

**T.C.
ORDU ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**YEREL MISIR (*Zea mays* L.) GENOTİPLERİNİN ÇİNKO KULLANIM
ETKİNLİĞİNİN BELİRLENMESİ**

ÖZLEM ETE

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ORDU 2015

TEZ ONAY

Ordu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü öğrencisi Özlem ETE tarafından hazırlanan ve Doç. Dr. Faruk ÖZKUTLU danışmanlığında yürütülen “Yerel Mısır (*Zea Mays* L.) Genotiplerinin Çinko Kullanım Etkinliğinin Belirlenmesi” adlı bu tez, jürimiz tarafından 15 / 06 / 2015 tarihinde oy birliği ile Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalında Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Danışman : Doç. Dr. Faruk ÖZKUTLU

Başkan : Doç. Dr. Faruk ÖZKUTLU
Toprak Bilimi ve Bitki Besleme,
Ordu Üniversitesi

İmza : 

Üye : Doç. Dr. Ali Rıza ÖZTÜRKMEN
Toprak Bilimi ve Bitki Besleme,
Harran Üniversitesi

İmza : 

Üye : Doç. Dr. Kürşat KORKMAZ
Toprak Bilimi ve Bitki Besleme,
Ordu Üniversitesi

İmza : 

ONAY:

Bu tezin kabulü, Enstitü Yönetim Kurulu'nun 19./06./2015 tarih
ve 2015/265 sayılı kararı ile onaylanmıştır.

19/06/2015

Enstitü Müdürü
Prof. Dr. Mehmet Fikret BALTA

TEZ BİLDİRİMİ

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

İmza

Özlem ETE

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

ÖZET

YEREL MISIR (*Zea mays* L.) GENOTİPLERİNİN ÇİNKO KULLANIM ETKİNLİĞİNİN BELİRLENMESİ

Özlem ETE

Ordu Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı, 2015
Yüksek Lisans Tezi, 52 s.

Danışman: Doç. Dr. Faruk ÖZKUTLU

Bu çalışmanın amacı yerel mısır genotiplerinin çinko (Zn) kullanım etkinliğini belirlemektir. Bu çalışma, sera koşullarında 21 farklı yerel mısır genotipine dört farklı Zn dozu (0, 0.5, 2.0 ve 8.0 mg Zn kg⁻¹) uygulanarak, tesadüf parselleri deneme desenine göre üç tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Çalışmada, mısır bitkisinde, gövde kuru madde miktarları, Zn konsantrasyonları, toplam kaldırılan çinko ve bitkilerin % Zn kullanım etkinlikleri incelenmiştir.

Araştırmada incelenen parametreler içerisinde, gövde çinko konsantrasyonları üzerine genotip, Zn dozları ve genotip x doz etkisi önemli bulunmuştur. Ayrıca, artan dozda Zn uygulamasıyla 21 yerel mısır genotiplerinin gövde kuru madde, çinko konsantrasyonu ve içeriklerinin de arttığı saptanmıştır. Düşük ve yüksek Zn'lu koşullarda yetiştirilen 21 yerel mısır genotiplerinin % Zn etkinlik oranı içerisinde geniş varyasyon olduğu saptanmıştır. Kuru madde ve etkinlik indeksi esas alınarak; 3, 10, 13 ve 20 numaralı genotipler etkin diğerleri ise etkin olmayan olarak sınıflandırılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Mısır, Besin elementi etkinliği, Zn'lu gübreleme, Zn alınımı

ABSTRACT

DETERMINATION OF ZINC USE EFFICIENCY FOR LOCAL CORN (*Zea mays* L.) GENOTYPES

Özlem ETE

University of Ordu
Institute of Science
Department of Soil Science and Plant Nutrition, 2015
MSc Thesis, 52 p.

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Faruk ÖZKUTLU

The purpose of this study was to determine zinc (Zn) use efficiency in local corn genotypes. For this purpose, four levels of zinc (0, 0.5, 2.0 and 8.0 mg Zn kg⁻¹) were applied to 21 local corn genotypes grown in greenhouse conditions using a completely randomized design with three replications. Shoot dry matter, Zn concentration, total Zn uptake and zinc use efficiency of local corn genotypes were evaluated in the study.

The effects of genotype, Zn concentration and their interaction were found to be significant in root zinc concentration, among all parameters studied. Increasing Zn application resulted in an increase in shoot dry matter and Zn concentration in all 21 local corn genotypes.

Based on dry matter production and efficiency index, the genotypes 3, 10, 13 and 20 were classified as efficient and nonresponsive whereas the others were classified as non-efficient and responsive. The results of the present study revealed that there were significant differences in zinc use efficiency among local maize genotypes.

Key Words: *Zea Mays* L., Nutrient use efficiency, Zn fertilization, Zn uptake

TEŞEKKÜR

Ordu Üniversitesinde göreve başladığım ilk günden itibaren engin bilgileriyle bana ışık tutan, her zaman yanımda olup beni destekleyen, beni her konuda yetiştiren, ilerde örnek alacağım ender insanlardan biri olan danışman hocam Doç. Dr. Faruk ÖZKUTLU' ya, çalışmam boyunca deneyimlerinden çok faydalandığım bölüm hocalarımdan Doç. Dr. Kürşat KORKMAZ'a, her defasında bana sabır gösterip yardımlarını esirgemeyen Öğr. Gör. Bilal ÖZDEMİR'e, yardımlarını benden esirgemeyen Bahçe Bitkileri bölüm hocalarımdan Yard. Doç. Dr. Ercan EKBİÇ'e teşekkür ederim.

Bu çalışmanın her aşamasında benimle beraber olan, en büyük destekçilerimden biri olan ev arkadaşım Ziraat Yüksek Mühendisi Esra KUTLU'ya, çalışmam boyunca büyük yardımlarını gördüğüm yüksek lisans öğrencileri Fatmagül AKDİN, Abdullah Saim YILDIRIMER ve Ernur UZUNLAR CEBECİ'ye ayrıca Ordu Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü 2015 son sınıf öğrencilerine teşekkür ederim. Ayrıca, analizlerin yürütülmesinde yardımcı olan Dr. Atilla YAZICI ve Zir. Müh. Yusuf TUTUŞ'a teşekkür ederim.

Bütün tabuları yıkan, beni okutup bugünlere getiren babam İbrahim ETE ve annem Arife ETE'ye ve varlıklarıyla her zaman büyük güç bulduğum büyük ETE ailesine çok teşekkür ederim.

Ayrıca, Ordu Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi'ne (BAP) desteklerinden dolayı teşekkürlerimi sunarım.

Bu çalışmam üniversiteden mezun olduğum yıl bana yeniden abla olma duygusunu tattıran biricik meleğim Havin'ime armağanımdır...

İÇİNDEKİLER

TEZ BİLDİRİMİ	I
ÖZET	II
ABSTRACT	III
TEŞEKKÜR	IV
İÇİNDEKİLER	V
ŞEKİLLER LİSTESİ	VII
ÇİZELGELER LİSTESİ	IX
SİMGELER VE KISALTMALAR	X
1. GİRİŞ	1
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR	4
2.1. Toprakta Çinko.....	4
2.2. Bitkide Çinko.....	6
2.2.1. Bitkilerde Etkinlik Mekanizması.....	8
2.2.2. Çinko (Zn) Eksiliğinin Giderilme Yolları.....	9
3. MATERYAL VE METOD	15
3.1. Materyal.....	15
3.1.1. Deneme Yeri ve Yılı.....	15
3.1.2. Deneme Toprağının Özellikleri.....	15
3.1.3. Denemede Kullanılan Mısır Genotipleri.....	16
3.2. Metod.....	17
3.2.1. Saksı Denemesinin Kurulması.....	17
3.2.2. Saksı Denemesinin Yürütülmesi ve Hasatı.....	17
3.2.3. Bitkilerde Çinko (Zn) Etkinliğinin Hesaplanması.....	18
3.2.4. Toprak ve Bitkilerde Kullanılan Rutin Analiz Yöntemleri.....	19
3.2.4.1. Toprak Analizleri.....	19
3.2.4.2. Bitki Analizleri.....	20
3.2.5. Verilerin Değerlendirilmesi.....	20
4. BULGULAR VE TARTIŞMA	21
4.1. Yerel Mısır Genotiplerinde Kuru Madde Miktarı.....	21
4.1.1. Gövde Kuru Madde Miktarı.....	21

4.1.2. Düşük ve Yüksek Çinko (Zn)'lu Koşularda Gövde Kuru Madde Miktarı ve Etkinliği.....	25
4.2. Yerel Mısır Genotiplerinin Çinko (Zn) Konsantrasyonu ve İçeriği.....	31
4.2.1 Düşük ve Yüksek Çinko (Zn)'li Koşularda Gövde Zn Konsantrasyonu ve İçeriği	36
5. SONUÇ ve ÖNERİLER.....	43
6. KAYNAKLAR	45
ÖZGEÇMİŞ.....	52

ŞEKİLLER LİSTESİ

<u>Şekil No</u>	<u>Sayfa</u>
Şekil 3. 1. Yerel mısır genotiplerinin alındıkları lokasyonlar	17
Şekil 4. 1. Farklı Zn uygulamaları ($Zn_0= 0 \text{ mg Zn kg}^{-1}$, $Zn_{0,5}= 0.5 \text{ mg Zn kg}^{-1}$, $Zn_2= 2 \text{ mg Zn kg}^{-1}$, $Zn_8= 8 \text{ mg Zn kg}^{-1}$ toprak) altında 61 gün boyunca sera koşullarında yetiştirilen 21 farklı mısır genotipinin gövde kuru madde verimi (g bitki^{-1})	24
Şekil 4. 2. Farklı Zn uygulamaları ($Zn_0= 0 \text{ mg Zn kg}^{-1}$, $Zn_{0,5}= 0.5 \text{ mg Zn kg}^{-1}$, $Zn_2= 2 \text{ mg Zn kg}^{-1}$, $Zn_8= 8 \text{ mg Zn kg}^{-1}$ toprak) altında 61 gün boyunca sera koşullarında yetiştirilen 13 nolu genotipin görünümü	25
Şekil 4. 3. Sera Koşullarında düşük ($Zn_0= 0 \text{ mg Zn kg}^{-1}$ toprak) ve yüksek ($Zn_8= 8 \text{ mg Zn kg}^{-1}$ toprak) Zn uygulamaları altında 61 gün süreyle yetiştirilen 21 farklı mısır genotipinin çinko etkinliği.....	28
Şekil 4. 4. Sera Koşullarında düşük ($Zn_0= 0 \text{ mg Zn kg}^{-1}$ toprak) ve yüksek ($Zn_8= 8 \text{ mg Zn kg}^{-1}$ toprak) Zn uygulamaları altında 61 gün süreyle yetiştirilen 13 nolu genotipin etkinlik görünümü.	28
Şekil 4. 5. Sera Koşullarında düşük ($Zn_0= 0 \text{ mg Zn kg}^{-1}$ toprak) ve yüksek ($Zn_8= 8 \text{ mg Zn kg}^{-1}$ toprak) Zn uygulamaları altında 61 gün süreyle yetiştirilen 21 farklı mısır genotipinin gövde kuru madde verimi (g bitki^{-1}).....	30
Şekil 4. 6. Sera Koşullarında düşük ($Zn_0= 0 \text{ mg Zn kg}^{-1}$ toprak) ve yüksek ($Zn_8= 8 \text{ mg Zn kg}^{-1}$ toprak) Zn uygulamaları altında 61 gün süreyle yetiştirilen 21 farklı mısır genotipinin gövde kuru madde verimi ile çinko etkinliği arasındaki ilişki ..	30
Şekil 4. 7. Farklı Zn uygulamaları ($Zn_0= 0 \text{ mg Zn kg}^{-1}$, $Zn_{0,5}= 0.5 \text{ mg Zn kg}^{-1}$, $Zn_2= 2 \text{ mg Zn kg}^{-1}$, $Zn_8= 8 \text{ mg Zn kg}^{-1}$ toprak), altında 61 gün boyunca sera koşullarında yetiştirilen 21 farklı mısır genotipinin gövde Zn konsantrasyonu.....	33
Şekil 4. 8. Farklı Zn uygulamaları ($Zn_0= 0 \text{ mg Zn kg}^{-1}$, $Zn_{0,5}= 0.5 \text{ mg Zn kg}^{-1}$, $Zn_2= 2 \text{ mg Zn kg}^{-1}$, $Zn_8= 8 \text{ mg Zn kg}^{-1}$ toprak), altında 61 gün boyunca sera koşullarında yetiştirilen 14 nolu genotipin görünümü	33
Şekil 4. 9. Farklı Zn uygulamaları ($Zn_0= 0 \text{ mg Zn kg}^{-1}$, $Zn_{0,5}= 0.5 \text{ mg Zn kg}^{-1}$, $Zn_2= 2 \text{ mg Zn kg}^{-1}$, $Zn_8= 8 \text{ mg Zn kg}^{-1}$ toprak), altında 61 gün boyunca sera koşullarında yetiştirilen 21 farklı mısır genotipinin gövde Zn içeriği.....	36
Şekil 4. 10. Sera Koşullarında düşük ($Zn_0= 0 \text{ mg Zn kg}^{-1}$ toprak) ve yeterli ($Zn_8= 8 \text{ mg Zn kg}^{-1}$ toprak) Zn uygulamaları ile 61 gün süreyle yetiştirilen 21 farklı mısır genotipinin gövde kuru madde çinko konsantrasyonu.	39
Şekil 4. 11. Sera Koşullarında düşük ($Zn_0= 0 \text{ mg Zn kg}^{-1}$ toprak) ve yüksek ($Zn_8= 8 \text{ mg Zn kg}^{-1}$ toprak) Zn uygulamaları altında 61 gün süreyle yetiştirilen 21 farklı mısır genotipinin gövde çinko konsantrasyonu ile çinko etkinliği arasındaki ilişki	39
Şekil 4. 12. Sera Koşullarında düşük ($Zn_0= 0 \text{ mg Zn kg}^{-1}$ toprak) ve yüksek ($Zn_8= 8 \text{ mg Zn kg}^{-1}$ toprak) Zn uygulamaları altında 61 gün süreyle yetiştirilen 14 nolu genotipin etkinlik görünümü.	40

- Şekil 4. 13.** Sera Koşullarında düşük ($Zn_0= 0 \text{ mg Zn kg}^{-1}$ toprak) ve yeterli ($Zn_8= 8 \text{ mg Zn kg}^{-1}$ toprak) Zn uygulamaları ile 61 gün süreyle yetiştirilen 21 farklı mısır genotipinin gövde kuru madde çinko içeriği 42
- Şekil 4. 14.** Sera Koşullarında düşük ($Zn_0= 0 \text{ mg Zn kg}^{-1}$ toprak) ve yüksek ($Zn_8= 8 \text{ mg Zn kg}^{-1}$ toprak) Zn uygulamaları ile 61 gün süreyle yetiştirilen 21 farklı mısır genotipinin gövde çinko içeriği ile çinko etkinliği arasındaki ilişki 42

ÇİZELGELER LİSTESİ

<u>Çizelge No</u>	<u>Sayfa</u>
Çizelge 3. 1. Deneme toprağının bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri.....	15
Çizelge 3. 2. Mısır genotiplerinin alındığı lokasyonlar	16
Çizelge 4. 1. Farklı Zn uygulamaları ($Zn_0= 0$ mg Zn kg^{-1} , $Zn_{0.5}= 0.5$ mg Zn kg^{-1} , $Zn_2= 2$ mg Zn kg^{-1} , $Zn_8= 8$ mg Zn kg^{-1} toprak), altında 61 gün boyunca sera koşullarında yetiştirilen 21 farklı mısır genotipinin gövde kuru madde verimi (g bitki).	23
Çizelge 4. 2. Sera Koşullarında düşük ($Zn_0= 0$ mg Zn kg^{-1} toprak) ve yüksek ($Zn_8= 8$ mg Zn kg^{-1} toprak) Zn uygulamaları altında 61 gün süreyle yetiştirilen 21 farklı mısır genotipinin gövde kuru madde verimi ve çinko etkinliği.....	27
Çizelge 4. 3. Sera Koşullarında düşük ($Zn_0= 0$ mg Zn kg^{-1} toprak) ve yüksek ($Zn_8= 8$ mg Zn kg^{-1} toprak) Zn uygulamaları altında 61 gün süreyle yetiştirilen 21 farklı mısır genotipinin gövde kuru madde verimi (g bitki $^{-1}$).....	29
Çizelge 4. 4. Farklı Zn uygulamaları ($Zn_0= 0$ mg Zn kg^{-1} , $Zn_{0.5}= 0.5$ mg Zn kg^{-1} , $Zn_2= 2$ mg Zn kg^{-1} , $Zn_8= 8$ mg Zn kg^{-1} toprak), altında 61 gün boyunca sera koşullarında yetiştirilen 21 farklı mısır genotipinin gövde Zn konsantrasyonu.....	32
Çizelge 4. 5. Farklı Zn uygulamaları ($Zn_0= 0$ mg Zn kg^{-1} , $Zn_{0.5}= 0.5$ mg Zn kg^{-1} , $Zn_2= 2$ mg Zn kg^{-1} , $Zn_8= 8$ mg Zn kg^{-1} toprak), altında 61 gün boyunca sera koşullarında yetiştirilen 21 farklı mısır genotipinin gövde Zn içeriği	35
Çizelge 4. 6. Sera Koşullarında düşük ($Zn_0= 0$ mg Zn kg^{-1} toprak) ve yeterli ($Zn_8= 8$ mg Zn kg^{-1} toprak) Zn uygulamaları ile 61 gün süreyle yetiştirilen 21 farklı mısır genotipinin gövde kuru madde Zn konsantrasyonu.....	38
Çizelge 4. 7. Sera Koşullarında düşük ($Zn_0= 0$ mg Zn kg^{-1} toprak) ve yeterli ($Zn_8= 8$ mg Zn kg^{-1} toprak) Zn uygulamaları ile 61 gün süreyle yetiştirilen 21 farklı mısır genotipinin gövde kuru madde Zn içeriği.	41

SİMGELER VE KISALTMALAR

°C	: Santigrat Derece
%	: Yüzde
ppm	: Part Per Million (Milyonda Bir Kısım)
M	: Molar
mM	: Milimolar
Da	: Dekar
mm	: Milimetre
cm	: Santimetre
kg	: Kilogram
g	: Gram
mg	: Miligram
µg	: Mikrogram
L	: Litre
ml	: Mililitre
dm³	: Desimetre küp
EC	: Elektriksel İletkenlik
pH	: Ortamda bulunan H ⁺ konsantrasyonunun negatif logaritması
PUE	: Fosfor kullanım etkinliği
DTP	: Diethylene Triamine Pentaacetic Acid
A	
CaC	: Kalsiyum Karbonat
O₃	
HCl	: Hidroklorik Asit
CO₂	: Karbondioksit
P	: Fosfor
Pb	: Kurşun
N	: Azot
K₂SO₄	: Potasyum sülfat
K	: Potasyum
Ca	: Kalsiyum
Mg	: Magnezyum
S	: Kükürt
Fe	: Demir
Zn	: Çinko
Cu	: Bakır
Mn	: Mangan
B	: Bor
Al	: Alüminyum
Cr	: Krom
Cd	: Kadmiyum
Ni	: Nikel
H	: Hidrojen
ADP	: Adenosin-difosfat
ATP	: Adenosin-trifosfat

1. GİRİŞ

Mısır (*Zea mays* L.), dünyada en fazla üretimi yapılan tahıl bitkisi olup buğday ve çeltikten sonra en fazla tarımı yapılan ve üçüncü sırada yer alan tahıl bitkisidir. Türkiye’ de de buğday ve arpadan sonra en fazla tarımı yapılan ve 3. sırada yer alan bitkidir. Dünyada ve ülkemizde yoğun olarak tarımı yapılan mısırın stratejik önemi, nüfus artış hızına bağlı olarak daha da artmaktadır. Gelecekte nüfus artışına bağlı olarak açlık ve yetersiz beslenmenin giderek hız kazanma olasılığı yaygın görüşler arasındadır. 1960 yıllardan başlayıp günümüze kadar “Yeşil Devrim” olarak bilinen klasik ıslah yöntemleriyle birçok bitkisel üründe yüksek verim veren tür ve çeşitlerin geliştirilmesiyle olası açlık tehlikesini sınırlamış olsa da gelecekte beslenme sorunlarının yaşanabileceği bilim adamları tarafından tartışılmaktadır. Son yıllarda klasik ıslah yöntemlerinden ziyade modern tarım teknikleri biyoteknolojik yöntemlerle yüksek verim veren çeşitler elde edilmiştir. Dünya ölçeğinde mısır üretimi giderek artmaktadır. 2006-2007 üretim sezonunda 714 milyon ton iken 2013 üretim sezonunda yaklaşık 1016 milyon tona ulaşmıştır (FAO, 2013; USDA, 2012). İçinde bulunduğumuz yüzyılın başında 2000 yıllarında mısır ekim alanları dünya ölçeğinde % 8,7 oranında bir artış gösterip 150 milyon ha’dan 160 milyon hektara ulaşmış olup ortalama verim % 6,1 oranında artmıştır (Taşdan ve ark., 2011). 2010 yılında Türkiye mısır üretimi 2000 yılına kıyasla % 87’lik bir artış göstermiştir. Mısır üretimindeki bu artışın en önemli nedeni; yoğun üretim yapan bölgelerde hibrit tohum kullanımının yaygınlaşması, üretim tekniklerindeki gelişmeler ve bunlara bağlı olarak artan mısır verimidir. Ülkemizdeki mısır verimi hektar başına 7.26 ton ile dünya ortalamasının üzerinde fakat ABD ortalamasının altında yer almaktadır. Bugünkü üretim ve verim değerleri mısırın gelecekte daha da önemini artacağını ortaya koymaktadır. Son yıllarda Türkiye’de mısır üretiminin desteklenmesi ile mısır ekim alanı ve üretiminde önemli artışlar sağlanmıştır. Durumun böyle olmasında, iç Anadolu ve Güneydoğu Anadolu bölgelerimizde mısır ekim alanlarının artmasının yanında, kıyı bölgelerimizde ikinci ürün olarak mısır üretiminin artmasının payı büyüktür. Ülkemizde mısır üretiminin % 70’i birinci ürün % 30’u ise ikinci ürün olarak gerçekleştirilmektedir. Mısır üretimini teşvik eden uygulamalar arasında, yüksek verimli çeşitlerin geliştirilmesi, su ve gübrenin etkin kullanımı ve mekanizasyonu gibi faktörleri sıralamak mümkündür. Bugün yaklaşık 60 ilimizde mısır tarımı

yapılmaktadır. Mısır tarımı yoğun olarak Akdeniz Bölgesi, Karadeniz Bölgesi, Marmara, Ege ve Güneydoğu Anadolu Bölgelerinde yapılmaktadır. Karadeniz Bölgesinde mısır tarımı uzun yıllardan beri üretimdeki payı % 50-55 iken günümüzde bu oran % 25 seviyelerine kadar gerilemiştir (TUİK, 2012).

