

**ANKARA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

DOKTORA TEZİ

**ÇİNKO UYGULAMASININ NOHUT (*Cicer arietinum* L.)
ÇEŞİTLERİNİN TANE ÇİNKO İÇERİĞİNİN
ZENGİNLEŞTİRİLMESİ VE VERİM ÖGELERİNE ETKİSİ**

Meral AKALIN KOCA

TARLA BİTKİLERİ ANABİLİM DALI

**ANKARA
2019**

Her hakkı saklıdır

TEZ ONAYI

Meral AKALIN KOCA tarafından hazırlanan “Çinko Uygulamasının Nohut (*Cicer arietinum* L.) Çeşitlerinin Tane Çinko İçeriğinin Zenginleştirilmesi ve Verim Öğelerine Etkisi” adlı tez çalışması 01/03/2019 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarla Bitkileri Anabilim Dalı’nda **DOKTORA TEZİ** olarak kabul edilmiştir.


Danışman : Prof. Dr. M. Sait ADAK
Ankara Üniversitesi Tarla Bitkileri Anabilim Dalı


Jüri Üyeleri :

Başkan : Prof. Dr. M. Sait ADAK 
Ankara Üniversitesi Tarla Bitkileri Anabilim Dalı

Üye : Prof. Dr. Melahat AVCI BİRSİN 
Ankara Üniversitesi Tarla Bitkileri Anabilim Dalı

Üye : Prof. Dr. Aydın GÜNEŞ 
Ankara Üniversitesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı

Üye : Prof. Dr. Muharrem KAYA 
Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi Tarım Bilimleri ve
Teknolojileri Fakültesi

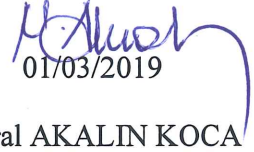
Üye : Doç. Dr. Nihal KAYAN 
Osmangazi Üniversitesi Ziraat Fakültesi

Yukarıdaki sonucu onaylarım.

Prof. Dr. Atilla YETİŞEMİYEN
Enstitü Müdürü

ETİK

Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü tez yazım kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez içindeki bütün bilgilerin doğru ve tam olduğunu, bilgilerin üretilmesi aşamasında bilimsel etiğe uygun davrandığımı, yararlandığım bütün kaynakları atıf yaparak belirttiğimi beyan ederim.


01/03/2019

Meral AKALIN KOCA

ÖZET

Doktora Tezi

ÇİNKO UYGULAMASININ NOHUT (*Cicer arietinum* L.) ÇEŞİTLERİNİN TANE ÇİNKO İÇERİĞİNİN ZENGİNLEŞTİRİLMESİ VE VERİM ÖĞELERİNE ETKİSİ

Meral AKALIN KOCA

Ankara Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Tarla Bitkileri Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. M. Sait ADAK

Bu çalışma, tarla koşullarında yetiştirilen bazı nohut (*Cicer arietinum* L.) çeşitlerine uygulanan çinkonun tanede çinko konsantrasyonu ile verim öğelerine etkilerini incelemek amacıyla yürütülmüştür. Araştırma, tesadüf bloklarında bölünmüş parseller deneme desenine göre 3 tekrarlamalı olarak kurulmuş ve metaryal olarak on nohut çeşidi kullanılmıştır. Çeşitler ana parsellere, çinko uygulamaları alt parsellere yerleştirilmiştir.

Çalışmada kullanılan çeşitlerin Zn⁺ ve Zn⁻ uygulamalarındaki responsu farklı olmuştur. Varyans analiz sonuçlarına göre, ilk yılda bitkide nodozite sayısı, bitkide tane sayısı, tanede çinko konsantrasyonu özellikleri için uygulamalar arasındaki farklar istatistiki olarak önemli, ikinci yılda bitkide nodozite sayısı, bitki boyu, bitkide tane sayısı, bitki biyolojik verimi, bitki tane verimi, birim alan biyolojik verimi, birim alan tane verimi ve protein oranı özellikleri için önemli bulunmuştur.

Ortalama değerler dikkate alındığında, tanede çinko konsantrasyonu çinkolu gübre uygulamasıyla artmış, 2012 yılında en yüksek ortalama 51.00 mg kg⁻¹ ile Uzunlu-99 çeşidinin çinko uygulamasından, 2013 yılında 64.33 mg kg⁻¹ ortalama ile ILC-195 çeşidinden elde edilmiştir. 2012 yılında en yüksek birim alan tane verimi ortalama 122.1 kg/da ile Sarı-98, ikinci yıl 151.10 kg/da çinkolu uygulamasıyla Küsmen-99 çeşidinden elde edilmiştir.

Mart 2019, 239 sayfa

Anahtar Kelimeler: Nohut, çinko gübrelemesi, çinko içeriği, verim, verim komponentleri

ABSTRACT

Ph.D. Thesis

EFFECT OF ZINC APPLICATION ON THE YIELD COMPONENTS AND BIOFORTIFICATION OF Zn IN GRAIN OF CHICKPEA (*Cicer arietinum* L.) VARIETIES

Meral AKALIN KOCA

Ankara University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Field Crops

Supervisor: Prof. Dr. M. Sait ADAK

The aim of this study was to determine the effect of zinc applications on the yield components and biofortification of Zn in grain of different chickpea varieties under field conditions. Experiment was established randomized complete block design in split plot arrangements with three replications by using ten chickpea varieties as main plots and zinc treatments as split plots.

Genotypes showed different responses in Zn+ and Zn- application and control plots. According to analysis of variance, highly significant differences were determined for nodule number per plant, the number of seed per plant, the concentration Zn in grain in first year, nodule number per plant, plant height, the number of seed per plant, biological yield of per plant, seed yield per plant, biological yield per unit, seed yield per unit and crude protein in second year.

When the average values were taken into consideration, the concentration of zinc in grain increased with zinc fertilizer application. In 2012 the best result was obtained from zinc application of Uzunlu-99 variety with 51.00 mg kg⁻¹ and in 2013 the best from zinc application of 64.33 mg kg⁻¹ ILC-195. In 2012 the best result was obtained seed yield per unit 122.1 kg/da variety, in the second year seed yield per unit from zinc application of Küsmen-99 variety with 151.10 kg/da.

March 2019, 239 pages

Key Words: Chickpea, zinc fertilisation, zinc concentration, yield, yield components

TEŞEKKÜR

Bu araştırmanın yürütülmesinde bana çalışma olanağı sağlayan ve çalışmalarım boyunca bilgi ve tecrübeleri ile bana önder olan danışmanım Sayın Prof. Dr. M. Sait ADAK'a (Ankara Üniversitesi Tarla Bitkileri Anabilim Dalı), doktora çalışmam süresince bilgi, destek ve yönlendirmelerinden faydalandığım hocalarım Sayın Prof. Dr. Melahat AVCI BİRSİN'e (Ankara Üniversitesi Tarla Bitkileri Anabilim Dalı), Sayın Prof. Dr. Aydın GÜNEŞ'e (Ankara Üniversitesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı) teőekkürlerimi sunarım.

Ayrıca çalışmalarım sırasınca maddi ve manevi desteklerini hissettiğim sevgili eőim Selim KOCA'ya, babam Ömer ve annem Nazife AKALIN'a kardeőlerim Murat ve Ufuk AKALIN'a, evlatlarım Fatih ve Selin KOCA'ya, manevi desteklerini her zaman hissettiğim Kayseri İli Talas İlçesi Tarım ve Orman Müdürlüğünde görev yapan mesai arkadaşlarım Gıda Mühendisi Yasin ESMER, Ziraat Mühendisi Mutluay ELEROĞLU, Ziraat Teknikeri Arif KÜSMÜŐ ve Lokman KARAHASAN'a teőekkürü bir borç bilirim. İyi ki varsınız.

Meral AKALIN KOCA
Ankara, Mart 2019

İÇİNDEKİLER

TEZ ONAY SAYFASI	
ETİK.....	i
ÖZET.....	ii
ABSTRACT.....	iii
TEŞEKKÜR	iv
SİMGELER DİZİNİ	viii
ŞEKİLLER DİZİNİ	xi
ÇİZELGELER DİZİNİ	xiii
1. GİRİŞ	1
2. KAYNAK ARAŞTIRMASI	9
2.1 Nohut (<i>Cicer arietinum</i> L.).....	9
2.1.1 Nohut bitkisinin sistematikteki yeri, kökeni ve yayılışı	9
2.1.2 Nohut bitkisinin iklim ve toprak istekleri	10
2.1.3 Nohut bitkisinin önemi ve besin değeri	11
2.2 Toprakta Çinko	12
2.3 Bitkide Çinko.....	37
2.3.1 Bitkide çinkonun metabolik işlevleri.....	37
2.3.2 Çinkonun tane çinko konsantrasyonuna etkisi	49
2.3.3 Çinkonun tane protein oranına etkisi	56
2.3.4 Çinkonun bitkide nodozite sayısına etkisi	60
2.3.5 Çinkonun çiçeklenme üzerine etkisi	64
2.3.6 Çinkonun bitki boyuna etkisi.....	66
2.3.7 Çinkonun bakla sayısına üzerine etkisi.....	69
2.3.8 Çinkonun tane verimine etkisi	72
2.3.9 Çinkonun yüz tane ağırlığına etkisi.....	81
2.3.10 Çinkonun biyolojik verime etkisi.....	83
2.4 İnsanlarda Çinko Eksikliği	85
2.5 Hayvanlarda Çinko	89
3. MATERYAL ve YÖNTEM.....	91
3.1 Materyal	91

3.1.1 Tarla denemelerinin yürütüldüğü yer.....	91
3.1.2 İklim özellikleri	93
3.1.3 Tarla denemelerinde kullanılan tohum materyali	94
3.1.4 Toprak analizleri.....	95
3.1.4.1 Tekstür	95
3.1.4.2 Toprak reaksiyonu (pH)	95
3.1.4.3 Elektriksel iletkenlik (E. C.).....	95
3.1.4.4 Organik madde.....	95
3.1.4.5 Kalsiyum karbonat (CaCO ₃).....	96
3.1.4.6 Ekstrakte edilebilir potasyum.....	96
3.1.4.7 Bitkiye yararlı fosfor	96
3.1.4.8 Bitkiye yararlı çinko.....	96
3.1.4.9 Bitkiye yararlı demir	96
3.2 Yöntem	97
3.2.1 Tarla denemelerinin kurulması ve gübreleme	97
3.2.2 Gözlem ve ölçümler.....	98
3.2.2.1 Çiçeklenme zamanı (gün)	98
3.2.2.2 Bitkide nodozite sayısı (adet).....	98
3.2.2.3 Bitki boyu (cm)	99
3.2.2.4 İlk bakla yüksekliği (cm)	99
3.2.2.5 Bitkide bakla sayısı (adet)	100
3.2.2.6 Bitkide tane sayısı (adet).....	100
3.2.2.7 Bitki biyolojik verimi (g)	101
3.2.2.8 Bitki tane verimi (g)	101
3.2.2.9 Birim alan biyolojik verimi (kg/da)	101
3.2.2.10 Birim alan tane verimi (kg/da).....	101
3.2.2.11 Yüz tane ağırlığı (g).....	102
3.2.2.12 Tane çinko konsantrasyonu (mg kg ⁻¹).....	102
3.2.2.13 Tane protein oranı (%).....	102
3.2.3 Verilerin değerlendirilmesi	102
4. ARAŞTIRMA BULGULARI.....	103
4.1 Deneme Toprağının Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri.....	103

5. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA.....	105
5.1 Çiçeklenme Zamanı (gün)	105
5.2 Bitkide Nodozite Sayısı (adet)	109
5.3 Bitki Boyu (cm).....	112
5.4 İlk Bakla Yüksekliği (cm).....	116
5.5 Bitkide Bakla Sayısı (adet)	120
5.6 Bitkide Tane Sayısı (adet).....	124
5.7 Bitki Biyolojik Verimi (g)	128
5.8 Bitki Tane Verimi (g).....	132
5.9 Birim Alan Biyolojik Verimi (kg/da).....	136
5.10 Birim Alan Tane Verimi (kg/da).....	140
5.11 Yüz Tane Ağırlığı (g)	147
5.12 Tane Çinko Konsantrasyonu (mg kg⁻¹).....	150
5.13 Tane Protein Oranı (%).....	156
6. SONUÇ ve ÖNERİLER.....	161
7. KAYNAKLAR.....	168
8. ÖZGEÇMİŞ.....	239

SİMGELER DİZİNİ

μg	Mikrogram
$^{\circ}\text{C}$	Derece Santigrad
Al	Aliminyum
B	Bor
Ca	Kalsiyum
CaCO_3	Kalsiyum Karbonat
$\text{CaCO}_3.\text{MgCO}_3$	Dolomit
cm	Santimetre
CO_2	Karbon Dioksit
Cu	Bakır
Da	Dekar
Fe	Demir
$\text{FeSO}_4.7\text{H}_2\text{O}$	Demir Sülfat
g	Gram
H_2O_2	Hidrojen Peroksit
ha	Hektar
HCO_3	Bikarbonat
K	Potasyum
kg da^{-1}	kg/da
kg ha^{-1}	kg/ha
L	Litre
m	Metre
M	Molar
m_2	Metrekare
Mbp	Mega Baz Çifti
Mg	Magnezyum
mg	Miligram
mj	Milijul
ml	Mililitre
mm	Milimetre

Mn	Mangan
Mo	Molibden
N	Azot
NH ⁺ ₄	Amonyum
NO ⁻ ₃	Nitrat
P	Fosfor
P ₂ O ₅	Fosfor Pentaoksit
pH	Toprak Reaksiyonu
ppm	Milyonda Kısım
Zn	Çinko
Zn(NO ⁻ ₃)	Çinko Nitrat
Zn(OH) ₂	Çinko Hidroksit
ZnCl ₂	Çinko Klorür
ZnCO ₃	Çinko Karbonat
ZnEDTA	Çinko Şelatı
ZnF ₂ O ₄	Çinko Demir Oksit
ZnO	Çinko Oksit
ZnS	Çinko Sülfid
ZnSiO ₄	Çinko Silisyum Oksit
ZnSO ₄	Çinko Sülfat
ZnSO ₄ .7H ₂ O	Çinko Sülfat

KISALTMALAR

AAS	Atomik Absorbsion
ATP	Adenzin Trifosfat
DAP	Diamonyum Fosfat
DNA	Deoksiribonükleik Asit
DTPA	Dietilen Triamin Pentaasetik Asit
EC	Elektriksel İletkenlik
EDTA	Etilendiamin Tetra Asetik Asit
FAO	Dünya Tarım ve Gıda Örgütü
Fe-EDTA	Demir-EDTA Şelatı

FeSO ₄ .7H ₂ O	Demir Sülfat
GAP	Güneydoğu Anadolu Projesi
IAA	İndol Asetik Asit
KDK	Katyon Değişim Kapasitesi
KNK	Kritik Noksanlık Konsantrasyonu
LSD	Least Significant Difference
M. Ö.	Milattan Önce
MAP	Mono Amonyum Fosfat
NA	Nicotiamin
NADP	Nicotianamit Adenin Dinükleoit Fosfat
NPK	Azot-Fosfor-Potasyumlu Gübre
PEP	Polipeptid
RNA	Ribonükleik Asit
RNase	Ribonuclease
RNaz	Ribonükleaz
RUBP	Rubilazdifosfat
SOD	Süperoksit Dismutaz
TEA	Trietanol Amin
TSP	Triple Süper Fosfat
WHO	Dünya Sağlık Örgütü
Zn0	Çinkosuz Uygulama
Zn1	Çinkolu Uygulama
ZnEDTA	Çinko Şelat

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.1	Dünya topraklarında çinko noksanlıklarının küresel ölçekteki dağılımı	3
Şekil 1.2	Türkiye'deki çinko noksanlıklarının dağılımını gösterir harita	4
Şekil 3.1	Deneme alanı yer bulduru harita.....	91
Şekil 3.2	Ekim öncesi deneme alanında alt ve ana parsellerin oluşturulması ve deneme alanından genel bir görünüm	93
Şekil 3.3	Çinko uygulanmayan parsel Çinko uygulanan parsel.....	93
Şekil 3.4	Çiçeklenme zamanı ile hasat zamanına doğru bir görünüm	98
Şekil 3.5	Bitki boyu ve ilk bakla yüksekliği ölçümlerinden bir görüntü	99
Şekil 3.6	Bitkide nodozite sayımından bir görüntü.....	100
Şekil 3.7	Bitkide bakla, tane sayısı ve diğer ölçümlerin belirlenmesinden bir görüntü	100
Şekil 5.1	Çiçeklenme zamanı 2012 yılı ortalamaları (gün).....	108
Şekil 5.2	Çiçeklenme zamanı 2013 yılı ortalamaları (gün).....	108
Şekil 5.3	Bitkide nodozite sayısı 2012 yılı ortalamaları (adet).....	111
Şekil 5.4	Bitkide nodozite sayısı 2013 yılı ortalamaları (adet).....	111
Şekil 5.5	Bitki boyu 2012 yılı ortalamaları (cm)	113
Şekil 5.6	Bitki boyu 2013 yılı ortalamaları (cm)	114
Şekil 5.7	İlk bakla yüksekliği 2012 yılı ortalamaları (cm).....	119
Şekil 5.8	İlk bakla yüksekliği 2013 yılı ortalamaları (cm).....	120
Şekil 5.9	Bitkide bakla sayısı 2012 yılı ortalamaları (adet).....	122
Şekil 5.10	Bitkide bakla sayısı 2013 yılı ortalamaları (adet).....	123
Şekil 5.11	Bitkide tane sayısı 2012 yılı ortalamaları (adet).....	126
Şekil 5.12	Bitkide tane sayısı 2013 yılı ortalamaları (adet).....	127
Şekil 5.13	Bitki biyolojik verim 2012 yılı ortalamaları (g)	131
Şekil 5.14	Bitki biyolojik verim 2013 yılı ortalamaları (g)	131
Şekil 5.15	Bitki tane verimi 2012 yılı ortalamaları (g)	134
Şekil 5.16	Bitki tane verimi 2013 yılı ortalamaları (g)	134

Şekil 5.17	Birim alan biyolojik verim 2012 yılı ortalamaları (kg/da)	138
Şekil 5.18	Birim alan biyolojik verim 2013 yılı ortalamaları (kg/da)	138
Şekil 5.19	Birim alan tane verimi 2012 yılı ortalamaları (kg/da)	143
Şekil 5.20	Birim alan tane verimi 2013 yılı ortalamaları (kg/da)	143
Şekil 5.21	Yüz tane ağırlığı 2012 yılı ortalamaları (g)	149
Şekil 5.22	Yüz tane ağırlığı 2013 yılı ortalamaları (g)	150
Şekil 5.23	Tane çinko konsantrasyonu 2012 yılı ortalamaları (mg kg ⁻¹).....	152
Şekil 5.24	Tane çinko içeriği 2013 yılı ortalamaları (mg kg ⁻¹).....	154
Şekil 5.25	Tane protein 2012 yılı ortalamaları (%)	157
Şekil 5.26	Tane protein oranı 2013 yılı ortalamaları (%).....	158

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 2.1	Değişebilir çinko miktarı ile toprak pH'sı arasındaki ilişki.....	22
Çizelge 2.2	Türkiye'nin değişik bölgelerinden alınan topraklarda pH dağılımı.....	24
Çizelge 2.3	Çinko içeren kimyasal gübreler, kimyasal formülleri ve yaklaşık çinko içerikleri	32
Çizelge 2.4	Baklagil bitkilerinde nodülasyon ve azot fiksasyonunda etkili olan mikro elementler	62
Çizelge 3.1	Kayseri İli Tomarza İlçesi 2012-2013 vejetasyon dönemine ait aylık meteorolojik verileri.....	92
Çizelge 3.2	Denemede kullanılan nohut çeşitlerinin bazı özellikleri.....	94
Çizelge 4.1	Tarla denemelerinin yürütüldüğü yıllara ilişkin toprakların bazı özellikleri.....	103
Çizelge 5.1	Farklı nohut çeşitlerinde çinko uygulamasının çiçeklenme zamanına (gün) ilişkin varyans analizi.....	105
Çizelge 5.2	Çinko uygulaması yapılan nohut çeşitlerinde çiçeklenme zamanı ortalamaları (gün).....	106
Çizelge 5.3	Farklı nohut çeşitlerinde çinko uygulamasının nodozite sayısına ilişkin varyans analizi.....	109
Çizelge 5.4	Çinko uygulaması yapılan nohut çeşitlerinde bitkide nodozite sayısı ortalamaları (adet).....	110
Çizelge 5.5	Farklı nohut çeşitlerinde çinko uygulamasının bitki boyuna (cm) ilişkin varyans analizi.....	113
Çizelge 5.6	Çinko uygulaması yapılan nohut çeşitlerinde bitki boyu ortalamaları (cm).....	114
Çizelge 5.7	Farklı nohut çeşitlerinde çinko uygulamasının ilk bakla yüksekliğine (cm) ilişkin varyans analizi.....	117
Çizelge 5.8	Çinko uygulaması yapılan nohut çeşitlerinde ilk bakla yüksekliği ortalamaları (cm).....	117
Çizelge 5.9	Farklı nohut çeşitlerinde çinko uygulamasının bitkide bakla sayısına (adet) ilişkin varyans analizi	121
Çizelge 5.10	Çinko uygulaması yapılan nohut çeşitlerinde bitkide bakla sayısı ortalamaları (adet)	121

Çizelge 5.11	Farklı nohut çeşitlerinde çinko uygulamasının bitkide tane sayısına (adet) ilişkin varyans analizi	124
Çizelge 5.12	Çinko uygulaması yapılan nohut çeşitlerinde bitkide tane sayısı ortalamaları (adet)	125
Çizelge 5.13	Farklı nohut çeşitlerinde çinko uygulamasının bitki biyolojik verimine (g) ilişkin varyans analizi.....	129
Çizelge 5.14	Çinko uygulaması yapılan nohut çeşitlerinde bitki biyolojik verimi ortalamaları (g).....	130
Çizelge 5.15	Farklı nohut çeşitlerinde çinko uygulamasının bitki tane verimine (g/bitki) ilişkin varyans analizi	133
Çizelge 5.16	Çinko uygulanan nohut çeşitlerinde bitki tane verimi ortalamaları (g)	133
Çizelge 5.17	Farklı nohut çeşitlerinde çinko uygulamasının birim alan biyolojik verimine (kg/da) ilişkin varyans analizi.....	136
Çizelge 5.18	Çinko uygulanan nohut çeşitlerinde birim alan biyolojik verimi (kg/da) ortalamaları	137
Çizelge 5.19	Çinko uygulanan nohut çeşitlerinde birim alan biyolojik verimi (kg/da) ortalamaları.....	137
Çizelge 5.20	Farklı nohut çeşitlerinde çinko uygulamasının birim alan tane verimine (kg/da) ilişkin varyans analizi.....	141
Çizelge 5.21	Çinko uygulanan nohut çeşitlerinde birim alan tane verimi ortalamaları (kg/da).....	142
Çizelge 5.22	Farklı nohut çeşitlerinde çinko uygulamasının yüz tane ağırlığına (g) ilişkin varyans analizi	147
Çizelge 5.23	Çinko uygulanan nohut çeşitlerinde yüz tane ağırlığına (g) ortalamaları	151
Çizelge 5.24	Farklı nohut çeşitlerinde çinko uygulamasının tane çinko konsantrasyonuna (mg kg^{-1}) ilişkin varyans analizi.....	152
Çizelge 5.25	Çinko uygulanan nohut çeşitlerinde tane çinko konsantrasyonu 2013 yılı ortalamaları (mg kg^{-1}).....	153
Çizelge 5.26	Çinko uygulanan nohut çeşitlerinde tane çinko konsantrasyonu 2012 yılı ortalamaları (mg kg^{-1}).....	152
Çizelge 5.27	Çinko uygulanan nohut çeşitlerinde tane çinko konsantrasyonu 2013 yılı ortalamaları (mg kg^{-1}).....	153

1. GİRİŞ

Dünya nüfusunun hızlı artması sonucunda insanlığın beslenme sorunlarıyla karşı karşıya kaldığı bilinmekte ve soruna çözüm arayışları hızlı bir biçimde devam etmektedir. Ekim alanlarının artırılmayışı nedeniyle verim ve ürün kalitesinin artırılması konusunda araştırmacıların yoğun olarak emek harcadığı da bilinen bir gerçektir.

Bitkisel üretimin artırılmasında; tohum kalitesi, sulama, tarımsal mücadele, toprak işleme, kültürel tedbirler gibi pek çok faktörün yanı sıra gübreleme de büyük önem arz etmektedir.

Bitkisel üretimde kalite ve ürün miktarındaki artışın temel koşulu, toprak verimliliğinin yüksek olmasıdır. Toprakların verimliliğini belirleyen en önemli faktörler; toprak reaksiyonu (pH), bitki besin maddelerinin yarıyışlılıkları ve toprak canlılarının faaliyetleri olarak sıralanmaktadır (Özbek 1973). Bu sebeple, bugün tarımsal topraklarda yapılan araştırmalarda, bir yandan ürün miktarını, diğer yandan da kaliteyi mümkün olduğunca arttıracak esasların belirlenmesine odaklanılmaktadır. Üstün nitelik ve nicelikte ürün eldesi; verim potansiyeli yüksek bitki türlerinin yeterli ve dengeli bir şekilde beslenmesiyle mümkün olmaktadır. Bunun sağlanabilmesi için de ürün özelliklerinin yanında, iklim ve toprak koşullarının da irdelenmesi gerekmektedir. Bu bağlamda, toprağın verim kapasitesini belirleyen en önemli faktörlerden birisi de toprakta bulunan ve bitkilerin faydalanabilecekleri besin elementleri olarak karşımıza çıkmaktadır. Toprakta 74 adet elementin bulunduğu (Halilova 1996) ve bu elementlerden ancak 16 tanesinin bitki gelişimi için mutlak gerekli olduğu bildirilmiştir. Bitkilerin yaşamlarını devam ettirebilmeleri için gerekli olan bu elementler bitki besin elementi olarak isimlendirilmektedir.

Tarımsal üretimde kalitenin artırılması için, bitkilerin dengeli beslenebilmelerinin yanında gerekli olan bitki besin elementlerini ihtiyaç duydukları anda ve miktarda almaları önemlidir. İçerisinde bir veya birkaç bitki besin maddesini bir arada

bulunduran bileşiklere gübre adı verilmekte, gübrelerin toprağa veya doğrudan doğruya bitkiye verilmesi işleme de gübreleme denilmektedir. Gübreler yapılarına göre organik ve kimyasal gübreler olmak üzere iki gruba ayrılmaktadır. Organik gübreler; ahır gübresi, yeşil gübre, kemik unu, kan unu v.b. gübrelerdir. Kimyasal gübreler ise azotlu, fosforlu, potasyumlu, kalsiyumlu, mikro element gübreleri (bakır, bor, çinko) v.b. olarak sınıflandırılmıştır. Tarımda uzun yıllar gübreleme denildiğinde NPK'lı makro besin elementli gübreler akla gelmiş ve bu gübrelerin tüketilmesindeki artış da mikro element gübrelemesini gerekli kılmıştır. Yüksek düzeyde uygulanan NPK ile sağlanan ürün artışı beraberinde topraktan sömürülen mikro element miktarını da artırmıştır. Aşırı sömürme neticesinde de topraklar, bitkilerin mikro element gereksinimini karşılayamaz hale gelmiştir. Nitekim özellikle fosfor ve kalsiyum içerikli gübrelerin sürekli kullanımı neticesinde, toprakta bazı mikro elementlerin yarayışlılığı azalmaktadır (Zabunoğlu ve Karaçal 1986). Buna bağlı olarak mikro besin elementlerinin topraktaki yarayışlılığını sınırlandıran faktörler arasına makro besin elementi gübrelemesi de dahil olmaktadır.

Ülkemizde uygulanan mono kültür tarım sistemi nedeniyle, toprakta besin dengesi bozulmakta ve başta çinko olmak üzere bazı besin elementlerinin alınımı ve yarayışlılığı azalmaktadır. Bitki gelişimi için mutlak gerekliliği 1926 yılında (Somner ve Lipman 1926) belirlenen çinkonun alımı, fonksiyonları, biyoyarayışlılığı gibi konularda günümüze değin ülkemizde de araştırmalar yapılmış ve yapılmaya devam edilmektedir. Nitekim son yıllarda yapılan pek çok araştırmada ülkemiz tarım topraklarının önemli bir kısmında çinko (Zn) eksikliğinin olduğu belirtilmektedir. Hem ülkemizin hem de Dünya nüfusunun çok önemli bir bölümünün Zn eksikliği ile karşı karşıya olduğu, somut rakamlarla ortaya konulmuş olup, Dünya tarım topraklarının yaklaşık % 30'unda (Sillanpaa 1982), ülkemiz topraklarının ise yaklaşık % 50'sinde (Eyüpoğlu vd. 1995) çinko noksanlığının olduğu tahminlenmektedir. Eksikliğin sıklıkla görüldüğü bölgeler Akdeniz, Güneydoğu ve Doğu Asya ülkeleri ile Avustralya'dır. Yapılan çalışmalarda Hindistan'da 30 milyon, Çin'de 20 milyon, Türkiye'de 14 milyon, Avustralya'da en az 10 milyon ve Bangladeş'te 8 milyon hektar işlenebilir tarım toprağında çinko eksikliğinin görüldüğü saptanmıştır (White ve Zasoski 1999, Alloway 2004, Çakmak 2008).

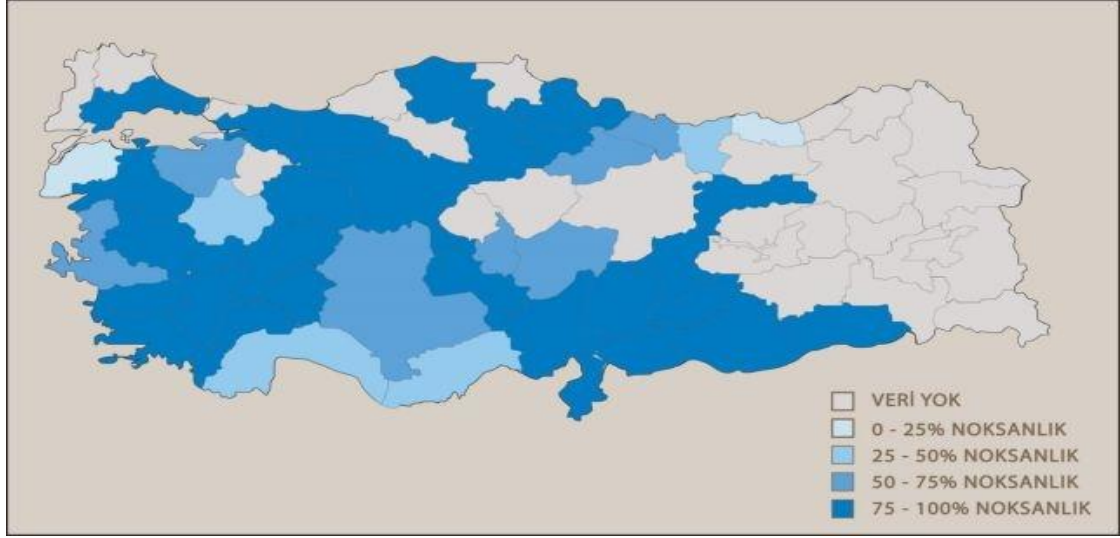
Alloway (2004) tarafından Uluslar Arası Çinko Birliği adına hazırlanmış olan küresel ölçekteki çinko noksanlıklarının dağılımını gösteren harita şekil 1.1’de görülmektedir. Haritada dikkat çekici husus, Türkiye’nin tarımsal alanlarının Zn eksikliğinin olduğu bölgede yer almasıdır.



Şekil 1.1 Dünya topraklarında çinko noksanlıklarının küresel ölçekteki dağılımı

Ayrıca, Türkiye’de bölgesel anlamda çinko noksanlık oranları şekil 1.2’de açıklanmıştır (Alloway 2004).

Bitkisel üretimde çinko eksikliği yönünden temel sorun, toprakların toplam çinko içeriğinden çok bitkiler tarafından alınabilir çinko miktarının az olmasıdır. Topraklarda, çinkonun önemli bir kısmının toprağın organik ve inorganik kolloidal fraksiyonları tarafından tutulmasının yanı sıra, topraktaki CaCO_3 miktarı ve pH’sının yüksek olması, kil miktarı ve tipi, organik madde, düşük yağış ve aşırı fosforlu gübre kullanılmasına bağlı olarak bitki tarafından Zn’nun alınabilirliği sınırlanmakta, sonuçta da Zn noksanlığı bir problem olarak karşımıza çıkmaktadır.



Şekil 1.2 Türkiye'deki çinko noksanlıklarının dağılımını gösterir harita (Alloway 2004)

Çinko noksanlığında; hasat sonrası kalan bitki artıklarının yakılmak suretiyle uzaklaştırılması da önem arz etmektedir. Bu durum tarım alanlarında organik maddenin yıldan yıla azalmasına neden olmaktadır. Diğer taraftan organik madde miktarı az olan topraklara her yıl düzenli, bazen de aşırı derecede azotlu gübre uygulanmaktadır. Fazla miktarda azotlu gübre uygulanması; yarayışlı çinko içeriği zaten düşük olan ülkemiz topraklarında, çinko eksikliğinin artmasına ve sonuç olarak ürün kalitesi ile miktarının düşmesine sebep olabilmektedir.

Türkiye'de Zn noksanlığı yaygınlığının ortaya konulmasında yararlanılan ölçütlerinden birisi de gübre tüketim istatistikleridir. 1990'lı yılların ilk dönemlerinde çinkolu veya çinko katkılı gübrelerin kullanımı çok düşük iken, son zamanlarda yaygınlaşarak sadece Zn içerikli kompoze gübre tüketiminin yıllık 350 000 tonun üzerine çıktığı görülmektedir (Çakmak 2008).

Çok düşük miktarlarda ihtiyaç duyulmasına karşın, çinkonun tüm canlıların hayatiyetleri için gerekli olduğu bilinmektedir. Çinko hem bitkilerde hem de insanlarda eksikliği görülen, az miktarda ihtiyaç duyulan ve alınması mutlak gerekli mikro besin elementlerinden birisidir. Topraklarımızda görülen çinko eksikliği, bitkisel üretimimizde verim kayıplarının yanı sıra meyve ve sebzelerde elde edilen ürünlerin kalitesini ve albenisini de kayda değer bir biçimde azaltmaktadır. Ayrıca bitkisel

kökenli gıdalar yoluyla da besin kalitesinden, insan ve hayvan sağlığının olumsuz etkilenmesine kadar bir dizi problemle karşılaşılmasına neden olmaktadır.

Toplumlarda bireylerin ekonomik ve kültürel farklılıkları ile Zn kullanım düzeyi arasında bir ilişkinin varlığından söz edilmektedir (Çavdar 2000, Brown vd. 2001). Yetişkin ve sağlıklı bir insanın vücudunda toplam çinko miktarı 2 g dolayında olup, günlük çinko gereksinimi ise ortalama 15-20 mg'dır. Ortalama yaşam süresinin 70 yılı olduğu kabul edildiğinde, insan vücuduna besinlerle 400 g dolayında çinko girişi olmaktadır. Beslenmede kullanılan maddelerde hem çinko miktarının düşük olması hem de hali hazırdaki çinkonun vücutta biyolojik olarak kullanılabilirliğinin sınırlılığı, insanlarda çinko eksikliğinin ortaya çıkışını hızlandırmaktadır. İnsanlarda çinko noksanlığı büyüme eksikliği, zeka gelişiminde ve eşey organlarının oluşumunda yetersizlik, merkezi sinir sisteminde anormal oluşumların ortaya çıkması, saç dökülmesi, tat duyusunun azalması, sinir sisteminin zayıflaması ve bir takım deri hastalıklarının ortaya çıkmasına neden olmaktadır (Çavdar vd. 1983). Bununla birlikte Zn eksikliği beraberinde kısa boyluluk, bağışıklık sisteminin zayıflaması, enfeksiyon riski, DNA'nın zararlanması ve kanserli dokuların oluşmasıyla birlikte fiziksel gelişimde yavaşlama gibi bir dizi sağlık problemini de beraberinde getirmektedir (Prasad 1984, Shrimpton 1993, Gibson 2006, Prasad 2007). Ülkemizde de bilhassa Zn eksikliğinin çocuklarda yaygın olduğu çeşitli araştırmalarla ortaya konulmuştur (Çavdar vd. 1983). Çocuklarda büyüme geriliği, enfeksiyon hastalıklarına karşı hassasiyet, sakatlık veya ölüm oranlarının artması, zihinsel gelişimde gerilik, hamile kadınların erken doğum yapması veya düşük oranlarının yükselmesi (Hotz ve Brown 2004, Black vd. 2008) Zn eksikliğinin bilinen en önemli sonuçlarıdır. Eksikliğinin yanında çinkonun fazlalığı da oldukça tehlikelidir. İnsanlarda damar rahatsızlıkları ve iştahsızlığa sebep olması birer örnektir.

Önemli protein kaynağı olan hayvansal ürünlerin maliyetlerinin yüksekliği, çabuk bozulmaları ve saklama güçlüğü, daha ucuza elde edilebilen ve uzun süre saklanabilen bitkisel protein üretimini artırma olanaklarını zorlamaktadır. Bu amaca uygun bitkilerin başında yemeklik tane baklagiller gelmektedir. Yemeklik tane baklagiller içerdiği yüksek karbonhidrat, protein (% 18-36), lifli bileşenler ve düşük yağ oranı nedeniyle

sağlıklı beslenmeye çok uygundur. İnsan beslenmesinde kullanılan bitkisel proteinlerin % 22'si yemeklik tane baklagillerden sağlanmaktadır (Şehirli 1988). Ayrıca vitamin (A, B, C, D), kalsiyum ve magnezyum gibi bazı mineraller ile mutlak gerekli aminoasit olan lisin bakımından da iyi bir kaynaktır (Ünver vd. 1999).

Nohudun yoğun olarak tarımının yapıldığı Orta Anadolu Bölgesi topraklarında çinko ve demir gibi besin elementlerince fakir olduğu tespit edilse de insan beslenmesinde yeri olan bu elementlerin nohut veriminde etkili olup olmadığı tam olarak bilinmemektedir. Yapılan bir araştırmada baklagil türleri hatta aynı türün altındaki değişik genotiplerin mikro besin elementlerine karşı tepkileri ile tanelerinde tespit edilen çinko ve demir içeriklerinin çok farklılık gösterdiği belirlenmiştir (Eyüpoğlu vd. 1995, Baysal 1998).

Nohut, çok eski yıllardan beri insan ve hayvan beslenmesinde kullanılmaktadır. Kapsadığı besin maddeleri yanında özellikle de içeriğinde bulunan yüksek protein oranı nedeni ile pek çok besin maddesinin önünde yer alan bir baklagil bitkisidir. Aynı zamanda baklagiller insan yaşamında mutlak gerekli olan 18 elementten birisi olan çinkoca tahıllara nazaran daha zengindirler. Yemeklik baklagil grubunun üyesi olan nohut da bu nedenle insan beslenmesinde önem taşımaktadır.

Dünyada nohut tarımının en fazla yapıldığı ülkeler Hindistan (9 539 000 ha), Pakistan (971 000 ha) ve İran (565 654 ha)'dır. Nohut üretiminin en fazla yapıldığı ülkeler Hindistan (9 075 000 ton), Avustralya (2 004 000 ton) ve Türkiye (470 000 ton)'dir (Anonymous 2017).

2017 verilerine göre nohut ülkemizde 395 309 ha ekiliş alanına ve 470 000 ton üretime sahiptir (Anonymous 2017).

Nohut, sıcağa ve kurağa iyi dayanan, tuzlu, fakir ve kireçli toprakların değerlendirilmesinde öne çıkan ve tahıl-nadas sisteminin uygulandığı kurak bölgelerimizde münavebeye girerek nadas alanlarının azaltılmasında katkı sağlayan, işçilik giderleri düşük bir baklagil bitkisidir. Ayrıca köklerindeki nodüllerde *Rhizobia*

bakterileri sayesinde havanın serbest azotunu fikse ederek, toprağın azotça zenginleşmesini ve münavebede kendinden sonra ekilecek ürünün de veriminin artmasını sağlamaktadır (Şehirli 1988). İşçilik giderleri nispeten az olan nohut, çok iyi hazırlanmış bir tohum yatağına ihtiyaç göstermediği gibi, bakımı kolay ve ticari gübre isteği de birçok kültür bitkisine oranla daha azdır. Vejetasyon dönemi kısa olan nohut tarlayı erken terk ettiği için ekim nöbetinde de aranılan bir bitki olarak nadas alanlarının daraltılmasında dikkat çekmektedir.

Günümüzde nohut gibi tanesi insanlar tarafından tüketilen bitkilerin Zn içeriğinin yükseltilmesine ihtiyaç duyulmaktadır. Tanesinde yüksek düzeyde Zn içeren genotipler Zn eksikliğinin olduğu alanlara daha iyi adapte olabilmekte ve yüksek bir verim kapasitesi göstermektedir. Çinkoca zengin tohum kullanılmasıyla ekim sırasında daha az tohum kullanılabilceği yönünde bilgiler de bulunmaktadır. Ayrıca, tanesinde yüksek düzeyde Zn içeren genotipler, beslenmedeki potansiyelinin yanında patojenlere karşı daha dayanıklı olmakta ve çimlenme dönemini izleyen dönemlerdeki oluşabilecek çevresel stres koşullarına da daha iyi dayanabilmektedir (Çakmak 2000).

Çinko noksanlığı, Dünya'nın nohut yetiştirilen alanlarında yaygın olması nedeniyle çinko-noksan toprak üzerinde çinko-etkin genotiplerin yetiştirilmesi evrensel olarak ilgi çekmeye başlayan yeni bir tarımsal yaklaşımdır. Sonuç olarak; Dünya'da olduğu gibi Türkiye topraklarının da büyük bir bölümünde çinko noksanlığı göz önüne alındığında topraklarımızda çinko gübrelemesinin pek çok yararı bulunmaktadır. Tarımsal üretimi sınırlandıran faktörler arasında, eksik olan elementlerin en belirleyici faktörlerden birisi olduğu düşünülürse, çinkonun yaygın olarak kullanılması gereği ortaya çıkar. Günümüze değin ülkemiz topraklarında mikro besin maddelerinin yarıyıllı miktarlarının belirlenmesindeki çalışmalar sınırlı kalmıştır. Son yıllarda daha fazla yaygınlaşma eğilimi gösteren mikro besin maddeleri noksanlıkları da bu konuda araştırma yapmayı zorunlu kılmaktadır.

Gerek nohudun insan beslenmesindeki rolü, gerekse çinkonun insan sağlığı açısından önemi birlikte düşünüldüğünde, noksan olması halinde çinkonun gübreleme yoluyla eksikliğinin giderilmesi gerekmektedir. Fakat burada temel sorunlardan birisi problemlili

alanlarda çinkonun hangi dozlarda uygulanacağını belirlemesidir. Nohut bitkisinin makro besin elementlerinden azot, fosfor ve potasyum isteği konusunda yoğun çalışmalar yapılmış olmasına rağmen, iz element gereksinimi konusunda yapılan çalışmalar yetersizdir.

Yüksek pH, HCO₃, fosfor, bazı ağır metaller ve çok düşük organik madde içeriğine sahip problemlili alanlara çinkonun nasıl uygulanacağı önemli bir sorundur. Ancak insan ve hayvan beslenmesi için önem arz eden tane çinkosunun arttırılmasında çinkonun uygulanma yöntemleri farklılık göstermektedir. Bu nedenle çinko noksanlığı olan yerlerde yapılacak yetiştiricilikte hem bitki gelişimi ve verimi hem de tane çinkosunun insan ve hayvan beslenmesi için önemli bir seviyeye getirilebilmesi açısından farklı uygulama yöntemi ve/veya yöntem kombinasyonlarının her bir bitki tür ve çeşidi için ortaya konulması gereksinimi doğmuştur.

Bütün bu bilgilerden yola çıkılarak yapılan çalışmanın amacı;

- Çinko uygulamasının nohut çeşitlerinde tanede çinkonun birikimi üzerine olan etkisinin,
- Çinko uygulamasının nohut çeşitlerinde tane verimi üzerine olan etkilerinin,
- Çinko uygulamasının nohut çeşitlerinde çiçeklenme zamanı, bitkide nodozite sayısı, bitki boyu, ilk bakla yüksekliği, bitkide bakla sayısı, bitkide tane sayısı, bitki biyolojik verimi, bitki tane verimi, birim alan biyolojik verimi, birim alan tane verimi, yüz tane ağırlığı, tane çinko konsantrasyonu ve tane protein oranına olan etkilerinin tarla denemeleriyle belirlenmesidir.

2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

2.1 Nohut (*Cicer arietinum* L.)

2.1.1 Nohut bitkisinin sistematikteki yeri, kökeni ve yayılışı

Cicer cinsi Fabaceae (baklagiller) familyasının Faboideae (kelebek çiçekliler) alt familyasına ait önemli türleri kapsamaktadır (Akçin 1988). *Cicer* cinsi 9'u tek, 33'ü çok yıllık ve 1 adet de sınıflandırılmamış olmak üzere toplam olarak 43 türü içermektedir (Sethy vd. 2006a). Morfolojik özellik, hayat döngüsü ve coğrafi dağılışlarına göre tek yıllık nohut türleri, Monocicer ve Chamacicer olmak üzere 2 grupta toplanmaktadır. Monocicer grubunda (*Cicer arietinum* L., *C. reticulum* L., *C. echinospermum* L., *C. bijugum* L., *C. judaicum* L., *C. pinnatifidum* L., *C. yamashite* L., ve *C. cuneatum* L.) olmak üzere 8 adet tek yıllık nohut türü yer almaktadır. Chamaecicer grubunda ise sadece *C. chorassanicum* L. bulunmaktadır. Polycicer ve Acanthocicer gruplarında ise tek yıllık türler yer almamaktadır. Polycicer grubunda 25, Acanthocicer grubunda ise 7 çok yıllık nohut türü bulunmaktadır (Frediani ve Caputo 2005). Anılan gruplar içerisinde ekonomik olarak önem taşıyan tür yalnızca *Cicer arietinum* L.'dur. Kültür nohudu olan olarak adlandırılan *Cicer arietinum* L. kendine döllen, temel kromozom sayısı $x=8$ olan diploid ($2n=2x=16$) bir baklagil bitkisidir (Sethy vd. 2006b).

Özdemir (2002), Dünya'da, iri taneli ve krem renkli, açık bej veya beyaz nohutlar "Kabuli" tipi, küçük taneli ve kalın kabuklu kahverengi ve siyah olanlar ise "Desi" tipi olarak adlandırılmaktadır. Ülkemizde ise nohutlar koçbaşı, kuşbaşı ve bezelyemsi olarak sınıflandırılmaktadır.

Popova (1937), *Cicer arietinum* L. kültür türüne ait çeşitlerin tane özelliklerini dikkate alarak spp. arieticeps (koçbaşı), spp. pisiforme (bezelyemsi) ve spp. intermedium (kuşbaşı) olmak üzere üç alt tür belirlemiştir. Ülkemizde ise TSE tarafından ticareti yapılan nohut çeşitleri tane iriliği yönünden dört gruba ayrılmaktadır. Bunlar sırasıyla koçbaşı, kuşbaşı, bezelyemsi ve karışık tiptir.

2.1.2 Nohut bitkisinin iklim ve toprak istekleri

Adaptasyon yeteneği geniş olan nohut, Akdeniz ikliminden tropikale kadar değişen iklimlerde yetişebilmektedir. Van der Maesen (1972) tarafından yapılan nohut sistematiki çalışmasında, *Cicer* türlerinin deniz seviyesinden 5600 m yüksekliklere (Saraçoğlu 2007), Babaoğlu'da (2003) 5000-5500 m yüksekliğe ve ekvator kuşağından kuzeyde 50-52. paralele (Rusya) ve gúneyde 35-36. paralele (Avustralya) dek uzanan bölgelerde yetiştirildiği belirtilmektedir. Batı Asya'da, Akdeniz Bölgesi'nde, Hindistan'da yaygın olarak kültürünün yapılmasının yanı sıra Asya, Afrika, Gúney Avrupa, Amerika ve Avustralya olmak úzere (Gahoonia vd. 2007), coğrafik olarak birbirinden farklı olan 8 agro-klimatik koşulda 44 Dünya lkesinde (Sethy vd. 2006b) yetişbildiği bildirilmektedir. Desi tipler yarı kurak tropiklerde, kabul tipler ise sıcak bölgelerde yetiştirilmektedir (Muehlbauer ve Singh 1987, Malhotra vd. 1987, Muehlbauer ve Tullu 1997). Nohut üretiminde sıcaklıkların gündüz 21-29 °C ve gece 18-26 °C, yıllık yağış miktarının ise 600-1000 mm olması idealdir (Duke 1981, Smithson vd. 1985, Muehlbauer ve Singh 1987). Nohut, tek yıllık nötr gün bitkisidir ve çeşitlerinin çoğu 90-100 günde olgunlaşabilmektedir. "Nötr gün bitkisi" olarak adlandırılmasına karşın, nicelik bakımından uzun gün bitkisidir ve çiçekleri her fotoperyotta uyarılabilir (Smithson vd. 1985). Tohumları 15-30°C arasındaki sıcaklıklarda imlenebilirler. Çimlenme için, optimum sıcaklık isteği 20°C'dir. Vejetatif gelişmenin erken dönemlerinde gündüz 29-32°C, gece 21-24°C sıcaklıklar arasında, sonraki dönemlerinde ise optimum gece 18-21°C, gündüz 26-29°C sıcaklık isterler. Oransal hava neminin optimum tane tutumu için % 21-41 arasında olması istenir (Ardıç 2006). Generatif dönemde ise yüksek sıcaklığa oldukça toleranslıdır. Yıllık yağışı 350 mm olan bölgelerde sulanmadan yetiştirilebilmektedir. Mercimeğin ardından kurağa ve düşük sıcaklığa toleranslı ikinci yemeklik tane baklagil bitkisi olup, toprak isteği bakımından da fazla seçici değildir. Su altında çok zarar gördüğünden, drenajı iyi olmak kaydıyla her tip toprakta yetiştirilebilmektedir. İyi havalandırılan killi tınlı toprakları sever. Hafif asit veya alkali, kireçli ve kıraç sayılabilecek topraklarda dahi yetiştirilme olanağı vardır (Düzdemir ve Akdağ 2007).

Dünyada nohudun geniş adaptasyonu nedeniyle yaygın olarak kültürü yapılrsa da mikro besin elementi noksanlıkları, kuraklık, tuzluluk, soğuk ve yaprak hastalıkları gibi çeşitli

biyotik ve abiyotik stres koşullarında verimi olumsuz yönde etkilenmektedir. Buradan hareketle araştırmacılarca odaklanılan konu stres şartlarına toleranslı nohut çeşitlerinin belirlenmesidir (Mahmoudi vd. 2007). Nohut genel olarak sulama ve gübrelemeye ihtiyaç duyulmaksızın, besin maddelerince fakir ve kuraklığın hüküm sürdüğü marjinal alanlarda kaynakları yetersiz olan üreticilerce yetiştirilmektedir (Gahoonia vd. 2007). Nohut bu anlamda baklagiller arasında gerek besin değeri gerekse yetişebilme koşulları açısından dikkat çekici bir bitkidir. Nohut (*Cicer arietinum* L.) insan ve hayvan beslenmesinde önemli bir besin kaynağı oluşunun yanı sıra özellikle de bir baklagil olarak kurak bölgelerde toprak yarıyışlılığının artırılmasına katkıda bulunmaktadır. Gelişmekte olan ülkelerde, tahıllarla yapılan ekim nöbetinde nohuda yer verilmesi beslenmedeki değerinin yanı sıra hastalık ve zararlı döngüsünün kırılması açısından da önem taşımaktadır (Yücel vd. 2006). Nohut, ayrıca azot ekonomisine de katkıda bulunmakta olup, *Rhizobia* bakterileri ile ortak yaşama yeteneğinde olduğundan havanın serbest azotundan yararlanabilmektedir. Hasattan sonrası toprakta kalan köklerde karbon/azot oranı çok düşüktür. Kalıntıları kısa sürede parçalanarak humusa dönüşmekte ve böylece de kendinden sonraki bitkiler için daha uygun bir toprak bırakmaktadır. Ayrıca nohut su isteğinin az olması nedeniyle de nadas alanlarının daraltılmasında öne çıkmaktadır (Kulaz ve Çiftçi 1999).

2.1.3 Nohut bitkisinin önemi ve besin değeri

Dünya nüfusunun bir milyara yakın bölümü yetersiz ve yarıya yakını da dengesiz olarak beslenmektedir. Yetersiz beslenen nüfusun azaltılabilmesi adına üretimin artırılmasının yanı sıra dengesiz beslenen nüfusun azaltılabilmesinin yolu da proteince yüksek bitkisel ve hayvansal besin maddelerinin üretimlerinin artırılarak, dengeli bir şekilde beslenme programlarında yer alması sağlanmasıdır (Şahin ve Geçit 2006).

Protein gereksiniminin karşılanmasında hayvansal kaynaklı gıdaların yüksek fiyatlı oluşu ve bileşimlerinde kolesterol ile doymuş yağları içermesi; kuru baklagillerin değerini daha da arttırmış (Şehirli 1988) ve uzun zaman bozulmadan saklanabilen bitkisel besin kaynaklarının hem miktar hem de çeşit olarak artırılması gerektiği gerçeğini ortaya çıkarmıştır (Kaytan 2006). Dünyada besin kaynaklarının dağılımdaki

dengelesizlik ve az gelişmiş ülkelerdeki hayvansal ürünlere ulaşımın ekonomik zorluğu nedeniyle besin değeri yüksek bitkisel ürünler daha da önem kazanmaktadır. Nohut özellikle az gelişmiş toplumlar ve vejeteryanlar için önemli bir protein ve kalori kaynağıdır (Gahoonia vd. 2007). Nohut, tanelerinde % 21.0-23.9 oranında protein içeren baklagil bitkisi olup, protein içeriği yönünden diğer baklagillerden üstündür. Yumurta proteininin biyolojik değeri referans olarak (100) kabul edilirse, protein değeri mercimekte 37, baklada 38, fasulyede 41 iken bu değer nohutta 62'ye kadar yükselmektedir (Akçin 1988). Beslenme programında önemli bir kaynak pozisyonunda olan baklagiller bitkisel kaynaklı diğer besinlerle karşılaştırıldıklarında yağ oranının düşüklüğü ve kolesterol içermemeleri nedeniyle pek çok üstünlüğe sahiptirler (Pekşen ve Artık 2005). Mutlak gerekli aminoasitler bakımından da hayvansal proteinlere yakın değerler göstermektedir. Taneleri hem vitamin (A, B, C ve D) hem de minerallerce (Fe, P, Ca) zengindir (Kaytan 2006). Buna ilave olarak nohut proteininde çocukların gelişmesinde çok önemli olan histidine başta olmak üzere leucine, isoleucine, lycine, cystine ve phenilalanine miktarı anne sütünden fazla, methionin, tryptophane ve valin seviyesi anne sütüne yakın değerdedir (Akçin 1988). Tahıl proteini, insan vücudunda sentezlenemeyen ve "mutlak gerekli amino asitler" adı verilen bazı amino asitleri sınırlı oranlarda içerdiğinden tek başına protein ihtiyacını karşılamakta yetersiz kalmaktadır. Tahıl proteini, hayvansal kaynaklı et, yumurta, süt ve türevleriyle dengelendiği gibi, kuru baklagillerle de dengelenebilmektedir. Tahıl kökenli gıdalar bir yandan çinko yönünden fakir, diğer yandan başta fitin asidi olmak üzere lignin, selüloz, hemiselüloz gibi içerdikleri çinkonun insan ve hayvan hücrelerinde kullanımını sınırlandıran maddelerce zengindir (Çakmak vd. 1996). Fitin asidi çinkoyu kompleksleyerek onu hücre metabolizmasında kullanılamaz forma sokmakta ve sonuçta bünyede Zn olmasına rağmen çinko eksikliği çekilmektedir. Fitin asidi Zn beslenmesi bakımından insan ve hayvan beslenmesinde tek başına bir anlam ifade etmezken buna karşılık Zn ile birlikte anılmaktadır (Oberleas ve Harland 1981).

2.2 Toprakta Çinko

Tarımsal üretimde temel rol oynayan toprak oldukça karmaşık ve değişken bir yapıya sahiptir. Toprakların verimliliği, kültür bitkilerinden sağlanan ürün miktarı ve kalitesi

ile yakından ilişkilidir. Tarımsal üretimde birim alan verimliliğinin artırılması ve kalitesinin yükseltilmesinde gerekli yetiştirme öğelerinden başlıcaları uygun çeşit kullanımı, kaliteli tohumluk, gübreleme, uygun toprak işleme gibi yetiştirme teknikleri ile hastalık, zararlı ve yabancı otlarla mücadele sıralanmaktadır. Verimi belirleyen en önemli faktör ise toprakta bulunan ve bitkilerce alınabilecek formda olan bitki besin maddesi miktarıdır. Bitkiler için gerekli olan besin maddeleri çoğu kez toprakta fazlasıyla bulunur. Beslenmede mutlak gerekli olan besin elementlerinin topraktaki toplam miktarlarından ziyade bitkiye yararlı miktarları büyük önem arz etmektedir. Ancak toprakta bulunan besin maddelerini bitkilerin her zaman yeterince alabilmeleri mümkün değildir. Bitkilerin alamayacağı formda olan besin maddeleri yararlı ya da alınmaz olarak nitelendirilir. Bitkiler, besin maddelerini ancak basit formlarda ve genellikle iyon şeklinde bünyelerine alabilmektedirler. Besin maddelerinin yararlılığını ise toprağın fiziksel ve kimyasal yapısı, kullanım şekli, organik madde miktarı, iklim faktörleri ve diğer besin elementlerinin oranı gibi birçok faktör etkilemektedir. Çinko, bitkilerdeki işlevleri yönünden azot, fosfor, potasyum v.b. elementler kadar önemlidir. Nitelikli ve bol ürün verebilmeleri için bitkilerin geliştikleri ortamda çinkoyu bulmaları, yeterli düzeyde almaları ve metabolizmalarında kullanmaları büyük önem taşır.

Topraklarda çinko, genel olarak sfalerit (ZnS), hemimorfit [$Zn_4(OH)_2Si_2O_7 \cdot H_2O$] ve simitsonit ($ZnCO_3$) minerallerinde bulunur (Lindsay 1991). Nitekim Krauskopf (1972), çinkonun temel kaynağını sfalerit (ZnS), smithsonit ($ZnCO_3$) ve hemimorfit [$Zn_4(OH)_2Si_2O_7 \cdot H_2O$] gibi çinko içeren minerallerin oluşturduğunu, litosferde bulunan çinko miktarının ortalama 80 mg/kg olduğunu bildirmiştir. Çinko kapsayan minerallerin % 90'ından fazlası güç çözünen ya da çözünemez formda bulunmaktadır (Barber 1995). Toprakta bulunan çözünebilir çinkonun ortalama % 60'luk kısmını çözünebilir Zn-organik komplekslerinin oluşturduğu bildirilmektedir (Hodgson vd. 1966). Toprakta katı ve sıvı faz arasındaki çözünürlük ilişkilerini etkileyen faktörlerden birisi de toprak mineralleridir. Toprakta çinko içeren minerallerden ZnO , $ZnOH$ ve $ZnCO_3$ 'ün sürekli olarak fazla miktarda çözünür durumda oldukları bildirilmiştir. Topraktaki çözünürlüğe karşı en dayanıklı çinko mineralinin franklinit (ZnF_2O_4) olduğu bilinmektedir.

Willemite ($ZnSiO_4$) ise orta düzeyde çözünürlüğe sahip olmasının yanında, topraktaki çinkonun çözünürlüğünde de önemli bir role sahiptir.

Bir diğer önemli total çinko kaynağı ise atmosferik depozitlerdir. 10 Avrupa ülkesinde yapılan araştırmada, yılda ortalama 217 g ha^{-1} çinkonun atmosferik depozitlerden geldiği tespit edilmiştir. Aynı çalışmada, yılda 20 g ha^{-1} ve 68 g ha^{-1} değerleriyle sırasıyla Finlandiya ve Norveç'in en düşük değerlere sahip olduğu, buna karşılık en yüksek ortalamanın yılda 540 g ha^{-1} değeriyle Almanya ve Polonya'nın sahip olduğu bildirilmiştir. Ayrıca, İngiltere ve Galler'de 34 farklı yerde ve 42 ay süreyle yapılan çalışmalarda da yılda 221 g ha^{-1} çinkonun atmosferden geldiği tespit edilmiştir (Alloway 2004).

Topraklardaki total çinko (Zn) içeriğinde en önemli faktör toprak ana materyali olarak kabul edilmekte olup, çinko içerikleri de ana materyale bağlı olarak değişiklik göstermektedir. Topraklarda toplam çinko içeriği oldukça yüksek olmakla birlikte, yer kabuğunun üst kısmında yaklaşık olarak değer 57 mg/kg 'dır (Brehler ve Wedepohl 1978). Bazalt ve gabro 100 mg kg^{-1} , diotrit ve andezit 70 mg kg^{-1} , ultramorfik (dunit, peridolit ve serpantinit v.b.) kayalar, 58 mg kg^{-1} ve granit 48 mg kg^{-1} içerdiği, buna karşılık sedimanter kayalardan kireçtaşı 20 mg kg^{-1} , kum taşı 30 mg kg^{-1} , kil ve şeyl 120 mg kg^{-1} ve bitümlü şeylerin 200 mg kg^{-1} Zn içerdikleri bildirilmiştir (Alloway 2004). Bazik püskürük kayalar üzerinde oluşan toprakların çinko içerikleri, asidik kayalar üzerindeki çinko içeriklerinden daha yüksektir. Nitekim Hodgson vd. (1966) tarafından yapılan çalışmada, toplam çinkonun bazik kayalarda 130 mg kg^{-1} , sedimenter kayalarda 80 mg kg^{-1} , asit kayalarda 60 mg kg^{-1} ve mineral toprakta $40\text{-}58 \text{ mg kg}^{-1}$ olduğu bildirilmiştir. Mineral toprakların total çinko içerikleri 50 mg Zn g^{-1} , organik topraklarda 66 mg Zn g^{-1} düzeyindedir.

Topraklardaki çinko noksanlığının belirlenmesinde genellikle DTPA ekstraksiyon yöntemi kullanılmaktadır. Lindsay ve Norvell (1978) tarafından yapılan bir çalışmada, toprakta dietilentriaminpentaasetik asit (DTPA) yöntemine göre belirlenen 0.5 mg kg^{-1} bitkiye yararlı Zn miktarı kritik düzey olarak kabul edilmiş, bu düzeyin altında Zn içeren toprakların gübrelenmesinin gerekli olduğu yapılan araştırmalarla ortaya

konulmuştur. Anonymous'a (1990) göre ise toprakta çinkonun kritik sınır değeri 0.7 mg kg⁻¹'dir. Tarım topraklarının çoğunda, toplam çinko konsantrasyon değerinin 10-300 mg kg⁻¹ arasında değiştiği tespit edilmiştir (Alloway 1995, Barber 1995, Karanlık 1995). Sawaine (1995) tarafından 18 ülke toprağının Zn içerikleri araştırılmış, toprakların toplam Zn miktarının 10-300 mg kg⁻¹ aralığında değişim gösterdiği ve ortalamasının 70 mg kg⁻¹ olduğu saptanmıştır. A.B.D.'de 1300 yüzey horizonunda yapılan çalışmada Zn içeriğinin geometrik ortalamasının 48 mg/kg ve aritmetik ortalamasının 60 mg/kg olduğu belirlenmiş olup, bu değerlerin de 5-2900 mg/kg aralığında değiştiği tespit edilmiştir. Wiskonsin'de Dolar ve Kenny (1971), toprak işleme yapılan 36 toprağın toplam Zn değerini 35 mg/kg olarak tespit etmişlerdir. Ülkemizde de Karanlık (1995), Orta Anadolu, Çukurova ve GAP bölgesi topraklarını kapsayan çalışmasında, toplam Zn içeriklerinin 36.9-80.4 mg/kg aralığında değişim gösterdiğini saptamıştır.

Günümüzde topraklarda çinkonun bulunuş şekli, toplamı ve yarayışlı çinko miktarları ile buna etki yapan etmenlerle ilgili çalışmalar ivme kazanmıştır. Navrot ve Ravikovitch (1968), 17 mg kg⁻¹'den daha az çinko ihtiva eden mısır bitkilerinin genellikle çinko gübrelemesine tepki gösterdiklerini bildirmişlerdir. Boehle ve Lindsay (1969), 8-30 cm boyundaki buğday bitkilerinde; 0-10 mg kg⁻¹ Zn düzeyini noksan, 11-20 mg kg⁻¹ Zn düzeyini düşük, 21-40 mg kg⁻¹ Zn düzeyini yeterli ve 41-50 mg kg⁻¹ Zn düzeyini yüksek olarak tanımlamışlardır.

Zhu ve Wang (1991), mısır, çeltik, üzüm, bezelye ve buğday bitkilerinin yer aldığı 210 adet tarla koşullarındaki denemelerde, çinko uygulamasının tane verimini % 13.2 ve 126 tarla denemesinde ise ortalama % 60 oranında artırdığını, topraktaki kritik çinko miktarının bitki türüne göre değişim gösterdiğini ve bu değerlerin buğdayda 0.3-0.4 mg g⁻¹, üzümde 0.7-0.8 mg g⁻¹ ve çeltikte 1 mg g⁻¹ olduğunu tespit etmişlerdir.

Selimoğlu (1993), Aydın ve Muğla yörelerindeki turuncgil bahçelerinden aldığı 16 adet toprak numunesinde DTPA yöntemi ile yarayışlı çinko kapsamını belirlemiş ve değerini 0.31-8.07 mg kg⁻¹ arasında değiştiğini, ortalama değerinin ise 1.85 mg kg⁻¹ olduğunu saptamıştır. Ayrıca farklı dozlarda çinkonun (0, 7.5, 15, 30 mg kg⁻¹) topraktan çinko sülfat olarak uygulandığı bir diğer çalışmada da topraktaki yarayışlı çinko

seviyesinin 0.58 mg kg^{-1} olduğu durumda, 7.5 mg kg^{-1} çinko uygulaması sonucu mısırın kuru madde verimi 3.44 bitki^{-1} 'den 8.48 bitki^{-1} 'ye, topraktaki yarayırlı çinko kapsamının 1.54 , 3.25 , 5.44 ve 12.29 mg kg^{-1} olduğu durumlarda ise çinko uygulamasına bağılı olarak mısır veriminde önemli bir artış sağlanamamıştır. Araştırmacı 0.5 M DTPA yöntemine göre toprakların yarayırlı çinko durumunu belirtmenin çok başarılı olduğunu ortaya koymuştur.

Braun vd. (1995), Orta Anadolu Bölgesi'nde 500 adet toprak numunesinde yapılan analizlerde bu toprakların % 60'ının çinko bakımından yeterli sınır kabul edilen 0.5 ppm DTPA 'da ekstrakte edilebilir çinkodan daha düşük olduğu belirlemiştir. Ayrıca yine Orta Anadolu Bölgesi'nde 10 ilden toplanan buğday yaprak numunelerinin % 97'sinde yaprakta kritik seviye olarak kabul edilen 15 ppm seviyesinin altında, % 84'ünde de 10 ppm altında olduğu belirlenmiştir. Çinko sülfat uygulamasının yer ve yıla bağılı olarak verimi % 10-800 arasında artırdığı bildirilmektedir.

Karanlık vd. (1998), Orta Anadolu ve Çukurova Bölgesi topraklarında, başta Zn olmak üzere mikro elementlerin topraktaki kimyasal formlarını ve içeriklerini belirlemek amacıyla yaptıkları çalışmalarında, bahsi geçen bölge topraklarının toplam mikro element içeriği yönünden zengin olduklarını ancak bu elementlerin bitkiye yarayırlılıklarının önemli ölçüde sınırlı olduğu belirlenmiştir. Total çinko değeri $40-80 \text{ mg kg}^{-1}$ arasında değişirken, potansiyel olarak bitkilerce alınabilir çinko değeri $0.08 \text{ mg kg}^{-1}-0.23 \text{ mg kg}^{-1}$ arasında bulunmuştur (Zn: $40-80 \text{ mg kg}^{-1}$, Cu: $25-59 \text{ mg kg}^{-1}$, Fe: $32951-39371 \text{ mg kg}^{-1}$, Mn: $603-860 \text{ mg kg}^{-1}$).

Yeryüzü toprakları toplam çinko yönünden kültür bitkilerinin ihtiyaçlarını uzun yıllar karşılayabilecek potansiyelde olsa da temel sorun, çinkonun toprağın fiziksel ve kimyasal özellikleri nedeniyle bitkilerce alınamamasıdır. Nitekim Türkiye topraklarının % 49.83'ünün yarayırlı çinko kapsamı, kritik değer olarak kabul edilen 0.5 mg/kg 'ın altındadır. Van 0.26 mg/kg çinko içeriği ile en düşük ortalama çinko değerlerinin elde edildiği 5 il arasında ilk sırada yer almaktadır (Eyüpoğlu vd. 1998). Eyüpoğlu vd. (1996) Orta Anadolu Bölgesi'nde tarım topraklarının % 60'ı çinko kapsamı olarak yeterli sınır kabul edilen 0.5 ppm 'in altında olduğu saptamıştır.

Bilgehan vd. (1999), Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Araştırma ve Uygulama Çiftliği'nde yaptıkları diğer çalışmada, tarla tarımının yapılan Cihanyalısı, Menderes, Dutlu ve Kademe serilerinde çinko içeriğinin 0.5 mg kg^{-1} ve bunun altında olduğu bildirmişlerdir.

Hodgson vd. (1966), bitkilerin çinkoyu katyon formunda (Zn^{+2}) aldıklarını ve toprak çözeltisinde düşük düzeyde bulunan çinko (Zn^{+2}) iyonlarının mobilitesinin de düşük olduğunu bildirmişlerdir. Toprakta çeşitli formlarda bulunan çinkonun alınabilirliği bazı bileşenlerce kontrol edilmektedir ve bitkiler çinkodan çözülmüş halde, adsorbe edilmiş ve değişebilir formundan yararlanabilmektedirler (Rupa vd. 2002). Stevenson ve Ardakani (1972), özellikle amino asit, organik asit ve fulvo asitlerin çinkoyu bağladıklarını, bu şekildeki çinkonun toprak çözeltisinde çözülmüş halde bulunduğunu ifade etmişlerdir. Farklı çözünürlük değerine sahip çinko, toprakta reaktif toprak komponentlerinin değişim yerlerine bağlanmış halde, toprak çözeltisi içerisinde organik veya bu formda kompleksleşmiş olarak, organik maddeyle kompleksleşmiş, Fe, Al, Mn oksit veya hidroksitlerce okside olmuş ve birincil ile ikincil minerallerin içinde tutulmuş halde bulunabilmektedir (Lindsay ve Norvell 1978, Jenne 1997). Mandal ve Mandal (1986) toprakta bulunan çinkoyu; suda çözünebilir ve değişebilir, amorf yapıdaki seskioksitlerde, organik bileşikler halinde ve kristalin yapıdaki seskioksit bileşimlerinde olacak şekilde 4 grupta değerlendirmiştir. Alloway (2004) ise çinkonun toprak çözeltisinde suda çözünür fraksiyonda, iyonların toprak parçacıklarına elektriksel yüklerle bağlandığı değişebilir fraksiyonda, iyonların organik bileşiklerle adsorbe olmuş, şelatlanmış veya kompleksleşmiş durumda organik bağlı fraksiyonda, kil mineralleri ve çözünmez metalik oksit mineralleri üzerine değişmez şekilde bağlı olarak, toprak çözeltisindeki ve desorbe olabilen Zn bitkilerce alınabilir ve toprak profilinde yıkanabilir vaziyette ve birincil minerallerin ayrışma ve parçalanması neticesinde açığa çıktığını bildirmiştir.

Iyengar vd. (1981), tarafından 19 farklı toprakla yapılan bir başka çalışmada, çinkonun fraksiyonlara göre farklı şekilde dağıldığı ve ortalama toplam çinkonun % 25'inin Al ve Fe-oksitlere bağlı halde yaklaşık olarak % 75'inin residual Zn, % 0.4, 3.3, 2.5 ve 2.0'nin de sırasıyla suda çözünebilir+değişebilir, spesifik olarak adsorbe edilmiş, organik olarak

bağlanmış ve Mn-oksitlere bağlı çinko formlarında bulunduğu belirlenmiştir. Toplam çinko konsantrasyonu ile toprakların yarayışlı Zn^{+2} iyonları arasındaki ilişki kuvvetli olmayıp Zn^{+2} iyonu çoğu zaman total Zn'nun % 1'inden çok az düşük oranda bulunmaktadır (Ünal ve Başkaya 1981). Mandal ve Mandal (1986) ile Singh ve Abrol (1986) çinkonun primer ve sekonder minerallerdeki ve topraktaki oksit haldeki formunun yarayışlı olmadığını bildirmişlerdir.

Besin elementlerinin çözünürlük ilişkilerinin belirlenmesinde toprağın katı fazı topraktaki çinkonun kaynağını oluşturur. Toprak çözeltisinde yer alan bir besin elementinin konsantrasyonu herhangi bir mineralin denge konsantrasyonunu geçtiğinde o mineral çökebilme, mineralin denge çözünürlüğünün altına düşmesi halinde de o mineral çözünebilmektedir. Bu bağlamda, toprağın katı kısımları besin elementlerinin çözünürlüğünü tamponlamakta ve bu işlevi nedeniyle de bitki besin elementlerinin alınabilirliği doğrudan etkilenmektedir (Lindsay 1991). Çinkonun dağılımını etkileyen toprağın katı ve sıvı fazındaki bu olaya o toprağın tamponlama kapasitesi denir. Genellikle tamponlama kuvvet değeri, çinko konsantrasyon değerinin toprak çözelti fazında azalışı ve KDK'nın artmasıyla yükselir. Ayrıca ortama çinko ilavesiyle değişebilir çinko miktarı artmakta ve tamponlama kuvvet değeri azalmaktadır.

Alloway'in (2004) bildirdiğine göre çinkonun bitkisel üretimdeki işlevi aşağıdaki şekilde açıklanmaktadır:

- 1) Düşük total ve bitkilerce alınabilir çinko düzeyine sahip, yıkanmanın yoğun olduğu asit karakterli ve kumlu topraklarda Zn noksanlığı görülmektedir.
- 2) Toprak pH'sı, parçacıkların adsorptiv kapasitesini arttırmakta, hidrolize çinko formlarını oluşturmada ve kireç üzerindeki kimyasal bağlanma ile demir oksitler üzerindeki çökelmeyi de arttırmasıyla çinkonun bitkilerce alınabilirliği azaltmaktadır.
- 3) Kolay parçalanabilir organik maddelerin toprağa eklenmesi, hareketli olan ve bitki köklerinde adsorbe edilebilen çözünür formdaki Zn-organik madde

komplekslerinin oluşumuna yol açarak, Zn'nun bitkilerce alınabilir formda olmasını sağlamaktadır.

- 4) Gerekenden fazla fosforun olması halinde çinko alınmaz forma dönüşür. Fosfor gübrelemesiyle ortaya çıkan çinko noksanlığı bitkide fizyolojik kaynaklı olabilmektedir.
- 5) Diamonyum fosfat (DAP) ve Monoamonyum fosfat (MAP) gibi kimyasal gübrelerin kullanılmasıyla Zn noksanlığının arttığı saptanmıştır.
- 6) Bakır içeriği çinko içeriğine nazaran yüksekse bitki kökleri çinko yerine bakır bağlayacağından çinkonun alınabilirliği azalacaktır.
- 7) Amonyum nitrat ve amonyum sülfat gibi azot bileşikli gübreler bitkiye azot kazandırmakta fakat toprakların asitleşmesine yol açarak çinkonun çözünürlüğünün artmasına neden olmaktadır.

Takkar ve Walker (1993), topraklarda çinko noksanlığının oluşumunda ya da çinkonun daha az yararlı hale gelmesinde, organik madde miktarının düşük olması, toprak neminin kısıtlı veya yağışların az olması, yüksek oranlarda azot ve fosfor bileşimli gübreler, bitkiye yararlı fosforun toprakta fazla miktarda bulunması ve toprak havalanması gibi faktörler rol oynamaktadır. Toprakların pH'sı, kireç miktarı, organik madde, toprak tekstürü, demir gibi çinko ile diğer elementlerin etkileşimlerinden etkilenmektedir (Bukvic vd. 2003). Çevresel etkilerin bitkilerin makro besin elementi beslenmesinden çok mikro element beslenmesini etkilediği bildirilmektedir. Moroghan ve Mascagni (1991), mikro besin elementlerinin bitkilerce alınabilirliğinin topraktaki elementin toplam miktarıyla ilişkisinin zayıf olduğunu, buna karşılık pH, redoks potansiyeli, organik madde içeriği, toprak tekstürü gibi toprak özellikleri ve bitki tür ve çeşidi, toprak su içeriği, sıcaklık ve ışık gibi çevresel faktörlerle yakın ilişkide olduğunu belirtmişlerdir.

Toprak çinkosunun dağılımı çeşitli toprak özelliklerine bağlıdır. Toprak çözeltisindeki çinko içeriği topraktaki çinko mineralinin çözünürlüğü (Lindsay 1972) ve adsorbsiyon-desorbsiyon süreçlerince etkilenir (Brumer vd. 1983). Ayrıca pH ile adsorbe edilmiş zayıf bağlı çinko miktarı da değişmektedir. Mikro besin elementlerinin alınabilirliğini

toprak özellikleri etkilemekte ve genellikle toprak çözeltisindeki mikro elementlerin içerikleri düşük olmakla birlikte optimum bitki gelişimi için toprağın katı fazından toprak çözeltisine mikro besin elementinin geçişi hızlı gerçekleşmektedir (Loneragan 1975).

Shuman (1975), topraktaki çinko tutunum, dağılım ve hareketliliğinin toprak tekstürünce etkilendiğini, tekstürün bitki için alınabilir durumdaki çinko miktarını belirlediğini ve kumlu topraklara oranla killi toprakların çinko adsorbsiyon kapasitesinin daha fazla olduğunu belirtmiştir. Çinko noksanlığının verime olan etkisi toprağın yapısı, nemi ve bazı özelliklerine bağlı olarak yıllar içerisinde değişiklik göstermektedir. Kumlu, kumlu-tınlı ve organik topraklar siltli ve killi topraklara göre daha çok çinko eksikliği gösterirler. Toprağın kompozisyonu çinko alınabilirliğini etkilemektedir. Çinko eksikliği, çoğunlukla killi ve killi tınlı, organik, kireçli ve düşük katyon değişim kapasitesi gösteren killi topraklarda görülmektedir.

Ayrıca Davis-Carter ve Shuman (1993), topraktaki mineral parçacıkların çinkonun adsorbsiyonunu ve topraktaki dağılımını etkilediğini bildirmektedirler. Bu bağlamda yapılan çalışmalarda bitkilerce alınabilir en önemli çinko formunun olan değişebilir çinko fraksiyonunun kaba bünyeli topraklarda daha fazla olduğu bildirilmektedir. Helmke vd. (1977) ve Brehler ve Wedepohl (1978), Zn içeriğinin kuvarsta son derece düşük olduğunu (1-8 mg/g) ve kumlu topraklardaki gibi bol miktarda bulunması halinde toprak çinkosunun seyreldiğini bildirmişlerdir.

Karaçal ve Çimrin (1998), Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Kampus alanı topraklarının çinko durumunun belirlenmesi, çinkonun diğer elementlerle ve çeşitli toprak özellikleri ile olan ilişkilerinin saptanması amacıyla yaptıkları araştırmalarında, ilgili alana ait toprakların kilce zengin, fazla kireçli, alkali reaksiyonlu ve organik maddece fakir olduğu, çinko miktarının ise yeterli seviyenin altında bulunduğu tespit etmişlerdir. Araştırılan 61 adet toprak numunesinin ortalama değerleri belirlenmiş, buna göre Zn 0.22 ppm, Fe 1.37 ppm, Cu 0.56 ppm, Mn 2.39 ppm olarak bulunmuştur. Toprak örneklerinin organik madde miktarları ile yarayırlı Zn kapsamları arazında önemli

pozitif ilişki belirlenirken, kireç, pH, KDK ve kum, silt, kil kapsamları arasında olumlu bir ilişki saptanamamıştır.

