı**	13.75 **hı**	37.00 **fg**
1.75	11.75 **ef**	17.25 **ef**	39.75 **de**	9.75 **gh**	15.00 **gh**	37.50 **f**	11.50 **ef**	17.25 **ef**	40.25 **de**	11.25 **fg**	15.75 **fg**	38.75 **ef**
3.50	13.00 **de**	18.00 **de**	41.25 **cd**	12.00 **ef**	17.25 **ef**	39.75 **bc**	16.00 **b**	21.25 **b**	43.75 **b**	14.75 **bc**	20.25 **bc**	43.00 **bc**
5.25	13.75 **cd**	18.75 **cde**	41.50 **cd**	13.75 **cd**	19.00 **cd**	41.50 **cd**	18.00 **a**	23.00 **a**	45.75 **a**	16.25 **b**	21.25 **b-h**	44.25 **ab**

Zn x GA_3 interaksiyonu, LSD ($_{0.01}$)= I.GA_3 yaprak sayısı= 1.58, II.GA_3 yaprak sayısı= 1.56,hasatta yap. sayısı=1.89

Çizelge 4.6'dan da görüldüğü gibi, ilk GA_3 uygulamasındaki en düşük yaprak sayısı (6.75 adet/bitki) kontrol, en yüksek yaprak sayısı (18.00 adet/bitki) ise '5.25 mg Zn kg^{-1} + 50 mg GA_3 L^{-1}' uygulamasıyla elde edilmiştir. Kontrol toprağında çinko eksikliği (0.08 mg Zn kg^{-1}) ve GA_3 uygulanmaması nedeniyle en düşük yaprak sayısı alınmıştır. Diğer taraftan '5.25 mg Zn kg^{-1} + 50 mg GA_3 L^{-1}' uygulaması ile bitki gelişimi artarak maksimum yaprak sayısına ulaşılmıştır. Çinko bitki geliştirici hormon sentezinde etkili olması nedeniyle doğrudan verimi ve kaliteyi etkilemektedir (Marschner, 1997; Oktay, 1999). Bu da direk bitki başına yaprak sayısının artışına sebep olmaktadır.

4.8. İkinci Gibberellik Asit Uygulamasında Bitki Başına Yaprak Sayıları

Artan miktarlarda Zn ve GA_3 uygulamalarının marul bitkisinin ikinci GA_3 uygulamasındaki yaprak sayısına etkileri ile ilgili varyans analiz sonuçları Çizelge 4.5'de, ikinci GA_3 uygulamasındaki yaprak sayısına ilişkin ortalama değerler ve oluşan gruplar ise Çizelge 4.6'da verilmiştir.

Varyans analizi sonuçlarına göre (Çizelge 4.5), Zn, GA_3 ve 'Zn x GA_3' interaksiyonunun ikinci GA_3 uygulamasındaki yaprak sayısına etkileri istatistiki bakımdan %1 düzeyinde önemli bulunmuştur. İkinci GA_3 uygulamasındaki bitki başına yaprak sayısına 'Zn x GA_3' interaksiyonunun önemli çıkması yaprak sayısının artan miktarlarda çinko ve gibberellik asit uygulamalarına bağlı olarak değiştiğini göstermektedir.

Çizelge 4.6'dan da görüldüğü gibi, ikinci GA_3 uygulamasındaki bitki başına en düşük yaprak sayısı (12.00 adet/bitki) kontrol, en yüksek yaprak sayısı (23.00

adet/bitki) ise '5.25 mg Zn kg^{-1} + 50 mg GA_3 L^{-1}' uygulamasıyla elde edilmiştir. Kontrol toprağında çinko eksikliği (0.08 mg Zn kg^{-1}) ve GA_3 uygulanmaması nedeniyle, ilk uygulamadaki gibi en düşük yaprak sayısı alınmıştır. Diğer taraftan '5.25 mg Zn kg^{-1} + 50 mg GA_3 L^{-1}' uygulaması ile bitki gelişimi artarak maksimum yaprak sayısını vermiştir.

4.9. Hasatta Bitki Başına Yaprak Sayıları

Artan miktarlarda Zn ve GA_3 uygulamalarının marul bitkisinin hasatta yaprak sayısına etkileri ile ilgili varyans analiz sonuçları Çizelge 4.5'de, hasat dönemindeki bitki başına yaprak sayısına ilişkin ortalama değerler ve oluşan gruplar ise Çizelge 4.6'da verilmiştir.

Varyans analizi sonuçlarına göre (Çizelge 4.5), Zn, GA_3 ve 'Zn x GA_3' interaksiyonunun hasattaki yaprak sayısına etkileri istatistiki bakımdan %1 düzeyinde önemli bulunmuştur. Hasat dönemindeki bitki başına yaprak sayısına 'Zn x GA_3' interaksiyonunun önemli çıkması yaprak sayısının artan miktarlarda Zn ve GA_3 uygulamalarına bağlı olarak değiştiğini göstermektedir.

Çizelge 4.6'dan da görüldüğü gibi, hasat dönemindeki en düşük yaprak sayısı (32.00 adet/bitki) kontrol muamelesi, en yüksek yaprak sayısı (45.75 adet/bitki) ise '5.25 mg Zn kg^{-1} + 50 mg GA_3 L^{-1}' uygulamasıyla elde edilmiştir. Kontrol toprağında çinko eksikliği (0.08 mg Zn kg^{-1}) ve GA_3 uygulanmaması nedeniyle en düşük yaprak sayısı alınmıştır. Diğer taraftan '5.25 mg Zn kg^{-1} + 50 mg GA_3 L^{-1}' uygulaması ile bitki gelişimi artarak maksimum yaprak sayısını vermiştir. Bitki başına yaprak sayısı ilk uygulamadan hasat dönemine doğru giderek artmıştır. Bu da bitkinin geliştiğinin ve ağırlık kazandığının bir ölçüsüdür. Çinkonun verimi ve kaliteyi etkilemesinin bir diğer nedeni bitki gelişim hormonlarının sentezinde etkili olmasıdır (Marschner, 1997; Oktay, 1999).

Yılmaz ve ark. (1997), ekmeklik ve makarnalık buğday çeşitleri üzerinde yaptıkları bir araştırmada çinko uygulamalarının tane verimini artırdığını saptamışlardır.

Hakerlerler ve ark. (1999), incir ağaçlarına topraktan ve yapraktan Zn uyguladıkları bir çalışmaya göre, topraktan uygulamanın, boğum sayısını, sürgün uzunluğunu ve meyve sayısını artırdığını belirlemişlerdir.

Yağmur ve Aydın (2013), topraktan 10, 20 ve 30 mg Zn kg^{-1} ($ZnSO_4.7H_2O$) ile yapraktan %0.1, %0.2 ve %0.3 Zn ($ZnSO_4.7H_2O$) çözeltisi uygulayarak marul yetiştirdikleri bir araştırmada bitki başına en fazla yaprak sayılarını (36 adet ve 36 adet) sırasıyla topraktan 20 mg Zn kg^{-1} ve yapraktan %0.2 Zn dozu ile elde etmişlerdir. Söz konusu çalımalar bulgularımızı destekler niteliktedir.

Ayrıca yapılan bazı çalışmalara göre, buğdayda yeşil aksamın ve tanenin Zn içeriklerinin, Zn uygulamasıyla arttığı ve bu artışın buğday çeşitlerine göre farklılık gösterdiği bildirilmiştir (Ekiz ve ark. 1997, Helaloğlu ve ark. 1997, Erdal 1998). Artan bitki Zn içeriğinin ise doğrudan verime etkisinin yanında, buğday kökenli gıdaların da Zn içeriğinin arttığı bildirilmiştir (Erdal ve ark. 1997, Taban ve ark. 1997).

4.10. Uygulamaların Bitkinin Makro Besin Elementleri İçeriğine Etkileri

Artan miktarlarda Zn ve GA_3 uygulamalarının marul yaprağının toplam makro besin elementleri içeriğine etkileri ile ilgili varyans analiz sonuçları Çizelge 4.7'de, makro besin elementleri içeriğine ilişkin ortalama değerler ve oluşan gruplar ise Çizelge 4.8, Çizelge 4.9 ve Çizelge 4.10'da verilmiştir.