Doğu Karadeniz Bölgesinde mısır yağışların yeterli olmasından dolayı sulama yapılmadan yetiştirilebilmektedir. Mısır yetiştiriciliğinde su potansiyelinin mevcudiyetinin gerektiği şekilde değerlendirilmediği görülmektedir. Doğu Karadeniz bölgesinde hibrit mısır ekilişinin çok yaygın olmadığı görülmektedir. Hibrit mısır ekilişinin az olmasının nedeni ise bölge halkının genellikle ticari anlamda üretimden ziyade kendi ihtiyaçlarını karşılamak amacı ile mısır üretimi yapmalarından kaynaklanmaktadır. Uzun yıllardan beri alışmış oldukları yerel popülasyonları tohumluk olarak kullanarak mısır tarımı yapılmaktadır. Üretimde kullanılan yerel tohumların verimleri oldukça düşüktür. Doğu Karadeniz’de birim alandan elde edilen verimin düşük olmasında etkili faktörlerden diğerleri de mısır ekilen alanları oldukça yüksek eğime sahip olması, makineli tarıma müsait olmaması, etkin gübre kullanım alışkanlığının yetersiz olması gibi faktörler sayılabilir. Doğu Karadeniz bölgesinde üreticilerin büyük bir çoğunluğu sentetik girdi diye adlandırılan suni gübre ve ilaçlama yapmadan, çoğunlukla sadece hayvan gübresi uygulamasıyla ve sulama yapmadan doğal yağışlarla yetiştiricilik yapmaktadırlar. 2012 TUİK verilerine göre Samsun ilinde mısırın dekar başına verimi 469 kg iken Doğu Karadeniz (Trabzon, Ordu, Giresun, Rize, Artvin, Gümüşhane) illerini kapsayan bölgede ise dekar başına 179 kg ile hem bölgede hem de diğer bölgelere göre oldukça düşük olduğu görülmektedir.

Mısırdaki verim artışının sağlanmasında besin elementi eksikliği, hastalık, zararlılar ve kuraklık gibi stres faktörlerine adaptasyonu iyi olan çeşitlerin seçimi ve çeşitli stres faktörlerine karşı geliştirdikleri yeteneklerin ıslah ve biyoteknolojik yöntemlerle iyileştirilmesi mümkün olabilmektedir. Özellikle adaptasyonda çevre faktörlerinin önemli olması yetiştiriciliğin baskılanmasını neden olan faktörlerin iyileştirilmesiyle azaltılmaktadır. Çinko eksikliği de bitkilerin sıkça karşılaştığı önemli bir stres faktörüdür. Tarım topraklarındaki mikro element eksikliklerinin bitkisel üretimdeki verim ve kalite üzerine olumsuz etkileri yapılan çok sayıda araştırmalarda ortaya konmuştur. Topraklarda çinko (Zn) eksikliği hem ülkemiz hem de dünya tarım toprakları açısından oldukça önemli bir sorundur. Dünyada tarım yapılan alanların %

30'unda (Sillanpaa., 1982), Türkiye'de ise tarım topraklarının % 50'sine yakın bir bölümünde (Eyüpoğlu ve ark., 1995), Zn noksanlığı olduğu bildirilmiştir. Besin noksanlıklarının olduğu alanlarda uygun genotiplerin seçimi ve kullanılmasıyla gübreleme gibi önemli girdiden tasarruf sağlanacağı gibi gübrelemeyle toprak ve içme sularında meydana gelecek olumsuzlukların da azaltılmasına katkı sağlamış olacaktır. Topraklarda Zn noksanlığı genellikle kireçli topraklarda daha yaygın olmasına rağmen iyi ayrışmış asit topraklarda da Zn noksanlığı görülmektedir (Alloway., 2004). Düşük Zn'ya sahip ve bitkilerce alınabilirliği düşük olan kumlu ve fazla yıkanmış asit topraklarda Zn noksanlığı belirgin olup bitkisel üretimi sınırlamaktadır. Çinko genellikle bitkilerce düşük miktarlarda ihtiyaç duyulur fakat bu düşük miktarların karşılanmadığı durumlarda önemli verim kayıpları olmaktadır. Çakmak ve ark., (1995), bildirdiğine göre sağlıklı bir bitkinin 1 kg kuru maddesinde en az 20 mg Zn olmalıdır. Söz konusu miktarın çok düşük olduğu durumlarda bitkinin büyümesinde gerilemeler ve bunun sonucunda da verimde düşüşlerin olacağı bildirilmiştir.

Geçmişte topraklarda görülen besin noksanlıklarını gübreleme ile iyileştirilerek üretim yapıldı. Ancak, son yıllarda çevre bilincinin artması ve gübrelerin topraktaki diğer besin elementlerini etkilemesi gibi nedenlerden dolayı sorunlu toprak koşullarının olduğu alanlarda o sorunun çözümüne yönelik uygun bitki genotiplerinin seçiminin daha akılcı bir yaklaşım olacağı düşüncesi yaygın görüşler arasındadır. Çinko noksanlığının yaygın olduğu alanlarda Zn noksanlık koşullarında iyi yetişebilen uygun genotiplerin seçimiyle bitkisel verimin korunmasında sağlanacaktır. Bitki türleri arasında ve aynı türlerin genotipleri arasında Zn kullanım açısından farklılıklar olduğu açıklanmıştır (Marschner., 1995). Bu nedenle, yerel populasyonların dikkate alınması zorunludur. Yerel populasyonlar uzun yıllar kullanıldıklarından besin elementi kullanımı ve diğer faktörlere (hastalık, zararlanma ve iklim) dayanıklılık açısından farklılıklar göstermektedir. Doğu Karadeniz mısır tarımında da uzun yıllardır mısır üretiminden elde edilen tohumlar kullanıldıklarından bölgeye adapte olan genotiplerdir. Bu genotiplerin toplanıp bunlardan yüksek verim verenlerin belirlenmesi ve ıslah programlarına dahil edilmesi önemlidir. Bu tez çalışmasının hedefleri arasında, Zn uygulamaları açısından incelenmemiş 21 mısır genotipinin Zn uygulamalarına karşı vermiş oldukları tepkiler ile Zn kullanım etkinlikleri belirlenmiştir.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

2.1. Toprakta Çinko

Toprakların çinko (Zn) konsantrasyonları oluştukları ana materyale bağlı olarak değişmektedir. Bir toprağın Zn içeriği, oluştuğu ana kayanın jeokimyasal değişimi ve bileşimi tarafından belirlenir. Ancak, bazı durumlarda Zn'ca zengin tarımsal uygulamalar ve çevresel kirlenmeler sonucu ana materyalin dağılımı etkilenebilir. Bu nedenlerle toprakların total Zn konsantrasyonları değişiklik gösterebilir. Yeryüzü kabuğundaki kayaların ortalama Zn konsantrasyonu 78 mg Zn kg^{-1} düzeyindedir (Barber, 1995; Alloway, 2008). Toprakların total Zn konsantrasyonu başlıca 5 fraksiyon tarafından oluşmaktadır (Alloway, 2008). Bunlar; I- Suda çözünebilir: toprak çözeltisi, II- Değişebilir formlar: elektriksel yükler tarafından toprak parçacıklarına iyonların Bağlanması, III- Organik bağlı formlar: İyonların adsorbe edilmesi, şelatlanması ve organiklerle kompleks oluşturması, IV- Çözünmeyen metal oksitlerin ve kil mineralleri üzerinde çinkonun değişmeyen formları, V- Primer minerallerin aşınması olarak sıralanabilir. Toprakların toplam Zn konsantrasyonunun 10-300 arasında değiştiğini ve ortalama olarak 55 mg Zn kg^{-1} düzeyinde olduğu bildirilmiştir. Topraklarda toplam Zn konsantrasyonu ortalama olarak 50 mg Zn kg^{-1} olduğunu belirtmiştir (Kiekens, 1995). Organik toprakların Zn konsantrasyonu 66 mg Zn kg^{-1} düzeyinde bulunmaktadır.

Çinko noksanlığı, dünya genelinde topraklarda sık görülen mikroelement problemidir. Çinko noksanlığı özellikle yarı kurak bölgelerde tahıl (buğday ve çeltik) ekilen alanlarda daha fazla ortaya çıkmaktadır (Graham ve Welch, 1996). Çinko noksanlığının en yaygın olduğu ülkeler arasında Güney Doğu ve Doğu Asya ülkeleri, Akdeniz Ülkeleri ve Avustralya yer almaktadır (White ve Zasoski, 1999). Literatürde yer alan çalışmalara göre, çinko noksanlığının en yaygın olduğu Hindistan da 30 milyon, Çin'de 20 milyon, Türkiye'de 14 milyon, Avustralya'da 10 milyon ve Bangladeş'te 8 milyon hektarlık alanda çinko eksikliğinin olduğu bildirilmiştir (White ve Zasoski, 1999; Alloway, 2004; Çakmak, 2008). Yapılan diğer çalışmalarda da dünyada tahıl yetiştirilen toprakların yarısında Zn eksikliği probleminin olduğu belirtilmiştir (Welch ve Graham, 1999). Sillanpaa, (1982), Türkiye' de yaygın mikroelement noksanlığının olduğunu ve ekilebilir tarım topraklarının % 87'sinin

sulanmadığı, % 13'lük bir alanda sulama yapıldığını bildirmiş ve tüm alanları temsil edecek şekilde toprak örnekleme yapmıştır. Tüm örneklerin ortalama DTPA-Zn konsantrasyonlarının $0.62 \text{ mg Zn kg}^{-1}$ olduğunu ve tüm örneklerin yaklaşık % 50'sinin (14 milyon ha) kritik düzeyin (DTPA- Zn $< 0.5 \text{ mg kg}^{-1}$ toprak) altında Zn içerdiğini açıklamıştır. Özellikle şiddetli Zn noksanlığının olduğu alanların Orta ve Doğu Anadolu Bölgesinde yoğunlaştığı bildirilmiştir. Fakat toprak örneklerinin % 20'lik bir oranında Karadeniz, Marmara ve Ege Bölgesinde noksanlıkların olduğu açıklanmıştır. Türkiye'de Orta Anadolu Bölgesi'nde 72 toprak örneği ve 134 buğday yaprak örneği toplayarak Zn içeriklerini saptamıştır. Bu çalışmaya göre, Orta Anadolu Bölgesi toprakların % 80'nin kritik düzeyin (DTPA- Zn $< 0.5 \text{ mg kg}^{-1}$ toprak) altında olduğu bildirilmiştir (Çakmak ve ark., 1996). Benzer bir çalışma da Eyüpoğlu ve ark., (1994) tarafından, Türkiye'nin değişik bölgelerini temsil etmesi amacıyla 1511 toprak örneği toplanarak yapılmıştır. DTPA-Zn analizleri sonucunda, tüm toprakların % 49.8'nin Zn noksanlığı gösterdiğini açıklanmıştır. Çinko noksanlığı, genellikle kireçli topraklar ile toprak pH'sının yüksek olduğu, organik maddenin düşük olduğu ve toprak neminin az olduğu alanlarda yaygınlık gösterdiği açıklanmıştır (Marschner, 1993). Çinkonun bitkilerce alınabilirliğini en çok etkileyen toprak özelliğinin toprak pH'sı olduğu yapılan çalışmalarla ortaya konulmuştur. Örneğin Barrow, (1993), tarafından yapılan bir çalışmada toprak pH'sının bir birim artmasıyla Zn yararlılığının 100-150 kat oranında azaldığını ortaya koymuştur. Bu durumu, toprak pH'sının artmasıyla Zn'nun topraktaki kil minerallerine adsorbe edilmesinin artmasıyla ilişkili olduğunu açıklamıştır. Topraklarda çinko noksanlığı, kurak ve yarı kurak (kireççe zengin, yüksek toprak pH' sını ve düşük organik madde) bölgelerde daha yaygın iken humid bölgelerde ise daha az yaygındır. Asit bölge topraklarında Zn noksanlığından ziyade Zn fazlalığı olmaktadır. Ancak, fazlaca ayrılmış asit bölge topraklarında da Zn noksanlığı görülmektedir. Örneğin Özkutlu ve ark., (2015), tarafından Doğu Karadeniz (Ordu-Samsun) Bölgesi' nde Fındık bahçelerinden 412 farklı lokasyondan toprak örneği toplanmıştır. Yapılan analiz sonuçlarına göre tüm örneklerin % 33'de toprakların Zn konsantrasyonunun $< 0.2 \text{ mg Zn kg}^{-1}$ düşük olduğunu ve Zn'ca "çok az" olarak sınıflandırıldığını ve tüm örneklerin % 47'sinin de $0.2-0.7 \text{ mg Zn kg}^{-1}$ arasında "az" olarak sınıflandırıldığını bildirmiştir. Söz konusu araştırmada toprakta yararlı Zn ile toprak pH'sı arasında ve toprak kireci arasında ilişki olduğunu saptanmıştır.

Kumlu topraklar ile kuvvetli asit topraklarda Zn'nun yıkanmasıyla topraklardaki total ve yarıyıllı Zn konsantrasyonu düşük olabilir (Alloway, 2004). Çinko eksikliği, alkali ve kireçli topraklarda nötr ve hafif asit topraklara göre daha fazla görülür. Marschner, (1993), tarafından toprakların her bir birim pH artışına karşılık Zn'nun yarıyıllılığının 30-40 kat azaldığı bildirilmiştir. Ayrıca, asit toprakların pH'sını arttırmak için yoğun kireçleme yapılan alanlarda da Zn noksanlığı görülebilir. Topraklardaki yarıyıllı Zn konsantrasyonu toprak organik maddesi arttıkça artmaktadır (Sillanpaa, 1982). Ancak, katı fazda organik madde ile organik kompleksler oluştuğunda toprakta yarıyıllı Zn düşük olabilir. Toprağa organik materyal ilavesiyle toprakta Zn içeriğinin arttığını bildirilmiştir (Cooper, 2000). Organik maddenin diğer bir etkisi de topraktaki Zn'nun çözünürlüğünün ve difüzyonunun artmasına neden olmasıdır (Marschner, 1993). Toprakdaki yarıyıllı Zn üzerine diğer elementlerinde etkisi olmaktadır. Örneğin, toprak çözeltisinde yüksek miktarda bakır (Cu) olduğunda da Zn'nun yarıyıllılığı azalmaktadır. Topraklarda fazla miktarda fosforlu gübre kullanımı sonucunda da Zn yarıyıllılığı azalmaktadır.

2.2. Bitkide Çinko

Çinko (Zn) bitki gelişmesi için mutlak gerekli olan mikro elementtir. Bitkiler Zn'yi toprak çözeltisi içerisinde çözülmüş durumda ve toprağın katı yüzeylerinde adsorbe edilmiş halde olan Zn^{+2} formundan yararlanırlar (Alloway, 2008). Çinko, bitki büyümesi ve gelişmesinde çok yönlü fonksiyona sahip bir elementtir. Çinko, bitkide protein sentezine doğrudan katılmakta ve 300'den fazla enzimin aktivitesinde doğrudan ve dolaylı olarak katılmaktadır (Marschner, 1995). Barak, (1993), tarafından 70 den fazla metallo enzim içerikli Zn'nun belirlendiğini ve bunların oksiredüktaz, transferaz, hidralaz, liyaz ve izomeraz grubunda 6 sınıfta toplandığını açıklamıştır. Çinkonun diğer önemli bir fonksiyonu da Çakmak, (2000), tarafından Zn'nun eksikliği durumunda protein sentezinin etkilenerek azalmanın olacağı bildirilmiştir. Çinko eksikliğinde biyolojik membranların hem yapısal hem de işlevsel bütünlüğünde azalma olduğu açıklanmıştır (Welch ve ark., 1982; Çakmak, 2000). Genellikle Zn eksikliğinde bitkilerin protein miktarında önemli oranda azalma görülürken yapısal bileşiminde herhangi bir değişiklik olmamaktadır. Çinko eksiliğinde yetişen bir bitkinin yapraklarında amino asitlerin konsantrasyonunun kontrol bitkisine göre 6.5

kat daha düşük olduğu ve protein miktarındaki azalmanın Zn uygulamasından 48 veya 72 saat sonra arttığı açıklanmıştır (Alloway, 2008). Brown, (1993), Zn noksanlığı altında yetişen bitkinin protein sentezini etkileyen mekanizmanın RNA ile ilişkili olduğu ve bu durumun ribozomların azalması ile RNA oluşan bozulmalardan ileri geldiğini bildirmiştir. Çinko noksanlığında bitkilerde sentezlenen amino asitlerde düşüşler olacağı ve bitkiler tarafından alınan azotlu bileşiklerin bitki içersinde indirgenerek aminli bileşiklere, ardından amino asitlere ve son olarak da proteinlere dönüşüm sağlanır. Tüm bu süreçler Zn'nun etkin rol aldığı açıklanmıştır (Marschner, 1995). Azot protein sentezini ana unsuru olduğundan Zn eksikliğinde protein sentezi olumsuz olarak etkilenmektedir. Bitkilerin azot ve Zn ile beslenmesi arasında ilişki bulunmaktadır. Azotun amonyum formunun bitki rizorfer bölgesini asitleştirdiği ve NO_3^- formunun ise bazik etki yaptığı bilinmektedir. Söz konusu azot formlarının bitkiye Zn taşınımı etkilediği açıklanmıştır (Marschner, 1995). Soya fasülyesine NH_4^+ ve NO_3^- uygulamaları sonucunda rizosfer bölgesinin asitlik ve bazlık durumunda değişiklik olduğunu ve NH_4^+ uygulamasıyla pH'nın 6.8'den 5.4'e düşünce 34 mg kg^{-1} 'den 49 mg kg^{-1} 'a arttığını bildirmiştir (Marschner, 1991).

Bitkilerin Zn noksanlığına karşı verdikleri tepkiler farklı olmaktadır. Örneğin Ekiz ve ark., (1998), tarafından yapılan bir çalışmada Zn noksanlığına karşı hem tahıl türleri arasında hem de aynı türün çeşitleri arasında önemli farklılıkların olduğunu saptamıştır. Torun, (1997), yaptığı benzer çalışmada da tahıl türleri arasında Zn eksikliğine karşı dayanıklılıkta çavdar > tritikale > arpa > ekmeklik buğday > yulaf > makarnalık buğday şeklinde bir sıralamanın olduğunu tespit etmiştir. Ilıman bölgelerde yetişen C3 (buğday, çeltik ve soya fasülyesi) ve sıcak iklimlerde yetişen C4 (mısır ve şeker kamışı) bitkileri arasında Zn noksanlığına karşı duyarlılıkları arasında C4 bitkilerinin C3 bitkilerine göre Zn noksanlığına karşı daha duyarlı olduğu açıklanmıştır (Marschner, 1995; Alloway, 2008). Mısır bitkisinde Zn eksikliğinin simptonları olarak özellikle klorotik bantlar kırmızı, renksiz lekeler şeklinde damarların arasında görüldüğünü açıklamıştır (Marschner ve Çakmak, 1989). Şiddetli Zn noksanlığında boğumlar kısılır, yapraklar daha küçük olur ve yaprağın bazı alanlarında kırmızımsı yada sarımsı lekeler görülür.