Shukla (2000) yaptığı çalışmasında, smektit, illit ve kaolinit kil minerallerinin çinko adsorbe etme kapasitelerini araştırmış ve en yüksek adsorpsiyonun smektit grubu kil minerallerinde, en düşük adsorpsiyonun ise kaolinit grubu kil minerallerinde olduğunu saptamıştır.

Gorny vd. (2000), toprakta kumludan kile doğru tekstür sınıfı incelidikçe çinko düzeyinin arttığı ve genel olarak topraktaki total çinko konsantrasyonunun kumlu topraklar hariç bitkinin çinko ile beslenme düzeyini göstermediği belirtmektedirler. Fransa'da Baize (1997), çinkonun kumlu topraklarda ortalama 17 mg kg^{-1} , siltli topraklarda (<% 20 kil) 40 mg kg^{-1} , tınlı topraklarda (% 20-30 kil) 63.5 mg kg^{-1} , killi topraklarda (30-50 kil) 98 mg kg^{-1} ve yüksek kil içerikli (>%50 kil) 132 mg kg^{-1} olduğunu saptamıştır. Polonya'da yaptığı çalışmasında da kumlu toprak için ortalama çinko değerinin 37 mg kg^{-1} ($3-762 \text{ mg kg}^{-1}$), löslü ve tınlı topraklarda sırasıyla 60 mg kg^{-1} ($28-116 \text{ mg kg}^{-1}$) ve 75 mg kg^{-1} ($37-725 \text{ mg kg}^{-1}$) arasında olduğunu ifade etmiştir.

Rattan ve Deb (1981), Marschner (1993) genellikle çinkonun bitki kök bölgesine taşınımı difüzyon yoluyla gerçekleşmektedir. Çinkonun kök etki alanına taşınması ve bitki köküne difüzyonunda, toprak nemi etkin rol oynar. Toprakta nem içeriğinin azalmasıyla, bitkilerin topraktan çinko absorbe etme özellikleri de önemli şekilde düşmektedir.

Toprakta çinkonun alınabilirliğini etkileyen en önemli faktör toprak reaksiyonudur. Bu nedenle yarayışlı çinko miktarı ile toprak pH'sı arasında yakın bir ilişki söz konusudur. Toprak çözeltisindeki çinko konsantrasyonu, CaCO_3 kapsamı ve pH'sı yüksek olan kurak ve yarı kurak bölge topraklarında oldukça düşüktür. Toprak pH'sının çinko yarayışlılığı üzerine yapılan çalışmalarda, pH artışının çinko yarayışlılığına olumsuz etki yaptığı, pH ile yarayışlı çinko arasında ters bir ilişkinin olduğu ve alkali yöne doğru gidildikçe toprakta yarayışlı çinko miktarının azaldığı ifade edilmektedir.

Çizelge 2.1 Değişebilir çinko miktarı ile toprak pH'sı arasındaki ilişki (Dolar ve Keeney 1971)

<u>Toprak pH'sı</u>	<u>Değişebilir Zn mg kg⁻¹</u>
5.0-6.0	1.2
6.1-6.5	0.5
6.6-7.0	0.4

Çizelge 2.1'de verilen değerlerden görüleceği üzere, toprak pH'sı azaldıkça bitkilerin çinko alımı artarken, toprak pH'sı arttıkça çinko alımı azalmaktadır (Dolar ve Keeney 1971). Topraklarda çinkonun yarayırlılığı yönünden pH'sının 5.5-6.5 olması genellikle kritik düzey olarak kabul edilmiştir. Toprak pH'sı artarken çözünürlükleri çok az olan Zn(OH)₂, ZnCO₃ bileşikleri oluşmakta ve Zn⁺²'nin yarayırlılığı azalmaktadır. Kuşkusuz çinkonun yarayırlılığı pH'sı yüksek tüm bazik topraklarda azalmaz. Bunun temel nedeni Zn⁺² ile toprakta doğal olarak bulunan organik maddelerin bitkinin yararlanabildiği labil kleyt oluşturmasıdır (Sauchelli 1969).

Melton vd. (1973), Zn difüzyon katsayısının kireçli tınlı bir toprakta asidik toprağa nazaran 50 kez daha düşük olduğunu ve asit karakterli bir toprağa kireç eklenerek pH'sı 7'ye getirildiğinde iki toprağın difüzyon katsayılarının birbirine benzer olduğunu tespit etmişlerdir.

McBride ve Blasiak (1979), siltli tın karakterli toprağa artan miktarlarda çinko uygulayarak yürüttükleri çalışmalarında, çinko adsorpsiyonunun pH 7.0'de en yüksek düzeyde olduğunu ve çinkonun sulu oksitlerin yüzeylerinde adsorbe edildiğini ve denge çözeltisindeki çinko içeriğinin pH 5.0'dan pH 7.0'ye doğru her birim pH artışında 30 kat azaldığını tespit etmişlerdir.

Sims (1986), pH değişimlerinden çinkonun fraksiyonlardaki dağılımının değiştiği ve pH düşüşü ile çinkonun bitkiye daha yarayırlı olan fraksiyonlarında artış olduğunu belirtmişlerdir. Shuman (1986) da artan toprak pH'sıyla organik fraksiyondaki çinkonun da arttırdığını bildirmektedir. Nielsen vd. (1986) çinkonun asitlik artışıyla bitkiye az

yarayışlı form olan fraksiyondan daha yarayışlı form olan değişebilir ve organik fraksiyonlara doğru gittiğini saptamışlardır. Bu durum değişebilir ve organik çinkonun pH ve residual çinko ile ters ilişkili olduğunu göstermektedir. pH'nın fraksiyonlar arasındaki mikro element dağılımlarına ilişkin çalışmada, düşük pH'ya sahip topraklarda değişebilir ve organik fraksiyonlardaki Zn, Cu, Mn ve Fe'in yüksek pH'ya sahip topraklardan daha fazla miktarda bulunduğunu bildirilmiştir (Sims ve Patrick 1978).

Eyüpoğlu vd. (1996), Türkiye topraklarının % 81.2'lik bölümünde pH 7.0'ın üzerinde bir seyir izlemektedir. Bu yönüyle tarım topraklarımızda çinkonun önemli bir sorun teşkil ettiği akla gelmektedir. Konu ile ilgili yapılan bir araştırmada, Türkiye topraklarını temsilen 0-25 cm derinlikten alınan 1511 adet toprak numunesinde DTPA ekstrasyon yöntemi ile çinko miktarı tespit edilmiş, Türkiye topraklarının yaklaşık % 50'sinde çinko noksanlığı olduğu ve bunun da 14 milyon hektar tarım alanına karşılık geldiği, belirlenen toprakların % 91.8'inde pH değerinin 7.0'nin üzerinde ortaya konulmuştur. Bu bulgu ülkemiz topraklarında çinko noksanlığı ile toprak pH'sı arasındaki ilişkiyi ortaya koyan bir gösterge olarak kabul edilmiştir (Ülgen ve Yurtsever 1984, Eyüpoğlu vd. 1998). pH ve çinko eksikliği ilişkisi çizelge 2.2'de izlenmektedir (Ülgen ve Yurtsever 1984).

Çinko uygulanmaması durumunda nötr ve alkali reaksiyonlu topraklarda da ürün miktarında önemli azalmaların yanı sıra çinko uygulanmamış pH'sı 6.8 olan toprağa göre pH'sı 7.7 olan toprakta çeltikte ürün miktarında % 53.0 bir azalma saptanmıştır. Toprağa çinko uygulanması durumunda ise yüksek pH değerli topraktaki ürün azalışı % 8.0 düzeyine inmiştir. Bu durum pH değeri yüksek olan kireç karakterli topraklarda en çok eksikliği görülen mikro elementin çinko olduğunu somut olarak ortaya koymuştur (Moroghan ve Mascagni 1991, Graham vd. 1992).

Çizelge 2.2 Türkiye'nin değişik bölgelerinden alınan topraklarda pH dağılımı (Ülgen ve Yurtseven 1984)

Toprak pH'sı	Dağılım %
4.0-4.9	0.9
5.0-5.9	4.5
6.0-6.9	13.4
7.0-7.9	76.5
8.0-8.9	4.7

Kabata-Pendias ve Pendias (1992), topraktaki çözünür çinko içeriğini 4-270 $\mu\text{g L}^{-1}$ bildirmiş olup, topraktaki ortalama total çinko içeriği (50-80 mg kg^{-1}) ile karşılaştırıldığında, çözünür çinko konsantrasyonunun düşük olduğu gerçeğini ortaya koymuşlardır. Ayrıca asitliği yüksek topraklarda aynı değer 7137 $\mu\text{g L}^{-1}$ olduğu saptanmıştır. Elde edilen bu sonuç çinkonun çözünürlüğünün pH ile ilişkisinin yakın ve negatif ivmeli olduğunu göstermiştir.

Catlett vd. (2002), Colorado topraklarında, pH artışıyla çinkonun hareketinin azaldığını, toprak organik karbon düzeyindeki artışla da aktivitesinin arttığını belirlemişlerdir. Çinko noksanlığı görülen toprakta yüksek miktarlarda ahır gübresi uygulamasıyla alınabilir çinko içeriğinin artmasını çinko ile organik maddenin kompleksleşme düzeyindeki artışla ilişkilendirmişlerdir.

Çinko noksanlığı çoğunlukla tesviye görmüş alanlarda, alt toprağın üste çıktığı hallerde ve erozyona uğramış arazilerde daha sık görülmektedir (Wynne 1957, Krantz ve Brown 1962). Grunes vd. (1961), doğal olarak herhangi bir şekilde dış faktörlerden etkilenmemiş toprakların yanında, üst toprağı tesviye ya da erozyonla uzaklaşmış olan toprakların çinko noksanlığı göstermesi ihtimalinin daha fazla olduğunu belirtmektedirler. Follet ve Lindsay (1970), toprak profilinde çinkonun dağılımının değişken olmasına karşın, ekstrakte edilebilir veya alınabilir çinkonun toprak katmanında biriktiği ve bu miktarın derine inildikçe azaldığını saptamışlardır. Bu arada birçok araştırmacı (Burleson vd. 1961, Ellis vd. 1962, Viets 1967) bitkilerin büyüme

devresinin başlangıcında meydana gelen soğuk ve yağışlı havalardan kök büyümesini yavaşlatması sebebiyle çinko noksanlığını tetiklediğini bildirmektedir. Noksanlığın çok şiddetli olmadığı hallerde mevsim ilerledikçe hava sıcaklığının artması ve köklerin daha geniş sahaya yayılması ile noksanlığın ortadan kalkabileceği belirtilmektedir (Leng 1966).

Kacar (1995), çinkonun yarayışlılığı ile iklim faktörleri arasında bir ilişkiyi bahsetmektedir. Çinkonun kök etki alanına taşınmasında ve bitki köküne difüzyonunda toprak nemi belirleyici rol bir oynar. İlkbaharı soğuk ve az güneşli geçen, serin ve nemli geçen sezonlarda çinko noksanlığı görülebilmektedir. Bu şartlar altında bitki topraktan daha az çinko absorbe etmektedir. Yapılan çalışmada ilkbaharı soğuk, yağışlı ve az güneşli geçen yörelerde çinko noksanlığının daha sık görüldüğünü, bu durumun soğuk topraklardaki kök gelişmesindeki azalmaya neden olmasının yanı sıra düşük sıcaklıkla organik maddeden çinkonun mikrobiyolojik mineralizasyonundaki azalmayla ilişkili olduğu saptanmıştır. Toprak sıcaklığına bağlı olarak çinkonun yarayışlılığının arttığı belirlenmiştir (Lucas ve Knezek 1972). Bu ise soğuk topraklarda kökün daha az gelişimi ve düşük sıcaklıkla organik maddeden çinkonun mikrobiyolojik mineralizasyondaki azalmayla açıklanmaktadır. Nitekim yüksek toprak sıcaklığında çinko içeriği ve alımının genellikle arttığı bu durumu destekler niteliktedir (Martin vd. 1965).

Udo vd. (1970), çinkonun toprakta yarayışlılığını etkileyen bir diğer faktörün topraktaki yüksek kireç miktarı olmakla birlikte, maksimum düzeyde çinko absorpsiyonunda etkili olan temel faktörün de yine toprağın kireç içeriği olduğunu bildirmektedirler. Kireçli alkalın topraklarda çinko, toprak kompleksleri ve karbonatlarla güç çözünen bileşikler oluşturmakta ve böylece yarayışlılığı azalmaktadır.

Mengel ve Kirkby (1982)'ye göre kireçli topraklarda ZnEDTA'daki Zn^{+2} ile Ca^{+2} 'un yer değiştirmesiyle de çinko yarayışsız forma dönüşür. Toprakta fazla olan bikarbonat (HCO_3) bitkilerce çinkonun alınımı ve toprak üstü organlara taşınımını olumsuz şekilde etkiler (Dogar ve Van Hai 1980, Forno vd. 1975). Bunun yanı sıra aşırı $CaCO_3$ toprak pH'sını etkilemekte, yüksek pH ile bitki besin elementlerinin yarayışlılığı azalmakta, amonyak halinde de azot kaybına yol açmaktadır. Fosforun çözünürlüğündeki azalma

da yine bu tip topraklarda meydana gelmekte, artan pH düzeyleri ile Fe, Cu, Zn ve Mn gibi mikro elementlerin yarayışlılığı da azalmaktadır. Eyüpoğlu vd. (1997) nohutta yürüttükleri denemede, kireç içeriği % 10, % 20, % 30 ve % 40 topraklara 0, 3, 6 ve 9 kg/da P₂O₅ olacak şekilde TSP uygulamış ve tüm kireç düzeylerinde artan dozlarda fosforun Zn kapsamalarında önemli derecede azalmalara neden olduğunu rapor etmişlerdir.

Shuman (1986) kirecin, mikro besin elementlerinin bitkiye yarayışlılıklarını azaltması nedeniyle kireçlemenin topraklarda mikro element noksanlığına yol açtığını bildirmiştir. Toprak pH'sının 5.5 ile 7.0 arasında her bir birim artışı ile bitkilerin topraktan çinko alımının 30-40 kez azaldığı tespit edilmiştir (Marschner 1993). Çinkonun kireçli topraklarda karbonatlar tarafından adsorbe edilmesi veya ZnCO₃ ve Zn(OH)₂ gibi az çözünürlüğe sahip bileşikler oluşturmasıyla Zn⁺² toprakta yarayışsız forma dönüşmektedir (Viets 1966, Navrot ve Ravikovitch 1969, Trehan ve Sekhon 1977, Mengel ve Kirkby 1982). Asit tepkimeli topraklarda kireçlenmeyle çinko elementinin kireç parçacıklarının yüzeyinde tutulmasıyla yarayışlılığı azalmaktadır (Tisdale vd. 1985). Nitekim Parker ve Walker (1986) bu durumu destekler nitelikte kireçleme ile toprak pH'sının 5.2'den 6.8'e yükselmesi durumunda bitkide çinko miktarında 10 kat azalmanın olduğunu bildirmektedir.

Topcuoğlu ve Yalçın (1998), çinko noksan kireçli sera toprağında çinko uygulamalarının meyvede ürün miktarı üzerine olumlu etki yaptığını, bitkide klorofil ile azot, fosfor, demir, aktif demir ve mangan içerikleri ile yaprak ayası, yaprak sapı ve meyve dokularında genellikle arttırdığını saptamışlardır. Yapraktan çinko ile bitki gelişimi ile mineral madde içeriğinde sağlanan artışın çinko stresi altında iken uygulanan çinkonun metabolik yönden aktive edici bir rol oynadığını ve uygulamanın kireçli alkalın topraklarda başarıyla sonuçlanabileceğini ortaya koymuşlardır.

Sharma ve Deb (1988), çinkonun difüzyon oranına etki eden bir başka etmen topraktaki bulunan organik madde miktarıdır ve organik madde topraktaki çinkonun difüzyon hızı ile yarayışlılığını arttırmaktadır. Organik maddenin toprakta çinkonun çözünürlüğü ile difüzyonunu artırdığı bir gerçektir (Marschner 1993, Obrador vd. 2003). Tisdale vd.

(1985), tarafından bildirildiğine göre; organik madde ile çinko arasındaki tepkimelerin üç farklı şekilde dönüştüğü bildirilmektedir. Bu halleri; çinko kısa zincir bağlarına sahip organik asit ve bazlarla çözünerek mobil hale dönüşür, lignin gibi molekül ağırlığına sahip organik bileşikler tarafından immobil hale dönüşür ve çözünebilir durumda olan organik bileşiklerle kompleks oluşturarak çözünemez tuzlar şekline dönüşür şeklinde açıklamışlardır.

Organik maddece zengin peat ve humik gley topraklarda çok sık görülen çinko noksanlığı Zn-organik madde komplekslerinin immobil halde olması ve çözünürlüğünün düşük oluşundan kaynaklanabilmektedir (Lucas ve Knezek 1972). Organik madde kapsamı düşük, alkalın tepkimeli topraklarda ahır gübresiyle uygulanmasıyla çinkonun çözünürlüğü ve bitkiye yarayışlılığının arttığı belirlenmiştir (Srivastava ve Sethi 1981). Buna bağlı olarak toprak organik maddesi arttıkça, bitkilerin çinko absorpsiyonu da artmaktadır (Sillanpaa 1982). Organik maddenin miktarı ve özelliklerine bağlı olarak çinkonun yarayışlılığı etkilenir. Nitekim toprakta bulunan organik yapıdaki bileşiklerin çeşitleri ve kimyasal yapıları çinkonun yarayışlılığı üzerinde önemli bir etkiye sahiptir. Topraktaki çinkonun yarayışlılığı organik maddeye bağlı değişim gösterir. Bu etki organik madde kompleks oluşturarak ya da humik ve fulvik asit fraksiyonlarıyla çinkonun absorpsiyonunu gerçekleştirmek suretiyle olmaktadır. Dolayısıyla da organik madde toprakta çinkonun çözünürlüğü ve difüzyonunu arttırmaktadır (Marschner 1993, Obrador vd. 2003).

Lobartini vd. (1997), humik asit ve mineral besin maddesi uygulamalarının bitki kuru ağırlığı, besin elementi içeriği ve alımının yanında tohumun çimlenmesine de olumlu etkide bulunduğunu ifade etmişlerdir.

Eyüpoğlu vd. (1998), ülke topraklarının tamamını kapsayan çalışmalarında, organik madde kapsamı ile çinko değeri arasındaki ilişki araştırılmıştır. En düşük çinko değeri (0.06 mg kg^{-1}) organik madde içeriği % 1.0-2.0 arasında değişen topraklarda belirlenirken, en yüksek çinko değerine (12.70 mg kg^{-1}) organik madde kapsamı % 3.0-4.0 arasında değişim gösteren topraklarda rastlanılmıştır. Toprakta organik madde kapsamı arttıkça, beraberinde yarayışlı çinko içeriğinin de arttığı görülmüştür. Ülke

topraklarında yarayışlı çinko miktarları ile organik madde kapsamları arasındaki doğrusal ilişki ($Y=0.16+0.362 X$) istatistiki yönden anlamlı ve olumlu bulunmuştur. Türkiye’de çinko noksan olarak sınıflandırılan toprakların % 82.5’inde organik maddenin % 2.0’den daha az olduğu saptanmıştır. Ülkemizde 18 büyük toprak grubu içerisinde çinko noksanlığının özellikle regosol, organik, kestane rengi, kırmızı kahverengi ve bazaltik büyük toprak gruplarında görüldüğü tespit edilmiştir.

Toprakta çinko alımını etkileyen diğer bir faktör de mikoriza mantarı olup, bitkilerce topraktan çinko alınırken, bunun % 50-60’lık kısmını mikoriza mantarı sağlamaktadır. Mikoriza mantarı oranı arttıkça bitkinin çinko kaldırma oranı da artmaktadır. Mikoriza bitkiden su ve karbonhidratı alırken, toprağa da Zn, P ve Cu ile su vermektedir. Mikorizanın ortamına ne kadar çok fosfor verilirse bu sistem çalışmaz ve dolayısıyla Zn alımı geriler (Marschner 1986). Toprakta yaşayan başta V.A mikorizal mantarlar olmak üzere liken ve bakteri gibi çeşitli mikroorganizmalar, toprakta bulunan organik maddeyi ve çözünmez formda bulunan P, K, Ca, Fe, Cu, Mn ve Zn gibi bitki besin elementlerini çözerek yarayışlı hale getirirler. Bu sayede elverişli forma dönüşen makro ve mikro besin elementlerini bitkiler alabilirler.

Taban ve Turan (1987), toprağa artan miktarlarda verilen demir ve çinkonun sera şartlarında mısırdaki kuru madde miktarı ile Fe, Zn, Mn, Cu, N, P ve K içerikleri üzerine etkilerinin istatistiki bakımdan önemli olduğunu bulmuşlardır. Toprağa artan miktarlarda uygulanan demir ve çinkonun, 20 ppm demir ve 15 ppm çinko düzeyinden sonra azalış yönünde eğilim gösterdiğini tespit etmişlerdir.

Yalçın ve Usta (1990), mısırdaki çinkonun demir, mangan ve bakır kapsamları üzerine etkisinin araştırıldığı çalışmada, çinkonun mısırdaki kuru madde miktarı ile çinko kapsamını artırdığı, buna karşın mikro besin elementlerinden olan demir, mangan ve bakır kapsamını azalttığı bildirilmiştir.

Ali vd. (2002) tarafından yapılan bir diğer çalışmada, nohut genotiplerinin Fe, B ve Zn’ya karşı genetik yapıdan kaynaklanan farklı tepkiler verdiğini saptamışlardır. Nohut

yetiştirilen alanların çoğunda genellikle mineral besin elementi noksanlıkları (N, P, S, Fe, Zn ve B olmak üzere) gözlemlenmiştir.

Besin elementlerinin birbirlerine antagonistik etkileri, besin elementinin başka bir elementin alınabilirliği üzerine olumsuz etki yapması anlamına gelir. Toprakta çok yüksek miktarda bulunan bir elementin diğer bazı besin elementlerinin bitkiye yararlılığını olumsuz yönde etkilediği çok rastlanan bir durumdur. Çinko ve fosforun birlikte kullanılması halinde birbirlerini zıt yönde etkileyebilir ve bu zıtlık da ürün kalitesi ve kantitesinin azalmasına neden olabilir. Bu ters etki genelde fosforun aşırı kullanıldığı durumlarda çinko eksikliği şeklinde karşımıza çıkar.

Anaç ve Saatçi (1993) tarafından, çinko, demir ve fosforca yoksul olan kireçli topraklarda, besin elementlerinin interaksiyonları tespit edilmiş olup, bu besin elementlerinden herhangi birinin artması ile diğer besin elementlerinde eksikliğin oluştuğu bildirilmiştir. Artan fosforun neden olduğu demir eksikliği, çinkonun neden olduğu demir eksikliği ve demirin neden olduğu çinko eksikliği bu interaksiyonlar arasındadır.

Fosforlu gübrelerin artan miktarlarda kullanılmasıyla bitkilerdeki çinko miktarı ile fizyolojik olarak yararlı formdaki çinko miktarı azalmaktadır (Çakmak ve Marschner 1987). Aşırı miktarda fosforlu gübre kullanılmasıyla oluşan eksiklik, çinko içeriğinin az olduğu, pH'sı yüksek ve/veya kalkerli topraklara yüksek miktarlarda fosforlu gübre uygulanmasından kaynaklanabilmektedir. Bu zıt etkileşimin gerçekleştiği yer öncelikle bitkinin kökleridir.

Cagliati vd. (1991), fosfor uygulamasının çinkonun kökten yeşil aksamına taşınımında etkili olmadığını ancak artan fosfor içeriğinin köklerce alınan çinko miktarını azalttığını yönünde bildirişte bulunmuşlardır. Nitekim çinko ile fosfor arasında var olan interaksiyon dört şekilde açıklanmaktadır: 1- Fosfor, çinkonun köklerden yeşil aksama taşınımını olumsuz yönde etkilemektedir. 2- Fosforun bitkide göreceli artışıyla bitkide çinko içeriğinin azalmasına (seyrelme etkisi) yol açmaktadır. 3- Fosfor bakımından zengin topraklarda çinko, çinko-fosfat halinde çökmekte ve dolayısıyla da bitki

çinkodan yeterince faydalanamamaktadır. 4- Bitkide fosfor ve çinko miktarları arasındaki dengesizlik nedeniyle fosfor, çinkonun bitkide metabolik işlevlerini yerine getirmesini engellemektedir (Marschner 1986). Fosforun fazlalığında çinko bitki köküne hapsolmakta ve bitkinin normal gelişimi için ihtiyacı olduğu diğer bölgelerine ulaşmamaktadır (Kacar 1997). Aksine toprağa çok fazla miktarda fosforlu gübre vermenin çinko noksanlığına sebebiyet vermediği yönünde bildirişler de bulunmaktadır (Seatz ve Jurinak 1957). Bazı durumlarda çinkonun fazlalığı fosforda bir eksiklik yapsa da sıklıkla karşılaşılan bir durum değildir.

Savaşlı vd. (1998), çeltik çeşitlerinin çinko ve fosforlu gübrelere reaksiyonlarını belirlemek amacıyla Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi araştırma sahasında sera koşullarında yürütülen çalışmalarında; çinko sülfat ($ZnSO_4$) formunda artan dozlarda 0.25, 0.50, 1.00, 2.00, 4.00 ve 8.00 kg/da olmak üzere çinko, fosforlu gübre ise 0.5, 10 ve 15 kg/da TSP olacak şekilde ekim öncesinde toprağa uygulanmıştır. Araştırma sonucunda artan dozlarda fosfor uygulamasıyla çeltik sapında N, P, Mn ve Fe içeriklerinin arttığı, K, Zn ve Cu içeriklerinin ise azaldığını bildirmişlerdir Elde edilen bulgulardan buğdayda yüksek dozda uygulanan fosforun dokularda bulunan çinkonun fizyolojik olarak kullanımını engellemesiyle çinko noksanlığının ortaya çıktığı sonucuna varılmıştır (Kalfa vd. 1998).

Hopkins (2001), fosfor uygulamasının şekli de çinko eksikliğinde önem arz etmektedir. Bant şeklinde uygulanan fosforda bant sayısı arttıkça çinko eksikliği de artacaktır. Gübre tüketicileri genelde yüksek miktarlarda fosforlu gübre kullanırken, belirli oranlarda gereken çinkoyu da toprağa uygulayarak fosforun fazlalığı nedeniyle oluşacak çinko eksikliğinin önüne geçmeye çalışmaktadırlar.

Şüphesiz ki birim alan tane veriminin artırılmasında yetiştirme tekniklerinin yanı sıra gübreleme de büyük önem taşımaktadır. Yüksek verim için bitkiler makro elementler yanında mikro elementlere de ihtiyaç duymaktadırlar. Üretim ve verimi sınırlandıran mutlak gerekli mikro elementlerden birisi olan çinkonun eksikliğinin giderilmesinde iki farklı yol izlenmektedir. Birincisi; noksanlık görülen alanlarda çinkolu gübre uygulamasıdır. Çünkü çinkonun eksikliği yalnızca ürün veriminde azalmaya sebep

olmaz, aynı zamanda tanede çinko içeriğinin de azalmasına neden olmaktadır (Çakmak 2009, Pathak vd. 2012). Bu nedenle gübre uygulaması verimin yanı sıra kalitenin artırılmasında uygulanan önemli tarımsal yaklaşımlardan birisidir (Pathak vd. 2012, Márquez-Quiroz vd. 2015). Topraklarda çinko noksanlığı olduğu durumlarda farklı uygulama yöntemleriyle çinko gübrelemesinin hem verim hem de tanede çinko içeriğinin zenginleştirilmesi mümkündür. Nitekim Sungur ve Özuygur (1986), analizler sonucunda toprak ve bitkide çinko eksikliğinin yoğun olarak bulunduğunu ve Türkiye'nin birçok yöresinde çinko gübrelemesi ile verimde artışın sağlanabileceğini bildirmişlerdir. Alınabilir çinko kapsamı düşük olan topraklarda çinko gübrelemesinin verimi büyük ölçüde arttırdığı yönünde çok sayıda araştırma bulunmaktadır (Brohi vd. 2000, Erdem 2011). Eksikliğin giderilmesinde ikinci izlenecek yol ise noksanlığa dayanıklı genotiplerin seçimi ve ıslahıdır.

Çinko kaynağı olarak kimyasal ve organik gübreler kullanılabilir. Kaynak olarak çeşitli bitkisel ve hayvansal kökenli, organik materyallerden, kompost, kent atıkları ile kanalizasyon artıklarında da yararlanılabilir. Kuru madde ilkesine göre ahır gübresi 82.1 mg/kg çinko içerir. Topraktaki çinko içeriği bazı bölgelerde insan faaliyetlerinin sonucu olarak artmıştır. İnsan faaliyetlerinin arasında lağım çamuru uygulanan topraklar, kompostlar, zirai kimyasallar ve maden yatakları gelmektedir (Kiekens 1990).

Çinko kaynağı; inorganik, sentetik şelatlar, doğal organik kompleksler ve inorganik kompleksler olmak üzere 4 gruba ayrılmaktadır. İnorganik çinko kaynakları: ZnO, ZnCO₃, ZnSO₄, Zn(NO₃)₂ ve ZnCl₂'dir (Mordvedt ve Gilkes 1993). Mehdi vd. (1990)'nin bildirişinde çinko kaynakları etkisine göre Zn-EDTA>Zn(NO₃)₂>(NH₄)₂ZnO₂>ZnSO₄>ZnCl₂ olarak sıralanmaktadır. Kacar'a (1984) göre çinko noksanlığının giderilmesinde kullanılan kimyasal gübreler çinko sülfat monohidrat, çinko sülfat heptahidrat, çinko sülfat v.b.'dir. İnorganik kaynaklardan olan çinko sülfat diğer inorganik kaynaklara göre Dünya genelinde kabul görmüş olup (Aye 2011), çinko noksanlığını gidermede yaygın olarak kullanılmaktadır (Mordvedt 1991, Martens ve Westermann 1991). Toprak koşullarına ve bitki özelliklerine göre çinkonun uygun formu ve dozunun belirlenmesi önem arz etmektedir. Çinko noksanlığını gidermede kullanılan ZnSO₄'ın bu denli yaygınlığının nedeni, suda çözünürlüğünün

kolay olmasının yanında, eldesinin kolay ve ucuz oluşundan kaynaklanmaktadır (Shulte ve Walsh 1982, Mordvedt 1991). Çinko eksikliğinde inorganik tuz olan çinko sülfat ($ZnSO_4 \cdot 7H_2O$) genellikle çinko uygulamalarında kullanılan çinko sülfatın Orta Anadolu'da tahıllarla yürütülen değişik çalışmalarda da en iyi sonucu veren ve en ekonomik gübre olduğu ifade edilmiştir (Gültekin vd. 1999, Torun vd. 1999). Çinko içeren kimyasal gübreler ile kimyasal formülleri ve yaklaşık çinko içerikleri çizelge 2.3'de verilmiştir.

Çinko noksanlığını gidermede en sık olarak kullanılan çinko şelat ise ZnEDTA (Na_2Zn -ethylenediaminetetra-acetate)'dir. Çinko noksanlığını gidermede organik kökenli çinko kaynağı ise ligno sulfonat, phenol ve polyflavonoisdir. Bu çinko kompleksleri ucuz ve ZnEDTA'ya göre çinko noksanlığını gidermede daha az etkilidir. Zn şelat ise ZnEDTA (Na_2Zn -ethylenediamine tetra-acetate)'dir (Mordvedt 1979, Shulte ve Walsh 1982).

Çizelge 2.3 Çinko içeren kimyasal gübreler, kimyasal formülleri ve yaklaşık çinko içerikleri (Kacar ve Katkat 2009)

Gübre	Kimyasal formülü	
	Inorganik bileşikler	Zn içeriği (Zn, g/kg)
Bazik çinko sülfat	$ZnSO_4 \cdot 4Zn(OH)_2$	550
Çinko amonyak kompleksi	$Zn-NH_3$	100
Çinko frits	-----	100-300
Çinko karbonat	$ZnCO_3$	520-560
Çinko klorür	$ZnCl_2$	480-500
Çinko nitrat	$Zn(NO_3)_2 \cdot 6H_2O$	220
Çinko oksisülfat	$ZnO+ZnSO_4$	400-550
Çinko oksit	ZnO	500-800
Çinko sülfat heptahidrat	$ZnSO_4 \cdot 7H_2O$	230
Çinko sülfat monohidrat	$ZnSO_4 \cdot H_2O$	360
Organik bileşikler		
Çinko kleyt	$Na_2ZnEDTA$	140
Çinko kleyt	$Na_2ZnHEDTA$	90
Çinko kleyt	$NaZnNTA$	90
Çinko lignosulfonat	----	50-80
Çinko poliflavonoid	----	50-100

Bitkiler bir yılda topraktan ortalama 0.5 kg/ha ya da daha az çinko kullanırlar. Çinko gübrelemesinde bitki çeşidi, toprak özellikleri göz önünde bulundurularak çeşitli yöntemlerle yapılmakta (Irmak 2002) olup, bitkiye, toprak özelliğine, çinko kaynağına ve uygulama yöntemine bağlı olarak toprağa, püskürtülerek yaprağa veya tohuma bulaştırılarak uygulanabilmektedir (Kacar ve Katkat 2007a, Melash vd. 2016). Bu uygulama şekillerinden bir veya birkaçı ile çinko noksanlığı olan alanlarda verim ve kalitede önemli artışların sağlanacağı çalışmalarla ortaya konulmuştur (Yılmaz vd. 1997).

Çinko noksanlığı görülen alanlarda en uygun uygulama metodunu tespit etmek amacıyla topraktan, yapraktan ve tohuma yapılan uygulamaların etkinlikleri çeşitli araştırmacılar tarafından incelenmiştir (Çakmak vd. 1996b). Çinko noksanlığının çinko içerikli gübrelerin topraktan ya da yapraktan verilmeleri ile giderilmeleri kolaydır (Aydeniz ve Brohi 1991). Bitkilere çinkonun uygulanmasında topraktan, yapraktan veya tohumdan olmak üzere değişik yöntemler denenmiş olup, bu uygulamalardan en ekonomik ve uzun süreli etkin olanının topraktan uygulanan çinko olduğu ifade edilmektedir. Giordano ve Mordvedt (1972) ve Lindsay'ın (1972) bildirişine göre genellikle çinko uygulamasının topraktan yapılması yapraktan püskürtme uygulamasına nazaran daha iyi sonuçlar vermektedir. Püskürtülerek verilen çinkonun etkisi yalnızca üründe gözlenirken, toprağa uygulanması halinde etkisi 4-5 yıl sürebilmektedir (Özbek ve Özgümüş 1998). Yapraktan çinko uygulaması ise daha çok ekipmana ihtiyaç duyulması nedeniyle pratikte pahalı bir metod olarak düşünülmektedir.

Taban vd. (1997), alüvyal topraklarda bitkilerin çinko uygulamasına orta derecede tepki verdiği, yapraktan çinko uygulamasının en az topraktan uygulama yöntemine kadar etkili olabileceği belirlenmiştir. Kireçli topraklarda çinkonun topraktan uygulanması birim alan tane veriminde belirgin artışlar sağlamıştır (Serry vd. 1974). Tane verimi, tanenin çinko ve fitin asidi kapsamları gibi ölçütler birlikte değerlendirildiğinde toprak+yaprak uygulamaları (özellikle toprak+yaprak Zn kleyt) en etkin yöntem olarak belirlenmiştir.

Ekiz vd. (1997), Konya koşullarında toprağa uygulanan 2.3 kg/da $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$ formunda çinkolu gübrelemeyle tane veriminin arttığını saptamışlardır (% 216 oranında artış). Çinko noksanlığını Konya ve civarında inceleyen çok sayıda araştırma yürütülmüş ve çeşitli bulgular elde edilmiştir. Mikro elementler içerisinde çinko dışında diğerlerinin bölgede fazla önem taşımadığı ve çinko noksanlığının kritik seviyenin altında olduğu ortaya çıkmıştır. Noksanlık etkisi toprak gruplarına, yıla, sulu ve kuru koşullara, bitki tür ve çeşitlerine bağlı olarak değişmiştir. Çinko noksanlığını gidermek için en uygun çinko uygulama yönteminin toprak+yaprak uygulaması olduğu bu uygulama ile hem tane verimi hem de tanedeki çinko içeriğinde önemli artışlar elde edildiği görülmüştür. Toprak uygulamasında bakiye etkinin 3-4 yıl devam ettiği belirlenmiş, çinko noksanlığında bitkilerin kuraklık toleranslarını azalttığı ve kök hastalıklarına duyarlılıklarını arttırdığı ortaya çıkmıştır.

Değişik çinko uygulamalarının buğdayda (Gerek-79 çeşidi) tane verimi, bin tane ağırlığı, çinko ve fitin asidi içeriği ile fitin asidi/çinko oranına etkilerinin araştırıldığı bir çalışmada çinko; kontrol, toprağa çinko ($ZnSO_4$) toprak+yapraktan $ZnSO_4$, toprak+yaprak Zn kleyt şeklinde olup, toprağa yüzeye serpmeye ve banda olmak üzere iki farklı yöntemle uygulanmıştır. Tüm çinko uygulamaları tane verimini kontrole oranla artırmıştır. Toprağa ve toprak+yaprağa çinko uygulamaları tane verimini yaprağa çinko uygulanana göre daha fazla artırmıştır. Çinkonun banda uygulanması serpmeye uygulamaya oranla tane verimi üzerine daha etkili olmuştur. Tüm çinko uygulamaları kontrole oranla bin tane ağırlığını artırmıştır. Buğday tanesinin çinko kapsamı değişik şekillerde uygulanan çinkoya bağlı artarken, fitin asidi içeriği ile fitin asit/çinko oranı azalmıştır. Fitin asidi tanedeki fosforun depo şekli olup, kalsiyum, çinko ve magnezyum gibi mineralleri bağlayarak onları inaktif hale getirmekte ve insanlarda bu şekliyle beslenme bozukluklarına yol açmaktadır (Oberleas ve Harland 1981, Solomons 1982, Forbes vd. 1983). Bu bağlamda yapılan bir diğer çalışmada da, bitkilerde çinko beslenmesi ile fitin asidi miktarı arasında negatif bir ilişki belirlenmiş ve çinko ile fitin asidi miktarı ile fitin asidi/çinko oranı azalmıştır (Raboy vd. 1983, Anonim 1995).

Gezgin (1995), tarafından ekmeclik buğdayda yapılan bir diğer çalışmada uygulanan çinko formunun önemli olduğu; $ZnSO_4$ formunda verildiğinde tane verimini azalttığı, en

yüksek tane veriminin ise ZnEDTA formunda verilen çinkoyla gerçekleştiği saptanmıştır. Eskişehir koşullarında 3 buğday çeşidinde çinko etkisinin belirlendiği araştırmada, çinko; toprağa, yaprağa ve tohuma yapıştırma şeklinde uygulanmıştır. Toprakta uygulanan çinkoyla verim ve verim öğelerinde önemli artışlar sağlanmıştır. Bunu sırası ile tohum ve yaprak uygulamaları takip etmiştir. Tane verimi ile verim komponentlerinde topraktan 1 ve 2 kg Zn/da dozları arasında önemli bir fark elde edilememiş, yaprak uygulamalarında ise 25 ve 50 g/da dozları arasında sadece tane veriminde bir farklılık bulunmuş, bu farklılıkta uygulama sayısı arttıkça kapanmıştır.

Tarla bitkileri yetiştiriciliğinde çinko içerikli gübrelerin toprağa uygulanması tavsiye edilmektedir. Genellikle çinkonun toprak yüzeyine uygulanması topraklarda tutulması ve hareketliliğinin sınırlanması nedeniyle önerilmemektedir. Banda uygulamanın daha etkili olduğu bildirilmektedir (Kacar ve Katkat 2007a). Nitekim tarla tarımı ya da sebze tarımı yapılan alanlarda, toprağa ya serpilerek ya da banda uygulama şeklinde 2.5-25 kg Zn ha⁻¹ ZnSO₄ ya da 0.3-6 kg Zn ha⁻¹ Zn-şelat şeklinde uygulamaların Zn noksanlığını giderdiği bildirilmiştir. Burada kullanılan çinko miktarı; ürün cinsine, toprak tipine, kullanılacak çinko kaynağına ve uygulama metoduna göre değişiklik arz etmektedir (Takkar ve Walker 1993). Walsh ve Shulte (1970), çinkonun serpme şeklinde uygulanmasının (0.7-1.3 kg ha⁻¹), banda uygulanmasına nazaran (0.3-0.7 kg ha⁻¹) çinkolu gübrenin daha fazla kullanıldığını bildirmişlerdir. Serpme yöntemi ile uygulanması halinde toprakla temas eden çinko miktarının nispeten yüksekliği nedeniyle yarayışlılığının azalmasına neden olmaktadır. Bu bağlamda özellikle sıraya ekilen bitkilerde çinkonun banda uygulanması sıklıkla tercih edilen bir yöntem olarak karşımıza çıkmaktadır (Frye vd. 1978).

Son metod olan tohuma çinko uygulanmasıyla nohutta tanede çinko içeriğinin arttığı (Arif vd. 2007, Harris vd. 2008) ancak verim üzerinde etkisinin olmadığına dair (Johnson vd. 2005) sonuçlar da elde edilmiştir.

Taban vd. (1997), değişik çinko uygulamalarının buğdayın tane verimi ve bin tane ağırlığına etkilerini belirleyebilmek amacıyla Ankara koşullarında yürüttükleri

çalışmalarında; tüm çinko uygulamalarının tane verimi ve bin tane ağırlığını arttırdığı saptanmışlardır.

Yılmaz vd. (1997) tarafından yürütülen çalışmada, çinko noksanlığı bulunan topraklarda ekim öncesi buğday tohumlarına % 10, 25 ve 40 oranlarındaki $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$ çözeltisi uygulanmış, kontrole oranla tane verimi ilk yıl sırasıyla % 48, % 69 ve % 52, ikinci yıl ise % 7, % 17 ve % 21 oranında artmıştır. Toprakta, yaprakta, tohumdan veya bunların kombinasyonu halinde yapılan çinko uygulamalarından genotip ve türlere göre değişmekle birlikte tane verimi, bitki ve çinko içeriklerinde önemli artışlara neden olduğu tespit edilmiştir. Bu çalışmalardan en etkin uygulamanın topraktan uygulama olduğu, olumlu bakiye etkisinin birkaç yıl devam etmesi nedeniyle de çinkolu gübrelemeye gerek kalmamasıyla da en ekonomik uygulama olarak vurgulanmaktadır. Geçit Kuşağı Tarımsal Araştırma Enstitüsü (Eskişehir) ve Bahri Dağdaş Milletler Arası Kışlık Hububat Araştırma Merkezinde (Konya) yürütülen çalışmalarda da topraktan çinko uygulamasıyla buğday veriminde sırasıyla % 35 ve % 69'luk artışlar elde edilmiştir (Çakmak 1994). Benzer sonuçlar farklı araştırmacılar tarafından da bildirilmiştir (Ceylan vd. 1997, Yılmaz vd. 1997, Taban vd. 1997, Gültekin vd. 2001, Mungan ve Doran 2003, Toğay vd. 2005).

Özbek ve Özgümüş (1998) tarafından, 1993-1996 yılları arasında Eskişehir koşullarında buğday çeşitlerinin topraktan çinko uygulamalarına olan reaksiyonları incelenmiş, tane verimi, başakta tane sayısı, bin tane ağırlığı ve bitki boyu yönünden çinko uygulamasının çok önemli olduğu, tane verimini 334 kg da^{-1} 'den 441 kg da^{-1} 'a, başakta tane sayısını 23.8 adetten 27.4'e, bin tane ağırlığını 35.0 g 'dan 35.7 g 'a, bitki boyunu ise 86 cm 'den 97 cm 'ye çıkardığı yönünde bulgular elde etmişlerdir.

Uygulanan her bir gübreleme yöntemi bitki üzerinde dolaylı ve doğrudan çinko içeriği üzerinde etkiye sahiptir (Johnson vd. 2005). Buğdayda çinko gübrelemesi ile yapılan bir çalışmada da, topraktan çinko uygulamasıyla arpa ve buğdayda % 50-60'ın üzerinde tane veriminde önemli artışlar olduğunu belirtilmiştir (Kalaycı vd. 1993). Nohut ve mercimekte topraktan çinkolu gübre uygulamasının tanede çinko içeriğine etkisinin bulunmadığı (Johnson vd. 2005) ve toprağa yapılan çinko uygulamalarıyla bitkisel

verimde önemli artışlar olsa da (Çakmak vd. 1997a, Yılmaz vd. 1997, Ekiz vd. 1998, Çakmak vd. 1999b, Zhang vd. 2007, Wissuwa vd. 2007, Çakmak 2008) topraktan uygulanan çinkonun tane çinko içeriğini artırmada yetersiz kaldığı yönünde de bildirimler bulunmaktadır.

2.3 Bitkide Çinko

2.3.1 Bitkide çinkonun metabolik işlevleri

Mikro besin elementleri tüm tarla bitkilerinin yetiştirme ve gelişiminde hayati bir öneme sahiptir. Dünya’da nohut yetiştiriciliği yapılan alanlarda çinko eksikliği yaygınlık göstermekte (Khan vd. 2000, Roy vd. 2006, Ahlawat vd. 2007, Fageria 2009) ve Hindistan (Saxena 1993, Thakur vd. 1989) olup, Pakistan (Rashid 1990), Türkiye (Sillanpaa ve Vlek 1985) ve Avustralya’da (Weir ve Holland 1980, Gartrell 1974, Reuter vd. 1988) önemli bir besin elementi noksanlığı olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu besin elementi eksikliği nedeniyle de bitkiler normal gelişimlerini sürdürememektedirler (Welch 1995).

Çinkonun bitki gelişimi, verim ve kalite üzerinde yararlı etkilerinin bulunduğunu bildiren pek çok araştırmacı bulunmaktadır (Verma vd. 1991, Sachdev vd. 1992, Tomer vd. 1992, Randhawa ve Katyal 1982, Katyal ve Randhawa 1983, Agrawala 1992, Thabe ve Balba 1993, Dasalkar vd. 1994, Indulkar ve Malewar 1994, Shankar vd. 1997). Sağlıklı bir bitkinin yapraklarında 1 kg kuru maddede en az 20 mg çinko olmalıdır. Bu miktar 10 mg’ın altına indiğinde, bitkinin büyümesinde ve dolayısıyla da veriminde önemli düşüşler meydana gelmektedir (Çakmak vd. 1995).

Altınbaş ve Algan (1993) kalite ile verim ve verim unsurları arasında önemli bir korelasyon bulunduğunu bildirmektedirler. Nitekim çeşitli yıl ve araştırmacılarla yürütülen çalışmalarda da verim ve kalitenin çeşide, bölgenin ekolojik yapısına ve uygulanan kültürel işlemlere göre değiştiği ortaya konulmuştur (Kırtok vd. 1998, Sharma 1992, Ağdağ vd. 1997, Dokuyucu vd. 1999, Anıl 2000, Aydın vd. 2005, Mut

vd. 2005). Diğer bitkilerde olduğu gibi nohutta da besin elementi eksikliğinin giderilmesinde gübreleme verim ve besin kalitesinin artmasında önemli bir agronomik yöntemdir (Pathak vd. 2012).

Verim; bitkinin genotipik özellikleri, çevre ile iklim faktörleri ve yetiştirme tekniklerinin etkisi altındadır. Farklı gübreleme dozları, yağışların yıl içindeki dağılımı ve büyüme periyodundaki sıcaklık ile genotip, gübrelerin uygulama zamanı, hastalık ve zararlılarla mücadele gibi faktörler verim ve kaliteyi etkilemektedir (Kettlewell vd. 1998, Smith ve Googing 1999). Besin elementi olarak bitki büyümesi ve gelişmesi üzerinde etkili olan çinko noksanlığı halinde verimin yanı sıra kalite de düşümlere sebep olmaktadır. Çinko eksikliği yalnızca verimde kayıplara sebebiyet vermemekte, tane kalitesinde de azalışa neden olmaktadır (Çakmak 2008).

Bitkide çinko; protein ve karbonhidrat metabolizmasında, nişasta ve oksin (büyüme regülatörü) mekanizmasında, biyolojik membranların yapısında ve patojenlere karşı enfeksiyon metabolizmasında rol oynar. Çinkonun metabolik faaliyetlerde yer aldığı çeşitli literatürlerle de desteklenmektedir. Bitkisel metabolizmanın düzenli bir şekilde işlemesi için gerekli olan çinko elementi; azot metabolizması, triptofan sentezi, nişasta metabolizması, çiçeklenme ve tohum teşekkülü, bitki kökünde gelişen fungal hastalıklara dayanıklılığın artmasına kadar bir dizi olayda önemli bir role sahip olduğu açıktır (Bahure vd. 2016). Bitkilerin sağlıklı beslenebilmeleri için ihtiyaç duydukları çinko miktarı oldukça azdır ve bir kg maddede yaklaşık 20 mg'dır. Bünyesinde bu oranda çinko bulunduran bitkilerin verimlerinde azalma olmazken, bu oranın Reuter'in (1986) bildirdiği kritik seviyenin (10 ppm) altına düşmesi halinde anormal azalışlar olabilmektedir. Çakmak vd. (1989), çinko eksikliğinde bitkide protein miktarının azalmasına rağmen, protein kompozisyonunun değişmeden kaldığını bildirmişlerdir. Bu durum çinkonun protein sentezinde temel bir rolünün olduğunu açıkça ortaya koymaktadır. Araştırmacılar RNA miktarındaki hızlı azalış ile ribozomlardaki azalma ve deformasyona bağlı olarak ilgili durumu açıklamışlardır (Kaya vd. 2005).

Toksik seviyeye çıkması durumunda, çinkonun eksikliği yanında fazlalığı da bitkide bir dizi ağır metal stresine neden olmaktadır (Ouariti vd. 1997, Prasad 1999, Bonnet vd.

2000, Artetxe vd. 2002, Di Baccio vd. 2005). Çinko miktarı fazla olduğunda bitkilerde toksik etki yaratmaktadır. Sağlıklı bitkilerde çinko konsantrasyonu 27-150 ppm iken, toksik seviye 100-400 ppm arasında değişmektedir (Stevenson ve Cole 1999). Çinkonun fazla olması halinde diğer besin elementlerinin alımı (Kaya vd. 2000) ile enzim aktivitesini (Ouariti vd. 1997, Khudsar vd. 2004) sınırlar, yapraklarda solma ve nekroz oluşumuna neden olur (Soares vd. 2001, Di Baccio vd. 2005), biomass ve hücre bölünmesinin azalmasına sebep olur (Wallnofer ve Engelhardt 1984, Arduini vd. 1994, Çakmak 2000, Khudsar vd. 2004). Çinko toksisitesi bitkilerde hücre bölünmesine zarar vererek, meristematik kök hücrelerinin çekirdeğinin hasarlı olmasına neden olmaktadır (Bobak 1985). Ağır metallerin ortaya çıkması bitkilerde fotosentezi doğrudan etkilemektedir (Baszyński ve Tukendorf 1984, Clijsters ve Van Assche 1985, Baszyński 1986, Stiborova vd. 1986, Prasad 1999). Çinko toksisitesinde kök ve yaprak gelişimi azalmakta (Choi vd. 1996, Ebbs ve Kochian 1997, Fontes ve Cox 1998), bitkilerdeki kloroplastlarda NADPH üretimi artmaktadır. Bunun yanı sıra RUBP karboksilaz enzim aktivitesi azalarak, ATP sentezi, kloroplast aktivitesi ve fotosentez olumsuz yönde etkilenmektedir (Ruano vd. 1988, Teige vd. 1990, Vitosh vd. 1994, Prasad vd. 1999).

Bitki türleri çinkonun alımı ve noksanlığına karşı genotipik olarak farklı tepkiler verebilmektedirler. Bazıları, topraktaki çinko noksanlığına nispeten daha toleranslı iken, elverişli çinko içeriği düşüklüğünde dahi ondan yararlanmayı ve yeterli çinko alımını sürdürebilmektedirler. Bitkilerde çinko etkinliğinde (dayanıklılığında) genetik farklılık üzerine en fazla çalışma, topraklarındaki çinko içeriği oldukça düşük olan Hindistan'da yürütülmüştür. 16 bitki türünün kullanıldığı bir çalışmada, bitki çeşitleri arasında çinko eksikliğine duyarlılığın önemli varyasyonlar gösterdiği belirtilmiştir (Graham ve Rengel 1993). Benzer şekilde Çakmak vd. (1996)'da, bitki çeşitlerinin çinko noksanlığına tepkide geniş varyasyon gösterdiğini ve noksanlık olan yerlerde dayanıklı türlerin seleksiyonunun ürün verimliliğini yükseltmek için önemli bir tarımsal yaklaşım olduğunu belirtmişlerdir.

Loue (1986), farklı kültür bitkilerinin çinko eksikliğine tepkilerini inceleyerek, çinkoya toleransları bakımından hassas, orta hassas ve hassas olmayan bitkiler olmak üzere 3 grupta toplamıştır. İlgili sınıflandırmada, hassas bitkileri; mısır, sorgum, keten, fasulye,

pamuk, narenciye, elma ve şeftali olarak, orta hassas bitkileri; arpa, çeltik, soya fasulyesi, üçgül, soğan, şeker pancarı, patates, erik ve kiraz olarak, hassas olmayanları ise; buğday, çavdar, yulaf, yonca, bezelye, kuşkonmaz, havuç ve üzüm bağları olarak tanımlamıştır.

Nohut çinko noksanlığına kışlık ekilen tahıllara oranla daha hassastır (Tiwari ve Pathak 1982, Tiwari ve Dwivedi 1990) ve bu durum verimde azalmalarla sonuçlanabilmektedir.

Çinko kullanım etkinliğinin bakla, nohut, buğday ve mercimekte olduğu gibi türler arasında önemli farklar olduğunu ifade eden bildirişler bulunmaktadır (Brennan vd. 2001). Benzer şekilde aynı ve farklı türler arasında çinko kullanım etkinliği açısından arpa (Genç vd. 2004), buğday (Torun vd. 1998, Singh vd. 2005, Hacısalihoğlu vd. 2004), biber (Güneş vd. 1999, Aktaş vd. 2006), çeltik (Neue vd. 1998), mercimek (Pandey vd. 2006), mısır (Özer 1999), nohut (Akay 2005, Khan vd. 1998b, 2000, Kausar vd. 2000), çeltik (Quijano-Guerta vd. 2002), sakız kabağı (Yağmur vd. 2002), yonca (Grewal ve Williams 1999), yulaf (Graham vd. 1992) gibi türlerde çinko eksikliği ve uygulamalarına karşı önemli genotipsel farklılıkların yanı sıra aynı türün farklı çeşitleri arasında dahi farklılıkların görülebileceği bildirilmektedir. Nitekim Ekiz vd. (1997)'de çinkoya tepkilerin türler arasında farklı olabildiği gibi aynı tür içerisinde de farklı olabileceğine dikkat çekmektedir. Günümüzde yapılan çalışmaların birçoğu da bu doğrultudadır (Rengel 2001). Çinko içeriklerinin nohut çeşitlerine göre farklılık göstermiş olması, aynı türün farklı çeşitleri bile olsa, bitkilerin topraktan besin elementi alma yeteneklerinin de farklı olduğuna işaret etmekte ve literatür bilgisini doğrulamaktadır. Bu durum, bitkilerin topraktan besin elementi alma yetenekleriyle doğrudan ilişkili olan mekanizmalar ve kök salgılarının birbirlerinden ayrımlı olmasından kaynaklanmaktadır (Graham ve Rengel 1993, Çakmak vd. 1996).

Çinko eksikliğinin nohut alanlarında yaygın olduğu (Khan vd. 2000) çinko eksikliğine hassas olarak tanımlansa da genotiplerin farklı tepkiler gösterdiği çeşitli çalışmalarla ortaya konulmuştur (Khan 1998, Ahlawat vd. 2007). Nitekim nohut genotipleri arasında çinko içerikleri bakımından farklılıkların görüldüğüne dair görüşlere rastlanılmaktadır (Khan vd. 2000, Bueckert vd. 2011, Diapari vd. 2014, Ray vd. 2014). Örneğin,

Bueckert vd. (2011)'in bildirdiğine göre, nohut çeşitlerinde tanede çinko içerikleri bakımından farklılık göstermelerinin yanı sıra kabulü tiplerin desi tiplerine nazaran daha yüksek çinko içeriğine sahip olduğu ortaya konulmuştur.

Erenoğlu vd. (1999), makarnalık buğdayların ekmeklik buğdaylardan çinko noksanlığına daha duyarlı olmasının köklerin çinko alım kapasitesindeki farklılıktan ileri geldiğini saptamışlardır. Ayrıca topraktaki çinkoyu daha etkin kullanan ekmeklik çeşitlerin daha fazla çinko alımının nedeninin de ekmeklik çeşitlerin ince ve uzun köklere (<0.02 mm çapında) sahip olması, daha fazla kök yüzey alanı oluşturması ve genotipik farklılığından ileri geldiğini bildirmiştir. Benzer şekilde söz konusu farklılıkların bazı tür ve çeşitlerin topraktaki kullanılamaz formdaki çinkoyu yararlı hale dönüştürmek için toprağa (rizosfer) bazı organik bileşikler (fitosideforlar) salgılamaktadır. Bu salgılamadaki etkinliklerini, kök sisteminin kuvvetli olması nedeniyle fizyolojik olaylarda hali hazırdaki çinkoyu daha etkin kullanabilmelerinden ileri geldiğini savunmaktadırlar (Saxena vd. 1990, Çakmak vd. 1996). Çinko noksanlığı, bitkinin toprak nemini alma kabiliyetini azaltır, kök gelişimini de geriletmektedir (Khan vd. 1998b). Yeterli düzeyde çinko bulunmayan bitkilerin köklerinde yer yer şişkinliklerle birlikte kök tüylerinin kök ucunda toplandığı görülür. Kökte, tanin, yağ ve kalsiyum oksalat kristalleri fazla miktarda birikir ancak nişasta yok denecek kadar azdır.

Yüksek konsantrasyondaki çinko kök uzunluğu ve klorofil miktarının azalmasına neden olur (Bekiaroglou ve Karataglis 2002). Tüm bitkilerde olduğu gibi nohut kökleri de besin elementlerini tohumlarını çevreleyen topraktan alırlar. Bitki büyümesi ve gelişmesi için gerekli olan mineralleri (genellikle iyonlar olarak) elde edebilmek için kökler özel ve/veya seçilmiş taşınan proteinlerinden yararlanırlar. Bu mineraller tohumun külünde bulunurlar. Bitkiler için mineraller solunum, fotosentez, klorofil sentezi, hücre bölünmesi ile biyotik ve abiyotik strese reaksiyonlar olmak üzere çoğu metabolik faaliyette önem arz etmektedir (Grusak ve DellaPenna 1999, Wood ve Grusak 2007).

Bitkilerde çinko eksikliği; yetiştirilen bitkiye, toprağın yapısına ve iklimin gidişatına göre değişik şekil ve derecelerde belirtiler gösterebilmektedir. Genel olarak görülen

belirtiler büyümede gerilik ve bodurlaşma, yapraklarda küçülme, leke veya çizgi oluşumu, renk değişimi, kuruma, dökülme, çiçek sayısında azalma ile erken çiçek dökümü, tane sayısı ve iriliğinde azalma, gövdede rozetleşme ile gövde ve dallarda incelmeye ve uzama, az meyve tutma, meyvelerde lekelenme ve şekil bozukluklarıdır. Bitkilerin büyüme noktaları, çinkoya gereksinim duyarlar. Bitkilerde çinko noksanlığı genç yapraklarda klorosis şeklinde görülmekte, yaprak boyutları küçülmekte ve bitki bodur kalmaktadır. Tarla gözlemlerine göre çinko noksanlığının en belirgin belirtileri; bitki boyundaki kısalmalar ve yaprak ayalarında özellikle orta ve yaşlı yapraklarda gri ve açık kahve renkte nekrotik zonların (ölü alanlar) oluşmasıdır. Yaprak üzerindeki bu bölgelerin yoğunlaşması ve yayılması ile yapraklarda yanmış görüntü meydana gelir (Çakmak 1998). Yapraklarda damarlar yeşil kalırken, damar aralarında renk açık yeşil, sarı ve hatta beyaza döner. Yaprak küçülmesi, yaprak deformasyonu, boğum arasının kısalması ve rozetleşme görülür (Kacar ve Katkat 2007).

Çinko noksanlığı erken büyüme sezonunda sıklıkla genç yapraklarda görülmektedir (Hacısalıhoğlu 2002). Yaşlı yapraklarda ise genel bir klorosis, bodurluk, solma ve bükülme şeklinde görülmektedir (Marschner 1995). Çinko eksikliğinde bitkilerde hücre uzaması, bölünmesi ve bölünen hücrelerin farklılaşması gibi olaylar da olumsuz yönde etkilenmektedir. Bu yüzden de bitkilerde büyüme durarak şekil bozuklukları meydana gelmektedir (Çakmak vd. 1989). Büyüme konilerindeki metabolik faaliyetlerin aksaması nedeniyle rozetleşme meydana gelmekte, bitki boğum araları kısalmakta ve hücre bölünmesinin gerilemesi ile de yapraklar küçük kalmaktadır (Oktay vd. 1998).

Çinko eksikliğinde; bitkilerde boğum aralarının kısa kalması ve bodur gelişimi, yeterli düzeyde indol asetik asit (IAA) oluşmaması ve oksin metabolizmasının bozulmasından kaynaklanmaktadır (Çakmak ve Marschner 1988a, Çakmak vd. 1995). Çinko eksikliği bitkilerin üreme potansiyelini de azaltır (Pandey vd. 2006). Stigmanın büyüklüğünün, morfolojisinin bozulmasına ve polenlerin stigmaya ulaşmasının engellenmesine yol açabilir (Pandey vd. 2006, 2009). Çinko bitkinin yetiştirilmesinde, çiçeklenmenin başlaması, çiçeğin gelişimi ile dişi ve erkek gamet oluşumunda önemli rol oynamaktadır. Bu durumda baklagillerde polen üretimi, polen morfolojisi, stigmatik değişimler ve tane verimini de doğrudan etkilenmektedir. Bilindiği üzere, çinko eksik

bitkilerde düşük protein ve yüksek aminoasit içeriği RNA yapısının bozulmasının neticesidir. RNaz aktivitesinin daha yüksek oranda bulunması bitkide çinko eksikliğinin tipik bir özelliğidir (Sharma vd. 1982).

Nohutta çinko eksikliğinin ilk belirtileri ekimi müteakip 3 veya 4 hafta içerisinde görülebilir. Bu noksanlık kısalma ve yaprakların ortalarında klorosis şeklinde açığa çıkmaktadır. Ekimden 6 hafta sonra başlıca belirtiler kötüleşebilir ve yaprak büyüklüğü azalabilir. Çinko eksikliğine maruz kalan bitkiler daha az dallanmaktadır. Genç yaprakların yaprakçıkları kırmızımsı kahverengimsi pigmentasyona uğrar ve bronz bir renk alarak yaprakçık ve ardından tüm yaprağın dökülmesine neden olur. Çinko noksanlığına hassas nohut genotiplerinde yaşlı yaprakların kalınlaşması karakteristik bir özelliktir. Nohutta çinko noksanlığı aynı zamanda olgunlaşmanın gecikmesine de neden olmaktadır (Khan vd. 1998b, Kumar ve Sharma 2013).

Bitkilerin büyüme ve gelişmesinde ihtiyaç duyduğu 17 temel besin elementinden birisi olan çinkonun, hem enzimlerin yapısında hem de enzimlerin yapısında co-faktör olarak görev yaptığı bilinmektedir (Grotz ve Guerinot 2006). Marschner'in (1995) bildirdiği üzere, çinko enzimler ile substrat bağları arasında bağlanma ve yönlendirmede rol oynamaktadır (Çakmak 2000). Bu bağlamda çinkonun tüm organizmalar için gerekli bir element ve enzimler ile birlikte kritik bir bileşen olduğunu söylemek mümkündür.

Azot beslenmesi ile fizyolojik olaylarda özel proteinlerin sentezi arasında önemli bir ilişki bulunmaktadır. Obata ve Umebayashi (1988) ve Marschner'e (1995), göre çinko eksikliğinde en erken ve şiddetli etkilenen mekanizma protein metabolizmasıdır. Noksanlık halinde bitkilerin triptofan kapsamının azaldığı, protein sentezinin durduğu ve serbest aminoasitlerin biriktiği bilinmektedir. Bu durum doğal olarak ürünün nitelik ve niceliğini de olumsuz yönde etkilemektedir (Yalçın ve Usta 1990). Çinko eksikliği olan bitkilerde protein içerikleri önemli oranda azalmakta ve buna bağlı olarak da amino asit ve amidlerin miktarı artmaktadır (Price 1962, Kitagishi vd. 1987, Çakmak vd. 1989). Noksanlıkla aminoasit ve diğer çözünen azot bileşiklerinin birikimi köklerin topraktan azot alımına olumsuz etki yapabilir. Genel yargı çinko eksikliğinde sentezlenen protein düzeyinde azalma şeklindedir. Bitkide NO_3^- ve NH_4^+ şeklinde

alınan azot bitki içinde indirgenerek aminli bileşiklere, aminli bileşikler aminoasitlere ve aminoasitler de proteinlere dönüşmektedir (Marschner 1995). Bitkide çözünür azot bileşiklerinin birikmesi, bitkinin yeşil aksamda yeterli azotla beslendiği bilgisini köke ileterek kökün beslenme ortamında azot alımını sınırlandırmasına ve bitkide sonuç olarak gizli azot noksanlığının ortaya çıkmasına neden olabilmektedir. Ortaya çıkan bu eksiklik hem bitki büyümesinin gerilemesine hem de bitkinin tanesinde yeterince protein sentezlenememesine yol açabilir (Çakmak vd. 1989). Bu dönüşümde çinko önemli rol almaktadır. Metabolik süreçlerden öncelikle karbonhidrat, protein ve hormon metabolizması çinko noksanlığında etkilenmekte ve membranların yapısal bütünlüğü kaybolmaktadır. Ayrıca çinkonun gen açılımı ve regülasyonunun da önemli bir rol oynadığını belirtilmektedir (Klug ve Rhodes 1987).

Nitekim konuyla ilgili olarak yapılan bir çalışmada; çinko eksikliğine maruz kalan fasulye yapraklarının kontrol uygulamasına oranla yapraklarında daha fazla amino asit biriktirdiği belirlenmiştir (Çakmak vd. 1989). Bu durum çinkonun gen ekspresyonu ve düzenlenmesinde kilit bir rol üstlendiğini göstermektedir (Klug ve Rhodes 1987, Valle ve Falchuk 1993). Çinkonun takviyesiyle azalan amino asit içeriği aynı zamanda protein içeriğindeki artışla bağdaştırılmıştır. Çinko noksanlığında, alkol dehidrogenaz, Cu/Zn-süperoksitdismutaz, karbonik anhidraz, alkalik fosfat, karboksipeptidaz ve RNA-polimeraz gibi enzimlerin aktivasyonu olumsuz yönde etkilenmektedir. Ayrıca çinko, dehidrogenaz, izomeraz, aldoraz ve transfosforilaz gibi enzimleri de aktive etmektedir (Marschner 1995).

Çinkonun alımı, kök-gövde yönünde translokasyonu ve gövdede yaşlı dokulardan büyüme noktalarına mobilizasyonunda bazı metal taşıyıcı proteinlerin miktarı ve/veya sentezi ile doğrudan ilişkili olduğu bildirilmiştir (Palmgren vd. 2008). Çinkonun taneye taşınımında floeme yüklenme, uzun mesafe taşınımını kolaylaştırmak maksadıyla şelatların oluşumu, floemden boşalma, ksilemden floeme taşınma gibi faktörler sınırlayıcı olabilmektedir (Grusak vd. 1999, Garnett ve Graham 2005, Çakmak vd. 2010a). Bu aşamalarda taşıyıcı ve şelatörlerin miktarının artırılmasıyla yüksek miktarda uygulanan azot çinkonun taneye birikimini teşvik edebilecektir. Artan azotla birlikte

buğdayın tanesinde çinko ve demir içeriklerinin arttığı da son dönemlerde yapılan çalışmalarda ortaya konulmuştur (Çakmak vd. 2010b).

Çinko noksanlığında RNA'nın azalması, RNA polimeraz ve RNase aktivitesiyle bağlantılıdır. Çinko RNA polimeraz enziminin yapısında bulunmaktadır (Salami ve Kenefick 1970). Çinko, RNA polimeraz enziminin aktivasyonu için gerekli bir element oluşunun yanı sıra (Falchuk vd. 1978, Jendrisak ve Burges 1975) ribonükleaz enzimi tarafından gerçekleştirilen ataklara karşı da ribozomal RNA'yı korur. Çinko uygulamasıyla RNase aktivitesi gerilemektedir. Ribonükleaz enziminin yüksek düzeyde aktivasyonu bitkilerde tipik bir çinko noksanlık göstergesi olarak nitelendirilmektedir (Dwiwedi ve Takkar 1974). Tüm bu faaliyetler sonunda da, en tipik çinko noksanlık belirtilerinden biri olarak RNA düzeyinde keskin bir azalış görülmektedir.

Çinko noksanlığında RNA'daki azalış ribonükleaz aktivitesindeki artıştan önce de meydana gelebilmektedir (Seethambaram ve Das 1984). Çinko noksanlığı sırasında RNA'daki azalış birkaç nedenle açıklanmaktadır. Bunlardan ilki RNA sentezinde görevli olan RNA polimeraz enziminin aktivitesini azaltır (Falchuk vd. 1978). İkincisi çinko noksanlığı RNase aktivitesinin oranıyla yakından ilişkilidir ve bu nedenle çinko noksan bitkilerde RNA degregasyonu engellenir (Dwiwedi ve Takkar 1974). Sonuncusu da çinko noksanlığında ribozomların yapısal bütünlüğünün azalmasıdır (Prask ve Placke 1971). Çinko eksikliğinde, RNA yapısının bozulmasının bir sonucu olarak bitkilerde protein içeriği düşmekte ve akabinde aminoasit içeriği yükselmektedir. RNase aktivitesinin daha yüksek oranda olması ise bitkide çinko eksikliğinin tipik bir özelliğidir (Sharma vd. 1982). Noksanlıkta bitkide protein sentezinin gerilemesi, ribozomların yapısal dayanıklılığının azalması, çinko içeren RNA polimerazın aktivitesinin düşmesi ya da RNA'nın parçalanması sonucu ortaya çıkmakta (Obata ve Umabayashi 1988, Marschner 1995) ve bu sayede protein sentezi olumsuz olarak etkilenmektedir. Bu etki ise RNA'nın azalışı ile ribozomların deformasyon ve azalmasından kaynaklanmaktadır (Prask ve Placke 1971, Kitagishi ve Obata 1986). Elde edilen bu bulgularla çinko noksanlığının RNA'nın biyosentezi üzerindeki etkisinin daha belirgin olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Ayrıca RNase üzerine etkisinin de daha az olduğunu ortaya koymaktadır. Protein sentezinde çinkonun önemi, protein ve nükleik

asit sentezinin yanında hücre bölünmelerinin gerçekleştiği meristematik dokular için yüksek düzeyde çinko içeriğine gereksinim duyulduğunu da göstermektedir (Kitagishi ve Obata 1986).

Çinko noksan bitkilerde IAA düzeyinde azalışın olduğunu belirten araştırmacılar bu azalmanın triptofanın IAA'ye dönüşümünün gerilemesinden kaynaklandığını düşünmüşlerdir. Gezerel'in (1998) bildirdiğine göre de, çinko triptofan sentezine giren önemli bir elementtir. Triptofan, bitki bünyesinde çiçeklenme, dölllenme ve meyve tutumunu sağlayan amino asit türevleri arasında yer alan önemli bir içsel hormondur. Triptofanın sentezlenmesinde çinkonun rolü olduğu görüşüne karşı görüşler giderek yaygınlaşmaktadır. Çakmak vd. (1989)'un fasulyedeki çalışmalarında, çinko noksan bitkide yeterli düzeyde triptofan amino asidi sentezlenmiş olmasına rağmen indol asetik asit (IAA) düzeyi düşük bulunmuştur. Araştırmacılar bu düşüklüğün nedenini IAA'nın oksidatif yıkımı ile açıklamışlardır.

Takaki ve Kushiazaki (1970, 1976), noksanlığın şiddetli olması nedeniyle çinko noksanlığı altında mısır ve domateste serbest amino asit seviyelerinde artışlar gözlemlemişlerdir. Noksanlık belirtileri şiddetli olduğunda serbest triptofan içeriği artmıştır. Bu mısır bitkisinde triptamin için de geçerli olmuştur. Bu sonuçlar yulaf ile arpada (Takaki ve Arita 1985, 1986) ve fasulyede (Çakmak vd. 1989) yapılan çalışmalarla da desteklenmiştir. Triptofanın ve triptamin birikimi Fe, Cu, Mn ve B eksikliğinde bitkilerde gözlenmemiştir.

Son zamanlarda floemde çinko ile azotlu bileşiklerin şelat oluşturarak taşınmasında görevli olduğu düşünülmektedir (Grusak vd. 1999, Von Wiren vd. 1999). Bu azotlu bileşikler kök bölgesinden yeşil aksam kadar çinkonun taşınımında görev alırlar. Toplam serbest aminoasitler floemde çinkonun taşınmasında rol oynamakta ve yapraklara azot uygulamasıyla da miktarları artmaktadır (Caputo ve Barneix 1997, Kutman vd. 2011a). Azotun bitki dokusundaki çinko yoğunluğuna olan olumlu etkisi, kökten çinkonun alımı ile üst aksamda bitki gelişimi üzerine de etkin rol almasıdır (Schwartz vd. 2003, Monsanto vd. 2008). Ayrıca, yaşlanmanın hızlandırılması işlemiyle de taneye çinko birikiminde olumlu bir etki yaratılabilir. Yaprakların erken

yaşlanmasıyla, yaşlı dokularda besin elementlerinin yeniden taşınabilirliği ile tanede çinko ve protein yoğunluğu artmaktadır (Uauy vd. 2006, Distelfeld vd. 2007). Bununla birlikte, diğer bir yargı da fazla azotla yaşlanmasının geciktirilebildiği ve bu yolla tanede çinko birikiminin artırılabilirliğidir.

Çinkonun karbonhidratların taşınmasında önemli bir fonksiyonu olup, şekerlerin bitkide uygun bir şekilde kullanımını sağlamaktadır. Çinko elementi aynı zamanda nişasta içeriğinde de görev almaktadır. Noksanlık sonucunda bitkilerde enzim aktivitesi ve fotosentez intensitesi azalırken, çoğunlukla şekerler ve nişasta akümüle olmaktadır. Çinko ile ilişkili birçok enzim karbonhidrat metabolizmasında görevlidir. Bu enzimler fruktoz-1.6 difosfataz ve aldorazdır. Her iki enzim de kloroplastlarda yer alarak karbonhidrat metabolizmasında anahtar enzim olarak görev almaktadırlar (Marschner 1995). Ayrıca, bitki büyüme hormonu oksinin sentezlenmesinde rol oynaması ve diğer besin elementlerinin kullanım etkinliğini artırması nedeniyle de bitkilerin vejetatif büyümesi, kök gelişimi, tane ve meyve oluşturması üzerinde önemli bir etkiye sahiptir (El-Shamy ve Haggag 1987, Ahmedullah vd. 1987, Strakhov 1988, Ravi-Kumar vd. 1988). Sakkaroz oluşumunda rol oynayan adolaz gibi enzimler de çinko noksanlığından etkilenmektedirler.

Shkoinik (1984), çinkonun membran bütünlüğünde ve fitokrom aktivitelerinde, bitkilerin normal olarak büyüme, gelişme ve üremeleri ile pek çok kimyasal olayda enzimlerin yapısında co-faktör olarak bir dizi olayda önemli bir rol oynadığı bildirilmektedir (Kabata ve Pendias 2001). Çinko, membran permeabilitesinde de mutlak gerekli bir elementtir. Hücrenin yaşlanması ve zararlanmasında belirleyici rol üstlenen toksik O₂ radikallerine karşı hücreyi korumaktadır (Çakmak ve Marschner 1988a, 1988b, Marschner ve Çakmak 1989). Welch vd. (1982), kök plazma membran geçirgenliğinin çinko eksikliğine maruz kalan buğday köklerinden iyi beslenen bitkilere oranla daha fazla P³² sızdığını belirlemişlerdir. Başka bir çalışmada çinko eksikliğinde köklerden dışarıya 2.5 kat daha fazla K⁺, amino asit, şeker ve fenolik bileşiklerin salgılandığı tespit edilmiştir. Bu bitkilere çinkonun yeniden verilmesi durumunda kökten dışarıya salgılanan maddelerde azalmaların olduğu saptanmıştır (Çakmak ve

Marschner 1988a). Bu sonuçlar çinkonun membranların bütünlüğünün sağlanmasında önemli bir rolünün olduğunu düşündürmektedir.

Çinkonun yer aldığı diğer bir enzim süperoksit dismutaz'dır (SOD). SOD enzimi toksik olan süperoksit radikallerinin yok edilmesinde ve H₂O₂'yi parçalayan enzimlerle (katalaz, askorbat peroksidaz) birlikte hücreleri oksidatif bozunuma karşı korumasında etkilidir. Çinko noksanlığı durumunda Süperoksit Dismutaz (SOD) aktivitesi azalır ve bununla beraber süperoksit radikalleri (O₂) artar (Çakmak ve Marschner 1988a, 1988b, Marschner ve Çakmak 1989). Bunun yanı sıra çinko noksanlığında NAPDH oksidaz enzim miktarında da artış olmaktadır. Bu enzim ise hücre bozunumunu yapan süperoksit radikallerini (O₂) teşkil etmektedir. Çinko noksanlığı olan bitkide hem Süperoksit Dismutaz enzimi hem de H₂O₂'yi parçalayan enzimler düşük miktarda olmaktadır (Çakmak ve Marschner 1993).

Çinko noksanlığının protein metabolizmasındaki bir diğer etkisi de DNA replikasyonu ve transkripsiyonda yer almasıdır. Çinko atomları fonksiyonel olarak DNA'nın replikasyon ve transkripsiyonunda görev alır. Transkripsiyonda görevli olan TFIIIA kromatin proteini, DNA'nın bağlayıcı yapısını koruyabilmek için çinkoya gereksinim duyar (Hanas vd. 1983). TFIIIA polipeptidin amino asit kalıntıları bir çinko atomuyla tetrahedral kompleks forma dönüşür ve proteinin başlıca bağlayıcısı olan DNA bir çinko döngüsü yaratır. Benzer şekilde g32 proteini DNA'nın başlıca bağlayıcısıdır ve bunun yanı sıra DNA'nın yapısının korunmasında çinkoya gereksinimi bulunmaktadır (Hanas vd. 1983, Giodric vd. 1986, Vallee ve Falchuk 1993). Bu nedenle de çinko doğrudan transkripsiyon ve gen birikimi ile dizilimi üzerinde etkiyle sahip olup, çinko noksanlığı olan bitkilerde toplam protein miktarı azalış göstermektedir (Brown vd. 1993, Marschner 1995).

Çinko alımında, bitkilerde kök büyümesi ve kök yüzey genişliği de önem arz etmektedir. Kök değinim yüzeyi büyük olan bitkilerde çinko alımı göreceli olarak daha fazladır. Çinkonun bitkilerin su absorpsiyonları üzerine de etkisi bulunmaktadır. Çoğunlukla çinko noksanlığı gösteren bitkilerde su absorpsiyonu önemli miktarlarda azalmaktadır. Topraktaki nemlilik, çinkonun topraktan bitki köklerine difüzyon yoluyla

ulaşmasında önemlidir. Çinko bitki köklerine neredeyse yalnızca difüzyon yoluyla taşınır. Toprakta çinkonun köke difüzyonu bilhassa toprak pH'sına, nemine ve bitkinin kök büyümesine bağlıdır. Toprakta çinko bağlayıcı şelatörlerin (EDTA, fulvik asit, DTPA) içeriği arttıkça çinko difüzyonu da artmaktadır (Kacar ve Katkat 2007). Toprakların kuru kalma süresi uzarsa bitkilerin çinko beslenmesi de o oranda riskle karşılaşır.