Çizelge 4.7. Artan miktarlarda Zn ve GA_3 uygulamalarının marul yaprağının makro besin elementleri içeriğine etkileri ile ilgili varyans analiz sonuçları

Varyans Kaynağı	Kareler Ortalaması					
	N	P	K	Ca	Mg	S
Genel	--	--	--	--	--	--
Zn	0.14	0.008**	0.08	0.13*	0.020**	0.040**
GA_3	0.28*	0.030**	0.44**	0.44**	0.048**	0.130**
Zn x GA_3	0.08	0.005**	0.03	0.03	0.007**	0.010**
Tekerrür	0.02	0.001	0.10	0.02	0.001	0.000
Hata	0.07	0.002	0.06	0.04	0.002	0.001

*: $p<0.05$, **: $p<0.01$

Çizelge 4.8. Artan miktarlarda Zn ve GA_3 uygulamalarının marul yaprağının azot ve fosfor içeriklerine (%) etkileri

mg Zn/kg	mg GA_3/L							
	0		10		50		250	
	N	P	N	P	N	P	N	P
0	4.19	0.42 **g**	4.22	0.43 **fg**	4.31	0.46 **d-g**	4.48	0.48 **c-g**
1.75	4.35	0.49 **b-g**	4.26	0.44 **efg**	4.38	0.49 **c-g**	4.55	0.52 **a-e**
3.50	4.58	0.52 **a-e**	4.33	0.48 **c-g**	4.47	0.53 **a-d**	4.64	0.57 **ab**
5.25	4.77	0.56 **abc**	4.49	0.51 **b-f**	4.63	0.55 **abc**	4.80	0.60 **a**

GA_3 uygulaması, LSD ($_{0.05}$) = N = 0.19; Zn x GA_3 interaksiyonu, LSD ($_{0.01}$) = P = 0.085

Varyans analizi sonuçlarına göre (Çizelge 4.7), GA_3 uygulamalarının yaprağın toplam azot içeriğine etkileri istatistiki bakımdan %5 düzeyinde önemli bulunmuştur. Azot içeriği üzerine GA_3 uygulamalarının önemli çıkması azot içeriğinin artan miktarlarda GA_3 uygulamalarına bağlı olarak değiştiğini göstermektedir.

Çizelge 4.8'den de görüldüğü gibi, en düşük azot içeriği (%4.19) kontrol, en yüksek azot içeriği (%4.80) ise '5.25 mg Zn kg^{-1} + 250 mg GA_3 L^{-1}' uygulamasıyla elde edilmiştir. Kontrol toprağında çinko eksikliği (0.08 mg Zn kg^{-1}) ve GA_3 uygulanmaması nedeniyle en düşük azot içeriği alınmıştır. Diğer taraftan '5.25 mg Zn kg^{-1} + 250 mg GA_3 L^{-1}' uygulaması ile bitki gelişimi artarak ve azottan yararlanma kapasitesi yükselerek maksimum azot içeriğini vermiştir. Araştırmamızda belirlenen azot değerleri Jones ve ark. (1991)'nın olgun dönemdeki marul yaprağı için bildirdiği toplam azot değerlerine (%4.00-5.00) göre normaldir.

Yapılan bazı araştırmalara göre; topraktan ve yapraktan çinkolu gübre ($ZnSO_4.7H_2O$; %23 Zn) uygulamalarının, elma yapraklarının makro besin elementleri içeriğine, genellikle topraktan Zn uygulamasının daha etkili olduğu, mikro besin elementleri içeriği üzerine ise yapraktan Zn uygulamasının daha etkili olduğu rapor edilmiştir (Zengin ve ark., 2008).

Varyans analizi sonuçlarına göre (Çizelge 4.7), Zn, GA_3 ve 'Zn x GA_3' interaksiyonunun marul yaprağının toplam fosfor içeriğine etkileri istatistiki bakımdan %1 düzeyinde önemli bulunmuştur. Fosfor içeriği üzerine 'Zn x GA_3' interaksiyonunun önemli çıkması bitki fosfor içeriğinin artan miktarlarda Zn ve GA_3 uygulamalarına bağlı olarak değiştiğini göstermektedir.

Çizelge 4.8'den de görüldüğü gibi, en düşük fosfor içeriği (%0.42) kontrol, en yüksek fosfor içeriği (%0.60 P) ise '5.25 mg Zn kg^{-1} + 250 mg GA_3 L^{-1}' uygulamasıyla elde edilmiştir. Kontrol toprağında çinko eksikliği (0.08 mg Zn kg^{-1}) ve GA_3 uygulanmaması nedeniyle en düşük fosfor içeriği alınmıştır. Diğer taraftan '5.25 mg Zn kg^{-1} + 250 mg GA_3 L^{-1}' muamelesiyle bitki gelişimi artarak ve fosfordan yararlanma kapasitesi yükselerek maksimum fosfor içeriğini vermiştir. Araştırmamızda belirlenen fosfor değerleri Jones ve ark. (1991)'nın olgun dönemdeki marul yaprağı için bildirdiği toplam fosfor değerlerine (%0.40-0.60) göre normaldir.

Aydın ve ark. (2007), çekirdeksiz üzüme topraktan ve yapraktan $ZnSO_4.7H_2O$ çözeltisi uyguladıkları bir çalışmada, her iki uygulamanın da meyve eni ve boyunu, 100

tane ağırlığını, taze meyve verimini, toplam eriyebilir kuru madde miktarını ve yaprağın N, P, K ve Zn içeriklerini olumlu etkilediğini bildirmişlerdir. Yapılan bu çalışma sonuçları ile marulun fosfor içeriğine Zn'nun pozitif etkisi benzerlik göstermektedir.

Diğer taraftan varyans analiz sonuçlarına göre (Çizelge 4.7), GA_3 uygulamalarının yaprağın toplam potasyum içeriğine etkileri istatistiki bakımdan %1 düzeyinde önemli bulunmuştur.

Çizelge 4.9. Artan miktarlarda Zn ve GA_3 uygulamalarının marul yaprağının potasyum ve kalsiyum içeriklerine (%) etkileri

mg Zn/kg	mg GA_3/L							
	0		10		50		250	
	K	Ca	K	Ca	K	Ca	K	Ca
0	6.12	2.41	6.18	2.46	6.23	2.53	6.35	2.61
1.75	6.25	2.59	6.21	2.60	6.39	2.69	6.43	2.76
3.50	6.37	2.64	6.34	2.67	6.52	2.81	6.59	2.88
5.25	6.42	2.77	6.46	2.73	6.64	2.97	6.78	3.12

GA_3 uygulaması, , LSD ($_{0.01}$) = K = 0.240, Ca = 0.204; Zn uygulaması, LSD ($_{0.05}$) = Ca = 0.153

Çizelge 4.9'dan da görüldüğü gibi, en düşük potasyum içeriği (%6.12) kontrol, en yüksek potasyum içeriği (%6.78 K) ise '5.25 mg Zn kg^{-1} + 250 mg GA_3 L^{-1}' uygulamasıyla elde edilmiştir. Kontrol toprağında çinko eksikliği (0.08 mg Zn kg^{-1}) ve GA_3 uygulanmaması nedeniyle en düşük potasyum içeriği alınmıştır. Diğer taraftan '5.25 mg Zn kg^{-1} + 250 mg GA_3 L^{-1}' uygulaması ile bitki gelişimi artarak ve potasyumdan yararlanma kapasitesi yükselerek maksimum potasyum içeriğini vermiştir. Araştırmamızda belirlenen potasyum değerleri Jones ve ark. (1991)'nın olgun dönemdeki marul yaprağı için bildirdiği toplam potasyum değerlerine (%6.00-7.00) göre normaldir.

Yapılan bazı araştırmalara göre; marulun büyüme parametreleri ve N, K ve Zn içeriklerine yapraktan ve topraktan Zn uygulamalarının olumlu etki sağladığı belirlenmiştir (Yağmur ve Aydın, 2013).

Erdal ve ark. (2008), çinko gübrelemesi yaptıkları farklı anaçlar üzerine aşılı elma çeşitlerinde elma yapraklarının N, P, K ve Zn içeriklerinin Zn dozlarına ve kullanılan anaçlara göre değiştiğini bulmuşlardır.