2.2.1. Bitkilerde Etkinlik Mekanizması

Çinko noksanlığına karşı dayanıklı bir genotipin elde edilebilmesi için aynı genotipilerin içersinde yaygın bir varyasyonun olması gerekmektedir. Etkinlik, bitki tür ve çeşitlerinin kök bölgesinde rizosfer çözeltisinde mevcut besin elementlerini alarak kök ve toprak üstü aksamda kullanabilmesi ve üretiminde kullanma yeteneği olarak tanımlanmaktadır. Bitki genotipleri bitki besin elementlerini alım ve kullanım yönünden etkin ve etkin olmayan olarak ayrılmaktadır. Besin maddesi kullanım etkinliği; toprakta besin elementinin noksanlığı durumunda, aynı genotiplerin varyansları arasında herhangi bir genotipin diğerlerine göre daha iyi gelişme yeteneği olarak açıklanmıştır (Graham ve ark., 1992). Gerloff, (1977), bitki genotiplerinin etkin olmalarını veya resposnlarını 4 farklı şekilde açıklamıştır.

1. Etkin olmayan-respons (tepki) vermeyen; yetersiz beslenme durumunda düşük ürün veren ve besin maddesi sağlandığında da verim artışı sağlamayanlar.
2. Etkin olmayan-respons veren; yetersiz beslenme durumunda düşük ürün veren ve besin maddesi sağlandığında da ürün artışı sağlayanlar.
3. Etkin-respons veren; yetersiz beslenme durumlarında diğer genotiplere göre yüksek ürün veren ve besin maddesi ilavesiyle ürün artışı sağlayanlar.
4. Etkin-respons vermeyen; yetersiz beslenme koşullarında ürün artışı sağlayan ve besin maddesi ilave edilğinde de ürün artışı sağlamayanlar.

Gerloff, (1977), önerdiği sınıflamaya göre, “Etkin ve Duyarlı” sınıfında genotiplerin hem düşük besin ile yüksek verim oluşturabilen hem de artan oranda besin elementi uygulamalarına iyi tepki veren sınıflamanın uygun olduğu belirtilmiştir. Gübreleme yapılmasının güç olduğu alanlarda ise “Etkin ve Duyarsız” genotipler tercih edilmesi daha uygun olur. Bu tür genotipler düşük besin ile yüksek verim verebilen çeşitlerdir. Ancak, artan gübre uygulamalarına ise tepki vermeyen çeşitlerdir. 40-50 yıldır devam eden bitkisel üretimde verimi arttırmak için yoğun gübrelemenin yapıldığı ve “Yeşil Devrim” olarak nitelendiren dönemde elde edilen çeşit ve genotipleri “Etkin olmayan Duyarlı” olarak kabul etmek mümkündür. Yeşil devrimde tarım sektöründe oldukça önemli başarılar elde edilmiştir. Birçok bitkisel üründe yüksek verim verebilen çeşitler elde edilmiştir. Bu başarının yanı sıra dünya genelinde çevre bilincinin gelişmesiyle

artık daha fazla miktarda gübre uygulamaları yerine etkin genotip ve çeşitlerin elde edilmesine yönelik çalışmalara hız verilmiştir. Örneğin, Graham, (1992), tarafından geliştirilen bir sistemle özellikle hububat üretiminin yoğun olarak yapıldığı ve yaygın Zn noksanlığı görülen alanlarda etkinlik çalışmalarının önemini yaptığı araştırma ortaya koymuştur. Çinko etkinliğinin kumlu ve killi topraklarda farklı tepkiler verdiğini, çeşit ve genotipler arasında geniş bir varyasyonunun olduğunu açıklamıştır. Graham, (1992), göre Zn etkin genotipler Zn'ca eksikliği bulunan topraktan daha fazla Zn kaldıracak, daha fazla yeşil aksam üretebilen ve daha fazla tane üretebilen genotipler olarak tanımlamıştır. Ancak Zn eksikliğinde yüksek verim veren genotiplerin tanelerinde de yüksek Zn içermeyebileceğini de saptamıştır. Wang, Q., (2005) tarafından bildirildiğine göre, düşük ve yüksek konsantrasyonlarda bitkilerin etkinliğinin hesaplanmasında % etkinlik oranı 85' den büyük ise genotiplerin etkin (efficiency) olduğunu 85' den küçük ise etkin olmadığını (inefficiency) bildirmiştir. Etkin genotiplerin değerlendirilmesinde bir başka hesaplama yöntemi de Güneş ve ark (2006) tarafından herhangi bir genotipin etkin olabilmesi için; kuru madde verimlerinin düşük ve yüksek konsantrasyonlardaki kuru maddenin oranlamasıyla hesaplanan % etkinlik ortalaması bulunur. Eğer, herhangi bir genotipin etkinliği ortalama etkinlik değerinden üstünde ise genotipin etkin (efficiency) olduğunu eğer etkinlik ortalamasının altında ise etkin olmadığını (inefficiency) açıklamıştır.

2.2.2. Çinko (Zn) Eksikliğin Giderilme Yolları

Çinko eksikliği koşullarında bitkisel üretimi sınırlayan ve verim düşüklüğüne neden olan koşulların yok edilmesinde “Zn gübrelemesi” ve “Zn eksikliğine dayanıklı genotip seçimi” olarak iki farklı yol izlenmektedir. Birincisi; noksanlık görülen alanlarda gübreleme yapılmasıdır. Topraklarda Zn noksanlığı olduğu durumlarda farklı uygulama yöntemleriyle Zn gübrelemesinin hem verim üzerine hem de özellikle hububatlarda tane Zn durumlarının iyileştirilmesinde artışlar sağlanmaktadır. Söz konusu Zn gübreleme yöntemleri olarak “topraktan Zn gübrelemesi”, “yapraktan Zn gübrelemesi” ve “tohumla bulaştırma” gibi uygulama yöntemleriyle bitkisel ürünlerde verim artışı sağlamak mümkündür. Topraklardaki Zn noksanlığının belirlenmesinde genellikle DTPA ekstraksiyon yöntemi kullanılmaktadır. Bu yöntemle göre, topraklarda 0.5 mg Zn kg⁻¹ altında olduğunda Zn gübrelemesine ürünlerin tepki verdiği

bilinmektedir. Ülkemiz topraklarının yaklaşık % 50'si 0.5 mg Zn kg⁻¹ altında olduğunda Zn gübrelemesinin gerekliliği net olarak görülmektedir. Son yıllarda özellikle hububatların Zn eksikliği koşullarında yetiştirilmesine yönelik birçok araştırma yapılmıştır. Örneğin Çakmak ve ark., (1996), topraklardaki DTPA ekstiraksiyonu Zn'nun 0.15 olduğu Orta Anadolu bölgesi buğday yetiştirilen topraklarda Zn gübrelemesinin verimde artış sağladığını ancak toprak Zn konsantrasyonunun 0.64 mg Zn kg⁻¹ olduğu alanda ise verim artışı olmadığını saptamıştır. Bitkilerdeki Zn eksikliği topraktan uygulamasıyla giderebildiği gibi yaprak ve tohumla uygulamakla da giderilebilir.

Mısır (*Zea mays* L) dünya genelinde yaygın olarak tarımı yapılan ve giderekte ekim alanlarının genişlemesine bağlı olarak üretimi hızla artmaktadır. Yapılan ıslah çalışmalarından elde edilen kaliteli çeşitler ile hibrid çeşitlerin üretimde yaygın olarak kullanılmasına bağlı olarakta mısır veriminde de önemli oranda artışlar sağlanmıştır. Litaretür bilgilerine göre, mısır farklı yapılarıdaki pH 5-8 aralığındaki topraklarda kolaylıkla yetişebilen bir bitki olup optimum pH aralığı 6-7 arasındadır. Mısır Zn eksikliğine karşı oldukça duyarlı olan bir bitkidir. Şiddetli Zn eksikliği görülen alanlarda iyi bir yetiştiricilik için hektara 25 kg ZnSO₄ uygulaması yapılmalıdır. Martens, (1991), ABD' de mısır yetiştiriciliğinin yoğun olarak yapıldığı ve Zn eksikliğinin görüldüğü alanlarda topraktaki Zn noksanlık şiddetine göre 2.2 kg ile 34 kg arasında ZnSO₄ uygulamasının yapıldığını bildirmiştir. Aynı araştırmada eğer çinkolu gübreleme ZnEDTA formunda banda uygulanacaksa bu değerler daha düşük miktarlarda olabileceğini ve 0.6-3.0 kg arasında uygulandığını açıklamıştır. Rastija, (2011), Çinko eksikliğinin tahıl üretimi veriminde ve kalitesinin düşüşünde önemli rol oynadığını ve en yaygın mikro besin element problemi olduğunu vurgulamıştır. Araştırmacı, Zn noksanlığının yıkanmış asidik kumlu topraklar, kireçli, alkalik ve nötral pH sahip topraklarda yaygın olduğunu açıklamıştır. Doğu Hırvatistan bölgesinde toprakların alkali pH'ya sahip olduğunu ve Zn noksanlığının yaygın olarak bulunduğunu bildirmiştir. Söz konusu bölgede mısır bitkisinin geniş alanlarda yetiştirildiğini ve Zn eksikliğinden etkilendiğini açıklamıştır. Araştırmacı Doğu Hırvatistan bölgesinde tesadüf blok desenine göre mısırdaki yaprakta % 0.75 ZnSO₄.7H₂O formunu uygulamıştır. Çinko gübre uygulamalarından elde edilen verilere göre, mısırın Zn içeriğinde genotipler arasında önemli farkların olduğunu göstermiştir. Ayrıca,

topraktaki Zn konsantrasyonunun, bitki dokusu ve tanesinde bulunan Zn ile arasında pozitif bir ilişkinin olduğunu göstermiştir. Kovacevic, (1993), tarafından 16 farklı mısır çeşidinin kullanıldığı bir denemede hektara 13 kg Zn uygulamasının mısırın verimini kontrole göre % 10-32 arsında arttırdığını saptamıştır. Puga ve ark., (2013), Oxsiol ordusuna sahip bir toprakta farklı uygulama (Toprakta; 6.12 ve 24 kg ha⁻¹, yaprakta; 0.4 kg ha⁻¹ ve tohuma bulaştırarak; 40 g Zn kg⁻¹ tohum) yöntemleriyle Zn uygulamasının hibrid mısır çeşidinin verimi üzerine etkisini araştırmıştır. Çinkonun farklı uygulama yöntemlerinin hepsinde tane Zn içeriğinin arttığını ancak en yüksek Zn içeriğinin yeşil aksamda olduğunu ama Zn içeriğindeki artışın verimi etkilemediğini bildirmiştir. Söz konusu araştırma sonucunda, topraktan Zn uygulamalarının diğer uygulama (yapraktan ve tohuma bulaştırma) yöntemleri ile karşılaştırıldığında bitkiye daha fazla Zn taşınımının gerçekleştiğini açıklamıştır.

Manzeke ve ark., (2014), Zimbave mısır yetiştirilen alanlarda değişik kombinasyonlarda; organik gübre+Zn ve mineral gübre+Zn uygulamasının verim üzerine etkisini incelemiştir. Bu amaçla, hektar başına 5 t ahır gübresi, 11 kg ZnSO₄ gübre uygulaması, 90 kg N ve 26 kg P kombinasyonunu uygulamıştır. En yüksek mısır verimi 3.9 t ha⁻¹ olup sadece NPK gübrelemesine kıyasla verimin 1.3 kat arttığını bildirmiştir. Bu çalışmanın ikinci yılında sadece NPK uygulamalarına kıyasla Zn+Organik gübreleme karışımının mısır verimini 2 t ha⁻¹ olmak üzere arttırdığını bildirmiştir. Mineral gübre (NPK), Zn ve yaprak artığının birlikte uygulandığında en yüksek tane Zn konsantrasyonu 35 mg Zn kg⁻¹ düzeyinde elde edilmiştir. NPK ve Zn'yu birlikte uygulama sonucunda tane Zn konsantrasyonu ve verimi sırasıyla % 67 ve % 29 oranında artışın olduğunu bildirmiştir.

Wang ve ark., (2012), tarafından tarla koşullarında farklı uygulama yöntemleriyle Zn uygulamasının mısır tane Zn konsantrasyonu ve verimi üzerine olan etkisini araştırmıştır. Deneme iki yıl süre ile topraktan (50 kg ZnSO₄•7H₂O ha⁻¹), yaprakta (4 kg ZnSO₄•7H₂O ha⁻¹) ve toprak+yaprak (50 kg ZnSO₄•7H₂O ha⁻¹, 4 kg ZnSO₄•7H₂O ha⁻¹) dozlarını uygulamıştır. Çinko uygulamalarının mısır kuru madde ve verim artışı üzerine istatistiksel olarak önemli bir etkisinin olmadığını ve bu durumun da toprakların Zn konsantrasyonunun eksiklik sınırında olmamasıyla ilişkili olduğunu bildirmiştir. Ancak yaprakta yapılan gübreleme her iki yılda da tane Zn konsantrasyonunu sırasıyla % 27 ve % 37 oranında arttırdığını saptamıştır.

Yerokun ve ark., (2014) tarafından topraktan (0, 10, 20, 30, ve 40 kg Zn ha⁻¹) ve yapraktan (0, 1, 2, 4, ve 8 kg Zn ha⁻¹) Zn gübrelemesinin mısır bitkisinin verimi üzerine olan etkisi araştırılmıştır. Toprakdan uygulamanın yaprak uygulamasına göre mısırın verimini hektar başına 1.14 ton'dan 1.78 ton'a arttırdığını belirlemiştir. Yapraktan Zn uygulamasının ise topraktan Zn uygulamasına göre tane Zn konsantrasyonunun daha fazla arttırdığını saptamıştır.

Mari ve ark., (2015), Zn'nun farklı doz ve uygulama yöntemleriyle mısırdaki beslenme ve verim üzerine olan etkisini araştırmak için bir çalışma yürütmüşlerdir. Deneme tesadüf parsellerine göre, dört tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Toprakdan Zn uygulamaları üç farklı doz da (2, 4 ve 8 kg ha⁻¹) banttan, üç farklı Zn dozu (6, 12 ve 24 kg ha⁻¹) toprağın 0-20 cm derinliğine, yapraktan uygulama ve tohumla bulaştırmak suretiyle farklı yollarla Zn uygulanmıştır. Deneme iki yıl süreyle tekrarlamalı olarak sürdürülmüştür. Denemeden elde edilen bilgilere göre, yapraktan uygulanan Zn'nun bitkideki Zn içeriğini arttırdığını bildirmiştir.

Preetha ve ark., (2014), tarafından 3 farklı lokasyonda hibrid (NK6240) mısır çeşidi kullanarak tarla koşullarında yürütülen denemede kontrol pasellerine sadece NPK gübresi uygulanmıştır. Diğer parsellere ise NPK gübresine ilaveten Zn'nun farklı (0, 1.25, 2.50, 5.00, 7.50 ve 10.0 kg ha⁻¹) dozları uygulanmıştır. Artan Zn uygulamasının kontrole göre mısır veriminde artışların olduğunu ve en yüksek mısır tane veriminin hektar başına 7.50 kg Zn uygulamasından 7.56 t ha⁻¹ elde edildiğini saptamıştır. Söz konusu artışın kontrole göre % 39.08 düzeyinde olduğu bildirilmiştir.

Çinko eksikliğine bağlı sorunların giderilmesinde veya minimize edilmesinde gübrelemeye alternatif olarak noksan olan elemente etkin genotipler ıslah veya seleksiyonla belirlenmesidir. Dünyada ve ülkemizde yaygın bir Zn noksanlığının ortaya konulmasından sonra son yıllarda araştırmacılar Zn gübrelemesinin hem zaman hem de masraf olduğundan gübrelemenin alternatifi olarak Zn eksikliğine adapte olabilecek yeni çeşitlerin ve genotiplerin elde edilmesine yönelmişlerdir. Çinko noksanlığı koşullarına adapte olabilecek yeni genotiplerin elde edilebilmesi için genotipler arasında Zn dayanıklılıkları açısından geniş bir varyasyonun olması gerekmektedir. Özellikle Zn eksikliğinden en fazla etkilenen bitki grupları içerisinde tahıllar gelmektedir. Tahıllardan buğday ve mısırın Zn eksikliğine çok duyarlı

oldukları birçok çalışmayla ortaya konulmuştur. Son yıllarda da araştırmacılar tahıllar grubunda Zn etkinlik çalışmalarına hız vermişlerdir. Chena ve ark., (2009), tarafından Zn etkinlik mekanizmasının fizyolojik olarak değerlendirilmesi amacıyla Zn etkin ('IR8192') ve Zn etkin olmayan (Erjiufeng) pirinç genotipleri kullanılarak kök morfolojisi ve oksidatif enzim aktiviteleri üzerine olan etkisi araştırılmıştır. Elde edilen bulgulara göre, her iki genotipte de orta derecede Zn eksikliğinin olduğu durumlarda kök uzunluğu, kök yüzeyi ve kök başlığının arttığını ancak bu artışların IR8192 genotipin de daha fazla olduğunu açıklamıştır. IR8192 genotipteki Zn etkinliğinin Zn eksikliğine karşı yüksek kök oluşmasıyla daha fazla Zn alımıyla ilişkili olabileceğini açıklamıştır.

Saygın, (2013), tarafından sera koşullarında tesadüf parselleri deneme desenine göre 10 farklı mısır çeşidine artan (0, 5, 10 ve 15 mg Zn kg⁻¹) dozda Zn uygulaması sonucunda çeşitler arasında Zn kullanım etkinlikleri ve dayanıklılıkları arasında önemli farklılıkların olduğunu saptamıştır. Söz konusu araştırmada en yüksek ortalama kuru madde veriminin 10 mg Zn kg⁻¹ uygulamasıyla elde edildiğini ve artan Zn dozlarına karşı mısır çeşitlerinin dayanıklılıkları açısından KWS-kermes, Arife, KWS-Calirso, KWS-Kliars, Kuzey yıldızı, RX9292-sivri, Samada07, Rx9292-tombul, Nkarma ve Pioneer bir sıralamanın olduğunu bildirmiştir. Ülkemizin değişik bölgelerinde Zn noksanlığından etkilenen diğer bitkilerde de çalışmalar yapılmıştır. Özellikle buğdayın Zn noksanlığından fazlaca etkilendiği bilinmektedir. Yılmaz ve ark., (1997), tarafında Orta Anadolu bölgesinde Zn noksanlığının olduğu buğday yetiştirilen alanlarda dekara 2.3 kg Zn topraktan, % 0.4'lük düzeyde her bir parsel (bir parsel 8.2 m²) 400 ml ZnSO₄ yapraktan uygulama ve 10 kg tohumu % 30'lük 1 L ZnSO₄ uygulamasını yaparak verim üzerine etkilerini incelemiştir. Verim artışında en iyi uygulamaların tohum>yaprak>toprak>toprak>yaprak>tohum>yaprak şeklinde bir sıralamanın olduğunu bildirmiştir. Özmen, (2013), sera koşullarında arpa çeşitlerinin Zn etkinliğini belirlemek amacıyla topraktan artan dozlarda 0, 5, 10 ve 15 mg Zn kg⁻¹ uygulamıştır. Elde edilen sonuçlara göre, en yüksek kuru madde veriminin 15 mg Zn kg⁻¹ doz uygulamasında elde edildiğini ve arpa çeşitleri arasında Zn dozlarına karşı dayanıklılıklarında Durusu, Başgül, Yıldız, Zeynelağa, Yesevi 93, İnce 04, Efes 98, Tokak ve Çumra 2001 bir sıralamanın olduğunu açıklamıştır.

Grewal ve ark., (1996), Çinko'ca noksan toprakta sera koşullarında 3 farklı buğday genotipine (Excalibur, Songlen, Durati) topraktan farklı (0, 0.5, 2 mg Zn kg⁻¹) dozlarda Zn uygulayarak genotiplerin Zn kullanım etkinliğini ve kök hastalığına olan direncini belirlemek için bir çalışma yapmışlardır. Çalışma sonucunda Excalibur buğday genotipinin diğerlerinden daha fazla kök ve kuru madde ürettiğini ve aynı zamanda hastalığa karşı diğer genotiplerden daha dirençli olduğu saptanmıştır. Çalışma sonucunda Zn noksanlığı görülen yerlerde yapılan Zn gübrelemesinin hastalığı önemli ölçüde azalttığı görülmüştür.