2.3.2 Çinkonun tane çinko konsantrasyonuna etkisi

Peck vd. (1980), fosfor ve çinko uygulamasının fasulye, bezelye ve pancar bitkilerinin beslenme kalitesi üzerine etkilerini araştırdıkları çalışmalarında, çinko uygulanmayan bitkilerde süper fosfat uygulamasının çinko içeriğini düşürdüğünü, uygulamalara paralel olarak Zn konsantrasyonunda artışlar sağladığı belirlenmiştir. Çalışma sonunda, fosfor uygulamasıyla bitkinin verim ve kalitesinde azalmanın yanı sıra, çinko uygulamasına paralel yönde artan bir yönelim saptamışlardır.

Singh vd. (1983), alüviyal, kireçli ve kumlu bir toprak üzerinde arpa ve buğdaya uygulanan çinkonun doğrudan ve kalıntı etkileri üzerine yaptıkları çalışmalarında, çinko 0, 0.25, 0.50 ve 1.00 kg da⁻¹ dozlarını uygulamışlardır. Çinkonun 0.50 kg/da'a kadar artan dozlarında sap ve tane verimi önemli seviyelerde artarken, en yüksek doz olan 1.0 kg da⁻¹ çinko uygulamasında ise verimler azalmıştır. Çinko uygulamasının tane ve saptaki çinko içeriğini önemli ölçüde artırdığını bildirmişlerdir.

Raboy ve Dickinson (1984)'ın soya fasulyesi ile yaptıkları çalışmada, çinko dozu uygulaması arttıkça tanedeki çinko içeriğinin önemli bir şekilde arttığını bildirmiştir.

Azad vd. (1993), çinko dozları arttıkça tanedeki çinko içeriğinin arttığını fakat bunun istatistiki olarak önemsiz olduğunu bildirmişlerdir.

Aydeniz vd. (1985) tarafından yapılan bir başka çalışmada ise çinko gübrelemesinin çeltik bitkisinin kuru madde miktarı ve çinko içeriğini arttırdığı tespit edilmiştir.

Hussain vd. (1988) yapılan bir başka çalışmada, 0.1 ppm, 0.01 ppm, 0.001 ppm ve 0.00001 ppm olarak dört farklı konsantrasyonda uygulanan çinkonun fasulye bitkisinde tane çinko içeriğini artırdığı rapor edilmiştir.

Kuldeep ve Karwarsa (1988), çinkosuz (kontrol), 5 mg/kg ve 10 mg/kg dozlarının araştırıldığı çalışmalarında; inci darı bitkisinde 5 mg/kg toprağa çinko uygulamasıyla altı haftalık olan bitkinin köklerinde kuru madde içeriği, tane ve saman verimi ile tanede çinko içeriğinde çinkolu gübre ile önemli ölçüde artış sağladığını bildirmiştir.

Sachdev vd. (1988), buğday bitkisi ile tarla şartlarında yürüttükleri denemede çinko uygulaması ile buğday tane ve sapının çinko konsantrasyonunun önemli derecede arttığını bildirmişlerdir.

Riley vd. (1992), toprağa çinko uygulamasının buğday tanesindeki çinko içeriğini çok önemli seviyede artırdığını tespit etmişlerdir.

Brohi vd. (2000) yaptıkları çalışmalarında, topraktan çinko uygulamasının buğdayda çinko kapsamını azalttığını, yapraktan çinko uygulamasının çinko içeriğini önemli düzeyde artırdığını bildirmektedirler. Benzer çalışmalarda da çinko uygulamalarıyla bitkideki çinko içeriğinin arttığı rapor edilmektedir (Aydeniz vd. 1983).

Singh vd. (1992), nohutta çinko uygulamasıyla bitkide çinko alımının ve tanede çinko içeriğinin arttığını bildirmişlerdir.

Singhal ve Rattan (1999), soya bitkisinde çinko eksikliği bulunan toprakta (0.44 mg kg^{-1} DTPA Zn) çinko uygulamasıyla kuru madde, tanede çinko içeriği ile köklerde çinko içeriğinin arttığını rapor etmişlerdir.

Dev vd. (1992), güvercin bezelyesi ile yaptıkları çalışmalarında; çeşitler arasında farklılıklar olmakla birlikte, çinko uygulamalarının tüm çeşitlerde tanede çinko içeriğini artırdığını bildirmişlerdir.

Singh (1992), alkalın karakter gösteren topraklarda çinkonun ekmeklik buğdayda, tanedeki çinko miktarı ile toplam kuru maddenin arttığını fakat sapta bu yönde bir etkinin gözlenmediğini bildirmiştir.

Singh ve Tiwari (1992), Uttah Pradesh ve Kanpur'da K-850, K-468 ve T-3 nohut çeşitleriyle yaptıkları çalışmalarında çinko uygulamalarıyla (0, 2.2 ve 4.4 kg Zn) nohutta çinko konsantrasyonunun arttığı yönünde bildirişte bulunmuşlardır.

Enania ve Vyas (1994) nohutta yaptıkları çalışmada, kalkerli topraklarda 7.5 kg/ha olarak uygulanan çinko tanede çinko konsantrasyonunu artırdığını ve bu artışın da çinkonun dozunun artışı ile topraklarda çinkonun absorpsiyonuyla konsantrasyonunun artmasından kaynaklanmış olabileceği şeklinde yorumlanmıştır.

Moraghan (1996) tarafından yapılan bir başka çalışmada, fasulyede çinko uygulamasının tohumda çinko içeriğini artırdığını bildirmektedir.

Özer vd. (1997) tarafından yapılan bir başka araştırmada, bitkiye yararılı çinko miktarının düşük olduğu Harran Ovasında, inkonun azlığına dayanıklılık gösterebilen mısır genotiplerini seçmek amacıyla üç yıl yürütölen çalışmada Çinkosuz (kontrol) ve topraktan çinko uygulaması (2 kg/da Zn) ile üç farklı şekilde çinko uygulanmıştır. 10 farklı mısır genotipinde çinko uygulamalarının verim açısından bir artış sağlamadığı, buna karşılık gerek tanede gerekse yeşil aksamdaki çinko içeriklerini arttırdığı, mısır genotipleri arasında ise çeşit özelliğinden dolayı verim farklılıklarının olduğu tespit edilmiştir.

Attia ve Ghallab (1998), Mısır'da kumlu, kireçli ve 0.24 ppm çinko içeren tarlalarda 1996-1998 yıllarında üç ekmeklik ve bir makarnalık buğday çeşidi kullanılarak tohuma, toprağı ve yaprağı çinko uygulamalarının verim ve tanenin çinko içeriğine etkilerinin araştırıldığı çalışma sonuçlarına göre; çinko ile verim artmış, ekmeklik buğday çeşitleri daha iyi performans göstermiştir. Tanede en yüksek çinko içeriğı ise tohuma ve toprağı uygulanan çinko uygulamalarından elde edilmiştir

Erdal (1998), farklı dozlarda ve şekillerde yapılan Zn uygulamasının değişik tahıl tür ve çeşitlerinde tanede Zn ve P üzerine etkisini araştırdığı çalışmada; çinko uygulamalarının tanede Zn içeriğini artırırken, P içeriği ve buna bağlı olarak da fitin asidi içeriğini azalttığını bildirmiştir.

Khan vd. (1998), topraktan 0, 0.04, 0.2, 1.0 ve 5.0 mg Zn/kg çinko uygulamasının önemli ölçüde nohutta köklerde çinko içeriğini artırdığını belirtmişlerdir.

Kalaycı vd. (1999), 37 ekmeklik ve 3 makarnalık buğday çeşidi ile yapmış oldukları iki yıllık tarla denemesinde, topraktan Zn uygulaması ile bütün tahıl çeşitlerinin yeşil aksam ve tane çinko içeriklerinde önemli artışların olduğunu bildirmişlerdir.

Khan vd. (2003) tarafından Avustralya'da çinkolu gübrelemenin nohutta tane verimi ve tanede çinko konsantrasyonuna etkilerini belirlemek amacıyla yürüttükleri çalışmalarında; toprağa artan seviyelerde çinkonun uygulanmasıyla tane çinko içerik değerlerinin 8.5 µg/g Zn'dan 46.0 µg/g Zn değerine kadar çıktığı tespit etmişlerdir.

Bağcı ve Sade (2004)'nin yaptıkları çalışmalarında, buğdayda çinko uygulamaları ile tanenin çinko kapsamı arasında istatistiksel bakımdan % 1 önem seviyesinde ilişki bulunmuş olup, artan çinko dozları ile kuru ve sulu şartlarda buğday tanesinin çinko konsantrasyonu 8.5 ppm'den 14.5 ppm'e kadar yükselmiştir.

Kocakaya ve Erdal (2005), Van yöresinde yetiştirilen 6 farklı buğday çeşidi (Kırgız-95, Karacabey-97, Palandöken-97, Doğukent-1, Kutluk-94, Çukurova- 86) ile 4 farklı buğday hattı (Tir 2, Tir 6, Tir 7, Tir 9) Zn uygulamasına (2 kg da⁻¹) ile yürüttükleri çalışmalarında; çinkonun etkisini değerlendirmişler, çinko uygulamasına bağlı olarak bütün çeşit ve hatların yeşil aksam ve tane çinko içerikleri ile verim miktarlarının artış gösterdiğini ancak artışların çeşit ve hatlara göre farklılık gösterdiğini belirlemişlerdir.

Mut ve Gülümser (2005), 1997- 1998 yıllarında Gökhöyük Tarım İşletmesi arazisinde yürüttükleri çalışmalarında, Damla-89 nohut çeşidinde bakteri aşılması ile birlikte

mikro elementlerden çinko ve molibdenin bazı kalite özellikleri üzerine etkilerini belirledikleri araştırmada, aşılı ve aşısız olmak üzere iki aşı faktörü ile birlikte çinko (0, 0.28, 0.70 ppm Zn) ve molibdenin (0, 0.025, 0.050 ppm Mo) 3 farklı dozu karşılaştırılmış, çinko ve molibden 10-20 cm boyundaki bitkilere yapraktan uygulanmıştır. Araştırmacılarca bakteri aşılması, çinko ve molibden uygulamasının tanedeki P, Zn, Mn ve Fe seviyelerine etkili olduğu ifade edilmiştir.

Güneş vd. (2007) tarafından, buğday, nohut ve mercimek bitkileri ile sera ve tarla şartlarında kuraklık etkisinin araştırıldığı çalışmada, nohut bitkisinde dört haftalık yetiştirme periyodu sonrasında hasat edilen bitkilerde çinko içeriği 30.12-34.44 mg Zn/kg ve demir içeriği ise 60.06-35.83 mg Fe/kg arasında bulunmuştur. Aynı denemede tarla şartlarında yetiştirilen nohut bitkisinin tanesinde çinko içeriği 10.67 mg/kg olarak tespit edilmiştir.

Kaya vd. (2009), 3 nohut çeşidiyle çinko ve azotlu gübrelemenin protein içeriğine etkilerini araştırdıkları çalışmalarında, tüm çeşitlerde çinkolu gübre uygulamasıyla çinko konsantrasyonunun ve azotlu gübrelemeyle de protein içeriğinin de arttığını saptamışlardır.

Bayrak (2010), Konya ekolojisinden toplanan 21 nohut popülasyonu ve 5 tescilli nohut çeşidinin tarımsal besinsel ve teknolojik karakterlerin belirlenmesi amacıyla yürüttükleri çalışmalarında, protein oranını % 17.90-22.06 aralığında belirlerken mineral madde miktarlarını (ppm); fosfor (P) 2257.01-3590.37, potasyum (K) 4698.16-7423.69, magnezyum (Mg) 799.92-1004.43, kalsiyum (Ca) 878.23-1635.85, demir (Fe) 24.44-44.52, bor (B) 223.02-494.73, bakır (Cu) 4.69-8.20, çinko (Zn) 18.58-34.33 aralığında belirlemişlerdir.

Kutman vd. (2010b) yürütülen çalışmada, yapraktan veya topraktan uygulanan çinkonun buğdayda tane çinko içeriğini önemli derecede artırdığı bildirilmektedir.

Zhao vd. (2011), çinkolu gübre uygulamasının toprakta DTPA-Zn'nun miktarını artırdığını, ancak çinko konsantrasyonu üzerine tanede etkisinin önemli olmadığını rapor etmişlerdir.

Hussain vd. (2012), topraktan uygulanan çinkonun buğdayda % 29 oranında tane verimini, % 95 oranında da tanede toplam çinko içeriğini artırdığını rapor etmişlerdir.

Pathak vd. (2012), nohutta yapraktan gübre uygulamasının tanede çinko içeriğini artırdığını bildirmiştir.

Phattarakul vd. (2012), çinko uygulamasının çeltikte tane verimini ve tanede çinko içeriğini artırdığını bildirmektedirler.

Nalini vd. (2013), üç farklı çinko dozunun (% 0.01, 0.1 ve 0.5) yapraktan uygulamasıyla bezelyede verim unsurlarından çiçek sayısı, bitkide bakla sayısı, tane sayısında önemli artışlar sağladığını ayrıca karbonhidrat, protein ve çinko içeriğini de artırdığını bildirmektedirler.

Shadab vd. (2013), nohutta çinko eksikliğinin çinko birikimi, gövdede kuru ağırlık, tane ağırlığı, bitki başına tane verimi olmak üzere verim ve beslenme kalitesinde azalışa neden olduğunu rapor etmişlerdir.

Diapari vd. (2014), Etiyopya'da nohut çeşitlerinin çinko uygulamasına tepkileri ile çinkonun agronomik karakterler, tane verimi, tanede çinko konsantrasyonuna etkilerini belirlemek amacıyla yapılan çalışmada; tanede çinko konsantrasyonu üzerine çeşitlerin ve çevre koşullarının etkilerinin önemli, çeşit ve çevre interaksiyonu etkisi ise önemsiz bulunmuştur. Çeşitler arasında tanede çinko konsantrasyonu bakımından önemli varyasyonlar gözlemlenmiştir. Çeşitler arasında varyasyonlar olabileceği bazı araştırmacılar tarafından da desteklenmektedir (Akay 2011, Rabieyan ve Fakharian 2012, Diapari vd. 2014). Oluşan bu varyasyonun tohumların morfolojisi, fizyolojisi ve dokulardaki çinko dağıtımından kaynaklanmış olabileceği ifade edilmektedir (Morgan

vd. 2005, Ariza-Nieto vd. 2007). Aynı çalışmada çevreler arasındaki varyasyon önemli bulunmuştur. Bu varyasyonun ise yağış miktarı ve dağılımından kaynaklanmış ve vejetasyon devresi ile bakla doldurma döneminde tanedeki çinkonun birikimini azaltabilir. Bu bağlamda tanede çinko konsantrasyonu üzerine çevrenin de etkisinin olduğunu bildirmektedir (Diapari vd. 2014, Norton vd. 2014).

Shivay vd. (2014), Yeni Delhi’de nohut çeşitlerinde çinkonun protein içeriği, çinko ve azot alımını belirlemek üzere yaptıkları çalışmalarında; 7.5 kg ha⁻¹ çinko uygulamasıyla çinko konsantrasyonunun 38.6 mg/kg’dan 48.4 mg/kg’a arttığını rapor etmişlerdir. Ayrıca nohutta kontrol uygulamalarına oranla çinkonun protein oranı ve içeriğini de artırdığını bildirmişlerdir.

Shirani vd. (2015)’in 2009-2010 üretim sezonunda Shahrekord Üniversitesinde yürüttükleri iki yıllık denemelerinde, yapraktan uygulanan çinko sülfatın tanede çinko konsantrasyonunu artırdığını belirtmişlerdir.

Balai vd. (2017)’nin, 2009-2010 yılları arasında Hindistan’ın Bikaner eyaletinde yaptıkları çalışmalarında; dört fosfor seviyesi (kontrol, 20, 40, 60 kg ha⁻¹) ve üç farklı (kontrol, 3.0 ve 6.0 kg ha⁻¹) çinko seviyesinin nohutta verim ve verim özelliklerine etkileri araştırılmıştır. 6.0 kg ha⁻¹ dozundaki çinko uygulamasının kuru madde birikimini, 3.0 kg ha⁻¹ dozunun ise bitki boyunu önemli ölçüde artırdığı bildirilmektedir. Aynı çalışmada ayrıca çinkonun bitkide nodül sayısını, bitkide bakla sayısını, tane ve biyolojik verimi kontrole oranla artırdığı da rapor edilmiştir. Ayrıca kış şartlarında yürütülen çalışmada, 6 kg ha⁻¹ çinko uygulamasının nohutta klorofil içeriğinde önemli artışlar sağladığı bildirilmiş ve çinkonun alınabilirliği arttıkça doğrudan tane veriminin ve saman veriminin artması ve bunun sonucu olarak biyolojik verimin de artacağı tespit edilmiştir.

Samreen vd. (2017), Pakistan koşullarında dört börülce (mungbean) çeşidinde üç farklı dozda çinko uygulamasının klorofil, protein ve mineral madde içeriklerine etkisinin araştırıldığı çalışmalarında; çinko uygulamasının bitki boyunu artırdığı ancak bu artışın

istatistiki olarak önem arz etmediği, kontrole oranla klorofil ve protein içeriğini artırdığı, çinko uygulamalarıyla da çinko konsantrasyonunun arttığı rapor edilmiştir.

Hidoto vd. (2017), Etiyopya koşullarında 2012-2013 üretim sezonunda çinko noksanlığı bulunan üç farklı lokasyonda nohutta çinkolu gübrelemenin etkilerini araştırdıkları çalışmalarında; çinkolu gübrenin nohudun hem tanesinde hem de samanında çinko konsantrasyonunu önemli ölçüde artırdığını ifade etmektedirler. Aynı çalışmada çinkolu gübre uygulamasının bitki boyu, tane verimi, tane ağırlığı, biyolojik verim ve bitki başına bakla sayısı üzerinde etkisinin olmadığı rapor edilmiştir.

2.3.3 Çinkonun tane protein oranına etkisi

Zn ile protein arasında biyolojik sistemlerde yakın bir ilişki söz konusudur. Tanenin proteinleri çinko depolama kapasitesini artırarak çinkonun taneye taşınımında katkıda bulunmaktadır. Tane proteinleri ile tanenin çinkosu arasındaki ilişki pek çok çalışmayla da desteklenmektedir (Pomeranz ve Dikeman 1983, Peterson vd. 1986, Zebarth vd. 1992, Feil ve Fossati 1995, Graham vd. 1999, Rengel vd. 1999, Çakmak 2002, Morgounov vd. 2007, Peleg vd. 2008).

Dahiya vd. (1982), 20 nohut çeşidi ile ayrı lokasyonlarda yapmış oldukları denemelerde, tane ham protein oranının çeşitlere göre % 18.3-23.2 olduğunu, protein oranı ile tane verimi ve tane boyutları arasında önemli bir ilişki bulunmadığını saptamışlardır.

Ram ve Murthy (1983), bürülcede farklı seviyelerde uygulanan çinkonun protein içeriğini önemli ölçüde etkileyerek artırdığını belirtmişlerdir.

Balwant vd. (1984), *Rhizobia* aşılması, molibden ve çinko uygulamalarının nohut çeşitlerinin kuru madde verimi ve azot içeriği üzerine etkilerini belirlemek amacı ile yürüttükleri saksı denemelerinde, bakteri aşılması ve molibden uygulamanın bitkide sap ve kök kuru ağırlığını artırdığını saptamışlardır. Anılan denemede 2 ppm çinko

uygulamasý bitkide sap ve kök ađrýlýđını belirli oranda artýrırken, 4 ppm çinko uygulamasý toplam bitki ađrýlýđında azalmaya neden olmuřtur. Arařtırýcýlar ařýlama ile çinko ve molibden uygulamalarının bitkinin azot içeriđini artýrdýđını bildirmiřlerdir.

Singh ve Bhadoria (1984), 10 mg/kg Zn'nun brlce ve mercimekte protein içeriđini artýrdýđını rapor etmiřlerdir.

Jha ve Chandel (1987), soyada yrtlen çalıřmada, 0.5-10.00 ppm ZnSO₄ uygulamasýyla tanede protein oranının arttýđını bildirmiřlerdir.

Malewar vd. (1990), 5 mař fasulyesi çeřidinde çinko noksanlýđı bulunan topraklarda 15 kg ha⁻¹ inkolu gübre uygulamasının azot, protein, karbondhidrat, çinko, demir ve potasyum içeriđini artýrdýđını tespit etmiřlerdir.

Sachdev vd. (1992), Yeni Delhi'de kumlu toprakta yürüttükleri çalıřmalarında, 10 kg ha⁻¹ dozunda inkolu gübre uygulamasýyla nohutta protein içeriđinin arttýđını tespit etmiřlerdir.

Singh ve Yadav (1997), baklagillerde çinko uygulamasının tanede protein verimini olumlu yönde etkilediđi, 5 kg/ha Zn uygulamasının brlcede kontrole oranla önemli derecede tohum protein verimini artýrdýđı bildirilmiřtir.

Tripathi vd. (1997), kükürt (0, 20, 40 ve 60 kg ha⁻¹) ve çinko (0, 2.5, 5 ve 7 kg ha⁻¹) uygulamalarının etkilerini araştırdıkları çalışmalarında, uygulamaların nohutta protein oranına olumlu etkilerinin olduğunu, çinko içeriğinin de 20 kg ha⁻¹ S düzeyinde önemli ölçüde arttýđı ve sonrasında azaldýđını tespit edilmiştir.

Gültekin vd. (1998), Gerek-79 buđday çeřidinde re, ZnSO₄.7H₂O (inko sülfat) ve 16 adet yaprak gübresinin denendiđi çalıřmalarında, ZnSO₄.7H₂O (inko sülfat)'ın verimde kontrole oranla % 16'lık bir artýř sađladıđı, bin tane ađrýlýđında da önemli bir artýř

olduğunu ancak protein yüzdesi ve sedimantasyon değeri üzerinde önemli bir etkisinin olmadığı sonucuna ulaşılmıştır.

Tripathi vd. (1999) tarafından, nohutta topraktan inkolu gübre uygulamalarıyla protein içeriğinin arttığı bildirilmektedir.

Gupta (2001), mercimekte inkolu gübre uygulamasının tanede protein içeriği ile azot, potasyum ve kalsiyum içeriklerinin arttığını rapor etmiştir.

Hafız (2004), nohutta çinkonun 400 ppm dozunda yaprak uygulamasının tanede protein konsantrasyonu üzerine önemli etkilerinin olduğunu belirtmiştir.

Kelarestaghi vd. (2005), çinko noksanlığı olan İnan'ın Bam şehri'nde topraktan (0, 2, 4 ve 6 kg/da) ve yapraktan 0.005 ppm çinko sülfat uygulayarak buğday verimi ve verim unsurları üzerindeki etkisini inceledikleri araştırmada, topraktan ve yapraktan uygulanan çinko sülfat ile tane verimi ve protein oranının % 25-40 arasında yükseldiğini bildirmektedirler.

Meena vd. (2005), kükürt ve çinkonun nohutta verim, kalite, mikroelement içeriği ve alımı konusunda yaptıkları çalışmalarında; 40 kg ha⁻¹ kükürt ve 5 kg ha⁻¹ çinko uygulamasının, tüm kükürt ve çinko seviyelerinde protein ve mikroelement içeriği ile mikroelement alımını artırdığını ortaya koymuşlardır.

Yılmaz vd. (1997) ve Calhor (2006), inko eksikliğinin tahıl ve baklagillerde tanede protein içeriğini azalttığını rapor etmişlerdir.

Meena vd. (2006), artan çinko seviyelerinin nohutta bitki boyu, bitkide ana dal sayısı, kuru madde birikimi ve protein içeriğini artırdığını belirtmişlerdir.

Taşdemir (2006), buğdayda çinko uygulamasının bitkinin yeşil aksamındaki ve tanesindeki Zn konsantrasyonunu arttırırken, amino asit konsantrasyonunu azalttığını

bildirmektedir. Amino asit konsantrasyonundaki bu azalma aynı zamanda aynı zamanda protein konsantrasyonundaki artışa bağlanmıştır. Bu sonuç da Zn'nun protein sentezinde temel bir rolünün olduğunu göstermektedir.

Kaya vd. (2009), Isparta ekolojik koşullarında yürüttükleri çalışmalarında; nohutta çinko gübrelemesi ile tanenin protein içeriği, yüz tane ağırlığı ve birim alan tane veriminin önemli düzeyde arttığını bildirmişlerdir.

Barut (2010), tarafından tarla ve sera koşullarında yürütülen denemelerden elde edilen sonuçlara göre; buğdayda topraktan Zn ve N uygulamalarının tanede Zn konsantrasyonunu arttırdığı bildirilmiştir. Uygulamalar, tane N ve Fe konsantrasyonu üzerinde de etkili olmuştur. Bitki için ortama yeterince Zn sağlandığı zaman, hem topraktan hem de yapraktan N uygulaması ile tanenin Zn konsantrasyonu artmıştır. Sera koşullarında yürütülen denemelerde, yeterli çinko uygulaması ile yüksek dozda N uygulamasının, Zn ve demirin vejetatif dokudan alınımını ve remobilize olmasına katkısı olmuştur. Elde edilen bulgular, bitkinin N ve Zn beslenmesinin, tane Zn ve Fe konsantrasyonu üzerinde önemli bir unsur olduğunu göstermektedir.

Kutman vd. (2010b) tarafından yürütülen bir diğer çalışmada ise buğday bitkisi için yeterli Zn sağlandığı zaman tanenin Zn ve N içeriği arasında önemli ve pozitif bir korelasyon olduğu, N ve Zn arasındaki olumlu ilişki her iki elementin dokularda yeterli bulunması ile ortaya çıktığı belirtilmektedir.

Tripathi vd. (2011), nohutta yürüttükleri çalışmalarında, 5 kg ha⁻¹ Zn uygulamasıyla azot, potasyum, kükürt ve çinko alımının arttığını tespit etmişlerdir.

Morad vd. (2012), nohutta çinkolu gübre uygulamasının kontrole oranla tane verimi ve tanede protein içeriğini artırdığı yönünde bildirişleri mevcuttur. Benzer şekilde nohutta fosfor ve çinkolu gübre uygulamasının verim ve tanede protein içeriğini artırdığı rapor edilmiştir (Pandey vd. 2012).

Kharol vd. (2014), tarafından 2011-2012 yıllarında kış şartlarında kükürt ve çinkonun nohut tarafından bitkiye alınımı, verim, kalite bitki besin elementi içeriğine etkilerinin araştırıldığı çalışmada; nohutta çinko uygulamasının tane verimi, protein içeriği, besin elementi alımı ve içeriğini artırdığını rapor etmişlerdir.

2.3.4 Çinkonun bitkide nodozite sayısına etkisi

Toprakta azotun kaynaklarından birisi de değişik bitkilerle ve özellikle baklagillerle karşılıklı yaşamaya dayanan ve havanın serbest azotunu tespit eden toprak mikroorganizmaları yani *Rhizobium* gibi bakterileridir. Kültüre alınmış topraklarda bu yolla fikse edilen azotun en önemli kısmı *Rhizobium*-baklagil ortaklaşmasına dayanmaktadır (Hansen 1994). Tarım alanlarında toprağa bağlanan azotun önemli kaynağı *Rhizobium*-baklagil ortak yaşamlarıdır. Tarım sistemlerinde ortalama azot bağlamanın 100 kg N/ha/yıl olduğu, ancak iyi gelişme koşullarında, uygun konukçu bitki suşlarının seçimiyle bu miktarın 200 kg N/ha/yıl'a çıkarılabileceği belirtilmektedir (Drevon 1983).

Toprakta bulunan mikroorganizmalar, çevresel şartlardan önemli derecede etkilenirler. Olumlu koşullarda hızla çoğalıp doğal işlevlerini gerçekleştiren bu canlılar, olumsuz koşullarda da hayatta kalabilmek ve fonksiyonlarını sürdürebilmek için çok ciddi mücadeleler verirler. Biyolojik N₂ fiksasyonu ile fikse edilen azot miktarı yöreden yöreye büyük oranda değişebilir. Çünkü azot fiksasyonunu etkileyen birçok etken vardır. Bunları; gübreleme, ilaçlama, bakteri aşılması, bitki besin elementleri, toprak reaksiyonu (pH), tuz konsantrasyonu, sıcaklık, nem olarak sayabiliriz.

Azot fiksasyonunda bitki besin elementlerinin etkisi büyüktür. Toprakta düşük azot ve yüksek karbon içeriği optimum N₂ fiksasyonunu azaltmaktadır (Özbek vd. 1993). Yaygın olarak kullanılan gübreler (özellikle sentetik azot) toprak ve su ekosisteminin düşmanlarıdır (Crews ve Peoples 2004) ve insan sağlığını da olumsuz şekilde etkilemektedirler (Johnson vd. 2010). Nohut tanesinin besinsel değerinin yanı sıra toprağın kalitesini artırmakta ve toprak kökenli patojenlerin azalmasına neden

olmaktadır (Felton vd. 1995). Ancak topraklar için esas yararı biyolojik azot fiksasyonudur ve yıllık 140-176 kg/ha azot sağlamaktadır (Rupela ve Saxena 1987, Saraf vd. 1998).

Besin elementi eksikliği ya nodül aktivitesi üzerine direkt etkide bulunmakta ya da konukçu bitkiyi etkilemek suretiyle indirekt etkide bulunmaktadır. Fiksasyon açısından besin elementleri için ihtiyaç duyulan miktar tür, çeşit ve *Rhizobium* suşları arasında farklılık göstermektedir (Pankhurst 1981). Öyle ki nohut bitkisinin çinko noksanlığına pek çok üründen daha hassas olduğu bilinmektedir (Tiwari ve Dwivedi 1990, Brennan vd. 2001).

Çinkonun bitki gelişmesi ve yetişmesi için gerekli olmasına rağmen yapılan bazı çalışmalarda çinkonun bitki büyümesi için gerekli olduğu ancak nodülasyona doğrudan etki yapmadıkları bildirilmiştir (Bordeleau ve Prevost 1994). Çinko eksikliğinin simbiyotik azot fiksasyonunu engellediği konusunda sınırlı miktarda bilgi mevcuttur (O'Hara vd. 1988, O'Hara 2001). Nodül sayısı ve büyüklüğü, leghemoglobin içeriği ve bağlanan azot bakımından çinkonun soya fasulyesinde (Demetrio vd. 1972), börülce (Marsh ve Waters 1985) ve nohutta (Shukla ve Yadav 1982, Yadav ve Shukla 1983, Misra vd. 2002, Das vd. 2012) önemli olduğu bildirilmektedir. İlgili çalışmalarda bu etkinin çinkonun leghemoglobin sentezinde yer almasından kaynaklanmış olabileceğini savunmaktadırlar.

Baklagiller diğer bitkilerle benzer mikro besin elementlerine ihtiyaç duymaktadırlar. Azot fiksasyonuna doğrudan ya da dolaylı yoldan etkide bulunan iz elementler çizelge 2.4'de sunulmuştur.

Çizelge 2.4 Baklagil bitkilerinde nodülasyon ve azot fiksasyonunda etkili olan mikro elementler

Mineral	Gerekli olduğu yer	Fiksasyona etkisi
Magnezyum	Klorofil	İndirekt
Demir	Nitrogenaz, leghemoglobin	Direkt
Manganez	Bitki gelişimi	İndirekt
Bor	Meristematik aktivite	Direkt
Çinko	Bitki gelişmesi	İndirekt
Bakır	Nodül metabolizması	Direkt
Molibden	Nitrogenaz	Direkt
Kobalt	Leghemoglobin	Direkt

Wilson ve Reisenauer (1970), çinko eksikliğine ve çinko toksisitesine duyarlı 5 rhizobial türüyle yaptıkları çalışmada; azot bağlayıcı bakterilerin toksisitelerinin yanı sıra çinko gereksinimlerini de ortaya çıkarmıştır. 5 grubun maksimum gelişme için istedikleri çinko miktarı 01-1.0 µM olarak bulunmuştur.

Yadav ve Shukla (1983) Hindistan'da yaptıkları çalışmada, toprağa çinko uygulamasıyla 7.5 mg/kg toprak seviyesine çıkarılan çinko seviyesinde nohut köklerinde nodüllerin sayısı ve leghemoglobin içeriklerinin arttığını bildirmişlerdir. Topraktaki çinko oranı 10 mg/kg seviyesine çıkarıldığında kuru madde miktarı ve N fiksasyonunun arttığını buna karşılık daha yüksek seviyelerde hem nodülasyon hem de N fiksasyonunun azaldığını, toprakta çinko 5-10 mg/kg olduğunda bitkilerin maksimum düzeyde azot sağladığını tespit etmişlerdir.

Abdel-Salam (1986) tarafından belirtildiği üzere, baklada yapraktan çinko uygulamasıyla azot gübrelemesi olmaksızın nodül kuru ağırlığı, azot aktivitesi, bitki kuru ağırlığı, azot ve fosfor alımı ile ne nodül sayısının arttığını belirtmişlerdir.

Saxena ve Rewari (1990), Yeni Delhi’de yaptıkları laboratuvar çalışmasında, tuzlu koşullar altında yetiştirilen nohut bitkisinde çinko uygulamasının nodülasyon ve iyon alımına etkisini incelemiştir. Araştırmacılar tuzluluğu E.C. 4.34 ds/m olan toprağa 0, 5 ve 10 ppm dozlarında çinko uygulamışlardır. 5 ppm çinko uygulamasında, nodüllerin kuru madde ağırlığı ve nitrojen aktivitesinin arttığını, her iki çinko uygulamasının da sürgün ve köklerin kuru madde ağırlığına ve azot içeriğine etkili olmadığını saptamışlardır. Ayrıca çinko uygulamasının potasyum alımını artırdığını, azot alımını azalttığını, fosfor alımı üzerine ise etkisinin olmadığını belirtmişlerdir. Nitekim Saxena ve Rewari (1990) ise çinko eksikliğinin azot fiksasyonunu direk etkileyebileceği yönünde bildirişte bulunmuştur.

Sharhar ve Acry (1990), soya fasulyesinde $10 \mu\text{g Zn g}^{-1}$ çinko dozunun topraktan uygulanmasıyla kökte kuru madde birikimi, yaprak alanı, bitki başına nodül sayısı ve nodül ağırlığının arttığını bildirmişlerdir.

Aydın ve Sepetoğlu (1991), Bornova’da iki nohut çeşidi ile yazlık ve kışlık 4 ekim zamanında gerçekleştirdikleri denemede çiçeklenme başında saptanan nodül sayısını 8.3-18.0 adet/bitki (ort.12.8), bitki kuru nodül ağırlığını 36-150 kg/bitki (ort.77) arasında saptamışlardır.

Saxena ve Rewari (1991), Hindistan’da yaptıkları çalışmada, tuz stresi altında yetiştirilen nohut bitkisine uygulanan fosfor ve çinkonun, nodülasyon ve mineral içeriğine etkilerini araştırmışlardır. Tohumlar, *Rhizobium* P-114-9 irki ile aşılansmış, tuzluluk seviyesi 4.34 ve 8.3 ds/m olan nehir kumuna ekilmiş, 2.5, 5 ve 10 ppm dozlarında çinko, 20, 40 ppm fosfor uygulamışlardır. Her iki tuzluluk seviyesinde de 5 ppm çinko ve 20 ile 40 ppm fosfor uygulama seviyesinde, hem nodülasyonun hem de büyümenin arttığını, bitkideki Na/K oranının azaldığını belirtmişlerdir. Çinko uygulamalarının nodül kuru ağırlığı, nodül sayısı ile simbiyotik azot fiksasyonunu artırdığı da bildirişler arasındadır (Misra vd. 2002, Das vd. 2012). Nohut, bezelye ve mercimekte 20 mg/kg çinko uygulamasıyla kökte nodülasyon, kuru ağırlık, köklerde azot içeriği ve toplam ağırlığını artırdığı tespit edilmiştir (Misra vd. 2002).

Müderiszade (1996), Bornova koşullarında 5 iri ve 6 orta taneli 11 nohut genotipi ile yaptığı denemede; bitki boyu, yandal sayısı, kök kuru ağırlığının, toprak üstü aksam kuru ağırlığının nodül kuru ağırlığını tespit ettikleri çalışmada nodül sayısının 3.3 ile 6.9 adet/bitki (ort.5.3) olarak tespit etmiştir.

Sammauria (2007), Bikaner’de çemen otuyla yaptığı çalışmada; 5 kg ha⁻¹ çinko uygulamasının önemli şekilde nodül artışını sağladığını, aynı zamanda kontrole oranla bitki boyu ile farklı gelişme dönemlerinde kuru madde birikimini de artırdığı rapor edilmektedir.

Quddus vd. (2011) tarafından maş fasulyesinde yapılan çalışmada; 1.5 kg ha⁻¹ çinko uygulamasının optimum doz olduğu tespit edilmiş ve bu dozun bitki boyu, yaprak, kuru madde, nodül sayısı, bitki başına nodül ağırlığı ve tane verimini artırabileceği bildirilmiştir (Thalooth vd. 2006).

Sharma ve Kushwaha (2011), tarla koşullarında yürütülen çalışmalarında, 5 kg ha⁻¹ Zn uygulamasının nohutta nodülasyonu artırdığını bildirmektedirler.

Weldu ve Habtegiel (2013), Tigray’da yürütülen çalışmalarında artan çinko gübrelmesiyle baklada nodül kuru ağırlık ve sayısında artışların olduğunu ifade edilmiştir.

Bahure vd. (2016)’ye göre soya fasulyesinde çinko, demir ve manganın verim parametreleri üzerine önemli etkilerinin olduğu bildirilmiştir.

2.3.5 Çinkonun çiçeklenme üzerine etkisi

Nohutta değişik ekoloji ve çeşitlerle yapılan çalışmalarda ilk çiçeklenme için gerekli sürenin 30-106 gün arasında değiştiği tespit edilmiştir (Eser ve Soran 1978, Eser vd. 1987, Poma vd. 1988, Samal ve Jagadev 1988, Saxena 1988, Bahl vd. 1991). Farklı çalışmalarda nohutta çiçeklenme periyodunun 11-38 gün arasında değiştiği

belirlenmiştir (Akçin 1988, Jana ve Singh 1993, Akdağ 2001). Çiçeklenme süresi uzadıkça oluşan bakla sayısı ve dolaylı olarak tane veriminin arttığı Akçin (1988) tarafından ifade edilirken, Bozoğlu ve Gülümser (1999) bunu destekler şekilde fasulyede çiçeklenme periyodu ile tane verimi arasında olumlu yönde ilişkiler bulunduğunu bildirmiştir. Öte yandan bu özellik ile tane verimi arasında herhangi bir önemli ilişkinin bulunmadığı bildirilmiştir (Jana ve Singh 1993).

İz miktarda ihtiyaç duyulmasına rağmen mikro besin elementleri kalite artışı, büyüme ve gelişme için gereklidir (Imtiaz vd. 2010). Hindistan'da tarımda verimi kısıtlayıcı en önemli dört faktörden birisi olarak çinko eksikliği gösterilmektedir. Çinko çiçeklenmenin başlamasında, çiçeklerin gelişiminde dişi ve erkek gametlerin oluşumunda, döllenme ve tane oluşumunda önemli bir rol oynamaktadır. Çiçeklenme ve tane oluşumunda çinko eksikliğinde pek çok problemle karşılaşıldığı bildirilmektedir. Çinko noksanlığının genel belirtileri arasında stigmaların büyüklük ve morfolojik görünümünde değişim ile polen ve stigma arasındaki uyuşmanın engellenebileceği yönünde bildirişler bulunmaktadır (Pandey vd. 2006, 2009). Gelişmekte olan buğdayda çinko noksanlığında küçük anterler ile normal olmayan polen taneleri oluşur (Sharma vd. 1979). Çinkonun noksanlığında absisik asidin engellenmesi yaprak ve çiçeklerin erken dökülmesine, polen ile anterlerin fizyolojik olarak gelişmemesine ve sonuçta da daha az sayıda tane oluşuma neden olmaktadır (Brown vd. 1993). Nitekim çinko noksanlığında fasulye, bezelye ve diğer bitkilerde çiçeklenmede ve tane veriminde önemli azalmaların olduğu bilinmektedir (Reed 1941, Hu ve Sparks 1990).

Pandey vd. (2006), çinko noksanlığı konusunda mercimekte yaptıkları çalışmada çinko noksanlığında çiçeklenmenin 5 ile 6 gün süreyle geciktiği rapor edilmektedir.

Kara (2007), çinkonun bitkilerde çiçeklenme ve tane oluşumu üzerine olumlu ve önemli etki yaptığını, çinko noksanlığında bitkilerin yapraklarında ve çiçek tomurcuklarında fazla miktarda biriken absisik asidin ve polen tozlarında ortaya çıkan gelişme bozukluklarının da tane oluşumunu olumsuz şekilde etkilediğini ifade etmiştir. Tohumda yüksek düzeyde bulunan çinkonun, özellikle toprakta kullanılabilir çinkonun kısıtlı olduğu yerlerde vejetatif gelişmeyi teşvik edeceğini belirtmişlerdir. Araştırmacılar

ayrıca, çinko eksikliğine daha dayanıklı olduğunu ve eksiklikten daha az etkilendiklerini, dolayısıyla tohumdaki çinko içeriğinin çinko eksikliğine dayanıklılık çalışmalarında dikkate alınması gerekli bir özellik olduğunu belirtmiştir.

Mubeen vd. (2013), püskürtülerek uygulanan NPK ve çinkonun önemli şekilde vejetatif gelişme, yaprak alanı, çiçeklenmeyi artırdığını bildirilmişlerdir.

Sangolli vd. (2018), nohut genotiplerinde çinkonun morfolojik karakterlere etkisi araştırmak amacıyla yürüttükleri çalışmalarında; kontrole oranla 10 kg ZnSO₄ toprak+% 0.5'lik yaprak uygulamasının çiçeklenme üzerinde etkisinin önemli olduğunu, çiçeklenmenin erken gerçekleştiğini rapor etmişlerdir. Ewa ve Pawel (2012) yetiştirme ortamında bulunan çinko iyonlarının *Arabidopsis arenosa*'da erken çiçeklenmeyi teşvik ettiği ve oluşan bu etkinin de kullanılan çinko konsantrasyonundan kaynaklanabileceği belirtmektedirler.

2.3.6 Çinkonun bitki boyuna etkisi

Nohutta bitki boyu makineli tarıma uygunluk konusunda bir seçim ölçütüdür. Makineli tarımda, dik gelişen, 30 cm'den uzun, ilk baklası yüksek ve az dallanan tipler tercih edilmektedir (Zeren vd. 1991). Nohutta bitki boyunun çevre şartlarına göre değişken bir yapı göstererek 20-100 cm arasında değiştiği, hatta uygun şartlar altında bazı uzun boylu çeşitlerin 150 cm'ye kadar ulaşabildiği bildirilmektedir (Saxena ve Singh 1985).

İbrahim ve El-Labban (1984), kireç içeriği yüksek topraklarda çinko mikro elementinin buğdayda bitki boyunu artırdığını bildirmiştir.

Singh ve Saxena (1986), mercimekte üç farklı P ve iki farklı Zn dozu uygulayarak yaptıkları çalışmada bitkide dal sayısı ve bitki boyunun arttığını saptamışlardır.

Islam vd. (1989), farklı çinko dozlarının etkisini araştırmak üzere yapmış oldukları çalışmada en yüksek bitki boyunun 37.7 cm ile 1.5 kg da⁻¹ ZnSO₄ dozundan elde edildiğini bildirmişlerdir.

Meyveci vd. (1997), çinko ve demirli gübrelerin nohutta verime etkilerinin araştırıldığı Haymana'da yaptıkları çalışmalarında, genelde nohut için çinkolu gübrelemenin çeşitlere bağlı olarak verimde belli bir artış sağladığı, özellikle de çinko+demirli gübrelemenin birlikte verildiğinde kontrole göre verimde bir artış sağlanamadığı ortaya konulmuştur. Bitki boyu değerlerinde çinko ve demirli gübrelemenin bitki boyunu etkilemediği, farklılığın sadece çeşitlerin genetik karakterinden ileri geldiği tespit edilmiştir.

Türk (2001), tarafından Diyarbakır ekolojik koşullarında yapılan çalışmada, 1999-2000 yetiştirme sezonunda iki farklı nohut çeşidinde bor+çinko gübresinin verim ve verim öğelerine olan etkileri araştırılmış, bitki boyu ortalama değerlerinin 37.75-43.25 cm arasında değiştiği ve bitki boyu yönünden çeşitler arasındaki farkın % 1 düzeyinde önemli, gübre dozları arasındaki fark ve interaksiyonun ise önemsiz olduğunu bildirmiştir.

Akay ve Önder (2004), farklı dozlarda (0, 2, 4, 6 kg ZnSO₄/da) çinkolu gübre uygulamasının nohut çeşitlerine etkilerini belirlemek ve en uygun çinko dozunu araştırmak amacıyla yaptıkları çalışma sonucunda çinko gübrelemesinin bitki boyunu önemli seviyede artırdığını belirtmişlerdir.

Ören ve Başal (2006), Söke'de üretici koşullarında yürütölen çalışmalarının 2006 yılındaki bölümünde, çinko uygulama dozlarının pamukta verim, verim komponentleri ve lif özellikleri üzerine etkisi ve en uygun çinko dozunun belirlenmesi üzerine çalışmışlardır. Araştırmacılar çinko uygulamasının bitki boyu, erkencilik ve ilk beyaz çiçek üstü beş boğum uzunluğunda farklılıklar yarattığını, ancak pH ve fosfor içeriği yüksek topraklarda çinko uygulamasının verim üzerinde etkili olmadığını ifade etmişlerdir.

Bozoğlu vd. (2007), Amasya'da nohut genotiplerinin Zn ve Mo elementlerine tepkilerini belirlemek amacıyla yürütölen iki yıllık çalışmalarında, yıllar arasında bitki boyu bakımından Zn ve Mo'in etkilerinin önemli olduğu tespit edilmiştir. Araştırmanın ilk yılında bitki boyu 33.36 cm iken artarak ikinci yılda 49.21 cm olarak bulunmuştur. Deneme yılları arasında bitki boyu açısından farklılıkların bulunduğu ve bu varyasyonun çinko dozlarından kaynaklanmadığını bildirmişlerdir.

Öztürk (2009), beş farklı yem bitkisinde üç farklı çinko dozunun morfolojik özelliklere, yaprak ve tüm bitkide besin elementi içeriklerine ve yem kalitesine yönelik etkilerinin araştırıldığı çalışmasında, Zn uygulamalarının bitki boyuna etkisinin önemli ve olumlu olduğunu aynı zamanda bitki boyunu düzenli olarak artırdığını bildirmektedir.

Ali ve Mahmoud (2013), inkolu gübre uygulamasıyla verim özelliklerinin önemli ölçüde arttığını bildirilmekle birlikte, çinkonun hücre bölünmesinde aktif rol alması nedeniyle bitki boyu artmaktadır (Nadergoli vd. 2011). Çinkonun aktif olarak oksin üretimde yer alması nedeniyle oksin miktarı artmakta (Kayan vd. 2015), hücre sayısı ve büyüklüğü artmakta ve tüm bu artışlar neticesinde de bitki boyunun arttığı bildirilmektedir (Dashadi vd. 2013).

Öktem vd. (2016), şanlıurfa-Ceylanpınar koşullarında 2009-2010 yıllarında yerli kırmızı mercimek çeşidinde çinko kaynağı olarak çinko sülfatın kullanıldığı farklı miktarlarda uygulanan çinkonun verim ve verim unsurlarına etkisinin araştırıldığı çalışmada, bitki boyu, bitkide bakla sayısı, hasat indeksi, bin tane ağırlığı ve tane verimi özellikleri incelenmiş ve çinko uygulamalarının bitki boyunu artırdığını bildirilmişlerdir.

Samreen vd. (2017), Pakistan koşullarında dört maş fasulyesi çeşidinde üç farklı dozda çinko uygulamasının klorofil, protein ve mineral madde içeriklerine etkisinin araştırıldığı çalışmada; çinko uygulamasının bitki boyunu artırdığı ancak bu artışın istatistiki olarak önem arz etmediğini rapor etmişlerdir.

2.3.7 Çinkonun bakla sayısına üzerine etkisi

Yemelik tane baklagil türlerinde başlıca verim unsurları bitki başına bakla sayısı, baklada tane sayısı ve tane ağırlığı olarak kabul edilmektedir (Singh ve Mehra 1980). Nohutta ise, başlıca verim unsurları olarak bitkide bakla ve tane sayısı, hasat indeksi ve bin tane ağırlığı gibi özellikler belirtilmektedir (Tosun ve Eser 1975, Hussain 1980, Akdağ ve Engin 1987, Açıköz ve Kıtık 1994). Bitkide bakla sayısı arttıkça tane verimi de artmaktadır.

Konu ile ilgili yapılan çalışmalarda, çinkolu gübre uygulamalarıyla bakla sayısının yoncada (Ricean ve Jones 1959), börülcede (Ghildiyal vd. 1978), nohutta (Thakur vd. 1989) ve fasulyede (Moraghan 1996) arttığı bildirilmektedir.

Azad vd. (1993), mercimeğe çinko uygulama yöntemi, dozu ve etkisini araştırdıkları çalışma sonucunda çinkonun bakla sayısı, baklada tane sayısı, bin tane ağırlığı ve tane verimini artırdığını saptamışlardır.

Marschner (1995), 15 kg ha⁻¹ çinko uygulamasıyla börülcede tane verimi, bitki boyu, bitkide bakla sayısı ve baklada tane sayısını artırdığını rapor etmiştir (Seenappa 2001).

Nagaraju ve Yadahalli (1996), 12.5 kg/ha çinko sülfat uygulamasının kontrole oranla yüz tane ağırlığı, bitkide bakla sayısı, bitkide tane sayısını artırdığını ve bu artışın çinkodan kaynaklandığını bildirmektedirler.

Majumdar vd. (2001), yerfıstığında 20 kg ha⁻¹ Zn uygulamasıyla kontrole oranla bitkide bakla sayısında artış sağlandığı kaydedilmiştir.

Meena (2001), kumlu toprak koşullarında nohutta çinko uygulamasının verime etkilerinin araştırıldığı çalışmada, çinko uygulamasının nohutta bitkide bakla sayısı, tane verimi ve sap verimini artırdığını rapor etmiştir.

Sunder (2001), tarafından Bikaner şartlarında kumlu topraklarda yürütülen çalışmada guar fasulyesinde 5 kg Zn ha⁻¹ uygulamasının bitkide bakla sayısı, tane sayısı, tane verimi ve biyolojik verimini artırdığı bildirilmektedir.

Toğay vd. (2001), 1998-1999 ve 1999-2000 yıllarında üç mercimek çeşidine dört farklı dozda (0, 1, 1.5, 2 kg/da) çinko uygulayarak yürüttükleri çalışmada çinko dozlarının bitki boyu, ilk bakla yüksekliği, bitkide ana ve yan dal sayısı, bitkide bakla ve tane sayısı, bin tane ağırlığı ve birim alan tane verimine olan etkilerini incelemiştir. Çinko dozları arttıkça bitki boyu, ilk bakla yüksekliği, bitkide ana ve yan dal sayısı, bitkide bakla ve tane sayısı ve birim alan tane veriminin arttığını, bin tane ağırlığının ise değişmediğini, çalışmada kullanılan Sazak-91 çeşidinin incelenen tüm özellikler yönünde Kışlık Kırmızı-51 ve Yerli Kırmızı çeşidine göre daha yüksek değerler verdiğini bildirmişlerdir. Çinko uygulamasıyla bin tane ağırlığının değişmemesi, Zn'nun tanenin büyümesinden çok tanenin oluşumu üzerinde bir etkisinin olduğunu göstermektedir. Taze fasulyede yapılan bir başka çalışmada toprağa çinko sülfat uygulamasıyla bitkide bakla sayısında önemli artışların olduğu bildirilmiştir (Nadergoli vd. 2011, Usman vd. 2014). Bu artışın da stamenlerin ve polenlerin biçimlerinden kaynaklanabileceği belirtilmiştir (Awlad vd. 2003, Teixeira vd. 2004).

Sharma ve Jain (2004), Bikaner koşullarında guar fasulyesinde 4 kg ha⁻¹ çinko uygulamasının kontrole oranla bitki başına bakla sayısı, baklada tane sayısını artırdığını saptamışlardır.

Choudhary (2006), Jobner koşullarında guar fasulyesi ile yürütülen çalışmada; 5 kg ha⁻¹ çinkolu gübre uygulamasının önemli derecede bitkide bakla sayısı, baklada tane sayısı, sap verimi ve biyolojik verimi etkileyerek artırdığını bildirmektedir.

Bank (2007), soyada çinkolu gübrenin verim unsurları üzerine etkilerini belirlemek amacıyla yaptıkları çalışmalarında; çinkonun verimde, bakla sayısında, tane sayısında ve yüz tane ağırlığında artışlara neden olduğu tespit edilmiştir.

Ünsal (2007), Araştırma Van İli, Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Araştırma ve Uygulama alanında alkalın topraklarda humik asit ve çinko uygulamalarının iki farklı nohut bitkisinin gelişimine ve N, P, K içeriklerine etkisinin belirlenmesi amacıyla kurulmuştur. Uygulama olarak temel gübrelemede amonyum sülfat 5 kg da⁻¹ azot, 6 kg da⁻¹ triple süper fosfat, humik asit (0, 40 kg da⁻¹) ve Zn da üç farklı dozda (0, 2, 4 kg da⁻¹) kullanılmıştır. Biyolojik verim, tane verimi, bin tane ağırlığı, bitki boyu, tane sayısı, bakla sayısı, tane ağırlığı ile tane ve gövdede azot, fosfor ve potasyum içerikleri belirlenmiş olup, humik asit ve çinko uygulamalarıyla biyolojik verim, tane verimi, bin tane ağırlığı, bitki boyu, bakla sayısı, bitkide tane verimi, tane sayısı ölçütlerinde en iyi sonuçların sırasıyla 484.83 kg da⁻¹, 291.51 kg da⁻¹, 549.17 g, 33.10 cm, 11.12 adet, 5.19 g, 9.27 adet ve humik asit uygulanan ve 4 kg da⁻¹ çinko dozundan elde edildiği sonucuna ulaşılmıştır. Bunun yanı sıra çeşitlerin tane ve gövdedeki N ve K içeriklerinde artma, P içeriğinde ise azalan bir ivme kaydedilmiştir.

Pandey ve Gautam (2009), mercimekte çinkonun alımı ve biyokimyasal özelliklerinin belirlenmesi amacıyla yürüttükleri tarla denemesinde 25 ppm Zn uygulamasının kuru madde miktarını, bitkide bakla sayısını, 10 ppm Zn uygulamasının da bakla ağırlığını artırdığını bildirmişlerdir.

Valenciano vd. (2010), Pathak vd. (2012), Pandey vd. (2013) ve Shivay vd. (2014) çinkonun bitkide bakla sayısını artırdığını bildirmişlerdir. Bu durumu nohut çeşitlerinin genotipik yapıları nedeniyle çinkoyu kullanımları arasındaki farklılığın yanı sıra çevre ve iklim koşullarından kaynaklanmış olabileceği şeklinde açıklamışlardır (Shivay vd. 2014).

Weldua vd. (2012), sera koşullarında baklada çinko ve fosfor ile gübrelemenin verim ve verim özelliklerine etkisinin incelendiği çalışmada; üç fosfor (0, 30 ve 60 kg ha⁻¹) ve üç çinko (0, 15 ve 25 kg ha⁻¹ Zn) dozu kullanılmıştır. Sonuç olarak, çinko gübrelemesinin tane verimi üzerine etkisinin önemli olmadığı, bitkide bakla sayısı üzerine etkisinin önemli olduğu ve bakla sayısını artırdığı, bu artışların çinkonun meyve oluşumunda, gelişiminde ve bitkilerde ürün metabolizmasındaki öneminden kaynaklanabileceği bildirilmiştir (Fageria 2009).

Habbasha vd. (2013), iki yıl olarak yürüttükleri tarla denemelerinde, % 0.2 ZnSO₄ ile 60 kg ha⁻¹ N uygulamasının nohutta tane doldurma döneminde bitki boyu, bitkide bakla sayısı, bitkide bakla ağırlığı, bitkide tane sayısı, bitkide tane verimi ve tanede protein içeriğini artırdığını rapor etmişlerdir.

Mokhartr vd. (2013), 0, 10 ve 20 kg ha⁻¹ ZnSO₄ uygulamasının mercimekte bitki boyu, bitkide bakla sayısı, yüz tane ağırlığı ve tane verimini artırdığını rapor etmişlerdir.

Ram ve Katiyar (2013), 2008-2009 ve 2009-2010 yıllarında çinkonun tane verimi ve protein içeriğine etkilerini belirlemek amacıyla maş fasulyesinde yürüttükleri çalışmalarında, her iki yılda da 10 kg ha⁻¹ çinko uygulamasının en üst değerlere ulaşarak bitki boyu, bitkide bakla sayısı, tane verimi ve protein içeriğini artırdığı sonucuna ulaşmışlardır.

2.3.8 Çinkonun tane verimine etkisi

Riceman ve Jones (1959) besin çözeltisinde beslenme ortamına Zn ilavesinin yeraltı üçgölünde bitkinin yeşil aksam kuru madde verimi üzerinde hafif bir etkisinin olduğunu buna karşılık aynı koşulda tane veriminin belirgin şekilde arttığını saptamışlardır.

Takkar ve Nayyar (1986), 25 kg/ha çinko sülfat uygulamasının nohutta tane verimini artırdığını bildirmektedirler.

Devarajan vd. (1987), nohutta 25 ve 50 kg/ha olarak uygulanan çinko sülfatın tane verimini artırdığını, 75 kg/ha olarak uygulanan dozun ise tane verimini azalttığını bildirmektedirler.

Islam vd. (1989), dekara 0.5, 1, 1.5 kg çinko uygulayarak yaptıkları çalışmada verimin 1 kg/da çinko dozuna kadar arttığını daha sonra ise azalma gösterdiğini bildirmişlerdir.

Indulkar ve Malewar (1991), 1984-1986 yıllarında Maharashtra ve Parbhani'de yürüttükleri tarla koşullarındaki çalışmalarında; 4 kg ha⁻¹ çinko sülfatın nohutta verimini artırdığını bildirmişlerdir.

Singh ve Tiwari (1992), 1981-1982 yıllarında Kanpur'da K-850, K-468 ve T-3 nohut çeşitlerinde 0, 2.2 4.4 kg ha⁻¹ dozlarıyla yaptıkları çalışmalarında, çinkonun artan seviyeleriyle birlikte nohutta tane veriminin arttığını tespit etmişlerdir.

Azad vd. (1993), ise 0.625, 1.25 ve 2.5 kg/da çinko uygulayarak yapmış oldukları çalışmada; 1.25 kg/da kadar çinko uygulamasının verimi artırdığını daha sonraki dozlarda ise azalttığını bildirmişlerdir. Bu farklılığın nedeninin deneme alanı topraklarının çinko içeriklerinin farklı olmasından kaynaklanmış olabileceğini ifade etmişlerdir.

Kalaycı (1993) ve Yılmaz (1993) tarafından Eskişehir ve Konya'da yürütülen çalışmalarda, toprak ve yaprağa uygulanan çinkonun verimi önemli şekilde artırdığı ve çeşitlerin çinko noksanlığı ile çinko uygulamalarına tepkilerinin de çok farklı olduğu bulunmuştur.

Kushwaha (1993), siyah börülce (*Vigna mungo*)'de yaptığı çalışmasında 25 kg/ha olarak çinko sülfatın uygulandığı çalışmasında, bitki başına bakla sayısı ile % 21.1 oranında tane verimini artırdığını belirtmektedir.

Krishna (1995), 15 kg ha⁻¹ dozunda uygulanan çinkolu gübrenin nohutta tane verimini artırdığını bildirmiştir.

Balusamy vd. (1996), soyada çinko uygulamasının (5 ve 10 kg Zn ile 10 t FYM ha⁻¹) tohumda çimlenmeyi teşvik ederek tane verimini artırdığını rapor etmişlerdir.

Sade vd. (1996), çinko gübrelemesi farklı lokasyon ve dozlarda yapraktan uygulanmış olup, ekmeçlik buğdayda çinkonun tane verimi üzerine etkisinin istatistiki yönden

önemli olmadığını ve yanı sıra 10 kg/da $ZnSO_4$ formundaki çinkonun yapraktan uygulanması ile tüm lokasyonlarda tane veriminin belirli bir artış gösterdiğini belirlemişlerdir.

Ekiz vd. (1997), Konya koşullarında toprağa uygulanan $2.3 \text{ kg da}^{-1} ZnSO_4 \cdot 7H_2O$ formunda çinkolu gübreleme sonucunda tane verimindeki artışın % 216 oranında olduğunu saptamışlardır.

Helaloğlu vd. (1997), yürüttükleri çalışmada çinko ($ZnSO_4 \cdot 7H_2O$) gübrelenmesinin 12 farklı buğday çeşidinin tane verimine etkilerini araştırmak için yapmış oldukları çalışmada, tane veriminin $458.67 \text{ kg da}^{-1}$ 'den $626.17 \text{ kg da}^{-1}$ 'a çıktığını, bununla beraber çinko çeşit etkileşimi arasında da bir değişimin meydana geldiğini, çeşit farklılıklarının tane veriminde değişiklikler gösterdiğini bildirmişlerdir.

Kushwaha (1997), çinko sülfat uygulamasının kontrol bitkisine oranla nohutta % 22.2 oranında verimliliği artırdığını ifade etmektedir.

Tripathi vd. (1997), Kanpur'da yaptıkları çalışmalarında; 5 kg ha^{-1} çinko uygulamasının nohutta tane verimini artırdığını tespit etmişlerdir.

Yılmaz vd. (1997), Kutman vd. (2010a, b) yapılan bir başka araştırmada ise, toprakta yeterli çinko olmadığı zaman bitki tane veriminin biomas (tane hariç diğer aksam=sap/saman/yaprak/kavuz v.s.) verimine göre Zn eksikliğine karşı hem tarla hem de sera koşullarında daha hassas olduğu saptanmıştır. Tane veriminin Zn eksikliğine olan hassasiyetin esas nedeninin Zn eksikliğine bağlı olarak ortaya çıkan üreme organlarındaki bozulma (gerileme)'dir (Sharma vd. 1990, Çakmak ve Engels 1999).

Aydın vd. (1998), Eskişehir koşullarındaki çalışmalarında, araştırmanın ilk yılında toprağa B, Cu, Fe, Mn ve Zn uygulanmadığında, Zn'nun verime en etkili mikro element olduğunu tespit etmişlerdir. Toprağa verilecek en uygun çinko dozunun belirlenmesi amacıyla altı arpa genotipi ile 4 farklı çinko dozu (0 (kontrol), 0.5, 1.0 ve 1.5 kg da^{-1})

kullanılmış ve kontrolle karşılaştırıldığında 0.5 kg da^{-1} olarak uygulanan Zn dozu ile verimin önemli ölçüde arttığını ancak diğer dozlar arasındaki farklılığın önemli olmadığını bildirmişlerdir.

Çiftçi vd. (1998), Van ve çevresinde üç lokasyonda (Van-Merkez, Erciş ve Özalp) farklı dozlardaki (kontrol, 0.5, 1.0 ve 1.5 kg/da) çinkonun (ZnSO_4) verim ve verim öğelerine etkisini araştırmışlardır. Çinko dozları arttıkça bitki boyu, ilk bakla yüksekliği, birincil ve ikincil dal sayısı ve toplam verimin arttığını, bin tane ağırlığının ise değişmediğini bildirmişlerdir. Deneme sonunda en yüksek birim alan tane verimi ortalama 155.4 kg/da ile 1.5 kg/da 'lık çinko dozu uygulamasından elde edilmiş ve diğer dozlarla arasındaki farklılık önemli bulunmuştur. Çinko dozları arttıkça bitkide tane veriminin de arttığını bildirmişlerdir.

Kalaycı vd. (1998a), 3 buğday çeşidinde (ikisi ekmeclik biri makarnalık) ekim öncesi toprağa uyguladıkları Zn, Fe, Cu, Mn ve B elementlerinden yalnızca çinkonun noksanlığı durumunda tane veriminin kontrole oranla önemli ölçüde düştüğünü (402 kg da^{-1} 'dan 251 kg da^{-1} 'a) tespit etmişlerdir. Ayrıca 14 buğday genotipinin Zn'nun tane verimine etkisinin tespiti amacıyla yürüttükleri denemede 0.5 kg da^{-1} Zn dozunun kontrole oranla verimi anlamlı bir şekilde artırdığını, artan diğer Zn dozlarının verimde 0.5 kg da^{-1} Zn'ya oranla önemli bir artış sağlamadığını belirlemişlerdir. 40 buğday genotipiyle yaptıkları çalışmalarında ise, çinko etkinliğinin yüksek bir genotipik varyasyon olduğunu, genotiplerin ortalaması bakımından yıllar arasında fazla büyük varyasyonun olmamakla birlikte, genellikle düşük Zn etkinliği gösteren bazı genotiplerin bazı yıllarda farklı reaksiyon vermesi durumunu da genotip ve çevre interaksyonuyla ilişkilendirmişlerdir.

Kenbaev ve Sade (1998), Konya'da altı arpa çeşidi (Tokak 157/37, Erginel-90, Obruk-86, Bülbül-89, Cumhuriyet-80 ve BDMA-13) ve dört farklı çinko dozu (0, 0.9, 1.8 ve 2.7 kg da^{-1} Zn) ile yürüttükleri çalışmada, çinko dozlarının tane verimi üzerine etkisinin önemli bulunduğunu bildirmişlerdir. Çinko uygulamasıyla tane verimi artmakla beraber, kontrol dışındaki tüm Zn dozları aynı verim grubunda yer almıştır. Çeşitler arasında da tane verimi bakımından önemli farklılıklar bulunduğu bildirilmiştir. Ancak, çeşit ve Zn

dozu etkileşiminin önemli olmaması çeşitlerin çinkoya tepkilerinin aynı yönde olduğu şeklinde açıklanmıştır.

Khauru vd. (1998), Hindistan'da Zn eksikliği bulunan topraklarda yürüttükleri tarla denemelerinde mercimeğe 0, 2.8, 5.6, 11.2 kg ha⁻¹ seviyelerinde uyguladıkları çinko dozlarının tohum ve saman verimi ile çinko içeriğinin artan demir, mangan ve bakır içeriğinin ise azalan bir yönelim izlediğini bildirmişlerdir.

Sakal vd. (1998), nohutta yaptıkları çalışmada, çinkonun nohutta tane ve saman verimini artırdığını belirtmiştir.

Yılmaz vd. (1998a), 1994-1996 vejetasyon döneminde Konya koşullarında farklı konsantrasyonlardaki çinko sülfat formunun tohum uygulamasının buğdayda verime etkilerinin araştırıldığı çalışmalarında, tohumlara % 10-25 ve 40'lık ZnSO₄.7H₂O (% 23 Zn) çözeltileri uygulanmıştır. Çinko ile ilk yıl ortalama tane verimleri sırasıyla % 48, % 69 ve % 52, ikinci yıl ise % 7, % 17 ve % 21 artış göstermiştir. Çinko uygulamalarına karşı çeşitlerin tepkileri farklı olmuş, ilk yılda % 48-86-25 ve 93, ikinci yılda % 14-13-23 ve 9 oranlarda bir verim artışı gerçekleşmiştir. Yıllar arasında görülen bu farklılıkların yıllık toplam yağış miktarı, yağışın yıl içerisindeki dağılım durumu ve sıcaklık gibi çevre faktörlerinin yanı sıra, deneme alanının Zn eksiklik derecesinden kaynaklanmış olabileceğini belirtmişlerdir.

Güçdemir vd. (1999), Orta Anadolu Bölgesi toprak ve iklim şartlarında çinko noksanlığı gösteren alanlarda, yaygın olarak yetiştirilen makarnalık buğday (Kızıltan-91) çeşidine uygulanan çinkolu gübrelerin, bu bitkinin verimi üzerine etkisini ortaya koyabilmek amacı ile 3 yıl süreyle 18 adet deneme yürütmüşlerdir. Araştırmacılar çinko uygulamalarının verimi artırdığı denemenin topraktaki yarayırlı çinko değerinin 0.36 21 mg kg⁻¹ ve daha altında olduğunu, 0.38 mg kg⁻¹ ve üstünde yarayırlı çinko kapsamına sahip 6 adet denemede ise uygulanan çinko dozlarına cevap alınmadığını bildirmişlerdir. Çinko uygulamasına bağlı olarak verimde meydana gelen artışların ortalama % 28 civarında olduğu, maksimum buğday verimi için uygulanması gerekli gübre miktarının ise 2.07 kg da⁻¹ Zn olduğu ifade edilmiştir.

Kalaycı vd. (1999), Orta Anadolu Bölgesinde 37 ekmeklik ve 3 makarnalık buğday çeşidi ile sera ve tarla koşullarında yaptıkları çinko denemesinde, tarla ve sera sonuçlarının benzer olduğunu, her iki yılda da çinko uygulaması ile verimlerin % 30 arttığını ve çeşitler arasında çinko uygulaması ile % 8-78 arasında varyasyon gösteren tane verimi artışlarını belirlemişlerdir.

Karaman vd. (1999), Yalova Tarla Fasulyesi (*Phaseolus vulgaris* L.) çeşidi ile sera koşullarında, kireç kapsamı yüksek olan Niksar bölgesinde Kelkit çayından tarıma yeni kazandırılan alüviyal topraklar ve Tokat merkezden alınan kolüviyal toprakları kullanılarak yapmış oldukları çalışmalarında; toprağa demiri 0, 10, 20 mg kg⁻¹ Fe olacak şekilde Fe-EDDHA, FeSO₄.7H₂O ve Fe-EDDHA+FeSO₄.7H₂O (1:1) formlarında, çinkoyu ise 0, 10, 20 mg kg⁻¹ Zn dozlarında ZnCl₂ formunda uygulamışlardır. Araştırmacılar, artan dozlarda demir ve çinko uygulamasının kontrole göre tüm dozlarda fasulye bitkisinin kuru madde miktarını artırdığını, en yüksek kuru madde miktarının Fe-EDDHA formunda 20 mg kg⁻¹ Fe ve 20 mg kg⁻¹ Zn uygulamalarının birlikte yapılması durumunda elde edildiğini bildirmişlerdir.

Brohi vd. (2000), ise buğdayda çinko uygulamasının tane verimini azalttığını bildirmişlerdir. Çinko noksanlığında bitkilerde tane verimindeki azalmanın nedenleri olarak yaprak ve tomurcukların kaybına neden olan absisik asit konsantrasyonunun artması, tanelerdeki anter ve polenlerin gelişiminin engellenmesi gösterilmiştir (Sharma vd. 1979).

Kastyrikrishna ve Ahlawat (2000) tarafından yapılan bir başka çalışmada ise 40 kg kükürt ve 5 kg ha⁻¹ çinko uygulamasının bezelyede kontrole oranla tane verimini artırdığını bildirmişlerdir. Artışın nedeni olarak da kükürt ve çinkolu gübrelerin azot fiksasyonu üzerine olumlu etki yapmasını ve bu sayede yaprak alanı indeksinin artması sonucu daha çok fotosentezin olmasına neden olabileceğine bağlamışlardır.

Masood vd. (2000), 20-30 kg ha⁻¹ kükürt ve çinko uygulamasının baklagillerde verim artışı sağladığını bildirmektedir.

Shelge vd. (2000), soya fasulyesinde 0.5 kg ha^{-1} bor ve 5 kg/ha ZnSO_4 uygulamasının tane verimini arttırdığını bildirmektedirler.

Meena (2001), kumlu toprak koşullarında nohutta yürüttüğü çalışmasında, çinkonun tane verimi üzerinde istatistiksel olarak önemli etkisinin olduğunu ve tane verimini artırdığını bildirmiştir. $15 \text{ kg ha}^{-1} \text{ ZnSO}_4$ uygulamasının baklagillerde tane veriminde önemli artışlar sağlandığı tespit edilmiştir (Shrivastava vd. 2003).

Dudhade ve Patil (2003), Mahastra'da yürüttükleri çalışmalarında nohutta DAP+ 20 kg ha^{-1} çinkolu gübre uygulamasının nohutta tane verimini artırdığını tespit etmişlerdir.

Akay ve Önder (2004), farklı dozlarda ($0, 2, 4, 6 \text{ kg ZnSO}_4/\text{da}$) çinkolu gübre uygulamasının nohut çeşitlerine etkilerini araştırmak ve en uygun çinko dozunu belirlemek amacıyla yaptıkları çalışma sonucunda çinko gübrelemesinin bitkide tane verimini artırdığını bildirmişlerdir.

Salam vd. (2004), fasulyede artan çinko dozlarına bağlı tane veriminin de arttığını bildirmişlerdir.

Sangwan ve Raj (2004), kurak koşullarda nohutta yaptıkları çalışmalarında; $0, 5, 10$ ve 15 kg ha^{-1} çinko uygulamasının kontrole oranla tane verimini önemli ölçüde artırdığını, en yüksek tane veriminin $15 \text{ kg ha}^{-1} \text{ Zn}$ dozundan elde edildiği ve dozlar arasında istatistiki olarak farkın olmadığı ortaya konulmuştur. Çinkolu gübrelemeyle ortalama tane veriminde kontrole oranla % 35 oranında artış sağlandığı tespit edilmiştir.

Sharma ve Jain (2004), guar fasulyesinde 4 kg/ha olarak uygulanan çinko dozunun kontrol ve 2 kg/ha çinko dozuyla yapılan uygulamalarla karşılaştırıldığında daha yüksek tane veriminin elde edildiğini saptamışlardır. Verimde yaşanan bu varyasyonların çinkonun bitkide bakla sayısını, baklada tane sayısını ve toplam bitki ağırlığı üzerine olumlu katkılarından kaynaklanabileceği bildirilmektedir.

Singh ve Yadav (2004) maş fasulyesinde çinkonun üç dozuyla yaptıkları çalışmalarında dozun tane verimi üzerinde etkilerinin önemli olduğunu, 5 kg/ha çinko dozunun 10 kg/ha ve 15 kg/ha'lık çinko dozlarına oranla en yüksek tane verimini oluşturduğunu tespit etmişlerdir.

Kaya vd. (2005), ekmeklik buğday çeşitlerinde tohuma çinko ve yapraktan humik asit uygulamalarının verim ve diğer özelliklere etkilerini belirlemek için Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Araştırma Uygulama Çiftliğinde 1998-2000 yıllarında yürüttükleri araştırmada, çeşit ortalaması olarak birinci yıl en yüksek tane verimi 510.4 kg/da ile çinko ve humik asidin birlikte uygulamasından, ikinci yılda da benzer sonuçlarla kontrol uygulamasında 474.9 kg/da olan tane veriminin çinko uygulaması ile 501.7 kg/da'a yükseldiğini tespit etmişlerdir.

Mevada vd. (2005), fasulyede farklı dozlarda çinko uygulamalarının etkilerini belirlemek amacıyla yaptıkları çalışmalarında, hektara 15 kg ve 25 kg ZnSO₄ olmak üzere iki farklı dozdaki çinkolu gübre uygulamasından 25 kg/ha'lık dozun tane verimini artırdığını rapor etmişlerdir.

Bozoğlu vd. (2007), çinko uygulamasının verimde artış sağladığını, ancak bu etkinin istatistiki olarak önemli olmadığını rapor etmişlerdir.

Harris vd. (2007), uygulanan çinko sülfatın mısırdaki % 27 buğdayda ise % 16 tane verimini artırdığını bildirmektedirler. Araştırmacılar tane verimindeki bu artışın nedenini erken çiçeklenmeye bağlamaktadırlar.

Sharma ve Abrol (2007) yürüttükleri çalışmada, 40 kg ha⁻¹ P₂O₅ ile 5 kg ha⁻¹ Zn uygulamasının nohutta en yüksek tane verimi değerini verdiğini ve fosfor ile çinko arasında antagonistik etki oluştuğunu, 5 kg ha⁻¹ çinko uygulamasının en yüksek tane verimine ulaştığını ve istatistiksel olarak da etkisinin önemli olmadığını ortaya koymuşlardır.

Babu vd. (2008), Hindistan'ın güney bölgesine yer alan Andra Pradesh eyaletinde tuzlu topraklarda siyah nohutta yaptıkları çalışmada, bakla oluşum dönemi ve çiçeklenme dönemi olmak üzere uygulanan iki dönemde çinkonun tane verimi üzerine etkileri araştırılmış ve bakla oluşum döneminde yaprağa % 0.2'lik ZnSO₄ uygulamasıyla en yüksek tane veriminin alındığı rapor edilmiştir. Bu artışın nedeninin çinkonun klorofil içeriğine ve fotosentez üzerine olumlu etkilerinden kaynaklanmış olabileceği bildirilmektedir.

Maqsood vd. (2009), çinko noksan kalkerli topraklarda 12 farklı buğday genotipiyle yaptıkları çalışmalarında, 6 mg kg⁻¹ topraktan çinkolu gübre uygulamasının buğdayda tane veriminin artırılabilceğini bildirmiştir.

Barut (2010) yılındaki sera denemesinde, genel olarak topraktan çinko ve azot ile yapraktan çinko uygulamalarının buğdayda tane veriminde önemli oranda artışa yol açtığı bulunmuştur. Toprakdan yapılan Zn uygulamasının 0.1 mg kg⁻¹'den 1.0 mg kg⁻¹'e yükseltilmesi ile tane verimini 2.13 gr/başak'tan 2.63 gr/başak'a yükselttiğini bildirmiştir.

Akay (2011), üç nohut çeşidinde üç farklı dozda çinko uygulamasının nohutta verim ve bazı özelliklerini belirlemek amacıyla yaptığı çalışmada, çinkolu gübre uygulamasının çeşitlerin tane verimi üzerinde istatistiki olarak önemli bir etkisinin olmadığını ve önemli bir artış sağlamadığını bildirmiştir.

Sharma ve Kushwaha (2011) ile Tripathi vd. (2011) nohutta yürütülen tarla denemesinde 5 kg ha⁻¹ çinko uygulamasıyla tane veriminin arttığını saptamışlardır.

Valenciano vd. (2011), nohutta çinkolu ve molibdenli gübreleme ile toplam kuru madde miktarının ve tane veriminin arttığını rapor etmişlerdir.

Singh ve Singh (2012), nohutta çinkonun verim ve kaliteye etkilerini araştırdıkları çalışmalarında, 5 kg ha⁻¹ Zn inko uygulamasının tane ve saman verimini artırdığı, 10 kg çinko dozunun da tanede protein içeriğini artırdığını rapor etmişlerdir.

Hadi vd. (2013), nohutta çinkonun bitki boyu üzerine olumlu etkilerinin olduğunu ve tane verimini de artırdığını bildirmişlerdir.

Kharol vd. (2014) nohutta 5 kg ha⁻¹ çinko uygulamasının tane verimini artırdığını saptamışlardır.

2.3.9 Çinkonun yüz tane ağırlığına etkisi

Baklagillerde yüz tane ağırlığı en önemli verim ölçütlerinden birisi olarak nitelendirilmektedir. Gübrelemeyle inko eksikliğinin giderilmesi yoluyla tane dolum evresinde fotosentez ve kuru madde birikimi artmaktadır (Yılmaz vd. 1997, Calhor 2006). Bu bağlamda yapılan çalışmalardan;

Sayed vd. (1988), farklı ekolojilerde ve buğday çeşitleriyle yaptıkları çalışmalarda çinko uygulamalarının bin tane ağırlığını etkilenmediğini rapor etmişlerdir.

Mandal ve Singharoy (1989), bin tane ağırlığının çinko uygulamalarına göre azaldığını bildirmişlerdir.

Bayraklı vd. (1995) ve Taban vd. (1997), çinko uygulamalarına bağlı olarak buğdayda bin tane ağırlığının arttığını belirtmektedirler.

Gezgin (1995), buğdayda bin tane ağırlığının çinko dozlarına göre değişkenlik gösterdiği, aynı zamanda bin tane ağırlığının ZnEDTA formunda daha yüksek olduğunu bildirmektedirler.

Ekiz vd. (1997), Konya koşullarında toprağa uygulanan 2.3 kg/ZnSO₄.7H₂O formunda çinkonun buğdayda bin tane ağırlığını % 39 oranında artırdığını saptamışlardır.