Varyans analizi sonuçlarına göre (Çizelge 4.7), marul yaprağının toplam kalsiyum içeriğine GA_3 uygulamalarının etkileri istatistiki bakımdan %1 ve Zn uygulamalarının etkileri ise %5 düzeyinde önemli çıkmıştır. Kalsiyum içeriğine Zn ve

GA_3 uygulamalarının önemli çıkması kalsiyum içeriğinin artan miktarlarda Zn ve GA_3 uygulamalarına bağlı olarak değiştiğini göstermektedir.

Çizelge 4.9'dan da görüldüğü gibi, en düşük kalsiyum içeriği (%2.41) kontrol, en yüksek kalsiyum içeriği (%3.12) ise '5.25 mg Zn kg^{-1} + 250 mg GA_3 L^{-1}' uygulamasıyla elde edilmiştir. Kontrol toprağında çinko eksikliği (0.08 mg Zn kg^{-1}) ve GA_3 uygulanmaması nedeniyle en düşük kalsiyum içeriği alınmıştır. Diğer taraftan '5.25 mg Zn kg^{-1} + 250 mg GA_3 L^{-1}' muamelesiyle bitki gelişimi artarak ve kalsiyumdan yararlanma kapasitesi yükselerek maksimum kalsiyum içeriğini vermiştir. Araştırmamızda belirlenen kalsiyum değerleri Jones ve ark. (1991)'nın olgun dönemdeki marul yaprağı için bildirdiği toplam kalsiyum değerlerine (%2.30-3.50) göre normaldir.

Öbür yandan varyans analizi sonuçlarına göre (Çizelge 4.7), Zn, GA_3 ve 'Zn x GA_3' interaksiyonunun yaprağın toplam magnezyum içeriğine etkileri istatistiki bakımdan %1 düzeyinde önemli bulunmuştur. Magnezyum içeriğine 'Zn x GA_3' interaksiyonunun önemli çıkması magnezyum içeriğinin artan miktarlarda Zn ve GA_3 uygulamalarına bağlı olarak değiştiğini göstermektedir.

Çizelge 4.10. Artan miktarlarda Zn ve GA_3 uygulamalarının marul yaprağının magnezyum ve kükürt içeriklerine (%) etkileri

mg Zn/kg	mg GA_3/L							
	0		10		50		250	
	Mg	S	Mg	S	Mg	S	Mg	S
0	0.52 **g**	0.33 **ı**	0.54 **fg**	0.36 **hı**	0.58 **d-g**	0.39 **ghı**	0.62 **d-f**	0.46 **ef**
1.75	0.61 **d-f**	0.41 **fgh**	0.56 **efg**	0.41 **fgh**	0.60 **d-g**	0.44 **efg**	0.64 **b-e**	0.52 **cd**
3.50	0.66 **bcd**	0.48 **de**	0.60 **d-g**	0.47 **def**	0.64 **b-e**	0.50 **cde**	0.69 **abc**	0.59 **b**
5.25	0.71 **ab**	0.55 **bc**	0.65 **bcd**	0.53 **cd**	0.71 **ab**	0.61 **b**	0.77 **a**	0.72 **a**

Zn x GA_3 interaksiyonu, LSD ($_{0.01}$) = Mg = 0.085, S = 0.060

Çizelge 4.10'dan da görüldüğü gibi, en düşük magnezyum içeriği (%0.52) kontrol, en yüksek magnezyum içeriği (%0.75) ise '5.25 mg Zn kg^{-1} + 250 mg GA_3 L^{-1}' uygulamasıyla elde edilmiştir. Kontrol toprağında çinko eksikliği (0.08 mg Zn kg^{-1}) ve GA_3 uygulanmaması nedeniyle en düşük magnezyum içeriği alınmıştır. Diğer taraftan '5.25 mg Zn kg^{-1} + 250 mg GA_3 L^{-1}' uygulaması ile bitki gelişimi artarak ve magnezyumdan yararlanma kapasitesi yükselerek en yüksek magnezyum içeriğini vermiştir. Araştırmamızda belirlenen megnezyum değerleri Jones ve ark. (1991)'nın olgun dönemdeki marul yaprağı için bildirdiği toplam magnezyum değerlerine (%0.50-0.80) göre normaldir.

Ayrıca varyans analizi sonuçlarına göre (Çizelge 4.7), Zn, GA_3 ve 'Zn x GA_3' interaksiyonunun yaprağın toplam kükürt içeriğine etkileri istatistiki bakımdan %1 düzeyinde önemli bulunmuştur. Bitki kükürt içeriği üzerine 'Zn x GA_3' interaksiyonunun önemli çıkması bitki kükürt içeriğinin artan miktarlarda Zn ve GA_3 uygulamalarına bağlı olarak değiştiğini göstermektedir.

Çizelge 4.10'dan da görüldüğü gibi, en düşük kükürt içeriği (%0.33) kontrol, en yüksek kükürt içeriği (% 0.72) ise '5.25 mg Zn kg^{-1} + 250 mg GA_3 L^{-1}' uygulamasıyla elde edilmiştir. Kontrol toprağında çinko eksikliği (0.08 mg Zn kg^{-1}) ve GA_3 uygulanmaması nedeniyle en düşük kükürt içeriği alınmıştır. Diğer taraftan '5.25 mg Zn kg^{-1} + 250 mg GA_3 L^{-1}' muamelesi ile bitki gelişimi artarak ve kükürtten yararlanma kapasitesi yükselerek maksimum kükürt içeriğini vermiştir.

Zengin ve ark. (2008), topraktan ve yapraktan çinkolu gübre uyguladıkları elma ağaçlarında yaprağın makro besin elementi içerikleri üzerine genellikle topraktan uygulanan çinkonun ($ZnSO_4.7H_2O$) daha etkili olduğunu, mikro besin elementi içerikleri üzerine ise yapraktan uygulanan çinko ($ZnSO_4.7H_2O$) çözeltisinin daha etkili olduğunu saptamışlardır. Söz konusu bu çalışmalar bulgularımızı destekler niteliktedir.

4.11. Uygulamaların Bitkinin Mikro Besin Elementleri İçeriğine Etkileri

Artan miktarlarda Zn ve GA_3 uygulamalarının marul yaprağının toplam mikro besin elementleri içeriğine etkileri ile ilgili varyans analiz sonuçları Çizelge 4.11'de, toplam mikro besin elementleri içeriğine ilişkin ortalama değerler ve oluşan gruplar ise Çizelge 4.12,Çizelge 4.13 ve Çizelge 4.14'de verilmiştir.

Çizelge 4.11. Artan miktarlarda Zn ve GA_3 uygulamalarının marul yaprağının mikro besin elementleri içeriğine etkileri ile ilgili varyans analiz sonuçları

Varyans Kaynağı	Kareler Ortalaması				
	Fe	**Zn**	**Mn**	**Cu**	**B**
Genel	--	--	--	--	--
Zn	249.33**	533.26**	604.89**	81.10**	272.18**
GA_3	944.18**	1135.49**	1058.49**	260.29**	1313.81**
ZnxGA3	72.43**	205.14**	220.17**	16.92**	193.74**
Tekerrür	43.02	18.11	3.55	1.93	2.94
Hata	17.14	13.35	11.82	0.63	13.09

*: $p<0.05$, **: $p<0.01$

Varyans analizi sonuçlarına göre (Çizelge 4.11), Zn, GA_3 ve 'Zn x GA_3' interaksiyonunun yaprağın demir içeriğine etkileri istatistiki bakımdan %1 düzeyinde önemli bulunmuştur. Demir içeriğine 'Zn x GA_3' interaksiyonunun önemli çıkması bitki demir içeriğinin artan miktarlarda Zn ve GA_3 uygulamalarına bağlı olarak değiştiğini göstermektedir.