Grewal ve ark., (1997), tarafından Zn eksikliği gösteren topraklarda hem sera koşullarında hem de tarla koşullarında 25 farklı kanola ve hardal genotipinin Zn kullanım etkinliklerini belirlemek amacıyla sera koşullarında -Zn ve +Zn 2 mg Zn kg⁻¹ ve tarla koşullarında ise -Zn ve +Zn (3.5 kg Zn ha⁻¹) dozlarını uygulayarak genotiplerin Zn kullanım etkinliği araştırılmıştır. Sera koşullarındaki denemede Avusturya'dan 10 ve Çin'den 5 olmak üzere 15 farklı Brassica napus L genotipi, tarla koşullarında ise 10 farklı kanola genotipi kullanılmıştır. Sera koşullarında yürütülen denemede en düşük etkinliğe sahip 92-13 genotipi % 35 ve tarla koşullarındaki en düşük Zn etkinliği ise Wuyou 1 % 32 iken, sera koşullarında en yüksek Zn etkinliği Siren genotipinde % 74 ve tarla koşullarında en yüksek Zn etkinliği de Pusa Bold genotipinde % 62 olarak bulunmuştur. Bu sonuçlar göstermiştir ki Zn noksan koşullarında etkin genotiplerin topraktan daha fazla Zn kaldırdığı saptanmıştır.

Chaab ve ark., (2011), kireçli ve düşük Zn içeriğine sahip bir toprakta sera koşullarında -Zn (Zn 0) ve +Zn (10 mg Zn kg⁻¹) doz uygulamalarının farklı (301 Single Grass (A), 302 Single Grass (B), 307 Single Grass (C), 400 Single Grass (D), Zea mays L.) mısır çeşitlerinin Zn etkinliğini belirlemek için çalışma yürütmüştür. Sera koşullarında yetiştirilen bitkiler, 40 ve 80. gününde olmak üzere iki ayrı hasat edilmiştir. Elde edilen bulgulara göre, 40.günde yapılan hasatta Zn etkinliğinin % 62.3-75.5 arasında, 80. günde yapılan hasatta ise % 63.5-81.2 arasında olduğunu açıklamıştır. Artan Zn uygulamalarının mısır çeşitlerinin tamamında kuru madde miktarlarında artış olduğunu tespit etmiştir. Artan Zn uygulamalarının yaprakların klorofil içeriğini, yaprak alan indeksi ve kuru madde miktarında artış sağladığını belirlemiştir. Çeşitlerin Zn etkinliğinin bitki kuru madde miktarı ile Zn alınımı arasında pozitif bir ilişkinin olduğu bulunmuştur.

3. MATERYAL VE METOD

3.1. Materyal

3.1.1. Deneme Yeri ve Yılı

Araştırma, 2014 yılı sonbahar döneminde Ordu Üniversitesi Ziraat Fakültesi Araştırma Uygulama Çiftliğinde, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü serasında kontrollü şartlarda amaca uygun bir şekilde kurulmuştur.

3.1.2. Deneme Toprağının Özellikleri

Denemede yetiştirme ortamı olarak kullanılan toprak; Ordu ilinde tarım yapılan arazilerden toprak örnekleri alınarak bu toprakların analizleri yapıldıktan sonra belirlenmiştir. Araştırmada kullanılan toprak araziden alınarak temiz bir zemin üzerinde hava kurusu hale gelene kadar gölgede bekletilmiştir. Kurutulan topraklarda taş parçaları, bitkisel atıklar ve kaba materyaller ortamdaki uzaklaştırılmıştır. Toprak kuruduktan sonra oluşan kesekler yapısı bozulmayacak şekilde tahta tokmaklar ile parçalanmıştır. Topraklarda homojen bir büyüklük sağlandıktan sonra 4 mm'lik elekten elenerek deneme materyali olarak kullanılmıştır. Denemede kullanılan toprağın bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri çizelge 3.1'de verilmiştir. Deneme toprağının DTPA ekstraksiyonuyla belirlenen Zn konsantrasyonu 0.13 mg kg^{-1} düzeyinde olup Lindsay, W.L. And Norvell, W.L. (1978) göre toprakta yararlı Zn sınır değeriyle kıyaslandığında Zn'ca noksan toprak sınıfında yer almaktadır.

Çizelge 3. 1. Deneme toprağının bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri

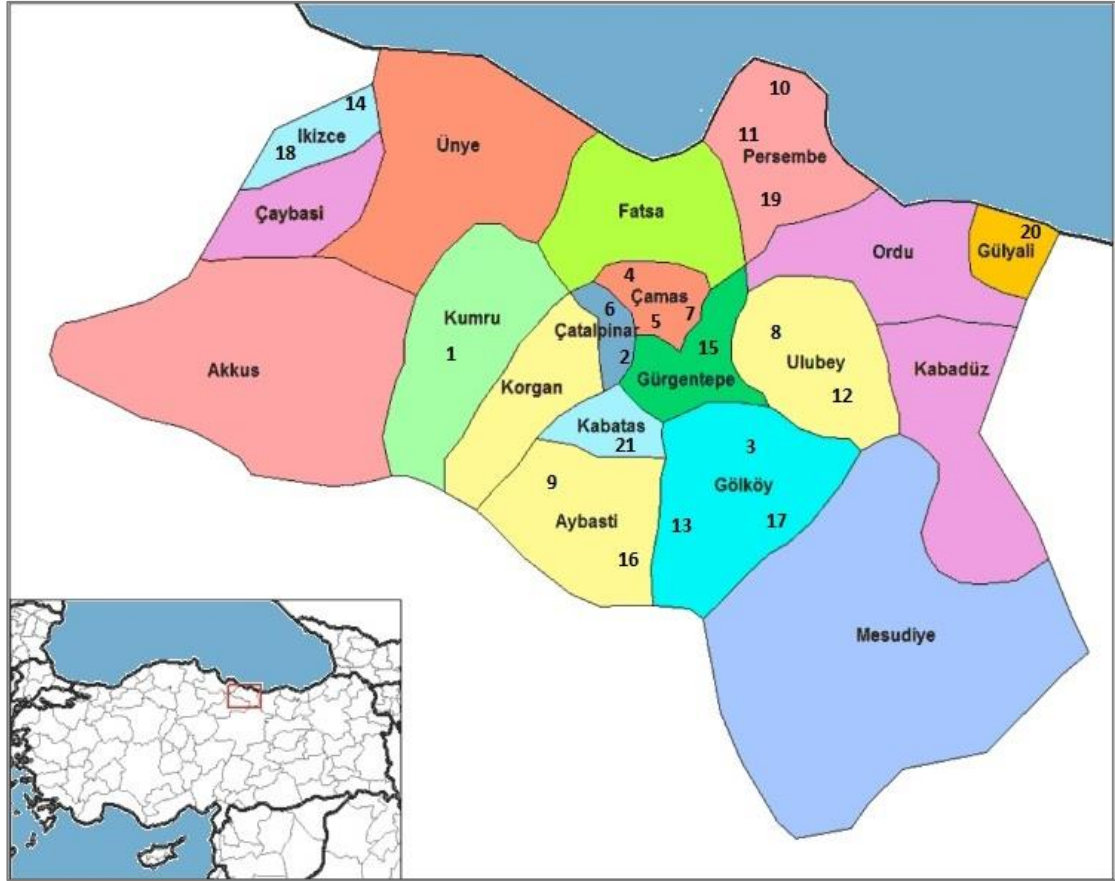
Tekstür	pH	EC	O.M	Kireç	P	K	Fe	Zn	Cu	Mn	B
		dS m ⁻¹		-----%-----				-----mg kg ⁻¹ -----			
Tınlı	5.11	0.11	2.07	0.96	20	116	9.71	0.13	0.35	8.68	0.05

3.1.3. Denemede Kullanılan Mısır Genotipleri

Sera koşullarında yürütülen denemede, aynı bölgede uzun yıllar yetiştirilen, bölgeye iyi adaptasyon sağlamış 21 farklı yerel mısır genotipi Aybastı, Çamaş, Çatalpınar, Gölköy, Gülyalı, Gürgentepe, İkizce, Kabataş, Kumru, Perşembe, Ulubey ilçelerinden toplanarak deneme materyali olarak kullanılmıştır. (Çizelge 3.2 ve Şekil 3.1)

Çizelge 3. 2. Mısır genotiplerinin alındığı lokasyonlar

GENOTİPLER	ALINDIĞI İL	ALINDIĞI İLÇE	MAHALLE-KÖY
1	ORDU	Kumru	Karaçalı
2	ORDU	Çatalpınar	Gündoğdu
3	ORDU	Gölköy	Bulut
4	ORDU	Çamaş	Örmeli
5	ORDU	Çamaş	Kemalpaşa
6	ORDU	Çatalpınar	Merkez
7	ORDU	Çamaş	Akpınar
8	ORDU	Ulubey	Doğlu
9	ORDU	Aybastı	Merkez
10	ORDU	Perşembe	Kovanlı
11	ORDU	Perşembe	Yeniköy
12	ORDU	Ulubey	Çağlayan
13	ORDU	Gölköy	Güzelyurt
14	ORDU	İkizce	Merkez
15	ORDU	Gürgentepe	Merkez
16	ORDU	Aybastı	Merkez
17	ORDU	Gölköy	Haruniye
18	ORDU	İkizce	Kaynartaş
19	ORDU	Perşembe	Okçulu
20	ORDU	Gülyalı	Hoşköy
21	ORDU	Kabataş	Alakent



Şekil 3. 1 Yerel mısır genotiplerinin alındıkları lokasyonlar.

3.2. Metod

3.2.1. Saksı Denemesinin Kurulması

Konu ile ilgili deneme, Ordu Üniversitesi Ziraat Fakültesi Araştırma Uygulama Çiftliğinde, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü araştırma serasında 18 Eylül 2014 yılında kurulmuş olup, bitkiler 19 Kasım 2014 tarihinde yaklaşık 9 haftalık (61 gün) bir yetiştirme periyodu sonunda hasat edilmiştir.

3.2.2. Saksı Denemesinin Yürütülmesi ve Hasatı

Denemede 21 mısır genotipi, 4 Zn (0, 0.5, 2.0 ve 8.0 mg Zn kg⁻¹) dozu ve 3 tekerrür olmak üzere toplamda 252 saksı ile yürütülmüştür. Her saksıya 4 mm'lik elekten elenmiş hava kurusu 3 kg toprak ilave edilmiştir. Deneme, tesadüf parselleri deneme desenine göre planlanmış ve 3 tekerrürlü olmak üzere yürütülmüştür.

Denemede kullanılan polietilen saksılara çinko eksikliği olan topraktan 3 kg tartılmıştır. Bu araştırmada kullanılan toprağa Zn 0, Zn 0.5, Zn 2.0 ve Zn 8.0 mg kg⁻¹

olacak şekilde $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$ formunda Zn uygulaması yapılmıştır. Deneme saksılarına ekimden önce temel gübreleme için $Ca(NO_3)_2 \cdot 4H_2O$ formunda 300 mg N kg^{-1} , KH_2PO_4 formunda 150 mg P kg^{-1} ($=187.5 \text{ mg K kg}^{-1}$) dikim öncesinde çözelti şeklinde uygulanmıştır. Her saksıya 10 mısır tohumu ekilip çimlenmeyi takiben bitkiler dört yapraklı oldukları zaman her saksı da 4 bitki kalacak şekilde seyreltilmiştir. Serada yürütülen denemede toprakların tarla kapasitelerindeki suyun % 60-70'ine denk gelecek şekilde saksılara saf su verilmiştir. Deneme 61 gün süreyle yetiştirilmiş olup deneme süresince eksilen su saf su ile tarla kapasitesinde olacak şekilde tamamlanmıştır.

Bitkilerin hasadı simptomların şiddetine ve büyümede gerileme düzeyine bağlı olarak belirlenmiştir. Buna göre, bitkiler çiçeklenme öncesinde toprak seviyesinden 1 cm yukarıdan olacak şekilde hasatı yapılmıştır. Hasat edilen bitkiler saf su ile yıkayıp, 48 saat süresince $65 \text{ }^{\circ}\text{C}$ 'de kurutulmuştur. Kurutulan bitkilerin kuru ağırlıkları belirlenerek kuru madde verimleri tespit edilmiştir. Daha sonra agat değirmende öğütülmüştür.

3.2.3. Bitkilerde Çinko (Zn) Etkinliğinin Hesaplanması

Saksı denemelerindeki mısır genotiplerinin Zn etkinliğini belirlemede ‘‘Zn-efficiency’’ indeksi kullanılmıştır (Graham, 1984). Mısır genotiplerinin Zn etkinliğini belirlemede aşağıdaki eşitlikten yararlanılmıştır.

$$\% \text{ Zn efficiency (etkinliği)} = (100) \times \text{Verim (-Zn)} / \text{Verim (+Zn)}$$

% Zn etkinlik değeri 100'e yaklaştıkça mısır genotiplerinin Zn noksanlığına karşı dayanıklı oldukları, 0'a yaklaştıkça mısır genotiplerinin Zn noksanlığına duyarlılığının fazla olduğunu ifade etmektedir. Hesaplanan etkin genotipler Wang, Q.R., (2005) bildirdiğine göre, % Zn etkinliği (efficiency) 85'den büyük olanlar etkin genotip 85'den küçük olanlar ise etkin olmayan (inefficiency) genotip olarak değerlendirilmiştir.

3.2.4. Toprak ve Bitkilerde Kullanılan Rutin Analiz Yöntemleri

3.2.4.1. Toprak Analizleri

Toprak Tekstürü'nün Belirlenmesi

Toprak tekstürü, Hidrometre yöntemine göre yapılmıştır (Bouyoucous, 1952).

Toprak pH'sının Belirlenmesi

Toprak reaksiyonu, cam elektrotlu pH-metre ile 1:2.5'luk toprak-su karışımında belirlenmiştir (Jackson, 1964).

Toprak Tuzunun Belirlenmesi

Toprak tuzluluğu örnekleri doygunluk çamuru hazırlandıktan sonra kondaktivite aleti kullanılarak elektriksel iletkenliğin ölçülmesi ile belirlenmiştir (U.S. Salinity Laboratory Staff, 1954).

Toprak Organik Maddesi ve Kireç Belirlenmesi

Organik madde Walkley-Black yağ yakma metodu (Jackson, 1964) ve kireç ise Scheibler kalsimetresi (Çağlar, 1949) yöntemleri kullanılarak yapılmıştır.

Fosfor Tayini

Olsen yöntemine göre, ekstrakt çözeltilisine geçen fosfor, molibdofosforik mavi renk yöntemine göre belirlenmiştir (Olsen, S. R., F.S. Watanable, 1957).

Alınabilir Katyonların Belirlenmesi

Örneklerin alınabilir Na, K, Ca, Mg değerleri 1 N Amonyum asetat yöntemine göre pH değeri 7 olan 1 N NH₄OAc ile çalkalanarak elde edilen süzüklerde Na, K, Ca değerleri alev fotometrede, Mg değerleri ise atomik absorpsiyon spektrofotometresinde tayin edilmiştir (Pratt, 1965).

DTPA'da Ekstakte Edilebilir Mikroelementler: Alınabilir Zn, Fe, Mn ve Cu elementlerinin analizleri kireçli topraklar için gösterilen DTPA-TEA ekstraksiyon çözeltilisiyle yapılmıştır (Lindsay ve Norvell, 1978).

3.2.4.2. Bitki Analizleri

Öğütülen bitki örneklerinden 200 mg tartılarak mikro dalga tüplerine aktarılmıştır. Mikrodalga tüplerinin üzerine 2 ml saf su, 2 ml H₂O₂ (% 30'luk) ve 4 ml HNO₃ (% 65'lik) içeren bir karışımı içinde yakılmıştır (CEM MARS, microwave Acceleration Reaction System). Yakılan örnekler oda sıcaklığına kadar soğutulduktan sonra saf su ile 20 ml'ye tamamlanarak mavi bant filtre kağıdında süzülmüştür. Bu şekilde hazırlanan örneklerin Zn konsantrasyonu ICP-OES (Inductively Coupled Plasma-Atomic Emmission Spectrometer; Varian ICP-OES Vista Pro) ile belirlenmiştir. Yapılan analizlerin doğruluğu, National Institute of Standards and Technology (ABD)' den sağlanan standart referans (Peach leaves 1547) örneklerle kontrol edilmiştir. Yapılan analizlerin referans örneklerle karşılaştırılmasıyla okuma hatalarının çoğunlukla % 1 ve altında olduğu bulunmuştur.

3.2.5. Verilerin Değerlendirilmesi

Çalışma 3 tekrarlı olarak tesadüf parselleri deneme desenine göre serada saksı denemesi şeklinde yürütülmüştür. Araştırmada elde edilen veriler SAS v. 9.0 istatistik programında varyans analizine tabi tutulmuş ve ortalamaların karşılaştırılmasında LSD (Least Significant Differences) metodu kullanılmıştır.

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

4.1.Yerel Mısır Genotiplerinde Kuru Madde Miktarı

4.1.1 Gövde Kuru Madde Miktarı

Sera koşullarında 61 gün süreyle yetiştirilen 21 farklı yerel mısır genotiplerinin, 4 farklı dozda çinko (0, 0.5, 2.0 ve 8.0 mg Zn kg⁻¹) dozu uygulamaları altında ortalama gövde kuru madde ağırlığıyla ilişkili veriler Çizelge 4.1.'de verilmiştir. Bitki kuru madde ağırlıkları ele alınarak yapılan istatistiksel analiz sonucuna göre genotip, doz ve genotip ile doz etkileşimi önemli (P<0.001) bulunmuştur. Artan dozlarda çinko (Zn) uygulamaları içerisinde istatistiksel olarak en iyi dozun 8.0 mg Zn kg⁻¹ olduğu bulunmuştur. Genotipler arasında kuru maddede etkinlik hesaplamasında düşük Zn (0 mg Zn kg⁻¹) ve yüksek Zn (8.0 mg Zn kg⁻¹) dozları dikkate alınarak değerlendirme yapılmıştır.

Çinko uygulanmayan kontrol (0 mg Zn kg⁻¹) dozunda 21 yerel mısır genotipinin ürettikleri kuru madde verimi birbirinden farklı olmuştur. Kontrol dozu uygulamasında en düşük kuru madde veriminin 6.72 g bitki⁻¹ ile 1 nolu genotipte iken en yüksek kuru madde verimi 8.77 g bitki⁻¹ olarak 13 nolu genotipte elde edilmiştir. Yerel mısır genotipleri gövde kuru madde miktarları açısından değerlendirildiğinde en yüksek kuru madde verimi 8.0 mg Zn kg⁻¹ doz uygulamasında 12.20 g bitki⁻¹ ile 9 numaralı genotipte saptanmıştır (Çizelge 4.1.). Diğer yerel mısır genotipleri 6.72-12.20 g bitki⁻¹ arasında dağılım gösterdiği belirlenmiştir. Yerel mısır genotipleri istatistiki olarak incelendiğinde 9, 15, 13 ve 14 numaralı genotipler ortalama olarak sırasıyla 9.44, 9.29, 9.17 ve 9.06 g bitki⁻¹ ile en yüksek gövde kuru madde miktarına sahip olduğu ve (P<0.001) düzeyinde önemli olduğu bulunmuştur. Deneme sonuçları incelendiğinde yerel mısır genotipleri Zn kullanımı açısından değerlendirildiğinde genotipler arasında önemli farklılıklar olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.1.). Çeşitli araştırmacılar tarafından % Zn etkinliği, özellikle tahıl türleri arasında düşük Zn'lu koşullarda bitkinin büyüme ve verimini arttırması için Zn'yu daha fazla absorbe etme yeteneği olarak açıklanmıştır (Graham ve Rengel., 1993; Erenoglu ve ark., 2000). Tahıllarda yapılan çalışmalarda tahıl türlerinin Zn kullanım etkinliği açısından genotip farklılıklarının olduğu bildirilmiştir (Graham ve ark., 1992; Cakmak ve ark., 1994; Wiren ve ark., 1994; Rengel ve ark., 1995). Konuyla ilgili yapılan çalışmalarda mısırın

Zn eksikliğinden çok fazla etkilendiği ve Zn eksikliğine karşı dayanıksız olduğu belirlenmiştir. Bu nedenle mısır tarımının yapıldığı pek çok ülkede Zn'lu gübreleme yaygın olarak kullanılmaktadır. Brown, (2008), mısır çeşitlerinin çok çeşitli varyetelerde olduğunu ve Zn eksikliğine duyarlı olduklarını bundan başka mısır yetiştirilen alanlarda yüksek miktarda fosforlu gübre kullanımından dolayı da Zn eksikliğini daha da fazla olacağını ve buna bağlı olarak mısır çeşitlerinin verimlerinin etkilendiği açıklanmıştır. Yapılan birçok çalışmada yüksek bitkilerde Zn kullanım etkinliklerinin farklı olduğu ve çeşitler arasında Zn kullanımları açısından önemli farklılıklar olduğu belirtilmiştir (Marschner, 1993; Çakmak, 2008; Alloway, 2008). Yerel mısır genotipleri üzerinde yürütülen bu araştırmada genotipler arasında önemli farklılıklar oluşması bitkilerin Zn kullanım etkinliğindeki farklılıklardan dolayı meydana gelmiştir. Bitki türleri hatta aynı türün çeşitleri arasında Zn kullanımı açısından farklılıklar olduğu bilinmektedir (Marschner, 1993).