Akay ve Önder (2004), 2003 yılında Konya'da 4 farklı çinko uygulama dozunun (0, 2, 4 ve 6 kg/da), 17 nohut hat ve çeşidine etkileri ve en uygun çinko dozunu tespit etmek amacıyla yürüttükleri çalışmada, 17 nohut hat çeşidinde (Aydın-92, Akçin-91, Akçin-381, Er-99, Er-451, ILC-195, Menemen, İzmir, Uzunlu-99, Uzunlu-448, Çiftçi 477 (populasyon), Canitez-441, ILC-482, Gökçe-448, Canitez-87 ve Küsmen-99) 0, 2, 4, 6 kg/da ZnSO₄ uygulamasıyla çeşitler arasında bitki boyunda önemli farklılıklar tespit etmelerine karşılık, çinko dozları bakımından farklılık gözlemlenmemişlerdir. En yüksek bitki boyu değerini Uzunlu-99 ve Uzunlu-448 (43.21 cm ve 44.48 cm) çeşitlerinde saptarken, en düşük değeri ILC-482 çeşidinden (27.8 cm) ile elde etmişlerdir. Bitki başına bakla sayısının 17.66 ile 32.63 adet/bitki arasında değiştiğini, çeşitler arasında istatistiki yönden farklılıklar olduğunu, çinkonun artan dozlarda uygulanmasıyla, bitki başına düşen bakla sayısının Er-99, İzmir, Gökçe-448 ve ILC-482 azaldığını buna karşılık Er-451 ve Küsmen-99 çeşidinde arttığını bildirmişlerdir. Menemen, Er-99, Akçin, İzmir, ILC-195, Canitez-441, Akçin-381 ve Küsmen çeşitlerinde artan dozla birlikte yüz tane ağırlığının azaldığını, Canitez-87 ve Uzunlu-448 çeşitlerinde arttığını ve çinko dozları ile çeşit interaksyonu bulunduğunu tespit etmişlerdir. Biyolojik verimin 388.33 ile 629.17 kg/da arasında değiştiğini, artan dozların Er-99, Akçin-91, İzmir-92, Aydın-92, Gökçe-448, Canitez-441, Akçin-381 ve ILC-182 çeşitlerinde biyolojik verimi düşürdüğünü, ILC-195, İzmir-92, Er-451, Uzunlu-448 ve Küsmen çeşitlerinde artış sağladığını belirtmişlerdir. Tane verimi değerlerinin ise 142.36 ile 281.61 kg/da arasında değiştiğini, çinko uygulama dozları arasında farklılık görülmezken, çeşitler arasında farklılık olduğunu, Uzunlu-99, İzmir-92 ve Er-541 çeşitlerinde çinko uygulamasının tane verimini artırdığını tespit etmişlerdir.

Khorgamy ve Farnia (2009), nohutta çinkonun bin tane üzerine etkisinin önemli olduğu ve 20 kg ha⁻¹ olarak uygulanan çinko sülfatın bitki boyu, yüz tane ağırlığı, tane verimi, biyolojik verim ve protein içeriği üzerine önemli etkilerinin olduğu ve ilgili parametreleri artırdığını rapor etmişlerdir. Aynı zamanda çinkonun optimum dozda

uygulanmasıyla börölce (*Vigna mungo*)’de yüz tane ağırlığının arttığı da bildirmektedir (Rathi vd. 2009).

Shrikanthbabu vd. (2012), hint fasulyesi (*Cajanus cajan*) bitkisinde çinko sülfatın önemli şekilde bitkide bakla sayısı, yüz tane ağırlığı ve tane verimini artırdığını bildirmektedirler.

Dashadi vd. (2013), 2011-2012 üretim sezonunda İran’da mercimekte üç fosfor ve üç çinko dozunun (0, 10, 20 kg ha⁻¹) etkilerinin araştırıldığı çalışmalarında; çinkolu gübrenin bitki boyu, bitkide bakla sayısı, yüz tane ağırlığı ve tane verimi üzerinde önemli etkilerinin olduğu, 20 kg ha⁻¹ ZnSO₄ uygulamasıyla diğer dozlara oranla en yüksek değerlere ulaştığı ortaya konulmuştur.

Mohammadi vd. (2013), buğdayda çinko ve potasyumun etkilerini belirlemek amacıyla yapmış oldukları çalışmalarında 120 kg/ha potasyum sülfat ve 25 kg/ha çinko sülfatın tane verimi, yüz tane ağırlığı ve protein içeriğini yükselttiğini bildirmişlerdir.

2.3.10 Çinkonun biyolojik verime etkisi

Aydeniz vd. (1978), Saidhar vd. (1983), Gurmani vd. (1984) ve Taban ve Kacar (1991) yaptıkları çalışmalar sonucunda çinko uygulamasının çeltik bitkisinde biyolojik verim üzerine etkili olmadığını saptamışlardır. Buna karşın Katyal ve Ponnampereuma (1974), Subrahmanyam ve Mehra (1974), Choudhary vd. (1977), Bhuiya vd. (1981), Karaçal ve Teceren (1983), Verma ve Tripathi (1983), Das (1986), Qi (1987), Sahay vd. (1992), Nand ve Ram (1996), Savaşlı vd. (1998), Panda vd. (1999) ise yaptıkları çalışmalarda çinko uygulamaları ile çeltikte biyolojik verimin arttığını saptamışlardır.

Thomson ve Weiwer (1962) daha evvel yapılan çalışmalarda, çinkonun yaprak ayası alanı ve yaprak sayısı üzerindeki olumlu etkisinin RNA sentezini arttırmasındaki rolü ile ilişkili olabileceğini göstermiştir. Ayrıca çinko uygulanmayan kontrol parsellerinde yetişen bitkilerin çinko uygulanan bitkilerin yapraklarına oranla daha küçük ve nekrotik

lekeli oluşları sağlıklı yapraklara kıyasla fotosentez hızını düşürmesi yanında, fotosentez süresini de kısaltarak bitkilerin verim kapasitesi ile biyolojik verim değerlerinin azalmasına sebep olduğu bildirilmektedir (Brennan 1992, Çakmak vd. 1996).

Wankhade vd. (1995), mikroelement alımı bakımından en çok genotipik farklılığın baklagillerde olduğunu ortaya koymuşlardır.

Karaman vd. (1998), fasulyede yaptıkları çalışma yeterli seviyede çinko uygulamasının bitkilerin biyolojik verim değerlerini artırdığı, yeterli seviyenin üzerinde ise biyolojik verim değerlerinde bir artış olmadığını belirlemiştir.

Öncan (2000), Bornova'da 10 ve 15 nohut genotipi içeren 2 farklı popülasyonda bitki boy, yan dal sayısı ve biyolojik verimleri saptanmış, biyolojik verim değerleri 16.1-21.0 adet/bitki (ort.18.2) ve 12.1-17.7 adet/bitki (ort.15.2) olarak bildirilmiştir.

Sunder (2001), Bikaner şartlarında kumlu topraklarda yürüttüğü çalışmasında 5 kg Zn ha⁻¹ uygulamasının bitkide bakla sayısı, tane sayısı, tane verimi ve biyolojik verimi artırdığını bildirmektedir.

Toğay vd. (2004) yaptıkları tarla denemesinde, kuru fasulye bitkisine altı çinko dozu uygulamışlar (0, 15, 20, 25, 30 ve 35 kg ha⁻¹), çinko uygulamasının kontrole oranla biyolojik verim değerinde % 30 oranında artış sağladığı ve en yüksek biyolojik verim değerinin 25 kg ha⁻¹ çinko uygulamasıyla ulaşıldığı, bu dozun üzerindeki çinko uygulamalarında ise biyolojik verim değerlerinin azaldığını belirlemiştir.

Hamurcu ve Gezgin (2007), bazı bodur fasulye genotiplerinde bor ve çinkonun biyolojik verim üzerine etkilerini araştırdıkları çalışmada, üç farklı çinko dozu (0, 5, 10 mg kg⁻¹) dozu kullanılmıştır. Fasulye genotiplerinde Zn₁ (5 mg kg⁻¹) dozu uygulaması ile biyolojik verim değerinde % 12.3 oranında bir artış elde edilirken, Zn₂ (10 mg kg⁻¹) uygulaması ile bu artış % 7.5 oranında kalmıştır. Bu değerler göz önünde

bulundurulduğunda, çinkonun yeterli düzeyde uygulanmasıyla biyolojik verim değerlerinde artış elde edilebileceği, yeterli seviyenin üzerine çıkılması durumunda ise biyolojik verim değerlerindeki artış oranlarının azalmaya meyilli olduğu tespit edilmiştir. Biyolojik verim bitkinin gelişmesinde önemli bir göstergeç olmakla birlikte nohutta çinko uygulamalarının verim karakterlerini artırdığı bildirilmektedir. Biyolojik verim ise tane ve saman veriminin tamamından oluşmakta ve çinko doğrudan tane ile saman verimini artırmaktadır (Singh ve Mann 2007, Khorgamy ve Farnia 2009, Akay 2011, Siddiqui vd. 2015).

Valenciano vd. (2010), tarafından çinkonun optimum düzeyde kullanılmasıyla nohutta vejetatif ve generatif gelişmeyi etkilediği tüm bunların sonucu olarak da biyolojik verimin arttığı ifade edilmiştir. Nohutta biyolojik verimde çinko sülfatın 20 kg ha⁻¹ olarak kullanıldığında saman ve tane veriminin arttığı ve bunun neticesinde de biyolojik verimin arttığı bildirilmiştir.

Dashadi vd. (2013), çinkolu gübre uygulamasının mercimekte biyolojik verim üzerinde etkisinin önemli olmadığı, ancak 20 kg ha⁻¹ çinkolu gübre uygulamasıyla hiç çinko uygulanmayan ve 10 kg ha⁻¹ ZnSO₄ uygulamalarına nazaran daha yüksek miktarda biyolojik verim alındığına dair çalışmalar mevcuttur.

2.4 İnsanlarda Çinko Eksikliği

Mikro besin elementi eksiklikleri, Dünya genelinde 3 milyondan fazla insanı etkileyen bir sağlık problemidir (Hotz ve Brown 2004, Welch ve Graham 2004, Çakmak vd. 2010a). En yaygın görülen eksiklikler çinko ve demirdir. Zn ve Fe eksiklikleri mikro besin elementleri yönünden fakir gıdalarla beslenme sonucu oluşan yetersiz beslenme, dünya çapında artan bir sağlık problemidir (Bouis 2003, Pfeiffer ve Mc Clafferty 2007). Mikro besin minerallerinden demir ve çinkoya günlük yüksek miktarlarda ihtiyaç duyulur (sırasıyla 18 mg ve 1 mg). Kanın en büyük yapıtaşı olan demir, hemoglobinin bir bileşenidir ve vücudun her yerine oksijen dağılımında önemli bir rol oynamaktadır.

Çinko ise çok sayıda katalitik, yapısal veya düzenleyici süreçleri de içeren enerji metabolizmasında hayati rol oynayan bir diğer elementtir.

Özellikle gelişen dünya ülkelerinde insanlarda hem demir hem de çinko eksiklikleri ne yazık ki yaygın durumdadır. Dünya Sağlık Örgütü'nün 2002'de yayınlanan raporunda, çinko ve demir eksikliğinin gelişmekte olan ülkelerde 50 ila 60 kadar hastalığa neden olarak gösterilmiştir. Hafif ve orta düzeyde Zn eksikliği yaygın bir beslenme problemi olarak karşımıza çıkmaktadır (Sandstead 1991, Welch ve Graham 2004). Akut çinko eksikliğiyle ishal, zatürre, sıtma gibi hastalıklar sonucunda ekseriyetle Güney Asya ve Afrika ülkelerinde her yıl yaklaşık 800 000 çocuk hayatını kaybetmektedir (Anonymous 2006). Ciddi bir besin eksikliği olan çinko noksanlığı 6 yaş altı çocuk ölümlerinin en önemli nedeni olarak gösterilmektedir (Black vd. 2008). Buna göre 5 yaş altında ölen 450 000 çocuğun ölüm nedeninin çinko eksikliği ile ilişkilendirildiği ve bu sayının dünya genelinde oluşan ölümlerin % 4.4'üne karşılık geldiği bildirilmiştir. Hambidge (2000) çinkonun birçok fizyolojik olayda tüm yaşam formları için gerekli bir besin elementi olduğunu bildirmektedir. Aynı zamanda Dünya nüfusunun % 13'ünün, farklı ülkelerde yaşayan insanların ise % 4 ile % 73 arasında değişen oranlarda Zn noksanlığından etkilendikleri belirtilmiştir. Ülkemizde de çinko eksikliğinin özellikle çocuklarda yaygın olduğu yapılan araştırmalarda ortaya konulmuştur (Çavdar vd. 1983). Türkiye, ülke bazında yapılan araştırmalarda orta düzeyde Zn eksikliği riski olan ülkeler arasında yer almaktadır (Brown 2001). Yine ülkeler bazında yapılan araştırmada, ülkemizde yetersiz çinko ile beslenme riski % 22 olarak bildirilmiştir (Hotz ve Brown 2004). Zn eksikliği düzeyi ile insanların ekonomik ve kültürel farklılıkları arasında önemli ilişkiler bulunmaktadır (Çavdar 2000, Brown vd. 2001).

Mikro element eksikliklerinin insan sağlığı açısından önemi giderek artmış, söz konusu eksiklikler araştırma ve tartışma konularına dönüşmüştür. Dünyaca ünlü 8 ekonomist insan sağlığı ve refahını en kısa zaman ile katkıyı verecek şekilde dünya problemlerini tartışarak, sonuçlarını 2008 Mayıs kamuoyuyla paylaşmışlardır. Hazırlanan raporda, temel problemin vitamin A ve çinkonun olduğu, günümüzde yaygın olarak tüketilen gıdaların çinko ve demir bakımından zenginleştirilmesi gerekliliğini bildirmişlerdir (Çakmak 2008). Tanedeki çinko konsantrasyonunun düşük olması, insan sağlığı ve bitki

büyümesi ile verim ve kalitede ciddi sorunlara yol açmaktadır (Hotz ve Brown 2004). Çinko eksikliği, bilhassa gebelik döneminde, bebeklerde ve çocuklarda pekçok sağlık sorununa yol açmaktadır. Çinko eksikliği nedeniyle; boy kısalığı, saç dökülmesi, deri hastalıkları, bağışıklık sisteminin zayıflaması, yetersiz zeka gelişimi, enfeksiyon riski, DNA zararlanması, kanserli dokuların oluşmasıyla birlikte fiziksel gelişimde yavaşlama gibi bir takım ciddi sağlık problemleri meydana gelmektedir (Çavdar vd. 1983, Prasad 1984, Shrimpton 1993, Hotz ve Brown 2004, Gibson 2006, Prasad 2007). Yine insanlarda eksikliğinde büyüme ve zeka geriliği, deri lezyonları ve yaraların geç iyileşmesi, tat-koku duyusunda azalma, iştah bozukluğu, gece körlüğü, bağışıklık sisteminde zayıflama, hipogonadizm, hormon düzeylerinde değişimler, ergenlikte gecikme, orak hücreli anemi, kemik gelişiminde gerileme, saç dökülmesi ve kepeklenme, karaciğer hastalıkları, kısa boy, davranış farklılıkları v.s. hastalıklar meydana geldiği bildirilmektedir (Arcasoy 1998, Açıktur ve Löker 1998).

Hem Dünya'da hem de ülkemizde mikro element eksikliklerinin yaygın olmasının temel nedeni olarak, tahıl kökenli beslenme tarzının benimsenmesi gösterilmiştir (Welch ve Graham 2004, Çakmak 2008, Gibson vd. 2008). Tahıl kökenli gıdalar, Zn bakımından fakir olmasının yanı sıra, çinkonun biyolojik yararlanılabilirliğini sınırlandıran maddeler açısından da oldukça zengindir. Bu maddelerin en önemlileri fitin asidi, selüloz, hemiselüloz ve lignindir (Çakmak vd. 1999). Ayrıca tahıl kökenli gıdalar insan veya hayvan hücresinde çinkonun biyolojik yararlanılabilirliğini arttıran bazı organik asit (elma asidi, sitrik asit) ve aminoasitlerce (methionin, sistein, histidin) fakirdir. Bu nedenle de, tahıl kökenli gıda tüketiminin yaygın olduğu toplumlarda Zn eksikliği son derece yaygındır.

Mikro besin elementi noksanlıklarının çözümünde, ıslah ve gübreleme, genel manada kabul edilen önemli yaklaşımlar olup, bu iki konunun kombinasyonu problemin giderilmesinde maliyeti uygun ve sürdürülebilir bir yaklaşım olarak kabul görmektedir (Çakmak 2008). Sağlıklı bir bitkinin kuru maddesinde en az 20 miligram Zn/kg olmalıdır. Yetişkin bir insanda ise Zn miktarı yaklaşık 2 gram olup, günlük Zn gereksinimi ortalama 15-20 miligramdır (Shrimpton 1993). Normal idrarla (0.5 mg/gün) ve terle (0.5 mg/gün), bağırsak yoluyla (2-3 mg/gün) olan rutin kayıpları karşılamak

için günlük gıdalar ile 10-12 mg çinko alınması gereklidir (Agget 1994, Taneli 1996). Nohut, günlük alınması gereken demir ve çinko miktarına katkıda bulunma ve yetersiz beslenme problemlerini azaltmaya yardımcı bir potansiyele sahiptir (Wood ve Grusak 2007). Nohudun enerji değeri desi tipler için 14-18 Mj/kg (334-437 Kcal/100 g) ve kabulü tipler için ise 15-19 Mj/kg (357-446 Kcal/100 g) olarak rapor edilmiştir.

İnsanlarda çinko eksikliğinin giderilebilmesi için, çinkonun kişilere tablet veya şurup şeklinde ya da dışarıdan tüketilen gıdaların çinkoca zenginleştirilmesine çalışılmaktadır. Dünyada ve Türkiye’de yapılan çalışmalarda, diyete katılan çinkonun yetersiz beslenen bireylerin sağlıklı gelişimine olumlu yönde katkı yaptığı belirtilmiştir (Brown vd. 1998, Anonymous 1999, Anonymous 2000, Çavdar 2000). Ancak sorunun bu yöntemle çözülmeye çalışılması, uygulanması ve kontrolü güç olan, kalıcı olmayan ve aynı zamanda da pahalı bir stratejidir (Bouis vd. 2003, Stein vd. 2007). Bunun yerine son yıllarda yürütülen çalışmalarda, agronomik biyofortifikasyon olarak adlandırılan yeni bir strateji dikkati çekmektedir. Bu stratejide, seleksiyon, ıslah ve moleküler yöntemler kullanılarak, tahılların tanesinde mikro besin maddelerinin miktarı ve biyoyararlılığının artırılması hedeflenmektedir. Adı geçen strateji, sürdürülebilirliği nedeniyle son yıllarda önemli destekler görmüştür (Ortiz-Monasterio vd. 2007, Çakmak 2008). Bu hususta en yaygın araştırmalar, CGIAR (Consultative Group on International Agricultural Research <http://www.cgiar.org>) araştırma merkezleri tarafından yürütülmektedir.

Toprakta, bitkide ve insanda ciddi oranda görülen çinko noksanlığının giderilmesi veya hafifletilmesi için akla gelecek çözüme dair ilk yaklaşım toprakların çinko besin elementi ile gübrenmesidir. Martens ve Westerman (1991) topraklarda bitkiye yararlı çinko konsantrasyonu (DTPA ile ekstrakte olabilir Zn) 0.5 ppm’in altında ise optimum bitkisel üretim için toprakların 50 ile 90 kg ZnSO₄/da arasında serpmeye yolu ile Zn ile gübrenmesinin gerektiğini bildirmişlerdir. Yapılan araştırmalarda, mineral besin elementlerinin, özellikle mikro besin elementlerinin alınabilirliğinin düşük olduğu topraklarda, bitki türleri ve aynı türün çeşitleri arasında ilgili elementin eksikliğine karşı farklı dayanım adaptasyonlarının olduğu görülmüştür (Çakmak vd. 1997a, 1998, Torun 1997, Graham vd. 1992).

2.5 Hayvanlarda Çinko

Yaşamın devamı ve hayati fonksiyonların yerine getirilmesi için vitamin ve minerallere ihtiyaç duyulmaktadır. Hayvanların sağlığının korunması ve istenilen verim artışının sağlanabilmesi için de vitamin ile mineral maddelerin hayvanlara verilmesi gerekmektedir.

Yaşayan organizmalar organik ve inorganik maddelerden oluşmaktadır. İz elementler inorganik maddeler içerisinde yer alır ve hayvan vücudunda % 0.55 gibi çok düşük miktarda bulunur. Düşük miktarlarda bulunmalarına rağmen iz elementler protein sentezi, hücre solunumu ve hormon üretimi gibi birçok fonksiyonda doğrudan veya dolaylı olarak görev alırlar. Çinko hayvansal dokularda dengeli dağılmıştır. En çok deri, tüy, kıl ve yapağı gibi epidermal dokularda bulunmaktadır. Bir hayvanın çinko ihtiyacı yaşı, sağlığı, fizyolojik durumu ve çevresel faktörlere göre değişmektedir. Çinko 200'ün üzerinde enzimin yapısına girmektedir. Nükleik asit, protein ve karbonhidrat metabolizmasını etkilemektedir (Akın 2004). Bağışıklık sisteminde önemli rol oynar. Büyümeyi, derinin sağlıklı olmasını ve yaraların çabuk iyileşmesini, su ve katyon dengesini sağlar. Çinko, deride nükleik asit ve kallojen sentezinde rol almaktadır. Vitamin A ve çinko yetersizliğinde, karaciğerde vitamin A nakli gerilediği için, kanda vitamin A'nın taşıyıcısı olan protein sentezi de beraberinde azalır (McDowell 1992, Alkan 1998, Artington 2002). Çinko deride, tırnakta ve üreme sisteminde aktif rol alır. Çinko epitel dokunun güçlenmesi ve keratinizasyonu için gereklidir. Yanlış keratinizasyonun olduğu tırnakta çatlaklar oluşur. Kuru dönem boyunca çinko proteinatla beslemek, tırnak dayanıklılığını artırır (Reilling vd. 1992).

Ayak-tırnak problemleri ve buna bağlı olarak topallık görülmesinin en önemli sebepleri çinko eksikliği ve asidozdur. Ayak tabanı keratinize dokudan oluşur ve keratinin sentezinde çinko alımı önemlidir. Çinko eksikliğinde dokularda dejenerasyon, yeni gelişen boğalarda reproduktif başarısızlık, buzağılarda kilo kaybı gelişir. Çinko eksikliğinde bacak ve kemik hastalıkları, parakeratozis, kaba ve incelmış deri ile görüş bozukluğu yaşanır. Davranış ve öğrenme yeteneği geriler. Hızlı büyüyen dokularda Zn eksikliği DNA, RNA ve protein sentezini geriletir (Alkan 1998, Artington 2002). Çinko

ve bakır benzer yolla emilirler ve birbirleri için yarışır. Rasyonda bakır:çinko oranı 1:2 veya 1:3 gibi formüle edilmelidir. Tırnak yapısının gelişiminde ve bütünlüğündeki ekişinden dolayı çinko ilavesi süt sığırlarında panarisyumun ve tırnak problemlerinin iyileştirilmesinde kullanılır (Harris vd. 1994, Artington 2002).



3. MATERYAL ve YÖNTEM

3.1 Materyal

3.1.1 Tarla denemelerinin yürütüldüğü yer

Bu doktora tez çalışması kapsamında kurulan tarla denemeleri, Kayseri İli Tomarza İlçesi Kapukaya Köyü arazilerinde yürütülmüştür. Coğrafi konum olarak 38.525394 enlem ve 35.837543 boylamda yer almakta olup, rakımı 1500 m'dir. Denemenin birinci yılı 2012'de Kapukaya Köyünde belirlenen bir çiftçi tarlasında, ikinci yıl denemeleri de yine aynı yerleşim yerinde farklı bir tarlada kurulmuştur.



Şekil 3.1 Deneme alanı yer bulduru harita

3.1.2 İklim özellikleri

Tarla denemelerinin yürütüldüğü Kayseri İli Tomarza İlçesi 2012 ve 2013 yıllarına ait iklim verileri çizelge 3.1’de verilmiştir.

Kayseri İli, iklim olarak genellikle sert ve karasal iklim özelliklerine sahiptir. Deneme alanı yazları sıcak ve kurak, kışları ise soğuk ve yağışlı geçmektedir. İlk yıl yıllık toplam yağış 349.5 mm olup, en yüksek yağış Mayıs ayında en az yağış ise Temmuz ve Ağustos aylarında, ikinci yıl ise toplam yıllık yağış 328.7 mm en yüksek yağış Nisan ayında en düşük yağışlar ise Temmuz ve Ağustos aylarında gerçekleşmiştir. Uzun yıllara oranla her iki yılda da yıllık yağış daha düşük bir seyir izlemiş, denemenin ilk yılı ikinci yıla oranla daha yağışlı geçmiştir. Ortalama sıcaklık değerlerine bakıldığında 2012 yılı ortalama değerleri 9.07 °C, ikinci yıl değeri ise 8.95 °C olarak ölçülmüş olup, uzun yıllara oranla her iki yıl da daha serin geçmiştir. 2012 yılında ortalama oransal nem % 62.0, 2013 yılında ise % 57.8 olarak gerçekleşmiştir. Nisbi nem değerlerinin uzun yıllar ortalamasına (% 65) nazaran daha düşük olduğu görülmüştür. Uzun yıllar nem ortalaması % 57.8, 2013 yılı nem ortalaması ise % 47.5 olmuştur. Vejetasyon süresinde % 49.1 olan ortalama nispi nem, uzun yıllar dönem ortalamasından (% 65.0) daha düşük olmuştur.

Çizelge 3.1 Kayseri İli Tomarza İlçesi 2012-2013 vejetasyon dönemine ait aylık meteorolojik verileri (Anonim 2013)

İklim Özellikleri	Yıllar	Aylar						
		Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Dönem Ort.	Yıl. Ort.
Ortalama Sıcaklık (°C)	2012	10.7	13.4	18.6	22.0	20.7	17.08	9.07
	2013	9.4	14.7	18.2	20.1	20.3	16.54	8.95
	1960-2014	8.1	12.6	16.7	20.3	20.1	15.56	15.7
Toplam Yağış (mm)	2012	4.90	50.6	31.9	0.2	0.0	17.52	349.5
	2013	43.6	31.3	12.6	3.4	0.8	18.34	328.7
	1960-2014	50.8	50.6	33.1	8.1	6.2	29.76	370.6
Nisbi Nem (%)	2012	51.2	63.7	49.6	39.2	41.8	49.10	62.0
	2013	62.5	53.7	45.2	39.2	36.8	47.48	57.8
	1960-2014	65.6	63.9	58.1	51.1	50.2	57.78	65.0



Şekil 3.2 Ekim öncesi deneme alanında alt ve ana parsellerin oluşturulması ve deneme alanından genel bir görünüm



Şekil 3.3a Çinko uygulanmayan parsel

3.3b Çinko uygulanan parsel

3.1.3 Tarla denemelerinde kullanılan tohum materyali

Denemede kullanılan tohum materyali Orta Anadolu Bölgesi'nde en çok ekimi yapılan nohut çeşitlerinden seçilmiştir. Bu amaçla, Geçit Kuşağı Tarımsal

Araştırma Enstitüsü (Eskişehir Orta Anadolu Tarımsal Araştırma) ve Ankara Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitülerinden temin edilen on adet tescilli nohut çeşidi kullanılmıştır. Bu çeşitlerin isimleri ve bazı özellikleri çizelge 3.2’de sunulmuştur.

Çizelge 3.2 Denemede kullanılan nohut çeşitlerinin bazı özellikleri

Çeşit	Özellikler
Akçin-91	Kısa dayanıksız, kurağa ve yatmaya dayanıklı, 110-115 günde olgunlaşan, antraknoza toleranslı, yaprak bitlerine dayanıklı ve dik olarak gelişen bir çeşittir. Sap uzunluğu 40 cm, çiçek rengi beyaz ve yüz tane ağırlığı 40-43 g ve koçbaşı bir çeşittir.
Aydın-92	Koçbaşı tane tipine sahip olup, yüz tane ağırlığı 34-39 g ve koçbaşı bir çeşittir.
Camtez-87	Kısa, kurağa ve yatmaya dayanıklılığı iyi, erkenci (105-110 gün), solgunluk hastalığına, pasa ve yaprak bitlerine dayanıklılığı çok iyi, dik olarak gelişen bir çeşittir. Sap uzunluğu 30-40 cm, çiçek rengi beyaz ve yüz tane ağırlığı 50-55 g’dır. 1987 yılında tescil edilmiştir.
Damla-89	Kısa, kurağa ve yatmaya toleranslı, antraknoza dayanıklılığı toleranslı, olum müddeti 113 gün olan, dik olarak gelişen bir çeşittir. Bitki boyu; 33.30-50.00 cm, yüz tane ağırlığı 45.5-47.5 g ve koçbaşı bir çeşittir. 1994 yılında tescil edilmiştir.
Er-99	Ortalama verimi 160-200 kg/da arasında değişen, 100-110 gün arasında olgunlaşabilen, antraknoz hastalığına karşı dayanıklı ve yarı dik gelişme gösteren bir çeşittir. Bitki boyu; 40-45 cm, yüz tane ağırlığı; 38-45 g ve koçbaşı bir çeşittir. 1999 yılında tescil edilmiştir.
Gökçe-97	Kurağa, yatmaya ve antraknoz hastalığına dayanıklı, erkenci, yarı dik olarak gelişen bir çeşittir. Orta Anadolu ve geçit bölgelerine önerilmektedir. Sap uzunluğu 31-33 cm, çiçek rengi beyaz ve yüz tane ağırlığı 44-46 g ve koçbaşı bir çeşittir. 1997 yılında tescil edilmiştir.
ILC-195	Bitki boyu ve ilk bakla bağlama yüksekliği fazla, yatmayan ve makineli hasada uygun, taneleri küçük bir çeşittir.
Küsmen-99	Dik olarak gelişebilen, 90-100 gün arasında olgunlaşan, antraknoz hastalığına orta derecede dayanıklı bir çeşittir. Bitki boyu 30-35 cm, yüz tane ağırlığı 50-51 g arasında ve koçbaşı bir çeşittir.
Sarı-98	Ortalama verimi; 155 kg/da bitki boyu 30-55 cm, bitki tipi yarı dik, tane tipi koçbaşı ve tohum rengi sarımsı bejdir. Yüz tane ağırlığı; 46-54 g ve koçbaşı bir çeşittir. Antraknoza orta derecede toleranslıdır. 1998 yılında tescil edilmiştir.
Uzunlu-99	Verimi; 140-195 kg/da arasında değişen, 100-110 gün arasında olgunlaşan, antraknoz hastalığına karşı toleranslı ve dik olarak gelişen bir çeşittir. Geçit bölgelerine önerilmektedir. Bitki boyu 50-55 cm, yüz tane ağırlığı 50-51 g ve koçbaşı bir çeşittir.

3.1.4 Toprak analizleri

Denemede 2012 ve 2013 yıllarına ait nohut yetiştirilen alanlarda Jackson (1962) tarafından bildirildiği şekilde; 0-20 cm derinlikten yeterli miktarda toprak alınmış ve bez torbalara konarak laboratuvara getirilmiştir. Getirilen toprak içerisinde bulunan yabancı maddeler ayıklanmış olup, toprak analizleri gerçekleştirilmiştir.

3.1.4.1 Tekstür

Toprak örneklerinin kum, silt ve kil fraksiyonları Bouyocous (1951)'un hidrometre yöntemine göre belirlenmiştir.

3.1.4.2 Toprak reaksiyonu (pH)

Havada kurutulmuş ve 2 mm'lik elekten geçirilmiş 10 g toprak 1:2.5 oranında sulandırılarak bagetle karıştırılıp yarım saat bekletildikten sonra cam elektrotlu pH metrede ölçüm yapılmıştır (Jackson 1958).

3.1.4.3 Elektriksel iletkenlik (E. C.)

Toprak örneği 1:2.5 oranında sulandırılarak pH'nın yapıldığı şekilde Wheatstone köprüsü ile ölçülmüştür (Richards 1954).

3.1.4.4 Organik madde

Değiştirilmiş Warkley-Black yöntemine göre belirlenmiştir (Jackson 1962).

3.1.4.5 Kalsiyum karbonat (CaCO₃)

Hızalan ve Ünal (1966) tarafından açıklandığı şekilde, Scheibler kalsimetresiyle belirlenmiştir.

3.1.4.6 Ekstrakte edilebilir potasyum

Toprakta K analizi amonyum asetat (pH; 7, 1N) yöntemine göre AAS'de belirlenmiştir (Carson 1980).

3.1.4.7 Bitkiye yarayırlı fosfor

Sodyum bikarbonat yöntemi ile yapılmıştır (Olsen vd. 1954).

3.1.4.8 Bitkiye yarayırlı çinko

Bitkiye yarayırlı çinko; Lindsay ve Norvell (1978) tarafından bildirildiği gibi, toprak ekstrakt oranı 1:2 olacak şekilde 0.005 M DTPA (Dietilen triamin penta asetik asit) + 0.01 M CaCl₂ + 0.1 M TEA (Trietanolamin) çözeltisi (pH 7.3) ile 2 saat çalkalanarak ekstrakte edilen süzükte Zn, Atomik Absorbsiyon Spektrofotometresinde belirlenmiştir.

3.1.4.9 Bitkiye yarayırlı demir

Toprakta Fe analizleri; Lindsay ve Norvell'in (1978) bildirdikleri şekilde DTPA yöntemine göre AAS'de belirlenmiştir.

3.2 Yöntem

3.2.1 Tarla denemelerinin kurulması ve gübreleme

Birinci ve İkinci Yıl Denemeleri: Tarla koşullarında yürütülen denemenin ilk ve ikinci yılı Tesadüf Bloklarında Bölünmüş Parseller Deneme Deseninde ana parsellerde çeşit ve alt parselde çinko konulu 3 tekerrürlü olarak Kayseri İli Tomarza İlçesi Kapukaya Mahallesinde yürütülmüştür. Çeşitler sıra uzunluğu 4 m, sıra üzeri 10 cm, sıra aralığı 30 cm, ekim derinliği 5 cm olacak şekilde, her alt parselde aynı çeşitten (Akçin-91, Aydın-92, Canitez-87, Damla-89, Er-99, Gökçe-97, ILC-195, Küsmen-99, Sarı-98, Uzunlu-99) altı sıra olmak üzere toplam 7.2 m²'lik alt parseller (0 ve 2.5 kg çinko sülfat) oluşturulmuştur. Denemelerde, 2.7 kg/da hesabıyla saf azot gübresi ve dekara 6.9 kg saf P₂O₅ hesabıyla fosfor gübresi diamonyum fosfat formunda ekimle birlikte uygulanmıştır. 26 Nisan 2012 ve 1 Mayıs 2013 tarihlerinde ekim elle yapılmıştır.

Bugüne kadar yapılan araştırmalardan elde edilen bulgulara göre, çinko uygulama yöntemleri içerisinde en iyi sonuç toprağa ile yapraktan uygulamalarla elde edilmiş olup, çinkonun tohuma bulaştırılması uygulanmasında verimde çok fazla artış sağlanamamıştır (Yılmaz vd. 1997). Bu nedenle denemelerde çinko uygulamaları doğrudan toprağa ZnSO₄.7H₂O olacak şekilde aşağıda belirtilen uygulama konularına ilişkin ekim öncesi uygulanmıştır.

Uygulama konuları:

Zn0: Kontrol (Çinkosuz)

Zn1: 2.5 kg/da (Çinkolu)

Yabancı ot mücadelesi elle yolunarak ve çapalama yöntemiyle yapılmıştır.

Hasat ise gelişme dönemi sonunda, 10 Ağustos 2012 ve 2 Ağustos 2013 tarihinde elle yolunarak yapılmıştır. Tüm bloklarda her alt parselin kenarındaki sıralar ve ortadaki sıraların baş ve son kısımlarından 50'şer cm'lik kısımlar atıldıktan sonra, ortada kalan

3.6 m²'lik alandan tesadüfi olarak 10 bitki seçilerek, küçük kağıt etiketlerle örneklenmiştir.

3.2.2 Gözlem ve ölçümler

3.2.2.1 Çiçeklenme zamanı (gün)

Çıkış tarihinden itibaren bitkilerin % 50'sinin çiçeklenmesine kadar geçen süre çiçeklenme zamanı (gün) olarak belirlenmiştir.



Şekil 3.4 Çiçeklenme zamanı ile hasat zamanına doğru bir görünüm

3.2.2.2 Bitkide nodozite sayısı (adet)

Nodül sayısının en yüksek olduğu çiçeklenme döneminde 5 bitki sökülerek nodül sayımı gerçekleştirilmiştir.

3.2.2.3 Bitki boyu (cm)

Bitkiler hasat olgunluğuna geldiğinde her iki yıl için de Temmuz ayının son haftasında her alt parselden tesadüfi olarak seçilen 10 bitkide tarla yüzeyi ile bitki doğal halinde iken en üst noktası arasındaki dikey açıklık milimetrik cetvelle ölçölüp cm olarak saptanmıştır.

3.2.2.4 İlk bakla yüksekliği (cm)

Bitkiler hasat olgunluğuna geldiğinde her alt parselden tesadüfi seçilen 10 bitkide toprak yüzeyi ile meyve bağlayan ilk bakla arasındaki dikey açıklık ölçölerek elde edilmiştir.



Şekil 3.5 Bitki boyu ve ilk bakla yüksekliği ölçümlerinden bir görüntü



Şekil 3.6 Bitkide nodozite sayımından bir görüntü

3.2.2.5 Bitkide bakla sayısı (adet)

Hasat döneminde her alt parselden seçilen 10 bitki sökülerek üzerindeki baklalar sayılmış ve bunların ortalaması alınarak bitki başına bakla sayısı saptanmıştır.



Şekil 3.7 Bitkide bakla, tane sayısı ve diğer ölçümlerin belirlenmesinden bir görüntü

3.2.2.6 Bitkide tane sayısı (adet)

Hasat döneminde her alt parselden seçilen 10 bitkide taneler sayıldıktan sonra ortalaması alınıp, bitki başına ortalama tane sayısı belirlenmiştir.

3.2.2.7 Bitki biyolojik verimi (g)

Her alt parselden rastgele seçilen 10 bitkide bitkilerin tamamının (sap+tane) tartılması ile bulunmuştur.

3.2.2.8 Bitki tane verimi (g)

Seçilen 10 bitkinin her birinde baklalardan elde edilen tüm taneler 0.01 g duyarlı teraziyle tartılarak bitki tane verimi gram olarak saptanmıştır.

3.2.2.9 Birim alan biyolojik verimi (kg/da)

Her alt parselin kenarındaki birer sıra ve sıra baş ve sonlarından 50 cm'lik kısım ayrıldıktan sonra kalan alandaki bitkiler tartılarak elde edilen değerlere kullanılan 10 bitkiden elde edilen bitki biyolojik verimleri de ilave edilerek g/m^2 değerleri bulunmuş ve parsel verimleri $1000 m^2$ 'ye oranlanarak da kg/da olarak birim alan biyolojik verim hesaplanmıştır.

3.2.2.10 Birim alan tane verimi (kg/da)

Bitkiler hasat olgunluğuna ulaştığında her alt parselin kenarlarındaki birer sıra ve sıra başlarındaki 50 cm'lik kısımlar ayrıldıktan sonra kalan alan, hasat ve harman edilip elde edilen taneler terazide tartılmıştır. Elde edilen değerlere ölçümlerde kullanılan 10 bitkiden elde edilen bitki tane verimleri de ilave edilerek g/m^2 olarak parsel verimleri bulunmuş, parsel verim değerleri $1000 m^2$ 'ye oranlanarak da kg/da olarak birim alan tane verimleri hesaplanmıştır.

3.2.2.11 Yüz tane ağırlığı (g)

Taneler kuruduktan sonra her alt parselden alınan ürün içinden rastgele seçilen 4 adet yüz tanenin ağırlık ortalaması alınarak yüz tane ağırlığı bulunmuştur.

3.2.2.12 Tane çinko konsantrasyonu (mg kg⁻¹)

Çinko analizi

El değirmeninde öğütülen ve kurutulan tohum örneklerinde çinko içeriği atomik absorpsiyon yöntemiyle ppm cinsinden belirlenmiş ve bulunan değerler 125 katsayısı ile çarpılarak tane çinko içeriği mg/kg olarak hesaplanmıştır (Kadaster 1960, Lindsay ve Norvell 1978, Knudsen vd. 1982, Kacar ve İnal 2008). Tanede çinko analizi, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak ve Bitki Besleme Laboratuvarlarında yapılmıştır.

3.2.2.13 Tane protein oranı (%)

Tane verimi belirlenen parsellerden 50'şer gramlık tohum örnekleri alınmış, el değirmeninde öğütülmüş ve kurutulduktan sonra Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak ve Bitki Besleme Bölümü Laboratuvarında Kjeldahl Yöntemi ile tohumların azot içeriği belirlenmiştir. Analiz sonucu bulunan azot içerikleri 6.25 katsayısı ile çarpılarak tanelerin ham protein oranı hesaplanmıştır (Kadaster 1960).

3.2.3 Verilerin değerlendirilmesi

Tesadüf Bloklarında Bölünmüş Parseller Deneme Deseninde 3 tekerrürlü olarak yürütülen araştırmada yapılan ölçüm, tartım, sayım ve laboratuvar analizleri MSTAT-C programında değerlendirilmiştir. Denemelerden elde edilen verilerin varyans analizleri yapılmış olup, uygulamaların önemlilik kontrolünde F testi, ortalamaların karşılaştırılmasında A. Ö. F. (Asgari Önemli Fark-Least Significant Difference) testi esas alınmıştır (Yurtsever 1984, Düzgüneş vd. 1987).

4. ARAŞTIRMA BULGULARI

4.1 Deneme toprağının bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri

İki yıl süreyle 2012-2013 yıllarında yürütülen tarla denemelerinde deneme alanını temsilen alınan toprakların bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri çizelge 4.1’de verilmiştir.

Çizelge 4.1 Tarla denemelerinin yürütüldüğü yıllara ilişkin toprakların bazı özellikleri

Parametreler	2012	2013
Su ile doymuşluk %	51.04	35.86
pH	6.88	6.24
E.C. (mhos/cm)	0.6	0.28
Organik madde (%)	2.11	1.16
Kireç CaCO ₃ (%)	3.08	2.58
Toplam Tuz (%)	0.02	0.01
Bitkiye yarayışlı K (kg/da)	140.34	109.74
Bitkiye yarayışlı P (kg/da)	25.49	36.72
Bitkiye yarayışlı Zn (mg kg ⁻¹)	0.49	1.59
Bitkiye yarayışlı Fe (mg kg ⁻¹)	1.23	1.38

*Toprak analizleri Kayseri İl Özel İdare Laboratuvarında yapılmıştır

Suyla doymunluk (%) 51-70 sınır değeri arasında % 51.04 olarak gerçekleşmiş ve killi-tünlü sınıfa, ikinci yılın deneme toprağı ise % 31-50 sınır değeri arasında % 35.86 olarak tünlü sınıfa girmiştir (Ülgen ve Yurtsever 1995).

Toprak pH’sı, toprak reaksiyonudur. Toprakların pH değerlerine göre reaksiyon sınıfları aşırı asit, nötr ve çok şiddetli alkali olarak değerlendirilmektedir. Toprak pH’sı toprakta mevcut bitki besin maddelerinin bitki için yarayışlılığında önemli rol oynamaktadır. Yüksek pH’lı toprakların genellikle verimsiz olmasının baş nedeni yüksek pH’nın fosfor ve iz elementlerin (demir, mangan ve çinko) toprakta hareket edemez hale

gelmesine yol açmasıdır. İlk yıl denemenin kurulduğu toprağın pH değeri 6.88, ikinci yılın pH değeri ise 6.24 olarak bulunmuş (Ülgen ve Yurtsever 1995) ve Soil Survey Manual'a göre ilk yılın toprak reaksiyonu nötr ikinci ise hafif asit karakter göstermekle birlikte nötre yakındır.

Ergene'nin (1982) bildirdiği değerlere göre (0-200 mikromhos/cm) denemenin kurulduğu her iki yılın toprağı da tuzsuz toprak sınıfına girmekle birlikte, deneme materyali olan bitkilerin büyümesini ve gelişimini olumsuz yönde etkileyecek düzeyde tuzluluk içermemektedir.

Deneme alanı topraklarında organik madde içeriğı, değiştirilmiş Warkley-Black yaş yakma metoduyla belirlenmiş olup, organik madde içeriğı ilk yıl % 2.11'dir ve organik maddece orta derecede iken, ikinci yıl toprağı % 1.16 ile organik maddece az toprak sınıfına girmiştir (Ünal ve Başkaya 1981).

Toplam kireç (CaCO_3) bakımından % 1-5 sınır değeri arasında yer almakta ve 2012 yılında kurulan deneme toprağı % 3.08'lik ve 2013 yılı denemesinin kurulduğu toprak ise % 2.58'lik kireç değeriyle kireçli topraklar sınıfına girmiştir.

Lindsay ve Norvell'e (1978) göre, toprakta çinko için verilen kritik değer $0.5 \text{ mg Zn kg}^{-1}$ olarak kabul edilmekte, $0.5 > \text{Zn}$ değeri noksan, $0.5-1.0$ noksanlık gösterebilir, $1.0 < \text{Zn}$ değeri ise çinko bakımından iyi olarak değerlendirilmektedir. Bu bağlamda; 2012 yılı toprakta bitkiye elverişli çinko değeri $0.49 \text{ mg/kg} < 1.0 \text{ mg/kg}$ referans değerinin altında çinko bakımından yetersiz, 2013 yılında ise $1.59 > 1.0 \text{ mg/kg}$ olarak çinkoca yeterli bulunmuştur.

Lindsay ve Norvell'e (1978) göre, Fe miktarı 2012 yılında 1.23 mg/kg , 2013 yılında ise 1.38 mg/kg olarak ölçülmüştür. 2012 ve 2013 yılı denemelerinin gerçekleştirildiğı toprakların demir değeri referans değerden az olmakla birlikte yetersiz olarak değerlendirilmiştir.

5. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA

Çinko uygulamalarının tescilli nohut çeşitlerinde ele alınan özelliklerden çiçeklenme zamanı, bitkide nodül sayısı, bitki boyu, ilk bakla yüksekliği, bitkide bakla sayısı, bitkide tane sayısı, bitki biyolojik verimi, bitki tane verimi, birim alan biyolojik verimi, birim alan tane verimi, yüz tane ağırlığı, tane çinko konsantrasyonu ve tane protein oranı değerlendirilmiş olup, çizelge ve şekillerle açıklanmıştır.

5.1 Çiçeklenme Zamanı (gün)

Araştırmanın iki yılında on nohut çeşidi ve çinko uygulamasıyla elde edilen değerlere ilişkin varyans analiz sonuçları çizelge 5.1’de, 2012 ve 2013 yıllarına ait çeşit ve gübre uygulamalarına göre ortalamalar ile farklılık gruplandırmaları ise çizelge 5.2 ile şekil 5.1 ve 5.2’de verilmiştir.

Varyans analiz tablosundan izleneceği üzere her iki yıl için çiçeklenme zamanı üzerine çinkolu gübrenin ve interaksiyonun etkisi önemli olmazken, çeşit etkisi istatistiki olarak % 1 düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 5.1).

Çizelge 5.1 Farklı nohut çeşitlerinde çinko uygulamasının çiçeklenme zamanına (gün) ilişkin varyans analizi

Varyans Kaynakları	Serbestlik Derecesi	2012 yılı ¹		2013 yılı ²	
		Kareler Ortalaması	F değeri	Kareler Ortalaması	F değeri
Çeşit	9	86.298	2330.05**	424.750	16.8552**
Hata ₁	18	0.037	—	2.800	—
Çinko	1	10.417	2.1115 ^{öd}	2.817	0.3095 ^{öd}
Çeşitxçinko	9	0.269	0.0544 ^{öd}	0.409	0.450 ^{öd}
Hata ₂	20	4.933	—	9.100	—
Genel	59	—	—	—	—

¹Varyasyon katsayısı (%): 3.74

²Varyasyon katsayısı (%): 5.35

*P≤% 5 düzeyinde önemli, **P≤% 1 düzeyinde önemli, öd: önemli değil

Çeşitlerde çiçeklenme zamanı bakımından ilk yıl için en uzun çiçeklenme gün sayısı 67.67 gün ile Aydın-92 çeşidinde tespit edilmiş ve bunu 62.00 gün ile Küsmen-99 çeşidi izlemiştir. En kısa çiçeklenme zamanı ise 53.00 gün ile Camtez-87 çeşidinde izlenmiş olup, bunu 57.00 gün ile Gökçe-97 çeşidinde izlemiştir (Çizelge 5.2). Nitekim daha önceki yapılan çalışmalarda da nohudun çiçeklenme süresi üzerinde en fazla etkiyi, genotip ile çevre faktörlerinden olan fotoperiyodun yaptığı bildirilmiştir (Summerfield vd. 1980).

Çizelge 5.2 Çinko uygulaması yapılan nohut çeşitlerinde çiçeklenme zamanı ortalamaları (gün)

Çeşitler	Uygulamalar					
	2012 ¹			2013 ²		
	Cinkosuz	Cinkolu	Ortalama	Cinkosuz	Cinkolu	Ortalama
Akçin-91	58.00	57.67	57.83 F	55.33	54.37	54.85 AB
Aydın-92	68.33	67.00	67.67 A	59.33	58.00	58.67 AB
Camtez-87	53.33	52.67	53.00 H	54.67	55.33	55.00 CD
Damla-89	60.00	59.00	59.50 D	52.67	52.00	52.34 E
Er-99	58.67	58.33	58.50 E	60.67	60.33	60.50 A
Gökçe-97	57.33	56.67	57.00 G	53.00	52.67	52.84 DE
ILC-195	58.33	57.67	58.00 F	55.33	54.67	55.00 CD
Küsmen-99	62.33	61.67	62.00 B	59.67	59.33	59.50 A
Sarı-98	61.00	60.00	60.50 C	58.67	58.00	58.34 AB
Uzunlu-99	61.33	59.67	60.50 C	57.00	57.00	57.00 BC
Ortalama	59.87	59.04		56.64	56.17	

¹A.Ö.F. % 1 çeşit: 0.23

²A.Ö.F. % 1 çeşit: 2.03

*Ortalamalar arasındaki farklarda büyük harfler % 1 düzeyinde önemlidir

İkinci yılın varyans analiz tablosu çizelge 5.1 ve şekil 5.1’de de belirtildiği üzere, çeşit özelliğinin çiçeklenme zamanı üzerinde etkisi % 1 düzeyinde önemli iken, çinkolu gübre uygulamasının ve interaksiyonun etkileri önemsiz bulunmuştur. En uzun çiçeklenme gün sayısına sahip çeşit 60.50 gün ile Er-99 çeşidi olurken, bunu 59.50 gün ile Küsmen-99 çeşidi izlemiştir. En kısa çiçeklenen çeşit ise 52.34 gün ile Damla-89 ve 52.84 gün ile Gökçe-97 çeşidi olmuştur (Çizelge 5.2).

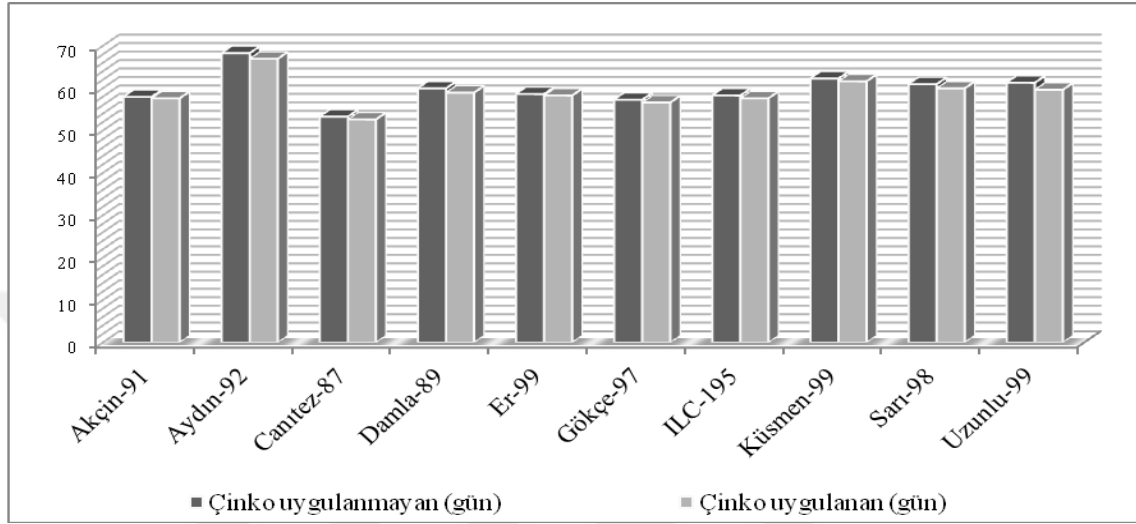
Singh vd. (1983), içinde Türkiye orjinli materyalin de bulunduğu 3267 nohut örneğini Çukurova koşullarında bazı nohut hatlarının verim ve verimle ilgili özelliklerinin saptanması amacıyla kıraç koşullarda ICARDA’dan sağladıkları 23 hatla yürüttükleri

araştırmalarında, iki yıllık ortalamalara göre, hasat indeksi dışındaki diğer özellikler için hatlar arasında istatistiksel olarak önemli farklılıklar olduğunu ve hatlara göre çiçeklenme süresinin 97.5-115.2 gün arasında değiştiğini bildirmektedirler (Anlarsal vd. 1999). Biçer (2001), Diyarbakır yöresinden topladıkları 46 yerel ve 2 tescilli nohut çeşidi ile yapmış olduğu karakterizasyon çalışmasında, çiçeklenme gün süresinin 76.2-84.6 gün olduğunu bildirmiştir. Biçer ve Anlarsal (2004), yürüttükleri çalışmalarında, 43 kabul ve 3 desi tip yerel nohut çeşidi ile iki tescilli nohut çeşidi kullanılmış ve % 50 çiçeklenme gün sayısının 76.2-84.6 gün aralığında bir seyir izlediği tespit edilmiştir. Biçer ve Anlarsal (2005), Diyarbakır yöresinde toplam 48 nohut genotipinin önemli bitkisel ve tarımsal özelliklerini inceledikleri çalışmalarında; çiçeklenme süresinin 63 ile 100 gün arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Mart vd. (2005), Çukurova ekolojik koşullarında üç yıl süreyle iki lokasyonda 21 nohut genotipini kullanarak yürüttükleri çalışmada, çiçeklenme süresinin 101.89-109.33 gün olduğunu ifade etmektedirler. ztaş (2006), Harran Ovası koşullarında nohut genotiplerinde % 50 çiçeklenme gün sayısının 145.33-166.66 gün aralığında değişim gösterdiğini tespit etmişlerdir.

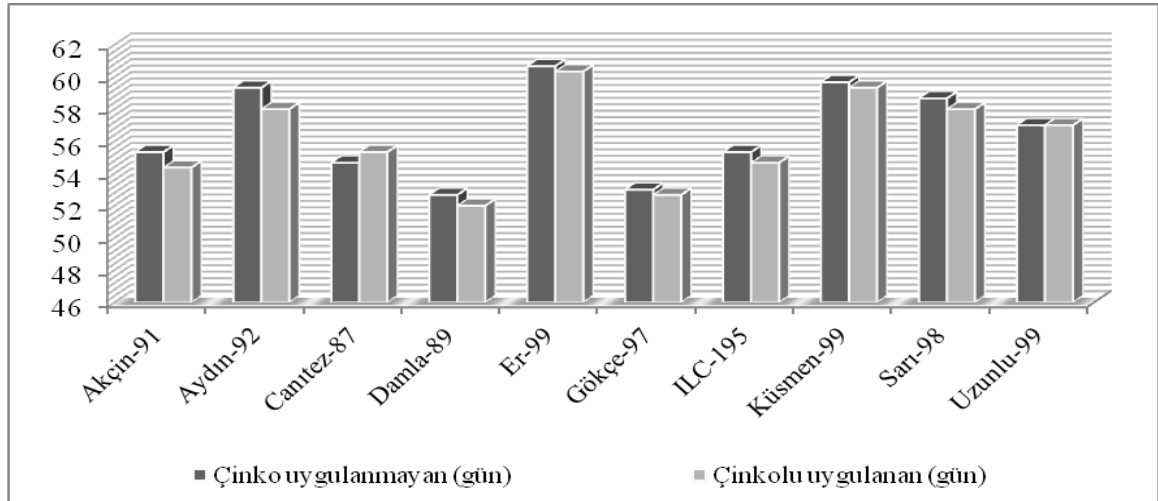
Eser vd. (1989), Ankara koşullarında 1984-86 yılları arasında 160 farklı köylü nohut materyali kullanarak yapmış oldukları çalışmalarda, çiçeklenmeye kadar geçen gün sayısını 47-61 gün olarak saptamışlardır. Anlarsal vd. (1999), Adana ekolojik koşullarında iki yıl olarak yürüttükleri çalışmalarında, kışlık olarak yetiştirilen genotiplerde çiçeklenme süresinin 97.7-115.2 gün olduğunu tespit etmişlerdir.

Her iki yılın verilerine ait çizelgeler birlikte değerlendirildiğinde, ikinci yılda ilk yıla nazaran çeşitler daha erken ieklenmiştir. İlk yıl yağışım ikinci yıla oranla daha fazla olması ve kapalı hava çiçeklenmeyi geciktirmiş olabilir. Bilindiği üzere, bitki yetiştiriciliğinde erken çiçeklenme yani erkencilik, tane doldurma süresini uzattığı için istenen bir özellik olup, ışlah kriterleri arasında yer almaktadır. Dolayısıyla ieklenme süresi uzadığıca bakla sayısı ve tane verimi de artacaktır. Erkenciliği belirleyen en önemli faktör genotip olmasına rağmen, yetiştirme teknikleri de çiçeklenme süresi üzerine etkide bulunmaktadır. Bu anlamda Canitez-87, Damla-89 ve Gökçe-97 eşitleri erkencilik açısından dikkat çekmektedir. Çalışmanın her iki yılındaki çeşit etkisinin önemli olduğu, çiçeklenme gün sayısının erken/geç çiçeklenme genleri nedeniyle veya

çeşitlere göre değişebileceği diğer bazı araştırmacılar tarafından da bildirilmiştir (Geletu vd. 1994, Mühür 1996, Anlarsal vd. 1999, Biçer ve Anlarsal 2004). Bu bağlamda araştırmamızda elde ettiğimiz bulgular çiçeklenme gün sayısının çeşit özelliğinden etkilendiği yönünde verilen literatürlerle benzerlik arz etmektedir.



Şekil 5.1 Çiçeklenme zamanı 2012 yılı ortalamaları (gün)



Şekil 5.2 Çiçeklenme zamanı 2013 yılı ortalamaları (gün)

5.2 Bitkide Nodozite Sayısı (adet)

Nohut çeşitleri ve çinko uygulamasından elde edilen değerlere ilişkin elde edilen bitkide nodozite sayısı özelliğine ilişkin varyans analiz sonuçları çizelge 5.3’de, yıllara ilişkin ortalamalar ile gruplandırmalarının yer aldığı veriler ise çizelge 5.4 ile şekil 5.3-5.4’de özetlenmiştir.

Varyans analiz çizelgesinden de anlaşılacağı üzere, araştırmının ilk yılında çeşit ve çinko uygulaması % 1 düzeyinde, ikinci yılında da bitkide nodozite sayısı yönünden çeşitler ve çinko arasındaki farklılıklar istatistiki bakımdan % 1 düzeyinde önemli bulunmuştur. Çeşitxçinko interaksiyonu ise her iki yılda önemsiz bulunmuştur.

Çizelge 5.3 Farklı nohut çeşitlerinde çinko uygulamasının nodozite sayısına ilişkin varyans analizi

Varyans Kaynakları	Serbestlik Derecesi	2012 yılı ¹		2013 yılı ²	
		Kareler Ortalaması	F değeri	Kareler Ortalaması	F değeri
Çeşit	9	3.760	19.4618**	27.5699	0.0000**
Hata ₁	18	0.193	—	—	—
Çinko	1	4.817	10.8687**	8.1805	0.0097**
Çeşitxçinko	9	0.489	1.1032 ^{öd}	0.9791	—
Hata ₂	20	0.443	—	—	—
Genel	59	—	—	—	—

¹Varyasyon katsayısı (%): 12.66

²Varyasyon katsayısı (%): 11.55

**P≤% 1 düzeyinde önemli, öd: önemli değil

Bitkide nodozite sayısı bakımından 2012 yılında 6 farklı istatistiki sınıf oluşmuştur. Çeşit ortalamaları 6.48 adet ile 3.95 adet arasında değişim göstermiştir. Çinko uygulamasıyla bitkide nodozite sayısı artmış ve en yüksek çinko ortalamasına 6.67 adet ile çinko uygulanan Gökçe-97 çeşidinde elde edilmiştir. Bunu 6.57 adet ile çinko uygulanan Er-99 çeşidi izlemiştir. Çeşit ortalamaları dikkate alındığında, en yüksek nodozite sayısı Akçin-91 (6.48 adet) çeşidinden elde edilmiş olup, bunu sırasıyla 6.22 adet ile Gökçe-97 ve 5.97 adet ile de Er-99 çeşidi izlemiştir. En düşük nodozite sayısına sahip çeşit ise 3.95 adet ile Küsmen-99 çeşidi olarak belirlenmiştir (Çizelge 5.4).

Nodozite sayıları bakımından ikinci yıl değerlerine bakıldığında, bu yılda da yedi farklı istatistiki sınıfın oluştuğu görülmüştür (Çizelge 5.4). Çeşitler arasında en yüksek nodozite sayısı 6.67 adet ile çinko uygulanan Gökçe-97 çeşidinden elde edilmiştir. Bunu sırasıyla çinko uygulaması yapılan Er-99 çeşidi (6.57 adet) izlemiştir. Tüm çeşitler birlikte değerlendirildiğinde, en yüksek nodozite sayısına 6.48 adet ile Akçin-91, ikinci sırada ise 6.38 adet ile Gökçe-97 çeşidinde, en düşük nodozite sayısına ise 3.95 adet ile Küsmen-99 çeşidinde ulaşılmıştır. Araştırmanın her iki yılında da çeşitlerde çinko uygulamasına bağlı olarak bitkide nodozite sayılarında artışlar gözlenmiştir. Azot ekonomisi göz önüne alındığında, Akçin-91 çeşidi toprağa daha çok azot bağlayabilme yönünde ön plana çıkmaktadır.

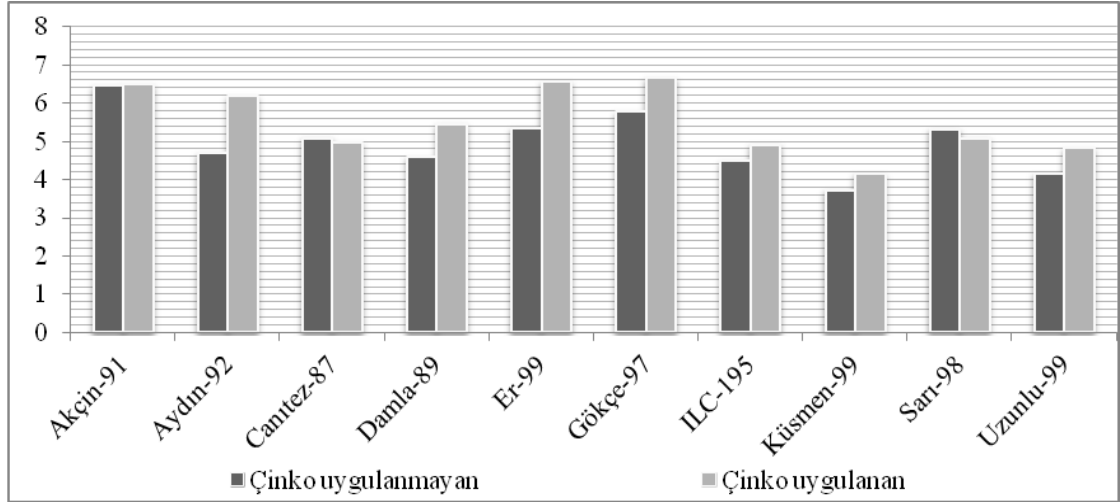
Çizelge 5.4 Çinko uygulaması yapılan nohut çeşitlerinde bitkide nodozite sayısı ortalamaları (adet)

Çeşitler	Uygulamalar					
	2012 ¹			2013 ²		
	Çinkosuz	Çinkolu	Ortalama	Çinkosuz	Çinkolu	Ortalama
Akçin-91	6.47	6.50	6.48 A	6.47	6.50	6.48 A
Aydın-92	4.70	6.20	5.45 BC	5.03	6.20	5.62 CD
Camtez-87	5.10	4.97	5.04 CDE	5.10	4.97	5.03 E
Damla-89	4.60	5.47	5.03 CDE	4.83	5.47	5.15 DE
Er-99	5.37	6.57	5.97 AB	5.37	6.57	5.97 BC
Gökçe-97	5.78	6.67	6.22 A	6.10	6.67	6.38 AB
ILC-195	4.50	4.93	4.72 DE	4.73	4.93	4.83 EF
Küsmen-99	3.73	4.17	3.95 F	3.73	4.17	3.95 G
Sarı-98	5.33	5.10	5.22 CD	5.33	5.10	5.22 DE
Uzunlu-99	4.17	4.83	4.50 E	4.17	4.83	4.50 F
Ortalama	4.98	5.54		5.09	5.54	

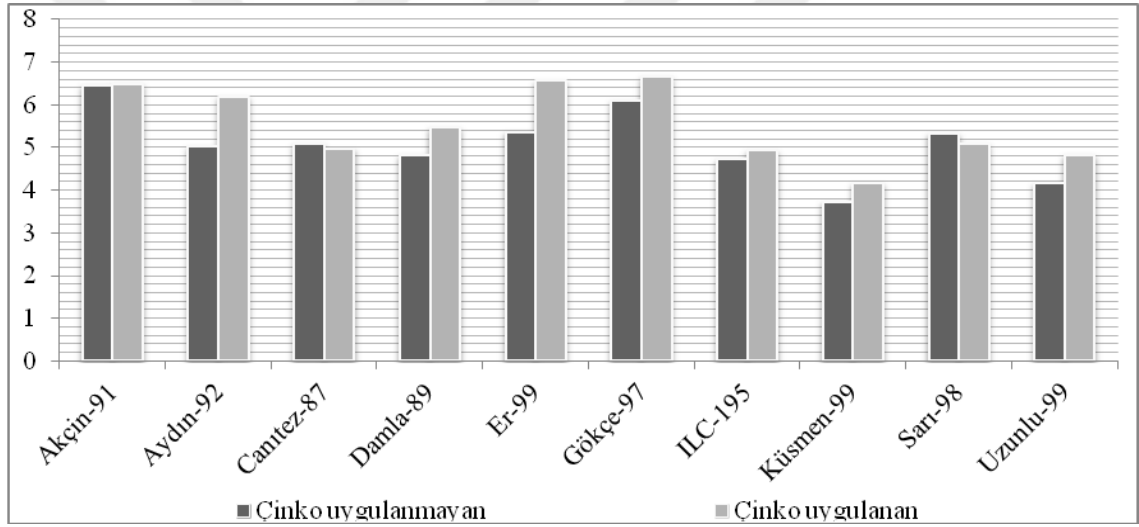
¹A.Ö.F. % 1 çeşit: 0.53

²A.Ö.F. % 1 çeşit: 0.46

*Ortalamalar arasındaki farklarda büyük harfler % 1 düzeyinde önemlidir



Şekil 5.3 Bitkide nodozite sayısı 2012 yılı ortalamaları (adet)



Şekil 5.4 Bitkide nodozite sayısı 2013 yılı ortalamaları (adet)

Baklagillerde nodülasyon ve azot fiksasyonuna mikro elementlerden demirin nitrogenaz ve leghemoglobin oluşumuna, borun meristematik aktiviteye, bakırın nodül metabolizmasına, molibdenin azot bağlaması ile direk ilgili olan nitrogenaz enzimine, kobaltın ise leghemoglobin oluşumuna direk etki yaptığı, çinko, mangan ve klorürün ise bitki büyümesi için gerekli olduğu ancak nodülasyona direk etki yapmadıkları bildirilmiştir (Bordeleau ve Prevost 1994). Bilgiyi destekler şekilde Karaca (2010), Konya koşullarında fasulyede yaptığı çalışmasında çinko ile *Rhizobia* spp. sayısı arasında yapılan korelasyonda önemli bir ilişkinin olmadığını ortaya koymuştur.

Çinkonun nodülasyon üzerine etkisinin indirekt etkisinin olduğu yönünde çalışmalar olsa da çinkonun nodül sayısını artırdığını bildiren çalışmalar da mevcuttur. Grewal ve Williams (2000b) araştırmalarında, çinko uygulamasının yoncada yeşil ot verimi ile nodül sayısını artırdığını bildirmiştir.

Araştırmanın iki yılına dair değerlerle daha önce yapılmış çalışmalar birlikte değerlendirildiğinde, çinkolu gübrenin nodül sayısını artırdığı yönündeki soyada Sharhar ve Acry (1990), Thalooh vd. (2006), Sammauria (2007), nohutta Sharma ve Kushwaha (2011)'nin bildirişleriyle örtüşür durumdadır. Çalışmamızdan elde ettiğimiz ortalama nodül sayıları Aydın ve Sepetoğlu (1991)'nin bildirişinden düşük, Müderriszade (1996)'nin bildirişiyle uyum içerisinde, çinkonun nodül sayısını artırdığı yönündeki Misra vd. (2002) ve Das vd. (2012) ile de paralellik göstermektedir. Yıllara ilişkin nodül sayısının Aydın ve Sepetoğlu (1991)'in bildirişinden düşük olması daha önce alanda baklagil yetiştirilmemiş ve bakteri aşılama ihtiyacı duyuluyor olmasından kaynaklanmış olabilir. Nitekim uzun süre baklagil ekilmeyen alanlarda, o bitkiye özgü *Rhizobia* bakterileri azalmakta ve azalan bakteri sayısı da nodülasyon ve bağlanan azot miktarını etkilediği (Somasegaran vd. 1988) ve Türkiye'de 500-2000 m rakımlı yerlerde yapılan çalışmalarda *Rhizobium ciceri*'nin az sayıda ve azot fiksasyon kapasitelerinin yetersiz olduğu ve bu nedenle de inokulasyon yapılması gerektiği (Keatinge vd. 1995) bilgileri de araştırma sonucumuzu destekler niteliktedir.

5.3 Bitki Boyu (cm)

Bazı tescilli nohut çeşitlerine uygulanan çinkonun bitki boyuna olan etkisini gösteren varyans analiz tablosu çizelge 5.5'de, çeşit ve çinkolu gübre dozlarına göre 2012 ve 2013 yıllarına ait grup ortalamaları ile çoklu karşılaştırma gruplandırmaları ise çizelge 5.5 ile şekil 5.5 ve şekil 5.6'da verilmiştir.

Çizelge 5.5 Farklı nohut çeşitlerinde çinko uygulamasının bitki boyuna (cm) ilişkin varyans analizi

Varyans Kaynakları	Serbestlik Derecesi	2012 yılı ¹		2013 yılı ²	
		Kareler Ortalaması	F değeri	Kareler Ortalaması	F değeri
Çeşit	9	7.520	1.3016 ^{öd}	1.897	0.4918 ^{öd}
Hata ₁	18	5.738	—	3.856	—
Çinko	1	2.709	0.5808 ^{öd}	19.769	4.8056*
Çeşitxçinko	9	3.111	0.6670 ^{öd}	4.713	1.1456 ^{öd}
Hata ₂	20	4.665	—	4.114	—
Genel	59	—	—	—	—

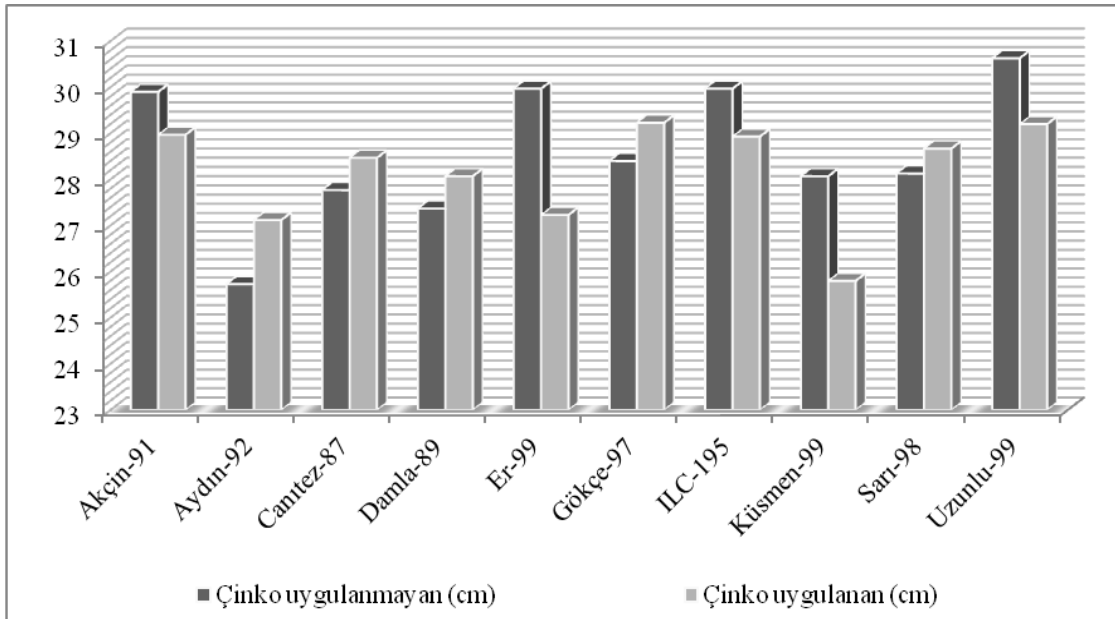
¹Varyasyon katsayısı (%): 7.61

²Varyasyon katsayısı (%): 6.96

*P≤% 5 düzeyinde önemli, öd: önemli

Varyans analiz çizelgesi ele alındığında; bitki boyunda ilk yılda tüm faktörlerin etkileri önemsiz olurken, ikinci yıl sonuçlarına göre; bitki boyuna çinkonun etkisi % 5 düzeyinde önemli bulunmuştur.

Araştırmanın ilk yılında bitki boyu ortalamaları 26.43 cm ile 29.92 cm arasında değişim göstermiştir.



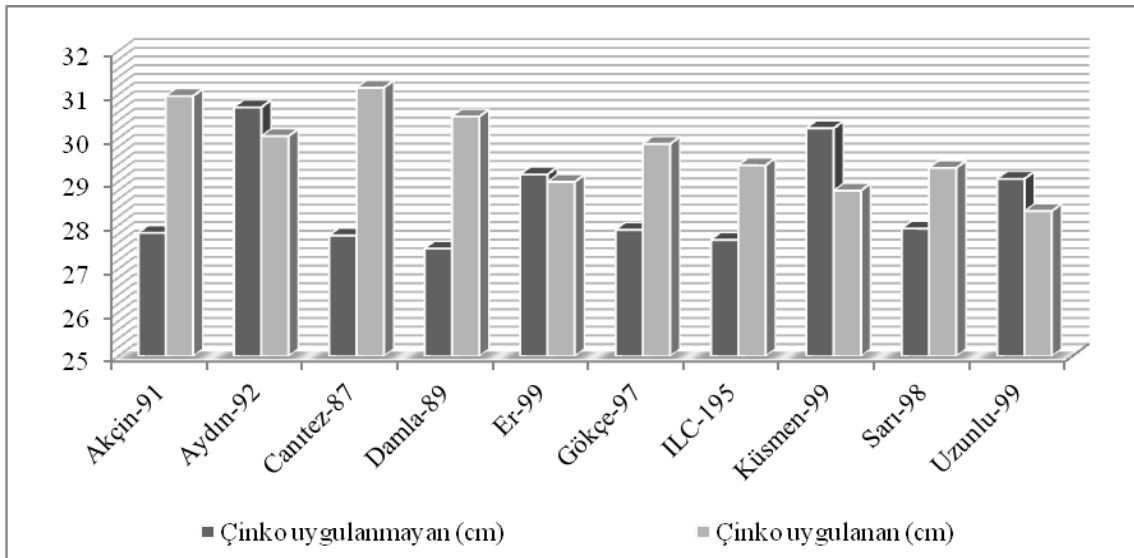
Şekil 5.5 Bitki boyu 2012 yılı ortalamaları (cm)

Çizelge 5.6 Çinko uygulaması yapılan nohut çeşitlerinde bitki boyu ortalamaları (cm)

Çeşitler	Uygulamalar					
	2012			2013 ²		
	Çinkosuz	Çinkolu	Ortalama	Çinkosuz	Çinkolu	Ortalama
Akçin-91	29.90	28.97	29.44	27.83	30.97	29.40
Aydın-92	25.73	27.12	26.43	30.71	30.05	30.38
Canitez-87	27.77	28.47	28.12	27.77	31.16	29.47
Damla-89	27.37	28.07	27.72	27.47	30.50	28.99
Er-99	29.97	27.23	28.60	29.17	29.00	29.09
Gökçe-97	28.40	29.23	28.82	27.90	29.87	28.89
ILC-195	29.97	28.93	29.45	27.67	29.38	28.53
Küsmen-99	28.07	25.80	26.94	30.23	28.80	29.52
Sarı-98	28.13	28.67	28.40	27.93	29.32	28.63
Uzunlu-99	30.63	29.20	29.92	29.07	28.33	28.70
Ortalama	28.59	28.17		28.58	29.74	

²A.Ö.F % 5 çinko: 3.296

İkinci deneme yılında ise bitki boyu değerleri 31.16 cm ile 27.47 cm aralığında bir seyir izlemiştir. En yüksek bitki boyu çinko uygulanan Canitez-87 çeşidinden elde edilirken, bunu çinko uygulanan parselden 30.97 cm ile Akçin-91 çeşidi izlemiştir. En düşük bitki boyuna ise çinko uygulanamayan Damla-89 çeşidinde (27.47 cm) ulaşılmıştır.



Şekil 5.6 Bitki boyu 2013 yılı ortalamaları (cm)

Bitki boyu özelliğinin oluşmasında genotip özelliği, ekim sıklığı, iklim ve çevre koşulları rol oynamaktadır. Bitki boyu çevresel faktörlerden etkilense de, daha çok genotipe bağlı bir özellik olduğu, genotipler arasında bitki boyu bakımından görülen farklılıkların esas olarak genotiplerin genetik yapılarından ileri geldiği vurgulanmakta, yapılan araştırmaların birçoğunda bitki boyunun genotiplere ve çevre şartlarına bağlı olarak değiştiği çalışmalarla ortaya konulmaktadır (Whitman vd. 1985).

Nohutta hasat genellikle elle yapılmaktadır. Ancak elle hasat işçilik masraflarını önemli ölçüde artırmakta, bu da üretim maliyetini yükseltmektedir. Bu nedenle maliyetleri azaltmak adına hasadın makineyle yapılması zorunluluk haline gelmiştir. Ancak kısa boylu çeşitler makineli hasatta önemli ölçüde verim kaybına neden olacaklarından uzun boylu çeşitlerin kullanılması bir gerekliliktir (Cubero 1987). Hasat işlemleri esnasında tane kaybını önemli ölçüde etkileyen unsurların başında gelen bitki boyunun, genotiplerde uzun olması istenmektedir. Zeren vd. (1991), mekanizasyonla hasatta boyu 30 cm'den uzun, dik gelişen, az dallanan ve ilk baklasını yüksekte oluşturan tipler tercih edilmektedir.

Pundir ve Rajagopalan (1988), nohudun bitki boyu yüksekliğini çevre faktörlerinden toprağın nem ve besin maddesi muhtevası ile ekim sıklığının da etkilediğini bildirmişlerdir. Bu bağlamda bitki besin maddelerinden birisi olan çinko uygulamalarının etki mekanizmasında toprak ve iklim özellikleri etkili olmaktadır.