Çizelge 4.12. Artan miktarlarda Zn ve GA_3 uygulamalarının marul yaprağının demir ve çinko içeriklerine (mg kg^{-1}) etkileri

mg Zn/kg	mg GA_3/L							
	0		10		50		250	
	Fe	Zn	Fe	Zn	Fe	Zn	Fe	Zn
0	55.54 **g**	33.14 **ı**	60.44 **fg**	37.59 **hı**	68.76 **cde**	48.22 **fg**	65.43 **def**	44.40 **gh**
1.75	63.38 **efg**	45.18 **g**	63.88 **ef**	43.33 **gh**	72.84 **bcd**	55.12 **def**	68.74 **cde**	49.50 **fg**
3.50	69.07 **cde**	52.93 **ef**	70.51 **cde**	48.99 **fg**	79.38 **ab**	62.65 **bc**	74.56 **bc**	56.83 **cde**
5.25	72.79 **bcd**	61.10 **bcd**	79.22 **ab**	53.85 **ef**	86.13 **a**	73.92 **a**	83.95 **a**	67.06 **ab**

Zn x GA_3 interaksiyonu, LSD ($_{0.01}$) = Fe = 7.87, Zn = 6.95

Çizelge 4.12'den de görüldüğü gibi, en düşük demir içeriği (55.54 mg kg^{-1}) kontrol, en yüksek demir içeriği (86.13 mg Fe kg^{-1}) ise '5.25 mg Zn kg^{-1} + 50 mg GA_3 L^{-1}' uygulamasıyla elde edilmiştir. Kontrol toprağında çinko eksikliği (0.08 mg Zn kg^{-1}) ve GA_3 uygulanmaması nedeniyle en düşük demir içeriği alınmıştır. Diğer taraftan '5.25 mg Zn kg^{-1} + 50 mg GA_3 L^{-1}' uygulaması ile bitki gelişimi artarak ve demirden yararlanma kapasitesi yükselerek maksimum demir içeriğini vermiştir. Araştırmamızda belirlenen demir değerleri Jones ve ark. (1991)'nın olgun dönemdeki marul yaprağı için bildirdiği toplam demir değerlerine (50-100 mg kg^{-1}) göre normaldir.

Elma ağacına yapraktan %0, 0.2, 0.4 ve 0.8 dozlarında $ZnSO_4.7H_2O$ uygulamalarının, yaprağın toplam demir kapsamını %0.4 dozuna kadar artırdığı, sonraki dozda ise azalttığı belirlenmiştir (Zengin ve ark., 2008). Sonuçlar araştırma bulgularımızla benzerlik göstermektedir.

Varyans analizi sonuçlarına göre (Çizelge 4.11) Zn, GA_3 ve 'Zn x GA_3' interaksiyonunun marul yaprağının toplam Zn içeriği üzerine etkileri istatistiki bakımdan %1 düzeyinde önemli bulunmuştur. Yaprağın Zn içeriği üzerine 'Zn x GA_3' interaksiyonunun önemli çıkması bitki çinko içeriğinin artan miktarlarda Zn ve GA_3 uygulamalarına bağlı olarak değiştiğini göstermektedir.

Çizelge 4.12'den de görüldüğü gibi, en düşük çinko içeriği (33.14 mg kg^{-1}) kontrol, en yüksek çinko içeriği (73.92 mg Zn kg^{-1}) ise '5.25 mg Zn kg^{-1} + 50 mg GA_3 L^{-1}' uygulamasıyla elde edilmiştir. Kontrol toprağında çinko eksikliği (0.08 mg Zn kg^{-1})

ve GA_3 uygulanmaması nedeniyle en düşük çinko içeriği alınmıştır. Diğer taraftan '5.25 mg Zn kg^{-1} + 50 mg GA_3 L^{-1}' muamelesi ile bitki gelişimi artarak ve çinkodan yararlanma kapasitesi yükselerek maksimum çinko içeriğini vermiştir. Araştırmamızda belirlenen çinko değerleri Jones ve ark. (1991)'nın olgun dönemdeki marul yaprağı için bildirdiği toplam çinko değerlerine (25-250 mg kg^{-1}) göre normaldir.

Elma ağacına yapraktan %0, 0.2, 0.4 ve 0.8 dozlarında $ZnSO_4.7H_2O$ uygulamalarının, yaprağın toplam çinko kapsamını kontrol dozundan (13,59 mg kg^{-1}) en yüksek doz olan %0.8 dozuna (127,78 mg kg^{-1}) kadar artırdığı belirlenmiştir (Zengin ve ark., 2008). Bulgularımız bu araştırma sonuçlarıyla benzerlik göstermektedir. Diğer taraftan Ünsan ve ark. (2008), alkalin topraklarda; topraktan 0, 2 ve 4 kg da^{-1} çinko ile 0, 40 kg da^{-1} humik asit uygulayarak iki farklı nohut (*Cicer arictinum* L.) çeşidi yetiştirdikleri bir çalışmada tanede ve gövdede Fe ve Zn içeriklerinde en yüksek değerlerin 4 kg da^{-1} Zn dozundan elde edildiğini saptamışlardır.

Çinko uygulamasının Sultani Çekirdeksiz üzüm çeşidinde verime etkisini incelemek amacıyla yapılan bir araştırmaya göre de 10 kg da^{-1} topraktan ve %0,3 dozunda yapraktan uygulamanın verimi kontrole göre %39 oranında artırdığı tespit edilmiştir (Yağmur ve ark. 2002). Çinko gübrelemesinin farklı anaçlar üzerine aşılı elma çeşitlerinin çinko beslenmesi ile bazı besin elementi içeriklerine etkisini belirlemek amacıyla yapılan bir başka çalışmada ise elma yapraklarının Zn içeriği, kullanılan anaç ve Zn dozlarına göre önemli derecede artmış ve bu artışlar istatistiksel anlamda önemli bulunmuştur. Ayrıca araştırıcılar, elma yapraklarının N, P, K, Mg, Fe, Mn ve Cu içeriklerinin Zn gübrelemesiyle arttığını tespit etmişlerdir (Erdal ve ark., 2008). Bu araştırmaların sonuçları da bulgularımızı destekler niteliktedir.

Yapılan diğer bazı çaşımalara göre de; yapraktan, topraktan çinko katkılı kompoze gübre ve çinko sülfat uygulamalarının karpuz, çekirdeksiz üzüm, elma, buğday, ıspanak gibi değişik kültür bitkileri üzerine yapılan çalışmalarda da verim ve verim parametrelerine, vejetatif büyüme ve gelişim ile kalite özelliklerinde olumlu etkileri olduğunu belirlemişlerdir (Ceylan ve ark., 1999, Oktay, 1999, Gülser ve ark., 2001, Yağmur ve ark., 2002, Müftüoğlu ve ark., 2003, Togay ve ark., 2005). Ayrıca; uygulanan farklı Zn dozları ile kuru ve sulu şartlarda buğday tanesinin çinko konsantrasyonunun 8,5 ppm'den 14,5 ppm'e yükseldiği bildirilmiştir (Bağcı ve Sade, 2004). Söz konusu çalışmaların sonuçları da bulgularımızla benzerlik içerisindedir.

Varyans analizi sonuçlarına göre (Çizelge 4.11), Zn, GA_3 ve 'Zn x GA_3' interaksiyonunun yaprağın toplam mangan içeriği üzerine etkileri istatistiki bakımdan %1 düzeyinde önemli bulunmuştur. Mangan içeriğine 'Zn x GA_3' interaksiyonunun önemli çıkması bitki mangan içeriğinin artan miktarlarda Zn ve GA_3 uygulamalarına bağlı olarak değiştiğini göstermektedir.