Çizelge 4. 1. Farklı Zn uygulamaları ($Zn_0= 0 \text{ mg Zn kg}^{-1}$, $Zn_{0.5}= 0.5 \text{ mg Zn kg}^{-1}$, $Zn_2= 2 \text{ mg Zn kg}^{-1}$, $Zn_8= 8 \text{ mg Zn kg}^{-1}$ toprak), altında 61 gün boyunca sera koşullarında yetiştirilen 21 farklı mısır genotipinin gövde kuru madde verimi (g bitki^{-1})

Zn Dozları (mg Zn kg^{-1})	Zn 0	Zn 0.5	Zn 2	Zn 8	Ortalama	
Genotipler	g bitki^{-1}					
1	6.72 ı	7.76 W-ı	8.12 Q-e	8.83 F-W	7.86	I-J
2	7.40 a-ı	7.92 T-h	8.42 L-b	9.18 D-Q	8.23	G-J
3	8.02 R-g	8.53 K-Z	8.77 G-X	9.00 E-T	8.58	D-H
4	6.93 f-ı	7.38 a-ı	7.98 R-h	9.18 D-Q	7.87	I-J
5	6.90 g-ı	7.03 e-ı	8.35 N-c	8.40 M-c	7.67	J
6	7.28 c-ı	8.43 L-b	8.55 K-Z	8.78 G-X	8.26	F-I
7	7.52 Z-ı	8.05 R-f	9.32 C-N	9.80 B-H	8.67	C-G
8	6.87 h-ı	8.16 P-d	8.77 G-X	9.73 B-J	8.38	F-I
9	7.20 d-ı	9.08 E-S	9.28 C-O	12.20 A	9.44	A
10	7.70 X-ı	7.78 V-ı	8.93 F-U	9.07 E-S	8.37	F-I
11	7.97 S-h	8.02 R-g	8.93 F-U	10.28 B-D	8.80	B-F
12	7.98 R-h	8.17 O-d	8.28 N-d	10.53 B	8.74	B-G
13	8.77 G-X	9.33 C-N	9.50 B-M	9.08 E-S	9.17	A-C
14	7.35 b-ı	8.77 G-X	9.78 B-I	10.35 B-C	9.06	A-D
15	8.15 P-e	9.53 B-L	9.62 B-K	9.85 B-G	9.29	A-B
16	7.35 b-ı	8.48 L-a	8.95 F-T	9.20 D-Q	8.50	E-H
17	7.77 V-ı	9.10 E-R	9.22 D-Q	9.90 B-F	9.00	A-E
18	6.97 Y-ı	7.58 L-b	8.42 L-b	9.25 C-P	8.05	H-J
19	6.77 ı	8.55 K-Z	8.72 H-X	10.10 B-E	8.53	D-H
20	7.82 U-ı	8.67 I-Y	8.88 F-V	8.63 J-Z	8.50	E-H
21	7.53 Z-ı	8.73 G-X	8.80 F-X	9.08 E-S	8.54	D-H
Ortalama	7.47 D	8.34 C	8.84 B	9.54 A		
F Değeri						
Genotip	***					
Doz	***					
GenotipxDoz	***					

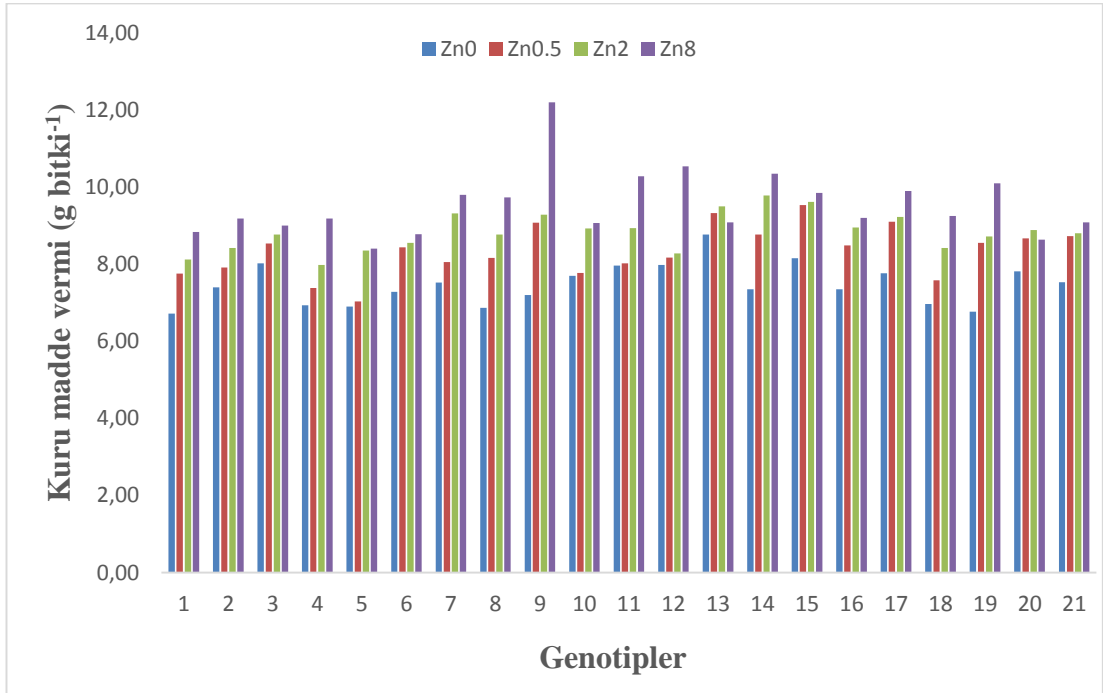
LSD(Genotip): 0.56, *** istatistiksel olarak $P < 0.001$ düzeyinde önemlidir.

LSD(Doz): 0.24, *** istatistiksel olarak $P < 0.001$ düzeyinde önemlidir.

LSD(GenotipxDoz): 1.12, *** istatistiksel olarak $P < 0.001$ düzeyinde önemlidir.

Çinko dozları ve gövde kuru madde verimleri arasındaki ilişki incelendiğinde (Çizelge 4.1), Zn uygulaması yapılmayan kontrol dozunda 21 yerel mısır genotiplerinin ortalaması olarak $7.47 \text{ g bitki}^{-1}$ ile en düşük kuru madde verimi elde edilmiştir. Artan Zn dozlarıyla birlikte 0.5, 2.0 ve $8.0 \text{ mg Zn kg}^{-1}$ doz uygulamaları sonucunda sırasıyla 8.34, 8.84 ve $9.54 \text{ g bitki}^{-1}$ olacak şekilde gövde kuru maddelerinde artış olduğu

saptanmıştır (Şekil 4.1.). Artan dozlarda Zn uygulamalarının kuru madde verimini arttırdığına yönelik benzer çalışmalarda da verim ve kuru madde miktarlarında artış sağlandığı bildirilmiştir (Sing ve ark, 2005; Hajiboland ve Salahi, 2006; Xu ve ark, 2013; Mari ve ark, 2015). İbrikci ve ark., (2009), tarafından yapılan bir araştırmada yüksek pH'ya ve düşük Zn içeriğine sahip olan bir toprakta artan dozda fosfor uygulamasıyla mısır bitkilerinde Zn noksanlığının şiddetlenmesine bağlı olarak kuru madde veriminde düşüş olduğunu belirtilmiştir. Bitkilerin Zn noksanlığına karşı duyarlılıkları birbirinden farklılık göstermektedir. Özellikle tahıl ürünlerinin veya aynı türün çeşitleri arasında Zn eksikliğine karşı gösterdikleri tepkilerin birbirinden oldukça farklı olabileceği açıklanmıştır. Literatür bilgilerine göre, Zn noksanlığına karşı çeşitli bitkilerin Zn gübrelenmesine karşı vermiş oldukları tepkilerin farklılık gösterdiği ortaya konmuştur. Örneğin, mısırda (Gondek, 2009; Chaab ve ark, 2011; Rastija, 2011; Puga ve ark, 2013; Yerokun, 2014; Xu, 2014; Manzeke ve ark. 2014) ve buğdayda (Grewal, 1996; Erenoglu, 1999; Ozturk, 2006; Mai, 2011; Wanga ve ark, 2012) artan Zn uygulamalarıyla kuru madde veriminde artışların olduğunu belirlemişlerdir.



Şekil 4. 1 Farklı Zn uygulamaları ($Zn_0= 0 \text{ mg Zn kg}^{-1}$, $Zn_{0.5}= 0.5 \text{ mg Zn kg}^{-1}$, $Zn_2= 2 \text{ mg Zn kg}^{-1}$, $Zn_8= 8 \text{ mg Zn kg}^{-1}$ toprak) altında 61 gün boyunca sekoşullarında yetiştirilen 21 farklı mısır genotipinin gövde kuru madde verimi (g bitki^{-1})



Şekil 4. 2.Farklı Zn uygulamaları ($Zn_0= 0 \text{ mg Zn kg}^{-1}$, $Zn_{0,5}= 0.5 \text{ mg Zn kg}^{-1}$, $Zn_2= 2 \text{ mg Zn kg}^{-1}$, $Zn_8= 8 \text{ mg Zn kg}^{-1}$ toprak) altında 61 gün boyunca sera koşullarında yetiştirilen 13 nolu genotipin görünümü

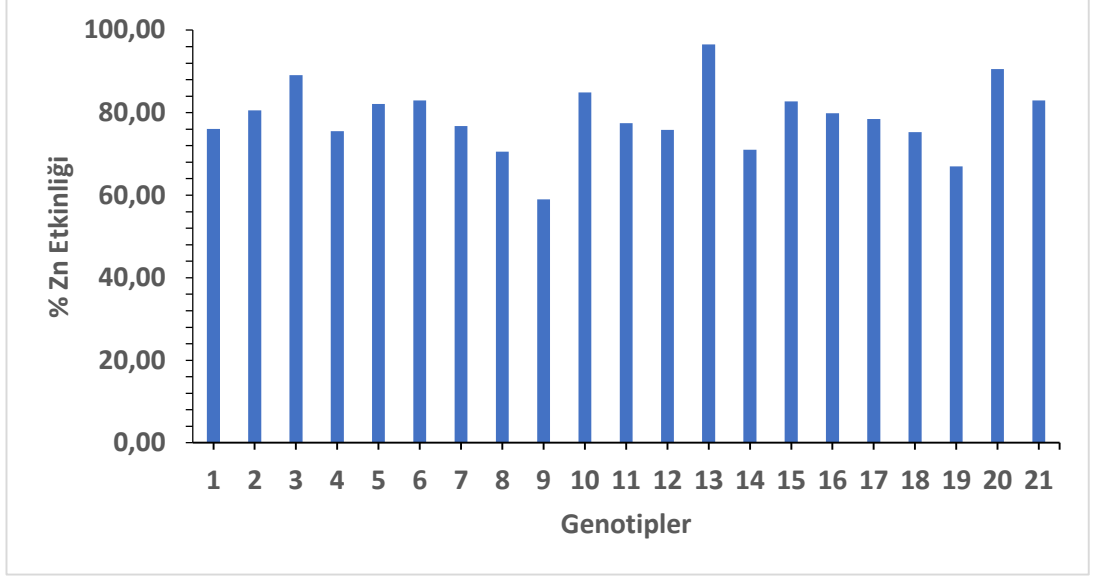
4.1.2. Düşük ve Yüksek Çinko (Zn)'lu Koşullarda Gövde Kuru Madde Miktarı ve Etkinliği

Düşük Zn (0 mg Zn kg^{-1}) ve yüksek Zn ($8.0 \text{ mg Zn kg}^{-1}$) koşulları altında sera koşullarında 61 gün süreyle yetiştirilen 21 farklı yerel mısır genotiplerinin kuru madde verimi ve % Zn etkinlikleri Çizelge 4.2'de sunulmuştur. Bitki kuru madde ağırlıkları ele alınarak yapılan istatistiksel analiz sonucuna göre genotip, doz ve genotip ile doz etkileşimi önemli ($P<0.001$) bulunmuştur. Etkinlik hesaplamasında % Zn etkinlik oranı $85 \geq$ ise genotipler etkin olarak, $85 \leq$ olduğunda da etkin olmayan genotip olarak kabul edilmiştir (Çizelge 4.2 ve Şekil 4.3). Genotiplerin Zn kullanım etkinlerinin en düşük Zn etkinlik oranı 59 iken en yüksek Zn kullanım etkinliği 97 olup 21 genotipin ortalama Zn kullanım etkinliği 79 bulunmuştur. 21 yerel mısır genotipleri arasında 4 genotipin etkin olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.2). Yerel mısır genotipleri arasında 13, 20, 3 ve 10 nolu genotipin % Zn etkinlik oranları sırasıyla 97, 91, 89 ve 85 olarak bulunmuştur. Geriye kalan 17 genotipin ise Zn etkinlik oranları 85'in altında

olduğundan etkin olmayan genotipler olduğu saptanmıştır. Denemede kullanılan genotiplerin kuru madde verimi düşük Zn uygulamasında beklendiği gibi azalmıştır. Ancak, etkin genotiplerin düşük Zn'lu koşullarda diğer genotiplere göre daha fazla kuru madde ürettiği saptanmıştır. Mısır genotiplerinin % Zn etkinlikleriyle kuru madde verimi arasında önemli düzeyde $r^2=0.565$ korelasyon gösterdiği ve $P>0.01$ düzeyinde önemli ters bir ilişkinin olduğu belirlenmiştir (Şekil 4.6). Mısır bitkisinde benzer bir ilişki Chaab, (2011), tarafından çeşitlerin Zn etkinliği ile Zn konsantrasyonu arasında elde edilmiştir. Söz konusu araştırmalara koşullarında çinkoca noksan bir toprakta farklı mısır çeşitlerinin 40. ve 80. günde hasat edilen gövde yeşil aksamda Zn etkinliği ve Zn alımı arasında sırasıyla $r^2=0.94$ ve $r^2=0.99$ önemli bir ilişkinin olduğu bulunmuştur. Diğer çalışmalarda benzer bulgular farklı bitki türlerinde düşük Zn konsantrasyonuna sahip topraklarda yetiştirilen mısır, darı, sorgum, pirinç, ve buğdayın büyümeye verdiği tepkilerin farklı olduğu bildirilmiştir (Cakmak ve ark., 1999; Fageria, 2001). Bitkilerin Zn eksikliğine yüksek toleranslı olmalarının çeşitli fizyolojik ve morfolojik parametrelerle ilişkili olarak genotiplerin farklılığından ileri geldiği bilinmektedir. Bitkilerin Zn etkinliği, genotiplerin düşük Zn'lu topraklarda daha iyi büyüme kabiliyeti olarak açıklanmıştır (Cakmak ve ark., 1998; Rengel 2001). Örneğin buğdaylar arasında makarnalık buğdayların ekmeklik buğdaylara göre Zn eksikliğine en duyarlı çeşitler olduğu bildirilmiştir (Graham ve ark., 1992; Kalayci ve ark., 1999). Mısır bitkisinde de aynı mekanizmayla etkin genotipler belirlenmektedir. Çalışmada elde edilen bulgulara göre 21 yerel mısır genotipinin ürettiği kuru madde ve Zn konsantrasyonları bakımından genotipler arasında geniş bir varyasyonunun olduğu bulunmuştur.

Çizelge 4. 2. Sera Koşullarında düşük ($Zn_0= 0 \text{ mg Zn kg}^{-1}$ toprak) ve yüksek ($Zn_8= 8 \text{ mg Zn kg}^{-1}$ toprak) Zn uygulamaları altında 61 gün süreyle yetiştirilen 21 farklı mısır genotipinin kuru madde verimi ve çinko etkinliği

Zn Dozları (mg Zn kg^{-1})	Zn 0	Zn 8	% Etkinlik
Genotiplerg bitki ⁻¹		Zn0/Zn8*100
1	6.72	8.83	76
2	7.40	9.18	81
3	8.02	9.00	89
4	6.93	9.18	75
5	6.90	8.40	82
6	7.28	8.78	83
7	7.52	9.80	77
8	6.87	9.73	71
9	7.20	12.20	59
10	7.70	9.07	85
11	7.97	10.28	77
12	7.98	10.53	76
13	8.77	9.08	97
14	7.35	10.35	71
15	8.15	9.85	83
16	7.35	9.20	80
17	7.77	9.90	78
18	6.97	9.25	75
19	6.77	10.10	67
20	7.82	8.63	91
21	7.53	9.08	83
Min	6.72	8.40	59
Max	8.77	12.20	97
Ortalama	7.47	9.54	79



Şekil 4. 3. Sera Koşullarında düşük ($Zn_0= 0 \text{ mg Zn kg}^{-1}$ toprak) ve yüksek ($Zn_8= 8 \text{ mg Zn kg}^{-1}$ toprak) Zn uygulamaları altında 61 gün süreyle yetiştirilen 21 farklı mısır genotipinin çinko etkinliği.



Şekil 4. 4. Sera Koşullarında düşük ($Zn_0= 0 \text{ mg Zn kg}^{-1}$ toprak) ve yüksek ($Zn_8= 8 \text{ mg Zn kg}^{-1}$ toprak) Zn uygulamaları altında 61 gün süreyle yetiştirilen 13 nolu genotipin etkinlik görünümü.