Mut (1999) çinkonun artan dozlarda uygulanmasıyla bitki boyunda istatistiki bakımdan önemli olmasa da bir artış olduğunu, Akay ve Önder (2004)'de istatistiki yönden bitki boylarında önemli farklılıklar bulunmasına karşın, uygulanan çinko dozları bakımından bitki boyunda herhangi bir farklılık görülmediğini bildirmişlerdir. Nitekim Ekiz vd. (1997) türler arasında farklılıkların yanı sıra aynı tür içerisinde yer alan farklı çeşitlerin de çinkoya olan tepkilerinin farklı olduğunu bildirmiştir.

Çinko noksanlığı, kurak ve ani sıcaklıkların yaşandığı yıllarda erken görülürken, ilkbaharı yağışlı ve serin geçen yıllarda daha geç devrelerde ortaya çıkmaktadır. Bu nedenle çinko uygulamasının, çinko noksanlığının erken görüldüğü durumlarda başakta

tane sayısı ve bitki boyu üzerine olumlu etkide bulunduğu bildirilmiştir (Özbek ve Özgümüş 1998). Ayrıca toprakta yeter miktarda çinkonun bulunması her zaman bitkilerin bundan optimum düzeyde yararlanacağı anlamını taşımaz. Toprakların pH, kireç, fosfor v.b. miktarlarının yüksek olması çinkonun yararlılığını önemli ölçüde geriletmesinin yanı sıra bitkide çinko noksanlığının görülmesine de neden olabilmektedir. Kireç de toprakta bulunan çinkonun yararlılığında önemli rol oynamakla birlikte yüksek kireç içeriğinde çinko alımı azalmaktadır. Nitekim araştırmamızın ikinci yılında ilk yıla oranla bitkiler daha uzun boylanmıştır. Toprak özellikler ve iklim verileri birlikte düşünüldüğünde; ilk yıl toprakları daha kireçli ve yağışlı iken, ikinci yılında yağış daha az ve daha az kireçli olduğundan, kuraklıkta çinko daha etkin kullanılmış ve bitki boyunu olumlu yönde etkilemiş olabilir.

Çinko uygulamasının bitki boyunu arttırdığı araştırmacılar bildirilmiştir. Araştırmanın ikinci yılına dair bulgularımız, buğdayda İbrahim ve El-Labban (1984), mercimekte Singh ve Saxena (1986), çinkonun artan dozlarıyla artış olduğunu söyleyen Çiftçi vd. (1998), Özbek ve Özgümüş (1998), Toğay vd. (2001), nohutta Akay ve Önder (2004), pamukta Ören ve Başal (2006), mercimekte Toğay ve Anlarsal (2008), yem bitkilerinde Öztürk (2009), Öktem vd. (2016) ile örtüşür durumdadır. Bitki boylarında çinko uygulamalarına bağlı olarak nisbi bir artış olmasına karşın, değerlerin birbirine yakın oluşu çeşitlerin genetik farklılığından kaynaklanmış olabilir.

5.4 İlk Bakla Yüksekliği (cm)

Nohut çeşitlerinde çinko uygulamasının ilk bakla yüksekliğine etkisine ilişkin elde edilen verilerle yapılan varyans analizi sonuçları çizelge 5.7'de, 2012 ve 2013 yıllarına ait çeşit ve çinkolu gübre dozuna göre ortalamalar ile farklılık gruplandırmaları çizelge 5.7 ve şekil 5.7-5.8'de verilmiştir.

Çizelge 5.7 Farklı nohut çeşitlerinde çinko uygulamasının ilk bakla yüksekliğine (cm) ilişkin varyans analizi

Varyans Kaynakları	Serbestlik Derecesi	2012 yılı ¹		2013 yılı ²	
		Kareler Ortalaması	F değeri	Kareler Ortalaması	F değeri
Çeşit	9	4.757	1.8928	9.121	4.0271**
Hata ₁	18	2.513	—	2.265	—
Çinko	1	2.625	1.2409	4.240	2.0637
Çeşitxçinko	9	1.396	0.6601	1.413	0.6878
Hata ₂	20	2.115	—	2.055	—
Genel	59	—	—	—	—

¹Varyasyon katsayısı (%): 8.77

²Varyasyon katsayısı (%): 8.14

**P ≤ % 1 düzeyinde önemli, öd: önemli değil

2012 yılında ilk bakla yüksekliği özelliği üzerinde tüm uygulamalar önemsiz, 2013 yılında çeşitler arasındaki farklılık % 1 düzeyinde önemli iken, çinko etkisi ile çeşit ve çinko interaksiyonunun önemsiz olduğu saptanmıştır (Çizelge 5.7).

Çizelge 5.8'den izleneceği üzere, denemede kullanılan çeşitlere ait ilk bakla yüksekliği değerleri çalışmanın ilk yılında 15.62 cm ile 18.05 cm arasında değişim göstermiştir.

Çizelge 5.8 Çinko uygulaması yapılan nohut çeşitlerinde ilk bakla yüksekliği ortalamaları (cm)

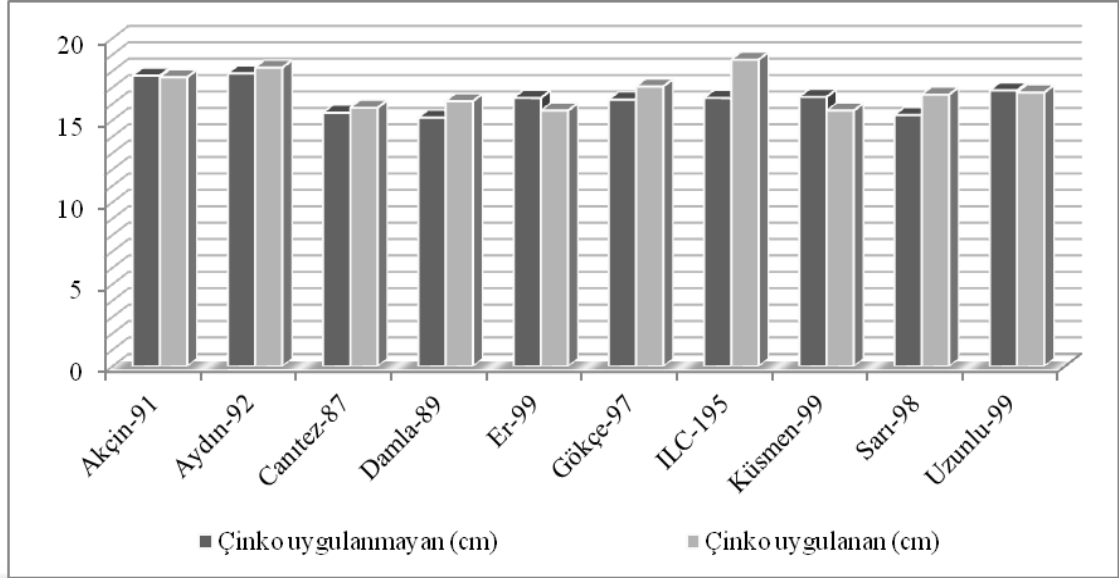
Çeşitler	Uygulamalar					
	2012			2013 ²		
	Çinkosuz	Çinkolu	Ortalama	Çinkosuz	Çinkolu	Ortalama
Akcın-91	17.73	17.63	17.68	19.23	19.70	19.47 A
Avdın-92	17.87	18.22	18.05	18.50	17.61	18.06 AB
Canitez-87	15.47	15.77	15.62	17.03	16.70	16.90 B
Damla-89	15.17	16.17	15.67	16.83	16.40	16.62 B
Er-99	16.37	15.60	15.99	18.20	15.67	16.93 B
Gökce-97	16.27	17.07	16.67	16.27	16.53	16.40 B
ILC-195	16.37	18.70	17.54	16.70	15.49	16.10 B
Küsmen-99	16.43	15.60	16.02	19.23	20.00	19.62 A
Sarı-98	15.33	16.57	15.95	18.43	17.24	17.84 AB
Uzunlu-99	16.83	16.70	16.77	18.27	17.97	18.12 AB
Ortalama	16.38	16.80		17.87	17.33	

²A.Ö.F. % 1 çeşit: 1.83

*Ortalamalar arasındaki farklarda büyük harfler % 1 düzeyinde önemlidir

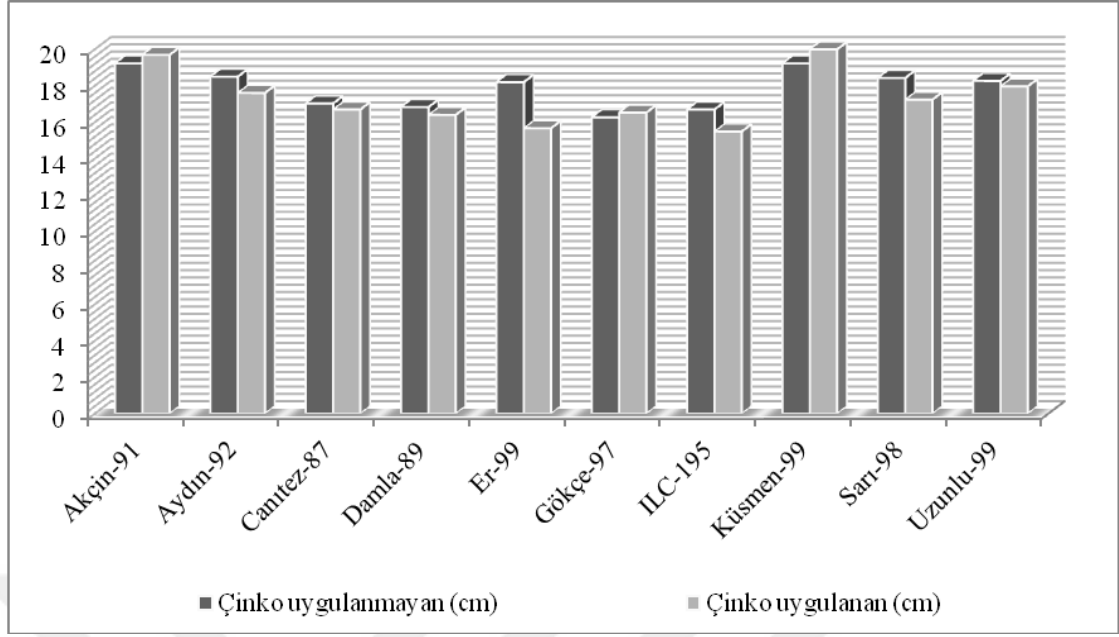
Araştırmanın ikinci yılında çeşit özelliği ilk bakla yüksekliğinin oluşumda etkili ve önemli bulunmuştur. İlk baklasını en yüksekte oluşturan 19.62 cm ile Küsmen-99 çeşidi olmakla birlikte, bunu 19.47 cm ile Akçin-91 çeşidi izlemiştir. En düşük bakla yüksekliği değeri ise 16.10 cm ile ILC-195 çeşidinden elde edilmiştir. Mekanizasyonda önemli bir kriter olan ilk bakla yüksekliği bakımından Küsmen-99 çeşidi ön plana çıkmaktadır. İlk bakla yüksekliği, genotip ve çevresel faktörlerin önemli derecede etkisi altında olan bir diğer verim unsurudur (Fehr 1987). Baklagillerde mekanizasyon şansını artırabilmek için ilk baklanın toprak düzeyinden yüksek bir yerde teşekkülü arzulanmaktadır (Ayçiçek ve Yıldırım 2002). İlk bakla yüksekliği, bitki boyu, genotip özelliği, iklim ve toprak şartları, yazlık ve kışlık ekim zamanı gibi özelliklerden etkilenmektedir. İlk bakla yüksekliği bitkinin genetik yapısından birinci derecede etkilenen bir özelliktir. Genellikle uzun boylu bitkilerin ilk bakla yüksekliği değerleri de büyük olmaktadır.

Gübreleme ile bitkiye uygulanan fosforlu gübrelerin miktarlarındaki artış sonucu, bitkinin çinko beslenmesi olumsuz yönde etkilemektedir (Rupa vd. 2002). Konu ile ilgili yapılan çalışmalarda fosfor uygulamalarının çinko alımını olumsuz yönde etkilediği ve azalttığı belirtilmiştir (Bukvic vd. 2003). Yağış yüksekse ilk bakla yüksek olur, fosfor dozlarıyla da interaksiyona girerse fosforun artan dozu çinkonun alımını azaltır ve ilk bakla düşük olur. Çünkü fosfor bitki dokularında birtakım yollarla çinkonun bitki metabolizmasında kullanımını engellemekte, bitki dokularında çok yüksek konsantrasyonlarda olduğu zaman da çinko ile kompleksleşerek onun hareketliliğini sınırlayabilmektedir (Çakmak ve Marschner 1987).



Şekil 5.7 İlk bakla yüksekliği 2012 yılı ortalamaları (cm)

Mut (1999) çinkonun artan dozlarda uygulanmasıyla ilk bakla yüksekliği değerlerinde artışların olduğu bildirmiştir. İlk yıl yağış miktarı (349.5 mm) ikinci yıla oranla (328.7 mm) daha yüksek olması nedeniyle, ilk baklanın daha yüksekte olması beklenmekteyken, ilk yılın ilk bakla yükseklik değerleri ikinci yıl çeşit ortalamalarından bir miktar düşük bir seyir izlemiştir. Yağışın uygun olmasına rağmen toprakların yüksek miktarda fosfor içermesi nedeniyle (24.59 ve 36.72 ppm fosfor) dozlar etkisini tam gösterememiş ve ilk bakla yüksekliği düşmüş olabilir. Çinkonun oksin metabolizmasında yer alması nedeniyle noksanlığında da yeterli oksin oluşamamış ve ilk bakla yükseklik değerleri düşük gerçekleşmiş olabilir. İlk baklanın fosfor etkileşimi nedeniyle düşük olması Çakmak ve Marschner (1987), Rupa vd. (2002) ve Bukvic vd. (2003) 'in bildirdiği çalışmadaki sonuçlarla benzerlik göstermektedir.



Şekil 5.8 İlk bakla yüksekliği 2013 yılı ortalamaları (cm)

Çalışmanın iki yılından ölçülen ilk bakla yükseklik değerleri nohut çeşitlerinde; ilk bakla yüksekliğinin 13.00-33.60 cm (Eser vd. 1989), 35.90 cm (Azkan vd. 1999), 15.00 cm (Yaşar 2012), 22.56-24.96 cm (Erdin ve Kulaz 2014) bildirişleriyle sınır değerlerinin içerisinde ve uyumluluk arz etmektedir. Ayrıca Türk (2001) yılında Diyarbakır'da iki farklı nohut çeşidinde bor+çinkolu gübre uygulamalarının verim unsurlarına etkilerini araştırdıkları çalışmasında, çeşitler arasındaki farkı % 5 düzeyinde, gübre ve interaksiyonlarının etkisinin ise önemsiz olduğunu ifade etmiştir. Çalışmamızın iki yılından elde edilen çinkolu gübre etkisi sonuç bulgularıyla benzerlik göstermektedir (Türk 2001).

5.1.7 Bitkide Bakla Sayısı (adet)

On tescilli nohut çeşidi ve çinko uygulamasıyla yapılan çalışmada, bitkide bakla sayısına ilişkin elde edilen verilerle yapılan varyans analizi sonuçları çizelge 5.9'da, 2012 ile 2013 yılına ilişkin ortalamalar ile farklılık gruplandırılmaları çizelge 5.10 ile şekil 5.9 ve şekil 5.10'da özetlenmiştir.

Çizelge 5.9 Farklı nohut çeşitlerinde çinko uygulamasının bitkide bakla sayısına (adet) ilişkin varyans analizi

Varyans Kaynakları	Serbestlik Derecesi	2012 yılı ¹		2013 yılı ²	
		Kareler Ortalaması	F değeri	Kareler Ortalaması	F değeri
Çeşit	9	8.000	3.0069*	14.874	9.3831**
Hata ₁	18	2.664	—	1.584	—
Çinko	1	3.033	0.6610 ^{öd}	5.110	1.3370 ^{öd}
Çeşitxçinko	9	11.646	2.5338*	10.236	2.6782**
Hata ₂	20	4.588	—	3.822	—
Genel	59	—	—	—	—

¹Varyasyon katsayısı (%): 13.21

²Varyasyon katsayısı (%): 11.78

*P≤% 5 düzeyinde önemli, ** P≤% 1 düzeyinde önemli, öd: önemli değil

Varyans analiz sonuçlarına göre bitkide bakla sayısına 2012 yılında çeşit ve çeşitxçinko interaksiyonu % 5 düzeyinde, 2013 yılında da çeşit ile çeşitxçinko interaksiyonunun ise % 1 düzeyinde istatistiki olarak etkisinin önemli olduğu izlenmektedir (Çizelge 5.9).

Çizelge 5.10 Çinko uygulaması yapılan nohut çeşitlerinde bitkide bakla sayısı ortalamaları (adet)

Çeşitler	Uygulamalar					
	2012			2013		
	Çinkosuz	Çinkolu	Ortalama	Çinkosuz	Çinkolu	Ortalama
Akçin-91	18.17 a	17.33 abc	17.75	13.89 ABCD	10.60 E	13.62 AB
Aydın-92	15.80 abcd	17.10 abc	16.45	11.00 DE	10.53 E	14.46 A
Canitez-87	15.67 abcd	18.77 a	17.22	13.57 ABCD	14.10 ABC	14.00 AB
Damla-89	18.13 a	15.30 abcd	16.72	15.03 ABC	15.43 A	13.88 AB
Er-99	15.97 abcd	14.50 abcd	15.24	15.70 A	13.93 ABCD	14.80 A
Gökçe-97	16.94 abc	13.13 cd	15.04	10.47 E	10.40 E	10.73 D
ILC-195	17.13 abc	12.47 d	14.80	10.50 E	13.90 ABCD	13.88 AB
Küsmen-99	15.47 abcd	17.70 ab	16.59	15.13 AB	14.90 ABC	10.47 D
Sarı-98	13.80 bcd	18.53 a	16.17	12.10 BCDE	14.70 ABC	12.03 C
Uzunlu-99	15.60 abcd	16.80 abc	16.20	12.07 CDE	13.83 ABCD	13.02 BC
Ortalama	16.26	16.16		12.95	13.23	

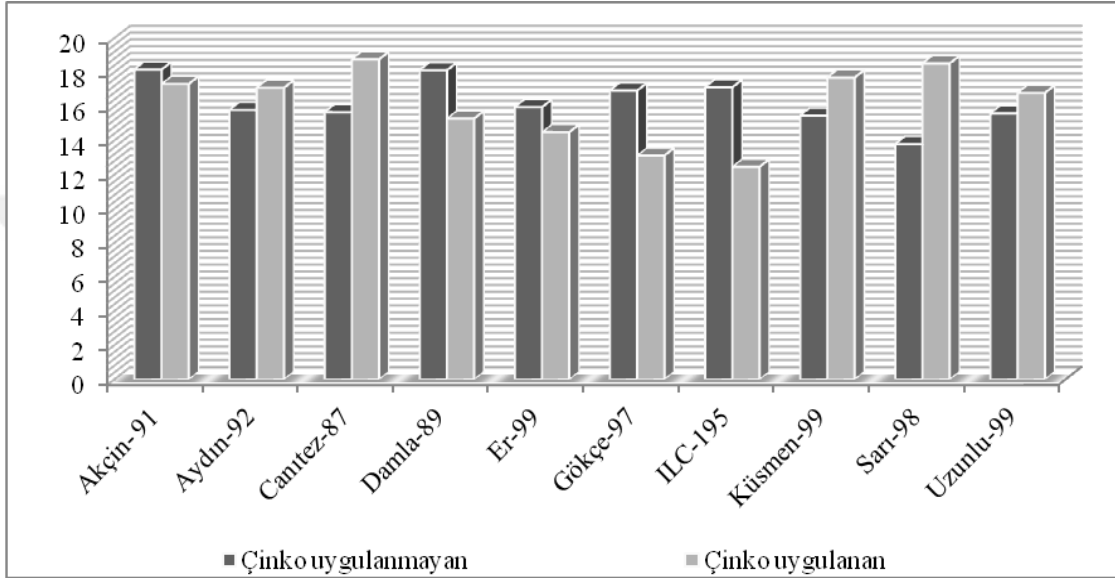
¹A.Ö.F. % 5 çeşitxçinko: 3.65

²A.Ö.F. % 1 çeşitxçinko: 2.63

²A.Ö.F. % 1 çeşit: 1.16

*Ortalamalar arasındaki farklarda büyük harfler % 1, küçük harfler % 5 düzeyinde önemlidir

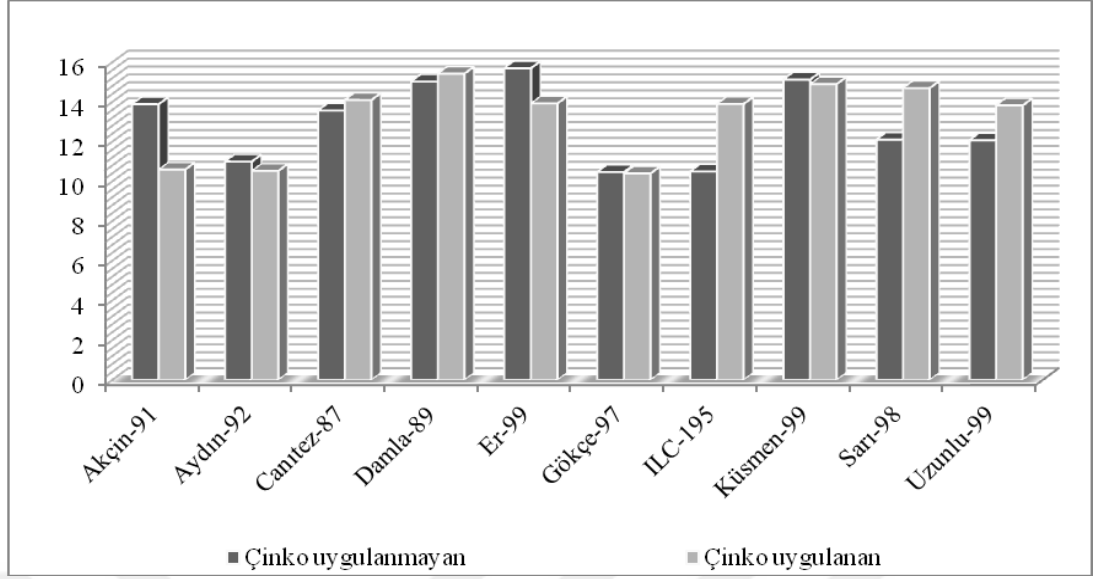
Çeşitlerin çinko uygulamasına tepkileri ayrımlı olmuş, bazı çeşitlerde çinkoyla bakla sayısında artış bazı çeşitlerde ise azalış sergilemiştir. Araştırmanın ilk yılında bitkide bakla sayısı değerleri 12.47 adet ile 18.77 adet arasında değişim göstermiştir. En yüksek bakla sayısı çinko uygulanan parselden Canitez-87 çeşidinden (18.77 adet) elde edilmiştir. En düşük bakla sayısı ise 12.47 adet ile çinko uygulanmayan ILC-195 çeşidinde tespit edilmiştir.



Şekil 5.9 Bitkide bakla sayısı 2012 yılı ortalamaları (adet)

İlk araştırma yılına benzer şekilde bakla sayısı bakımından çeşitlerin tepkileri çinko uygulamasına ayrımlı olmuş, bitkide bakla sayısı ortalamaları 10.40 adet ile 15.70 adet arasında değişim göstermiştir. Çeşitlerde çinko uygulamasına bağlı olarak bitkide bakla sayısı değerlerinde artış ve azalışlar görülmüştür. Bitkide en yüksek bakla sayısı 15.70 adet ile Er-99 çeşidinin çinkosuz uygulamasından elde edilirken, bu çeşidi 15.43 adet ile Damla-89 çeşidinin çinko uygulaması izlemiş olup, bitkide en düşük bakla sayısı değeri 10.40 adet ile Gökçe-97 çeşidinin çinkolu gübre uygulamasında tespit edilmiştir.

Nohutta en önemli verim unsurlarından birisi de bakla sayısıdır. Bu özellikle tane verimi arasında olumlu yönde ilişkiler bulunmaktadır (Akdağ ve Engin 1987, Açıkgöz ve Açıkgöz 1994, Singh vd. 1995). Akçin (1988), nohutta bakla sayısının genel olarak varyete ve çevre koşullarına göre farklılık gösterdiğini bildirmiştir.



Şekil 5.10 Bitkide bakla sayısı 2013 yılı ortalamaları (adet)

Ekimin yazlık veya kışlık oluşu, ekim zamanı, genotip karakteri, iklim koşulları, topraktaki nem ve bitki besin maddesi muhteviyatı v.b. etmenler de bakla sayısını etkilemektedir. Farklı ekoloji ve genotiplerde yapılan çalışmalarda bitkide bakla sayısının 4.0-67.4 adet arasında değiştiği belirtilmektedir (Tosun ve Eser 1975, Singh ve Tuwafe 1981, Karasu 1993, Naseem vd. 1995, Anlarsal vd. 1999, Azkan vd. 1999, Karasu vd. 1999, Akdağ 2001). Nitekim Cubero (1987) bakla sayısının çevre şartlarının etkisinde olduğunu ve ortalama sınır olmamakla birlikte 30-150 adet, Kumar vd. (1981)'da 12-256 adet arasında değiştiğini ve bakla sayısına çevresel faktörlerin önemli ölçüde etkili olduğunu belirtmişlerdir. Gençkan (1958) değişik tipteki nohutların farklı bakla sayısına sahip olduklarını, iri taneli nohutların daha az bakla oluşturduğunu bildirmiştir. Singh ve Malhotra (1984), ICARDA'da 3300 adetten fazla kabulü tipi nohut gen kaynakları materyalinde belirlenen 19 karakterden bakla sayısının 4-100 adet arasında olduğunu tespit etmişlerdir. Sandhu vd. (1988), 58 nohut hattını değerlendirdikleri çalışmalarında, inceledikleri sekiz özellik içinde bitki verimi, yüz tane ağırlığı ve bitkide bakla sayısı bakımından fenotipik ve genotipik değişkenliğin fazla olduğunu ifade etmişlerdir. Diyarbakır koşullarında, kışlık ekilen ileri kademedeki nohut genotiplerinde verim ve tane kalite özelliklerinin incelendiği çalışmada, bakla sayısının 18.6-28.0 adet/bitki olduğu tespit edilmiştir (Biçer ve Anlarsal 2004). Bakoğlu ve Ayçiçek (2005) Bingöl koşullarında yürüttükleri araştırmalarında, bitkide bakla

sayısının 9.40-17.00 adet arasında değiştiğini bildirmektedirler. Biçer ve Şakar (2011), Diyarbakır ekolojik koşullarında genotiplere göre bitkide bakla sayısının 12.8-39.4 adet arasında değiştiğini rapor etmişlerdir.

Ramgiry vd. (1989), en fazla genetik değişkenliğin hasat indeksi, bitkide bakla sayısı ve bitkide dal sayısı için söz konusu olduğunu saptamışlardır. Bakla sayısı bakımından çeşitler arasındaki farkın önemli olduğu birçok araştırmacı tarafından da bildirilmiştir (Akdağ 1985, Biçer ve Anlarsal 2004). Genotipler arasındaki farklılığın istatistiksel olarak önemli çıkması bu durumu desteklemektedir. Nitekim Akay ve Önder (2004)'da çinko uygulamasının bitkide bakla sayısının çeşitlere göre arttığı ve azalttığını bildirmektedirler. Araştırmanın iki yılına ait sonuçlarımızdaki çeşitler arasında bakla sayısı bakımından gözlenen farklılıkların önemli çıkması ve çeşit bazındaki artış ile azalışlar Akay ve Önder (2004)'in literatür bilgisi ile desteklenir niteliktedir.

5.1.6 Bitkide Tane Sayısı (adet)

Çinko uygulamasının nohut çeşitlerinde bitkide tane sayısına etkilerine ilişkin varyans analizi sonuçları çizelge 5.11'de, 2012 ve 2013 yıllarına ait çeşit ve gübre dozu ortalamalar ile ortalamaların farklılık gruplandırılmaları çizelge 5.11 ile şekil 5.11 ve şekil 5.12'de özetlenmiştir.

Çizelge 5.11 Farklı nohut çeşitlerinde çinko uygulamasının bitkide tane sayısına (adet) ilişkin varyans analizi

Varyans Kaynakları	Serbestlik Derecesi	2012 yılı ¹		2013 yılı ²	
		Kareler Ortalaması	F değeri	Kareler Ortalaması	F değeri
Çeşit	9	3.216	1.3443 ^{öd}	7.068	7.8255**
Hata ₁	18	2.392	—	0.903	—
Çinko	1	1.9597	10.2546**	52.192	28.6384 ^{öd}
Çeşitxçinko	9	5.321	2.7844*	3.164	1.7360*
Hata ₂	20	1.911	—	1.822	—
Genel	59	—	—	—	—

¹Varyasyon katsayısı (%): 9.40

²Varyasyon katsayısı (%): 14.25

*P≤% 5 düzeyinde önemli, **P≤% 1 düzeyinde önemli, öd: önemli değil

Çizelge 5.11 incelendiğinde, bitkide tane sayısı yönünden 2012 yılında çinko % 1, çeşitxçinko interaksiyonu % 5 düzeyinde önemli, 2013 yılında ise çeşit etkisinin % 1, çeşitxçinko interaksiyonunun bitkide tane sayısı üzerine etkilerinin % 5 düzeyinde önemli olduğu görülmektedir.

Çizelge 5.12 Çinko uygulaması yapılan nohut çeşitlerinde bitkide tane sayısı ortalamaları (adet)

Çeşitler	Uygulamalar					
	2012 ¹			2013 ²		
	Çinkosuz	Çinkolu	Ortalama	Çinkosuz	Çinkolu	Ortalama
Akçin-91	15.50 abcd	14.37 bcde	14.94	17.13 ab	11.73 defg	14.43
Aydın-92	15.60 abcd	17.17 a	16.39	13.90 abcdef	10.73 fg	12.32
Canitez-87	14.50 abcde	16.90 ab	15.70	14.17 abcdef	14.47 abcdef	14.32
Damla-89	12.33 e	15.33 abcd	13.83	17.47 a	16.40 abc	16.94
Er-99	15.37 abcd	16.70 abc	16.04	14.03 abcdef	11.50 efg	12.77
Gökçe-97	14.44 abcde	13.80 de	14.12	13.27 bcdefg	13.93 abcdef	13.60
ILC-195	14.10 cde	12.50 e	13.30	9.83 g	14.97 abcde	12.40
Küsmen-99	13.67 de	15.27 abcd	14.47	11.97 defg	15.43 abcd	13.70
Sarı-98	13.73 de	14.10 cde	13.92	13.00 dcefg	13.87 abcdef	13.44
Uzunlu-99	14.80 abcde	14.07 cde	14.44	12.37 defg	14.13 abcdef	13.25
Ortalama	14.40	15.02		13.71	13.72	

¹A.Ö.F. % 5 çeşitxçinko: 2.35

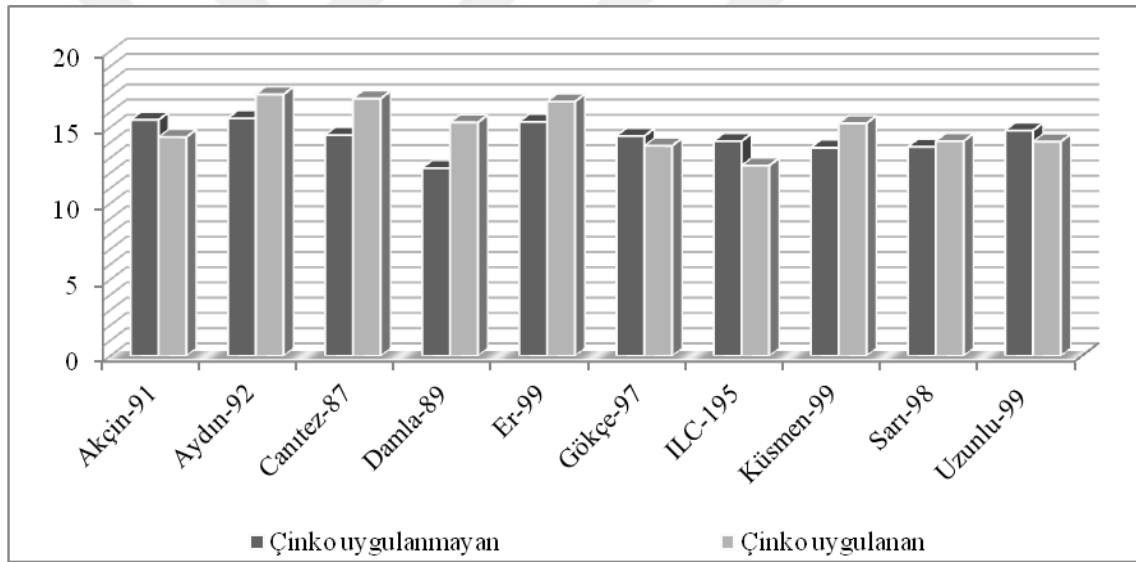
²A.Ö.F. % 5 çeşitxçinko: 3.33

*Ortalamalar arasındaki farklarda küçük harfler % 5 düzeyinde önemlidir

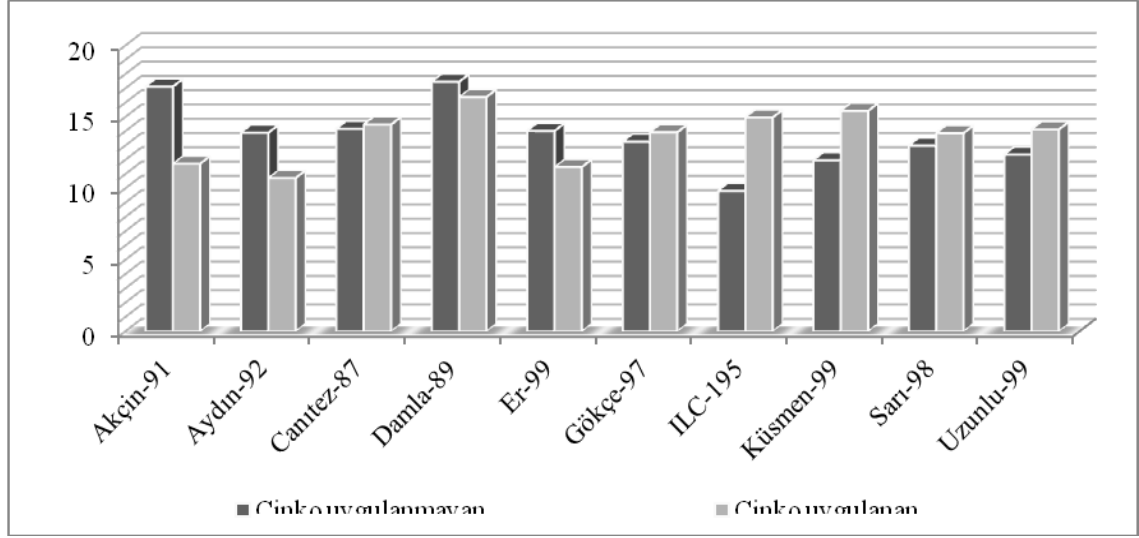
Çalışmanın ilk yılında bitkide tane sayısı değerleri bitkide 12.33 adet ile 17.17 adet aralığında değişim göstermiştir. Çinko uygulamasıyla çeşitlerde artış ve azalışlar tespit

edilmiştir. En yüksek bitkide tane sayısı değerine çinko uygulanan parselde Aydın-92 çeşidinde rastlanırken, bunu 16.90 adet ile Canitez-87 çeşidinin çinko uygulanan parseli izlemiştir. En düşük tane sayısı ise çinko uygulanmayan parselden Damla-89 çeşidinden elde edilmiştir.

Çizelge 5.12 incelendiğinde, ikinci yıl bitkide tane sayısı değerlerinin 9.83 adet ile 17.47 adet arasında değiştiği görülmektedir. Nohut çeşitleri içerisinde en fazla tane sayısı çinkolu gübre uygulamasından 17.47 adet/bitki ile çinkosuz uygulamayla Damla-89 çeşidinden elde edilirken, bunu 17.13 adet/bitki ile Akçin-91 çeşidinin çinkosuz uygulaması izlemiştir. Bitkide en az tane sayısı ise 9.83 adet/bitki ile çinko uygulanmayan ILC-195 çeşidinden elde edilmiştir.



Şekil 5.11 Bitkide tane sayısı 2012 yılı ortalamaları (adet)



Şekil 5.12 Bitkide tane sayısı 2013 yılı ortalamaları (adet)

Bitkide tane sayısı bitkide bakla sayısı ile yakından ilişkilidir. Nohutta tane verimini belirleyen önemli verim unsurlarından birisi de bitkide tane sayısıdır (Engin 1989b, Akdağ ve Şehirali 1992, Açıkgöz ve Açıkgöz 1994). Genellikle ovüllerinde oluşan deformasyonlar nedeniyle az sayıda bakla üreten bitkilerde tane oluşum oranı, çok sayıda bakla üretenlere göre daha düşük olmaktadır. Bu da bitkide bakla sayısını etkileyen faktörlerin tane sayısını da etkilediğini göstermektedir (Saxena ve Singh 1985). Karasu vd. (1999) bitkide tane sayısının çeşitlere göre değiştiğini bildirmişlerdir. Adana ekolojik koşullarında iki yıllık olarak yürüttükleri araştırmalarında, kışlık olarak ekilen 23 nohut genotipinde bitkide tane sayısının 17.0-37.5 adet arasında değiştiği bildirilmektedir (Anlarsal vd. 1999). Nohutta bitkide tane sayısını belirlemek amacıyla yapılmış diğer çalışmalarda, bu özelliğin 5 ile 56 adet/bitki arasında değiştiği tespit edilmiştir (Azkan vd. 1999, Karasu vd. 1999, Akdağ 2001). Biçer ve Şakar (2011), Diyarbakır ekolojik koşullarında genotiplere göre bitkide tane sayısının 11.8-63.4 adet arasında değiştiğini tespit etmişlerdir.

Türk (2001) yılında Diyarbakır'da iki farklı nohut çeşidinde bor+çinkolu gübre uygulamalarının verim unsurlarına etkilerini araştırdıkları çalışmalarında, çeşitler arasındaki farkın % 5 düzeyinde önemli, gübre ve interaksiyonlarının ise önemsiz olduğunu ifade etmiştir. Yücel vd. (2006) ise, nohutta bin tane ağırlığı, tane sayısı ve

dolu bakla sayısı için kalıtım derecesinin diğer özelliklerinden daha yüksek olduğunu belirtmişlerdir. Denememizin ikinci yılında genotipik farklılığın önemli olduğu görülmektedir. Bu bağlamda elde ettiğimiz sonuçlar her iki literatür bilgisini de kanıtlar durumdadır. Nitekim bakla sayısı bakımından çeşitler arasındaki farkın önemli olduğu birçok araştırmacı tarafından da bildirilmiştir (Akdağ 1985, Biçer ve Anlarsal 2004).

Toğay vd. (2001), elde ettiği verilerde artan çinko dozları ile mercimekte bitkide tane sayısının arttığını bildirmişlerdir. Bir başka bildirişte ise Ünsal (2007), alkalın topraklarda humik asit (0, 40 kg da⁻¹) ve Zn'nun üç farklı dozunun (0, 2, 4 kg da⁻¹) iki farklı nohut çeşidinde verim ve N, P, K içeriğine etkisi üzerine yaptığı bir çalışmada, yetiştirme ortamına artan dozlarda humik asit ve çinko uygulamasının, iki farklı nohut bitkisinin gelişimine ve N, P, K içeriklerine etkisinin belirlenmesini amaçlandığı çalışmada humik asit ve çinko uygulamalarının bitkide tane sayısı üzerine etkisi ile humik asit ve çinko interaksyonunun önemli olduğunu, 11.12 adet ile humik asit uygulanan ve 4 kg da⁻¹ çinko dozundan elde edilmiştir. Çeşitler arasındaki farklılıklar çeşitlerin çinkoyu etkin kullanıp kullanmama kabiliyetlerine göre artış ve azalış sergilemiştir. Denemenin her iki yılında da çinkolu gübre artışının olduğu çeşitlere ait veriler çinkonun tane sayısını artırdığı yönünde bildirişleri bulunan Nagaraju ve Yadahalli (1996), Toğay vd. (2001), Türk (2001) ve Nalini vd. (2013)'nin bildirişleriyle benzerlik göstermektedir. Denememizden elde ettiğimiz tane sayısı değerleri literatür bildirişlerinden bir miktar düşüktür. Bunun nedeni ise fertil bakla sayısının azlığından kaynaklanmış olabilir.

5.7 Bitki Biyolojik Verimi (g)

Çinkolu gübre uygulamalarının bitkinin biyolojik verimine etkisini gösteren varyans analiz tablosu çizelge 5.13'de verilmiştir. Çizelge 5.13'de izlendiğinde 2012 yılında çeşit etkisi % 1 önemli, çinko uygulaması ile çeşitxçinko interaksyonu önemsiz, 2013 yılında çeşit ve çinko uygulaması % 1 önemli, çeşitxçinko interaksyonu ise önemsiz bulunmuş olup, ilgili ortalamalar çizelge 5.13 ile şekil 5.13 ve şekil 5.14'de sunulmuştur.

Çizelge 5.13 Farklı nohut çeşitlerinde çinko uygulamasının bitki biyolojik verimine (g) ilişkin varyans analizi

Varyans Kaynakları	Serbestlik Derecesi	2012 yılı ¹		2013 yılı ²	
		Kareler Ortalaması	F değeri	Kareler Ortalaması	F değeri
Çeşit	9	6.541	15.3746**	1173.828	2.6635**
Hata ₁	18	0.425	—	440.702	—
Çinko	1	0.637	0.5366 ^{öd}	13450.845	35.5033**
Çeşitxçinko	9	1.083	0.9131 ^{öd}	826.413	2.1813 ^{öd}
Hata ₂	20	1.186	—	378.862	—
Genel	59	—	—	—	—

¹Varyasyon katsayısı (%): 10.41

²Varyasyon katsayısı (%): 11.06

*P≤ % 5 düzeyinde önemli, **P≤% 1 düzeyinde önemli, öd: önemli değil

Çalışmanın ilk yılında çeşitlerin bitki biyolojik verim değerleri çeşit ortalamaları bakımından 8.91 g ile 12.08 g arasında değişim göstermiştir. En yüksek bitki biyolojik verim değeri 12.08 g ile Er-99 çeşidinden elde edilmiştir. Bu değeri sırasıyla Canitez-87 (11.82 g) ve Sarı-98 (11.56 g) çeşidi izlemiştir. En düşük bitki biyolojik verimi ise 8.91 g ile Aydın-91 çeşidinde tespit edilmiştir. Tüm çeşitler birlikte değerlendirildiğinde; Er-99 çeşidi ön plana çıkmaktadır.

Çizelge 5.14 Çinko uygulaması yapılan nohut çeşitlerinde bitki biyolojik verimi ortalamaları (g)

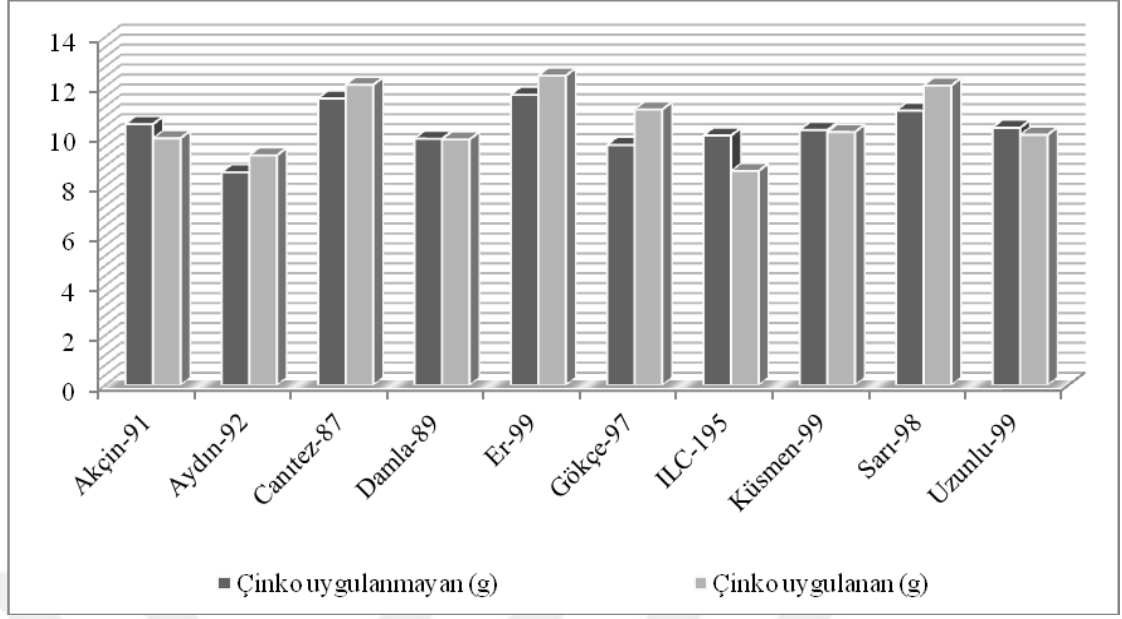
Çeşitler	Uygulamalar					
	2012 ¹			2013 ²		
	Çinkosuz	Çinkolu	Ortalama	Çinkosuz	Çinkolu	Ortalama
Akçin-91	10.51	9.94	10.23 B	10.51	12.67	11.59 B
Aydın-92	8.57	9.25	8.91 D	13.75	14.17	13.96 A
Canitez-87	11.54	12.09	11.82 A	11.15	11.14	11.15 A
Damla-89	9.92	9.89	9.90 BC	9.11	13.34	11.23 B
Er-99	11.69	12.46	12.08 A	12.10	13.86	12.98 A
Gökçe-97	9.67	11.10	10.38 B	9.84	13.06	11.45 B
ILC-195	10.05	8.62	9.33 CD	11.78	14.41	13.07 A
Küsmen-99	10.27	10.19	10.23 B	10.98	11.65	11.31 B
Sarı-98	11.05	12.06	11.56 A	12.35	14.96	13.66 A
Uzunlu-99	10.36	10.08	10.22 B	10.83	12.59	11.71 B
Ortalama	10.36	10.57		11.28	13.14	

¹A.Ö.F. % 1 çeşit: 0.79

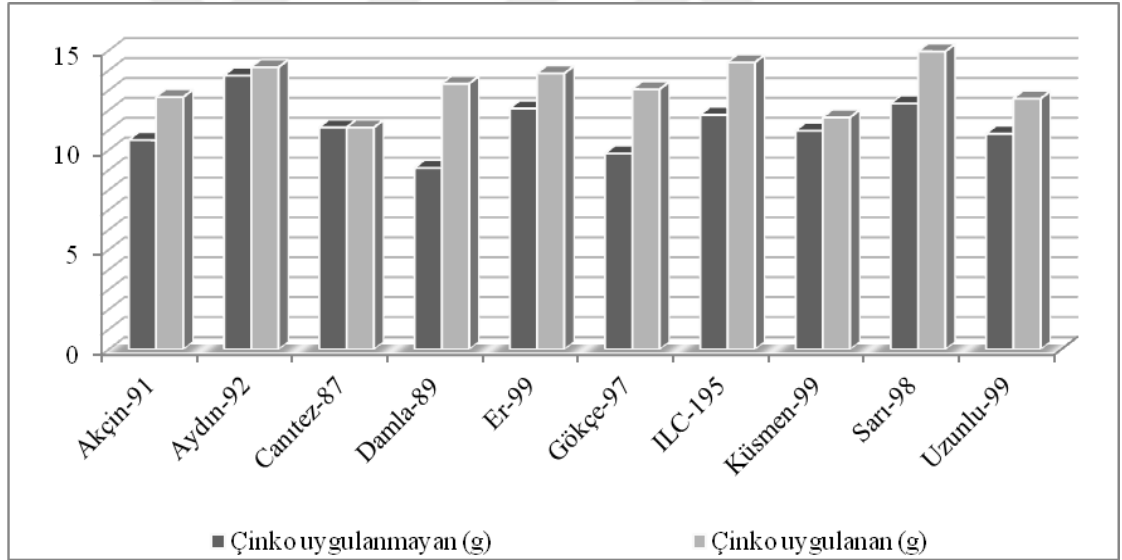
²A.Ö.F. % 1 çeşit: 1.15

*Ortalamalar arasındaki farklarda büyük harfler % 1 düzeyinde önemlidir

Araştırmanın ikinci yılında ise çeşit ve çinko uygulamalarının bitki biyolojik verime etkileri önemli bulunmuştur. Nohut çeşitlerinin genetik özellikleri birbirinden farklı olduğundan, aynı düzeyde çinko uygulanmasına karşın oluşturdukları bitki biyolojik verim değerleri birbirinden farklı olmuştur. Çinko uygulamasıyla çeşitlerin bitki biyolojik verim değerleri artış göstermiştir. En yüksek biyolojik verim değeri çinko uygulanan Sarı-98 çeşidinden (14.96 g) alınmıştır. Bu değeri 14.17 g ile çinko uygulanan Aydın-92 çeşidi izlemiştir. En düşük bitki biyolojik verim değeri ise çinko uygulanmayan Damla-89 çeşidinden (9.11 g) elde edilmiştir. Tüm çeşit ortalamaları dikkate alındığında; en yüksek bitki biyolojik verimi 13.96 g ile Aydın-92 çeşidinde tespit edilirken, bunu sırasıyla Sarı-98 (13.66 g) ve ILC-195 (13.07 g) çeşitleri takip etmiştir.



Şekil 5.13 Bitki biyolojik verim 2012 yılı ortalamaları (g)



Şekil 5.14 Bitki biyolojik verim 2013 yılı ortalamaları (g)

Nohutta tane verimini artıran başlıca öğelerden birisi de biyolojik verimdir. Toker ve Çağırğan (2003), yüksek biyolojik verimin yüksek tane veriminin göstergesi olduğunu bildirmişlerdir. Avustralya’da sera koşullarında bitki başına biyolojik verimin 7.7 g olduğunu bildirmektedir (Lindsay vd. 2011). Araştırma sonuçlarımızın her iki yılında da elde edilen biyolojik verim değerleri belirtilen sınırlar içerisinde yer almakta olup, çinkonun nohutta vejetatif ve generatif gelişmeyi etkilediği tüm bunların sonucu olarak

da biyolojik verimin arttığı yönündeki bildiriş ile ikinci yıl verilerimiz paralellik arz etmektedir.

Nohut çeşitlerinde çinko uygulamalarının ilk araştırma yılında bitki biyolojik verimi üzerine etkisinin istatistiki olarak önemli bulunmamasının nedenini çinkonun farklı etki yapması olarak açıklamak mümkündür. Ayrıca biyolojik verim değerlerinin literatür bilgisinden daha az gerçekleşmesi çeşitlerin genotipik kapasitelerinin birbirine yakın olmasının yanı sıra, bitkilerin su ve besin elementi ile güneş ışığından birbirine yakın düzeyde yararlanmasının yanı sıra (Güven 2002, Taban vd. 2003) çeşitlerin çinkoya farklı tepkiler göstermeleri nedeniyle topraktaki mevcut çinkoyu daha etkin kullanabilmelerindeki farklılıklara bağlamak mümkündür. Ayrıca Akay ve Önder (2004) nohutta çinko uygulamalarının biyolojik verimi önemli düzeyde etkilediğini ve bu etkinin artış ve azalışla meydana gelebileceğini ortaya koymuştur. Bu bağlamda araştırmamızın ilk yılındaki sonuçlarımız Akay ve Önder (2004)'in bildirişleriyle benzerlik göstermektedir.

5.8 Bitki Tane Verimi (g)

Çinko uygulamalarının bitkinin tane verimine etkisini gösteren varyans tablosunun verildiği çizelge 5.15 incelendiğinde, 2012 yılında çeşit etkisi % 1 önemli, çinko uygulaması ile çeşitxçinko interaksiyon etkisi önemsiz iken, 2013 yılında çeşit etkisinin % 5, çinko uygulamasının % 1, çeşitxçinko interaksiyonunun ise % 5 düzeyinde önemli olduğu görülmektedir.

Çizelge 5.15 Farklı nohut çeşitlerinde çinko uygulamasının bitki tane verimine (g/bitki) ilişkin varyans analizi

Varyans Kaynakları	Serbestlik Derecesi	2012 yılı ¹		2013 yılı ²	
		Kareler Ortalaması	F değeri	Kareler Ortalaması	F değeri
Çeşit	9	3.789	6.4909**	1.953	3.4793*
Hata ₁	18	0.584	—	0.561	—
Çinko	1	0.549	0.4860 ^{öd}	19.380	26.8676**
Çeşitxçinko	9	0.889	0.7866 ^{öd}	2.146	2.9751*
Hata ₂	20	1.130	—	0.721	—
Genel	59	—	—	—	—

¹Varyasyon katsayısı (%): 18.70

²Varyasyon katsayısı (%): 13.82

*P≤ % 5 düzeyinde önemli, **P≤ % 1 düzeyinde önemli, öd: önemli değil

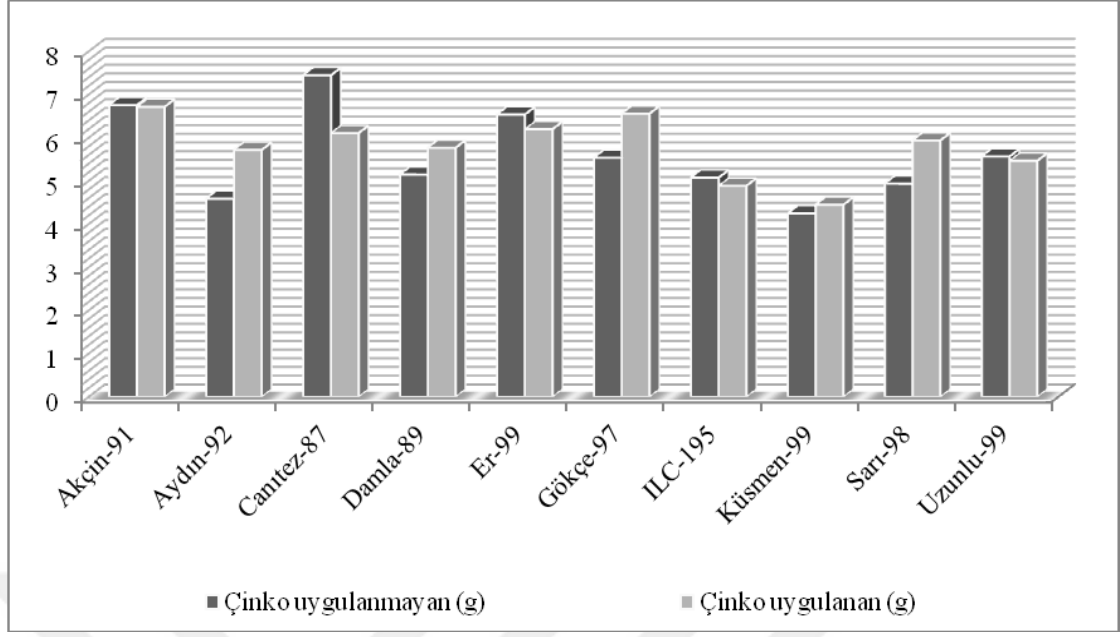
Çizelge 5.16 Çinko uygulanan nohut çeşitlerinde bitki tane verimi ortalamaları (g)

Çeşitler	Uygulamalar					
	2012 ¹			2013 ²		
	Çinkosuz	Çinkolu	Ortalama	Çinkosuz	Çinkolu	Ortalama
Akçin-91	6.76	6.72	6.74 A	5.94 cde	5.25 de	5.60
Aydın-92	4.59	5.72	5.15 CDE	4.81 e	6.28 bcde	5.55
Canitez-87	7.45	6.11	6.78 A	7.52 abc	6.12 bcde	6.82
Damla-89	5.15	5.77	5.46 BCD	6.31 bcde	5.81 e	6.06
Er-99	6.54	6.20	6.37 AB	6.71 bcd	8.37 a	7.54
Gökçe-97	5.54	6.56	6.05 ABC	5.62 de	5.39 de	5.51
ILC-195	5.08	4.89	4.93 DE	5.46 de	6.11 bcde	5.79
Küsmen-99	4.25	4.45	4.38 E	7.72 ab	7.49 abc	7.61
Sarı-98	4.94	5.94	5.44 BCD	5.86 ade	6.32 bcde	6.09
Uzunlu-99	5.57	5.47	5.52 BCD	4.84 e	4.98 e	4.91
Ortalama	5.59	5.78		6.08	6.21	

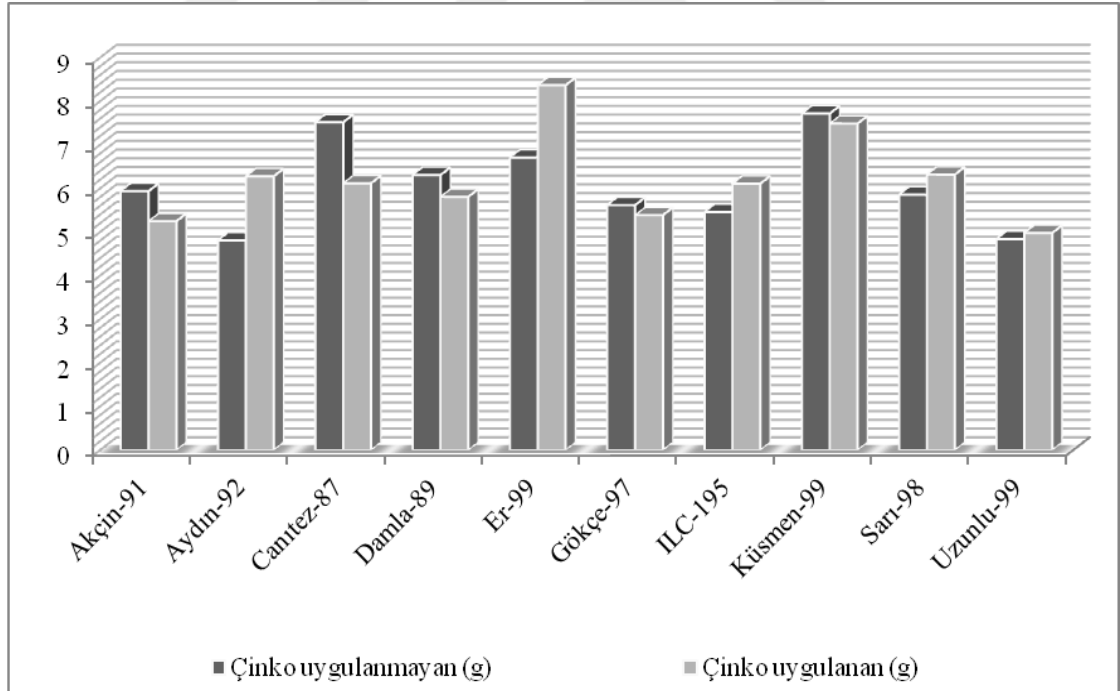
¹A.Ö.F. % 1 çeşit: 0.92

²A.Ö.F. % 5 çeşitxçinko: 1.45

*Ortalamalar arasındaki farklarda büyük harfler % 1, küçük harfler % 5 düzeyinde önemlidir



Şekil 5.15 Bitki tane verimi 2012 yılı ortalamaları (g)



Şekil 5.16 Bitki tane verimi 2013 yılı ortalamaları (g)

Çalışmanın ilk ve ikinci yıl ortalamalarının özetlendiği çizelge 5.16'dan izleneceği üzere, ilk yıl yalnızca çeşit etkisi önemlidir ve bitkide tane verimi değerleri çeşit

ortalaması olarak 4.38 g ile 6.78 g aralığında varyasyon göstermiştir. En yüksek bitki tane verimi değeri 6.78 g ile Canitez-87 çeşidinden elde edilirken, bunu 6.74 g ile Akçin-91 çeşidi izlemiştir. En düşük tane verimi ise 4.38 g ile Küsmen-99 çeşidinden elde edilmiştir. Araştırmanın ikinci yılında çinko uygulamasının etkisi önemli olmakla birlikte, çinkonun genel olarak bitki tane verimini artırdığı söylenebilir. Bitkide tane verimi değerleri 4.81 g/bitki ile 8.37 g/bitki aralığında sıralanmış ve en yüksek bitkide tane verimi değeri 8.37 g/bitki ile çinko uygulaması yapılan Er-99 çeşidinde, en düşük tane verimine çinko uygulanmayan Aydın-92 çeşidinden elde edilmiştir.

Tane verimi, vejetasyon periyodu içerisinde birbirini izleyen farklı fenolojik dönemler ile bu dönemlerdeki fizyolojik ve morfolojik karakterlerin karşılıklı etkileşimleri sonucu oluşmaktadır (Öztürk ve Akten 1999).

Tosun ve Eser (1975), bitki tane veriminin 6.71-21.67 g arasında değiştiğini, Islam vd. (1982) Bangladeş'te, bitki tane veriminin 4.6 g olduğunu, Eser vd. (1989), Ankara koşullarında bitki tane veriminin 0.4-5.8 g olduğunu bildirmişlerdir. Pooran ve Singh (1997), 1983-1984 yıllarında 49 nohut genotipinde, bitkide bakla sayısı ve tane sayısının nohutta tane verimine en çok katkısı olan karakterler olduğunu bildirmişlerdir. Farklı çalışmalarda nohutta bitkide tane veriminin 4.69-28.5 g arasında değiştiği belirlenmiştir (Singh vd. 1991, Anlarsal vd. 1999, Akdağ 2001). Diyarbakır yöresinden toplanan 43 kabuli, 3 adet desi tip nohut genotipi ile Güney Sarısı ve Diyar çeşitleriyle yapılan araştırmada çıkış süresi, metrekaredeki bitki sayısı, % 50 çiçeklenme gün sayısı, olgunlaşma gün sayısı, bitkide ana dal sayısı, bitkide bakla sayısı, bitkide tane sayısı, yüz tane ağırlığı ve tane verimi incelenmiş olup, bitkide tane veriminin 4.29-7.26 g aralığında değiştiği bildirilmiştir. Biçer ve Şakar (2011), Diyarbakır ekolojik koşullarında yapılan çalışmada, genotiplere göre bitkide tane veriminin 2.1-11.1 g arasında değiştiğini tespit etmişlerdir.

Bitkide nohutta tane verimi konusunda yapılan çalışmalarda verilen referans değerler çalışmamızda elde ettiğimiz tane verimi değerleri ile uyum göstermektedir (Tosun ve Eser 1975, Eser vd. 1989, Singh vd. 1991, Anlarsal vd. 1999, Akdağ 2001). Çeşitlerin genetik yapılarındaki farklılıkların yanı sıra çalışmamızın ilk yılında toprak ve iklim

faktörleri nedeniyle etkisini tam gösterememiş olabilir. Bu nedenle de deneme toprağının ve yağış ile sıcaklık gibi iklim faktörlerinin farklı olması nedeniyle yıllar arasında farklılıkların görülmesi olağandır. Araştırmamızın ikinci yılına dair elde ettiğimiz sonuçlar nohutta çinkonun bitkide tane verimini artırdığı yönünde bildirişte bulunan Meena (2001), Akay ve Önder (2004), Wei vd. (2007), Sharma ve Kuswaha (2011), Tripathi vd. (2011) ve Kharol vd. (2014)'nin bildirişleri ile de uyum içindedir.

5.9 Birim Alan Biyolojik Verimi (kg/da)

On nohut çeşidi ile çinko uygulanarak yapılan çalışmada, birim alan biyolojik verimine ilişkin elde edilen verilerle yapılan varyans analizi sonuçları çizelge 5.17'de, 2012 ve 2013 yıllarına ait çeşit ve çinko uygulaması ile ortalamaların farklılık gruplandırılmaları çizelge 5.17 ile şekil 5.17 ve 5.18'de verilmiştir.

Çizelge 5.17 Farklı nohut çeşitlerinde çinko uygulamasının birim alan biyolojik verimine (kg/da) ilişkin varyans analizi

Varyans Kaynakları	Serbestlik Derecesi	2012 yılı ¹		2013 yılı ²	
		Kareler Ortalaması	F değeri	Kareler Ortalaması	F değeri
Çeşit	9	5458.776	14.4266**	1173.828	2.6635*
Hata ₁	18	378.382	—	440.702	—
Çinko	1	1351.376	0.2104 ^{öd}	13450.84	0.0000**
Çeşitxçinko	9	1400.730	0.1459 ^{öd}	826.413	2.1813 ^{öd}
Hata ₂	20	807.107	—	378.862	—
Genel	59	—	—	—	—

¹Varyasyon katsayısı (%): 15.27

²Varyasyon katsayısı (%): 8.46

*P≤% 5 düzeyinde önemli, **P≤% 1 düzeyinde önemli, öd: önemli değil

Araştırmanın ilk yılına dair birim alan biyolojik verim değerlerine bakıldığında, çeşit etkisi % 1 önemli iken, çinko etkisi ile çeşitxçinko interaksyonu önemsiz, ikinci yıl çinko etkisi % 1 ve çeşit etkisi % 5 önemli iken, çeşitxçinko interaksyonu ise önemsiz bulunmuştur.

Çizelge 5.17 incelendiğinde; ilk araştırma yılında birim alan biyolojik verimleri çeşit ortalamaları bakımından, 139.3 kg/da ile 243.3 kg/da aralığında bir seyir izlemiştir. En yüksek birim alan biyolojik verim değeri Canitez-87 çeşidinden (243.3 kg/da) çeşidinden, ikinci sırada ise Er-99 (209.8 kg/da) çeşidi yer almıştır. En düşük biyolojik verim ise 163.2 kg/da ILC-195 çeşidinden elde edilmiştir.

Çizelge 5.18 Çinko uygulanan nohut çeşitlerinde birim alan biyolojik verimi (kg/da) ortalamaları

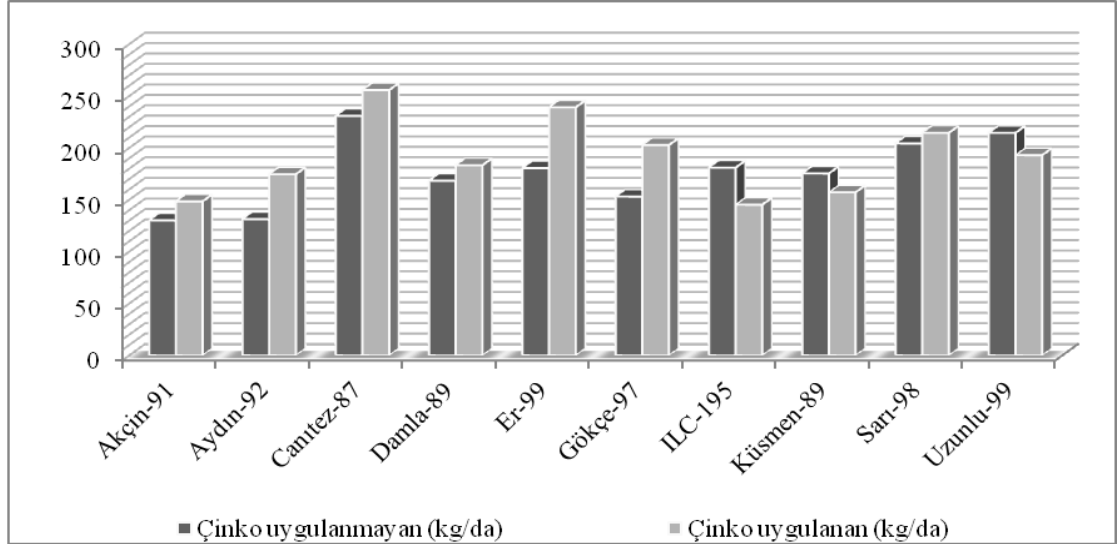
Çeşitler	Uygulamalar					
	2012 ¹			2013 ²		
	Çinkosuz	Çinkolu	Ortalama	Çinkosuz	Çinkolu	Ortalama
Akçin-91	130.14	148.40	139.3 D	196.80	233.33	215.10 c
Aydın-92	131.40	174.60	171.3 C	233.50	268.50	250.90 a
Canitez-87	230.90	255.70	243.3 A	231.00	220.90	225.90 abc
Damla-89	168.34	183.30	176.1 C	182.13	246.93	214.50 c
Er-99	180.46	239.10	209.8 A	225.27	257.20	241.20 abc
Gökçe-97	153.12	202.75	177.9 C	196.90	247.93	222.40 abc
ILC-195	181.01	145.30	163.2 C	234.50	254.80	244.70 abc
Küsmen-99	175.41	157.20	166.3 C	219.53	212.61	216.10 bc
Sarı-98	204.33	214.55	209.4 B	227.10	262.50	244.80 ab
Uzunlu-99	214.53	193.05	203.8 B	203.30	245.08	224.20 abc
Ortalama	176.97	191.40		215.00	244.98	

¹A.Ö.F. % 1 çeşit: 23.59

²A.Ö.F. % 5 çeşit: 25.46

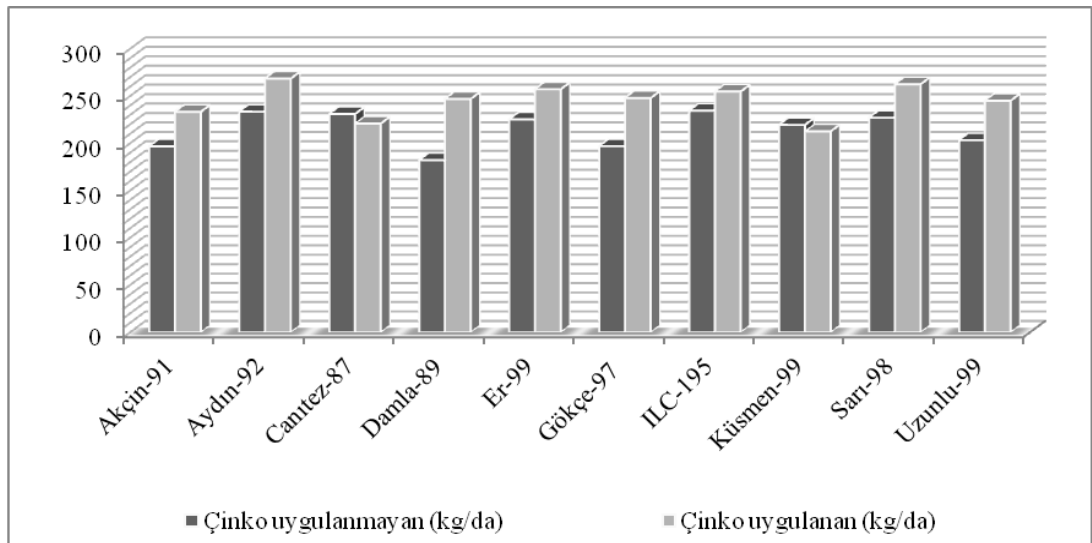
²A.Ö.F. % 5 çinko 33.15

*Ortalamalar arasındaki farklarda büyük harfler % 1, küçük harfler % 5 düzeyinde önemlidir



Şekil 5.17 Birim alan biyolojik verim 2012 yılı ortalamaları (kg/da)

Çinkolu gübre uygulaması ikinci yıl birim alan biyolojik verimini olumlu yönde etkilemiş ve artırmıştır (Çizelge 5.18). En yüksek birim alan biyolojik verimi çinko uygulanan Aydın-92 (268.50 kg/da) çeşidinden elde edilirken, bunu sırasıyla 262.50 kg/da ile çinko uygulanan Sarı-98 ve 257.20 kg/da ile çinko uygulanan Er-99 çeşidi izlemiştir. Damla-89 çeşidi ise 182.13 kg/da en düşük birim alan biyolojik verim değeriyle en son sırada yer almıştır. Tüm çeşitler birlikte değerlendirildiğinde, ortalama olarak Aydın-92 çeşidi 250.90 kg/da birim alan biyolojik verimiyle ilk sırada yer alırken, bunu 244.80 kg/da ile Sarı-98 çeşidi izlemiştir.



Şekil 5.18 Birim alan biyolojik verim 2013 yılı ortalamaları (kg/da)

Biyolojik verim ya da bitki ağırlığı değerleri nohudun yetiştiği ekolojiye göre de önemli derecede değişebilmektedir. Meyveci vd. (2004), farklı nohut çeşitlerinde (Gökçe, Akçin-91, İzmir-92, ILC-482) çinko uygulamalarının verim üzerine etkileri ile en uygun çinko dozunun belirlenmesi amacıyla, iki farklı lokasyonda (Konya Kadınhanı ve Ankara Haymana), üç yıl art arda yaptıkları çalışmada farklı çinko dozlarını (0, 0.5, 1, 2 ve 3 kg/da Zn) kullandıkları çalışmalarında, bazı yıllarda 0.5-1 kg Zn/da çinko dozu ile en yüksek verim elde edilirken, bazı kurak yıllarda daha yüksek doz olan 2-3 kg Zn/da çinko dozunun en yüksek verimi verdiğini, Ankara Haymana'da çinko doz artışına bağlı olarak verimin arttığını, Konya Kadınhanı'da ise en yüksek verim artışına 2 kg Zn/da çinko dozunun neden olduğunu tespit etmişlerdir. Denemenin uzun yıllık değerlendirmesine göre, çinko miktarının düşük olduğu topraklarda 1-2 kg Zn/da çinko dozunun toprağa uygulamasının iyi sonuç verdiğini, bunun ilk yılın kurak ya da yağışlı gidişine göre değişeceği ve kurak yıllarda bitkinin çinkodan daha fazla yararlanabileceğini tespit etmişlerdir. Çinko gübrelemesinin, bitkide tane sayısı, yüz tane ağırlığı ve biyolojik verimi olumlu etkilerken, bitki boyunu çok fazla etkilemediğini gözlemlemişler ve çinkonun toprağa en az üç dört yılda bir uygulanması gerektiğini vurgulamışlardır. Balwant vd. (1984) ise *Rhizobia* aşılması, molibden ve çinko uygulamalarının nohut çeşitlerinin kuru madde verimi ve azot içeriği üzerine etkilerini belirlemek amacıyla kurdukları saksı denemelerinde, 2 ppm çinko uygulaması bitkide sap ve kök ağırlığını belirli oranda artırırken, 4 ppm çinko uygulaması toplam bitki ağırlığında azalmaya neden olduğunu bildirmektedir.

Bakoğlu ve Ayçiçek (2005), 8 nohut genotipiyle Bingöl koşullarında yürüttükleri çalışmalarında, biyolojik verimin 151.80-201.00 kg/da arasında olduğunu belirlemişlerdir. Öztaş (2006), Harran Ovası koşullarında nohut genotiplerinde biyolojik verim değerlerinin 283.95-503.20 kg/da arasında değişim gösterdiğini bildirmişlerdir.

Çalışmamızın ilk yılında elde ettiğimiz bulgular ile Türk (2001)'ün yılında Diyarbakır'da iki farklı nohut çeşidinde bor+çinkolu gübre uygulamalarının verim unsurlarına etkilerini araştırdıkları çalışmalarında söz konusu olduğu üzere çeşitler arasındaki farkı % 5 düzeyinde, gübre ve interaksiyonlarının ise önemsiz olduğu yönündeki bildirişi ile örtüşür durumdadır. Aydeniz vd. (1978), Saidhar vd. (1983),

Gurmani vd. (1984) ve Taban ve Kacar (1991)'in yaptıkları çalışmalarda bildirdikleri üzere çinko uygulamasının biyolojik verim üzerine etkisinin bulunmadığı bilgisi ile de paralellik göstermektedir. Ayrıca Ünsal (2007) Van koşullarında alkalın yetiştirme ortamında artan dozlarda iki humik asit ve üç çinko dozu uygulamasının nohut bitkisinin gelişimi ile N, P, K içeriklerine etkisinin belirlenmesi amacıyla yürüttüğü çalışmada, humik asit ve çinko uygulamalarının biyolojik verim üzerine etkisinin önemli olduğu, humik asit ve çinko interaksiyonlarını önemli, humik asit ve çinko interaksiyonunun ise önemsiz olduğunu bildirmektedirler. Çalışmamızın ikinci yılında elde ettiğimiz sonuçlar, çinkonun biyolojik verimi olumlu yönde etkileyerek artırdığını bildiren Katyal ve Ponnamparuma (1974), Subrahmanyam ve Mehra (1974), Karaman vd. (1998), Sunder (2001), Toğay vd. (2004) ve Valenciano vd. (2010)'nun ile literatür bildirişleri ile arasında benzerlik bulunmaktadır.

5.10 Birim Alan Tane Verimi (kg/da)

Çinko uygulamalarının birim alan tane verimine etkisini gösteren varyans analiz tablosu çizelge 5.19'da, 2012 ve 2013 yıllarına ait çeşit ve gübre dozu ortalamalar ile ortalamaların farklılık gruplandırmaları çizelge 5.20 ve şekil 5.19 ile 5.20'de açıklanmıştır.

Birim alan verimine ilişkin varyans analiz çizelgesinden anlaşılacağı üzere, ilk araştırma yılında birim alan tane verimi üzerine çeşitlerin etkisi istatistiki olarak % 1 düzeyinde, çinko ile çeşitxçinko etkisi önemsiz, ikinci yılda ise çinko etkisi önemli (% 5), çeşit etkisi ve interaksiyon ise önemsiz bulunmuştur.

Çizelge 5.19 Farklı nohut çeşitlerinde çinko uygulamasının birim alan tane verimine (kg/da) ilişkin varyans analizi

Varyans Kaynakları	Serbestlik Derecesi	2012 yılı ¹		2013 yılı ²	
		Kareler Ortalaması	F değeri	Kareler Ortalaması	F değeri
Çeşit	9	500.400	6.9558**	420.324	1.7886 ^{öd}
Hata ₁	18	71.940	—	234.995	—
Çinko	1	10.275	0.0895 ^{öd}	574.061	4.8391*
Çeşitxçinko	9	75.823	0.6603 ^{öd}	213.104	1.7964 ^{öd}
Hata ₂	20	114.828	—	118.631	—
Genel	59	—	—	—	—

¹Varyasyon katsayısı (%): 9.71

²Varyasyon katsayısı (%): 8.46

*P≤% 5 düzeyinde önemli, **P≤% 1 düzeyinde önemli, öd: önemli değil

Çalışmanın ilk yılında birim alan tane verimini etkileyen unsur olarak çeşit özelliği etkisini göstermektedir. Çizelge 5.20'den izleneceği üzere çeşit ortalamaları dikkate alındığında, Sarı-98 çeşidi 122.1 kg/da olarak ilk sırada yer alırken, bunu 122.0 kg/da ile Canitez-87 ve 119.2 kg/da Er-99 çeşidi izlemiştir. En düşük birim alan tane verimi 97.30 kg/da ile ILC-195 çeşidinde tespit edilmiştir.

