

151018

ANKARA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

DOKTORA TEZİ

151018

ÇİNKO UYGULAMASININ BAZI ÇELTİK ÇEŞİTLERİNDE VERİM İLE
TANEDE ÇİNKO, FOSFOR VE FİTİN ASİDİ KONSANTRASYONUNA ETKİSİ

Hesna ÖZCAN

TOPRAK ANABİLİM DALI

ANKARA

2004

Her hakkı saklıdır

Prof.Dr. Süleyman TABAN danışmanlığında, Hesen ÖZCAN tarafından hazırlanan bu çalışma 19/04/2004 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Toprak Anabilim Dalı'nda Doktora tezi olarak kabul edilmiştir.

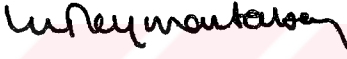
Prof.Dr. Vahap KATKAT



Prof.Dr. Rifat YALÇIN



Prof.Dr. Süleyman TABAN



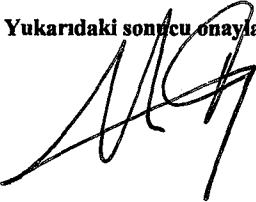
Prof.Dr. M. Sait ADAK



Prof.Dr. Mehmet ALPASLAN



Yukarıdaki sonucu onaylarım



Prof.Dr. Metin OLGUN

Enstitü Müdürü

ÖZET

Doktora Tezi

ÇİNKO UYGULAMASININ BAZI ÇELTİK ÇEŞİTLERİNDE VERİM İLE TANEDE ÇİNKO, FOSFOR VE FİTİN ASİDİ KONSANTRASYONUNA ETKİSİ

Hesna ÖZCAN

Ankara Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Toprak Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Süleyman TABAN

Bu çalışmada, çinko uygulamalarının çeltikte tane verimi, çinko kullanım etkinliği ile birim çinkonun oluşturduğu kuru madde miktarı, tanedeki Zn ve P konsantrasyonları ile fitin asidi ve FA/Zn oranına etkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Çorum-Osmancık'ta çeltik yetiştirilen alanlarda 6 çeltik genotipi kullanılarak (Osmancık 97, KA 080, KA 081, Lotto, Akçeltik, GA 7721) 3 tekrürlü olarak yürütülen tarla denemesinde toprağa çinko 0, 0.5, 1.0 kg da⁻¹ ZnSO₄.7H₂O'dan uygulanmıştır.

Deneme sonunda çeltik genotiplerinden KA 081, Lotto, Akçeltik ve GA 7721 uygulanan çinkoya olumlu tepki göstermiş ve bu çeşitlerde biyolojik verim (sap+salkım) artmıştır. Diğer yandan, Osmancık 97 ve KA 080 genotipleri ise uygulanan çinkodan olumsuz etkilenmiş ve KA 080 genotipinde sap verimi, Osmancık 97 genotipinde salkım verimi ve tane verimi azalmıştır. Çinko uygulamasıyla tüm genotiplerde salkım sayısı, salkım boyu, salkımda tane sayısı miktarları artmıştır. Bin tane ağırlığı Osmancık 97, KA 081, Akçeltik genotiplerinde azalmış, KA 080, Lotto, GA 7721 genotiplerinde artmış, hasat indeksi (HI) ise KA 080 hariç diğer genotiplerde azalmıştır. Tüm çeltik genotiplerinde uygulanan çinkoya bağlı olarak tane çinko kapsamı artmış, P, FA, FA/Zn oranı ve birim çinkonun oluşturduğu kuru madde miktarları ise azalmıştır.

Deneme sonuçları, Çorum-Osmancık ilçesi için toprakta bulunan mevcut çinkodan en etkin biçimde yararlanabilen Osmancık 97'nin en uygun genotip olacağını göstermiştir.

2004, 104 sayfa

ANAHTAR KELİMELEER: Çeltik (*Oriza sativa L.*), çinko uygulaması, P, Zn, fitin asidi, FA/Zn oranı

ABSTRACT

Ph.D. Thesis

THE EFFECT OF ZINC APPLICATION ON YIELD AND GRAIN ZINC, PHOSPHORUS AND PHYTIC ACID CONCENTRATION OF SOME RICE GENOTYPES

Hesna ÖZCAN

Ankara University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Soil Science

Supervisor: Prof.Dr. Süleyman TABAN

The aim of this work were to investigate the effects of Zn application on grain yield, zinc use efficiency, and dry matter amount produced by the unit of zinc used, the grain Zn and P concentrations, the phytic acid (PA), and PA/Zn proportion. Field experiment was conducted in Osmancık, Çorum by using 6 rice genotypes (Osmancık 97, KA 080, KA 081, Lotto, Akçeltik, GA 7721) with 3 replications. Zinc was applied to the soil at the rates of 0, 5 and 10 kg ha⁻¹ ZnSO₄ 7H₂O.