Çizelge 4.13. Artan miktarlarda Zn ve GA_3 uygulamalarının marulun mangan ve bakır içeriklerine (mg kg^{-1}) etkileri

	mg GA_3/L							
mg Zn/kg	**0**		**10**		**50**		**250**	
	Mn	**Cu**	**Mn**	**Cu**	**Mn**	**Cu**	**Mn**	**Cu**
0	38.53 **h**	8.37 **j**	44.22 h	9.87 **j**	56.85 **fg**	12.73 **hı**	51.26 **g**	11.59 **ı**
1.75	52.32 **g**	12.78 **hı**	50.82 **g**	12.82 **hı**	60.24 **ef**	15.79 **ef**	56.44 **fg**	13.81 **h**
3.50	61.12 **def**	14.09 **gh**	57.19 **efg**	15.36 **fg**	69.68 **bc**	19.74 **c**	63.63 **cde**	17.64 **d**
5.25	73.05 **ab**	17.25 **de**	66.98 **bcd**	18.52 **cd**	78.46 **a**	24.76 **a**	70.90 **b**	22.48 **b**

Zn x GA_3 interaksiyonu, LSD ($_{0.01}$) = Mn = 6.54, Cu = 1.51

Çizelge 4.13'den de görüldüğü gibi, en düşük mangan içeriği (38.53 mg kg^{-1}) kontrol, en yüksek mangan kapsamı (78.46 mg kg^{-1}) ise '5.25 mg Zn kg^{-1} + 50 mg GA_3 L^{-1}' uygulamasıyla elde edilmiştir. Kontrol toprağında çinko eksikliği (0.08 mg Zn kg^{-1}) ve GA_3 uygulanmaması nedeniyle en düşük mangan içeriği alınmıştır. Diğer taraftan '5.25 mg Zn kg^{-1} + 50 mg GA_3 L^{-1}' uygulaması ile bitki gelişimi artarak ve mangandan yararlanma kapasitesi yükselerek maksimum mangan içeriğini vermiştir. Araştırmamızda belirlenen mangan değerleri Jones ve ark. (1991)'nın olgun dönemdeki marul yaprağı için bildirdiği toplam mangan değerlerine (15-250 mg kg^{-1}) göre normaldir.

Elma ağacına yapraktan %0, 0.2, 0.4 ve 0.8 dozlarında $ZnSO_4.7H_2O$ uygulamalarının, yaprağın toplam mangan kapsamını kontrol dozundan (47,29 mg kg^{-1}) en yüksek doz olan %0.8 dozuna (54,65 mg kg^{-1}) kadar giderek artırdığı belirlenmiştir (Zengin ve ark., 2008). Bulgularımız bu araştırma sonuçlarıyla benzerlik göstermektedir. Ayrıca çinko uygulamalarının bitkinin mangan içeriğini artırdığını gösteren literatürler de vardır (Erdal ve ark., 2008).

Varyans analizi sonuçlarına göre (Çizelge 4.11), Zn, GA_3 ve 'Zn x GA_3' interaksiyonunun yaprağın toplam bakır içeriği üzerine etkileri istatistiki bakımdan %1 düzeyinde önemli bulunmuştur. Bitki bakır içeriği üzerine 'Zn x GA_3' interaksiyonunun

önemli çıkması bitki bakır içeriğinin artan miktarlarda Zn ve GA_3 uygulamalarına bağlı olarak değiştiğini göstermektedir.

Çizelge 4.13'den de görüldüğü gibi, en düşük bakır içeriği (8.37 mg kg^{-1}) kontrol, en yüksek bakır içeriği (24.76 mg kg^{-1}) ise '5.25 mg Zn kg^{-1} + 50 mg GA_3 L^{-1}' uygulamasıyla elde edilmiştir. Kontrol toprağında çinko eksikliği (0.08 mg Zn kg^{-1}) ve GA_3 uygulanmaması nedeniyle en düşük bakır içeriği alınmıştır. Öbür yandan '5.25 mg Zn kg^{-1} + 50 mg GA_3 L^{-1}' muamelesi ile bitki gelişimi artarak ve bakırdan yararlanma kapasitesi yükselerek maksimum bakır içeriğini vermiştir. Araştırmamızda belirlenen bakır değerleri Jones ve ark. (1991)'nın olgun dönemdeki marul yaprağı için bildirdiği toplam bakır değerlerine (8-25 mg kg^{-1}) göre normaldir.

Çinko uygulamalarının bitkinin bakır içeriğini artırdığına dair çalışma sonuçları mevcut (Erdal ve ark., 2008) olsa da elma ağacına yapraktan $ZnSO_4.7H_2O$ uygulamalarının, yaprağın toplam bakır kapsamını azalttığı belirlenmiştir (Zengin ve ark., 2008). Bulgularımız bu araştırma sonuçlarıyla benzerlik göstermemektedir. Bu farklılık bitki cinsi, bitkilere yapılan uygulamalar, toprak ve iklim koşulları ile uygulama dozlarından kaynaklanabilir.

Varyans analizi sonuçlarına göre (Çizelge 4.11), Zn, GA_3 ve 'Zn x GA_3' interaksiyonunun yaprağın toplam bor içeriği üzerine etkileri istatistiki bakımdan %1 düzeyinde önemli bulunmuştur. Bitkinin bor içeriğine 'Zn x GA_3' interaksiyonunun önemli çıkması bitki bor içeriğinin artan miktarlarda Zn ve GA_3 uygulamalarına bağlı olarak değiştiğini göstermektedir.

Çizelge 4.14. Artan miktarlarda Zn ve GA_3 uygulamalarının marulun bor içeriğine (mg kg^{-1}) etkileri

mg Zn/kg	**mg GA_3/L**			
	0	**10**	**50**	**250**
0	29.84 **h**	29.62 **h**	36.44 **fgh**	44.70 **de**
1.75	33.79 **gh**	32.42 **h**	44.49 **de**	49.82 **cd**
3.50	41.13 **ef**	39.96 **efg**	51.17 **cd**	58.64 **ab**
5.25	50.99 **cd**	45.81 **de**	56.44 **bc**	63.82 **a**

Zn x GA_3 interaksiyonu, LSD $(_{0.01})$ = B = 6.88

Çizelge 4.14'den de görüldüğü gibi, en düşük bor içeriği (29.84 mg kg^{-1}) kontrol, en yüksek bor içeriği (63.82 mg kg^{-1}) ise '5.25 mg Zn kg^{-1} + 250 mg GA_3 L^{-1}' uygulamasıyla elde edilmiştir. Kontrol toprağında çinko eksikliği (0.08 mg Zn kg^{-1}) ve

GA_3 uygulanmaması nedeniyle en düşük bor içeriği alınmıştır. Diğer taraftan '5.25 mg Zn kg^{-1} + 250 mg GA_3 L^{-1}' uygulaması ile bitki gelişimi artıp bordan yararlanma kapasitesi yükselerek maksimum bor içeriğini vermiştir. Araştırmamızda belirlenen bor değerleri Jones ve ark. (1991)'nın olgun dönemdeki marul yaprağı için bildirdiği toplam bor değerlerine (25-60 mg kg^{-1}) göre normal olmakla birlikte hafif yüksek (63.82 mg kg^{-1}) çıkmıştır.

Yapılan bazı çalışmalara göre; elma ağacına yapraktan %0, 0.2, 0.4 ve 0.8 dozlarında $ZnSO_4.7H_2O$ uygulamalarının, yaprağın toplam bor kapsamını kontrol dozundan (56,69 mg kg^{-1}) en yüksek doz olan %0.8 dozuna (74,42 mg kg^{-1}) kadar giderek artırdığı belirlenmiştir (Zengin ve ark., 2008). İlgili sonuçlar bulgularımızı destekler niteliktedir.

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Deneme sonucunda; artan miktarlarda çinko ve gibberellik asit uygulamalarının marul bitkisinde yaprak yaş ve kuru ağırlığı, kökün yaş ve kuru ağırlığı, bitki boyu, kök uzunluğu, ilk Gibberellik asit uygulamasındaki bitki başına yaprak sayıları, ikinci Gibberellik asit uygulamasındaki yaprak sayıları ve hasattaki yaprak sayıları üzerine etkileri istatistiki bakımdan önemli ve pozitif yönde olmuştur. Yani uygulamalar ilgili parametreleri kontrole göre belli düzeylerde artırmıştır. Genellikle toprağa 5.25 mg kg^{-1} çinko ile yaprağa 50 mg L^{-1} gibberellik asidin birlikte uygulanması, bunların ayrı ayrı uygulanmalarına göre bitkinin verim ve verim unsurlarını önemli derecede yükseltmiştir. Sadece çinko sülfat dozlarının söz konusu unsurlara etkileri, sadece gibberellik asit dozlarının etkilerinden daha yüksek çıkmıştır.