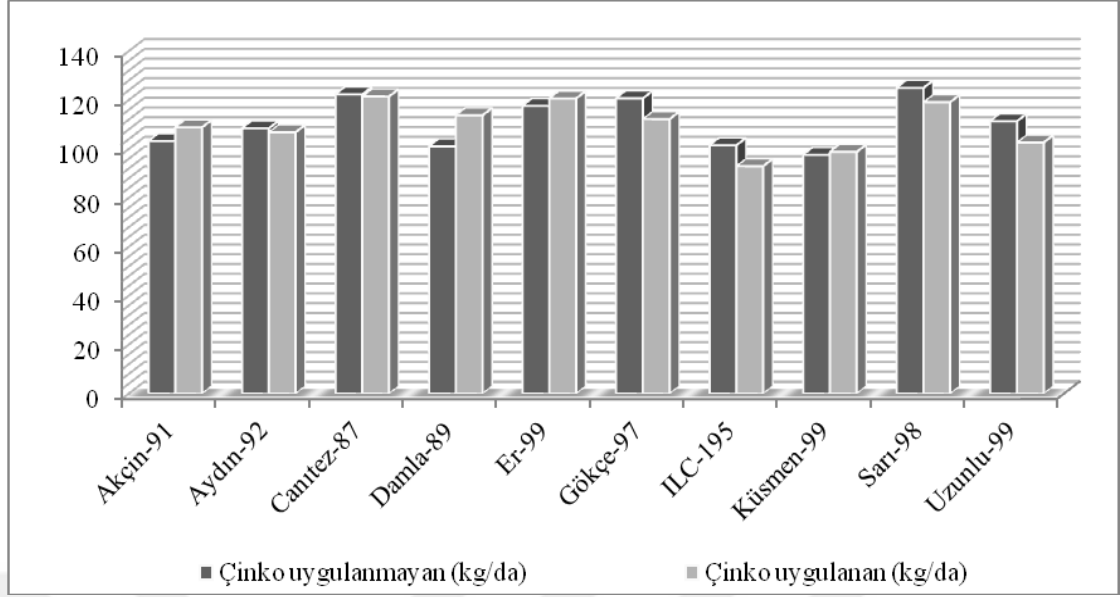
Çizelge 5.20 Çinko uygulanan nohut çeşitlerinde birim alan tane verimi ortalamaları (kg/da)

Çeşitler	Uygulamalar					
	2012 ¹			2013 ²		
	Çinkosuz	Çinkolu	Ortalama	Çinkosuz	Çinkolu	Ortalama
Akçin-91	103.27	108.90	106.1 BC	123.43	128.42	125.93
Aydın-92	108.51	106.89	107.7 BC	129.30	133.46	131.38
Canitez-87	122.40	121.52	122.0 A	146.80	150.17	148.49
Damla-89	101.12	113.83	107.5 BC	125.20	127.60	126.40
Er-99	117.69	120.70	119.2 A	112.60	112.53	112.56
Gökçe-97	120.77	112.29	116.5 AB	114.73	133.16	123.95
ILC-195	101.57	93.03	97.30 C	126.26	124.63	125.45
Küsmen-99	97.63	98.86	98.24 C	118.59	151.10	134.85
Sarı-98	125.04	119.19	122.1 A	125.04	122.46	123.75
Uzunlu-99	111.41	102.72	107.1 BC	134.15	124.33	129.24
Ortalama	110.94	109.79		125.61	130.79	

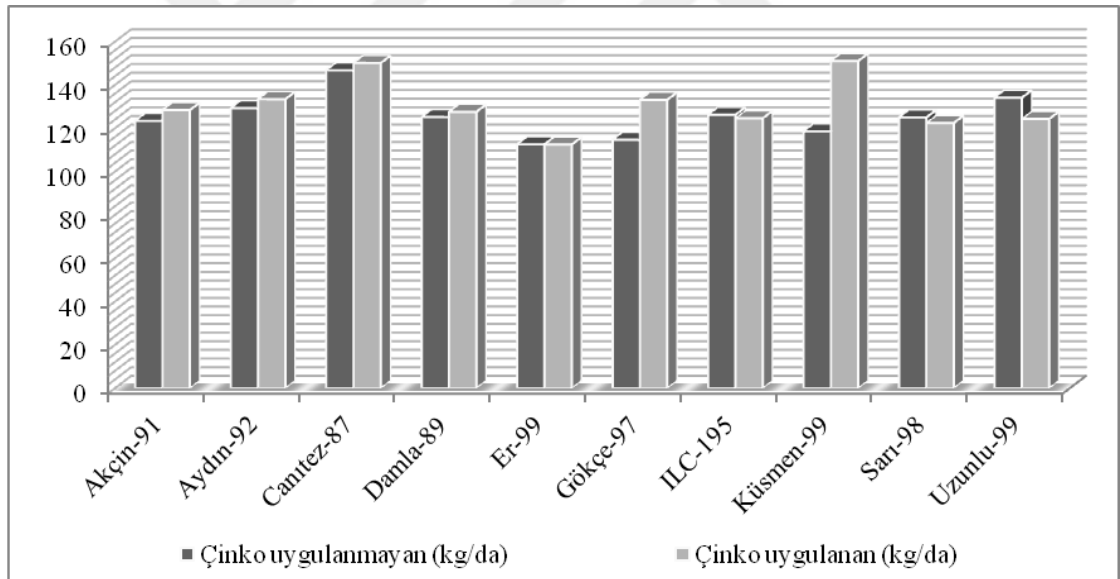
¹A.Ö.F. % 1 çeşit: 10.29

²A.Ö.F. % 5 çinko: 5.04

*Ortalamalar arasındaki farklarda büyük harfler % 1, küçük harfler % 5 düzeyinde önemlidir



Şekil 5.19 Birim alan tane verimi 2012 yılı ortalamaları (kg/da)



Şekil 5.20 Birim alan tane verimi 2013 yılı ortalamaları (kg/da)

İkinci araştırma yılında ise birim alan tane verimi özelliğinin verildiği çizelgeden hareketle, çinkolu gübrenin birim alan tane verimine olumlu yönde katkı sağladığı ve artırdığı görülmektedir. Çalışmanın ikinci yılında birim alan tane verimi değerleri 289.44 kg/da ile 125.23 kg/da arasında değişim göstermiştir. En yüksek birim alan tane verimi çinkolu gübre uygulamasıyla 289.44 kg/da ile Aydın-92 çeşidinde, en düşük

birim alan tane verimi ise 115.82 kg/da ile çinkosuz uygulamadan Küsmen-99 çeşidinden elde edilmiştir (Çizelge 5.20).

Nohut yetiştiriciliğinde temel amaç yüksek verimdir. Tane verimi çeşide, iklim faktörlerine ve uygulanan tarımsal işlemlere göre değişir. Birim alan tane verimi üzerine etkili olan özelliklerin verim ile ya da birbirleri ile olan ilişkilerinin bilinmesi fazla bir şey ifade edilmektedir. Tane verimi birden çok özelliğin ortak etkileri sonucunda oluşan kantitatif bir karakterdir (Şehirali 1980). Çünkü verim; birçok özelliğin doğrudan veya dolaylı etkisi sonucu oluşmaktadır. Herhangi bir özelliğin verimle olan ilişkisi yüksek olduğu halde verim ilişkisi yüksek olduğu halde verim üzerine olan doğrudan etkisi düşük, başka bir özellik üzerinden olan dolaylı etkisi ise çok yüksek olabilmektedir. Örneğin bin tane ağırlığının tane verimiyle olan toplam ilişkisi düşük olmasına rağmen tane verimi üzerine doğrudan etkisi yüksek olmuştur (Singh ve Singh 1989). Aynı şekilde birim alan tane verimi ile bitkide tane sayısı arasındaki toplam ilişki yüksek ve olumlu halde söz konusu özelliğin tane verimine doğrudan etkisi oldukça düşük olmuştur. Fakat aynı özelliğin bitkide tane verimi üzerinden dolaylı olarak birim alan tane verimini yüksek oranda etkilemiştir (Eser vd. 1989).

Nohutta çeşitlerin tane irilikleri tane yapısına göre farklılık gösterir. En iri tane grubu olan koçbaşı tanelerin ağırlıkları diğer tane gruplarına kıyasla daha fazladır. Gerek tane iriliği ve gerekse bitkide tane veriminin oluşumunda genotipin oldukça önemli bir yeri vardır (Adhikari ve Pandey 1983). Bu nedenle tane verimi ile çeşitli bitkisel karakterler arasında önemli ilişkiler bulunmaktadır. Bitki boyu, bitkide bakla sayısı, bitkide tane verimi, bin tane ağırlığı, hasat indeksi gibi özellikler ile tane verimi arasında önemli ve olumlu ilişkiler bulunduğu birçok araştırmacı tarafından belirtilmektedir (Tosun ve Eser 1975, Hussain 1980, Akdağ ve Engin 1987, Açıkgöz ve Kıtıkı 1994, Singh vd. 1995).

Özdemir (1996), 1992-1993 yılında Adana'da yapılan bir çalışmada, birim alan tane veriminin; bitki başına tane verimi, bitkide bakla sayısı, ikincil dal sayısı, biyolojik verim, hasat indeksi ve bitki boyu ile yüksek derecede olumlu, ancak yüz tohum ağırlığı ile olumsuz ilişki gösterdiğini, bitkide tane veriminin dekara tane verimi üzerinde maksimum direk katkıda bulunduğunu, bunu ise bitki boyu, ikincil dal sayısı, bitkide

tane sayısı karakterlerinin izlediğini, tane verimi üzerinde bitkide bakla sayısının direkt olumsuz bir etkisi olduğunu, bitkide tane sayısının verim üzerine önemli bir korelasyon değeri ile olumlu direkt etkiye sahip olduğunu bildirmiştir. Erman vd. (1997), nohutta çeşitli karakterlerin verime etkisi üzerine yaptıkları araştırmada; dekara tane verimi ile bitkide tane verimi, bakla sayısı ve m²'deki bitki sayısı arasında olumlu ve önemli, bin tane ağırlığı arasında ise olumsuz ve önemli bir ilişki bulunduğunu, dekara tane verimine olumlu yönde en yüksek doğrudan etkiye sahip özelliğin bitkide bakla sayısı olduğunu ifade etmektedir. Singh vd. (1998), 1991-92 yıllarında, Meerut'ta kışlık olarak 14 farklı nohut genotipinde; tane verimi ile bitkide bakla sayısı, hasat indeksi, birincil ve ikincil dal sayısı ve biyolojik verim arasında önemli ve olumlu bir ilişki bulunduğunu belirtmiştir. Sandhu ve Mangat (1999), bitkide verimin; birinci dal sayısı, bitkide bakla sayısı ve hasat indeksi ile önemli ve olumlu, ancak bitki boyu ve çiçeklenme zamanı ile olumsuz bir ilişki gösterdiğini, hasat indeksi ve yüz tane ağırlığının verim üzerine yüksek derecede etkili olduğunu belirtmişlerdir. Toker ve Çağırğan (2003), toplam 17 nohut genotipinde yapılan çalışmalarında; tane verimi ile biyolojik verim arasında pozitif ve önemli bir ilişki olduğunu, öte yandan, tane verimi ile bitki boyu, yüz tane ağırlığı arasında negatif ve istatistik olarak önemli korelasyonlar olduğunu, tane verimi üzerine en büyük doğrudan etkinin biyolojik verim ile gerçekleştiğini bildirmektedir.

Yapılan çalışmalarda birim alan tane veriminin, 129.9 ile 273.1 kg da⁻¹ (Türk ve Koç 2003), 121.5-166.5 kg/da (Biçer ve Anlarsal 2004), 149.34 ile 287.74 kg da⁻¹ (Mart vd. 2005), 190.0-293.1 kg/da (Aydoğan vd. 2009), 49.79 ile 98.67 kg da⁻¹ (Bakoğlu 2009), 138.8-217.9 kg/da (Karaköy 2011), 97.7 ile 153.9 kg da⁻¹ (Erdin ve Kulaz 2014), 131.4 ile 167.3 kg da⁻¹ (Topalak ve Ceyhan 2015), 108.9 ile 142.0 kg da⁻¹ (Doğan vd. 2015), 91.6 ile 172.7 kg da⁻¹ (Biçer vd. 2017b) arasında değiştiği bildirilmiştir. Konya'da 21 nohut popülasyonu ve beş tescilli nohut çeşidi ile yapılan çalışmada, bitki boyu, bakla sayısı, bin tane ağırlığı ve tane verimi değerlendirilmiş, birim alan tane veriminin 78.14-154.12 kg/da arasında değişim gösterdiği ifade edilmiştir (Bayrak ve Önder 2017). Diyarbakır koşullarında, kışlık ekilen ileri kademedeki nohut genotiplerinde tane verimi ve kalite özelliklerinin belirlenmesine yönelik çalışmada ise, birim alan tane verimi 90.18-222.3 kg/da olarak bildirilmiştir (Biçer vd. 2017a).

Araştırmamızın her iki yılında da çinko uygulamasıyla birim alan tane veriminde artışlar görülmüştür. Ancak her iki yılda az da olsa bazı çeşitlerde artışların yanı sıra çinko uygulamasıyla kontrole oranla azalışlar da görülmüştür. İlk yıl çiçeklenme süresi araştırmanın ikinci yılına oranla daha uzun sürede gerçekleşmiştir. Çiçeklenme süresindeki artışın bitkide tane ağırlığı oluşumuna olumsuz yönde katkıda bulunduğu yönünde literatür bilgisi de mevcuttur (Cinsoy ve Yaman 1998). Araştırmanın ilk yılında tane veriminin azalmasında çiçeklenme süresinin ikinci yıla oranla daha uzun olmasının yanında, yağış miktarı, pH, deneme toprağının yetersiz çinko içeriği ile toprağın fosfor yüksekliği nedenleriyle çinkonun etkisini tam olarak gösterememiş ve sonucunda da üreme organlarında gerileme yaşanarak tane iriliğinin azalmasını takiben tane veriminde düşüşler yaşanmış olabilir. Ayrıca ilk yıl deneme toprağında yetersiz olan çinko bitkiyi strese sokmuş ve üreme organlarında bozulmalara sebebiyet vermiş olabilir. Nitekim Çakmak ve Engels (1999) tarafından da, tane veriminin Zn eksikliğine olan hassasiyetinin esas nedeninin, Zn eksikliğine bağlı olarak çıkan üreme organlarındaki gerileme (bozulma) olarak bildirmektedir. Çinkonun ilk yıl birim alan tane verimi üzerinde istatistiki olarak etkisiz bulunması bu durum ile ilişkili olabilir. Çalışmamızda ilk yılda çinkoya bağlı çeşitlerin birim alan tane verimindeki azalışını açıklayacak bir çalışma Akay (2011)'in bildirişinde belirttiği üzere, çinkonun nohutta verim artışında bir etkisinin olmadığıdır. Ayrıca Gezgin'in (1995) yapmış olduğu bir çalışmada, ekmeklik buğdayda uygulanan çinko formunun önemli olduğu, ZnSO₄ formunda verilen çinko gübresinin ekmeklik buğdayda tane verimini azalttığı, ZnEDTA formunda verilen çinko gübresinin ise en yüksek tane verimlerinin elde edildiğinin saptamıştır. Meyveci vd. (1997) de nohutta demir ve çinkolu gübrelemenin verime etkisini araştırdıkları çalışmalarında bildirdikleri üzere bazı çeşitlerde çinko uygulamasıyla kontrole oranla verimlerinin düştüğüdür. Bu bağlamda ilk yıl yaşanan birim alan tane verimindeki azalmalar Meyveci vd. (1997) ve Akay (2011)'in bildirişleri ile uyuşur durumdadır. Çalışmamızın ikinci yılına dair sonuçlarımız da çinkolu gübre uygulamasıyla mercimek ve nohutta tane veriminin artış gösterdiği literatür bilgileriyle örtüşmektedir (Toğay vd. 2001, Kaya vd. 2009). Ayrıca çinkonun nohutta tane verimini artırdığı yönündeki Takkar ve Nayyar (1986), Devarajan vd. (1987), Indulkar ve Malewar (1991), Singh ve Tiwari (1992), Shri (1995), Kushwaha (1997)'nin bildirişleriyle de desteklenmektedir. Tane verimi bakımından, birinci yılda çinko

uygulamasındaki farkın önemsiz ve ikinci yılda ise istatistiki olarak önemli bulunması, çinkonun tane verimi üzerinde etkisinin farklı çevre veya yılların iklim faktörlerinden etkilendiğini göstermektedir.

5.11 Yüz Tane Ağırlığı (g)

İki yıl süreyle yürütülen tarla denemelerinde nohut çeşitlerinin çinkolu gübre uygulamasının yüz tane ağırlığına etkisine ilişkin varyans analiz sonuçları çizelge 5.21’de, 2012 ve 2013 yıllarına ait çeşit ve çinko uygulaması ortalamaları ile ortalamaların farklılık gruplandırmaları çizelge 5.22 ile şekil 5.21 ve 5.22’de özetlenmiştir.

Çizelge 5.21 Farklı nohut çeşitlerinde çinko uygulamasının yüz tane ağırlığına (g) ilişkin varyans analizi

Varyans Kaynakları	Serbestlik Derecesi	2012 yılı ¹		2013 yılı ²	
		Kareler Ortalaması	F değeri	Kareler Ortalaması	F değeri
Çeşit	9	157.720	9.1871**	69.517	3.9947**
Hata ₁	18	17.167	—	17.402	—
Çinko	1	111.848	3.5101 ^{öd}	54.569	2.3444 ^{öd}
Çeşitxçinko	9	22.868	0.7177 ^{öd}	11.849	0.5091 ^{öd}
Hata ₂	20	31.864	—	23.277	—
Genel	59	—	—	—	—

¹Varyasyon katsayısı (%): 15.48

²Varyasyon katsayısı (%): 12.61

*P≤% 5 düzeyinde önemli, **P≤% 1 düzeyinde önemli, öd: önemli değil

Her iki yıl sonuçlarında da çinko ve çeşitxçinko interaksiyonunun yüz tane ağırlığına istatistiki anlamda etkisi önemsizdir. Her iki yılda da yüz tane ağırlığı bakımından çeşitler arasındaki genotipik farklılıklar ise % 1 istatistik seviyesinde önemli bulunmuştur (Çizelge 5.21).

Çizelge 5.22’den anlaşılacağı üzere tüm çeşitler birlikte değerlendirildiğinde, çeşitlerin yüz tane ağırlıkları birbirinden farklı olmuştur.

Araştırmada kullanılan nohut çeşitlerinin ilk yıl yüz tane ağırlıkları çeşit ortalaması bakımından 44.03 g ile 26.76 g aralığında değişmiştir. En yüksek yüz tane ağırlığına Sarı-98 çeşidiyle ulaşılırken, bunu 42.02 g ile Küsmen-99 çeşidi izlemiş ve en düşük yüz tane ağırlığı değeri ise Aydın-92 (26.76 g) çeşidinden elde edilmiştir.

Araştırmanın ikinci yılına dair yüz tane ağırlığı değerleri ise 32.26 g ile 43.26 g arasında değişim göstermiştir. En yüksek yüz tane ağırlığına 43.26 g ile Akçin-91 çeşidiyle ulaşılırken, bunu 41.64 g ile Er-99 çeşidi izlemiş ve en düşük yüz tane ağırlığı ise 32.26 g ILC-195 çeşidinden elde edilmiştir.

Çizelge 5.22 Çinko uygulanan nohut çeşitlerinde yüz tane ağırlığına (g) ortalamaları

Çeşitler	Uygulamalar					
	2012 ¹			2013 ²		
	Çinkosuz	Çinkolu	Ortalama	Çinkosuz	Çinkolu	Ortalama
Akçin-91	37.55	34.40	35.97 CDE	42.60	43.91	43.26 A
Aydın-92	22.52	25.85	26.76 F	32.17	38.25	35.21 CD
Camtez-87	39.35	34.97	37.16 BCD	40.77	40.61	40.69 ABC
Damla-89	33.54	28.95	31.24 EF	33.65	37.97	35.81 CD
Er-99	40.06	34.15	37.10 BCD	40.50	42.78	41.64 AB
Gökçe-97	40.27	40.67	40.47 ABC	39.42	42.14	40.78 ABC
ILC-195	38.25	28.46	33.35 DE	31.98	32.54	32.26 D
Küsmen-99	40.48	43.56	42.02 AB	34.49	40.05	37.27 BCD
Sarı-98	44.32	43.75	44.03 A	39.89	38.24	39.06 ABC
Uzunlu-99	38.69	34.49	36.59 BCDE	37.58	35.65	36.61 BCD
Ortalama	37.50	34.93		37.31	39.21	

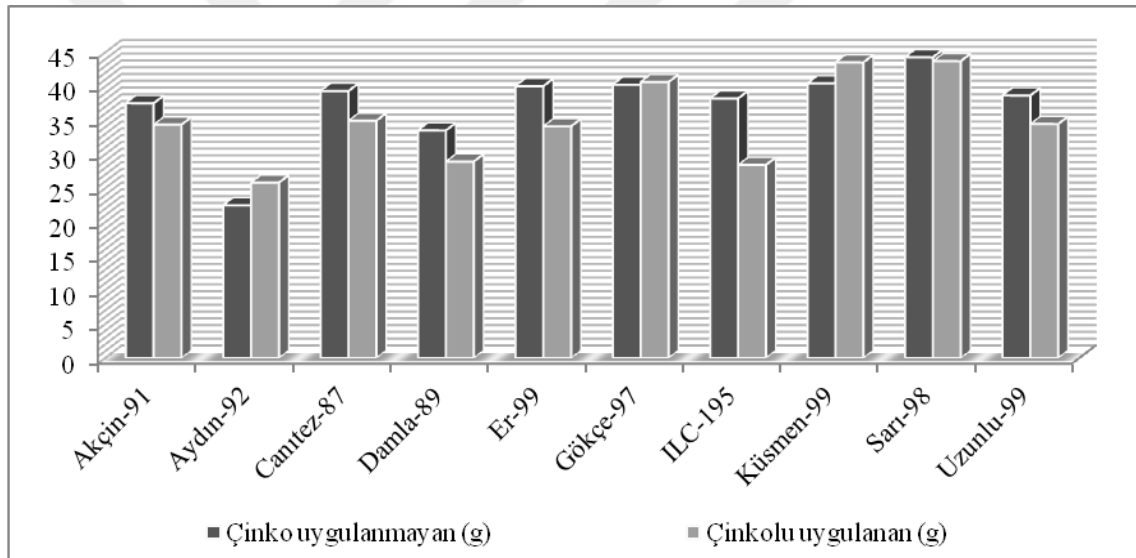
¹A.Ö.F. % 1 çeşit: 5.03

²A.Ö.F. % 1 çeşit: 5.06

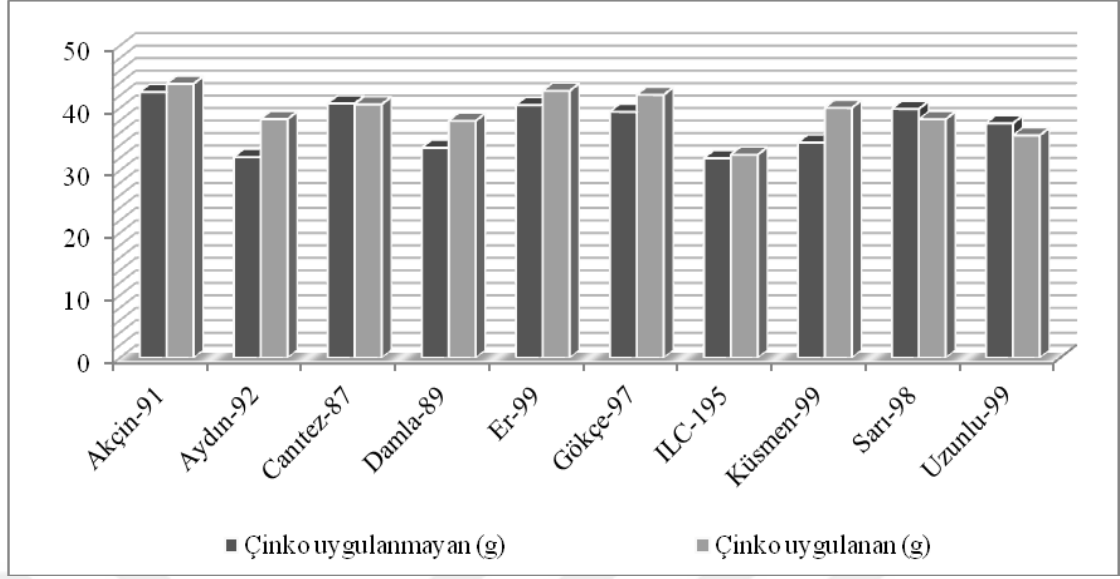
*Ortalamalar arasındaki farklarda büyük harfler % 1 düzeyinde önemlidir

Genotipler arasındaki farklılığın genetik özellikten ileri geldiği birçok araştırmacı tarafından da bildirilmiştir (Singh ve Tuwafe 1980, Aydın 1988, Atmaca 2008, Babagil

2010). Pazarda fiyat oluşumunda en önemli faktör, ürünün temizliği ve tane iriliğidir. Genelde iri taneli ürün daha fazla fiyatla satılmaktadır. Yücel vd. (2006), nohutta bin tane ağırlığı, tane sayısı ve dolu bakla sayısı için kalıtım derecesinin diğer özelliklerden daha yüksek olduğunu belirtmişlerdir. Elgün vd. (2005), bin tane ağırlığının genotipik bir özellik olduğunu, tür ve çeşide göre farklılık gösterdiğinin, ekolojik koşulların bu farklılık üzerine etki yaptığını ifade etmiştir. Biçer ve Anlarsal (2004), Diyarbakır yöresinde yürüttükleri çalışmalarında yüz tane ağırlığını 9.61 ile 39.81 g aralığında değişim gösterdiğini saptamışlardır. Mart vd. (2005), Çukurova koşullarında yürüttükleri çalışmalarında 32.93-36.19 g olduğunu bildirmektedirler. Aydoğan vd. (2009), Ankara koşullarında kışlık ekimin imkanlarının araştırıldığı çalışmalarında; yüz tane ağırlığının 30-48 g arasında değiştiğini belirtmişlerdir.



Şekil 5.21 Yüz tane ağırlığı 2012 yılı ortalamaları (g)



Şekil 5.22 Yüz tane ağırlığı 2013 yılı ortalamaları (g)

Cancı ve Toker (2009), tarafından Antalya koşullarında nohut genotiplerinde yüz tane ağırlığının 22.5 g olduğunu bildirmektedirler. Yüz tane ağırlığının bitkinin yetiştirildiği bölgeye, ekim sıklığına ve ekim zamanına göre değiştiği ve tane verimine etkisinin yüksek olduğu bilinmektedir. Yapılan çalışmalarda yüz tane ağırlığını Düzdemir vd. (2007) 38.5 g ile 47.2 g, Bakoğlu (2009) çeşitlere göre değişebildiği 3.00-44.67 g, Karaköy (2011) Çukurova koşullarında 20 adet genotipin yer aldığı iki yıllık çalışmasında, tane veriminin 36.98-50.70 g arasında, Erdin ve Kulaz (2014) 30.6 ile 47.6 g, Doğan (2014) 30.3-43.6 g, Doğan vd. (2015) 31.1 ile 37.1 g, Topalak ve Ceyhan (2015) ise 33.7 ile 37.8 g olup, çeşitlere göre değişebildiğini bildirmişlerdir. Diyarbakır koşullarında kışlık ekilen ileri kademedeki nohut genotiplerinde verim ve tane verimi özelliklerinin incelendiği çalışmada yüz tane ağırlığı 39.5-47.8 g olarak tespit edilmiştir (Biçer vd. 2017a). Yüz tane ağırlığı bakımından çeşitler arasındaki farkın önemli olduğu diğer bazı araştırmacılar tarafından da bildirilmiştir (Akdağ 1985, Yücel 2004).

Araştırmamızdaki bulgular Sayed vd. (1988), Çiftçi vd. (1998), Toğay vd. (2001), Türk (2001) ve Elgün vd. (2005) çinkonun bin tane ağırlığı üzerindeki etkisinin bulunmadığı literatürüne ek olarak 2012 yılına ait azalışı da Mandal ve Singharoy (1986)'ın, 2013 yılındaki bir miktar çinko dozuna ilişkin artışı da Gezgin (1995)'in bildiri ile bağdaştırmak mümkündür.

5.12 Tane Çinko Konsantrasyonu (mg kg⁻¹)

Nohut çeşitlerinde çinko uygulamasının (0 kg/da ZnSO₄ ve 2.5 kg/da ZnSO₄) tanede çinko konsantrasyonu üzerine etkilerinin belirtildiği varyans analiz sonuçları çizelge 5.23, 2012 ve 2013 yıllarına ait ortalamalardaki farklılık çizelge 5.24-5.25 ile şekil 5.23-5.24'de özetlenmiştir.

Çizelge 5.23'de verilen varyans analiz değerlendirildiğinde, tane çinko konsantrasyonu yönünden çinkolu gübre uygulamasının denemenin ilk yılında % 5, ikinci yıl ise % 1 düzeyinde önemli, her iki yıl için de çeşit ile çeşitxçinko interaksiyonlarının ise önem taşımadığı anlaşılmaktadır.

Çizelge 5.23 Farklı nohut çeşitlerinde çinko uygulamasının tane çinko konsantrasyonuna (mg kg⁻¹) ilişkin varyans analizi

Varyans Kaynakları	Serbestlik Derecesi	2012 yılı ¹		2013 yılı ²	
		Kareler Ortalaması	F değeri	Kareler Ortalaması	F değeri
Çeşit	9	76.803	1.2539 ^{öd}	71.732	0.0766 ^{öd}
Hata ₁	18	61.252	—	32.963	—
Çinko	1	360.003	6.2021*	451.553	0.0049**
Çeşitxçinko	9	47.996	0.8269 ^{öd}	51.027	0.3876 ^{öd}
Hata ₂	9	58.045	—	45.155	—
Genel	20	—	—	—	—

¹Varyasyon katsayısı (%): 18.13

²Varyasyon katsayısı (%): 11.90

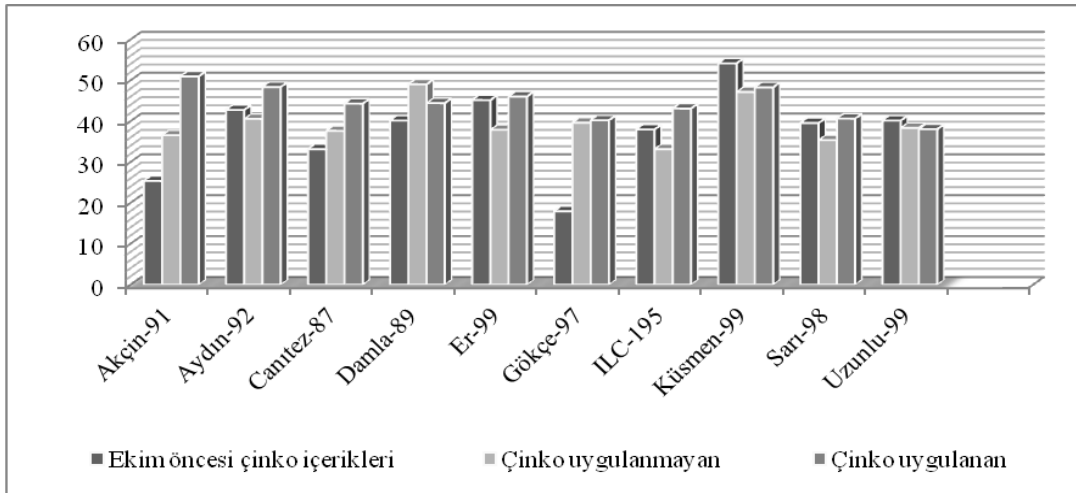
*P≤ % 5 düzeyinde önemli, **P≤% 1 düzeyinde önemli, öd: önemli değil

Çizelge 5.24 Çinko uygulanan nohut çeşitlerinde tane çinko konsantrasyonu 2012 yılı ortalamaları (mg kg⁻¹)

Çeşit	Uygulamalar			Ort.
	Uygulamasız	Çinkosuz	Çinkolu	
Akçin-91	25.40	36.60	51.00	43.80
Aydın-92	42.80	40.60	48.40	44.50
Canitez-87	33.20	37.67	44.33	41.00
Damla-89	40.20	49.07	44.47	46.77
Er-99	45.20	37.94	46.07	42.01
Gökçe-97	18.00	39.67	40.27	39.97
ILC-195	38.00	33.20	43.13	38.17
Küsmen-99	54.20	47.20	48.33	47.77
Sarı-98	39.60	35.40	40.67	38.04
Uzunlu-99	40.20	38.40	38.07	54.90
Ortalama	33.88	39.58	44.47	

A.Ö.F. % 5 çinko: 23.69

Çizelge 5.24 ve şekil 5.23'ün incelenmesinden görüleceği üzere, çeşitlerin birbirleri arasında Zn uygulamasına bağlı olarak belirgin farklılıklar görülmüş, tepkileri ayrımlı olmuş ve çeşitli varyasyonlar göstermişlerdir. Çeşitlerde çinko uygulamasına bağlı olarak araştırmanın ilk yılında Damla-89 çeşidi dışında tüm nohut çeşitlerinde tanenin çinko içeriğinde artışlar kaydedilmiştir. Çeşitlerin tane çinko içerikleri 33.20 mg kg⁻¹ ile 51.00 mg kg⁻¹ değişmiştir. En yüksek çinko içeriği çinko uygulanan Uzunlu-99 (51.00 mg kg⁻¹) çeşidinin çinkolu uygulaması olurken, bunu 49.07 mg kg⁻¹ çinkosuz uygulamadan Damla-89 çeşidinden elde edilmiştir. En düşük çinko içeriği ise çinko uygulaması yapılmayan (kontrol) ILC-195 çeşidinden 33.20 mg kg⁻¹ ile elde edilmiştir.



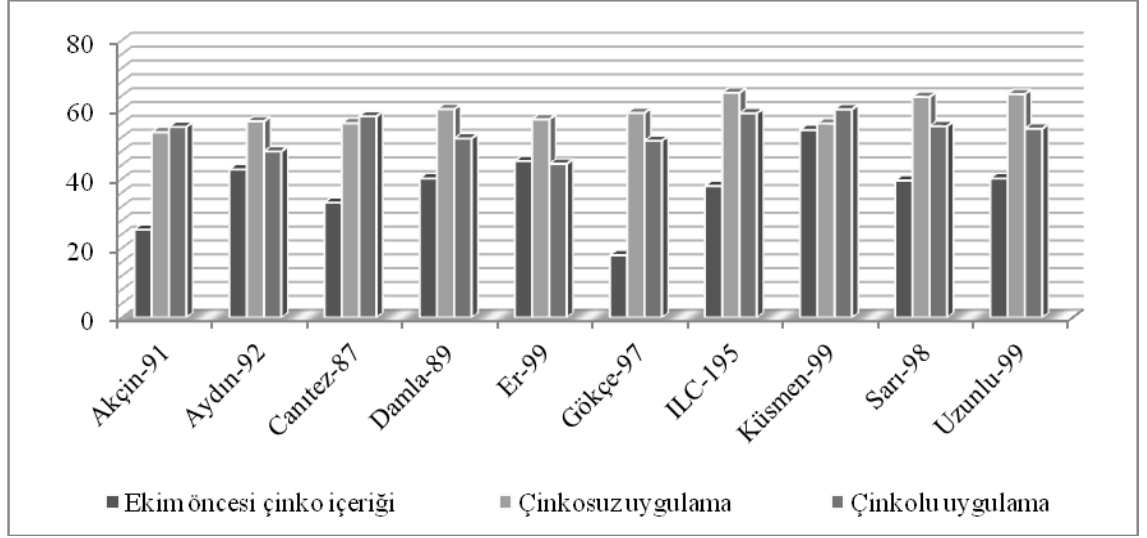
Şekil 5.23 Tane çinko konsantrasyonu 2012 yılı ortalamaları (mg kg⁻¹)

Çizelge 5.25 Çinko uygulanan nohut çeşitlerinde tane çinko konsantrasyonu 2013 yılı ortalamaları (mg kg⁻¹)

Çeşit	Uygulamalar			
	Uygulamasız	Çinkosuz	Çinkolu	Ort.
Akçin-91	25.40	53.53	55.07	58.22
Aydın-92	42.80	56.67	48.00	53.05
Camitez-87	33.20	56.13	58.13	59.16
Damla-89	40.20	60.20	51.73	55.97
Er-99	45.20	44.40	57.27	52.05
Gökçe-97	18.00	59.13	51.07	53.50
ILC-195	38.00	59.00	64.93	59.80
Küsmen-99	54.20	56.07	60.13	61.45
Sarı-98	39.60	63.73	55.27	56.64
Uzunlu-99	40.20	64.53	54.53	57.60
Ortalama		57.34	55.61	

A.Ö.F. % 5 çinko: 15.62

Nohut çeşitlerinin farklı genetik özellikleri nedeniyle, aynı toprak üzerinde ve aynı düzeyde uygulanan çinkoya tepkileri ayrımlı olmuş ve çinko içerikleri birbirinden farklılık göstermiştir (Çizelge 5.25) ve çinko uygulamasına çeşitlerin tepkilerinde tanede çinko konsantrasyonları bakımından önemli varyasyonlar gözlemlenmiştir. İkinci yıl verilerinin özetlendiği çizelge 5.25'den hareketle en yüksek çinko içeriği 64.93 mg kg⁻¹ ile ILC-195 çeşidinin çinkolu uygulamasından, en düşük çinko içeriği ise 44.40 mg kg⁻¹ çinko uygulanmayan Er-99 çeşidinden elde edilmiştir. Çeşitlerin çinko uygulamasıyla tanede çinko konsantrasyonu kontrole oranla Aydın-92, Damla-89, Gökçe-97, Sarı-98 ve Uzunlu-99 çeşitleri dışında artış göstermiştir.



Şekil 5.24 Tane çinko içeriği 2013 yılı ortalamaları (mg kg^{-1})

Araştırmanın her iki yılında da çeşitlerin tanede çinko konsantrasyonlarının arttığı görülmektedir. Nohut çeşitlerinin çinko konsantrasyonlarının farklı olması da geniş bir varyasyona sahip olduğunun göstergesidir. Çeşitler arasında varyasyon olabileceği çeşitli araştırmacılar tarafından da ortaya konulmuştur (Akay 2011, Rabieyan ve Fakhariani 2012, Diapari vd. 2014). Oluşan bu varyasyonun tohumların morfolojik, fizyolojik ve dokulardaki çinko dağıtımından kaynaklanmış olabileceği ifade edilmektedir (Morgan vd. 2005, Ariza-Nieto vd. 2007). Varyasyon aynı zamanda yağış miktarı ve dağılımından da kaynaklanmış olabilir. Nitekim yağış miktarı ve dağılımı nedeniyle vejetasyon devresi ile bakla doldurma dönemlerinde tanedeki çinko birikiminin azalabileceği bildirilmektedir (Diapari vd. 2014, Norton vd. 2014). Çeşitlerin uygulanan çinkoya farklı tepkiler göstermeleri toprakta bulunan mevcut çinkoyu daha etkin kullanabilmelerindeki farklardan kaynaklanmaktadır (Güven 2002). Nitekim Çakmak vd. (1999b) tarafından yapılan bir araştırmada da, çeşitler arasında çinko konsantrasyonu açısından geniş bir varyasyonunun olması gerektiği vurgulanmıştır. Bu durum ise çinko etkinliği ile açıklanmıştır. Çinko etkinliği, çeşitlerin büyüme ortamında daha fazla çinko alım kapasiteleriyle ilişkilendirilmiştir. Çeşitlerin çinkoyu alımların toprağın fosfor kapsamı ile çinkonun yararlılığı ve pH arasında yakın bir ilişki söz konusudur. Bu farklılıkların Zn alımı ve hatta aynı türün genotipleri arasında Zn biriktirme yönünden önemli farklılıklar olduğu da daha önce yapılan pek çok çalışmayla da ortaya konulmuştur (Torun 1997, Çakmak vd. 1999, Wang vd. 2012,

Puga vd. 2013, Manzeke vd. 2014).Yapılan bir diğerk çalışmada, buğday yeşil aksam ve tanelerinde çinko konsantrasyonları çinko uygulamaları ile istatistiki anlamda artış göstermesinin yanı sıra, genotiplerin içerdikleri çinko konsantrasyonlarındaki farklılıkların da genotip özelliklerinden ileri geldiğini tespit etmişlerdir (Helaloğlu vd. 1997).

Nohutta tanede çinko konsantrasyonu ile ilgili olarak araştırcıların yapmış oldukları diğerk çalışmalardan elde ettikleri bulgular da irdelendiğinde; nohutta çinkonun tanede çinko konsantrasyonunu artırdığını belirten Singh vd. (1992), Enania ve Vyas (1994), Sakal vd. (1998), Mut ve Gülümser (2005), Kaya vd. (2000, 2009), Meena (2001), Sharma ve Abrol (2002), Khan vd. (2003) ve Hidoto vd. (2016)'nın bildirişleri ile çalışmamızın her iki yılına dair sonuçlar uyuyor durumdadır. Ayrıca çeşitli kültür bitkilerinde çinkolu gübre uygulamalarının tanede çinko konsantrasyonu üzerindeki etkilerine dair; fasulye, bezelye ve pancarda Peck vd. (1980), arpa ve buğdayda Singh vd. (1983), mısır ve buğdayda Moraghan (1984), soya fasulyesinde Raboy ve Dickinson (1984), çeltikte Aydeniz vd. (1985), Kuldeep ve Karwarsa (1988), buğdayda Sachdev vd. (1988), mısırdaki Yalçın ve Usta (1990), bezelyede Dev vd. (1992), Riley vd. (1992), buğdayda Singh (1992), mercimekte Azad vd. (1993), buğdayda Özer vd. (1997), Yılmaz vd. (1997), buğdayda Attia ve Ghallab (1998), tahıllarda Erdal (1998), tahıllarda Kalaycı vd. (1999), Brohi vd. (2000), buğdayda Bağcı ve Sade (2004), nohut ve mercimekte Johnson vd. (2005), buğdayda Kocakaya ve Erdal (2005), kirazda Glozer ve Grant (2006), Wei vd. (2007), Anand vd. (2008), Shivay vd. (2008), Kutman vd. (2010b), Hussain vd. (2012), Phattarakul vd. (2012), Samreen vd. (2017), bezelyede Nalini vd. (2013)'nin bildirişleriyle de iki yıl sonuçlarımız paralellik göstermektedir. İkinci yıl sonuçlarımızda ise çinko uygulamasıyla çinko konsantrasyonunun artışının yanı sıra bazı çeşitlerde de azalışlar gözlenmiştir. Bu azalışların çinkonun çeşitlerin farklı çinko etkinliğine sahip olmasından ve bakla doldurma evresinde dokularda çinko birikiminin dağılışındaki farklılıklardan kaynaklandığı tahmin edilmektedir.

5.13 Tane Protein Oranı (%)

Araştırmanın iki yılında on nohut çeşidi ve çinko uygulamasından elde edilen değerlere ilişkin varyans analiz sonuçları çizelge 5.26'da, 2012 ve 2013 yıllarına ait veriler ise çizelge 5.27 ile şekil 5.25-5.26'da verilmiştir. Çizelge 5.26'dan inceleneceği üzere araştırmanın ilk yılında varyasyon kaynaklarının etkisinin önemli olmadığı anlaşılmaktadır. Denemenin ikinci yılında ise hem çinko uygulamasının (% 1) hem de çeşit (% 5) faktörünün protein oranı üzerine istatistiki olarak önemli etkilerinin olduğu görülmektedir.

Çizelge 5.26 Farklı nohut çeşit ve çinkolu gübre uygulamalarının tane protein oranı (%) özelliğine ilişkin varyans analizi

Varyans Kaynakları	Serbestlik Derecesi	2012 yılı ¹		2013 yılı ²	
		Kareler Ortalaması	F değeri	Kareler Ortalaması	F değeri
Çeşit	9	5.239	1.4375 ^{öd}	7.487	2.9932*
Hata ₁	18	3.644	—	2.501	—
Çinko	1	6.501	2.4684 ^{öd}	52.099	14.1769**
Çeşitxçinko	9	2.763	1.0493 ^{öd}	2.198	0.5981 ^{öd}
Hata ₂	20	2.634	—	3.675	—
Genel	59	—	—	—	—

¹Varyasyon katsayısı (%): 7.26

²Varyasyon katsayısı (%): 9.43

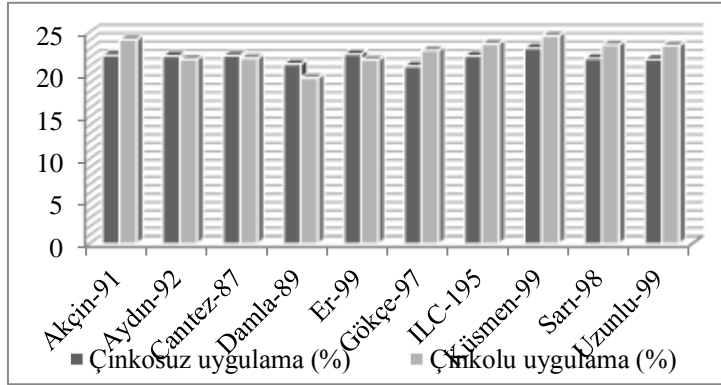
*P≤% 5 düzeyinde önemli, **P≤% 1 düzeyinde önemli, öd: önemli değil

Tüm faktörlerin ortalaması olarak tanede protein oranı % 21.86 ile % 23.86 arasında değişim göstermiştir. Çinko uygulaması ile kontrol arasında fark olmamıştır. Çeşit, çinko ve interaksiyonlar da tane protein oranı üzerinde faktörlerin etkisi istatistiksel olarak ilk yıl farklılık göstermemiştir.

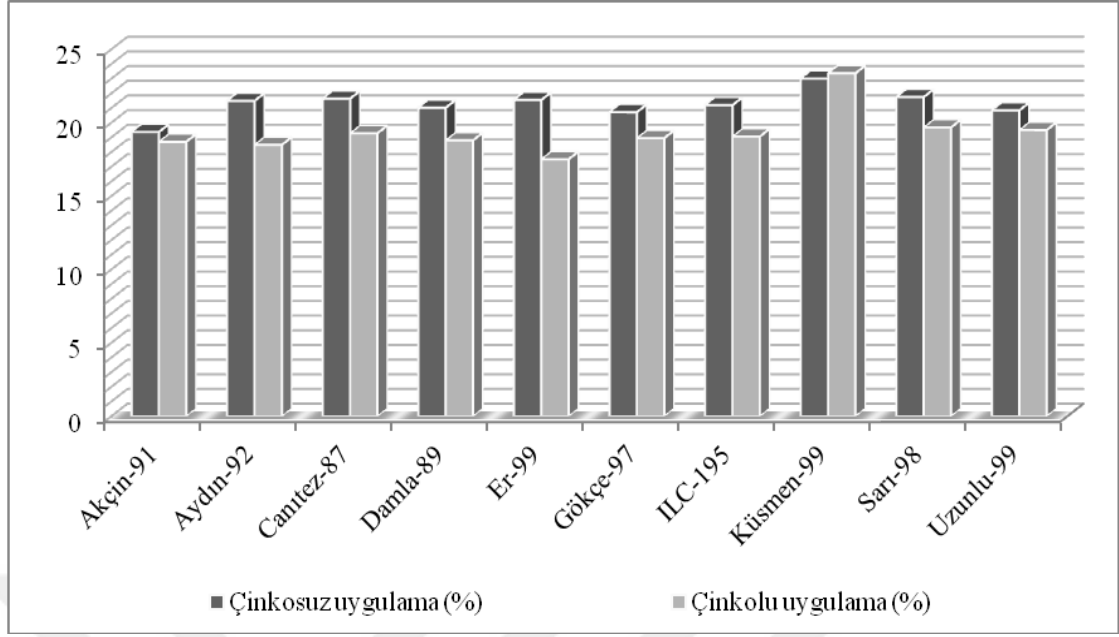
Çizelge 5.27 Çinko uygulaması yapılan nohut çeşitlerinde tane protein oranı ortalamaları (%)

Çeşitler	Uygulamalar					
	2012 ¹			2013		
	Çinkosuz	Çinkolu	Ortalama	Çinkosuz	Çinkolu	Ortalama
Akçin-91	22.29	24.15	23.22	19.38	18.71	19.05 b
Aydın-92	22.38	21.82	22.10	21.50	18.50	20.00 b
Camtez-87	22.25	21.34	21.79	21.65	19.29	20.47 b
Damla-89	21.25	19.61	20.43	21.03	18.81	19.92 b
Er-99	22.42	21.75	22.09	21.56	17.52	19.55 b
Gökçe-97	20.86	22.86	21.86	20.73	18.96	19.85 b
ILC-195	22.21	23.63	22.92	21.21	19.07	20.44 b
Küsmen-99	23.13	24.59	23.86	23.02	23.38	23.20 a
Sarı-98	21.92	23.55	22.74	21.76	19.69	20.72 b
Uzunlu-99	21.80	23.42	22.61	20.85	19.51	20.18 b
Ortalama	22.05	22.67		21.27	19.34	

¹A.Ö.F. % 5 çeşit: 1.92



Şekil 5.25 Tane protein oranı 2012 yılı ortalamaları (%)



Şekil 5.26 Tane protein oranı 2013 yılı ortalamaları (%)

Koçak (1987) topraktaki mevcut olan nitrojenin protein oranı üzerine etkili olduğunu belirtmiştir. Sepetoğlu'da (1987) nohutta protein oranına hem genotipin hem de çevre şartlarının etkili olduğu, nohutta ortalama protein oranının % 15.8-31.6 arasında değişebildiği belirtilmektedir. Khan vd. (1995), 5'er adet kabulü ve desi tipindeki nohut genotiplerini kullanarak yaptıkları araştırmada da, protein oranının % 24.4-25.4 arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Hatta tanenin protein oranının çeşitten ziyade toprak, iklim ve gübre uygulamalarından fazlaca etkileneceği ve varyasyon göstererek % 6 ile % 25 arasında değişebileceği bildirilmiştir (Anonim 1990).

Protein oranının çeşitlere göre farklılık gösterdiği çalışmalarda, nohutta protein oranının % 15.8 ile 31.60 (Sepetoğlu 1996), % 20.83 ile 23.98 (Kacar vd. 2004), % 18.64 ile 23.25 (Karasu ve Vural 2006), % 10.3 ile 15.3 (Yağmur ve Kaydan 2010), % 21.99 ile 27.15 (Doğan 2011), % 13.60 ile 18.90 (Sarı 2015), % 22.82 ile 24.52 (Topalak ve Ceyhan 2015) ve % 23.36 ile 26.58 (Biçer vd. 2017b) arasında yer aldığı bildirilmiştir. Diyarbakır koşullarında, kışlık ekilen ileri kademedeki nohut genotiplerinde verim ve tane kalite özelliklerini incelendiği çalışmada, protein oranının % 23.0-25.6 arasında değiştiği belirtilmektedir (Biçer vd. 2017a).

Birçok bitki türünde, küçük ve özellikle zayıf tanelerde protein oranı daha yüksektir. Karbonhidrat kısmı küçülen tanelerde protein miktarı normal tohumdaki protein ile aynı olmasına rağmen, tane ağırlığına göre protein yüzdesi artar. Tüm bu etkilerin yanı sıra protein oranı ve kalitesini çeşitlerin dışında yağış miktarı, yağışın aylara göre dağılımı, sıcaklık, toprak özellikleri, kültürel uygulamalar ve tahıllar için süne-kıymıl gibi zararlılar da etkilemektedir (Bushuk 1982, Çağlayan ve Elgün 1999). Yine tahıllarda yapılan çalışmalarda protein oranı bakımından genotipler arasında önemli farklılıklar olduğu birçok araştırmacı tarafından bildirilmiştir (Gökmen ve Sencar 1989, Budak vd. 1997, Atlı 1999). Benzer şekilde Braham vd. (1965), esansiyel amino asit miktarının yemelik baklagil türlerine göre farklılık gösterdiğini, baklagillerde esansiyel aminoasit miktarı bakımından meydana gelen varyasyona genetik ve çevre faktörleri, tarımsal uygulamalar, tohumluğun kalitesi ve tanenin olgunlaşma durumunun etki yaptığını bildirmişlerdir.

Öztürk vd. (2006) tarafından bildirildiği üzere çinko, azotun bitki tarafından alınıp bitkinin çeşitli kısımlarında taşınmasına ve tanede azot dolayısıyla protein oranının artmasına ve kalite ölçütlerinde iyileşmeye katkıda bulunmaktadır. Noksanlığında da bitkilerde protein miktarının azaldığını ancak amino asit miktarı arttığı için protein kalitesinin etkilenmediği belirtilmiştir (Kaya vd. 2005). Dolayısıyla çinkolu gübrelemenin azot miktarını artırarak protein oranını yükseltmesi de beklenen bir sonuçtur. Bu bağlamda her ne kadar araştırmanın ilk yılında çinkonun ham protein oranı üzerinde etkisi önemsiz çıksa da bir miktar artış sağladığı aşikardır. İstatistiki olarak önemli olmamasına rağmen ilk yıl ham protein oranı, ikinci yıla oranla daha yüksek sonuçlanmıştır. Protein oranı üzerinde genotipik farklılığın yanı sıra, iklim ve çevre faktörlerinin de etkide bulunduğu bilinmektedir. Araştırmanın iki yılında da çevre ve uygulanan kültürel uygulamalar aynı olmasına rağmen yağışın ilk yıl ikinci yıla oranla daha yüksek gerçekleşmesi (349.5 mm) nedeniyle oranı artırmış olabilir. Nitekim bulgularımızı kanıtlar şekilde Amir vd. (2006), araştırmalarında toplam yağışın fazla olduğu yıllarda protein miktarının arttığını fakat nişasta miktarının azaldığını ifade etmişlerdir. Panda vd. (1999) çalışmalarında çinko uygulamalarının protein oranını artırdığını ancak çinko dozunun daha fazla artması ile de protein oranının azaldığını belirtmiştir. Aytaç ve Karaca (2004) ayçiçeğinde molibden ve çinko dozlarının verime

etkilerini araştırdıkları çalışmalarında da tanenin ham protein oranına etkilerini istatistiki olarak önemsiz bulmuşlardır. İlk yıl bulgularımız Aytaç ve Karaca (2004) ve Amir vd. (2006)'nin bildirişleriyle benzerlik göstermektedir. Araştırmamızın iki yılında elde ettiğimiz ham protein oranı bulgularıyla Sandhu vd. (1974), Dahiya vd. (1982), Sepetoğlu (1987), Khan vd. (1995), Yağmur ve Kaydan (2010), Doğan (2011) ve Sarı (2015)'nin tanede ham protein oranı değerine ilişkin bildirişleri içerisinde ve uyurur durumdadır.



6. SONUÇ ve ÖNERİLER

Yemelik tane baklagiller ekim alanı bakımından tarla bitkileri içerisinde tahıllardan sonra önemli bir yere sahiptir. Baklagillerin özellikle de nohut ve mercimeğin dünya nüfusunun beslenmesi için gerekli protein ihtiyacının % 10'unu karşıladığı tahmin edilmektedir.

Kurağa dayanımı ve geniş kullanım alanı nedeniyle nohut ülkemiz açısından da önemli bir baklagildir. Nohudun protein kaynağı olmasının yanı sıra özellikle dar gelirli kişilerce tercih edilmesi de önemli bir gıda maddesi haline getirmektedir. Oysaki nohut genellikle besin noksanlığı gibi problemlerin olduğu alanlarda gübreleme yapılmaksızın yetiştirilmektedir.

Ülkemiz tarım topraklarının büyük çoğunluğunda yüksek kireç, alkalın toprak, düşük organik madde gibi olumsuz toprak özellikleri gibi nedenlerle mikro element yarıyışlılığı sınırlanmaktadır. Nitekim bu olumsuzluk çeşitli çalışmalarla ortaya konulmuştur. Çinko eksikliği tüm Dünyada olduğu gibi ülkemizde de yaygın bir beslenme ve akabinde sağlık problemi olarak karşımıza çıkmaktadır. Türkiye tarım topraklarının besin elementlerinin alımını etkileyen unsurlar hakkındaki farklılıkların ortaya konulması yanında nohudun besinsel kalitesi ve veriminde önemli gelişmenin sağlanabilmesinde kültürel uygulamaların yetersiz olmasının rolü büyüktür.

Buradan hareketle; iki yıl süre ile yapılan bu çalışmada, on nohut çeşidine topraktan uygulanan çinkonun verim ve kaliteye etkileri incelenmiştir. Deneme iki yıllık tarla koşullarında kurulmuş olup, on tescilli nohut çeşidi (Akçin-91, Aydın-92, Canitez-87, Damla-89, Er-99, Gökçe-97, ILC-195, Küsmen-99, Sarı-98, Uzunlu-99), 0 (kontrol) ve 2.5 kg/da ZnSO₄ olacak şekilde uygulama yapılmıştır. Denemelerde Kayseri İli Tomarza İlçesi Kapukaya Mahallesinden önder çiftçiler seçilmiş, bitkiye yarayışlı çinko miktarı 0.49 mg/kg (2012), 1.59 mg/kg (2013) olarak ölçülen alanlar örnekleme yapılarak kullanılmıştır. Denemenin ilk yıl toprakları; killi-tınlı, tuzsuz, organik maddece orta (% 2.11), kireçli (% 3.08) ve nötr (pH 6.88) tepkimelidir. İkinci yıl

toprakları ise tınlı, tuzsuz, organik maddece az (% 1.16), kireçli (% 2.58) ve hafif asit (pH 6.24) karakterlidir.

2012-2013 yılları vejetasyon döneminde yürüttüğümüz mikro element çalışmasında genel anlamda tanede çinko konsantrasyonunu artırmasının yanında verim diğer öğelerini etkilediği de bir gerçektir. Mikroelement konusunda daha önce baklagillerde yapılmış çalışmaların kısıtlı olması nedeniyle bu bağlamda tahıllarla yapılan çalışmalarla paralel değerlendirmenin uygun olacağını düşünmekteyiz (Helaloğlu vd. 1997, Özer vd. 1997, Meyveci vd. 2002).

Tahıllarda yapılan bir çalışmada makarnalık buğdayların ekmeklik buğdaylara oranla çinko noksanlığına daha hassas olduklarını, Zn noksanlığına en dayanıklı tahıl türünün çavdar olduğunu bildirilmektedir. Ekiz vd. (1997)'ne göre türler arasında bu farklılıkların yanı sıra aynı tür içerisinde yer alan farklı çeşitlerinde çinkoya olan tepkilerinin farklı olduğu belirlenmiştir. Söz konusu farklılıkların bazı tür ve çeşitlerin topraktaki kullanılmaz haldeki çinkoyu yararlı hale dönüştürmek için toprağa (rizosfer) bazı organik bileşikler (fitosidreforlar) salgılanmalarındaki etkinliklerinden, daha kuvvetli kök sistemine sahip olmalarından, fizyolojik olaylarda mevcut çinkoyu daha etkin kullanabilmelerinden kaynaklanabileceğini bildirmektedirler (Saxena ve Rewari 1990, Çakmak vd. 1996). Meyveci vd. (2002)'nin bildirdiğine göre de çinko ve demir uygulamalarının genotiplerin bazılarında verim artışı sağladığı görülürken, bazılarında kontrole göre verimde düşmeler olduğu tespit edilmiştir. Bu sonuç denemenin iki yılında da çinkolu gübrenin uygulanmasıyla verimde bazı çeşitlerde düşüşlerin yaşanması ile ilgili Meyveci vd. (1997)'nin bildirişi ile uyumludur.

Çinkonun bitkideki en önemli fonksiyonu protein sentezine doğrudan katılması ve 300'den fazla enzimin etkinliğinde doğrudan veya dolaylı olarak rol almasıdır (Marschner 1995, Çakmak 2000). Çinkonun, birçok enzim sisteminde düzenleyici rol oynaması, nükleik asit sentezi, klorofil ve karbonhidrat üretimi ile oksin adlı bitki hormonunun metabolizmasında kullanılması nedeniyle bitki beslemede rolü büyüktür. Çinko, hücre yaşlanmasında ve tahribatında belirleyici rolü olan toksik O₂ radikallerine karşı hücrenin en önemli koruyucuları arasında yer almaktadır. Çinkonun yer aldığı

enzimlerden biri de süperdioksit dismutaz'dır (SOD). Bu enzim son derece toksik olan süperoksit radikallerini yok etmekte ve H₂O₂'yi parçalayan enzimlerle birlikte hücreleri oksidatif tahribata karşı korumaktadır. Ayrıca Zn eksikliğinde süperoksit dismutaz (SOD) aktivitesi azalmakta ve süperoksit radikalleri (O₂) artmaktadır (Marschner ve Çakmak 1989). Çinkonun nohut çeşitlerinde verim ile verim özellikleri üzerine etkisi özellik ve yıl bazında toprak özellikleri ile iklimdeki farklılıklar gibi nedenlerle çeşitli varyasyonlar göstermiştir. Şöyle ki;

Çiçeklenme zamanı üzerinde çeşit etkisi önemli bulunmuştur. Çiçeklenme gün sayısı erkencilik açısından önemli bir ölçüttür. Erkenci çeşitlerde tane oluşumu ve doldurma dönemi uzayacağından tane verimi de artacaktır. Bu bağlamda 53.00 gün ile Canitez-87 ve 52.34 gün süreyle Damla-89 çeşidi ön plana çıkmıştır.

Her iki yılda da çinkolu gübre uygulaması ve çeşit özelliği bitkide nodozite sayısı bakımından önemli bulunmuş ve çinko uygulamasıyla nodozite sayısı tüm çeşitlerde kontrole oranla artmıştır. En yüksek nodozite değerine çalışmanın her iki yılında çinkolu uygulamayla Akçin-91 çeşidinde elde edilmiştir.

Bitki boyu değerleri bakımından araştırmanın ilk yılında çeşit, çinko ve interaksiyon olmak üzere tüm etkiler önemsiz iken, ikinci yılda ise çinkonun etkisi istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Bitki boyu değerleri ikinci yıl çinko uygulamasıyla artış göstermiş ve en yüksek bitki boyu değeri 29.92 cm ile çinko uygulanan Uzunlu-99 çeşidinden elde edilmiştir. Mekanizasyona uygunluğu bakımından Uzunlu-99 çeşidi dikkat çekmiştir.

İlk bakla yükseklikleri bakımından ilk yıl tüm faktörlerin etkisi önemsiz, her iki yılda da çinko etkisi önemsiz ancak ikinci yılda çeşit etkisi önemli bulunmuştur. 19.62 cm ile Küsmen-99 ve 19.47 cm ile Akçin-91 çeşidi ön plana çıkmıştır.

Bitkide bakla sayısı bakımından her iki yılda da çeşit ve çinko etkisi interaksiyonu önemli bulunmuştur. Çalışmanın iki yılında da çeşit özelliğine bağlı bitkide bakla sayısında çinko uygulamasıyla artış ve azalışlar görülmüştür. Araştırmanın ilk yılında

en yüksek bakla sayısı 18.77 adet ile Canitez-87 çeşidinin çinko uygulamasından, ikinci yıl ise en yüksek bakla sayısına 15.70 adet ile Er-99 çeşidinin çinkosuz uygulamasından ulaşılmıştır.

Bitkide tane sayısı her iki yılda da çinko ile çeşit ve çinko interaksyonu önemli istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Çalışmanın ilk yılında bitkide tane sayısı değerleri bitkide 12.33 adet ile 17.17 adet aralığında değişim göstermiştir. Çinko uygulamasıyla çeşitlerde artış ve azalışlar tespit edilmiştir. En yüksek bitkide tane sayısı değerine çinko uygulanan parselde Aydın-92 çeşidinde rastlanırken, bunu 16.90 adet ile Canitez-87 çeşidinin çinko uygulanan parseli izlemiştir. En düşük tane sayısı ise çinko uygulanmayan parselden Damla-89 çeşidinden elde edilmiştir. Çalışmanın ikinci yılında nohut çeşitleri içerisinde en fazla tane sayısı çinkolu gübre uygulamasından 17.47 adet/bitki ile çinkosuz uygulamayla Damla-89 çeşidinden elde edilirken, bunu 17.13 adet/bitki ile Akçin-91 çeşidinin çinkosuz uygulaması izlemiştir. Bitkide en az tane sayısı ise 9.83 adet/bitki ile çinko uygulanmayan ILC-195 çeşidinden elde edilmiştir.

Bitki biyolojik verimi ilk yıl çeşit, ikinci yıl ise çeşit ve çinko etkisinden istatistiki olarak etkilenmiştir. 12.08 g/bitki değeri ile Er-99 bitki biyolojik değeri en yüksek çeşit olarak belirlenirken, ikinci yıl çinko uygulamasıyla bitki biyolojik verim değeri Sarı-98 çeşidinin (14.96 g/bitki) çinkolu uygulamasından elde edilmiştir. En yüksek bitki biyolojik verimi oluşturan çeşit ise çeşit ortalamaları bakımından 13.96 g/bitki ile Aydın-92 çeşidi olmuştur.

Bitki tane verimi bakımından ilk yıl çeşit etkisi, ikinci yıl ise çeşit, çinko ve çeşit çinko interaksiyon etkisi istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Her iki yılda da çinkolu gübrelemeyle bitkide tane veriminde çeşitlerin genetik yapılarına göre farklı tepkiler görülmüş ve bitki tane verimlerinde artış ile azalış şeklinde kararsız bir durum sergilenmiştir. Tane veriminin oluşumunda birden çok faktörün de etkisi olduğu düşünüldüğünde, bu durumla karşılaşılması olasıdır. İlk araştırma yılında 6.78 g/bitki değeriyle Canitez-87 çeşidi ilk sırada yer alırken, ikinci yıl Er-99 çeşidinin (8.37 g/bitki) çinko uygulanan parselden elde edilmiştir.

Birim alan biyolojik verim değerleri bakımından ilk yıl çeşit, ikinci yıl çeşit ve çinko etkisi önemli bulunmuştur. İlk yılın en yüksek değerini 243.30 kg/da ile Canitez-87 eşidi, ikinci yılın en yüksek değerine ise 268.50 kg/da ile Aydın-92 eşidinin inkolu uygulamasından ulaşılmıştır.

Birim alan tane verimi özelliğinde ilk yıl çeşit, ikinci yıl ise çinko uygulaması önem arz etmiştir. 122.1 kg/da değeriyle Sarı-98 eşidi (2012), ikinci yılda ise çinko uygulaması birim alan tane verimini artırmış olup, 151.10 kg/da Ksmen-99 eşidinin inkolu uygulaması en yüksek birim alan tane verimi olarak dikkat çekmektedir ve Orta Anadolu Bölgesi için ülke nohut verim ortalamasının üzerinde bir değere ulaşılmıştır. Araştırmada yıllar arasında oluşan verim açısından farklı sonuçların nedenlerini açıklayacak bir başka çalışmada, çinko alımı ile toprak neminin ilişkisidir. Bu konuda yapılan çalışmada, toprak neminin yeterli olmadığı koşullarda çinko noksanlığının daha fazla yaşandığı ifade edilmektedir. Bu amaçla sulu ve kuru şartlarda Zn noksanlığının etkisini görebilmek için yrtlen bir denemede, kuru koşullarda uygulanan Zn'nun verimi % 67 oranında arttırdığı, suludaki artışın % 43 olduğu belirtilmekte olup, meydana gelen sonuçların yağışın yıllar içerisindeki dağılımına ve miktarına bağlı olarak Zn noksanlığının ortaya çıkış şiddeti üzerinde önemli derecede etkili olduğu yönünde ilişkilendirilmiştir (Ekiz vd. 1997).

Yüz tane ağırlıkları bakımından her iki yılda da inkolu gübre uygulaması önemsiz iken, çeşit özellikleri ön plana çıkmıştır. Araştırmanın ilk yılında en yüksek yüz tane ağırlığı 44.03 g ile Sarı-98 çeşidinden, ikinci yıl ise 43.26 g ile Akçin-91 çeşidinden sağlanmıştır. Çalışmanın iki yılında da çinkonun etkisi önemsiz bulunmuştur. Bu durum çinkonun tane ağırlığından ziyade tane gelişiminde daha önemli olduğu sonucunu doğurmuştur.

Denemede alınan bitki örneklerinde; tanede ham protein oranı bakımından ilk yıl hiçbir faktörün etkisi önemli olmazken, ikinci yıl çeşit ve çinko etkisi önemli bulunmuştur. İlk yıl çeşitlerin ham protein oranı % 21.86 ile % 23.86 arasında değişim göstermiştir. Çinko uygulaması ile kontrol arasında fark olmamıştır. Çeşitlerin ham protein oranlarında çinko uygulamaları kontrole oranla artış ve azalışlar grlmştir. İkinci yıl

en yüksek protein oranı % 23.38 oranı ile çinko uygulanan Küsmen-99 çeşidinde tespit edilmiş ve bunu % 23.02 ile Küsmen-99 çeşidinin çinkosuz uygulaması izlemiştir. En düşük protein ise % 17.52 değeriyle Er-99 çeşidinin çinkolu uygulamasında görülmüştür.

İki vejetasyon dönemi süresince yürütülen çalışmamızda, çinko konsantrasyonu bakımından çinko uygulamasının farklılıklar ortaya çıkardığı görülmüştür. Her iki yılda da çinkonun etkisi istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Araştırmanın iki yılında da çinko uygulamasıyla tanede çinko içeriği artmıştır. Çalışmamızın ilk yılında en yüksek tanede çinko konsantrasyonu 51.00 mg kg^{-1} ile Uzunlu-99 çeşidinin çinkolu uygulamasından elde edilmiştir. İkinci deneme yılında ise en yüksek konsantrasyon değeri 64.93 mg kg^{-1} ile ILC-195 çeşidinin çinko yapılan uygulamasından, en düşük konsantrasyon değeri ise çinko uygulanmayan Er-99 çeşidinden (44.40 mg kg^{-1}) elde edilmiştir. Çeşitlerde çinko uygulamasıyla artışların yanı sıra bazı çeşitlerde azalışlar görülmüştür. İkinci yıl çinko uygulamasına bağlı çeşitlerde artış ve azalışların çeşitlerin çinkoyu etkin kullanabilme yetenekleriyle bağdaştırmak mümkündür. Nitekim daha önceki çalışmalarla da bulguları destekler yönde literatür bildirişleri bulunmaktadır. Tahıllarda toprağa artan miktarlarda (0, 3, 6, 9 kg Zn/ha) Zn uygulamasının tanenin Zn konsantrasyonu üzerine etkilerini belirlemek amacıyla yürütülen denemelerin sonucunda, bütün tür ve çeşitlerde en düşük çinko miktarına Zn noksanlığı koşullarında rastlanırken, artan miktarlarda Zn uygulaması ile bitkilerin Zn alımını ve dolayısıyla tane Zn konsantrasyonunu artırmıştır (Erdal 1998). Sera denemelerinde, uygulamaların tane Zn konsantrasyonu üzerinde etkilerinin araştırıldığı bir diğer çalışmada farklı doz ve zamanlarda, yapraktan (% 0.1 ve % 0.3 $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$) ile topraktan çinko uygulamasının (0.05, 0.15, 0.45 ve 5 mg kg^{-1}) tane Zn konsantrasyonu üzerine etkisi incelenmiştir. Genel olarak yapraktan ve topraktan Zn form uygulamalarının tane Zn konsantrasyonu üzerine etkisi önemli bulunmuştur (Cevizcioğlu 2012). İnsan sağlığı bakımından günde 15 mg Zn alınması önerilmektedir (Anonymous 1989). Artan bitki Zn içeriğinin doğrudan verim üzerine etkisinin yanında, buğday gibi tanesi insanlarca tüketilen gıdaların Zn içeriğinin artmış olması, insanların Zn ile beslenmesini de olumlu yönde etkileyecektir (Taban vd. 1997, Erdal 1998). Bu bağlamda; tanesi insanlarca tüketilen nohut çeşitlerinde tanenin çinko gübrelmesiyle zenginleştirilmesi kapsamında

Çinkoya en iyi tepkiyi veren ILC-195 ve Uzunlu-99 eşitleri ön plana çıkmaktadır. Ancak çeşitlerin genetik yapıları, çinkoyu etkin kullanabilme kabiliyetleri ayrıca farklı çevrelerde konsantrasyon bakımından varyasyonlar oluşabileceği birlikte dşnldğnde, çalışmanın farklı çevrelerde ve farklı çinko dozlarında da yapılmasının da faydalı olabileceği dşnlmektedir.

Ayrıca dekara 2.5 kg dozunda uygulanan çinko sülfat tanede çinko içeriğini artırmasının yanı sıra birim alan nohut verimini de artırmış olup, özellikle nohut-buğday ekim nöbeti sisteminin yaygın olduğu bölgelerde tahılların çinko ihtiyaçlarının yüksek olması nedeniyle gübrelemenin önemi daha da artmaktadır. Ayrıca rn kalitesi ve insan beslenmesi açısından da inkolu gübrelemenin olumlu etkisi olacağı dikkate alındığında, birkaç yılda bir nohutta inkolu gübrelemenin yapılmasının yararlı olacağı dşnlmektedir.

KAYNAKÇA

- Abdel-Salam, A.A. 1986. Effects of different fertilizers on yields of faba bean (*Vicia faba* L.) and dry beans (*Phaseolus vulgaris* L.). Ph.D. diss., Faculty of Agriculture, Alexandria University, Egypt.
- Açıkgöz, N. ve Açıkgöz, N. 1994. Nohutta Farklı Ekim Zamanı ve Çeşitlerde Verimin Oluşumunda Etkili Olan Özelliklerin Path Analizi ile İrdelenmesi. Agronomi Bildirileri Cilt I. Tarla Bitkileri Kongresi, 25- 29 Nisan, 121-125, İzmir.
- Açıkgöz, N. ve Kıtık, A. 1994. Nohutta F₂ ve F₃ Generasyonlarında Bazı Özellikler Arasındaki Korelasyonların Saptanması. Agronomi Bildirileri Cilt I. Tarla Bitkileri Kongresi, 25-29 Nisan, 126-129, İzmir.
- Açkurt, F. ve Löker, M. 1998. Sağlıklı Beslenmede Çinkonun Yeri ve Türkiye’de Çinko Yetersizliği. 1. Ulusal Çinko Kongresi, 519-525, Eskişehir.
- Adhikari, G. and Pandey, M.P. 1983. Genetic variability in some quantitative characters and scope for improvement in chickpea. *Gen. 7*, December, 1983, 4-5.
- Agrawala, H.P. 1992. Assessing the micronutrient requirement of winter wheat. *Soil Sci.&Plant Analyses*, 23, 17-20.
- Aggett, P.J. 1994. Zinc. *Annales Nestle*, 52: 94-106.
- Ağdağ, M., Dok, M., Doğan H., Torun, M. ve Çebi, H. 1997. Orta Karadeniz Geçit Bölgesi İçin Uygun Buğday Çeşitlerinin Belirlenmesi Üzerine Bir Araştırma. Türkiye II. Tarla Bitkileri Kongresi, 21- 25, 22-25 Eylül, Samsun.
- Ahlawat, I.P.S., Gangaiah, B. and Ashraf-Zadid, M. 2007. Nutrient management in chickpea. In: Yadav, S. S. Redden, R. Chen, W. Sharma, B. eds. Chickpea breeding and management. 213232, Wallingford, Oxon, UK, CAB International.
- Ahmedullah, M., Roberts, S. and Kawakami, A. 1987. Effect of soil applied macro and micronutrients on the yield and quality of concord grapes *Vitis*. 26 (No 4).

- Akay, A. ve Önder, M. 2004. Nohut Çeşitlerinde Çinkolu Gübre Uygulamasının Verim ve Bazı Verim Unsurlarına Etkisi. 3. Ulusal Gübre Kongresi, Tarım, Sanayi, Çevre, 11-13 Ekim 2004, 573-580, Tokat.
- Akay, A. 2005. Bazı Nohut Çeşitlerine Uygulanan Çinkonun Yaprakların Klorofil İçeriği Dane Verimi ve Bazı Verim Unsurlarına Etkisi. GAP IV. Tarım Kongresi, 2. Cilt, 947-954, Şanlıurfa.
- Akay, A. 2011. Effect of zinc fertilizer applications on yield and element concentrations of some registered chickpeas cultivars. Afr. Journal Biotechnol., 10, 12890-12896.
- Akçin, A. 1988. Yemelik Dane Baklagiller. Selçuk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Yayın No: 8, 377, Konya.
- Akdağ, C. 1985. Ekim sıklığının Tokat Yöresinde üç nohut (*Cicer arietinum* L.) çeşidinde verim ve verim unsurlarına etkileri üzerine bir araştırma. Yüksek Lisans Tezi, Ç. Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Ana Bilim Dalı, Adana, D. Baş No: 280, Adana.
- Akdağ, C. ve Engin, M. 1987. Ekim sıklığının Tokat yöresinde üç nohut (*Cicer arietinum* L.) çeşidinde verim ve verim unsurlarına etkileri üzerinde bir araştırma. Cumhuriyet Üniversitesi, Tokat Ziraat Fakültesi Dergisi, 3(1), 10, Tokat.
- Akdağ, C. ve Şehirli, S. 1992. Nohut (*Cicer arietinum* L.)'da özellikler arası ilişkiler ve path katsayısı analizi üzerinde bir araştırma. Doğa, 16, 763-772, Tokat.
- Akdağ, C. 2001. Tokat'ta yüksek verim sağlayacak nohut çeşitleri ile ekim zamanlarının belirlenmesi. Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, No: 59, Araştırma Serisi No: 19, 3-114, Tokat.
- Akın, I. 2004. İz elementler ve sığır tırnak hastalıkları. Veteriner Cerrahi Dergisi, 10 (3-4), 54-61.
- Aktas, H., Abak, K., Ozturk, L. and Cakmak, I. 2006. The effect of zinc on growth and shoot concentrations of sodium and potassium in pepper plants under salinity stress. Turk Journal Agricultural For., 30, 407-412.

- Ali, M.D., Krishnamurty, L., Saxena, N.P., Rupela, O.P., Kumar, J. and Johansen, C. 2002. Scope for genetic manipulation of mineral acquisition in chickpea. *Plant Soil*, 245, 123-134.
- Ali, E.A. and Mahmoud, A.M. 2013. Effect of foliar spray by different salicylic acid and zinc concentrations on seed yield and yield components of mung bean in sandy soil. *Asian Journal of Crop Science*, 5: 33-40.
- Alkan, F. 1998. Konya Bölgesindeki koyunlarda görülen piyetenin etiyojisinde çinko ve bakırın rolü. Doktora Tezi, Selçuk Üni., Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Cerrahi (Vet.) Anabilim Dalı, Konya.
- Alloway, B.J. 1995. Heavy metals in soils, 2nd edn. Blackie Academic and Professional. London, UK.
- Alloway, B.J. 2004. Zinc in soils and crop nutrition. International Zinc Association Communications. IZA Publications, Brussels.
- Altınbaş, M. ve Algan, N. 1993. Melez mısırdaki erkencilik öğeleri ile verim, verim öğeleri ve kalite özellikleri arasındaki ilişki. *Anadolu*, 3(1), 40-62.
- Amir, Y., Haenni, A.L. and Youyou, A. 2006. Differences in the biochemical composition of dry legumes cultivated in North Algeria. *EJEAFChe*, 5(3): 1411-1418.
- Anaç, D. ve Saatci, N. 1993. Demir ve topraktaki çözünürlük ilişkileri. E. Ü., Ziraat Fakültesi Dergisi, 30(1-2), 173-180.
- Anand, R., Koti, R.V., Kamatar, M.Y., Mummigatti, U.V. and Basavaraj, B. 2008. Evaluation of rabi sorghum genotypes for seed zinc content and yield in high zinc regimes. *Karnataka J. Agric. Sci.*, 21(4), 568-569.
- Anıl, H. 2000. Samsun ekolojik şartlarında yetiştirilen bazı ekmeklik buğday çeşitlerinde verim, verim unsurları ve kalite kriterlerinin belirlenmesi üzerine bir araştırma. Yüksek Lisans Tezi, O. M. Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, Samsun.
- Anlarsal, E., Yücel, C. ve Özveren, D. 1999. Çukurova Koşullarında Bazı Nohut (*Cicer arietinum* L.) Hatlarının Verim ve Verimle İlgili Özelliklerinin Saptanması Üzerine Bir Araştırma. Türkiye 3. Tarla Bitkileri Kongresi, 15-18 Kasım, Cilt III, 342-344, Adana.

- Anonim. 1995. Nato SFS (Science for stability) projesi V. gelişme raporu. 1 May 1995-1 October 1995.
- Anonim. 2013. <http://www.mgm.gov.tr/veridegerlendirme/il-ve-ilceler-istatistik.aspx>. Erişim Tarihi: 15/06/2014.
- Anonymous. 1989. Subcommittee on the Tenth Edition of the RDAs Food and Nutrition Board, Commission on Life Sciences 10th ed. National Research Council Recommended Dietary Allowances National Academy Press, Washington, D. C.
- Anonymous. 1990. Micronutrient, assessment at the country level: An International Study. FAO Soil Bulletin by Mikko Sillanpaa, Rome.
- Anonymous. 1999. Prevention of diarrhea and pneumonia by zinc supplementation in children in developing countries: Pooled Analysis of Randomized Controlled Trials. J. Pediatr, Zinc Investigators Collaborative Group 135, 689-97.
- Anonymous. 2000. Therapeutic effects of zinc in acute and persistent diarrhea in children in developing countries. Pooled Analysis of Randomized Controlled Trials. American Journal of Clinical Nutrition, Zinc Investigators Collaborative Group 72, 1516±1522.
- Anonymous. 2006. Micronutrient Initiative. India Micronutrient Investment Plan. India.
- Anonymous. 2017. Web Sitesi: www.fao.org/faostat/database/QC. Erişim Tarihi: 05/03/2019.
- Arcasoy, A. 1998. İnsan Sağlığında Çinkonun Önemi. I. Ulusal Çinko Kongresi, 12-16 Mayıs 1997, Eskişehir.
- Ardıç, M. 2006. Bor toksisitesinin nohut (*Cicer arietinum* L.) bitkisinde bazı fizyolojik ve biyokimyasal özellikler üzerindeki etkileri. Doktora Tezi, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir.
- Arduini, I.D., Godbold, I. and Onnis, A. 1994. Cadmium and copper change root growth and morphology of *Pinus pinea* and *Pinus pineaster* seedlings. Physiol. Plant., 92, 675- 680.