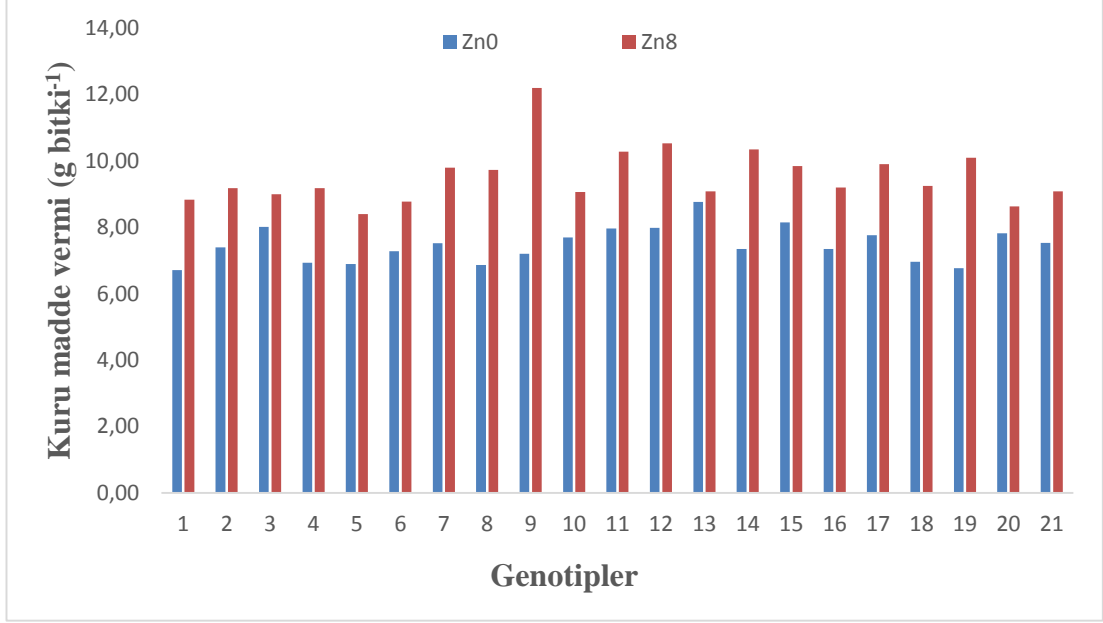
Çizelge 4. 3. Sera Koşullarında düşük ($Zn_0= 0$ mg Zn kg^{-1} toprak) ve yüksek ($Zn_8= 8$ mg Zn kg^{-1} toprak) Zn uygulamaları altında 61 gün süreyle yetiştirilen 21 farklı mısır genotipinin gövde kuru madde verimi (g bitki $^{-1}$)

Zn Dozları (mg Zn kg^{-1})	Zn 0		Zn 8		Ortalama
Genotiplerg bitki $^{-1}$				
1	6.72	S	8.83	F-M	7.78 G
2	7.40	O-S	9.18	C-J	8.29 C-G
3	8.02	I-Q	9.00	E-L	8.51 B-G
4	6.93	Q-S	9.18	C-J	8.06 F-G
5	6.90	Q-S	8.40	H-O	7.65 G
6	7.28	O-S	8.78	F-M	8.03 F-G
7	7.52	N-S	9.80	B-G	8.66 B-F
8	6.87	Q-S	9.73	B-G	8.30 C-G
9	7.20	O-S	12.20	A	9.70 A
10	7.70	M-S	9.07	E-K	8.38 C-G
11	7.97	K-R	10.28	B-D	9.13 A-C
12	7.98	J-Q	10.53	B	9.26 A-B
13	8.77	F-M	9.08	D-K	8.93 A-E
14	7.35	O-S	10.35	B-C	8.85 A-F
15	8.15	H-P	9.85	B-F	9.00 A-D
16	7.35	O-S	9.20	C-I	8.28 C-G
17	7.77	M-S	9.90	B-F	8.83 B-F
18	6.97	P-S	9.25	C-H	8.11 E-G
19	6.77	R-S	10.10	B-E	8.43 B-G
20	7.82	L-S	8.63	G-N	8.23 D-G
21	7.53	N-S	9.08	D-K	8.31 C-G
Ortalama	7.47	B	9.54	A	
F Değeri					
Genotip	***				
Doz	***				
GenotipxDoz	***				

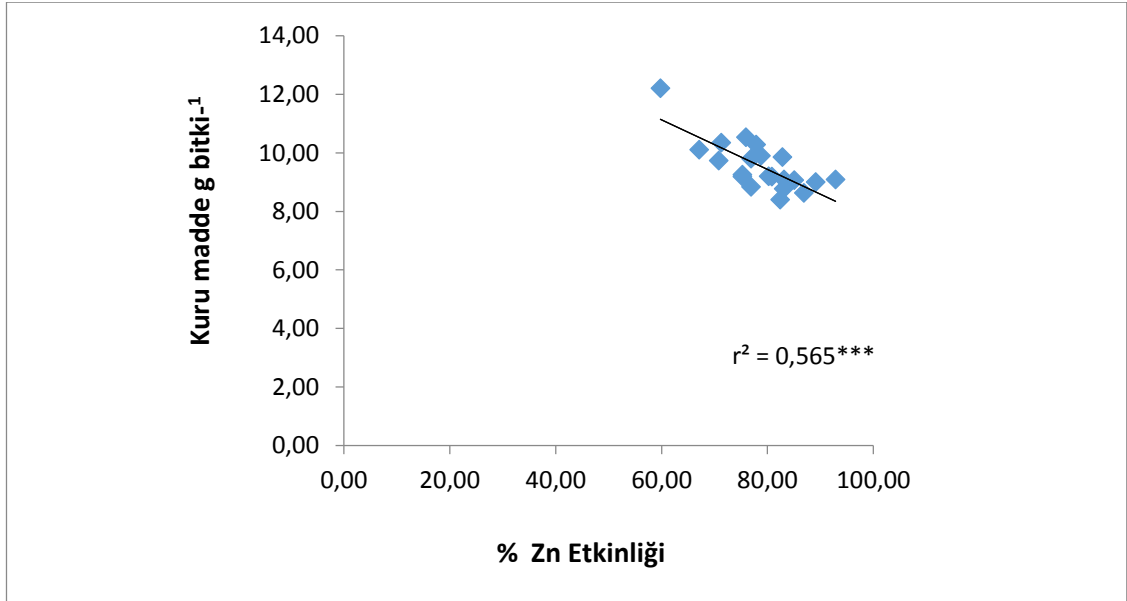
LSD(Genotip): 0.85. *** istatistiksel olarak $P<0.001$ düzeyinde önemlidir.

LSD(Doz): 0.26. *** istatistiksel olarak $P<0.001$ düzeyinde önemlidir.

LSD(GenotipxDoz): 1.21. *** istatistiksel olarak $P<0.001$ düzeyinde önemlidir.



Şekil 4. 5. Sera Koşullarında düşük ($Zn_0=0$ mg Zn kg^{-1} toprak) ve yüksek ($Zn_8=8$ mg Zn kg^{-1} toprak) Zn uygulamaları altında 61 gün süreyle yetiştirilen 21 farklı mısır genotipinin gövde kuru madde verimi ($g\ bitki^{-1}$)



Şekil 4. 6. Sera Koşullarında düşük ($Zn_0=0$ mg Zn kg^{-1} toprak) ve yüksek ($Zn_8=8$ mg Zn kg^{-1} toprak) Zn uygulamaları altında 61 gün süreyle yetiştirilen 21 farklı mısır genotipinin gövde kuru madde verimi ile çinko etkinliği arasındaki ilişki

4.2. Yerel Mısır Genotiplerinin Çinko (Zn) Konsantrasyonu ve İçeriği

Sera koşullarında 61 gün süreyle yetiştirilen 21 farklı yerel mısır genotiplerinin, 4 farklı çinko (0, 0.5, 2.0 ve 8.0 mg Zn kg⁻¹) dozu uygulamaları altında ortalama gövde Zn konsantrasyonları Çizelge 4.4 ve Şekil 4.7’de verilmiştir. Yerel 21 mısır genotipinin gövde Zn konsantrasyonu ele alınarak yapılan istatistiksel analiz sonucuna göre genotip, doz ve genotip ile doz etkileşimi önemli (P<0.001) bulunmuştur. Artan dozlarda Zn uygulamalarıyla genotiplerin de Zn konsantrasyonlarının arttığı saptanmıştır. Düşük Zn (0 mg Zn kg⁻¹) uygulaması sonucunda genotiplerin gövde Zn konsantrasyonu bakımından geniş bir varyasyon gösterdiği belirlenmiştir. Düşük Zn doz uygulaması sonucunda en düşük Zn konsantrasyonu 13 mg kg⁻¹ olarak 12 nolu genotipte iken en yüksek Zn konsantrasyonu 27.9 mg kg⁻¹ ile 18 nolu genotipte bulunmuştur (Çizelge 4.4.). Yerel mısır genotiplerinin Zn konsantrasyonlarının farklı olması genotiplerin geniş bir varyasyona sahip olduğunu göstermektedir. Özellikle Zn etkinlik çalışmalarında çeşitlerin ve genotiplerin farklı konsantrasyona sahip olmaları beklenmektedir. Çakmak ve ark., (1999b) tarafından yapılan araştırmada, çeşitlerin Zn konsantrasyonu açısından geniş bir varyasyonun olması gerektiğini ve Zn etkinliği yüksek ile düşük çeşitlerin aşağı yukarı aynı düzeyde Zn’ya sahip olduklarını bildirmiştir. Bu durumu, genelde Zn etkin çeşitlerin büyüme ortamında daha fazla alım kapasitesine sahip olmalarıyla açıklamıştır.

Artan Zn uygulamasıyla 21 mısır genotipinin Zn konsantrasyonunun arttığı bulunmuştur. En düşük Zn konsantrasyonu kontrol dozunda 13.2 mg kg⁻¹ iken en yüksek Zn konsantrasyonu yüksek Zn (8.0 mg Zn kg⁻¹) doz uygulamasında 52.0 mg kg⁻¹ olarak elde edilmiştir (Şekil 4.7.). Artan dozda Zn uygulamasıyla gövde Zn konsantrasyonları istatistiksel olarak incelendiğinde genotip ve dozlar bakımından (P<0.001) önemli olduğu saptanmıştır. Çinko uygulanmayan kontrol uygulamasında ortalama gövde Zn konsantrasyonu 20.7 mg kg⁻¹ iken artan dozlarda (0.5, 2.0 ve 8.0 mg Zn kg⁻¹) sırasıyla 24.2, 33.0 ve 42.1 mg kg⁻¹ düzeyinde olduğu bulunmuştur (Çizelge 4.4.). Araştırmada kullanılan 21 farklı mısır genotipinin gövde aksamında Zn konsantrasyonu bakımından bitkiler arasında önemli farklılıklar olduğu belirlenmiştir. Bu farklılıkların Zn alınımı ve Zn kullanım etkinliği açısından önemli olduğu bilinmektedir. Bitki türleri ve hatta aynı türün genotipleri arasında Zn biriktirme yönünden önemli farklılıklar olduğu daha önce yapılan birçok çalışmada ortaya

konmuştur (Torun, 1997; Çakmak ve ark., 1999; Wanga ve ark., 2012; Puga ve ark., 2013; Manzeke ve ark. 2014). Konu ile ilgili yapılan çalışmalarda Zn gübrelemesinin mısır bitkisinde Zn konsantrasyonunu arttırdığı görülmüştür.

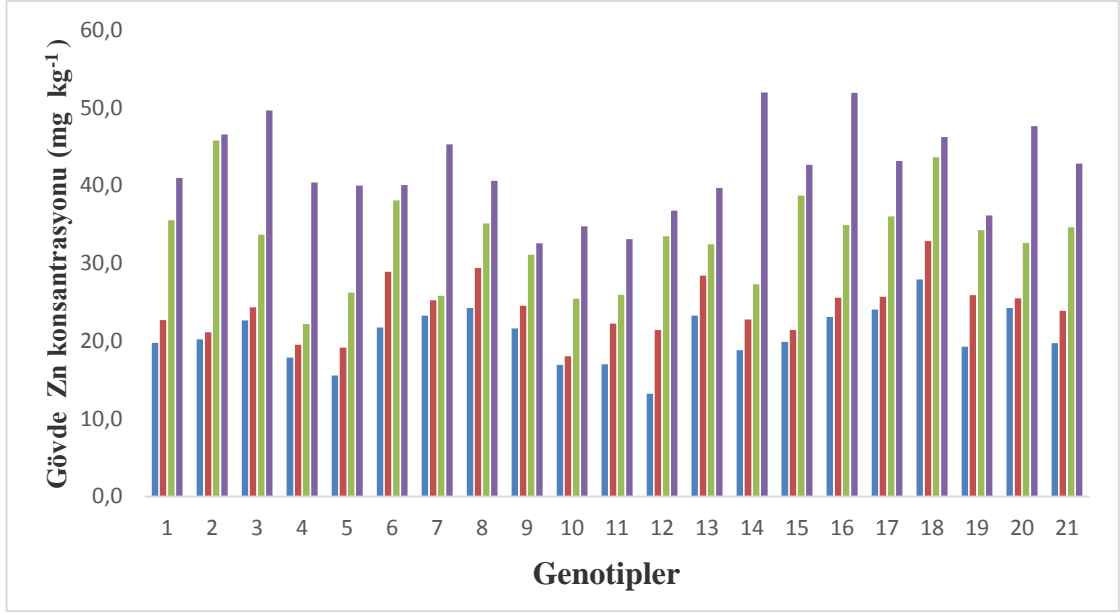
Çizelge 4. 4. Farklı Zn uygulamaları ($Zn_0= 0 \text{ mg Zn kg}^{-1}$, $Zn_{0.5}= 0.5 \text{ mg Zn kg}^{-1}$, $Zn_2= 2 \text{ mg Zn kg}^{-1}$, $Zn_8= 8 \text{ mg Zn kg}^{-1}$ toprak), altında 61 gün boyunca sera koşullarında yetiştirilen 21 farklı mısır genotipinin gövde Zn konsantrasyonu

Zn Dozları (mg Zn kg ⁻¹)	Zn 0		Zn 0.5		Zn 2		Zn 8		Ortalama	
Genotiplermg kg ⁻¹									
1	19.8	e-j	22.7	A-h	35.5	I-Q	41.0	D-I	29.7	E-G
2	20.2	d-j	21.1	c-i	45.8	B-E	46.6	A-C	33.4	B-C
3	22.7	A-h	24.4	X-f	33.7	N-T	49.7	A-B	32.6	B-D
4	17.9	h-k	19.5	f-j	22.2	b-i	40.4	E-K	25.0	I-J
5	15.6	j-k	19.1	f-j	26.3	W-c	40.0	F-L	25.2	I-J
6	21.7	c-i	28.9	S-Y	38.1	H-O	40.1	F-L	32.2	B-E
7	23.3	Z-h	25.2	X-e	25.8	w-c	45.3	B-F	29.9	D-G
8	24.3	X-g	29.4	R-X	35.1	J-Q	40.6	E-J	32.3	B-E
9	21.6	c-i	24.6	X-f	31.1	Q-W	32.6	P-V	27.5	G-I
10	16.9	ı-k	18.0	h-k	25.4	X-d	34.8	L-R	23.8	J
11	17.0	ı-k	22.2	b-i	25.9	W-c	33.1	O-U	24.6	J
12	13.2	k	21.4	c-i	33.5	N-T	36.8	I-P	26.2	H-J
13	23.3	Z-h	28.4	T-Z	32.5	P-V	39.7	G-M	31.0	C-F
14	18.8	g-j	22.8	A-h	27.3	V-b	52.0	A	30.2	D-F
15	19.9	e-j	21.4	c-i	38.7	G-N	42.7	C-H	30.7	D-F
16	23.1	Z-h	25.6	X-d	34.9	K-Q	51.9	A	33.9	B
17	24.0	X-g	25.7	w-d	36.0	I-Q	43.2	C-H	32.2	B-E
18	27.9	U-a	32.9	O-U	43.7	C-G	46.3	B-D	37.7	A
19	19.3	f-j	25.9	w-c	34.3	M-S	36.1	I-Q	28.9	F-H
20	24.3	X-g	25.5	X-d	32.6	O-V	47.7	A-C	32.5	B-D
21	19.7	f-j	23.9	Y-g	34.6	L-R	42.9	C-H	30.3	D-F
Ortalama	20.7	D	24.2	C	33.0	B	42.1	A		
F Değeri										
Genotip	***									
Doz	***									
GenotipxDoz	***									

LSD(Genotip):2.74,*** istatistiksel olarak $P<0.001$ düzeyinde önemlidir.

LSD(Doz): 1.19, *** istatistiksel olarak $P<0.001$ düzeyinde önemlidir.

LSD(GenotipxDoz): 5.48, *** istatistiksel olarak $P<0.001$ düzeyinde önemlidir.



Şekil 4. 7. Farklı Zn uygulamaları ($Zn_0=0$ mg Zn kg^{-1} , $Zn_{0.5}=0.5$ mg Zn kg^{-1} , $Zn_2=2$ mg Zn kg^{-1} , $Zn_8=8$ mg Zn kg^{-1} toprak), altında 61 gün boyunca sera koşullarında yetiştirilen 21 farklı mısır genotipinin gövde Zn konsantrasyonu



Şekil 4. 8. Farklı Zn uygulamaları ($Zn_0=0$ mg Zn kg^{-1} , $Zn_{0.5}=0.5$ mg Zn kg^{-1} , $Zn_2=2$ mg Zn kg^{-1} , $Zn_8=8$ mg Zn kg^{-1} toprak), altında 61 gün boyunca sera koşullarında yetiştirilen 14 nolu genotipin görünümü

Düşük Zn uygulamasının neden olduğu gövde büyümesindeki azalma sonucunda, mısır genotiplerinin gövdedeki toplam Zn miktarı da (Zn içeriği) azalmıştır. Artan Zn uygulamasıyla gövde kuru madde verimindeki artışa bağlı olarak Zn içeriklerinin de arttığı bulunmuştur (Çizelge 4.5). En yüksek Zn içeriği 14 nolu genotipde 537 mg bitki⁻¹ iken en düşük Zn içeriği 105 mg bitki⁻¹ ile 12 nolu genotipde elde edilmiştir (Çizelge 4.5.). 21 yerel mısır genotiplerinin toplam Zn miktarları (Zn içerikleri) arasında geniş bir varyasyonun olduğu saptanmıştır (Şekil 4.9.). Mısır çeşitlerinde ve genotiplerinde konu ile ilgili yapılan çalışmalarda Zn gübrelemesinin mısır bitkisinde hem gövdede hem de tanesinde Zn içeriğini arttırdığı bildirilmiştir (Rastija, 2011; Puga ve ark., 2013; Maril ve ark., 2015).

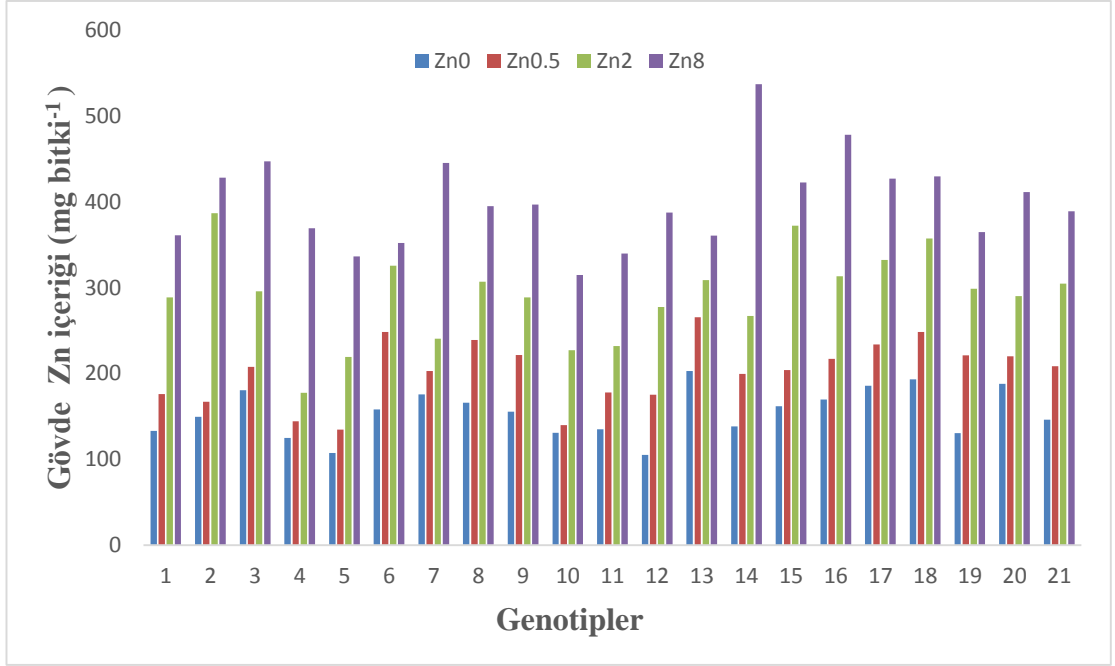
Çizelge 4. 5. Farklı Zn uygulamaları ($Zn_0=0$ mg Zn kg^{-1} , $Zn_{0.5}=0.5$ mg Zn kg^{-1} , $Zn_2=2$ mg Zn kg^{-1} , $Zn_8= 8$ mg Zn kg^{-1} toprak), altında 61 gün boyunca sera koşullarında yetiştirilen 21 farklı mısır genotipinin gövde Zn içeriği

Zn Dozları (mg Zn kg^{-1})	Zn 0		Zn 0.5		Zn 2		Zn 8		Ortalama	
Genotipler	-----mg bitki ⁻¹ -----									
1	133	k-m	176	b-l	289	O-U	361	G-M	240	F-H
2	149	g-m	167	d-l	387	E-I	428	B-E	283	A-D
3	181	a-l	208	X-f	296	N-S	447	B-C	283	A-D
4	125	l-m	144	ı-m	177	a-l	369	F-K	204	I
5	108	m	135	k-m	219	W-e	336	I-O	199	I
6	158	f-m	248	R-Y	326	J-P	352	H-N	271	B-E
7	176	b-l	203	y-H	241	S-Z	446	B-D	266	B-F
8	166	d-l	239	S-Z	307	M-Q	395	C-H	277	B-E
9	156	f-m	222	V-d	289	O-U	397	C-H	266	C-F
10	131	k-m	140	j-m	227	V-c	315	J-Q	203	I
11	135	k-m	178	a-l	232	U-b	340	H-O	221	H-I
12	105	m	175	b-l	277	P-V	387	E-I	236	G-H
13	203	Y-h	265	Q-X	309	L-Q	361	G-M	284	A-D
14	138	j-m	199	Y-ı	267	Q-W	537	A	286	A-D
15	162	e-m	204	Y-g	372	E-J	423	B-F	290	A-D
16	170	c-l	217	W-e	313	K-Q	478	B	294	A-C
17	186	Z-k	234	T-a	332	I-P	427	B-F	295	A-B
18	193	Y-j	249	R-Y	358	G-M	430	B-E	307	A
19	130	k-m	221	V-d	299	N-R	365	G-L	254	E-G
20	188	Z-k	220	V-d	290	O-T	412	C-G	277	B-E
21	146	h-m	209	X-f	305	M-R	389	D-I	262	D-G
Ortalama	154	D	203	C	291	B	400	A		
F Değeri										
Genotip	***									
Doz	***									
GenotipxDoz	***									

LSD(Genotip): 28.96, *** istatistiksel olarak $P<0.001$ düzeyinde önemlidir.

LSD(Doz):12.61, *** istatistiksel olarak $P<0.001$ düzeyinde önemlidir.

LSD(GenotipxDoz): 57.81, *** istatistiksel olarak $P<0.001$ düzeyinde önemlidir.