Diğer taraftan, artan miktarlarda Zn ve GA_3 uygulamalarının marul yaprağının makro (toplam N, P, K, Ca, Mg, S) ve mikro besin elementleri (Fe, Zn, Mn, Cu, B) üzerine etkileri istatistiki açıdan önemli ve pozitif olmuştur. Uygulamalar yaprağın makro ve mikro besin elementleri içeriğini kontrole göre belli seviyelerde yükseltmiştir. Yaprağın toplam makro besin elementleri kapsamına toprağa 5.25 mg kg^{-1} Zn ile yaprağa 250 mg L^{-1} GA_3'in birlikte uygulanmasının etkileri daha yüksek iken, toplam mikro besin elementleri içeriğine toprağa 5.25 mg kg^{-1} Zn ile yaprağa 50 mg L^{-1} GA_3'in birlikte uygulanmasının etkileri daha yüksek çıkmıştır. Bunların ayrı ayrı uygulanmalarına göre birlikte uygulanmaları yaprağın makro ve mikro besin elementleri kapsamına daha yüksek etkide bulunmuştur. Gibberellik asidin yüksek dozları makro besin elementlerini daha çok artırırken, düşük dozları mikro besin elementlerini daha çok artırmıştır. Öbür yandan sadece Zn dozlarının söz konusu parametrelere etkileri, sadece GA_3 dozlarının etkilerinden daha yüksek çıkmıştır.

Ayrıca deneme toprağında yetersiz olan çinkonun artan dozlarda uygulanması ile yaprağın çinko konsantrasyonu sadece Zn uygulamasıyla kontrole (33,14 mg kg^{-1}) göre %84 artarken (61,10 mg kg^{-1}), sadece GA_3 uygulaması ile %45 oranında artmıştır. Yeşil aksam çinko konsantrasyonunda en yüksek artış 5.25 mg kg^{-1} Zn ile birlikte 50 mg L^{-1} GA_3 uygulaması ile %123 oranına artışa neden olmuştur. Hem verim ve verim unsurlarında, hem de yaprağın makro ve mikro besin elementleri içeriklerinde topraktaki eksik Zn'nun tek başına uygulanmasıyla yeterli artışlar kaydedilmemiştir. Daha yüksek artışlar Zn ile birilikte 50 veya 250 mg L^{-1} GA_3 uygulamasıyla meydana gelmiştir. Gibberellik asit çinkonun etkinliğini veya çinko bitki hücrelerinde gibberellik

asidin etkinliğini artırarak çalışılan parametreler üzerinde olumlu kombine etkiye neden olmuştur.

Sonuç olarak; sera koşullarında saksıda topraktan çinko ve gelişim dönemi başında yapraktan püskürtmek suretiyle GA_3 uygulayarak yetiştirilen marulun verim ve verim unsurlarında olumlu bir etkisi olduğundan benzer koşullarda yetiştirilen benzer sebze bitkilerinde Zn ile birlikte 50-250 mg L^{-1} GA_3 de uygulanmalıdır.

Daha doğru sonuçlara ve yargılara ulaşabilmek için benzer çalışmalar farklı bitki, toprak, besin elementi ve BGD uygulamaları ile sürdürülmelidir.

KAYNAKLAR

Allison, L. E. and Moodie, C. D., 1965. Carbonate. In: C.A. Black et al. (Eds.). Methods of Soil Analysis, Part 2. Agronomy 9: 1379-1400. Am. Soc. of Agron., İnc., Madison, Wisconsin, USA.

Arslan, N., Gürbüz, B., Gümüşçü, A., Acar, C., 1993. Farklı Uygulamaların ve Gibberellik Asit Dozlarının Avratotu (*Atropa belladonna* L.) Tohumlarının Çimlenmesi Üzerine Etkileri. A.Ü. Zir. Fak. Cilt: 3, Sayı: 3-4. *ISSN*: 1302-4310.

Asghari, B., Majeed, A., 2006. Role of Growth Promoting Substances in Breaking Potato (*Solanum tuberosum* L.) Tuber Dormancy. J. of Agriculture & Social Sci., 2(3): 175–178.

Aydın, Ş., Yağmur, B., Hakerlerler, H., Çoban, H., 2007. Effects of Different Types and Levels of Zinc Sulphate Application in Vineyards (*Vitis vinifera* L.) in a Semi-arid Enviroment. Asian Journal of Chemistry. 19(1): 555-563.

Bağcı, S. ve Sade, B. 2004. Konya Şartlarında Sulama ve Çinko Uygulamalarının, Farklı Tahıl Türlerinde Verim, Verim Unsurları ve Tanedeki Çinko Konsantrasyonu Üzerine Etkileri. Türkiye 3. Ulusal Gübre Kongresi, Tarım-Sanayi-Çevre, 11-13 Ekim 2004, Tokat, 563-572.

Baydar, H., 2000. Gibberellik Asidin Aspir (*Carthamus tinctorius* L.)'de Erkek Kısırlık, Tohum Verimi ile Yağ Asitleri Sentezi Üzerine Etkisi. Turk J. Biol. 24: 159-168.

Baydar, H. ve Erdal. İ., 2004. Bitki büyüme düzenleyicilerinin İzmir Kekiği (*Origanum onites* L.) yaprak kalitesine etkisi. S.D.Ü. Tarım Bilimleri Derg., 10(1): 9-13.

Bayraklı, F., 1987. Toprak ve Bitki Analizleri. *O.M.Ü. Ziraat Fak. Yay*., No: 17, Samsun.

Bouyoucos, G.S., 1962. A Recalibration of the Hydrometer Methods for Making Mechanical Analysis of Soil. *Agronomy Journal*, 43.

Bremner, J. M., 1965. Inorganic forms of nitrogen, methods of soil analysis, 1179-1237.

Buban, T., 2000. The Use of Benzyladenine in Orchard Fruit Growing: a mini review. Plant Growth Regulation, 32: 381-390.

Budak, N., Çalışkan, C.F., Çaylak, Ö., 1994. Bitki Büyüme Regülatörleri ve Tarımsal Üretimde Kullanımı. Ege Üniv. Ziraat Fak. Dergisi, 31: 289-296.

Cartwright, B., Rathjen, A.J., Sparrow, D.H.B., Paull, J.G., Zarcinas, B.A. 1985. Boron Tolerance in Australian varieties of wheat and barley. in: Genetic Aspects of Plant Nutrition, 16-20 June 1985 Madison, USA (eds. W.H. Gabelman, B.C. Loughman) Dordrect, Netherlands, Martinus Nijhoff (1987) 139-151.

Celepçi, M., Güleryüz, M., 1985. Gibberellik Asidin (GA_3) Bazı Çilek Çeşitlerinde Kol, Fide ve Meyve Verimi ile Erkencilik Üzerine Etkileri. Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Bah. Bit. Böl. Erzurum.

Ceylan, Ş., Oktay, M., Yoldaş, F., Çakıcı, H., Çavuşgil, V., 1999. Çinko Katkılı ve Katkısız Kompoze Gübrelerin Karpuz Yetiştiriciliğinde Verim, Bazı Bitki ve Kalite Özellikleri Üzerine Etkisi. Ege Üniv. Ziraat. Fak. Derg., 36(1-2-3), Bornova, İzmir.

Çakmak, İ., Torun, B., Erenoğlu, B., Kalaycı, M., Yılmaz, A., Ekiz, H., Barun, H., 1996. Türkiye'de Toprak ve Bitkilerde Çinko Eksikliği ve Bitkilerin Çinko Eksikliğine Dayanıklılık Mekanizmaları. Turkish J. of Agric. and Forestry, 20: 13-23.

Çetin, V., 2002. Meyve ve Sebzelerde Kullanılan Bitki Gelişmeyi Düzenleyiciler. Gıda ve Yem Bilimi Teknolojisi, 2. Gıda Kontrol ve Merkez Araşt. Enst. Md.lüğü, Bursa.

Çömlekçioğlu, N., Şimşek, M., 2014. Yüksek Sıcaklık Koşullarında ve Farklı Su Seviyelerinde Gibberellik Asidin (GA_3) Sanayi Domatesinde Meyve Tutumuna Etkisi. Y.Y.Ü. Tarım Bil. Derg., 24(3): 270-279.

Çürük, P., İzgü, T., Koçak, M., Tütüncü, M., Tagipur, E., Şimşek, Ö., Yalçın Mendi, Yeşim., Özgüven, A., 2012. Gibberellik Asit (GA_3) Uygulamalarının *Iris germanica* (Süsen)'da Gelişme ve Çiçeklenme Üzerine Etkileri. Ç.Ü. Ziraat Fak. Derg., 27(1): 21-26.