- Arif, M., Waqas, M., Nawab, K. and Shahid, M. 2007. Effect of seed priming in Zn solutions on chickpea and wheat. *Afri. Crop Sci. Pro.*, 8, 237-240.
- Ariza-Nieto, M., Blair, M.W., Welch, R.M. and Glahn, R.P. 2007. Screening of iron bioavailability patterns in eight bean (*Phaseolus vulgaris* L.) cultivars using to Caco-2 cell invitro model. *Agric. Food. Chem.*, 55, 7950-7956.
- Artetxe, U.J., García-Plazaola, I., Hernández, A. and Becerril, J. M. 2002. Low light grown duckweed plants are more protected against the toxicity induced by Zn and Cd. *Plant Physiol. Biochem.*, 40, 859-863.
- Artington, J.D. 2002. Essential trace minerals for grazing cattle in Florida. AN 086 Animal Science Department, Florida Cooperative Extension Service, Institute of Food and Agricultural Sciences, University of Florida October, Florida. http://www.edis.ifas.ufl.edu/BODY_AN_086.
- Atlı, A. 1999. Buğday ve Ürünleri Kalitesi. Orta Anadolu'da Hububat Tarımının Sorunları ve Çözüm Yolları Sempozyumu, 8-11 Haziran, 498-506, Konya.
- Atmaca, E. 2008. Eskişehir koşullarında bazı nohut çeşit ve hatlarında farklı ekim zamanı ve sıra arası mesafelerinin verim, verim unsurları ve kalite üzerine etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, s. 99, Ankara.
- Attia, K.K. and Ghallab, A. 1998. Yield and zinc concentration of some wheat cultivars grown on newly reclaimed soils as influenced by different methods of Zn application. *Assiut Jour. of Agricultural Sci.*, 29, 5, 71-83.
- Awlad, H.M., Chowdhury, M.A. and Tahukde, N.M. 2003. Effect of sulphur and zinc on nodulation, dry matter, yield and nutrient content of soybean. *Pakistan Journal of Biological Sciences*, 6, 461-466.
- Ayçiçek, M. ve Yıldırım, T. 2002. Bazı ekmeklik buğday çeşit ve hatlarının (*Triticum aestivum* var. *aestivum* L.) Bingöl şartlarındaki verim yeteneklerinin belirlenmesi üzerine bir araştırma. Fırat Üniversitesi, Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi, 14(1), 19-28.

- Aydeniz, A., Danişman, S. and Brohi, A.R. 1978. The response of zinc to rice plant grown on calcareous soil under flooded condition. Proceeding of IAEA at Boger, Sept., 11-15, Indenosia.
- Aydeniz, A., Danişman, S. and Brohi, A.R. 1983. Residual effect of zinc to rice plant grown on calcareous soils under flooded condition. A. Ü., Zir. Fak. Yıllığı, Cilt 32, Ankara.
- Aydeniz, A., Brohi, A.R. and Danişman, S. 1985. Effect of zinc fertilisation on nutrient status of rice plant grown at different leves of lime. C. Ü., Zir. Fak. Dergisi, Cilt: 1, Sayı 1-2, Ankara.
- Aydeniz, A. ve Brohi, A.R. 1991. Gübreler ve Gübreleme. Cumhuriyet Üniv., Tokat Ziraat Fak. Yayınları, 10, Ders Kitabı: 3, 880, Tokat.
- Aydın, N. 1988. Ankara koşullarında nohut (*Cicer arietinum* L.)'ta ekim zamanı ve bitki sıklığının verim, verim komponentleri ve antraknoza olan etkileri. Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, s. 119, Ankara.
- Aydın, H. ve Sepetoğlu, H. 1991. Nohutta ekim zamanının büyüme, verim ve verim öğeleri etkileri üzerinde araştırma. E. Ü., Fen Bil. Enst. Dergisi, 2(1), 287-292.
- Aydın, M., Kalaycı, M., Özbek, V., Çekiç, C. ve Çakmak, İ. 1998. Eskişehir Koşullarında Arpada Çinko Noksanlığı ve Genotipik Farklılıklar. I. Ulusal Çinko Kongresi, 12-16 Mayıs 1997, 333-337, Eskişehir.
- Aydın, N., Bayramoğlu, H.O., Mut, Z. ve Özcan, H. 2005. Ekmeklik buğday (*Triticum aestivum* L.) çeşit ve hatlarının Karadeniz koşullarında verim ve kalite özelliklerinin belirlenmesi. A.Ü.Z.F., Tarım Bilimleri Dergisi, 11(3), 257-262.
- Aydoğan, A., Gürbüz, A., Karagül, V. ve Aydın, N. 2009. Yüksek alanlarda kışlık nohut (*Cicer arietinum* L.) yetiştirme imkanlarının araştırılması. Tarla Bitkileri Merkezi Araştırma Enstitüsü Dergisi, 18 (1-2): 11-16.
- Aye, K.S. 2011. Investigation on the effectiveness of zinc sulphate and biofertilizer on mustard plant. World Academy of Science, Engineering and Technology, 51, 335-337.

- Aytaç, S. ve Karaca, E. 2004. Farklı dozlarda uygulanan molibden ve çinkonun ayçiçeğinde verim ve bazı özelliklere etkisi üzerine bir araştırma. O.M.Ü. Ziraat Fakültesi Dergisi, Journal of Agric., 19(2): 54-58, Samsun.
- Azad, A.S., Manchada, J.S., Gill, A.S., Bains, S.S. 1993. Effect of zinc application on grain yield, yield components and nutrient content of lentil. Lens Newsletter, 20 (2), 30-33.
- Azkan, N., Kaçar, O., Doğangüzel, E., Sincik, M. ve Çöplü, N. 1999. Bursa Ekolojik Koşullarında Farklı Ekim Zamanlarının Nohut Hat ve Çeşitlerinde Verim ve Verim Öğeleri Üzerine Etkileri. Türkiye 3. Tarla Bitkileri Kongresi, 15-18 Kasım, Cilt III, 318-323, Adana.
- Babagil, G.E. 2010. Muş ekolojik koşullarında bazı nohut (*Cicer arietinum* L.) çeşitlerinin verim ve verim unsurlarının değerlendirilmesi. Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi, 7(3): 181-186.
- Babaoğlu, M. 2003. Nohut ve Tarımı (*Cicer arietinum* L.). Trakya Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Edirne.
- Babu, G.S., Kumar, Y.B.K., Bhaskar, P.U. and Raja, V.S. 2008. Effect of post-deposition annealing on the growth of Cu, Zn, Sn, Se thin films for a solar cell absorber layer. Semiconductor Science and Technology, 12. 085023, 1-12.
- Bağcı, S. ve Sade, A.B. 2004. Konya Şartlarında Sulama ve Çinko Uygulamalarının, Farklı Tahıl Türlerinde Verim, Verim Unsurları ve Tanedeki Çinko Konsantrasyonu Üzerine Etkileri. Türkiye 3. Ulusal Gübre Kongresi, Tarım-Sanayi-Çevre, 11-13 Ekim 2004, 563-572, Tokat.
- Bahl, P.N., Kumar, J. and Raju, D.B. 1991. Genetic variations and adaptations in chickpea. Plant Breeding Volume 106, Issue 2, 89-172.
- Bahure, G.K., Mirza, I.A.B., Bankar, A.N., Puri, A.N. and Sirsath, M.K. 2016. Effect of foliar application of zinc, iron and magnesium on growth, yield and quality of soybean (*Glycine max* L.) Merrill. Asian Journal of Multidisciplinary Studies, 4(3), 19-22.

- Baize, D. 1997. Teneurs totales en elements traces metalligues. Dans Les Sols (France), INRA Editions, 409, Paris.
- Bakoğlu, A. ve Ayçiçek, M. 2005. Bingöl ekolojik koşullarında bazı nohut (*Cicer arietinum* L.) çeşitlerinin verim ve verim öğeleri üzerine bir araştırma. F. Ü., Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi, 17(1): 107-113.
- Bakoğlu, A. 2009. Elazığ ekolojik koşullarında bazı nohut (*Cicer arietinum* L.) çeşitlerinin verim ve verim öğeleri üzerine bir araştırma. Harran Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Dergisi, 13(1), 1-6, Şanlıurfa.
- Balai, K., Sharma, Y., Jajoria, M., Deewan, P. and Verma, R. 2017. Effect of phosphorus and zinc growth, yield and economics of chickpea (*Cicer arietinum* L.). International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences, 6(3), 1174-1181.
- Balusamy, G.S., Ravichandran, V.K. and Balasubrahmanian, N. 1996. Effect zinc, boron and FYM on growth and yield of soybean. Madras Agric. Journal, 83(2), 134.
- Balwant, S., Laura, R.D. and Gupta, V.K. 1984. Influence of Mo, Zn and *Rhizobium* inoculation on dry matter yield nitrogen content in chickpea (*Cicer arietinum* L.). International Journal of Tropical Agriculture, 2(2), 159-165.
- Bank, L.W. 2007. Effect of timing of foliar zinc fertilizer on yield components of soybean. Australian J. Expt. Agric. and Animal Husbandary, 22(116), 226-231.
- Barber, S.A. 1995. Soil nutrient bioavailability. A Mechanistic Approach, Seconded. Wiley, NY, USA.
- Barut, H. 2010. Farklı doz ve zamanlarda uygulanan çinko ve azotun buğdayda tane çinko konsantrasyonu üzerine etkisi. Doktora Tezi, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.
- Baszyński, T. and Tukendorf, A. 1984. Folia Soc. Sci. Lubliensis, 26, 31-39.
- Baszyński, T. 1986. Interference of Cd²⁺ in functioning of the photosynthetic apparatus of higher plants. Acta. Soc. Bot. Pol., 55, 291-304.

- Bayrak, H. 2010. Konya ekolojisinde tarımı yapılan yerel nohut popülasyonları ve çeşitlerin tarımsal, teknolojik ve besinsel karakterlerinin belirlenmesi. Doktora Tezi, Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri ABD, Konya.
- Bayrak, H. ve Önder, M. 2017. Konya ekolojisinde tarımı yapılan yerel nohut popülasyonları ve çeşitlerinin (*Cicer arietinum* L.) tarımsal, teknolojik ve besinsel karakterlerinin belirlenmesi. Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi, 26 (Özel Sayı): 52-61 Araştırma Makalesi (Research Article), Ankara.
- Bayraklı, F., Sade, B., Gezgin, S., Önder, M. ve Topal, A. 1995. Çinko, fosfor ve azot uygulamasının Gerek-79 ekmeklik buğday çeşidinin (*Triticum aestivum* L.) tane verimi ve verim unsurları üzerine etkileri. Selçuk Üniv., Ziraat Fak. Dergisi, Cilt: 6, Sayı: 8, 116-130, Konya.
- Baysal, A. 1998. Gıdaların Çinko İçerikleri ve Diyet Çinkonun Biyoyararlılığı. Hacettepe Üniversitesi, Beslenme ve Diyetetik Bölümü, I. Ulusal Çinko Kongresi, 11-16 Mayıs 1998, Eskişehir.
- Bekiaroglou, P. and Karataglis, S. 2002. The effect of lead and zinc on *Mentha spicata*. J. Agron. Crop Sci., 188, 201-205.
- Bhuiya, Z.H., Idris, M. and Uddin, M.J. 1981. Response of IRS to zinc fertilizer. Int. Rice Research Newsletter, 6.
- Biçer, B.T. 2001, Diyarbakır yöresinde toplanan bazı nohut (*Cicer arietinum* L.) yerel çeşitlerinde önemli bitkisel ve tarımsal özelliklerin belirlenmesi üzerine bir araştırma. Çukurova Üniversitesi, 130, Adana.
- Biçer, B.T. ve Anlarsal, A.E. 2004. Bazı nohut (*Cicer arietinum* L.) köy çeşitlerinde bitkisel ve tarımsal özelliklerin belirlenmesi. Tarım Bilimleri Dergisi, 10 (4): 389-396.
- Biçer, B.T. ve Anlarsal, A.E. 2005. Diyarbakır yöresi nohut (*Cicer arietinum* L.) köy popülasyonlarının tarımsal, morfolojik ve fenolojik özellikler için değerlendirilmesi. Harran Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Dergisi, 9 (3): 1-8.

- Biçer, B.T. ve Şakar, D. 2011. Yabani ve Yerli Nohutların Bitkisel ve Tane Kimyasal Özellikleri. IX. Türkiye Tarla Bitkileri Kongresi, 12-15 Eylül 2011, Tahıllar ve Yemelik Tane Baklagiller, Cilt: I, s. 766-769, Bursa.
- Biçer, B.T., Akıncı, C. ve Eker, S. 2017a. Kışlık nohut genotiplerinin soğuk ve antraknoza dayanıklılığı ile tohum pişme özelliklerinin saptanması. El-Cezerî Fen ve Mühendislik Dergisi, 4 (3): 355-364.
- Biçer, B.T., Albayrak, Ö. ve Akıncı, C. 2017b. Farklı ekim zamanlarının nohutta verim ve verim unsurlarına etkisi. A. D. Ü., Ziraat Dergisi, 14(1), 51-57.
- Bilgehan, G., Aksoy, E. ve Seferoğlu, S. 1999. A. D. Ü. Araştırma ve Uygulama Çiftliği topraklarının detaylı etüd ve haritalaması. A. D. Ü. Araştırma Fon Saymanlığı, Proje No: ZRF 004 Kesin Sonuç Raporu, Aydın.
- Black, R.E., Allen, L.H. and Bhutta, Z.A. 2008. Maternal and Child under Nutrition. Global and Regional Exposures and Health Consequences The Lancet, 371, 243-260.
- Bobak, M. 1985. Ultrastructure changes of the nucleus and its components in meristematic root cells of the horse-bean after zinc intoxication. *Physiol. Plant.*, 15: 31-36, Bouyoucos, G. J. 1951. A Recalibration of the Hydrometer Method for Making Mechanical Analysis of the Soil, *Agronomy Journal*, 9, 434-438.
- Boehle, J.J.R and Lindsay, W.L. 1969. Micronutrients-the fertilizer shoe nails. Solutions Part 6, In The Limelight-Zinc Fertilizer Solutions, 13, 6.
- Bonnet, M., Camares, O. and Veisseire, P. 2000. Effect of zinc and influence of *Acremonium lolii* on growth parameters, chlorophyll a fluorescence and antioxidant enzyme activities of ryegrass (*Lolium perenne* L. cv Apollo). *J. Exp. Bot.*, 51(346), 945-953.
- Bordeleau, L.M. and Prevost, D. 1994. Nodulation and nitrogen fixation in extreme environments. *Plant and Soil* 161, 115-125.
- Bouis, H.E. 2003. Micronutrient fortification of plants through plant breeding. Can it improve nutrition in man at low cost. *Proc. Nutr. Soc.*, 62, 403-411.

- Bouyocous, G.J. 1951. Recalibration of the hydrometer method for making mechanical analysis of soils. *Agronomy Journal*, No 43, USA.
- Bozoğlu, H. ve Gölümser, A. 1999. Kuru Fasulyede (*Phaseolus vulgaris* L.) Bazı Tarımsal Özelliklerin Korelasyonları ve Kalıtım Derecelerinin Belirlenmesi. Türkiye 3. Tarla Bitkileri Kongresi (15-18 Kasım 1999), Cilt III, Çayır-Mera Yem Bitkileri ve Yemelik Baklagiller, 360-365, Adana.
- Bozoglu, H., Ozcelik, H., Mut, Z. and Peksen, E. 2007. Response of chickpea (*Cicer arietinum* L.) to zinc and molybdenum fertilization. *Bangladesh Journal of Botany*, 36, 145-149.
- Braham, J.E., Vela, R.N., Bressani, R. and Jarquin, R. 1965. The effect of cooking and supplementary amino acids on the nutritive value of the seed of *Cajanus indicus*. *Arch. Venez. Nutr.* 15: 19-32.
- Braun, H., Cakmak, I., Kalaycı, M., Yilmaz, A. ve Eyupoglu, F. 1995. Breeding for Enhanced Zinc Efficiency in Bread Wheat. *Adaptation in Plant Breeding, XIV EUCARPIA Congress, July 31-August 4, 1995, Finland.*
- Brehler, B. and Wedepohl, K.H. 1978. Zinc In (ed), *Handbook of Geochemistry Vol. II/3*. Ed. Wedepohl, K.H. Springer. 125, Verlag, Berlin.
- Brennan, R.F. 1992. The effectiveness of zinc fertilisers as measured by DTPA soil extractable zinc, dry matter production and zinc uptake by subterranean clover in relation to soil properties of a range of Australian soils. *Aust. J. Soil Res.* 30, 45-53.
- Brennan, R.F., Bolland, M.D.A. and Siddique, K.H.M. 2001. Response of cool season grain legumes and wheat to soil applied zinc. *Journal Plant Nut.*, 24, 272-741.
- Brohi, A.R., Karaata, H., Özcan, S. ve Demir, M. 2000. Toprakta ve yaprakta çinko uygulamasının ekmeçlik buğday bitkisinin verim ve bazı besin maddesi alımına etkisi. *G. O. P. Üniversitesi, Ziraat Fak. Dergisi*, Cilt: 17, Sayı: 1, 123-128.
- Brown, K.H., Dewey, K.G. ve Allen, L.H. 1998. Complementary feeding of young children in developing countries. *A Review of Current Scientific Knowledge* World Health Organization, Geneva.

- Brown, P.H., Cakmak, I. and Zhang, Q. 1993. Form and function of zinc in plants. In: Zinc in Soils and Plants (ed. Robson, A.D.), 93-106. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, The Netherlands.
- Brown, K.H., Wuehler, S.E. and Peerson, J.M. 2001. The importance of zinc in human nutrition and estimation of the global prevalence of zinc deficiency. Food and Nutrition Bulletin, 22, 113-125.
- Brown, P. 2001. Can boron correct transient nutrient deficiencies. Fluid Journal, s 3.
- Brumer, G., Herms, V. and Clayton, P.M. 1983. Adsorption-desorption and precipitation-dissolution processes of zinc in soils geoderma, 31, 337-354.
- Budak, H., Karaltın, S. ve Budak, F. 1997. Bazı Ekmeklik Buğday Çeşitlerinin (*Triticum aestivum* L. Em Thell) Fiziksel ve Kimyasal Yöntemlerle Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi. Türkiye 2. Tarla Bitkileri Kongresi, 22-25 Eylül, 534-536, Samsun.
- Bueckert, R. A., Thavarajah, D., Pushparajah, T. and Pritchard, J. 2011. Phytic acid and mineral micronutrients in field-grown chickpea (*Cicer arietinum* L.) cultivars from western Canada. Eur. Food Res. Technol., 233, 203-212, Canada.
- Bukvic, G., Antunovic, M., Popovic, S. and Rastija, M. 2003. Effect of P and Zn fertilization on biomass yield and its uptake by maize lines (*Zea mays* L.). J. Plant and Soil Envi., 49(11), 505-510.
- Burleson, C.A., Docus, A.D. and Gerard, C.J. 1961. The effect of phosphorus fertilization on the zinc nutrition of several irrigated crops. Soil Sci. Soc., of Amer. Proc., 25, 365-368.
- Bushuk, W. 1982. Grains and oilseeds. 3. Edition. Canadian International Grains Institute, Winnipeg, Manitoba.
- Cakmak, I. and Marschner, H. 1987. Mechanism of phosphorus induced zinc deficiency in cotton III. Changes in Physiological Availability of Zinc in Plants, Physiol. Plant, 70, 13-20.
- Cakmak, I. and Marschner, H. 1988a. Increases in membrane permeability and exudation in roots of zinc deficient plants. J. Physiol. Plant., 132, 356±361.

- Cakmak, I. and Marschner, H. 1988b. Zinc-dependent changes in ESR signals, NADPH oxidase and plasma membran permeability in cotton plants. *Physiol. Plant.*, 73, 182-186.
- Cakmak, I., Marschner, H. and Bangerth, F. 1989. Effect of zinc nutritional status on growth, protein metabolism and levels of indole-3-acetic acid and other phytohormones in bean (*Phaseolus vulgaris* L.). *J. of Experimental Botany*, 40, 405-412.
- Cagliati, D.H., Alcocer, N. and Santamaria, G.E. 1991. Effect of concentration on zinc uptake in *gaudinia fragilis*. *Journal of Plant Nutrition*, 1415, 443-452.
- Cakmak, I. and Marschner, H. 1993. Effect of zinc nutritional status on activities of superoxide radical and hydrogen peroxide scavenging enzymes in bean leaves. *Plant and Soil*, 155/156, 127-130.
- Cakmak, I. 1994. Selection and characterisation of cereal genotypes with high resistance to zinc deficiency and boron toxicity and evaluation of bioavailability of zinc in cereals for GAP and Central Anatolia Regions. "TU-GENOTYPES" NATO Science for Stability Programme. III. Progress Report, Cukurova University, Adana.
- Cakmak, I., Atli, M., Kaya, R., Evliya, H. and 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.
- Cakmak, I., Ozturk, L., Eker, S., Torun, B., Kalfa, H. I. and Yilmaz, A. 1996. Concentration of zinc and activity of copper/zinc-superoxide dismutase in leaves of rye and wheat cultivars differing in sensitivity to zinc deficiency. *Journal of Plant Physiology*, 151: 91-95.
- Cakmak, I., Sarı, N., Marschner, H., Kalaycı, M., Yılmaz, A., Eker, S. and Gulut, K.Y. 1996. Dry matter production and distribution of Zn in bread and durum wheat genotypes differing in Zn efficiency. *Plant Soil* 180, 173-181.
- Cakmak, I., Yılmaz, A., Ekiz, H., Torun, H.B., Erenoglu, B. and Braun, H.J. 1996. Zinc deficiency as a critical nutritional problem in wheat production in Central Anatolia. *Plant Soil* 180: 165-172.

- Cakmak, I., Sari, N., Marschner, H., Ekiz, H., Kalayci, M., Yilmaz, A. and Braun, H.J. 1996b. Release of phytosiderophores in bread and durum wheat genotypes differing in zinc efficiency. *Plant Soil*, 180, 183±189.
- Cakmak, I., Ekiz, H., Yilmaz, A., Torun, B., Koleli, N., Gultekin, I., Alkan, A. and Eker, S. 1997a. Differential response of rye, triticale, bread and durum wheats to zinc deficiency in calcareous soils. *Plant and Soil*, 188, 1-10.
- Cakmak, I. 1998. Selection and characterization of creal genotypes with high zinc efficiency and evaluation of bioavailability of zinc in wheat for the Central Anatolian Region, 171. Adana.
- Cakmak, I., Torun, B., Erenoglu, B., Ozturk, L., Marschner, H., Kalayci, M., Ekiz, H. and Yilmaz, A. 1998. Morphological and physiological differences in cereals in response to zinc deficiency, 100, 349-357, *Euphytica*.
- Cakmak, I. and Engels, C. 1999. Role of mineral nutrients in photosynthesis and yield formation. In: *Mineral Nutrition of Crops, Mechanisms and Implications*. Rengel, Z. (ed.), The Haworth Pres, 141-168, New York, USA.
- Cakmak, I., Kalayci, M., Ekiz, H., Braun, H. and Yilmaz, 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.
- Cakmak, I., 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.
- Cakmak, I. 2000. Possible roles of zinc in protecting plant cells from reactive oxygen species. *New Phytologist*, 146(2), 185-205.
- Cakmak, I. 2002. Plant nutrition research. Priorities to Meet Human Needs for Food in Sustainable Ways, *Plant Soil*, 247, 3-24.
- Cakmak, I. 2008. Enrichment of cereal grains with zinc. *Agronomic or Genetic Biofortification*, *Plant Soil*, 302, 1-17.

- Cakmak, I. 2009. Enrichment of fertilizers with zinc: an excellent investment for humanity and crop production. *Journal of Trace Elements in Medicine and Biology*, 23, 281-289.
- Cakmak, I., Pfeiffer, W.H. and McClafferty, B. 2010a. Biofortification of durum wheat with zinc and iron. *Cereal Chemistry*, 87(1), 10-20.
- Cakmak, I., Kalayci, M., Kaya, Y., Torun, A. A., Aydın, N., Wang, Y., Arisoy, Z., Erdem, H., Yazici, A., Gokmen, O., Ozturk, L. and Horst, W.J. 2010b. Biofortification and localization of zinc in wheat grain. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 58(16), 9092-9102.
- Calhor, M. 2006. Effect of nitrogen and zinc on yield of durum wheat in Khoramabad Region. Agricultural Research Institute, Lorestan, Iran.
- Canlı, H. and Toker, C. 2009. Evaluation of yield criteria for drought and heat resistance in chickpea (*Cicer arietinum* L.) *J. Agronomy&Crop Science*, 195: 47-54.
- Caputo, C. and Barneix, A. J. 1997. Export of amino acids to the phloem in relation to N supply in wheat. *Physiologia Plantarum*, 101(4), 853-860.105.
- Carson, P.L. 1980. Recommended potassium test. P. 20-21, In: Recommended Chemical Soil Test Procedures for the North Central Region. Rev. Ed. North Central. Regional Publication No. 221. North Dakota Agric. Exp. Stn., North Dakota State University, Fargo USA.
- Catlett, K.M., Heil, D.M., Lindsay, W.L. and Ebingerd, M.H. 2002. Soil chemical properties controlling Zinc²⁺ activity in 18 Colorado soils. *Science Society of American Journal*, 66, 1182-1189.
- Cavdar, A.O., Arcasoy, A., Cin, S., Babacan, E. and Gozdasoglu, S. 1983. Geophagia in Turkey: Iron and zinc deficiency, iron and zinc absorption studies and response to treatment with zinc in geophagia cases. *Progress in Clinical and Biological Research*, 129, 71-97.
- Cavdar, A.O. 2000. Analysis of zinc (serum, plasma erythrocyte, and hair zinc) and its relation to nutrition in pregnant Turkish Women a review of crosssectional and longitudinal studies. *J. Trace Elem. Exp. Med.*, 13, 63-71.

- Cevizcioğlu, Ö. 2002. Değişik çinko formlarının ekmeklik buğdayda verim ve tane çinko konsantrasyonu üzerine etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Namık Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekirdağ.
- Ceylan, Ş., Akdemir, H., Oktay, M. ve İrget, E. 1997. Çinko Uygulamalarının Lirasa-92 ve Cumhuriyet-75 Buğday Çeşitlerinde Verim ve Bazı Verim Kriterlerine Etkisi. 1. Ulusal Çinko Kongresi, Eskişehir.
- Choudhry, F.M., Alam, S.M., Rashid, A. and Latif, A. 1977. Mechanism of differential susceptibility of two rice varieties to zinc deficiency. *Plant and Soil*, 46, 637-642.
- Choudhary, M. 2006. Response of clusterbean [*Cyamopsis tetragonoloba* (L.) Taub.] to sulphur and zinc fertilization. M. Sc. (Ag.) Thesis, Rajasthan Agricultural University, Bikaner.
- Choi, J.M., Pak, C.H. and Lee, C.W. 1996. Micronutrient toxicity in French Marigold. *J. Plant Nutr.*, 19, 901-916.
- Cinsoy, A.S. ve Yaman, M. 1998. Nohutta bazı özellikler arası ilişkilerin path analizi ile değerlendirilmesi. *Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü Dergisi Anadolu Özet/Abstract-98-1*, www.aari.gov.tr/anadolu/OZET-ABS-98-1.htm.
- Clijsters, H. and Van Assche, F. 1985. Inhibition of photosynthesis by heavy metals. *Photosynth. Res.*, 7, 31-40.
- Cook, R.J. and Veseth, R.J. 1991. Wheat health management. The American Phytopathological Society, St. Paul, Minnesota 55121, USA.
- Crews, T.E., Peoples, M.B. 2004. Legume versus fertilizer sources of nitrogen: ecologic tradeoffs and human needs. *Agr. Ecosyst Environment*, 102, 279-297.
- Cubero, J.I. 1987. Morphology of chickpea. *The Chickpea*, ICARDA, 41-46, Aleppo, Syria.
- Çağlayan, M. ve Elgün, A. 1999. Değişik Çevre Şartlarında Yetiştirilen Ekmeklik Buğday Hat ve Çeşitlerinin Bazı Teknolojik Özellikleri Üzerinde Araştırmalar. Orta Anadolu'da Hububat Tarımının Sorunları ve Çözüm Yolları Sempozyumu, 8-11 Haziran, 513-518, Konya.

- Çakmak, İ., Yılmaz, A., Kalaycı, M., Ekiz, H., Torun, B., Erenoğlu, and B. Braun, H.J. 1995. Türkiye’de toprak ve bitkilerde çinko eksikliği ve bitkilerin çinko eksikliğine dayanıklılık mekanizmaları. Türk Tarım ve Ormancılık Dergisi, Ankara.
- Çiftçi, V., Ülker, M. ve Sönmez, F. 1998. Çinko uygulamasının mercimek (*Lens culinaris* Medic.)’te verim ve verim öğelerine etkisi. Lens Newsletter, 25 (1-2), 35-38.
- Dahiya, B.S., Kapoor, A.C., Solanki, I.S. and Waldia, R.S. 1982. Effect of cultivar and location on seed protein in chickpea (*Cicer arietinum* L.). Exp. Agric., 18, 289-292.
- Das, D.K. 1986. A study on zinc application to rice. Journal of Maharashtra Agricultural Universities, 1 (1), 120-121.
- Das, S., Pareek, N., Raverkar, K. P., Chandra, R. and Kaustav, A. 2012. Effectiveness of micronutrient application and *Rhizobium* inoculation on growth and yield of chickpea. International Journal of Agriculture, Environment and Biotechnology, 5, 445-452.
- Dasalkar, J.S., Rudraksha, G.B., Low, B.T. and Rachewad, S.N. 1994. Response of sorghum-wheat rotation to different sources of zinc in vertisols. Madras Agric. J., 81, 8, 415-420.
- Dashadi, M., Hossein, A., Radjabi, R. and Babajad, T. 2013. Investigation of effect different rates phosphorus and zinc fertilizers on two cultivars lentil (Gachsaran and Flip-92-12L) in irrigation complement condition. International Journal of Agriculture and Crop Science, 5, 1-5.
- Davis-Carter, J.G. and Shuman, L.M. 1993. Influence of texture and pH of kaolinitic soil on Zn fraction and uptake by peanuts. Soil Sci. Soc., 55(6), 376-384.
- Demetrio, J.L., Ellis, R. and Paulsen, G.M. 1972. Nodulation and nitrogen fixation by two soybean varieties as affected by phosphorus and zinc nutrition. Agron. Journal, 64, 566-568.
- Dev, S., Gupta, S.P. and Singh, J.P. 1992. Response of pigeonpea to zinc application as influenced by genotypic variability. J. Indian Soc. Soil Sci., 40, 218-219.

- Devarajan, R., Savitri, P., Ramaswami, P.P., Manickam, T.S. and Kothandarman, G.V. 1987. Zinc nutrition of green gram. Madras Agric. J., 74 (12), 518-521.
- Di Baccio, D., Kopriva, S., Sebastiani, L. and Rennenberg, H. 2005. Does glutathione metabolism have a role in the defence of poplar against zinc excess. New Phytol., 167, 73-80.
- Diapari, M., Sindhu, A., Bett, K., Deokar, A., Warkentin, T.D. and Tar'an, B. 2014. Genetic diversity and association mapping iron and zinc concentrations in chickpea (*Cicer arietinum* L.). Available online: <http://www.nrcresearchpress.com> (accessed on 15 July 2014).
- Distelfeld, A., Çakmak, I., Peleg, Z., Ozturk, L., Yazıcı, A. M., Budak, H., and Fahima, T. 2007. Multiple QTL-effects of wheat Gpc-B1 locus on grain protein and micronutrient concentrations. Physiologia Plantarum, 129(3), 635-643.
- Dogar, M.A. and Van Hai, T. 1980. Effect of P, N and HCO₃-levels in the nutrient solution on rate of Zn absorption by rice root and Zn content in plants. Z. Pflanzenphysiologie, 98, 203-212.
- Doğan, Y. 2011. Van ekolojik koşullarında farklı bitki sıklıklarının ve ekim yöntemlerinin nohut (*Cicer arietinum* L.) çeşitlerinde verim ve bazı verim öğelerine etkisi. Doktora Tezi, Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 111 s, Van.
- Doğan, Y. 2014. Mardin Kızıltepe ekolojik koşullarında kışlık olarak yetiştirilebilecek nohut (*Cicer arietinum* L.) çeşitlerin belirlenmesi. Gaziosmanpaşa Üni., Ziraat Fak. Dergisi, 31(1): 37-46, Tokat.
- Doğan, Y., Çiftçi, V. ve Ekinci, B. 2015. Mardin Kızıltepe ekolojik koşullarında farklı bitki sıklıklarının nohutta (*Cicer arietinum* L.) verim ve bazı verim öğelerine etkisi. İğdır Üni., Fen Bilimleri Enst. Dergisi, 5(1), 73-81.
- Dokuyucu, T., Cesurer, L. ve Akkaya, A. 1999. Bazı Ekmeklik Buğday (*Triticum aestivum* L.) Genotiplerinin Kahramanmaraş Koşullarında Verim ve Verim Unsurlarının İncelenmesi. Türkiye 3. Tarla Bitkileri Kongresi, Cilt I, 127-132, Adana.

- Dolar, S.G. and Keeney, D.R. 1971. Availability of Cu, Zn and Mn in soils. Influence of soil pH, organic matter and extractable phosphorus. J. Sci. Fd. Agric., 22, 273-282.
- Drevon, J. 1983. Main sources of biologically fixed nitrogen in mayor ecosystem. Technical Handbook on Symbiotic Nitrogen Fixation Legume/Rhizobium. FAO-Rome. I BIOL 3 say 1/4.
- Dudhade, D.D. and Patil, J.V. 2003. Foliar nutrition studies in chickpea under rainfed condition. Agric. Sci. Digest, 23(4), 303-304.
- Duke, J.A. 1981. Handbook of legumes of world economic importance. Plenum Press, p. 52-57, New York.
- Düzdemir, O. ve Akdağ, C. 2007. Bazı nohut (*Cicer arietinum* L.) çeşitlerinin genotipxçevre interaksiyonlarının belirlenmesi. G. O. Ü., Ziraat Fakültesi Dergisi, 24(1), 27-34.
- Düzdemir, O., Akdağ, C. ve Yanar, Y. 2007. Bazı nohut (*Cicer arietinum* L.) çeşitlerinin farklı çevrelerde antraknoz (*Ascochyta rabiei*)'a dayanımları ve tane verimleri üzerine bir araştırma. G. O. Ü., Ziraat Fakültesi Dergisi, 24(2), 87-97.
- Düzgüneş, O., Kesici, T. ve Gürbüz, F. 1987. Araştırma ve Deneme Metotları. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, 1021, Ders Kitabı 295, A. Ü. Basımevi, Ankara.
- Dwiwedi, R.S. and Takkar, P.N. 1974. Ribonuclease activity as index of hidden hunger of zinc in crops. Plant and Soil, 40, 170-181.
- Ebbs, S.D. and Kochian, L.V. 1997. Toxicity of zinc and copper to Brassicaspecies: Implications for phytoremediation. J. Environ. Qual., 26, 776-781.
- Ekiz, H.L., Öztürk, S., Bağcı, A., Gültekin, L., Yılmaz, A. ve Çakmak, İ. 1997. Çinko Noksanlığının Buğdayın Kuraklık Toleransı Üzerine Etkileri. I. Ulusal Çinko Kongresi, 12-16 Mayıs 1997, Eskişehir.
- Ekiz, H., Bağcı, S.A., Kral, A.S., Eker, S., Gultekin, I., Alkan, A. and Cakmak, I. 1998. Effects of zinc fertilization and irrigation on grain yield and zinc concentration

- of various cereals grown in zinc-deficient calcareous soils. *Journal of Plant Nutrition*, 21 (10), 2245-2256.
- Elgün, A., Türker, S. ve Bilgiçli, N. 2005. Tahıl ve Ürünlerinde Analitik Kalite Kontrolü. S. Ü., Ziraat Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü Ders Notları, Konya.
- Ellis, R.J., Davis, J.F. and Thurlow, D.L. 1962. Zinc availability in calcereous Michigan soils as influenced by phosphorus level and temperature. *Agronomy Abs.*, 1962, 33.
- El-Shamy, H.A. and Haggag, M.N. 1987. Response of thompson seedlees grapes to nitrogen manganese and zinc foliar sprays. *Alexandria, J. Agricultural Research*, 32(2), 267-276, Alexandria, Egypt.
- Enania, A.R. and Vyas, A.K. 1994. Effect of phosphorus and zinc application on growth, biomass and nutrient uptake by chickpea in calcareous soil. *Ann. Agric. Res.*, 15(4), 397-399.
- Engin, M. 1989b. Çukurova koşullarında yüksek verimli ve makinalı hasada uygun kışlık nohut (*Cicer arietinum* L.) çeşitlerinin belirlenmesi üzerine bir araştırma. Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fak. Derg., 4 (6), 75-83.
- Erdal, İ. 1998. Orta Anadolu Bölgesinde farklı çinko uygulamalarının tahıl türleri ve buğday çeşitlerinde tanede çinko ve fitin asidi konsantrasyonuna etkisi. Doktora Tezi (basılmamış). A. Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Erdem, H. 2011. Silajlık mısır çeşitlerinin verim ve kalitesine çinko gübrelemesinin etkilerinin belirlenmesi. *G. O. Ü., Ziraat Fakültesi Dergisi*, 2011, 28(2), 199-206.
- Erdin, F. ve Kulaz, H. 2014. Van-Gevaş ekolojik koşullarında bazı nohut (*Cicer arietinum* L.) çeşitlerinin ikinci ürün olarak yetiştirilmesi. *Turkish Journal of Agricultural and Natural Sciences*, 1, 910-914.
- Erenoglu, B., Cakmak, I., Römheld, 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.

- Ergene, A. 1982. Toprak Biliminin Esasları. A. Ü. Yayınları, Erzurum.
- Erman, M., Çiftçi, V. ve Geçit, H.H. 1997. Nohut (*Cicer arietinum* L.)’ta özellikler arası ilişkiler ve path katsayısı analizi üzerine bir araştırma. Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Tarım Bilimleri Dergisi, 3 (3), 43-46.
- Eser, D. ve Soran, H. 1978. Yerli ve Yabancı Kökenli Nohut Çeşitlerinin Orta Anadolu Çevre Koşullarında Erkencilik, Verimlilik ve Hastalıklara Dayanıklılık Yönünden Mukayeseli İncelenmesi. A. Ü. Z. F. Yayınları, 684, 44, Ankara.
- Eser, D., Geçit, H.H., Kavuncu, O. ve Emeklier, H.Y. 1987. Nohut gen materyalinin zenginleştirilmesi ve değerlendirilmesi. TÜBİTAK TOVAG-Proje No 528, Ankara.
- Eser, D., Geçit, H.H., Emeklier, Y. ve Kavuncu, O. 1989. Nohut gen materyalinin zenginleştirilmesi ve değerlendirilmesi. Doğa Türk Tarım ve Ormancılık Dergisi, Cilt: 13, Sayı 2, 246-254.
- Ewa, P.W., and Pawel, W. 2012. Does zinc concentration in the substrate influence the onset of flowering in *Arabidopsis arenosa* (Brassicaceae). Plant Growth Regul., 22(2), 213-22.
- Eyüpoğlu, F., Kurucu, N. ve Talaz, S. 1995. Türkiye topraklarının yarayışlı bazı mikro elementler bakımından genel durumu. Toprak Gübre Araştırma Enstitüsü 620/A-200 Projesi Toplu Sonuç Raporu, Ankara.
- Eyüpoğlu, F., Kurucu, N. ve Talaz, S. 1996. Türkiye topraklarının bitkiye yarayışlı bazı mikro element (Fe, Cu, Zn, Mn) bakımından genel durumu. Toprak Gübre Araştırma Enstitüsü Genel Yayın No: 217. Seri No. R-133, 1-17, Ankara.
- Eyüpoğlu, H., Hatipoğlu, F., Eyüpoğlu, F., Meyveci, K. ve Karagüllü, E. 1997. Farklı Kireç Düzeylerinde Yetiştirilen Nohut Çeşitlerine Uygulanan Fosforlu Gübrelemenin Dane ve Sapın Çinko Kapsamlarına Etkisi. I. Ulusal Çinko Kongresi, 12-16 Mayıs, 437-444, Eskişehir.
- Eyüpoğlu, F., Kurucu, N. ve Talaz, S. 1998. Türkiye topraklarının bitkiye yarayışlı bazı mikro elementler (Fe, Cu, Zn, Mn) bakımından genel durumu. Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü Toprak ve Gübre Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Yayın No: 220, Ankara.

- Fageria, N.K. 2009. The use of nutrients in crop plants. Boca Raton, FL: CRC Press. 91-126.
- Falchuk, K.H., Hardy, C., Ulpino, L. and Vallee, B.L. 1978. RNA metabolism, manganese, and RNA polymerases of zinc-sufficient and zinc-deficient *Euglena gracilis*. Proc. Nat. Acad. Sci., 75, 4175-4 179, USA.
- Fehr, W.R. 1987. Genotype*enviroment interaction. Principles of Cultivar Development, Vol: I. Theory and Tecnique (Ed. Fehr, W. R.). Macmillan Publishing Company, New York, pp: 247-260.
- Feil, B. and Fossati, D. 1995. Mineral composition of triticale grains as related to grain yield and grain protein. Crop Sci., 35, 1426-1431.108.
- Felton, W., Marcellos, H. and Martin, R.J. 1995. A comparison of three fallow management strategies for the long term productivity of wheat in northern New South Wales. Aust J. Exp. Agr., 35, 915-921.
- Finney, K.F. and Yamazaki, W.T. 1967. Quality of hard; soft and durum wheats. In wheat and wheat improvement, K.S. Quisenberry and L P. Reits ed. pp: 471-503. American Society Agronomy, Madison, WI, Wisc.
- Follet, R.H. and Lindsay, W.L. 1970. Phytic acid triticale grains as affected by cultivar and environmet. Crop. Sci., 37, 926-921.
- Fontes, R.L.S. and Cox, F.R. 1998. Zinc toxicity in soybean grown at high iron concentration in nutrient solution. J. Plant Nutr., 21, 1723-1730.
- Forbes, R.M., Erdman, J.W., Parker, H.M., Kando, H. and Ketelsen, S.M. 1983. Bioavailibility of zinc in coagulated soy protein to rats of effect of dietary calcium at a constant phytate zinc ratio. Journal of Plant Nutrition, (113), 205-210.
- Forno, D.A., Yoshida, S. and Asher, C.J. 1975. Zinc deficiency in rice. I. Soil Factors Associated with the Deficiency Plant and Soil, 42, 537-550.
- Frediani, M. and Caputo, P. 2005. Phylogenetic relationships among annual and perennial species of the genus *Cicer* as inferred from ITS sequences of nuclear ribosomal DNA. Biologia Plantarum, 49(1), 47-52.

- Frye, W.W., Miller, H.F., Murdock, L.W. and Peaslee, D.E. 1978. Zinc fertilization of corn in Kentucky Coop. Ext. Serv. Argon. Notes, 11, 1-4.
- Gahoonia, T.S., Ali, R., Malhotra, R.S., Jahoor, A. and Rahman, M.M. 2007. Variation in root morphological and physiological traits and nutrient uptake of chickpea genotypes. J. Plant Nutr., 30, 829-841.
- Garnett, T.P. and Graham, R.D. 2005. Distribution and remobilization of iron and copper in wheat. Ann. Bot., 95, 817-826 10.1093/aob/mci085.
- Gartrell, J.W. 1974. Our land. CSBP and Farmers, 7: 12 Western Australia.
- Geletu, B., Abebe, T. and Seifu, T. 1994. Effect of sowing date and seeding rate on the yield and other characters of chickpea (*Cicer arietinum* L.). Ethiopian Journal of Agricultural Sciences Ethiopia. 14 (1-2): 7-14.
- Genc, Y., McDonalds, G.K. and Graham, R.D. 2004. Differential expression of zinc efficiency during the growing season of barley. Plant and Soil, 263, 273-282.
- Gençkan, S. 1958. Türkiye'nin Önemli Nohut Çeşitlerinin Başlıca Vasıfları Üzerinde Araştırmalar. Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Yayınları, Ege Üni. Matbaası 1,1-50.
- Gezerel, Ö. 1998. Meyve ağaçlarının gübrenmesi ve sorunları. T. C. Başbakanlık Devlet Planlama Teşkilatı Müsteşarlığı, Çukurova Üniversitesi Pozantı Tarımsal Araştırma ve Uygulama Merkezi, Ülke Ölçeğinde Meyvecilik Geliştirme Entegre Projesi Eğitim Programı II, Adana.
- Gezgin, S. 1995. Yapraktan uygulanan çinkonun buğdayda verim, verim unsurları ve yaprakta bazı besin maddelerinin kapsamına etkisi. Selçuk Üniv., Ziraat Fakültesi Dergisi, Cilt: 8, Sayı: 10, 145-158.
- Ghildiyal, M.C., Tomar, O.P.S. and Sirohi, G.S. 1978. Response of cowpea genotypes to zinc in relation to photosynthesis, nodulation and dry matter distribution. Plant and Soil 49, 505-516, New Delhi, India.
- Gibson, R.S. 2006. Zinc: The missing link in combating micronutrient malnutrition in developing countries. Proc. Nutr. Soc., 65, 51-60.

- Gibson, R.S., Hess, S.Y., Hotz, C. and Brown, K.H. 2008. Indicators of zinc status at the population level: A review of the evidence. *British Journal of Nutrition*, 99(3), 14-23.
- Giodric, D.P., Keatinge, K.M., Williams, K.R., Konigsberg, W.H. and Coleman, J.E. 1986. Gene 32 protein, the single-stranded DNA binding protein from bacteriophage T4, its a zinc metalloprotein. *Proc. Natl. Acad. Sci.*, 83, 8452-8456, USA.
- Giordano, P.M. and Morvedt, J.J. 1972. Agronomic effectiveness of micronutrients in macronutrient fertilizers. *Micronutrients in Agriculture*, 505-524.
- Glozer, K. and Grant J.A. 2006. Effects of fall applications of urea and zinc sulfate to bing sweet cherry spring budbreak. *Horticultural Science*, 41, 1030-1031.
- Gorny, A., Uterman, J. and Eckelmann, W. 2000. Germany: In Heavy Metal (Trace Element) and Organic Matter Contents of European Soils. European Comission, CEN Soil Team N 30, Secretariat, Nederlands Normalisatie Institute (NEN) Delft, The Netherlands.
- Gökmen, S. ve Sencar, Ö. 1989. Tokat yöresinde sonbaharda ekilen 28 buğday çeşit ve hattında verim ve verim öğeleri üzerinde araştırmalar. *Cumhuriyet Üniv., Tokat Zir. Fak. Dergisi*, 1, 357-368.
- Graham, R.D., Ascher, J.S. and Hynes, S.C. 1992. Selecting zinc-efficient cereal genotypes for soils of low zinc status. *Plant and Soil*, 146 (1-2), 241-250.
- Graham, R. and Rengel, Z. 1993. Genotypic variation in zinc uptake and utilization by plants. In: Robson, A.D. (Ed.), *Zinc in Soils and Plants*. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, 107±118. The Netherlands.
- Graham, R., Senadhira, D., Beebe, S., Iglesias, C. and Momasterio, I. 1999. Breeding for micronutrients density in edible portions of stable food crops. *Conventional Approaches. Field Crops Res.*, 60, 57-80.
- Grewal, H.S. and Williams, R. 1999. Alfalfa genotypes differ in their ability to tolerate zinc deficiency. *Plant and Soil*, 214, 39-48.

- Grewal, H.S. and Williams, R. 2000b. Zinc improves forage yield and disease resistance in alfalfa cultivars. Proceeding/reports of the American forage and grassland council. 37th North American Alfalfa improvement conference. Madison, Wisconsin. July 16-19, 2000.
- Grotz, N. and Guerinot, M.L. 2006. Molecular aspects of Cu, Fe and Zn homeostasis in plants. *Biochem. Biophys. Acta.*, 17(63), 595-608.
- Grunes, D.L., Boawn, L.C., Carlson, C.W. and Viets Junior, F.G. 1961. Zinc deficiency of corn and potato; as related to soil and plant analysis. *Agronomy Journal*, 53, 2, 68-71.
- Grusak, M.A. and DellaPenna, D. 1999. Improving the nutrient composition of plants to enhance human nutrition and health. *Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology*, 50, 133-161.
- Grusak, M.A., Pearson, J.N. and Marentes, E. 1999. The physiology of micronutrient homeostasis in field crops. *Field Crop. Res.*, 60, 41-56.
- Gunes, A., Unal, A., Alpaslan, M. and Cikili, Y. 1999. Effect of salinity on phosphorus induced zinc deficiency in pepper (*Capsicum annuum* L.) plants. *Tr. J. of Agriculture and Forestry*, 23, 459-464.
- Gunes, A., Bagci, E.G. and Inal, A. 2007. Interspecific facilitative root interactions and rhizosphere effects on phosphorus and iron nutrition between mixed grown chickpea and barley. *Journal of Plant Nutrition*, 30: 1455-1469.
- Gupta, S.K. 2001. Effect of Zinc Fertilization on Yield and Quality of Lentil (*Lens culinaris* L.) Grown on Vertisols of Kota Terrain. 66th Annual Convention, National Seminar on Development in Soil Science, 2001, 108.
- Gurmani, A.H., Bhatti, A. and Rehman, H. 1984. Responses of rice to some trace elements. *International Rice Research Newsletter*, 9(5), 28.
- Güçdemir, İ. H., Eyüpoğlu, F. ve Erdoğan, I. 1999. Ankara ve Yozgat yöresi şartlarında çinko ile gübrelemenin makarnalık buğdayın verimi üzerine etkisi. *Toprak ve Su Kaynakları Araştırma Yıllığı 1999*. T.C. Başbakanlık Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü APK Dairesi Başkanlığı, Toprak ve Su Kaynakları Araştırma Şube Müdürlüğü, 66-77.

- Gültekin, İ., Ekiz, H., Yılmaz, A., Kenbaev, B. ve Tulukçu, E. 1998. Ticari Yaprak Gübrelерinin Buğday Üretimindeki Yeri. I. Ulusal Çinko Kongresi, 1997, 279-285, Eskişehir.
- Gültekin, İ., Yılmaz, A., Ekiz, H., Bağcı, S.A., Eker, S. ve Çakmak, İ. 1999. Konya Kapalı Havzasında Yer Alan Değişik Toprak Gruplarında Çinko Noksanlığının Hububat Verimine Etkileri. Orta Anadolu'da Hububat Tarımının Sorunları ve Çözüm Yolları, 8-11 Haziran 1999, 309-316, Konya.
- Gültekin, İ., Yılmaz, A., Ekiz, H., Arısoy, R.Z., Şahin, M. ve Kaya, Y. 2001. Çinko Noksanlığı Görülen Orta Anadolu Topraklarında Uygulanan Çinko ve Kükürdün Buğdayın Verim, Verim Komponentleri ve Bazı Kalite Özelliklerine Etkisi. Türkiye 4. Tarla Bitkileri Kongresi, 17-21 Eylül 2001, Tekirdağ.
- Güven, B. 2002. Düşük çinko içeren toprakta çinko-etkin çeltik çeşitlerinin seçilmesi. Yüksek Lisans Tezi, A. Ü., Fen Bil. Ens., Toprak Anabilim Dalı, Ankara.
- Habbasha, S.F., Mohamed, M.H., Abd El-Lateef, E.M., Mekki, B.B. and Ibrahim, M.E. 2013. Effect of combined zinc and nitrogen on yield, chemical constituents and nitrogen use efficiency of some chickpea cultivar under sandy soil conditions. World Journal of Agricultural Sciences, 9(4), 354-360.
- Hacısalihoğlu, G. 2002. Physiological and biochemical mechanisms underlying zinc efficiency in monocot and dicot crop plants. PhD Thesis, Cornell University, Ithaca, New York, USA.
- Hacısalihoğlu, G., Oztürk, L., Cakmak, I., Welch, R.M. and Kochian, L. 2004. Genotypic variation in common bean in response to zinc deficiency in calcareous soil. Plant and Soil, 259, 71-83.
- Hadi, M.R.H.S., Bazargani, P. and Darzi, M.T. 2013. Effects of irrigation treatments and zinc foliar application on yield and yield components of chickpea (*Cicer arietinum* L.). International Journal of Farming and Allied Sciences, 2(19), 720-724.
- Hafız, S.I. 2004. Response of chickpea crop to biofertilization and foliar spraying with zinc under different levels of N and P fertilization in newly reclaim sandy soils. Annals of Agricultural Science, 42(3), 933-948, Moshtohor.

- Halilova, H. 1996. Mikro elementlerin biyokimyası. Tarım ve Köy İşleri Dergisi, III, 52-53, Eylül-Ekim, Ankara.
- Hambidge, M. 2000. Human zinc deficiency. Journal Nutr., 130, 1344, p-9.
- Hamurcu, M. ve Gezgin, S. 2007. Bor ve çinko uygulamalarının bazı bodur fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.) genotiplerinin biyolojik verim değerlerine etkisi. Selçuk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Dergisi, 21 (41), 11-22.
- Hanas, J.S., Hazuda, D.J., Bogenhagen, D.F., Wu, F.Y.H and Wu, C.W. 1983. Xenopus transcription factor a requires zinc for binding to the 5 S RNA gene. Journal Biol. Chem., 258, 1410-14125.
- Hansen, P.A. 1994. Symbiotic N₂ fixation of crop legumes university of Hohenheim. Hohenheim Tropical Agricultural Series, 248, Germany.
- Harris, B., Adams, A.L. and Van Horn, H.H. 1994. Mineral needs of dairy cattle. University of Florida, Florida Cooperative Extension Service Circular, 468, April.
- Harris, D., Rashid, A., Miraj, G., Arif, M. and Shah, H. 2007. On-farm seed priming with zinc in chickpea and wheat in Pakistan. Field Crops Research, 102, 119-127.
- Harris, D., Rashid, A., Miraj, G., Arif, M. and Yunas, M. 2008. On-farm seed priming with zinc in chickpea and wheat in Pakistan. Plant Soil 306: 3-10.
- Helaloğlu, C., Torun, B., Tolay, İ. ve Çakmak, İ. 1997. Harran Ovası Sulu Koşullarında Değişik Buğday Genotiplerinin Çinko Gübrelemesine Reaksiyonları ve Çinko Yetersizliğine Dayanıklı Genotiplerin Seçimi. I. Ulusal Çinko Kongresi, 12-16 Mayıs 1997, 417-423, Eskişehir.
- Helmke, P.A., Koons, R.D., Schomberg, P.J. and Iskander, I.K. 1977. Determination of trace element contamination of sediments by multielement analysis of clay-size fraction. Environ. Sci. Tech., 11, 984-989.
- Hızalan, E. ve Ünal, H. 1966. Topraklarda Önemli Kimyasal Analizler. A.Ü., Ziraat Fakültesi Yayınları, 278.

- Hidoto, L., Worku, W., Mohammed, H. and Tar'an, B. 2016. Agronomic approach to increase seed zinc content and productivity of chickpea (*Cicer arietinum* L.) varieties on zinc deficient soils of Southern Ethiopia. *Advances in Life Science and Technology* www.iiste.org ISSN 2224-7181 (Paper) ISSN 2225-062X (Online) Vol. 42, 201.
- Hidoto, L., Worku, W., Mohammed, H. and Taran, B. 2017. Effects of zinc application strategy on zinc content and productivity of chickpea grown under zinc deficient soils. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*, 17 (1), 112-126.
- Hodgson, J.F., Lindsay, W.L. and Trierweiler, J.F. 1966. Micronutrient cation complexing in soil solution. II. complexing of zinc and copper in displacing solution from calcareous soils. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.*, 30, 723-726.
- Hopkins, B. 2001. Phosphorus and zinc interaction. *Agronomy News*, Cooperative Extension, Colorado State University, November, December Vol. 21(6), 2-4.
- Hotz, C. and Brown, K.H. 2004. Assessment of the risk of zinc deficiency in populations and options for its control. *International Zinc Nutrition Consultative Group (IZiNCG) Technical Document #1*. Hotz, C. and Brown, K. H., eds. *Food and Nutrition Bulletin*, 25, 91-204.
- Hu, H. and Sparks, D. 1990. Zinc deficiency inhibits reproductive development in 'Stuart' Pecan *Hortscience*, 25, 1392-1396.
- Hussain, S.A. 1980. Nohut (*Cicer arietinum* L.)'ta ekim sıklığı ile verim arasındaki ilişkiler. Doktora tezi (basılmamış), A. Ü., Ziraat Fakültesi Sonrası Yüksekokulu Müdürlüğü Demirbaş No: 1874, Ankara.
- Hussain, A.K.M., Ahmed, I.U., Fair, S.M.A. and Syed, M.A. 1988. Growth and Yield Parameters of Rice as Affected by Zn, P and Mg Interactions in Acid Soils of Bangladesh. *Proceedings of the 13th Annual Bangladesh Science Conference*, Section 1, 139.
- Hussain, S., Muhammad, A.M., Rengel, Z. and Aziz, T. 2012. Biofortification and estimated human bioavailability of zinc in wheat grains as influenced by methods of zinc application. *Plant and Soil*, 361, 279-290.

- Ibrahim, A.A. and El-Labban, T.T. 1984. Physiological studies on wheat plants grown under calcareous soil conditions and subjected to foliar spray with 2.4-D, Zn and iron I. Plant Growth and Sugar Content. *Annals of Agricultural Science*, 21(2), 495-509.
- Imtiaz, M., Rashid, A., Khan, P., Memon, M.Y. and Aslam, M. 2010. The role of micronutrients in crop production and human health. *Pakistan Journal Bot.*, 42(4), 2565-2578.
- Indulkar, B.S. and Malewar, G.U. 1991. Residual value of inorganic and organic zinc sources on chickpea yield and nutrient uptake in rice-chickpea crop rotation. *Legume Research*, 14(3), 105-110.
- Irmak, F. 2002. Farklı dozlarda uygulanan çinkonun (Zn), buğday bitkisinde verim ve bitkinin çinko kapsamı üzerine etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Trakya Üniversitesi, Toprak Anabilim Dalı, Tekirdağ.
- Islam, M.Q., Kaul, A.K. and Begum, K. 1982. Phenotypic variability and correlation studies in indigenous chickpea. *Bibliography of Chickpea Genetics and Breeding*, 67.
- Islam, M.S., Bhuriya, M.S. and Mich, M.G. 1989. Effect of zinc on lentil yield and yield components. *Lens Newsletter*, 16 (1), 30-32.
- Iyengar, S.S., Martins, D.C. and Millar, W.P. 1981. Distribution and plant availability of soil zinc fractions. *Soil Sci. Am. J.*, 45, 735-739.
- Jackson, M.L. 1958. *Soil chemical analysis*. p.1-498. Prentice-Hall, Inc. Englewood Cliffs, New Jersey, USA.
- Jackson, M.L. 1962. *Soil chemical analysis*. Prentice Hall Inc. Eng. Cliffs., U.S.A.
- Jana, S. and Singh, K.B. 1993. Evidence of geographical divergence in kabuli chickpea from germplasm evaluation data. *Crop Sci.*, 33, 626-632.
- Jendrisak, J. and Burgess, R.R. 1975. A new method for the large-scale purification of wheat germ DNA-dependent RNA polymerase II. *Biochemistry*, 14, 4639.

- Jenne, E. 1997. Controls on Mn, Fe, Cu, Ni, Cu and Zn concentrations in soil and waters. The significant role of hydrous Mn and Fe oxides. 337-387. In Trace Inorganics in Water Hdv. Chim. Ser., 73.
- Jha, A.N. and Chandel, A.S. 1987. Response of soybean to Zn application. Indian Journal Agron., 32, 354-358.
- Johnson, E., Lauren, G., Welch, R. and Duxbury, J. 2005. A comparison of the effects of micronutrient seed priming and soil fertilization on the mineral nutrition of chickpea (*Cicer arietinum* L.), lentil (*Lens culinaris* Medic.), rice (*Oryza sativa* L.) and wheat (*Triticum aestivum*) in Nepal. Expl. Agric., 41, 427-448.
- Johnson, P.T., Towsende, A.R., Cleveland, C.C., Glibert, P.M., Howarth, R.W., McKenzie, V.J., Rejmankova, E. and Ward, M.H. 2010. Linking environmental nutrient enrichment and disease emergence in humans and wildlife. Ecol. Appl., 20, 16-29.
- Kabata-Pendias, A. and Pendias, H. 1992. Trace elements in soils and plants (2nd edition). CRC Press, Boca Raton, 365.
- Kabata-Pendias, A. and Pendias, H. 2001. Trace elements in soils and plants. CRC Press Boca Raton. Fla., 413, USA.
- Kacar, B. 1984. Bitki Besleme. Ankara Üniv., Ziraat Fak., Yay No: 899, Ders Kitabı: 250, Ankara.
- Kacar, B. 1995. Bitki ve Toprağın Kimyasal Analizleri. III. Toprak Analizleri. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Eğitim Araştırma ve Geliştirme Vakfı Yayınları, No: 3, 705, Ankara.
- Kacar, B. 1997. Toprakta Çinkonun Bulunuşu, Yarıyışlılığı ve Tepkimeleri. I. Ulusal Çinko Kongresi, 12-16 Mayıs, 47-60, Eskişehir.
- Kacar, B. ve Katkat, V. 2007. Bitki Besleme Kitabı. Nobel Yayınları.
- Kacar, B. ve Katkat, V. 2007a. Bitki Besleme. Nobel Yayın Dağıtım Ltd. Şti. Nobel Yayın No: 849, Fen ve Biyoloji Yayınları Dizisi: 29, ISBN 978-975-591-834-1, 475-510, Ankara.
- Kacar, B. ve İnal, A. 2008. Bitki Analizleri, Nobel Yayınevi, 891, Türkiye.

- Kacar, B. ve Katkat, B. 2009. Gübreler ve Gübreleme Tekniği. Nobel Yayın No: 1119, Ankara.
- Kacar, B. ve Katkat, A.V. 2009. Bitki Besleme. Nobel Yayınları, No: 849, s. 659 Ankara.
- Kacar, O., Göksu, E. ve Azkan, N. 2004. Bursa koşullarında bazı nohut çeşit ve hatlarında (*Cicer arietinum* L.) bakteri aşılama ve değişik azot dozlarının verim ve verim unsurları üzerine etkisinin belirlenmesi. Ege Üniv., Ziraat. Fak. Derg., 42(3), 21-32.
- Kadaster, İ.E. 1960. Ziraî Kimya Tatbikatı Birinci Kitap. Yem Analizleri, Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Yayınları, 113, Ders Kitabı 40, Ankara.
- Kalaycı, M. 1993. Eskişehir’de Mikroelement Noksanlıklarının Buğday ve Arpa Verimine Etkileri. TİGEM Meslek İçi Semineri. 13-21 Aralık 1993, Antalya.
- Kalaycı, M., Aydın, M., Kaya, F., Özbek, V. ve Siirt, S. 1993. Mikro besin maddesi denemeleri. Geçit Kuşığı Tarımsal Araştırma Enstitüsü, 1992-1993 Yılı Serin İklim Tahılları Projesi Gelişme Raporu, Eskişehir.
- Kalaycı, M., Aydın, M., Özbek, V., Çekiç, C. ve Çakmak, İ. 1998a. Eskişehir Koşullarında Buğdayda Çinko Noksanlığı Üzerine Yapılan Çalışmalar. I. Ulusal Çinko Kongresi, 12-16 Mayıs 1997, 107-113, Eskişehir.
- Kalaycı, M., Torun, B., Eker, S., Aydın, M., Ozturk, L. and Cakmak, I. 1999. Grain yield zinc efficiency and zinc concentration of wheat cultivars grown in a zinc-deficient calcareous soil in field and greenhouse. Field Crops Res., 63, 1, 87-98.
- Kalfa, H., Gülüt, K.Y., Atlı, M., Eker, S., Barut, H. ve Çakmak., İ. 1998. Artan Oranlarda Uygulanan Fosforun Buğday Yapraklarında Çinkonun Fizyolojik Yarayırlılığına Etkisi. I. Ulusal Çinko Kongresi, 12-16 Mayıs, 453-460, Eskişehir.
- Kara, İ. 2007. Türkiye’nin değişik illerinden toplanan bazı yerel buğday genotiplerinin çinkoya tepkilerinin belirlenmesi. Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Toprak Anabilim Dalı, Konya.

- Karaca, Ü.Ç. 2010. Konya yöresinde yetiştirilen kuru fasulyeden izole edilen *Rhizobium* bakterilerinin etkinliklerinin belirlenmesi. Doktora Tezi. Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- Karaçal, İ. ve Teceren, M. 1983. Çeltik tarımında azot ve fosfor ile birlikte uygulanan çinko gübresinin ürün miktarı ve kalitesine etkisi. TÜBİTAK-TOAG proje No: 442, 1-45, Ankara.
- Karaçal, İ. ve Çimrin, K.M. 1998. Yüzüncü Yıl Üniversitesi Kampüs Alanı Toprak Profillerinin Zn Durumu ve Bu Elementin Bazı Toprak Özellikleri ile İlişkileri. I. Ulusal Çinko Kongresi, 123-130, Eskişehir.
- Karaköy, T. 2011. Kışlık Yetiştirilen Bazı Nohut (*Cicer arietinum* L.) hat ve Çeşitlerinin Çukurova Ekolojik Koşullarında Verim ve Verim Komponentleri Açısından Değerlendirilmesi. IX. Türkiye Tarla Bitkileri Kongresi. 12-15 Eylül 2011, Tahıllar ve Yemelik Tane Baklagiller, Cilt: I, s. 619-624, Bursa.
- Karaman, M., Brohi, A.R., Inal, A. and Taban, S. 1998. Effect of Iron and Zinc on The Growth and Nutrient Status of Bean (*Phaseolus vulgaris* L.) Grown in Artificial Siltation Soils. In: Proceeding of the 1st National Zinc Congress, 12-16 May 1998, Anatolian Agricultural Research Institute, Eskişehir, Turkey. (In Turkish), 191-200.
- Karaman, M., Brohi, A.R., İnal, A. ve Taban, S. 1999. Kelkit Çayından siltasyon ile tarıma yeni kazandırılan topraklarda demir-çinko gübrelemesinin fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.) bitkisinin büyüme ve mineral besin elementi konsantrasyonuna etkisi. Turk J. Agric. For., (23), Ek Sayı 2, 341-348.
- Karanlık, S. 1995. Orta Anadolu, Çukurova ve GAP Bölgeleri topraklarında total ve bitkilerce alınabilir mikroelementlerin konsantrasyonlarının belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi, Adana.
- Karanlık, S., Erenoğlu, B., Derici, M. R. ve Çakmak, İ. 1998. Orta Anadolu, Çukurova ve GAP Bölgeleri Topraklarının Değişik Fraksiyonlarındaki Mikroelement Konsantrasyonlarının Belirlenmesi. I. Ulusal Çinko Kongresi (Tarım, Gıda ve Sağlık), 783-786, Adana.

- Karasu, A. 1993. Bazı nohut çeşitlerinin (*Cicer arietinum* L.) agronomik ve teknolojik karakterleri üzerinde bir araştırma. Doktora tezi (Basılmamış), U. Ü. F. B. E., Bursa.
- Karasu, A., Karadoğan, T., Çarkçı, K. ve Türk, M. 1999. Isparta Koşullarında Bazı Nohut (*Cicer arietinum* L.) Hat ve Çeşitlerinin Adaptasyonu Üzerinde Bir Araştırma. Türkiye 3. Tarla Bitkileri Kongresi, Çayır-Mera Yembitkileri ve Yemelik Tane Baklagiller, 15-20 Kasım, III: 336-341, Adana.
- Karasu, A. ve Vural, H. 2006. Bazı nohut genotiplerinin (*Cicer arietinum* L.) Isparta şartlarına adaptasyonu üzerine kantitatif bir yaklaşım. Uludağ Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Dergisi, 2: 21, 9-13.
- Kastyrikrishna, S. and Ahlawat, I.P.S. 2000. Effect of moisture stress and phosphorus, sulphur and zinc fertilizers on growth and development of pea (*Pisum sativum*). Indian J. Agron., 45(2), 353-356.
- Katyal, J.C. and Ponnampereuma, F.N. 1974. Zn deficiency a wide spread nutritional disorder of rice in agusan del norte. Philippines Agric., 58 (3-4), 79-80.
- Katyal, J.C. and Randhawa, N.S. 1983. Zinc in agriculture. Paper presented at HBTI. Kanpur in seminar held on 11th March 1983.
- Kausar, M.A., Sdiq, M., Khan, M.A., Hassan, M. and Haq, M.A. 2000. Nutritional status and susceptibility of advanced chickpea germplasm to low soil zinc and boron. Pakistan Journal of Biological Sciences, 3, 473-477.
- Kaya, C., David, H. and Agneta, B. 2000. Phosphorus and acid phosphatase enzyme activity in leaves of tomato cultivars in relation to zinc supply. Comm Soil Sci. Plant Anal., 31 (19-20), 3239-3248, doi: 10.1080/00103620009370664.
- Kaya, M., Atak, M., Çiftçi, C.Y. ve Ünver, S. 2005. Çinko ve humik asit uygulamalarının ekmeçlik buğday (*Triticum aestivum* L.)' da verim ve bazı verim öğeleri üzerine etkileri. Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 9-3, Isparta.
- Kaya, M., Zeliha, K. and Albrahin, E. 2009. Phytase activity, phytic acid, zinc, phosphorus and protein contents in different chickpea genotypes in relation to nitrogen and zinc fertilization. Afr. J. Biotechnol., 8 (18), 4508-4513.

- Kayan, N., Gulmezoglu, N. and Kaya, M.D. 2015. The optimum foliar zinc source and level for improving Zn content in seed of chickpea. *Legume Research*, 38(6), 826-831.
- Kaytan, V. 2006. Batı geçit koşullarında farklı çinko doz uygulamalarının nohudun tarımsal özelliklerine etkileri. Yüksek Lisans Tezi, Osmangazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir.
- Keatinge, J.D.H., Beck, D.P., Materon, L.A., Yurtseven, N., Karuç, K. and Altuntaş, S. 1995. The role of Rhizobial diversity in legume crop productivity in the West Asian high lands. 4. *Rhizobium ciceri* Expl. Agric., 31, 501-507.
- Kelarestaghi, K.B., Madani, H., Bazoobandi, M. and Asadi, M. 2005. Optimizing of zinc quantity and application method on bread wheat (*Triticum aestivum* L.) in Bam region of Iran. Islamic Azad University of Mashhad, 91876-35335, sajad, bahar ave. bahar 13, No. 231, Mashhad, 91876-35335, IRAN.
- Kenbaev, B. and Sade, B. 1998. The determination of response of barley varieties (*Hordeum vulgare* L.) to zinc doses in Konya under rained condition. In: Proceeding of The 1st National Zinc Congress, 12-16 May 1998. Anatolian Agricultural Research Inst. (In Turkish), 339-348, Eskişehir, Turkey.
- Kettlewell, P.S.I., Griffiths, M.W.I., Hocking, T.J. and Wallington, D.J. 1998. Dependence of wheat drought extensibility on flour sulphur and nitrogen concentrations and the influence of foliar applied sulphur and nitrogen fertilizers. *J. Cereal Sci.*, 28, 15-23.
- Khan, M.A., Akhtar, N., Ullah, N.I. and Jaffery, S. 1995. Nutritional evaluation of desi and kabuli chickpeas and their products commonly consumed in Pakistan. *International Journal of Food and Sciences and Nutrition*, 46 (3), 215-223.
- Khan, H.R. 1998. Response of chickpea (*Cicer arietinum* L.) to zinc supply and water deficits. Ph.D. thesis, Department of Plant Science, Glen Osmond, University of Adelaide, Australia.
- Khan, H.R., McDonald, G.K. and Rengel, Z. 1998b. Chickpea genotypes differ in their sensitivity to Zn deficiency. *Plant Soil*, 198, 11-18.

- Khan, H.R., McDonald, G.K. and Rengel, Z. 2000. Response of chickpea genotypes to zinc fertilization under field conditions in South Australia and Pakistan. *Journal Plant Nutr.*, 23(10), 1517-1531.
- Khan, H.R., McDonald, G.K. and Rengel, Z. 2003. Zn fertilization improves water use efficiency, grain yield and seed Zn content in chickpea. *Plant Soil*, 249, 389-400.
- Kharol, S., Sharma, M., Purohit, H.S., Jain, H.K., Lal, M. and Sumeriya, H.K. 2014. Effect of sulphur and zinc nutrition on yield, quality and nutrient content and uptake by chickpea (*Cicer arietinum* L.) under agroclimatic zone IV of Rajasthan. *Environment and Ecology*, 32(4), 1470-1474.
- Khauru, M.P.S., Bansal, R.L. and Nayyar, V.K. 1998. Influence of zinc application on yield and micronutrient nutrition of lentil grown on typic ustochrepts. *Lens Newsletter*, 25, 1-2.38-41.
- Khorgamy, A. and Farnia, A. 2009. Effect of phosphorus and zinc fertilisation on yield and yield components of chickpea cultivars. 9th African Crop Science, Conference Proceedings, Cape Town, South Africa, 28 September-2 October 2009, 205-208.
- Khudsar, T., Mahmooduzzafar, M., Iqbal, R. and Sairam, K. 2004. Zinc-induced changes in morpho-physiological and biochemical parameters in *Artemisia annua*. *Biol. Plant.*, 48 (2), 255-260.
- Kırtok, Y., Genç, İ., Yağbasanlar, T., Çölkesen, M. ve Kılınç, M. 1988. Tescilli bazı ekmeklik (*T. aestivum* L. Em Thell) ve makarnalık (*T. durum* Desf.) buğday çeşitlerinin Çukurova koşullarında başlıca tarımsal karakterleri üzerinde çalışmalar. *Çukurova Üniv., Zir. Fak. Dergisi*, 3(3), 96-105, Adana.
- Kızılok, S. 2000. Çinko uygulamalarının karanfil gelişmesi ve çiçeklenmesi üzerine etkileri. E. Ü., Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, İzmir.
- Kiekens, L. 1990. Zinc in heavy metals in soils. Ed. Alloway, B. J. 2nd ed. Blackie Academic and Professional, Glasgow, 284-305.
- Kitagishi, K. and Obata, H. 1986. Effects of zinc deficiency on the nitrogen metabolism of meristematic tissues of rice plants with reference to protein synthesis. *Soil Sci. Plant Nutr.*, 32, 397-405.

- Kitagishi, K., Obata, H. and Kondo, T. 1987. Effect of zinc deficiency on 80S Ribosomc content of meristemetic tissues of rice plant. *Soil Sci. Plant Nutr.*, 33, 423-429.
- Klug, A. and Rhodes, D. 1987. Zinc fingers: A novel protein motif for nucleic acid recognition. *Trends Biochem. Sci.*, 12, 464-469.
- Knudsen, D., Peterson, G. A. and Pratt, P.F. 1982. Lithium, sodium and potassium methods of soil analysis. Part 2. The G.W. (1982). Exchangeable Cations. pp. 159-165. *Chemical and Microbiological Properties. Agronomy Monograph No. 9 (2nd Ed). ASA-SSSA. Madison. Wisconsin, USA.*
- Kocakaya, Z. ve Erdal, İ. 2005. Çinko uygulamasının Van yöresinde yetiştirilen buğday çeşit ve hatlarının çinko beslenmesi ve verim üzerine etkisi. *Tarım Bilimleri Dergisi*, 11(4): 379-383.
- Koçak, A.N. 1987. Mısırın İnsan Gıdası Olarak Önemi ve Gıda Endüstrisindeki Yeri. Türkiye’de Mısır Üretimini Geliştirilmesi, Problemler ve Çözüm Yolları Sempozyumu. TARM, Ankara.
- Krantz, R.A. and Brown, A.L. 1962. Zinc fertilization of field and vegetable crops. One-sheet answers. Uni. of Calif. Ag. Ext., Service.
- Krauskopf, K.B. 1972. Geochemistry of micronutrients. In B: Monvedt, J.J. Griordana, P.M. and Lindsay, W.L. Eds. *Micronutrients in Agriculture. Soil Science Society of America, Madison, WI.*, 31-33.
- Kulaz, H. ve Çiftçi, V. 1999. Van koşullarında bitki sıklığının nohut (*Cicer arietinum* L.)’ta verim ve verim öğelerine etkisi. *Tr.J. of Agriculture and Forestry*, 23. Ek sayı 3, 599-601, Ankara.
- Kuldeep, S. and Karwarsa, A. 1988. Response of pearl-millet to zinc fertilization in relation to DTPA extractable zinc. *Fertilizer Research*, 18, 13-17.
- Kumar, J., Bahl, P.N., Mehra, R.B. and Raju, D.B. 1981. Variability in chickpea. *International Chickpea Newsletter*, 5, 3-4.
- Kumar, P. and Sharma, M.K. 2013. Nutrient deficiencies in pulse crops: chickpea (*Cicer arietinum* L.). In: Kumari, P. Sharma, M. K. Editors. *Nutrient*

- Deficiencies of Field Crops: Guide to Diagnosis and Management. 1st ed. Wallingford, UK: CABI, 181-192.
- Kushwaha, B.L. 1993. Response of urdbean to phosphorus and zinc application. *Indian J. Pulse Res.*, 6 (2): 152-154.
- Kushwaha, B.L. 1997. Proc. 3th International Food Legume Conference, Adelaide, September, 22-26, Australia.
- Kutman, U.B. 2010a. Roles of nitrogen and zinc nutrient in biofortification of wheat grain. PhD Thesis, Sabanci University, Istanbul.
- Kutman, U.B., Yildiz, B., Ozturk, L. and Cakmak, I. 2010b. Biofortification of durum wheat with zinc through soil and foliar applications of nitrogen. *Cereal Chem.*, 87: 1-9.
- Kutman, U.B., Yildiz, B. and Cakmak, I. 2011a. Effect of nitrogen on uptake, remobilization and partitioning of zinc and iron throughout the development of durum wheat. *Plant Soil*, 342, 149-164.
- Leng, E.R. 1966. Combating com troubles part 1. *The Farm Quarterly*. Vol. 21. No 2.
- Lindsay, W.L. 1972. Inorganic phase equilibria of micronutrients in soils. *Micronutrients in Agriculture*, Soil Sci. Soc. America, Inc. Madison/Usa, 41-57.
- 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.
- Lindsay, W.L. 1991. Inorganic equilibria affecting micronutrients in soils. In: *Micronutrients in Agriculture*. Mordvedt, J.J. Cox, F. R. Shuman, L.M. and Welch, R.M. (eds), 89-112. SSSA Book Ser. 4. SSSA, Madison, Wisconsin.
- Lindsay, W.B., Ryan, M.H., Bennet, R.G., Collins, M.T. and Clarke, H.J. 2011. Growth, yield and seed composition of Native Australian legume with potential as grain crops. *Journal Sci. Food Agric.*, DOI 10. 1002/Jsfa. 4706.
- Lobartini, J.C., Orioli, G.A. and Tan, K.H. 1997. Characteristics of soil humic acid fractions separated by ultrafiltration. *Commun. Soil Sci. Plant Anal.*, 28 (9&10), 787-796.