Şekil 4. 9. Farklı Zn uygulamaları ($Zn_0=0$ mg Zn kg^{-1} , $Zn_{0.5}=0.5$ mg Zn kg^{-1} , $Zn_2=2$ mg Zn kg^{-1} , $Zn_8=8$ mg Zn kg^{-1} toprak), altında 61 gün boyunca sera koşullarında yetiştirilen 21 farklı mısır genotipinin gövde Zn içeriği

4.2.1 Düşük ve Yüksek Çinko (Zn)'li Koşullarda Gövde Zn Konsantrasyonu ve İçeriği

Mısır genotiplerinin etkinlik belirlenmesinde artan Zn uygulamaları arasında istatistiksel olarak en uygun dozların; düşük Zn (0 mg Zn kg^{-1}) ve yüksek Zn (8.0 mg Zn kg^{-1}) dozları olduğu belirlenmiştir. Mısır genotipleri arasında düşük dozda gövde Zn konsantrasyonu 14 nolu genotipte en düşük 18.8 mg kg^{-1} iken en yüksek 51.9 mg kg^{-1} olarak bulunmuştur (Çizelge 4.6. ve Şekil 4.12.). Mısır genotipleri içersinde düşük Zn uygulamasının ortalama Zn konsantrasyonu 20.7 mg kg^{-1} olmasına karşın yüksek doz uygulamasında ortalama olarak 42.1 mg kg^{-1} olduğu saptanmıştır. Genotiplerin Zn uygulamasına veriş oldukları tepkiler içersinde geniş bir varyasyonun olması verim üzerine doğrudan etkili olmaktadır. Çinko eksikliği durumunda bitkiler fizyolojik olarak etkilendiği ve büyüme geriliği gösterdiği açıklanmıştır (Welch ve ark., 1982; Brown, 1993; Marschner, 1995; Torun, 1997; Ekiz ve ark., 1998; Çakmak, 2000; Alloway, 2008). Çinko, bitkiler için en yaygın mikroelement noksanlığı olarak bilinmektedir. Özellikle tahıllar grubunun Zn noksanlığına karşı çok duyarlı oldukları ve eksikliğinde bitkilerde ciddi verim düşüşleri gerçekleşmektedir. Literatür bilgilerinde özellikle tahıllar üzerine çok sayıda araştırmaya yapılmıştır. Mısır bitkisinde

artan dozlarda Zn uygulaması sonucunda gövde ve yeşil aksamda Zn konsantrasyonun arttığı ve bunun sonucunda da verim artışların olduğu görülmüştür. (Singh ve ark, 2005; Hajibolat ve ark, 2006; Xu ve ark, 2013; Mari ve ark, 2015). Gövde Zn konsantrasyonu ve etkin genotipler arasında ilişki incelendiğinde etkinlik oranı arttıkça Zn konsantrasyonunun da arttığı bulunmuştur (Şekil 4.11.) Özellikle genotiplerin düşük Zn koşullarında diğer genotiplere göre daha fazla Zn kaldırdığı saptanmıştır.

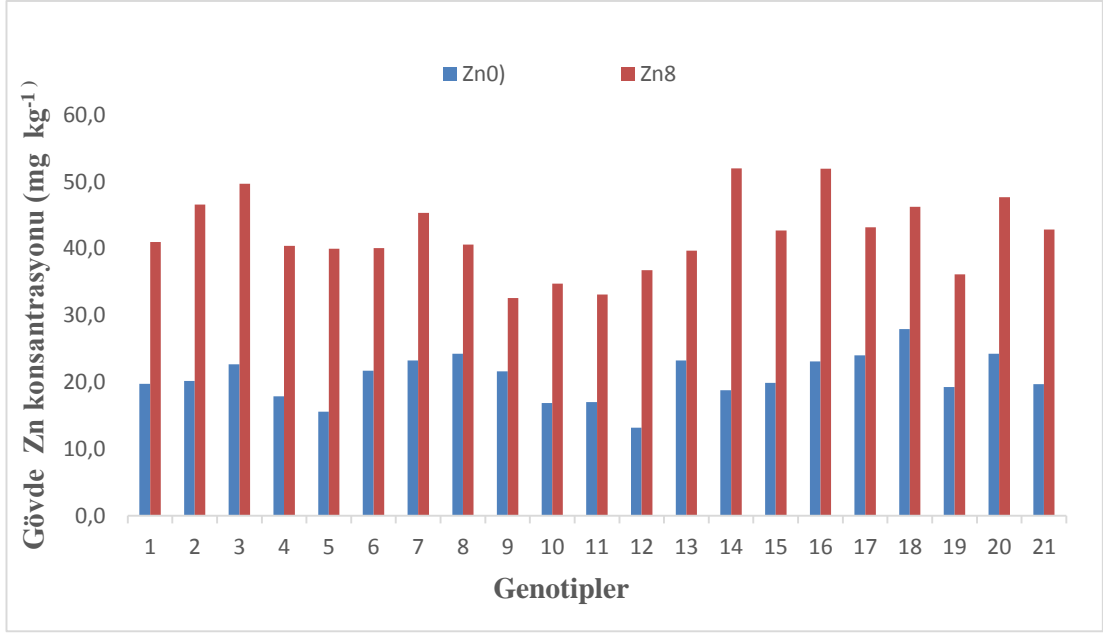
Çizelge 4. 6. Sera Koşullarında düşük ($Zn_0= 0$ mg Zn kg^{-1} toprak) ve yeterli ($Zn_8= 8$ mg Zn kg^{-1} toprak) Zn uygulamaları ile 61 gün süreyle yetiştirilen 21 farklı mısır genotipinin gövde kuru madde Zn konsantrasyonu

Zn Dozları (mg Zn kg^{-1})	Zn 0		Zn 8		Ortalama
Genotipler	----- mg kg^{-1} -----				
1	19.8	K-P	41.0	E-G	30.4 E-H
2	20.2	K-P	46.6	B-D	33.4 B-E
3	22.7	K-N	49.7	A-B	36.2 A-B
4	17.9	N-Q	40.4	F-G	29.1 F-I
5	15.6	P-Q	40.0	F-G	27.8 G-J
6	21.7	K-O	40.1	F-G	30.9 D-G
7	23.3	J-M	45.3	B-E	34.3 A-D
8	24.3	J-K	40.6	E-G	32.4 C-F
9	21.6	K-O	32.6	H-I	27.1 H-J
10	16.9	O-Q	34.8	H	25.8 I-J
11	17.0	O-Q	33.1	H	25.1 J
12	13.2	Q	36.8	G-H	25.0 J
13	23.3	J-M	39.7	F-G	31.5 D-F
14	18.8	M-P	52.0	A	35.4 A-C
15	19.9	K-P	42.7	D-F	31.3 D-F
16	23.1	J-M	51.9	A	37.5 A
17	24.0	J-L	43.2	C-F	33.6 B-E
18	27.9	I-J	46.3	B-D	37.1 A
19	19.3	L-P	36.1	G-H	27.7 G-J
20	24.3	J-K	47.7	A-C	36.0 A-B
21	19.7	K-P	42.9	C-F	31.3 D-F
Ortalama	20.7	B	42.1	A	
F Değeri					
Genotip		***			
Doz		***			
GenotipxDoz		***			

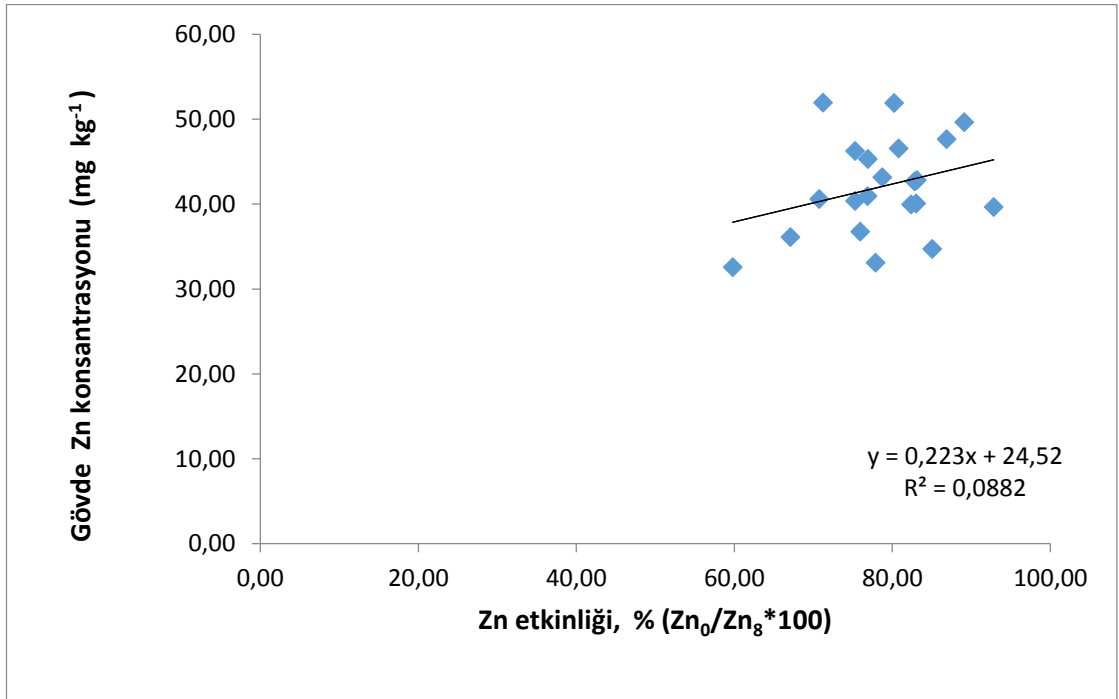
LSD(Genotip): 3.47, *** istatistiksel olarak $P<0.001$ düzeyinde önemlidir.

LSD(Doz): 1.07, *** istatistiksel olarak $P<0.001$ düzeyinde önemlidir.

LSD(GenotipxDoz): 4.91, *** istatistiksel olarak $P<0.001$ düzeyinde önemlidir.



Şekil 4. 10. Sera Koşullarında düşük ($Zn_0 = 0 \text{ mg Zn kg}^{-1}$ toprak) ve yeterli ($Zn_8 = 8 \text{ mg Zn kg}^{-1}$ toprak) Zn uygulamaları ile 61 gün süreyle yetiştirilen 21 farklı mısır genotipinin gövde kuru madde Zn konsantrasyonu



Şekil 4. 11. Sera Koşullarında düşük ($Zn_0 = 0 \text{ mg Zn kg}^{-1}$ toprak) ve yüksek ($Zn_8 = 8 \text{ mg Zn kg}^{-1}$ toprak) Zn uygulamaları altında 61 gün süreyle yetiştirilen 21 farklı mısır genotipinin gövde çinko konsantrasyonu ile çinko etkinliği arasındaki ilişki



Şekil 4. 12. Sera Koşullarında düşük ($Zn_0= 0 \text{ mg Zn kg}^{-1}$ toprak) ve yüksek ($Zn_8= 8 \text{ mg Zn kg}^{-1}$ toprak) Zn uygulamaları altında 61 gün süreyle yetiştirilen 14 nolu genotipin etkinlik görünümü.

Düşük Zn ve yüksek Zn koşullarında 21 yerel mısır genotipinin ortamdaki kaldırdıkları bitki başına toplam Zn miktarları arasında da farklılıklar bulunmaktadır. Araştırma sonuçları incelendiğinde (Çizelge 4.7.) genotip ve doz etkileşimi arasında istatistiksel olarak önemli ($P<0.001$) farklılıklar olduğu belirlenmiştir. Hem düşük Zn hem de yüksek Zn’li koşullarda genotiplerin büyümedeki gelişmeye bağlı olarak Zn içeriklerinin de arttığı saptanmıştır. Düşük Zn’li koşullarda genotiplerin ortalama Zn içerikleri $154 \text{ mg bitki}^{-1}$ iken yüksek Zn’li koşullarda ortalama $400 \text{ mg bitki}^{-1}$ olduğu bulunmuştur (Çizelge 4.7.). Bu tez çalışmasında etkin genotip olarak bulunan 3, 10, 13 ve 20 nolu genotiplerin ortamdaki daha az Zn alarak kaldırdıkları toplam Zn miktarları (Zn içerikleri) en yüksek miktardaki Zn miktarına yakın olduğu bulunmuştur (Şekil 4.13.). Etkin genotipler ile Zn içerikleri arasında $r^2=0.0218$ bir korelasyonun olduğunda ancak istatistiksel olarak önemli olmadığı belirlenmiştir (Şekil 4.14.).

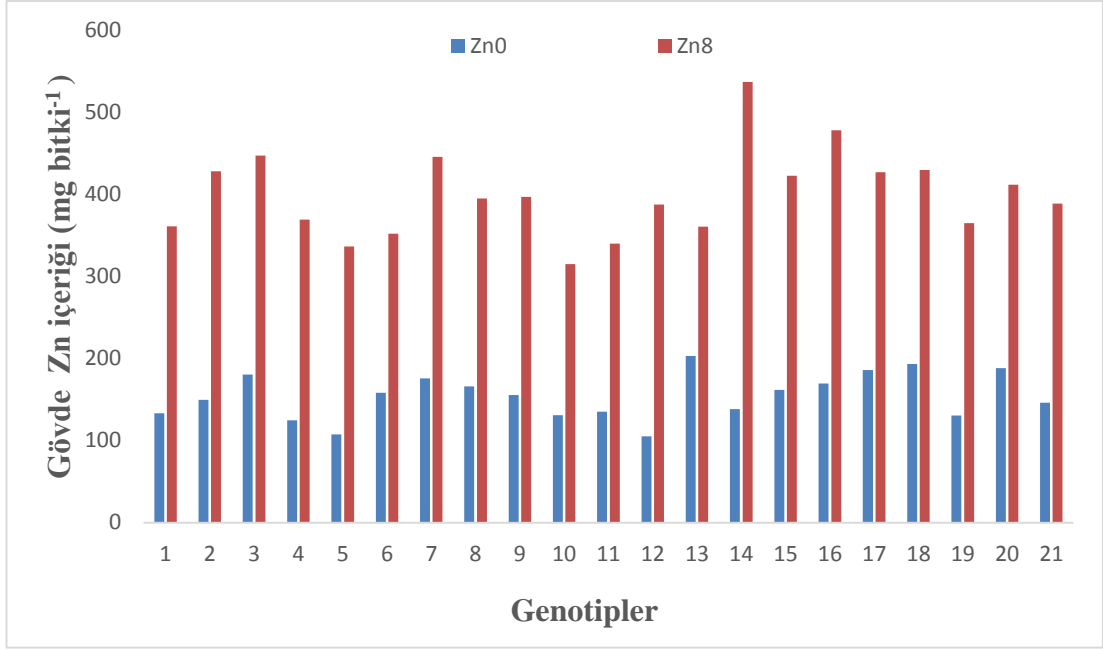
Çizelge 4. 7. Sera Koşullarında düşük ($Zn_0= 0$ mg Zn kg^{-1} toprak) ve yeterli ($Zn_8= 8$ mg Zn kg^{-1} toprak) Zn uygulamaları ile 61 gün süreyle yetiştirilen 21 farklı mısır genotipinin gövde kuru madde Zn içeriği

Zn Dozları(mg Zn kg^{-1})	Zn 0		Zn 8		Ortalama
Genotiplermg bitki ⁻¹				
1	133	M-P	361	G-J	247 F-H
2	149	K-P	428	B-E	289 B-E
3	181	K-O	447	B-C	314 A-C
4	125	O-P	369	F-J	247 F-H
5	108	P	336	I-J	222 H
6	158	K-P	352	H-J	255 E-H
7	176	K-O	446	B-D	311 A-C
8	166	K-O	395	C-H	280 C-F
9	156	K-P	397	C-H	276 C-G
10	131	N-P	315	J	223 H
11	135	M-P	340	H-J	237 G-H
12	105	P	387	E-I	246 F-H
13	203	K	361	G-J	282 C-F
14	138	L-P	537	A	338 A
15	162	K-P	423	B-F	292 B-E
16	170	K-O	478	B	324 A-B
17	186	K-N	427	B-E	306 A-D
18	193	K-L	430	B-E	312 A-C
19	130	N-P	365	G-J	248 F-H
20	188	K-M	412	C-G	300 A-D
21	146	K-P	389	D-I	268 D-G
Ortalama	154	B	400	A	
F Değeri					
Genotip	***				
Doz	***				
GenotipxDoz	***				

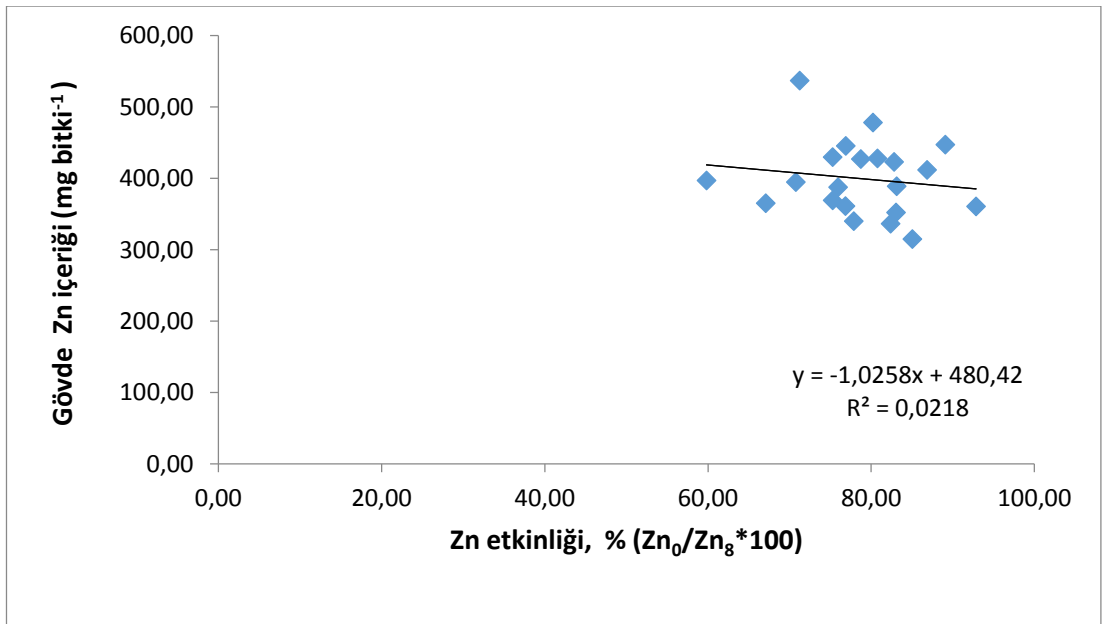
LSD(Genotip): 40.36, *** istatistiksel olarak $P<0.001$ düzeyinde önemlidir.

LSD(Doz): 12.45, *** istatistiksel olarak $P<0.001$ düzeyinde önemlidir.

LSD(GenotipxDoz): 57.08, *** istatistiksel olarak $P<0.001$ düzeyinde önemlidir.



Şekil 4. 13. Sera Koşullarında düşük ($Zn_0 = 0 \text{ mg Zn kg}^{-1}$ toprak) ve yeterli ($Zn_8 = 8 \text{ mg Zn kg}^{-1}$ toprak) Zn uygulamaları ile 61 gün süreyle yetiştirilen 21 farklı mısır genotipinin gövde kuru madde Zn içeriği



Şekil 4. 14. Sera Koşullarında düşük ($Zn_0 = 0 \text{ mg Zn kg}^{-1}$ toprak) ve yüksek ($Zn_8 = 8 \text{ mg Zn kg}^{-1}$ toprak) Zn uygulamaları altında 61 gün süreyle yetiştirilen 21 farklı mısır genotipinin gövde çinko içeriği ile çinko etkinliği arasındaki ilişki

5. SONUÇ ve ÖNERİLER

Yerel Mısır Genotiplerinin Çinko Etkinliğinin Belirlenmesi amacıyla yürütülen tez çalışmasında önemli sonuçlar elde edilmiştir. Buna göre;

Çinko eksikliğinde, mısır genotiplerinin gövde gelişimleri olumsuz etkilenmiştir. Çinko noksanlığında mısır genotipleri arasında noksanlık belirtilerinin ortaya çıkış zamanı ve şiddeti birbirlerinden farklı olmaktadır. Bu tez çalışmasından elde edilen bulgulara göre, özellikle yetersiz çinko koşullarında yetiştirilen mısır genotiplerine çinko uygulanması ile birlikte bitkilerin gövde kuru madde verimleri, çinko konsantrasyonları ve topraktan kaldırdıkları çinko miktarında önemli oranda artış olduğu bulunmuştur. Çinko uygulanmadığı kontrol koşullarında özellikle bitkilerin kuru madde, gövde Zn konsantrasyonu ve kaldırılan toplam Zn miktarı, artan dozlarda çinko uygulamalarıyla söz konusu parametrelerin de arttığı belirlenmiştir. Tez çalışmasında incelenen parametreler dikkate alındığında, genotip, doz ve genotip ile doz etkileşimi arasında istatistiksel olarak önemli ($P < 0.001$) farklılıklar olduğu belirlenmiştir.