Doğan, R., Çakmak, F., Yağdı, K., Kazan, T., 2002. Tohuma Uygulanan Farklı Dozdaki Çinko Bileşiğinin (Teprosyn F-2498) Ekmeklik Buğday (*Triticum aestivum* L.) Verimine Etkisi. U.Ü. Ziraat Fak. Derg., 16(2): 159-167.

Ekiz, H., Öztürk, L., Bağcı, S.A., Gültekin, L., Yılmaz A., Çakmak, İ., 1997. Çinko Noksanlığının Buğdayın Kuraklık Toleransı Üzerine Etkileri. I. Ulusal Çinko Kongresi, 12-16 Mayıs 1997, Eskişehir.

Erdal, İ., Çakmak, İ., Kalaycı, M., Helaloğlu, C., Hatipoğlu, F., 1997. GAP ve Orta Anadolu Bölgelerinde Yetiştirilen Buğday Çeşitlerinde Çinko Uygulamasının Fitin asiti/Çinko Oranına Etkisi. I. Ulusal Çinko Kongresi, 12-16 Mayıs 1997, Eskişehir.

Erdal, İ., 1998. Orta Anadolu Bölgesinde Farklı Çinko Uygulamalarının Tahıl Türleri ve Buğday Çeşitlerinde Tanede Çinko ve Fitin asidi Konsantrasyonuna Etkisi. A.Ü. F.B.E. Toprak ABD, Yayımlanmamış Doktora Tezi, Ankara.

Erdal, İ., Yıldırım, A., Yıldırım, F., Küçükyumuk, Z., 2008. Çinko Gübrelemesinin Farklı Anaçlar Üzerine Aşılı Elma Çeşidinin Çinko Beslenmesi ile Bazı Besin Elementi İçeriklerine Etkisi. 4. Ulusal Bitki Besleme ve Gübre Kongresi, 799-804, 8-10 Ekim 2008, Konya.

Ergene, A., 1982. Toprak Biliminin Esasları. A.Ü. Yayınları. Erzurum.

Ergün, N., Öncel, I., 2008. Ekmeklik Buğdayda (*Triticum aestivum* L.) İlk Gelişme Döneminde Kök ve Gövde Büyümesi Üzerine Bazı Ağır Metal ve Ağır Metal-Hormon Uygulamalarının Etkileri. Y.Y.Ü. Tarım Bil. Derg., 19(1): 11-17.

FAO, 1990. Micronutrients Assessment at the Country Level. p. 1-208. An International Study (M. Sillanpä, ed.), FAO Soil Bulletin 63. Published by FAO, Roma, Italy.

Follett, R.H., Lindsay, W.L., 1970. Profile Distribution of Zinc, Iron, Manganese, and Copper in Calorodo Soils. Calorodo Exp. Sta. Tech. Walsh and Bealon, Soil Sci Soc. of Am. Inc. Medison, Winconsin, USA.

Güçlü, K., 1983. Gibberellik (GA) ve N-Dimetilaminsuccunamik Asidin (B9) *Scindapsus aureus* Engl. Sarmaşıklarında Hızlı Gelişmeye ve Bodur Form Oluşmasına Etkisi. Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Bahçe Bitk. Böl., Erzurum.

Güleryüz, M., 1982. Bahçe Ziraatında Büyütücü ve Engelleyici Maddelerin Kullanılması ve Önemi. Atatürk Üniv. Yay. No: 279, Erzurum.

Gülser, F., Bozkurt, M.A. Çimrin, K.M. 2001. Artan Dozlarda ve Farklı Şekillerde Çinko Gübrelemesinin Elma Ağaçlarında Besin Element İçeriğine ve Sürgün Uzunluğuna Etkisi. O..M.Ü. Ziraat Fak. Derg., 16(1): 12-15, Samsun.

Hakerlerler, H., Aydın Ş., İrget, M.E., Aksoy, U., Tutam, M., 1999. The Effect of Soil and Foliage Applied Zinc on Yield and Quality of Fig. (*Ficus carica* L. *Cv sarilop*) For Drying, in: J. Beeh (Ed.), 5th International Meeting on Soils With Mediterracan Type of Climate, 256-260 (IMSMTC) Barcelona (Castalonia), July 4-9, Spain, p.1071.

Helaloğlu, C., Torun, B., Tolay, İ., Çakmak, İ., 1997. Harran Ovası Sulu Koşullarında Değişik Buğday Genotiplerinin Çinko Gübrelemesine Reaksiyonları ve Çinko Yetersizliğine Dayanıklı Genotiplerin Seçimi. I. Ulusal Çinko Kongresi, 12-16 Mayıs 1997, Eskişehir.

Jackson, M.L., 1965. Soil Chemical Analysis. Prentice-Hall, Inc. Englewood. Cliffs, N.J., p 10 and 111-132.

Jones, L.H.P., Cowling, D.W., Leckyer, D.R., 1972. Plant-available and extractable sulfur in soils of England and Wales. Soil Sci., 114: 104-114.

Jones, J.R., Wolf, B., Mills, H.A., 1991. Plant Analysis Handbook. micro Macro Publishing Inc.

Kacar, B., 1997. Bitki ve Toprağın Kimyasal Analizleri. III Toprak Analizleri. *A.Ü. Ziraat Fak. Eğitim, Araştırma ve Geliştirme Vakfı Yay* No: 3, Ankara.

Kaynak, L., Ersoy, N., 1997. Bitki Büyüme Düzenleyicilerinin Genel Özellikleri ve Kullanım Alanları. Akdeniz Üniv. Ziraat Fak. Derg., 10: 223-236.

Kırıcı, S., 1998. İki Aspir Çeşidinde Gibberellik asidin (GA_3) Agronomik Özellikler ve Çiçek Verimi ile Boyar Madde Oranına Etkileri. Tarla Bitkileri Merk. Araşt. Enst. Derg., 7(1): Cilt: 7. Sayı: 1. *ISSN*: 1302-4310.

Koçer, G., Eser, B., 1997. Köklü Dip Sürgünü Özellikleri ve GA_3 Uygulamalarının Enginarda Verim Dağılımına Etkileri. Tr. J. of Agriculture and Forestry, 23(Ek Sayı 2): 325-332.

Kumlay, A.M., Eryiğit, T., 2011. Bitkilerde Büyüme ve Gelişmeyi Düzenleyici Maddeler: Bitki Hormonları. Iğdır Üniv. Fen Bil. Enst. Derg., 1(2): 47-56, Iğdır.

Lindsay, W. L. and Norvell, W. A., 1978. Development of DTPA Soil Test for Zinc, Iron, Manganese and Copper. Soil Sci. Soc. of Amer. J., 42: 421-428.

Marschner, H., 1997. Minereal Nutrition of Higher Plants. Instutue of Plant Nutrition, University of Hohenheim. Academic Press, Inc., Sandiego, CA 9210, Germany, p. 889.

Müftüoğlu, N., Demirer, M.T, Oktay, M., Elmacı Ö.L., 2003. Çinko Katkılı ve Katkısız 15-15-15 Gübre Uygulamasının Buğdayda Verim ve Bazı Verim Öğeleri Üzerine Etkisi. A.Ü Ziraat Fak. Derg., 35(4): 299-302, Erzurum.

Oktay, M. 1999. Çinko Katkılı Kompoze Gübrelerin Değişik Kültür Bitkilerinin Yetiştiriciliğinde Kullanımı. E.Ü. Tarımsal Uyg. ve Araşt. Merk. Yayın Bülteni No: 35, ISSN 1300-3518, İzmir.

Palavan-Ünsal, N., 1993. Hormonlar ve Meyvelenme, Bitki Büyüme Maddeleri. İstanbul Üniv. Basım Evi ve Film Merkezi., Üniv. Yayın No: 3677, Sf: 197-211.

Pehluvan, M., Bozbüyük, M.R., Doğru, B., Özden, E., Aslantaş, R., 2012. Gibberellik Asit (GA3) Uygulamalarının 0900-Ziraat Kiraz Çeşidinin Bazı Meyve Özelliklerine Etkileri. A.Ü. Ziraat Fak. Derg., 43(1): 7-11, Erzurum.