- Loneragan, J.F. 1975. The availability and absorption of trace elements in soil systems and their relation to movement and concentrations of trace elements in plants. In Nicholas, D. J. D. and Eagen, A. R. ed. of trace elements in soil-plant systems, 109. Academic Press. London.
- Loue, A. 1986. Les oligo-elements en agriculture. Agri-Nathan International, 21-31.
- Lucas, R.E. and Knezek, B.D. 1972. Climatic and soil conditions promoting micronutrient deficiencies in plants. In: Micronutrients in Agriculture, 265-288. S.S.S.A, Inc. Madison, Wisconsin, USA.
- Mahmoudi, H., Labidi, N., Ksouri, R., Gharsalli, M. and Abdely C. 2007. Differential tolerance to iron deficiency of chickpea varieties and Fe resupply effects. C. R. Biologies, 330, 237-246.
- Majumdar, B., Venttates, M.S., Lal, B., Kumar, K. and Singh, C.S. 2001. Effect of phosphorus and zinc nutrition on groundnut in an acid hapudaif of Meghalya. Annals of Agricultural Research, 33(3), 354-359.
- Malewar, G.V., Mangale, M.M. and Malewar, V. 1990. Chemical composition mung genotype as influenced by zinc fertilisation. Legume Research, 13(2), 59-64.
- Malhotra, R.S., Pundir, R.P.S., and Slinkard, A.E. 1987. Genetic resources of chickpea. In: The Chickpea. Saxena, M.C. and Singh, K.B. (eds.). CAB International Cambrian News, pp. 67-81, Aberystwyth, UK.
- Mandal, L.N. and Mandal, B. 1986. Zinc fractions in soils in relation to zinc nutrition of lowland rice. Soil Science, 142, 141-148.
- Mandal, A.B. and Singharoy, A.K. 1989. Selection of some wheat genotypes on Terai. Soil, Environment and Ecology, 7(4), 978-979.
- Manzeke, G.M., Mtambanengwe, F., Nezomba, H. and 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.

- Maqsood, M.A., Rahmatullah Kanwal, S., Aziz, T. and Ashraf, M. 2009. Evaluation of Zn distribution among grain and straw of twelve indigenous wheat *Triticum aestivum* L. genotypes. Pak. J. Bot., 41 (1), 225-231.
- Márquez-Quiroz, C., De-la-Cruz-Lázaro, E., OsorioOsorio, R. and Sánchez-Chávez, E. 2015. Biofortification of cowpea beans with iron: iron's influence on mineral content and yield. J. Soil Sci. Plant Nutr., 15 (4), 839-847.
- Marsch, D.B. and Waters, L.J. 1985. Nodulation and nitrogen fixation in cowpea as influenced by zinc nutrition. Journal Am. Soc. Hortic Sci., 110, 9-11.
- Marschner, H. 1986. Mineral nutrition of higher plants. Academic Press Harcourt Brace Jovonic, Publishers.
- Marschner, H. and Çakmak, I. 1989. High light intensity enhances chlorosis and necrosis in leaves of zinc, potassium, and magnesium deficient bean (*Phaseolus vulgaris* L.) plant. Journal of Plant Physiology, 134, 308-315.
- Marschner, H. 1993. Zinc uptake from soils. In Robson, A.D. (Ed.), Zinc in Soils and Plants (pp. 59-77). Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
- Marschner, H. 1995. Mineral nutrition of higher plants second edition. Academic Press Limited, 24-28. Oval Road, NW1 7DX. 96, London.
- Mart, D., Cansaran, E. ve Karaköy, T. 2005. Çukurova Koşullarında Nohutta (*Cicer arietinum* L.) Bazı Özellikler Yönünden GenotipxÇevre İnteraksiyonları ve Uyum Yeteneklerinin Saptanması Üzerine Bir Araştırma. Türkiye VI. Tarla Bitkileri Kongresi, Cilt II, 5-9 Eylül, 1027-1032, Antalya.
- Martens, D.C. and Westermann, D.T. 1991. Fertilizers applications for correcting micronutrient deficiencies. In: Micronutrients in Agriculture 2nd edn. Mortvedt, J. J. Cox, F. R. Shuman, L. M. and Welch, R. M. (Eds.). Soil Sci. Soc. America. Madison, WI., 90-112.
- Martin, W.E., Mclean, J.G. and Quick, J. 1965. Effect of temperature on phosphorus induced zinc deficiency. Soil Sci. Soc. Amer. J., 29, 411-413.
- Masood, A., Mishra, J. P. and Ali, M. 2000. Nutrient management in pulses and pulse-based cropping systems. Fertilizer News., 45(4), 57-69.

- McBride, M.B. and Blasiak, J.J. 1979. Zinc and copper solubility as a function of pH in an acid soil. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 43, 866-870.
- McDowell, L.R. 1992. *Minerals in animal and human nutrition*. ISBN: 0-12-483369-1 Academic Pres, Inc. New York, USA.
- Meena, S.K. 2001. Response of chickpea to S and Zn fertilization on loamy sand soil. M. Sc. (Ag.) Thesis, Swami Keswanand Rajasthan Agriculture University, Bikaner.
- Meena, S.K., Mahendra, S. and Meena, H.S. 2005. Effect of sulphur and zinc fertilization on yield, quality and nutrient content and uptake of chickpea under semi arid tropics. *Annals of Agricultural Research*, 26(1), 45-47.
- Meena, K.R., Dahama, A.K. and Rager, M.L. 2006. Effect of phosphorus and zinc fertilization on growth and quality of cluster bean. *Ann. Agric. Res. New Series.*, 27(3), 224-226.
- Mehdi, S.M., Ranjaa, A.M. and Hussain, T. 1990. Relative efficiency of various sources of zinc. *Sharad Journal Agriculture*, 6, 103-106.
- Melash, A.A., Mengistu, D.K. and Aberra, D.A. 2016. Linking agriculture with health through genetic and agronomic biofortification. *Agric. Sci.*, 7, 295-307.
- Melton, J.R., Mahtab, S.K. and Swoboda, A.R. 1973. Diffusion of zinc in soils as a function of applied zinc, phosphorus, and soil pH. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.*, 37, 379-381.
- Mengel, K. and Kirkby, E.A. 1982. *Principles of plant nutrition* 3rd ed. P.1-655. International Potash Institute. P. O. Box, CH-3048, Worbblaufen-Bern/Switzerland.
- Mevada, K.D., Patel, J. J. and Patel, K. P. 2005. Effect of micronutrients on yield of urdbean. *Indian J. Pulses Res.*, 18(2), 214-216.
- Meyveci, K., Eyüpoğlu, H., Karagüllü, E., Zencirci, N. ve Aydın, N. 1997. Çinkolu Gübre Uygulamasının Bazı Nohut Çeşitleri, İleri Verim Kademesindeki Hatlar ve Gen Kaynakları Materyalinde Verime Etkisi. I. Ulusal Çinko Kongresi (Tarım, Gıda ve Sağlık), 12-16 Mayıs 1997, Eskişehir.

- Meyveci, K., Avcı, M., Sürek, D. ve Karabay, S. 2002. Yemelik tane baklagillerde mikro element projesi. Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enst. Dergisi, 11(1-2): 56-98, Ankara.
- Meyveci, K., Avcı, M., Sürek, D., Karaçam, M. ve Polat, H. 2004. Farklı nohut genetik materyalinde mikroelement uygulamalarının verim üzerine etkisinin belirlenmesi ve en uygun çinko dozlarının tespit edilmesi. 3. Ulusal Gübre Kongresi, 11-13 Ekim 2004, 581-588, Tokat.
- Misra, S.K., Upadhyay, R.M. and Tiwari, V.N. 2002. Effect of salt and zinc on nodulation leghaemoglobin and nitrogen content of rabi legumes. Indian Journal of Pulses Research, 15, 145-148.
- Mohammadi, M., Maleki, A., Siaddat, S.A. and Beigzade, M. 2013. The effect of zinc and potassium on the quality yield of wheat under drought stress conditions. International Journal of Agriculture and Crop Sciences, 16/1164-1170.
- Mokhatr, D., Asteraki, H., Rouhollah, R. and Teimoor, B. 2013. Investigation on effect of different rates phosphorus and zinc fertilizers on two cultivars Lentil (*Gachsaran* and *Flip 92-12L*) in irrigation complement condition. Intl. J. Agri. Crop Sci., 5 (1), 1-5.
- Monsant, A.C., Tang, C. and Baker, A.J.M. 2008. The effect of nitrogen form on rhizosphere soil pH and zinc phytoextraction by *Thlaspi caerulescens*. Chemosphere, 73(5), 635-642.
- Morad, S., Mohsen, L., Younes, H., Ezatollah, N., Foroozan, K., Mitra, Y., Seyed, M.A., Mahnaz, G.R., Mahdi, S. and Zahra, R.M. 2012. Response of chickpea (*Cicer arietinum* L.) cultivars to integrated application of zinc nutrient with water stress. Intl. J. Agri. Crop Sci., 4(15), 1074-1082.
- Moraghan, J.T. 1984. Differential responses of five species to phosphorus and zinc fertilizers. Commun. Soil Sci. Plant Anal., 15, 137-147.
- Moraghan, J.T. 1996. Zinc concentration of navy bean seed as affected by rate and placement of three zinc sources journal of plant nutrition. 19(10), 1413-1422.
- Mordvedt, J.J. 1979. Crop response to zinc sources applied alone or with suspensions. Fert. Solutions, 23 (3), 64, 66, 70, 75-79.

- Mordvedt, J.J. 1991. Micronutrient fertilizer technology. In: Mortvedt, J. J. Cox, F. R. Shuman, L.M. Welch, R.M. (eds) Micronutrients in Agriculture. SSSA Book Series No. 4. Madison, WI. 89-112.
- Mordvedt, J.J. and Gilkes, R.J. 1993. Zinc fertilizers. In: Zinc in soils and plants. Robson, A.D. (ed.), 33-44. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, The Netherlands.
- Morgan, J.A.W., Bending, G.D. and White, P.J. 2005. Biological costs and benefits to plant-microbe interactions in the rhizosphere. *Journal Exp. Bot.*, 56, 1729-1739.
- Morgounov, A., Gomez-Becerra, H.F., Abugalieva, A., Dzhususova, M., Yessimbekova, M., Muminjanov, H., Zelenskiy, Y., Ozturk, L. and Cakmak, I. 2007. Iron and zinc grain density in common wheat grown in Central Asia. *Euphytica* Vol., 155, 193-203.
- Moroghan, J.T. and Mascagni, H.J.Jr. 1991. Environmental and soil factors affecting micronutrient deficiencies and toxicities. In: Micronutrients in Agriculture (eds. Mordvedt, J. J. Cox, F. R. Shuman, L. M. Welch R. M). 371-425, SSSA Book Series No. 4, Madison- WI.
- Mubeen, S., Shoib-ur-Rehman, Ayyub, C.M., Waqas, A., Jamil, S. and Khawaja, S. 2013. Modeling growth of cut-flower stock (*Matthiola incana*) in response to differing in nutrient level. *Universal J. Food and Nutrition Sci.*, 2013, 1(1), 4-10.
- Muehlbauer, F.J. and Singh, K.B. 1987. Genetics of chickpea. In: The Chickpea. Saxena, M.C. and Singh, K.B. (eds.). CAB. International, pp. 99-125, Wallingford, Oxon, UK.
- Muehlbauer, F.J. and Tullu, A. 1997. *Cicer arietinum* L. In: New Crop Fact Sheet, Purdue University, Center for New Crops and Plant Products.
- Mungan, S. ve Doran, İ. 2003. Farklı Doz ve Yöntemlerle Uygulanan Çinkonun Makarnalık Buğday ve Arpanın Verim ve Verim Unsurlarına Etkileri. Türkiye 5. Tarla Bitkileri Kongresi, 13-17 Ekim, Erzurum.
- Mut, Z. 1999. Damla-89 nohut çeşidinde bakteri aşılması ile birlikte çinko ve molibden uygulamasının verim ve kaliteye etkilerinin belirlenmesi üzerine bir araştırma.

- Yüksek Lisans Tezi. Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, s 96, Samsun.
- Mut, Z. ve Gülümser, A. 2005. Bakteri aşılması ile birlikte çinko ve molibden uygulamasının Damla-89 nohut çeşidinin bazı kalite özellikleri üzerine etkileri. O. M. U., Zir. Fak. Dergisi, 20(2), 1-10, Samsun.
- Mut, Z., Aydın, N., Özcan, H. ve Bayramoğlu, H.O. 2005. Orta Karadeniz Bölgesinde ekmeklik buğday (*Triticum aestivum* L.) genotiplerinin verim ve bazı kalite özelliklerinin belirlenmesi. G. O. P. Üniversitesi, Zir. Fak. Dergisi, 22(2), 85-93.
- Müderrişzade, H.Ö. 1996. İri ve orta taneli nohutlarda büyüme, verim ve verim öğeleri ile bunlar arasındaki ilişkiler. Yüksek Lisans Tezi, E. Ü., Fen Bilimleri Enst., s: 35.
- Mühür, H.N. 1996. Çukurova Bölgesi koşullarında bazı nohut (*Cicer arietinum* L.) çeşitlerinde farklı ekim zamanlarının verim ve verimle ilgili bazı özellikler üzerine etkilerinin araştırılması. Yüksek Lisans Tezi, Ç. Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Ana Bilim Dalı, D. Baş. No: 2207, Adana.
- Nadergoli, M.S., Yarnia, M. and Khoei, F.R. 2011. Effect of zinc and manganese and their application method on yield and yield components of common bean (*Phaseolus vulgaris* L. CV Khomein). Middle-East Journal of Scientific Research, 8, 859-865.
- Nagaraju, A.P. and Yadahalli, Y.H. 1996. Response of cowpea (*Vigna unguiculata*) to sources and levels of phosphorus and zinc. Indian J. Agron., 41(1), 88-90.
- Nalini, P., Bhavana, G. and Girish, C.P. 2013. Enhanced yield and nutritional enrichment of seeds of *Pisum sativum* L. through foliar application of zinc. Scientia Horti., 164: 474-483.
- Nand, D.R. and Ram, N. 1996. Amelioration of zinc stress by farmyard manure in an rice-wheat-cowpea system. Acta-Agronomica-Hungarica, 44(1), 35-39.
- Naseem, B.A., Rehman, A. and Iqbal, T. 1995. Evaluation of kabuli chickpea germplasm. International Chickpea and Pigeonpea Newsletter, 2, 13-14.

- Navrot, J. and Ravikovitch, S. 1968. Zn availability in calcareous soils. II. Relationship between available zinc and response to Zn fertilization. *Soil Sci.* 105: i 84-184.
- Navrot, J. and Ravikovitch, S. 1969. Zinc availability in calcareous soils: III. The level and properties of calcium in soils and its influence on zinc availability. *Soil Sci.*, 108, 30-37.
- Neue, H.U., Quijano, C., Senadhira, D. and Setter, T. 1998. Strategist for dealing with micronutrient disorders and salinity in lowland rice systems. *Field Crop Res.*, 56, 139-155.
- Nielsen, D., Hoyt, P.B. and Mc Kenzie, A.F. 1986. Distribution of soil Zn fraction in British Columbia interior orchard soils. *Can. J. Soil Sci.*, 66, 445-454.
- Norton, G.J., Douglas, A., Lahner, B., Yakubova, E., Guerinot, M.L. and Pinson, S.R. 2014. Genome wide association mapping of grain arsenic, copper, molybdenum and zinc in rice (*Oryza sativa* L.) grown at four international field sites. *Plos One*, 9(2), e89685.
- O'Hara, G.W., Boonkerd, N. and Dilworth, M.J. 1988. Mineral constrains to nitrogen fixation. *Plant Soil*, 108, 93-110.
- O'Hara, G.W. 2001. Nutritional constrains on root nodule bacteria affecting symbiotic nitrogen fixation: A review. *Augst Journal Exp Agr.*, 41, pp. 417-433.
- Obata, H. and Umebayashi, M. 1988. Effect of zinc deficiency on protein synthesis in cultured tobacco plant cells. *Soil Sci. Plant Nutr.*, 34, 351-357.
- Oberleas, D. and Harland, B.F. 1981. Phytate content of foods effect on dietary zinc biovailibity. I. an *Diet. Assoc.*, (79), 433-436.
- Obrador, A., Novillo, J. and Alvarez, J.M. 2003. Mobility and availability to plants of two zinc sources applied to a calcareous soil. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 67, 564-572.
- Oktay, M., Çolakoğlu, H. ve Hakerlerler, H. 1998. Bitkide Çinko. I. Ulusal Çinko Kongresi (Tarım, Gıda ve Sağlık), 5, s: 3-45, Adana.

- Olsen, S.R., Cole, C.V., Watanabe, F.S. and Dean, L.A. 1954. Estimation of available phosphorus in soil by extraction with sodium bicarbonate. USDA Circ., 939. U. S. Gov. Print Office, Washington D. C.
- Ortiz-Monasterio, J.I., Palacios-Rojas, N., Meng, E., Pixley, K., Trethowan, R. and Pena, R.J. 2007. Enhancing the mineral and vitamin content of wheat and maize through plant breeding. *Journal Cereal Science*, 46(3), 293-307.
- Ouariti, O., Gouia, H. and Ghorbal, M.H. 1997. Response of bean and tomato plants to cadmium: growth, mineral nutrition and nitrate reduction. *Plant Physiol. Biochem.*, 35, 347-354.
- Ozturk, L., Yazici, M.A., Yucel, C., Torun, A., Cekic, C., Bagci, A., Ozkan, H., Braun H.J., Sayers, Z. and Cakmak, I. 2006. Concentration and localization of zinc during seed development and germination in wheat. *Physiologia Plantarum*, 128, 144-152.
- Öktem, A.G., Coşkun, M., Almaca, N.O., Öktem, A., Söylemez, S., Tekgül, Y.T., Yetim, S. ve Sürücü, A. 2016. Şanlıurfa-Ceylanpınar koşullarında yetiştirilen yerli kırmızı mercimek (*Lens culinaris* Medic.) çeşidine farklı miktarlarda uygulanan çinkonun verim ve verim unsurlarına etkisi. *Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi*, Cilt: 25, Özel Sayı 1, 225-230, Ankara.
- Öncan, F. 2000. Nohutta (*Cicer arietinum* L.) hasat indeksi, biyolojik verim performansı ve bunların tane verimi ve bazı agronomik özellikler ile ilişkileri üzerinde araştırmalar. Yüksek Lisans Tezi, E.Ü., Fen Bilimleri Enst., s: 53, İzmir.
- Ören, Y. ve Başal, H. 2006. Humik asit ve çinko (Zn) uygulamalarının pamukta verim, verim komponentleri ve lif kalite özelliklerine etkisi (*Gossypium hirsutum* L.) A.D.Ü., Ziraat Fakültesi Dergisi, 3(2), 77-83, Aydın.
- Özbek, H. 1973. Toprak Verimliliği ve Gübreler. Toprak Verimliliği Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Yayınları, No: 525, Ankara.
- Özbek, H., Kaya, Z., Gök, M. ve Kaptan, H. 1993. Toprak Bilimi. Schachtschabel, P., Blume, H., P. Brummer, G., Hartge, K. H., Schwertmann, U. (Çeviri). Ç.Ü., Zir. Fak. Ders Kitapları Yay., No: 16.

- Özbek, V. ve Özgümüş, A. 1998. Farklı çinko uygulamalarının değişik buğday çeşitlerinin verim ve bazı verim kriterleri üzerine etkileri. I. Ulusal Çinko Kongresi, 1997, 183-190, Eskişehir.
- Özdemir, S. 1996. Path coefficient analysis for yield and its components in chickpea. Inter. Chickpea and Pigeonpea Newsletter, ICPN3:19- 21.
- Özdemir, S. 2002. Yemelik Baklagiller. Hasad Yayıncılık, 142, İstanbul.
- Özer, M., Ülger, S., Alkan, A., C.A. ve Çakmak, İ. 1997. Harran Ovası Koşullarında Çinko Gübrelemesinin Değişik Mısır Genotiplerine Etkileri ve Çinko Yetersizliğine Dayanıklı Genotiplerin Seçimi. I. Ulusal Çinko Kongresi (Tarım, Gıda ve Sağlık), 12-16 Mayıs 1997, Eskişehir.
- Özer, M.S. 1999. Harran Ovası koşullarında değişik mısır genotiplerinin çinko gübrelemesine reaksiyonları ve çinko yetersizliğine dayanıklı genotiplerin seçimi. Doktora Tezi, Çukurova Üniversitesi, Adana.
- Öztaş, E.E. 2006. Evaluation of winter hardiness, yield and yield components of chickpea (*Cicer arietinum* L.) cultivars in Harran Plain conditions. Ministry of Food Agriculture and Livestock. Department of Training, Extension and Publications.
- Öztürk, A. ve Akten, Ş. 1999. Kışlık buğdayda bazı morfolojik karakterler ve tane verimine etkileri. Turkish Journal of Agriculture and Forestry, 23, 409-422.
- Öztürk, M. 2009. Bazı kışlık yem bitkilerinde çinkolu gübrelemenin verim ve kalite üzerine etkileri. Yüksek Lisans Tezi, Adnan Menderes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Toprak Anabilim Dalı, Aydın.
- Palmgren, M.G., Clemens, S., Williams, L.E., Kramer, U., Borg, S., Schjorring, J.K. and Sanders, D. 2008. Zinc biofortification of cereals: problems and solutions. Trends Plant Sci., 13, 464-473.
- Panda, R., Sahu, S.K. and Panda, R. 1999. Effects of zinc on the biochemical and production parameters of rice plant (*Oryza sativa* L.). Cytobiology, 98, 388, 105-112.

- Pandey, N., Pathak, G.C. and Sharma, C.P. 2006. Zinc is critically required for pollen function and fertilisation in lentil. *Journal of Trace Elements in Medicine and Biology*, 20, 89-96.
- Pandey, S. N. and Gautam, S. 2009. Effect of zinc supply on its uptake, growth and biochemical constituents in lentil. *Indian J. Plant Physio.*, 14(1), 67-70.
- Pandey, N., Pathak, G.C. and Sharma, C.P. 2009. Impairment in reproductive development is a major factor limiting seed yield of black gram under zinc deficiency. *Biol. Plant*, 53, 723-727.
- Pandey, R.K., Raj, Kishore., Tiwari, U.S., Hussain, K., Dubey, S.D. and Tiwari, H.N. 2012. Response of chickpea to phosphorus and zinc under irrigated condition. *Curr. Adv. Agril. Sci.*, 4(2), 174-175.
- Pandey, N., Gupta, B. and Pathak, G.C. 2013. Foliar application of Zn at flowering stage improves plant's performance, yield and yield attributes of black gram. *Indian Journal of Experimental Biology*, 51: 548-555.
- Pankhurst, C.E. 1981. Effect of plant nutrient supply on nodule effectiveness and *Rhizobium* strain competition for nodulation of lotus pedunculatus. *Plant and Soil*, 60, 325-339.
- Parker, M.B. and Walker, M.E. 1986. Soil pH and manganese effects on manganese nutrition of peanut. *Agron. J.*, 78, 614-620.
- Pathak, N., Girish, P. and Gupta, B. 2012. Improving reproductive efficiency of chickpea by foliar application of zinc. *Braz. Jorunal Plant Physiol.*, 204(3), 713-180.
- Peck, N.H., Grunes, D.L., Welch, R. M. and MacDonald, G.E. 1980. Nutritional quality of vegetable crops as affected by phosphorus and zinc fertilizers. *Agron. J.*, 72, 528-534.
- Pekşen, E. ve Artık, C. 2005. Antibesinsel maddeler ve yemelik tane baklagillerin besleyici değerleri. *O. M. Ü., Zir. Fak. Dergisi*, 20(2), 110-120, Samsun.
- Peleg, Z., Saranga, Y., Yazici, A., Fahima, T., Ozturk, L. and Cakmak, I. 2008. Grain zinc, iron and protein concentrations and zinc-efficiency in wild emmer wheat under contrasting irrigation regimes. *Plant and Soil*, 306 (1-2), 57-67.

- Peterson, C.J., Johnson, V.A. and Mattern, P.J. 1986. Influence of cultivar and environmental on mineral and protein concentrations of wheat, flour, bran and grain. *Cereal Chem.*, (63), 183-187.
- Pfeiffer, W.H. and Mc Clafferty, B. 2007. Biofortification: Breeding micronutrient dense crops. In: Kang, M. S.&Priyadarshan, P.M. (Eds.) *Breeding Major Food Staples* (61-91), Blackwell Science, New York.
- Phattarakul, N., Rerkasem, B., Li, L.J., Wu, L.H., Zou, C.Q., Ram, H., Sohu, V.S., Kang, B.S., Surek, H., Kalayci, M., Yazici, A., Zhang, F. S. and Cakmak, I. 2012. Biofortification of rice grain with zinc through zinc fertilization in different countries. *Plant and Soil*, 361, 131-141.
- Poma, I., Noto, F. and Alessandro, F.D. 1988. Agronomic assessment of some sicilian populations of spring-sown chickpea. *International Chickpea Newsletter*, 19, 19-22.
- Pomeranz, Y. and Dikeman, E. 1983. Minerals and protein contents in hard red winter wheat flours. *Cereal Chem.*, 60, 80-82.
- Pooran, C. and Singh, F. 1997. Correlation and path coefficient analysis in chickpea. *Plant Breeding Abstracts*, 67(7), 976.
- Popova, M.G. 1937. In Vavilov, N. I. *Flora of cultivated plants of the USSR*, Moscow, Leningrad 4. *Grain Leguminosae*, 25-71.
- Prasad, A.S. 1984. Discovery and importance of zinc in human nutrition. *Fed. Proc.*, 43, 2829-2834.
- Prasad, M.N.V. 1999. Trace Metals. In: Prasad, M. N. V. and Hagemeyer, J. (Eds). Pp. 207-249. *Heavy metal stress in plants: from molecules to ecosystems*. Springer, Berlin-New York.
- Prasad, K., Saradhi, P. P. and Sharmila, P. 1999. Concerted action of antioxidant enzymes and curtailed growth under zinc toxicity in *Brassica juncea*. *Environmental and Experimental Botany*, 42, 1-10.
- Prasad, A.S. 2007. Zinc: Mechanisms of host defense. *J. Nutr.*, 137, 1345-1349.

- Prask, J.A. and Placke, D.J. 1971. A role of zinc in the structure integrity of the cytoplasmic ribosomes of "*Euglana gracillis*". *Plant Phy.*, 48, 150-155.
- Price, E.A. 1962. RNA-synthesis zinc deficiency and the kinetics of growth. *Plant Physiol.*, 37, Xx1.
- Puga, A.P., Prado, R.M., Fonseca, I.M., Vale, D.W. and 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).
- Pundir, R.P.S. and Rajagophan, C.K. 1988. Collection of chickpea germplasm in Tamil Nadu, India. *Plant Breeding Abstracts*, 58 (5), 391.
- Qi, M. 1987. A study on the abundance and deficiency of zinc in paddy soil anqing prefecture and the effects of zinc fertilizer application. *Journal of Soil Science of China*, 18(5), 228-230.
- Quddus, M.A., Rashid, M.H., Hossain, M.A. and Naser, H.M. 2011. Effect of zinc and boron on yield and yield contributing characters of green gram in low ganges river floodplain soil at Madaripur, Bangladesh. *Bangladesh Journal of Agriculture Research*, 36, 75-85.
- Quijano-Guerta, C., Kirk, G.J.D., Portugal, A.M., Bartolome, V.I. and McLaren, G.C. 2002. Tolerance of rice germplasm to zinc deficiency. *Field Crops Research*, 76, 123-130.
- Rabieyan, Z. and Fakhariani Z.K. 2012. The effect of irrigation and biofertilizer on seed and yield index on two chickpea (*Cicer arietinum* L.) varieties. *Adv. Environment Biol.*, 6, 1528-1533.
- Raboy, V., Dickinson, D.B. and Below, F.E. 1983. Variation in seed total phosphorus, phytic acid, zinc, calcium, magnesium and protein among lines of Glycine Max and G. Soja. *Crop Science*, (24), 431-434.
- Raboy, V. and Dickinson, D.B. 1984. Effect of phosphorus and zinc nutrition on soybean seed phytic acid and zinc. *Plant Phy.*, 75, 1094-1098.
- Ram, H. and Murthy, P.B.N. 1983. Nodulation, yield and quality response of greengram to Mn and Zn. *Journal Indian Soc. Sci.*, 31, 164-166.

- Ram, S. and Katiyar, T.P. 2013. Effect of sulphur and zinc on the seed yield and protein content of summer mungbean under arid climate. *International Journal of Soil and Nature (I. J. S. N.)*, 4(3), 563-566.
- Ramgiry, S.R., Paliwal, K.K. and Tomar, S.K. 1989. Variability and correlations of grain yield and other quantitative characters in lentil, *LENS Newsletter*, 16 (1), 19-21.
- Randhawa, N.S. and Katyal, J.C. 1982. Micronutrients management for submerged rice soils. In: *Vertisols and rice soils of the tropic*. Int. Congr. Soil Sci. New Delhi, 192-211.
- Rashid, A. 1990. Soils and their role in crop production. pp. 77-78. In: *Final Report, Micronutrient Status of Soils in Pakistan, 1983-90*, Land Resources Section, National Agricultural Research Centre, Islamabad, Pakistan.
- Rathi, B.K., Jain, A.K., Kumar, S. and Panwar, J.D.S. 2009. Response of *Rhizobium* inoculation with sulphur and micronutrients on yield and yield attributes of black gram (*Vigna mungo* L.). *Legume Research*, 32, 62-64.
- Rattan, R.K. and Deb, D.L. 1981. Self diffusion of zinc and iron in soils as affected by pH, CaCO₃, moisture, carrier and phosphorus levels. *Plant Soil*, 63, 377-393.
- Ravi-Kumar, K., Chauhan, Sunell-Sharma, S., Kumar, R. and Sharma, S. 1988. A note on the effect of zinc sulphate on berry set, panicle drying and quality of grapes cv. Gold. Haryana. *Journal of Horticultural Sciences*, 17 (3-4), 213-215.
- Ray, H., Bett, K., Tar'an, B., Vandenberg, A., Thavarajah, D. and Warkentin, T. 2014. Mineral micronutrient content of cultivars of field pea, chickpea, common bean and lentil grown in Saskatchewan, Canada. *Crop Sci.*, 54, 1-11.
- Reed, H.S. 1941. The relation of zinc to seed production. *J. Agr. Res.*, 4, 635-644.
- Reilling, B.A., Berger, L.L., Riskowski, G.L. and Rompata, R.E. 1992. Effects of zinc proteinate on hoof durability in Feedlot Heifers. *J. of Animal Science*, Vol. 70, Suppl 1.

- Rengel, Z., Batten, G.D. and Crowley, D.E. 1999. Agronomic approaches for improving the micronutrient density in edible portions of field crops. *Field Crops Res.*, 60, 27-40.
- Rengel, Z. 2001. Genotypic differences in micronutrient use efficiency in crops. *Comm. Soil Sci Plant Anal.*, 32, 1163-1186.
- Reuter, D.J. 1986. Temperate and sub-tropical crops. pp.38-99. In D.J. Reuter and J.B. Robinson (Eds) *Plant Analysis: An Interpretation Manual*. Inkata Pres. Melbourne, Sydney.
- Reuter, D.J., Cartwright, B., Judson, G.J., McFarlane, D., Maschmedt, D.J. and Robinson, J. 1988. Trace elements in South Australia. Technical Report No. 139, South Australian Department of Agriculture, Adelaide, South Australia, Australia.
- Riceman, D.C. and Jones, G.B. 1959. Distribution of zinc and copper in subterranean clover (*Trifolium subteraneum* L.) grown in culture solution supplied with graduated amount of zinc. *Aust. J. Agr. Res.*, 973-122.
- Richards, L.A. 1954. Diagnosis and improvement of saline and alkaline soils. Handbook, No:60, U.S.D.A.
- Riley, M.M., Gartrell, J.W., Brennan, R.F., Hamblin, J. and Coates, P. 1992. Zinc deficiency in wheat and lupins in Western Australia is affected by the source of phosphate fertilizer. *Australian Jour. of Exp. Agric.*, 1992, 32, 455-463.
- Roy, R. N., Finck, A., Blair, G.J. and Tandon, H.L.S. 2006. Plant nutrition for food security. A guide for integrated nutrient management. *FAO Fertilizer and Plant Nutrition Bulletin* 16. Rome, Italy, Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- Ruano, A., Poschenrieder, C.H. and Barcelo, I. 1988. Growth and biomass partitioning in zinc toxic bush beans. *Journal of Plant Nutrient*, 11, 577-588.
- Rupa, T.R., Srinivasa, T., Rao, C.H., Subba-Rao, A. and Singh, M. 2002. Effects of farmyard manure and phosphorus on zinc transformations and phyto-availability in two alfisols of India. Indian Institute of Soil Science, Nabibagh,

Berasia Road, Bhopal 462038, India, Indian Institute of Pulses Research, Kalyanpur, Kanpur, U. P. India.

Rupela, O.P. and Saxena, M.E. 1987. Nodulation and nitrogen fixation in chickpea. In: Saxena, M.C. Singh, K.B. Edtors. The Chickpea. 1sted. Wallingford, UK: CAB International, 191-167.

Sachdev, P., Dev, D.L. and Rastogi, D.K. 1988. Effect of varying levels of zinc and manganese on dry matter yield and mineral composition of wheat plant at maturity. J. Nuclear Agric. Biol., 17, 137-143, India.

Sachdev, P., Chatterjee, S.R. and Deb, D.L. 1992. Seed yield, harvest index, protein content and amino acid composition of chickpea as affected by sulphur and micro nutrients. Annals of Agricultural Research, 13(1), 7-11.

Sade, B., Soylu, S., Kan, A. ve Yıldız, C. 1996. Farklı lokasyonlarda yapraktan uygulanan çinkonun buğdayda verim ve verim unsurları üzerine etkileri. Selçuk Üniv., Ziraat Fak. Dergisi, Cilt: 10, Sayı: 12, 45-54, Konya.

Sahay, R.N., Ghosh, T.K., Verma, S.K., Ali, M.H. and Ali, M.H. 1992. Crop response to micronutrient application in farmers field in project areas on Bihar. Proceeding of the Workshop on micronutrients, 22-23 Jan. 1992, 193-198, Bhubaneswar, India.

Sahin, N. and Gecit, H.H. 2006. The effects of different fertilizing methods on yield and yield components in chickpea (*Cicer arietinum* L.). J. of Agric. Sci., 12(3), 252-258.

Saidhar, V.K., Hassan, M.A. and Santhakumari, G. 1983. Effect of organic manuring on zinc diffusion in soils of varying texture. J. Indian Soc. Soil. Sci., 36, 219-224.

Sakal, R., Sinha, R.B., Singh, A.P. and Bhogal, N.S. 1998. Response of rabi pulses to boron, zinc and sulphur application in farmer's field. Fert. New, 43(1), 39-40.

Salam, P.K., Rajput, R.S., Mishra, P. and Anita Shrivastava, G.K. 2004. Effect of micronutrients fertilization on productivity potential of urdbean. Ann. Agric. Res. New Series, 25, 329-332.

- Salami, A.U. and Kenefick, D.G. 1970. Stimulation of growth in zinc deficient corn seedlings by the addition of tryptophan. *Crop Sci.*, 10, 291-294.
- Samal, K.M. and Jagadev, P.N. 1989. Genetic variability studies and scope for improvement in chickpea. *International Chickpea Newsletter*, 20, 6, Orissa, India.
- Sammauria, R. 2007. Response of fenugreek to phosphorus and zinc application and their residual effect on succeeding pearl millet under irrigated condition of Western Rajasthan. Ph. D. (Ag.) Thesis, Rajasthan Agricultural University, Bikaner.
- Samreen, T., Humaira, H.U.S., Ullah, S. and Javid, M. 2017. Zinc effect on growth rate, chlorophyll, protein and mineral contents of hydroponically grown mungbean plant (*Vigna radiata*). *Arabian Journal of Chemistry*, Volume 10, 1802-1807.
- Sandhu, S.S., Keim, W.F., Hodges, H.F. and Nyequist, W.E. 1974. Inheritance of protein and sulphur content in seed of chickpea. *Crop Science*, 14: 649-652.
- Sandhu, T.S., Gumbes, R.K. and Bhullar, B.S. 1988. Estimation of some genetic parameters in chickpea. *Plant Breed. Abstr.*, 59(3), 268.
- Sandhu, T.S. and Mangat, N.S. 1999. Correlation and path analysis in late sown chickpea. *Plant Breeding Abstracts*, 6 (10), 1435.
- Sandstead, H.H. 1991. Zinc deficiency. A public health problem. *American Journal of Disease in Childhood*, 145, 853-9.
- Sangolli, V.O., Nawalagatti, C.M., Uppar, D.S., Koti, R.V., Kuligod, V.B. and Potadar, M.P. 2018. Effect of zinc nutrition on morphological characters in chickpea. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 7(2), 902-904.
- Sangwan, P.S. and Raj, M. 2004. Effect of zinc nutrition on yield of chickpea (*Cicer arietinum* L.) under dry land conditions. *Indian Journal of Dry land Agricultural Research&Development*, 19(1), 1-3.
- Saraçoğlu, D. 2007. Yabani ve kültür nohutlarının moleküler genetik yöntemlerle karakterizasyonu. Yüksek Lisans Tezi, S. Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.

- Saraf, C.S., Rupela, O.P., Hedge, D.M., Yadav, R.L., Shivakumar, B.G., Bhattarai, S., Razzaque, M.A. and Sattar, M.A. 1998. Biological nitrogen fixation and residual effects of winter grain legumes in rice and wheat cropping systems of the Indo-Gangetic Plain. In: Kumar, Rao. JVDKİ. Johansen, C. Rego, T.J. Ediyors. Residual Effects of Legumes in Rice and Wheat Cropping System of the Indo-Gangetic Plain. 1st ed. New Delhi and Patancheru, India: Oxford&IBH Publishing Co. Pvt. Ltd. and ICRISAT, 14-30.
- Sarı, H. 2015. Bazı yemeklik tane baklagillerin gelişme dönemlerine göre farklı bitki kısımlarında ham protein içeriklerinin belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, s. 70, Samsun.
- Sauchelli, V. 1969. Trace elements in agriculture. Van Nostrand Reinhold Co., 248, New York.
- Savaşlı, E., Brohi, A.R. ve Topbaş, M.T. 1998. Çeltik Bitkisinin Çinkolu ve Fosforlu Gübrelere Cevabı ve Fosfor Çinko İlişkisinin Verime Etkisi. I. Ulusal Çinko Kongresi, 12-16 Mayıs, 445-452, Eskişehir.
- Sawaine, D.J. 1995. The trace element content of soils. Common Health Bureau. Soil. Sci. Tech. Comm., No: 48, England.
- Saxena, M.C. and Singh, K.B. 1985. The chickpea. (Chapter 7: Genetics of Chickpea, Muehlbauer, F. J. and Singh, K.B.) C. A.B. Inter. Cent. Sales, Wallingford, Oxon OX10 8DE, UK.
- Saxena, M.C. 1988. Food legumes in the Mediterranean type of environment and ICARDA's efforts in improving their productivity. In nitrogen fixation by legumes in Mediterranean agriculture (11-23), Springer Netherlands.
- Saxena, A.K. and Rewari, R.B. 1990. Influence of zinc on nodulation and iron uptake by chickpea under saline condition. Journal Indian Soc. Soil Sci., 363-364.
- Saxena, M.C., Malhotra, R.S. and Singh, K.S. 1990. Iron deficiency in chickpea in the Mediterranean Region and its control through resistant genotypes and nutrient application. Plant Soil, 123, 251-4.

- Saxena, A.K. and Rewari, R.B. 1991. Influence of phosphate and zinc on growth, nodulation and mineral composition of chickpea (*Cicer arietinum* L.) under salt stress. *World Journal of Microbiology and Bio.*, 7(2), 202-205.
- Saxena, M.C. 1993. The challenge of developing biotic and abiotic stress resistance in cool-season food legumes. 3-14. In: Singh, K. B. and Saxena, M. C. (ed.), *Breeding for Stress Tolerance in Cool-Season Food Legumes*, John Wiley, New York, NY.
- Sayed, E., Gheith, M.S. and El Badry, O.Z. 1988. Effect of the dates of zinc application on wheat. *Beyrage Zur Tropischen, Land Wirtshof and Veterinormadizin*, 26(3), 273-278.
- Schwartz, C., Echevarria, G. and Morel, J.L. 2003. Phytoextraction of cadmium with *Thlaspi caerulescens*. *Plant and Soil*, 249, 27-35.
- Seatz, F.L. and Jurinak, J.J. 1957. Zinc and soil fertility. *The Yearbook of Agriculture*, 1957, USDA Sa, 115-121.
- Seenappa, C. 2001. Effect of S, B and Zn on growth, yield and nodulation of cowpea (*Vigna unguiculata* L.). M. Sc. (Agri.) Thesis, Univ. Agril. Sci., Dharwad, Karnataka, India.
- Seethambaram, Y. and Das, V.S.R. 1985. Photosynthesis and activities and C₃ and C₄ photosynthetic enzyme: Under Zinc Deficiency in *Oryza sativa* L. and *Pennisetum americanum* (L.) Leeke. *Photosynthetica*, 19, 72-79.
- Selimoğlu, F. 1993. Aydın ve Muğla illerindeki turunçgil alanlarının çinko durumu ve bu topraklardaki alınabilir çinko miktarının tayininde uygulanacak metodlar. Doktora Tezi, Ankara Üni., Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Sepetoğlu, H. 1987. Yemeklik Tane Baklagiller. Ege Üniv., Ziraat Fak., Teksir No 37-1, Bornova/İzmir.
- Sepetoğlu, H. 1996. Yemeklik Dane Baklagiller. Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Yayınları, Ders Notları, 24, 3, Bornova/İzmir.

- Serry, A., Mawardi, A., Awad, S. and I. Aziz, A. 1974. Effect of zinc and manganese on wheat production. 1. FAO/SIDA Seminar for Plant Scientists from Africa and Near East, FAO Rome, 404-409.
- Sethy, N.K., Choudhary, S., Shokeen, B. and Bhatia, S. 2006a. Identification of microsatellite markers from *Cicer reticulatum*: Molecular variation and phylogenetic analysis. Theor Appl. Genet., 112, 347-357.
- Sethy, N.K., Shokeen, B., Edwards, K.J. and Bhatia, S. 2006b. Development of microsatellite markers and analysis of intraspecific genetic variability in chickpea (*Cicer arietinum* L.). Theor Appl. Genet., 112, 1416-1428.
- Shadab, N.S., Shashid, U. and Muhammad, I. 2013. Searching for chickpea genotypes with high zinc accumulating capacity, a way to identify nutrient efficient crop plants. Int. J. Agron. Pl. Produ., 4(7), 1697-1705.
- Shankar, H., Jaiswal, A.K. and Mujeeb, M. 1997. Seed Hardening Overcomes The Problem of Zinc Deficiency in Wheat. National Symposium on Recent Advance in Diagnosis and Management of Important Plant Disease, Dec., 19.
- Sharhar, S. and Acry, N.C. 1990. Effect of zinc on growth of soybean. Indian Journal of Plant Physiology, 33(3), 239-241.
- Sharma, P.N., Chatterjee, C., Sharma, C.P., Nautiya, N. and Agarwala, S.C. 1979. Effect of zinc deficiency oil development and physiology of wheat pollen. J. India Bot. Soc., 58, 330-334.
- Sharma, C.P., Sharma, P.N., Bisht, S.S. and Nautiyal, B.D. 1982. Zinc deficiency induced changes in cabbage. In: Proceedings of the Ninth Plant Nutrition Colloquium, Warwick, England (A. Scaife, ed.), 601-606, Commonwealth Agricultural Bureau, Farnham Royal, Bucks.
- Sharma, K.N. and Deb, D.L. 1988. Effect of organic manuring on zinc diffusion in soils of varying texture. J. Indian Soc. Soil Sci., 36, 219-224.
- Sharma, P.N., Chatterjee, C., Agarwala, S.C. and Sharma, C.P. 1990. Zinc deficiency and pollen fertility in maize. Plant Soil, 124, 221.

- Sharma, R.C. 1992. Analysis of phytomass yield in wheat. *Agronomy Journal*, 84(6), 926-929.
- Sharma, V. and Abrol, V. 2002. Effect of P and Zn application on yield and uptake of P and Zn by chickpea under rainfed conditions. *Journal of Food Legumes*, 15(1), 59-61.
- Sharma, K. and Jain, K.K. 2004. Effect of zinc and thiourea on growth, yield and quality of clusterbean. *Annals of Agriculture Research*, 25(1), 169-171.
- Sharma, V. and Abrol, V. 2007. Effect of P and Zn application on yield and uptake of P and Zn by chickpea under rainfed conditions. *Journal of Food Legumes*, 20(1), 49-51.
- Sharma, V. and Kushwaha, H.S. 2011. Productivity and profitability of chickpea as influenced by FYM, sulfur and zinc under rainfed condition of central India. *Annals of Plant and Soil Research*, 13(2), 134-136.
- Shelge, B.S. Sontakey, J.S. and Sondge, V.D. 2000. Influence of micronutrients on yield of soybean. *Madras Agric. J.*, 87, 538-540.
- Shirani, B., Khodambashi, M., Fallah, S. and Shahraki, A.D. 2015. Effects of foliar application of nitrogen, zinc and manganese on yield, yield components and grain quality of chickpea in two growing seasons. *Journal of Crop Production and Processing*, 5(16), 143-152.
- Shivay, Y.S., Prasad, R. and Rahal, A. 2008. Relative efficiency of zinc oxide and zinc sulphate-enriched urea for spring wheat. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*, 82, 259-264.
- Shivay, Y.S. Prasad, R. and Pal, M. 2014. Genetic variability for zinc use efficiency in chickpea as influenced by zinc fertilization. *International Journal of Bio-resource and Stress Management*, 5(1), 031-036.
- Shkoinik, J. 1984. Zinc uptake by rice as affected by metabolic inhibitors and competing cations. *Plant Soil*, 51(1), 637-646.
- Shri, K. 1995. Effect of sulphur and zinc application on yield, S ve Zn uptake and protein content of chickpea. *Leg. Res.*, 18(2), 89-92.

- Shrikanthbabu, P.N., Koppalkar, B.G., Desai, B.K., Nagalika, V.P. and Promad, K. 2012. Yield and yield components and economics of pigeonpea cultivation as influenced by organic manures and graded levels of zinc sulphate. *Karnataka Journal Agrsci. Sci.*, 25(4), 527-530 201.
- Shrimpton, R. 1993. Zinc deficiency. Is it Widespread but Underrecognized SCN News, 9. 23-27.
- Shrivastava, G.K., Lakpale, R., Verma, A.K., Choubey, N.K., Singh, A.P. and Joshi, B.S. 2003. Effect of farmyard manure, phosphorus and zinc on black gram (*Phaseolus mungo*), wheat (*Triticum aestivum* L.) cropping sequence under vertisols of Chattisgarh Plains. *Indian Journal Agricultural Sciences*, 72(2), 72-74.
- Shukla, U.C. and Yadav, O.P. 1982. Effect of phosphorus and zinc on nodulation and nitrogen fixation in chickpea (*Cicer arietinum* L.). *Plant and Soil*, 65, 239-248.
- Shukla, L.M. 2000. Sorption of zinc and cadmium on soil clays. *Agrochimica*, 44, 101-106.
- Shulte, E.E. and Walsh, L.M. 1982. Soil and applied zinc. *Univ. Wisconsin Coop. Ext. Serv. A*, 2528.
- Shuman, L.M. 1975. Effects of soil properties on zinc adsorption by soils. *Soil Sci. Soc. Am. Proc.*, 39, 454-458.
- Shuman, L.M. 1986. Effect of organic matter on the distribution of manganese, copper, iron and zinc in soil fractions. *Soil Science*, 146(3), 192-198.
- Siddiqui, S.N., Umar S., Husen, A. and Iqbal, M. 2015. Effect of phosphorus on plant growth and nutrient accumulation in a high and a low zinc accumulating chickpea genotypes. *Annals of Phytomed.*, 4(2), 102-105.
- Sillanpaa, M. 1982. Micro nutrients and the nutrient status of soils. A global study. *FAO Soils Bulletin*, No 48, FAO, Rome.
- Sillanpaa, M. and Vlek, P.L.G. 1985. Micronutrients and the agroecology of tropical and Mediterranean regions. *Fert. Res.*, 7, 151-167.

- Sims, J.L. and Patrick Jr, W.H. 1978. The distribution of micronutrient cations in soil under conditions of varying redox potential and pH. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 42, 258-262.
- Sims, J.T. 1986. Soil pH effects on the distribution and plant availability of zinc, manganese and copper. *Sil. Sci. Am.*, 367-373.
- Singh, S.P. and Mehra, R.B. 1980. Adaptability studies in bengal gram (*Cicer arietinum* L.) *Trop. Grain Legume Bull.*, 19, 51-54.
- Singh, K.B. and Tuwafe, S. 1980. Variability for seed size and seeds size per pod in the kabuli chickpea germplasm. *International Chickpea Newsletter*, 2: 4-5.
- Singh, K.B. and Tuwafe, S. 1981. The collection, evaluation and maintenance of kabuli chickpea. *Uludağ Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Dergisi*, Sayı: 2 (2006) Cilt: 21, *Newsletter*, 13, 2, 27-28.
- Singh, B.P., Singh, A.P. and Sakal, R. 1983. Differential response of crops to zinc application in calcareous soil. *Journal of the Indian Society of Soil Science*, 31(4), 534-538.
- Singh, K.B. and Malhotra, R.S. 1984. Collection and evaluation of chickpea genetic resources. P.105-122. In: Witcombe, J.R. and Erskine, W. (eds.) *Genetic Resources and Their Exploitation Chickpea, Faba beans and Lentils* Martinus Nijhoff / Dr. W. Junk Publishers, The Hauge.
- Singh, B. and Bhadoria, B.S. 1985. Response of greengram to potassium and zinc fertilization. *Journal Soc. Soil Sci.*, 33, 707-708.
- Singh, M.V. and Abrol, I.P. 1986. Transformation and availability of zinc in alkali soils. *Fertile News*, 37, 17-27.
- Singh, N.M. and Saxena, M.C. 1986. Response of lentil to phosphorus and zinc application. *Lens Newsletter*, 13(2), 27-28.
- Singh, V.F. and Singh, 1989. Selection criteria for yield in chickpea (*Cicer arietinum* L.), *Indian Journal of Agricultural Science* 59 (1), 32-35 January, Indian.
- Singh, S.P., Nodari, R. and Gepts, P. 1991. Genetic diversity in cultivated common bean: I. Allozymes. *Crop Science*, 31, 19-23.

- Singh, K. 1992. Critical soil level of zinc for wheat grown in alkaline soils. *Fertilizer Research*, 31, 253-256.
- Singh, A., Singh B.B. and Patel, C.S. 1992. Response of vegetable pea (*Pisum sativum*) to zinc, boron and molybdenum in an acid soil of Meghalaya. *Indian Journal of Agronomy*, 37(3), 615-616.
- Singh, T. and Tiwari, K.N. 1992. Effect of zinc application on yield and nutrient content in chickpea (*Cicer arietinum* L.). *Madras Agriculture Journal*, 79(2), 87-91.
- Singh, K.P., Singh, V.P. and Sareen, P.K. 1995. Stability of yield and its components in chickpea (*Cicer arietinum* L.). *Int. J. Trop. Agric.*, 13 (1-4): 191-197.
- Singh, U. and Yadav, D.S. 1997. Studies on sulphur and zinc nutrition on green gram in relation to growth attributes, seed, protein and S, Zn uptake. *Legume Research*, 20, 224-226.
- Singh, K.B., Sharma, P.C. and Kumar, R. 1998. Correlation and path coefficient analysis in chickpea. *Plant Breeding Abstracts*, 68(6), 823.
- Singh U. and Yadav D.S. 2004. Response of green gram to sulphur and zinc. *Annals of Agricultural Research*, 25(3), 463-464.
- Singh, B., Natesan, S.K.A., Singh, B.K. and Usha, K. 2005. Improving zinc efficiency of cereals under zinc deficiency. *Current Science*, Vol. 88, No: 1.
- Singh, Y.P. and Mann, J.S. 2007. Interaction effect of sulphur and zinc in groundnut (*Arachis hypogaea*) and their availability in Tonk district of Rajasthan. *Indian J. Agron.*, 52(1), 70-73.
- Singh, D. and Singh, H. 2012. Effect of phosphorus and zinc nutrition on yield, nutrient uptake and quality of chickpea. *Ann. Pl. Soil Res.*, 14(1), 71-74.
- Singhal, S.K. and Rattan, R.K. 1999. Zinc nutrients of soybean and mustard in relation to series of zinc. *Annals of Agriculture Research*, 20(1), 4-8.
- Smith, G.P. and Googing, M.J. 1999. Models of wheat grain quality considering climate, cultivar and nitrogen effects. *Agricultural and Forest Meteorology*, 94(1), 86-93.

- Smithson, J.B., Thompson, J.A. and Summerfield, R.J. 1985. Chickpea (*Cicer arietinum* L.), grain legume crops. Summerfield, R.J. and Roberts, E.H. (eds), Collins, London, UK, pp. 312-390.
- Soares, C.R.F.S., Graziotti, P.H., Siqueira, J.O., De Carvalho, J.G. and Moreira, F.M.S. 2001. Toxidez de zinco no crescimento e nutrição de *Eucalyptus maculata* e *Eucalyptus urophylla* em solução nutritiva. *Pesq. Agropec. Bras.*, 36(2): 339-348.
- Solomons, N.W. 1982. Biological availability of zinc in humans. *Am. J. Clin. Nutr.*, (35), 1048-1075.
- Somasegaran, P., Hoben, H.J. and V. Gurgun. 1988. Effects of inoculation rate, rhizobial strain competition and nitrogen fixation in chickpea. *Agronomy J.*, 80, 68-73.
- Somner, A.L. and Lipman, C.R. 1926. Evidence of indispensable nature of zinc and boron for higher green plants. *Plant Physiol.*, 1, 231-249.
- Srivastava, O.P. and Sethi, B.C. 1981. Contribution of farmyard manure on the build up of available zinc in an aridiol. *Com. Soil. Sci. Plant Aral.*, 12, 355-361.
- Stein, A.J., Nestel, P., Meenakshi, J.V., Qaim, M., Sachdev, H.P.S. and Bhutta, Z.A. 2007. Plant breeding to control zinc deficiency in India. How Cost-Effective is Biofortification *Public Health Nutrition*, 10(5), 492-501.
- Stevenson, F.J. and Ardakani, M.S. 1972. Organic matter reactions involving micronutrients in soils. In: 79-144 *seite Micronutrients im Agriculture* eds. *Soil Sci. Amer. Inc. Madison Wis., USA.*
- Stevenson, F.J. and Cole, M.A. 1999. *Cycles of soil*. 2nd edition. John Wiley&Sons, New York.
- Stiborova, M., Doubravova, M., Brezsinova, A. and Friedrich, A. 1986. Effect of heavy metal ions on growth and biochemical characteristics of photosynthesis of barley (*Hordeum vulgare* L). *Photosynthetica*, 20, 418-425.

- Strakhov, V.G. 1988. Trace element fertilizer application in vineyards. Vliyanie L'dabrenii na Obmen Veshchestu. Kinhinev. Produktivnost' Rastenii, 153-160 (Ru).
- Subrahmanyam, A.V. and Mehra, B.V. 1974. Effect of Zn and Fe applications on the yield and chemical composition of rice. Indian Jour. Agri. Sci., 44(9), 602-607.
- Summerfield, R.J., Minchin, F.R., Roberts, E.H. and Hadley, P. 1980. The effects of fotoperiyod and air temprature on growth and yield of chickpea (*Cicer arietinum* L.). In: Proocedings of an international workshop of chickpea improvement. Icrisat, Patancheru, 121-149, India.
- Sunder, S. 2001. Effect of phosphorus and zinc on growth, yield and quality of clusterbean in North Western Rajasthan. M. Sc. (Ag.) Thesis, Rajasthan Agricultural University, Bikaner.
- Sungur, M. ve Özüygür, M. 1986. Türkiye Topraklarının Mikro Element Durumu Hakkında Bir Araştırma. Toprak İlmi Derneği 9. Bilimsel Toplantı Tebliğleri, Yayın No 4, 29-1.
- Şehirali, S. 1980. Bodur fasulyede ekim sıklığının verimle ilgili bazı karakterler üzerine etkisi. A.Ü., Ziraat Fakültesi Yayınları, 738, Bilimsel Araştırma ve İncelemeler: 429, 55.
- Şehirali, S. 1988. Yemeklik Tane Baklagiller. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, 1089, Ders Kitabı: 314, 435, Ankara.
- Taban, S. ve Turan, C. 1987. Değişik miktarlardaki Fe ve Zn'nun mısır bitkisinin gelişmesi ve mineral madde kapsamı üzerine etkileri. Doğa T. U. Tar. ve Or. D., 11. 2.
- Taban, S. ve Kacar, B. 1991. Orta Anadolu'da çeltik yetiştirilen toprakların mikro element durumu. DOĞA Tr. J. of Ag. and Forestry, 15, 129-145.
- Taban, S., Alpaslan, M., Güneş, A., Aktaş, M., Erdal, İ., Eyüpoğlu, H. ve Baran, İ. 1997. Değişik Şekillerde Uygulanan Çinkonun Buğday Bitkisinde Verim ve Çinkonun Biyolojik Yarayırlılığı Üzerine Etkisi. I. Ulusal Çinko Kongresi 12-16 Mayıs, 147-156, Eskişehir.

- Taban, S., Özcan, H., Koç, Ö., Çıkılı, Y. ve Çerkeşli, M. 2003. Türkiye’de yetiştirilen çeltik çeşitlerinin çinkoya tepkileri. TÜBİTAK TOGTAĞ-TARP 2485, Ankara.
- Takaki, H. and Kushizaki, M. 1970. Accumulation of free tryptophan and trylominc in zinc deficient maize seedling. *Plant Cell Physiol.*, 11, 793-804.
- Takaki, H. and Kushizaki, M. 1976. Zinc nutrition in higher plants. *Bull. Nat. Inst. Agr. Sci.*, 28B, 75-118.
- Takaki, H. and Arita. S. 1985. Free tryptophan in zinc deficient oat and barley. *Bull. Fac. Agric., Miyazaki Univ*, 32, 307-315.
- Takaki, H. and Arita, S. 1986. Tryptamine in zinc-deficient barley. *Soil Sci. Plant Nutr.*, 32, 433-442.
- Takkar, P.N. and Nayyar, V.K. 1986. Integrated approach to combat micronutrient deficiency. In *Proceedings of FAI Annual Seminar*, PS III/2/1–18.
- Takkar, P.N. and Walker, C.D. 1993. The distribution and correction of zinc deficiency. In: Robson, A.D. (ed) *Zinc in Soils and Plants*. Kluwer, Dordrecht, The Netherlands, 151-166.
- Taneli, N.N. 1996. Metabolic disturbances in children with chronic giardiasis. Özcel, M. Ali and Alkan, M. Ziya ed. *Parasitology for the 21st Century*. CAB International Wallingford Oxon OX10 8DE UK. Printed in the UK by Biddles Ltd, Guildford p, 127-140.
- Taşdemir, G.B. 2006. Değişik azot ve çinko dozlarının buğday bitkisinde büyüme ve verim üzerine etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.
- Teige, M., Huchzermeyer, B. and Schultz, G. 1990. Inhibition of chloroplast ATPsentease\ATPase is a primary effect of heavy metal toxicity in spinach plants. *Biochemie und Physiologie der Pflanzen*, 186, 165-168.
- Teixeira, I.R., Boren, A.B. and Araujo, G.A.A. 2004. Manganese and zinc leaf application on common bean grown on a cerrado soil. *Science of Agriculture*, 61, 77-81.

- Thabe, A.G. and Balba, A.M. 1993. A mathematical analysis of wheat response of fertilizer. *Arid Soil Research and Rehabilitation*, 7(1), 15-27.
- Thakur, N.S., Raghuvanshi, R.K.S. and Sharma, R.A. 1989. Response of irrigated chickpea to applied nutrients. *Int. Chickpea Newsl.*, 20, 19-20.
- Thalooth, A.T., Tawfik, M.M. and Mohamed, H.M. 2006. A comparative study on the effect of foliar application of zinc, potassium and magnesium on growth, yield and some chemical constituents of green gram plants grown under water stress conditions. *World Journal of Agricultural Science*, 2, 37-46.
- Thomson, W.W. and Weiwer, T.E. 1962. The Fine Structure of chloroplasts from mineral-deficient leaves of *Phaseolus vulgaris* L. *Am. J. Bot.*, 49: 1047-1055.
- Tisdale, S.L., Nelson, W.L. and Beaton, J.D. 1985. *Soil fertility and fertilizers*. 4th Ed. 1-754. Macmillan Publishing Company, New York.
- Tiwari, N.K. and Pathak, A.N. 1982. Studies of the Zn requirements of different crops. *Exp Agric.*, 18, 393-398.
- Tiwari, K.N. and Dwivedi, B.S. 1990. Response of eight winter crops to Zn fertilizer on a typic ustochrept soil. *J. Agric. Sci. (Camb.)*, 115, 383-387.
- Toğay, N., Toğay, Y. ve Çiftçi, V. 2001. Türkiye’de Tescil Edilmiş Nohut Çeşitlerinin Hidratasyon Kapasiteleri ve Sert Tohum Kabuğu Oranlarının Belirlenmesi Üzerine Bir Araştırma. Türkiye IV. Tarla Bitkileri Kongresi, 17-21 Eylül 2001, 377-379, Tekirdağ.
- Toğay, N., Toğay, Y. ve Gülser, F. 2001. Van koşullarında farklı çinko dozlarının mercimek (*Lens culinaris* Medic.) çeşitlerinde verim ve verim öğelerine etkisi. A. Ü., Zir. Fak. Tarım Bilimleri Dergisi, 7(2), 126-130.
- Toker, C. ve Çağırğan, M.İ. 2003. Nohutta (*Cicer arietinum* L.) Verim ve Verimle İlişkili Özelliklerin Çok Değişkenli İstatistik Analizi. Türkiye 5. Tarla Bitkileri Kongresi, 104, 13-17 Ekim 2003, 166-171, Diyarbakır.
- Togay, N., Çiftçi, V. and Togay, Y. 2004. The effect of zinc fertilization on yield and some yield components of dry bean (*Phaseolus vulgaris* L.). *Asian Journal of Plant Sciences*, 3 (6), 701-704, ISSN 1682-3974.

- Toğay, N., Toğay, Y., Erman, M., Doğan, Y. ve Çığ, F. 2005. Kuru ve sulu koşullarda farklı bitki sıklıklarının bazı nohut (*Cicer arietinum* L.) çeşitlerinde verim ve verim öğelerine etkileri. Tarım Bilimleri Dergisi, 11 (4), 417-421.
- Togay, Y., Togay, N. and Dogan, Y. 2008. Research on the effect of phosphorus and molybdenum applications on the yield and yield parameters in lentil (*Lens culinaris* Medic.). Afr. J. Biotechnol., 7.1256-1260.
- Toğay Y. ve Anlarsal A.E. 2008. Farklı çinko ve fosfor dozlarının mercimek (*Lens culinaris* Medic.)’de verim ve verim öğelerine etkisi. Yüzüncü Yıl Üni., Ziraat Fak., Tarım Bilimleri Dergisi, 8(1), 49-59.
- Tomer, R.K.S., Sangu, T.S., Yadav, L.N. and Churayya, R.S. 1992. Inoculation and zinc on the yield of soybean. Int. J. Crop. Sci., 9(3), 211-214.
- Topalak, C. ve Ceyhan, E. 2015. Nohutta farklı ekim zamanlarının tane verimi ve bazı tarımsal özellikler üzerine etkileri. Selçuk Tarım Bilimleri Dergisi, 2(2), 128-135.
- Topcuoğlu, B. ve Yalçın, R. 1998. Yapraktan uygulanan değişik kaynaklardan çinkonun örtü altında yetiştirilen domates bitkisinde verim ile bazı kalite etmenleri ve bitki besin içerikleri üzerine etkisi. Derim, 15(3), 120-131.
- Torun, M.B. 1997. Değişik tahıl türlerinin ve buğday çeşitlerinin çinko eksikliğine karşı duyarlılığının araştırılması. Doktora Tezi, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.
- Torun, B., Çakmak, Ö., Özbek, H. ve Çakmak, İ. 1998. Çinko Eksikliği Koşullarında Yetiştirilen Değişik Tahıl Türlerinin ve Çeşitlerinin Çinko Eksikliğine Karşı Duyarlılığının Belirlenmesi. I. Ulusal Çinko Kongresi (Tarım, Gıda ve Sağlık), 363-369.
- Torun, B., Ekiz, H., Kalaycı, M., Gültekin, İ., Bozbay, G. ve Çakmak, İ. 1999. Konya Ovasında Yetiştirilen Buğday Çeşitlerinin Çinko Eksikliğine Karşı Dayanıklılığının Tarla ve Sera Koşullarında Değerlendirilmesi. Orta Anadolu’da Hububat Tarımının Sorunları ve Çözüm Yolları, 8-11 Haziran 1999, 297-308, Konya.

- Tosun, O. ve Eser, D. 1975. Nohut (*Cicer arietinum* L.) çeşitlerinde, verim ile bazı morfolojik özellikler arasındaki ilişkiler. A. Ü., Ziraat Fakültesi Yıllığı, 25(1), 171-180, Ankara.
- Trehan, S.P. and Sekhon, G.S. 1977. Effect of clay, organic matter and CaCO₃ content of zinc adsorption by soil. Plant and Soil, 46, 329-336.
- Tripathi, H.C., Pathak, R.K., Kumar, A. and Dimree, S. 2011. Effect of sulphur and zinc on yield attributes, yield and nutrient uptake in chickpea (*Cicer arietinum* L.). Annals of Plant and Soil Research, 13(2), 134-136.
- Tripathi, H.C., Singh, R.S. and Mishra, V.K. 1997. Effect of sulphur and zinc nutrition on yield and quality of chickpea (*Cicer arietinum* L.). Journal of the Indian Society of Soil Science, 45(1), 123-126.
- Tripathi, H., Singh, R.S. and Pathak, R.K. 1999. Effect of sulphur and zinc on protein and methionine content of chickpea (*Cicer arietinum* L.). Indian J. Agric. Biochem., 12(2), 88-89.
- Türk, Z. 2001. Farklı Bor+Çinko (BZn) Dozlarının Nohut (*Cicer arietinum* L.)'un Verim ve Verim Öğelerine Etkisi Üzerine Bir Araştırma. Türkiye 5. Tohumculuk Kongresi, 19-23 Ekim 2014, 385-389, Diyarbakır.
- Türk, Z. ve Koç, M. 2001. Diyarbakır Şartlarına Uygun Yüksek Verimli Basit Yapraklı Nohut (*Cicer arietinum* L.) Hatlarının Belirlenmesi Üzerine Bir Araştırma. Türkiye 4. Tarla Bitkileri Kong., 17-21 Eylül, Tekirdağ, 359-363.
- Türk, Z. ve Koç, M. 2003. Diyarbakır Koşullarında Kuru ve Sulu Olarak Yetiştirilen Nohut (*Cicer arietinum* L.)'un Verim ve Verim Unsurlarının Belirlenmesi Üzerine Bir Araştırma. Türkiye 5. Tarla Bitkileri Kongresi, 13-17 Ekim, Cilt: 2, 424-427, Diyarbakır.
- Uauy, C., Distelfeld, A., Fahima, T., Blechl, A. and Dubcovsky, J. 2006. A NAC gene regulating senescence improves grain protein, zinc and iron content in wheat. Science 314, 1298-1301.
- Udo, E.J., Bohn, H.L. and Tucker, T.C. 1970. Zinc adsorption by calcareous soils. Soil Sci. Soc. Ame. J., 34, 405-410.

- Usman, M., Tahir, M. and Atif, M. 2014. Effect of zinc sulphate as soil application and seed treatment on green gram (*Vigna radiata* L.) Pak. J. Life Soc. Sci., 12(2), 87-91.
- Ülgen, N. ve Yurtsever, N. 1984. Türkiye Gübre ve Gübreleme Rehberi. Toprak Genel Müdürlüğü Araştırma Dairesi Başkanlığı Yayın No: 47, Rehber No: 8, 1-183, Ankara.
- Ülgen, N. ve Yurtsever, N. 1995. Türkiye Gübre ve Gübreleme Rehberi (4. Baskı). T. C. Başbakanlık Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü Toprak ve Gübre Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yayınları, Genel Yayın No: 209, Teknik Yayınlar No: T.66, 230, Ankara.
- Ünal, H. ve Başkaya, H.S. 1981. Toprak Kimyası. Ankara Üniv.. Zir. Fak. Yay., 759. Ders Kitabı. 218. A. Ü. Basımevi, Ankara.
- Ünsal, H. 2007. Alkalin topraklarda humik asit ve çinko uygulamalarının iki farklı nohut (*Cicer arietinum* L.) çeşidinde verim ve N, P, K içeriğine etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Van.
- Ünver, S., Atak, M. ve Kaya, M. 1999. Cumhuriyetimizin 75. yılında serin iklim tahıllarının durumu. Türk-Koop. Ekin Dergisi, Yıl: 3 Sayı: 8, 44-48, Ankara.
- Valenciano, J.B., Boto, J.A. and Marcelo, V. 2010. Response of chickpea (*Cicer arietinum* L.) yield to zinc boron and molybdenum application under pot conditions. Spanish Journal of Agricultural Research, 8, 797-807.
- Valenciano, J.B., Boto, J.A. and Marco, V. 2011. Chickpea (*Cicer arietinum* L.) response to zinc, boron and molybdenum application under field conditions. New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science, 39(4), 217-229.
- Valle, B.L. and Falchuk, K.H. 1993. The biochemical basis of zinc physiology. Physiol. Rev., 73, 79-118.
- Van der Maesen, L.J.G. 1972. A monograph of the genus, with special reference to the chickpea (*Cicer arietinum* L.), its ecology and cultivation meded. Landbouwhoges. Wageningen, 72(10), 342.

- Verma, T.S. and Tripathi, B.R. 1983. Zinc and iron interaction in submerged paddy. *Plant and Soil*, 72, 107-116.
- Verma, K.S., Dang, V.P. and Pannu, B.S. 1991. Effect of NPK and zinc nutrition on plant and ratoon crops of sugarcane. *Indian J. Agric. Res.*, 25(4), 217-221.
- Viets, F.G.Jr. 1966. Zinc deficiency in the soil-plant system. *Zinc Metab.*, 90-128. *Chem. Abst.*, 67 (71814). 1968. *Soil Fert.*, 1340.
- Viets, F.G. 1967. Zinc deficiency of field and vegetable crops in the West. USDA Leaflet No: 495.
- Vitosh, M.L., Warncke, D.D. and Lucas, R.E. 1994. Zinc determine of crop and soil. Michigan State.
- Von Wiren, N., Klair, S., Bansal, S., Briat, J.F., Khodr, H., Shioiri, T., Leigh, R.A. and Hider, R.C. 1999. Nicotianamine chelates both Fe-III and Fe-II. Implications for metal transport in plants. *Plant Physiology*, 119, 1107-1114.
- Wallnofer, P.R. and Engelhardt, G. 1984. Schadstoffe die aus dem Boden aufgenommen werden. In: Hock, B. and Elstner, E. F. (Eds.) 95-117. *Pflanzentoxicologie*. Bibliographisches Institute, Mannheim.
- Walsh, L.M. and Schulte, E.M. 1970. Computer-programmed soil test recommendations for field and vegetable crops. *Wiscons in Agric. Exp. Stn. Soil Fertility Sre. Bull.*, 5.
- Wang, J., Mao, H., Zhao, H., Huang, D. and Wang, Z. 2012. Different increases in maize and wheat grain zinc concentrations caused by soil and foliar applications of zinc in loess plateau. *Field Crops Research*, 135, 89-96, China.
- Wankhade, S.G., Dakhore, R.C., Wanjari, S.S. and Vyas, J.S. 1995. Micronutrients uptake of legumes. *Leg. Res.*, 18(4), 211-214.
- Wei, W.U., Cheng, F.M., Liu, Z.H. and We, K.S. 2007. Difference of phytic acid content and its relation to four protein corn position contents in grains of twenty-nine japonica rice varieties from Jiangsu and Zhejiang Provinces, China. *Rice Sci.*, 14(4), 311-314.

- Weir, R.G. and Holland, J. 1980. The residual effects of fertilizer zinc on a black earth, from north western New South Wales, 310. In: Proceedings of the Australian Agronomy Conference, Lawes, Queensland. Consolidated Fertilizers, Brisbane, Australia.
- Welch, R.M., Webb, M.J. and Loneragan, J.F. 1982. Zinc in membrane function and its role in P toxicity. pp 710-715. In Plant Nutrition 1982. Ed. A Scaife. Proc. Int. Nutr. Coll. 9th Warwick, England. Comm. Agric. Bureaux, Farnham, United Kingdom.
- Welch, R.M. 1995. Micronutrient nutrition of plants. Crit. Rev. Plant. Sci., 14, 49±82.
- Welch, R.M. and Graham, R.D. 2004. Breeding for micronutrients in staple food crops from a human nutrition perspective. J. Exp Bot., 55, 353-364.
- Weldu, Y. and Habtegiel, K. 2013. Effect of zinc and phosphorus fertilizers application on nodulation and nutrient concentration of faba bean (*Vicia faba* L.) grown in calcareic cambisol of semi-arid Northern Ethiopia. Academic Journal Agricultural Research, 1(11), 220-226.
- Weldua, Y., Haileb, M. and Habtegebriel, K. 2012. Journal of soil science and environmental management Vol. 3(12), 320-326, December 2012 Available online at <http://www.academicjournals.org/JSSEM> DOI: 10.5897/JSSEM12.062 ISSN 2141-2391 ©2012 Academic Journals.
- White, J.G. and Zasoski, R.J. 1999. Mapping soil micronutrients. Field Crops Res., 60, 11-26.
- Whitman, C.E., Haffield, J.L. and Reginato, R.J. 1985. Effect of slope position on the micro climate growth and yield of barley. Agron. J., 77, 663-669.
- Wilson, D.D. and Reisenauer, H.M. 1970. Effect of manganese and zinc ions on growth of *Rhizobium*. Journal Bacteriol., 102, 729-732.
- Wissuwa, M., Ismail, A.M. and Graham, R.D. 2007. Rice grain zinc concentrations as affected by genotype, native soil-zinc availability and zinc fertilization. Plant Soil 306 37-48, 10.1007/s11104-007-9368-4.

- Wood, J.A. and Grusak, M.A. 2007. Nutritional value of chickpea. Chickpea Breeding and Management (ed. S.S. Yadav). CAB International.
- Wynne, T. 1957. Zinc deficiency and its control. Advances in Agronomy Vol. 9. Academic Press Inc. Pub. N.Y.
- Yadav, O.P. and Shukla, U.C. 1983. Effect of zinc on nodulation and nitrogen fixation in chickpea. Journal of Agricultural Science, 101, 559-563.
- Yağmur, B., Ceylan, Ş., Yoldaş, F. ve Oktay, M. 2002. Çinko katkılı ve katkısız kompoze gübrelerin sakız kabağı (*Cucurbita pepo* cv.) yetiştiriciliğinde verim ve bazı verim kriterlerine etkisi. Ege Üniv., Ziraat Fak. Derg., 39(1), 111-117.
- Yagmur, M. and Kaydan, D. 2010. Plant growth and protein ratio of spring sown chickpea with various combinations of rhizobium inoculation, nitrogen fertilizer and irrigation under rainfed condition. African Journal of Agricultural Research Vol., 6 (12), pp: 2648-2654.
- Yalçın, S.R. ve Usta, S. 1990. Çinko uygulamasının mısır bitkisinin gelişmesi ile çinko, demir, mangan ve bakır kapsamı üzerine etkisi. Ankara Üniv., Ziraat Fakültesi Yıllığı, 41 (1-2), 195-204, Ankara.
- Yaşar, M. 2012. Nohutta (*Cicer arietinum* L.) çift baklalık özelliğinin görünme derecesi ve geçiş yeteneği. Yüksek Lisans Tezi, Akdeniz Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri A. B. D, Antalya.
- Yılmaz, A. 1993. Bahri Dağdaş Milletlararası Kışlık Hububat Araştırma Merkezinde Yürütülen Hububat Yetiştirme Teknikleri İle İlgili Projeler. TİGEM Meslek İçi Eğitim Semineri, 13-21 Aralık 1993, Antalya.
- Yılmaz, A., Gültekin İ., Ekiz, H. ve Çakmak, İ. 1997. Tohumla Uygulanan Farklı Konsantrasyonlardaki Çinko Sülfatın Buğday Verimine Etkilerinin Belirlenmesi. I. Ulusal Çinko Kongresi 12-16 Mayıs 1997, Eskişehir.
- Yılmaz, A., Ekiz, H., Torun, B., Gultekin, I., Karanlık, S., Bağcı, S.A. and Cakmak, I. 1997. Effect of different zinc application methods on yield and zinc concentration in wheat grown on zinc-deficient calcareous soils of central Anatolia. Journal of Plant Nutrition, 20: 461-471.

- Yılmaz, A., Gültekin, İ., Ekiz, H. ve Çakmak, İ. 1998a. Tohuma Uygulanan Farklı Konsantrasyonlardaki Çinko Sülfatın Buğday Verimine Etkilerinin Belirlenmesi. 1. Ulusal Çinko Kongresi (Tarım, Gıda ve Sağlık), 12-16 Mayıs 1997, Anadolu Tarımsal Araştırma Enstitüsü, 273-278, Adana.
- Yucel, O.D., Anlarsal, A.E. and Yucel, C. 2006. Genetic variability, correlation and path analysis of yield, and yield components in chickpea (*Cicer arietinum* L.). Turkish Journal of Agriculture and Forestry, 30, 183-188.
- Yücel, D. 2004. Çukurova Koşullarında farklı ekim zamanları ve sıklıklarının bazı nohut (*Cicer arietinum* L.) çeşitlerinde verim ve verim ile ilgili özelliklere etkisi üzerine araştırmalar. Doktora Tezi, Ç.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Ana Bilim Dalı, 53, Adana.
- Yurtsever, N. 1984. Deneysel İstatistik Metodlar. Tarım Orman ve Köyişleri Bakanlığı Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü Yayınları, Genel Yayın No 121.
- Zabunoğlu, S. ve Karaçal, İ. 1986 Gübreler ve Gübreleme. A. Ü. Z. F. Yayınları, 993, Ders Kitabı 293, Ankara.
- Zebarth, B.J., Warren, C.J. and Sheard, R.W. 1992. Influence of the rate of nitrogen fertilization on the mineral content of winter wheat in Ontario. J. Agric. Food. Chem. 40: 1528-1530.
- Zeren, Y., Özcan, T. ve Işık, A. 1991. Nohut hasat ve harman mekanizasyonu üzerine bir araştırma. Doğa-Tr. J. of Agriculture and Forestry, 15, 215-238.
- Zhang, F. Gao, X. and Zou, C. 2007. Soil and crop management for improving zinc nutrition of crops. http://www.zincrops.org/ZnCrops2007/PDF/2007_zincrops2007_zhang_keynote.pdf.
- Zhao, A., Lu, X., Zihui, C., Tian, X. and Ynag, X. 2011. Zinc fertilization methods on zinc absorption and translocation in wheat. Journal of Agricultural Science, 3(1), 31-33.
- Zhu, K.Z. and Wang, X.G. 1991. Distribution of Zn deficient soils in shaanxi and application of Zn fertilizers. Acta Universitatis Agriculturalis Boreali-Occidentalis, 19(2), 49-54, China.

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Meral AKALIN KOCA

Doğum Yeri : Kayseri

Doğum Tarihi : 17.10.1979

Medeni Hali : Evli

Yabancı Dili : İngilizce

Eğitim Durumu (Kurum ve Yıl):

Lise : Sümer Lisesi. Kayseri 1994-1996.

Lisans : Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü
1997-2001.

Yüksek Lisans : Gaziosmanpaşa Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarla Bitkileri
Anabilim Dalı, 2003-2006.

Çalıştığı Kurum/Kurumlar ve Yıl:

Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü 2003-2006.

Tomarza İlçe Tarım ve Orman Müdürlüğü 2006-2016.

Tomarza İlçe Tarım ve Orman Müdürlüğü İlçe Müdürü 2014-2016.

Talas İlçe Tarım ve Orman Müdürlüğü 2016-Devam.

Hakemli Dergi:

Akalın, M., Yanar, Y. ve Akdağ, C. 2011. Nohut yanıklık etmeni *Ascochyta rabiei* (Pass.) Labr.'ya karşı bazı nohut genotiplerinin reaksiyonlarının belirlenmesi. Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Dergisi, 2011, 28(1), 21-26.

Ulusal Kongre :

Adak, M. S. ve Akalın Koca, M. 2011. Çeşit geliştirmede nohut gen kaynaklarından yararlanma. Türkiye IV. Tohumculuk Kongresi, 14-17 Haziran 2011. Bildiriler Kitabı 2: 162-167, Samsun.