Deneme sonuçlarına göre artan dozlarda çinko uygulamaları incelenen tüm parametreleri pozitif yönde etkilemiştir. Bu sonuçlara göre, mısır bitkisinin gelişimi üzerine Zn mutlak gerekli bir besin elementidir.

Araştırmaya konu olan 21 yerel mısır genotipinde; bitkiler tarafından kaldırılan Zn ve oransal kuru madde miktarı esas alınarak yapılan % Zn kullanım etkinliklerine göre 3, 10, 13 ve 20 nolu genotipler etkin olarak belirlenmesine karşılık diğer genotipler ise etkin olmayan genotip olarak sınıflandırılmıştır. Yerel mısır genotiplerinden elde edilen Zn etkin genotiplerle benzer çalışmaların tarla koşullarında da test edilmesi ve denemelerin tane oluşumuna kadar devam ettirilmesi önerilir. Ayrıca, tanede Zn birikiminin de hangi düzeyde olacağını bilmesinin de yararlı olacaktır.

Araştırma sonuçları değerlendirildiğinde, bitkilerde etkinlik mekanizmalarının daha detaylı bir şekilde araştırılarak yerel popülasyonlarda ki bitki türleri ve hatta aynı türün genotipleri arasındaki farklılıkların ortaya konulması genetik kaynakların değerlendirilmesi açısından oldukça önemlidir. Yerel popülasyonlarda; bitkisel parametreler ve besin elementi kullanımıyla diğer özellikler açısından farklılıklar bulunmaktadır.

Çinko kullanımı açısından elde edilen etkin genotiplerin kaybolmadan toplanıp, tanımlanması ve bunların bitki ıslah programlarında aktif olarak kullanılmaları büyük önem taşımaktadır.

Bu tez çalışması, kullanılan yerel mısıır genotiplerinin Zn kullanım etkinlikleri arasında önemli farklılıklar olduğunu ortaya koymaktadır. Bu tür çalışmaların, özellikle Zn eksikliği bulunan bölgelerde veya tarla koşullarında çinko kullanım etkinliklerinin belirlenmesi gereklidir. Bu çalışmaların ışığında Zn eksikliği koşullarında mısıırda verim ve kaliteyi düşürmeksizin Zn'lu gübrelerin kullanımının azaltılması veya hiç gübre kullanmadan işgücü, zaman ve masrafların nlenmesine katkı sağlayacaktır. Çinko noksanlığına dayanıklı mısıır genotiplerinin seçimi için ıslahılarla birlikte yapılacak denemelerde Zn noksanlığına dayanıklılıkta önemli olan genetik karakterler belirlenebilir.

6. KAYNAKLAR

- Alloway, B. J., 2008. Zinc in soils and crop nutrition. IZA Publications, International Zinc Assoc.: Brussels.
- Alloway, B.J., 2004. Zinc in soils and crop nutrition. International Zinc Association Communications. IZA Publications, Brussels.
- Barak, P. and P.A. Helmke., 1993. The chemistry of zinc. Chap 1 in Robson, A.D. (ed.) Zinc in Soils and Plants, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht. pp 90-106.
- Barber, S.A., 1995. Soil Nutrient Bioavailability, 2nd edn. New York, USA: John Wiley & Sons, Inc.
- Barrow, N.J., 1993. Mechanisms of reaction of zinc with soil and soil components. Chap 2 in Robson, A.D. (ed) Zinc in Soils and Plants, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht. pp 15-32.
- Bouyoucou, G. L., 1951. A recalibration of hydrometer method for making mechanical analysis of soils. Agronomy Journal. (43):434-438.
- Brown, P.H. 2008, micronutrient use in agriculture in the united states of america: current practices, trends and constraints. Chap. 11, In Alloway, B.J. (ed.) Micronutrient Deficiencies in Global Crop Production, Springer, Dordrecht, pp 267-286.
- Brown, P.H., Çakmak, I. and Zhang, Q., 1993. Form and function of zinc in plants. Chap 7 in Robson, A.D. (ed) Zinc in Soils and Plants, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht. pp 90-106.
- Chaab, A., Savaghebi, G.R., Motesharezadeh, B., 2011. Differences in the zinc efficiency among and within maize cultivars in a calcareous soil. Asian Journal of Agricultural Sciences 3(1): 26-31.
- Chen, J., Xu, L., Cai, Y., Xu, J., 2009. Identification of qtls for phosphorus utilization efficiency in maize (*zea mays* l.) across p levels. Euphytica 167:245–252.
- Çaglar, K.Ö., 1949. Toprak Su Koruma Mühendisliği. Çukurova Univ. Zir. Fak. Yayın No: 108, Ada.
- Çakmak I. 2000. Possible roles of zinc in protecting plant cells from damage by reactive oxygen species. New Phytologist. 146, 185-205.
- Çakmak, I., 2008. Enrichment of cereal grains with zinc: Agronomic or genetic biofortification? Plant and Soil, 302: 1-17.
- Çakmak, I., Atlı, M., Kaya, R., Evliya, H., Ve Marschner, H., 1995. Association of high light and zinc deficiency in cold induced leaf chlorosis in grapefruit and mandarin trees. J. Plant Physiol., 146: 355-360.
- Çakmak, I., Gulut, K.Y., Marschner, H. and Graham, R.D., 1994. Effect of zinc and iron deficiency on phytosiderophore release in wheat genotype differing in zinc efficiency. J. Plant Nutr., 17: 1-17.

- Çakmak, I., Kalayci, M., Ekiz, H., Braun, H. J. & Yılmaz A. 1999a. Zinc deficiency as a practical problem in plant and human nutrition in Turkey: A NATO-Science for Stability Project. *Field Crops Research*, 60, 175-188.
- Çakmak, İ., Kalayci, M., Ekiz, H., Braun, H., and Yılmaz, A., 1999. Zinc deficiency as an actual problem in plant and human nutrition in Turkey: A NATO-Science for Stability Project. *Field Crop. Res.*, 60: 175-188.
- Çakmak, İ., Tolay, I., Ozkan, H., Ozdemir, A., and Braun, H.J., 1999b. Variation in zinc efficiency among and within aegilops species. *Zeitschrift Für Pflanzenernaehrung and Bodenkunde*, 162, 257-262.
- Çakmak, İ., Torun, B., Erenoglu, B., Ozturk, L., Marschner, H., Kalayci, M., Ekiz, H., and Yılmaz A., 1998. Morphological and physiological differences in the response of cereals to zinc deficiency. *Euphytica*, 100: 349-357.
- Çakmak, İ., Yılmaz, A., Kalaycı, M., Ekiz, H., Torun, B., Erenoğlu, B., and Braun, H.J., 1996. Zinc deficiency as a critical problem in wheat production in central anatolia. *plant and soil*. 180: 165-172. *Phytologist*, 146, 185-205.
- Ekiz, H., Bağcı, S.A., Kırıl, S., Eker, S., Gultekin, I., Alkan, A. And Cakmak, I. 1998. effects of zinc fertilization of various cereals grown in zinc-deficient calcareous soils. *Journal of Plant Nutrition*, 21, 2245-2256.
- Erenoglu, B., Eker, S., Cakmak I., Derici R., and Romheld, V., 2000. Effect of iron and zinc deficiency on release of phytosiderophores by barley cultivars differing in zinc efficiency. *J. Plant Nutr.*, 23: 1645-1656.
- Erenoğlu, B., Çakmak, İ., Romheld, V., Derici, R., and Rengel, Z., 1999. Uptake of zinc by rye, bread wheat and durum wheat cultivars differing in zinc efficiency. *Plant and Soil*, 209: 245-252.
- Eyüpoğlu F, Kurucu N, ve Sanisa U., 1994. Status of plant available micronutrients in Turkish soils (in Turkish). Annual Report, Report No: R-118. Soil and Fertilizer Research Institute, Ankara, 1994; 25–32.
- Eyüpoğlu, F., Kurucu, N., and Talaz, S., 1995. Türkiye topraklarının bitkiye yararlı mikroelementler bakımından genel durumu. *Toprak Gübre Araştırma Ens. 620/A-002 Projesi Toplu Sonuç Raporu*.
- Fageria, N.K., 2001. Screening method of lowland rice genotypes for zinc uptake efficiency. *Sci. Agr.*, 58: 623-626.
- FAO, 2013. Food and Agriculture Organization of the United Nations. <http://faostat.fao.org>
- Gerloff, G. C., 1977. Plant Efficiencies in the Use of N, P and K'nın plant adaptation to mineral stress in problem soils. Ed. MJ. Wright, pp, 161-174, Cornell University Press, New York.
- Gondek, K., 2009. Zinc content in maize (*Zea Mays* L.) and soils fertilized with sewage sludge and sewage sludge mixed with peat. *Polish J. Of Environ.* Vol. 18, No:3, 359-368.
- Graham, R. D., 1984. Breeding for nutritional characteristics in cereals. *Adv. Plant Nutr.* 1, 57—102.

- Graham, R. D., Ascher, J. S., And Hynes, S. C., 1992. Selecting zinc efficiency cereal genotypes for soils of low zinc status. *Plant and Soil*. 146: 241-250.
- Graham, R.D. and Rengel, Z., 1993. Genotypic variation in zn uptake and utilization by plants. In: Robson, A.D. (Ed.), *Zinc in Soils and Plants*. Kluwer, Dordrecht, The Netherlands, pp: 107-114.
- Graham, R.D., and Welch, R.M., 1996. Breeding for stable-food crops with high micronutrient density: Working Papers on Agricultural Strategies for Micronutrients, No.3. International Institute, Washington D.C.
- Grewal, H.S., Graham, R.D., and Rengel Z., 1996. Genotypic variation in zinc efficiency and resistance to crown rot disease (*Fusarium Graminaearum* Schw. Group 1) in wheat. *Plant and Soil*, 186: 219-226.
- Grewal, H.S., Lu , Z. and Graham, R.D., 1997. Influence of subsoil zinc on dry matter production, seed yield and distribution of zinc in oil seed rape genotypes differing in zinc efficiency. *Plant and Soil*, 92: 181-189.
- Hajiboland, R. and S.Y. Salehi, 2006. Characterization of Zn efficiency in iranian rice genotypes I. Uptake efficieny. *Plant Physiol.*, 32: 191-206.
- İbrikci, H., Ulger A. C., Kormaz, K., Okdem, A., Buyuk, G., Amar, B., Konuskan, O., Karnez, E., Ozgenturk, G., Oguz, H. and Ryan, J., 2009. Genotypic responses of corn to phosphorus fertilizer rates in calcareous soils. *Communications in Soil Science & Plant Analysis*. (40):1418–1435.
- Johnson, W. J., and Schrenk, W. G. 1964. Nature of zinc containing substances in the alfalfa plant cell. *Agr. Food Chem*. 12.210-213.
- Kalayci, M., Torun, B., Eker, S., Aydin, M., . Ozturk L and Cakmak I., 1999. Grain yield, zinc efficiency and zinc concentration of wheat genotypes grown in a zinc-deficient calcareous soil in field and greenhouse. *Field Crops Res.*, 63: 87-98.
- Kiekens, L 1995. Zinc, in Alloway, B.J. (ed) *heavy metals in soils* (2nd edition). Blackie Academic and Professional, London, pp 284 – 305.
- Kovacevic V., Loncaric Z., Lackovic R. (1993): Response of the seed maize on fertilization (in Croatian). *Poljoprivredne Aktualnosti* 29 (1-2): 9-15.
- Lindsay, W.L. and Norvell, W.L. 1978. Development of a DTPA soil test for zinc, iron, manganese, copper. *Soil. Sci. Soc. Am.*, 42:421-428.
- Mai, W.X., Tian, X.H., Gale, W.J., Yang, X.W., LU, X.C., 2011. Tolerance to Zn deficiency and P-Zn interaction in wheat seedlings cultured in chelator-buffered solutions. *Journal of Arid Land* 3(3): 206-213.
- Manzeke, G. M., Mtambanengwe, F., Nezomba, H., Mapfumo, P., 2014. Zinc fertilization influence on maize productivity and grain nutritional quality under integrated soil fertility management in Zimbabwe. *Field Crops Research* (166): 128-136.
- Mari, G. F., Prado, R. M., Caione, G., Campos, C. N. S., 2015. Residual effect of zinc application doses and methods on nutrition and productivity of corn. *American Journal of Plant Sciences* (6): 298-305.

- Marschner, H., 1993. Zinc uptake from soils. Chap 5 in Robson, A.D. (ed.) Zinc in soil and plants. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, pp 48-78.
- Marschner, H., 1991. Root-induced changes in the availability of micronutrients in the rhizosphere. In Waisel, Y., A. Eshel, and K. Kafkafi (eds) Plant Roots. The Hidden Half, Marcel Dekker Inc. New York, pp 503-528.
- Marschner, H., 1995. Mineral nutrition of higher plants. Second Edition. Academic Press, New York, USA.
- Marschner, H., ve ÇAKMAK, I., 1989. High light intensity enhances chlorosis and necrosis in leaves of zinc-, potassium- and magnesium deficient bean (*Phaseolus Vulgaris*) plants. *Journal of Plant Physiology*.
- Martens, D.C. and Westermann, D.T., 1991. Fertilizer applications for correcting micronutrient deficiencies. In: J.J. Mortvedt, F.R. Cox, L.M. Shuman and R.M. Welch (Editors) *Micronutrients in Agriculture*. Second Edition. Soil Sci. Soc. Am., Madison, WI., pp. 549-592.
- Olsen, S. R., Watanable, F. S., 1957. A Method to determine a phosphorus adsorption maximum for soils as measured by the langmuir isotherm. *Soil. Sci. Soc. Amer. Proc.* (21): 144-149.
- Özkutlu, F., Korkmaz, K., Özenç, N., Aygün, A., Taşkın, B., Şahin, Ö., Burkan, O., Kahraman, M., 2015. Ordu ve Samsun yörelerinde fındığın bor beslenme durumunun incelenmesi ve toprak ve yapraktan yapılan bor gübrelemesinin verime etkisinin belirlenmesi. Ulusal Bor Enstitüsü Başkanlığı 2012.Ç0366 nolu proje sonuç raporu (yayınlanmamış).
- Özmen, M., 2013. Farklı arpa (*Hordeum Vulgare*) çeşitlerinin çinko alım etkinliklerinin belirlenmesi. Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tokat.
- Öztürk, L., Yazıcı, M.A., Yucel, C., Torun, A., Cekic, C., Bağcı, A., Ozkan, H., Braun, H., Sayers, Z., Cakmak, I., 2006. Concentration and localization of zinc during seed development and germination in wheat. *physiol. Plant.* 128, 144–152.
- Prat, P.F., 1965. Potassium pp: 1022-1030, Sodium pp: 1031-1034. *Methods of Soil Analysis. Part 2. Chemical and Mikrobiological Properties*. Ed. C.A. Black. Amer. Soc. Of agron. Inc. Pub. Agron. Series No:9.
- Preetha, P. S., and Stalin, P., 2014. Response of maize to soil applied zinc fertilizer under varying available zinc status of soil. *Indian Journal of Science and Technology* 7(7): 939-944.
- Puga, A. P., Prado, R.M., Fonseca, I.M., Vale, D.W., Avalhaes, C.C., 2013. Ways of applying zinc to maize plants growing in oxisol: Effects on the Soil, on Plant Nutrition and on Yield. *Idesia (Chile)* (31).
- Rastija, M., Kovacevic, V., Simic, D., Rastija, D., 2011. Zinc as a plant nutritional problem in the Eastern Croatia Soil. *Plant and Food Interactions*.
- Rengel, Z. 2001. Genotypic differences in micronutrient use efficiency in crops. *Communications in Soil And Plant Analysis*, 32, 1163-1186.

- Rengel, Z., and Graham, R., 1995. Importance of seed zinc content for wheat growth on zinc-deficient soils. I. Vegetative Growth. *Plant Soil*, 173: 259-266.
- Rengel, Z., 1993. Mechanistic simulation models of nutrient uptake: A review. *Plant Soil*, , 152, 161–173.
- Saygın, Ü.Ç., 2013. Farklı mısır çeşitlerinin (*Zea Mays L.*) çinko kullanım etkinliklerinin belirlenmesi. Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tokat.
- Sillanpaa, M., 1982. Micronutrient and the nutrient status of soils. A Global Study FAO Soils Bulletin, No:48., FAO, Rome, Italy.
- Sing, B., Natesan, S.K.A., Sing, B.K., USHA, K., 2005. Improving zinc efficiency of cereals under zinc deficiency. *Current Science*, Vol.88 No:1.
- Taşdan, K., Çetin, F., Güreler, B., 2011. Durum ve tahmin mısır 2011/2012. T.C. Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı Tarımsal Ekonomi ve Politikalar Geliştirme Enst. Yayın No: 193, Ankara.4.
- Torun, M.B., 1997. Değişik tahıl türlerinin ve buğday çeşitlerinin çinko eksikliğine karşı duyarlılığının araştırılması, Doktora tezi. Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.
- TÜİK., 2012. Türkiye İstatistik Kurumu verileri. www.tuik.gov.tr.
- U.S. Salinity Laboratory Staff, 1954. Diagnosis and improvement of saline and alkaline soils, USDA No: 6.
- USDA., 2012. Grain world markets and trade september , www.fas.usda.gov/report.asp.
- Wang, J., Mao, H., Zhao, H., Huang, D., Wang, Z., 2012. Different increases in maize and wheat grain zinc concentrations caused by soil and foliar applications of zinc in loess plateau, China. *Field Crops Research* (135): 89-96.
- Wang, Q.R., 2005. Screening chinese wheat germplasm for phosphorous efficiency in calcareous soils. *Journal of Plant Nutrition*, 28: 489-505.
- Welch, R.M, Webb M.J. and Loneragan, J.F., 1982. Zinc in membrane function and its role in phosphorus toxicity [Crops]. In *Plant Nutrition 1982: Proceedings of the Ninth International Plant Nutrition Colloquium*, Warwick University, England, August 22-27, 1982. Ed. A Scaife. pp 710-715.
- Welch, RM., Graham, RD., 1999. A new paradigm for world agriculture: Meeting Human Needs - Productive, Sustainable, Nutritious. *Field Crops Res.* 60: 1-10.
- White, J.G., and Zaoski, R.H., 1999. Mapping soil micronutrients. *Field Crops Research* 60, 11-26.
- Wiren, N.V., Mori,S., Marschne, H., and Romheld, V., 1994. Iron inefficiency in maize mutant YS1 (*Zea mays L. cv yellow-stripe*) is caused by a defect in uptake of iron phytosiderophores. *Plant Physiol.*, 106: 71-77.
- Xu, X.P., He, P., Pampolino, M.F., Chuan, L.M., Johnshon, A.M., Qiu, S.J., Zhao, S.C., Zhou, W., 2013. Nutrient requirements for maize in china based on QUEFTS analysis. *Field Crops Res.* 150, 115–125.

- Xu, X.P., Xu, X.P., He, P., Pampolino, M.F., Johnshon, A.M., Qiu, S.J., Zhao, S.C., Chuan, L.M., Zhou, W., 2014. Fertilizer recommendation for maize in china based on yield response and agronomic efficiency. *Field Crops Research* 157 (2014), 27–34.
- Yerokun, O. A., and Chirwa, M., 2014. Soil and foliar application of zinc to maize and wheat grown on a zambian alfisol. *African Journal of Agricultural Research* (11): 963-970.
- Yılmaz A, Gültekin İ., Ekiz, H., ve Çakmak, İ., 1997. Değişik şekillerde uygulanan çinkonun buğday bitkisinde verim ve çinkonun biyolojik yararlanılabilirliği üzerine etkisi. 1. Ulusal Çinko Kongresi. 12-16 Mayıs, Eskişehir s: 273-278.
- Yılmaz, A., Gültekin, İ., Ekiz, H., ve Çakmak, İ., 1997a. Tohumla uygulanan farklı konsantrasyonlardaki çinko sülfatın buğday verimine etkilerine belirlenmesi. I. Ulusal Çinko Kongresi 12-16 Mayıs 199.

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Özlem ETE
Doğum Yeri : Van
Doğum Tarihi : 01.05.1987
Yabancı Dili : İngilizce
E-mail : Ozlemete87@gmail.com
İletişim Bilgileri : Ordu Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü

Öğrenim Durumu :

Derece	Bölüm/ Program	Üniversite	Yıl
Lisans	Toprak Bölümü	Yüzüncü Yıl Üniversitesi	2012
Y. Lisans	Toprak Bölümü	Ordu Üniversitesi	2015

İş Deneyimi:

Görev	Görev Yeri	Yıl
Araştırma Görevlisi	Ordu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü	2013- 2015