Raven, P.H., Evert, R.F., Eichhorn, S.E., 1992. Regulating Growth and Development: The Plant Hormones (in: Biology of Plants), pp. 545-571, Worth Publishers, New York, USA.

Richard, L.A., 1954, Diagnosis and Improvement Saline and Alkaline Soils U.S.D.A. Handbook, 60: 105-106.

Schroo, H., 1963. Aninvertory of Soil and Sustabilitites in Westrion. I. Netherlands J. of Agricultural Sci.. 11: 308-333.

Sıvacıoğlu, A., Ayan, S., Gülerol, B., 2007. Bazı Bitki Gelişim Düzenleyicilerin *Pinus silvestris* L. Fidecik Morfolojik Karakterlerine Etkisi. Kastamonu Üniv., Orman Fak. Derg., Kasım-2007, 7(2): ISSN 1303-2399.

Sillanpaa, M., 1982. Micronutrients and The Nutrients Status of Soil: A Global Study, FAO Soils Bulletin 48, FAO, Roma.

Soil Survey Manual, 1951. V.S. Department of Agriculture Handbook, 18: 235.

Soltanpour, P.N., Workman, S.M., 1981, Use of Inductively-Coupled Plasma Spectroscopy for the Simultaneous Determination of Macro and Micro Nutrients in NH4HCO3-DTPA Extracts of Soils. In Barnes R.M. (ed*). Developments in Atomic Plasma Analysis*, USA, pp. 673-680.

Taban, S., Alpaslan, M., 1996. Mısır Bitkisinin Çinko, Demir, Bakır, Mangan ve Klorofil Kapsamı Üzerine Çinko Gübrelemesinin Etkisi. Pamukkale Üniv. Müh. Fak. Mühendislik Bil. Derg., 2(1): 69-73.

Taban, S., Alpaslan, M., Güneş, A., Aktaş, M., Erdal, İ., Eyüboğlu, H., Baran, İ., 1997. Değişik Şekillerde Uygulanan Çinkonun Buğday Bitkisinde Verim ve Çinkonun Biyolojik Yarayışlılığı Üzerine Etkisi. I. Ulusal Çinko Kongresi, 12-16 Mayıs 1997, Eskişehir.

Togay, Y., Togay, N., Kocakaya, Z., Erdal, İ., Çiğ, F., 2005. Van Koşullarında Çinko Uygulamasının Farklı Buğday Çeşit ve Hatlarında Verim ve Verim Öğelerine Etkisi, Türkiye VI. Tarla Bitkileri Kongresi, 5-9 Eylül, Cilt 1: 595-600.

Torun, B., Çakmak, İ. 2004. Orta Anadolu Bölgesinde Çinko Noksanlığı. Türkiye 3. Ulusal Gübre Kongresi. Tarım Sanayi Çevre, 521-534, 11-13 Ekim 2004, Tokat.

TUİK, 2018. Türkiye İstatistik Kurumu. www.tuik.gov.tr (Erişim Tarihi: Nisan 2018).

Ülgen, N., Yurtsever, N., 1974. Türkiye Gübre ve Gübreleme Rehberi. Toprak ve Gübre Araşt. Enst. Teknik Yayın No: 28, Ankara.

Ünal. H. ve Başkaya. H.S., 1981. Toprak Kimyası. A.Ü. Ziraat Fak. Yay. 759. Ders Kitabı: 218. A.Ü. Basımevi, Ankara.

Ünal, O., Gökçeoğlu, M., Topçuoğlu, Ş.F., 2004. Antalya Endemiği *Origanum* Türlerinin Tohum Çimlenmesi ve Çelikle Çoğaltılması Üzerine Araştırmalar. Akdeniz Üniv. Ziraat Fak. Derg., 17(2): 135-147.

Ünsal, H., Tüfenkçi, Ş., Kılıç Gürbüz, Ö., 2008. Alkalin Topraklarda Humik Asit ve Çinko Uygulamalarının İki Farklı Nohut (*Cicer arietinum* L.) Çeşidinin Tane ve Gövdesindeki Bazı Besin Element İçeriklerine Etkisi. 4. Ulusal Bitki Besleme ve Gübreleme Kongresi, 8-10 Ekim, Konya, Sf: 465-475.

Vural, H., Eşiyok, D., Duman, D., 2000. Kültür Sebzeleri (Sebze Yetiştiriciliği), E.Ü. Ziraat Fak. Bahçe Bitk. Böl., ISBN: 975-97190-0-2, Sf: 378-393, Bornova, İzmir.

Walsh, C.S., 2003. Plant Hormones. Concise Encyclopedia of Temperate Tree Fruit. Edited by Baugher T.A. and Singha, 245-250, ISBN 1560229411, Haworth Press.

Wolf, B., 1971. The Determination of Boron in Soil Experiment on The Application of Slow-Release Boron Extracts, Plant Materials, Composts, Manures, Water Fertilizer: Part II: Behaviour of Boron in The Soil. In: and Nutrient Solutions. Soil Sci. Plant Anal., 2: 363.

Yağmur, B., Ceylan, Ş., Oktay, M., 2002. Çinko Gübrelemesinin Çekirdeksiz Üzümde (*Vitis vinifera* L. *cv*. sultani çekirdeksiz) Verime Etkisi. E.Ü. Ziraat Fak. Derg. 39(2): 111-117, Bornova, İzmir.

Yağmur, B., Aydın Ş., 2013. Topraktan ve Yapraktan Çinko Uygulamalarının Marul (*Lactuca sative* L.) Bitkisinin Gelişmesi ve Bazı Mineral Madde Kapsamı Üzerine Etkisi. Anadolu, J. of AARI. 23(2): 36-43.

Yeşiloğlu, T., Cücü Açıkalın E., 2002. Klemantin Mandarininde Bilezik Alma ve GA_3 Uygulamaları ile İlave Besleme Uygulamalarının Meyve Verimi, Meyve Tutumu ve Meyve İriliği Üzerine Etkileri. Turk. J. Agric. For., 26: 71-78.

Yılmaz, A., Ekiz, H., Torun, B., Gültekin, İ., Karanlık, S., Bağcı, S.A., Çakmak, İ., 1997. Effect of Zinc Application Methods on Grain Yield and Zinc Concentration in Wheat Cultivars Grown on Zinc-Deficient Calcareous Soils. J. of Plant Nutrition 20(4&5): 461-471.

Yurtsever, N., 1984. Deneysel İstatistik Metotlar. (Mülga) Köy Hizmetleri Genel Md.lüğü Toprak ve Gübre Araşt. Enst. Md.lüğü Yay. No: 121, Teknik Yay. No: 56, Ankara.

Zengin, M, Gökmen, F., Gezgin, S., 2008. Topraktan ve Yapraktan Çinkolu Gübre Uygulamalarının Elma Yapraklarında Makro ve Mikro Besin Elementleri ile Krolofil İçeriklerine Etkileri. 4. Ulusal Bitki Besleme ve Gübreleme Kongresi, 8-10 Ekim, Konya, Sf: 1108-1117.

Zengin, G. ve Kelen M., 2016. Lale Yetiştiriciliğinde Büyüme, Gelişme, Kalite ve Erkencilik Üzerine Gibberellik Asit (GA_3) Uygulamalarının Etkileri. S.D.Ü. Fen Bil. Enst. Derg., 20(2): 206-214, Isparta.

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı : Yağmur KAYA
Uyruğu : T.C.
Doğum Yeri ve Tarihi : Çorum / 02.05.1991
Telefon : 05066863165
Faks :
e-mail : yagmurkaya020591@gmail.com

EĞİTİM

Derece		Adı, İlçe, İl	Bitirme Yılı
Lise	:	Yatağan Anadolu Lisesi, Yatağan/MUĞLA	2009
Üniversite	:	Selçuk Üniversitesi. Selçuklu, KONYA	2014
Yüksek Lisans	:	Selçuk Üniversitesi. Selçuklu, KONYA	2018
Doktora	:	-	-

İŞ DENEYİMLERİ

Yıl	Kurum	Görevi

UZMANLIK ALANI

YABANCI DİLLER: İngilizce

YAYINLAR