At the end of the experiment, the rice genotypes KA 081, Lotto, Akçeltik, GA 7721 were positively affected by zinc applications and their biologic yield (straw+panicle) increased. On the other hand, Osmancık 97 and KA 080 genotypes were negatively affected by zinc application. Panicle production of genotype KA 080 increased, whereas in the genotype Osmancık 97 both the panicle production and the grain yield decreased. According to the zinc application, the number of panicle, panicle length, and the grain number in the panicle increased in all the genotypes. Thousand kernel weights decreased in Osmancık 97, KA 081 and Akçeltik genotypes, whereas it increased in KA 080, Lotto, GA 7721 genotypes. Harvest index (HI) decreased in all the genotypes except KA 080 genotype. The grain zinc content increased by the zinc application in all rice genotypes, whereas the P, PA and PA/Zn ratio, and the dry matter amounts produced by the unit of zinc decreased.

The experiment results showed that Osmancık 97 being the most appropriate genotype, because of its higher soil Zn utilization rate efficiency for the soil of the district of Osmancık, Çorum.

2004, 104 pages

Key Words: Rice (*Oriza sativa* L.), Zn application, P, Zn, Phytic acid, PA/Zn ratios

ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR

Orta Anadolu’da çeltik yetiştirilen alanlarda verimi sınırlayan faktörlerin başında gelen çinko noksanlığının giderilmesi amacıyla Çorum- Osmancık’ta çeltik yetiştirilen alanlarda “Çinko Uygulamasının Bazı Çeltik Çeşitlerinde Verim ile Tanenin Çinko, Fosfor ve Fitin Asiti Konsantrasyonuna Etkisi” konulu bu çalışma, “Türkiye’de Yetiştirilen Çeltik Çeşitlerinin Çinkoya Tepkileri” konulu TÜBİTAK TOGTAG-TARP 2485 nolu proje kapsamında desteklenmiştir.

Bana bu konuda çalışma olanağı sağlayan ve çalışmalarım boyunca bilgi ve tecrübeleri ile bana sürekli destek olan danışmanım Sayın Prof. Dr. Süleyman TABAN’a (Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bölümü), doktora çalışmam süresince bilgi, destek ve yönlendirmelerinden faydalandığım hocalarım Sayın Prof. Dr. Ahmet ÖZGÜMÜŞ’e (Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bölümü), Prof. Dr. Mehmet ALPASLAN’a (Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bölümü), Prof. Dr. M. Sait ADAK’a (Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü), her zaman ve her alanda yardımlarını gördüğüm Doç. Dr. İbrahim ERDAL (Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bölümü), Arş. Gör. Yakup ÇIKILI (Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bölümü), Özlem Koç (Tarımsal Üretim ve Geliştirme Genel Müdürlüğü Çayır-Mera, Yem Bitkileri ve Havza Geliştirme Daire Başkanlığı), Oğuz BAŞKAN (Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü Ankara Araştırma Enstitüsü), Nilgün TABAN, Sevgi EKŞİ, Hüsamettin ÖZDEMİR’e, çalışmalarım sırasında desteklerini esirgemeyen Sayın Dr. Haluk ÜSTÜN’e (Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü Ankara Araştırma Enstitüsü), ayrıca tüm Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bölümü ve Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü Ankara Araştırma Enstitüsü çalışanlarına teşekkürlerimi sunarım.

Ayrıca çalışmalarım sırasında maddi ve manevi desteklerini hissettiğim babam Kamil ÖZCAN, annem Emine ÖZCAN, kardeşim Aydın ÖZCAN ve eşi Seray ÖZCAN’a, dünya tatlısı yeğenim Kaan ÖZCAN ve tüm arkadaşlarıma teşekkür ve şükranlarımı sunarım. Hepiniz iyi ki varsınız.

Hesna ÖZCAN

Ankara, Nisan 2004

İÇİNDEKİLER

ÖZET	i
ABSTRACT.....	ii
ÖNSÖZ ve TEŞEKKÜR	iii
ŞEKİLLER DİZİNİ	vii
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	viii
SİMGELER DİZİNİ	xi
1. GİRİŞ.....	1
2. KAYNAK ÖZETLERİ.....	6
2.1. Çinko- Çeltik İlişkisi	6
2.2. Çinko- Fitin Asidi İlişkileri	18
3. MATERYAL VE YÖNTEM	23
3.1. Materyal	23
3.1.1. Tarla denemesinin yürütüldüğü yer	23
3.1.2. Tarla denemesinde kullanılan bitki materyali.....	23
3.1.3. İklim özellikleri	23
3.2. Yöntem	26
3.2.1. Toprak analizleri.....	26
3.2.1.1. Tekstür	26
3.2.1.2. Toprak reaksiyonu (pH).....	27
3.2.1.3. Elektriksel iletkenlik (EC)	27
3.2.1.4. Organik madde	27
3.2.1.5. Kalsiyum karbonat (CaCO ₃).....	27
3.2.1.6. Katyon değişim kapasitesi (KDK).....	27
3.2.1.7. Toplam azot	28
3.2.1.8. Ekstrakte edilebilir potasyum	28
3.2.1.9. Bitkiye yararlı fosfor	28
3.2.1.10. Bitkiye yararlı çinko.....	28
3.2.2. Tarla denemesinin yeri ve gübreleme.....	29
3.2.3. Bitki analizleri	30
3.2.3.1. Salkım sayısı.....	30

3.2.3.2. Salkım boyu	30
3.2.3.3. Salkımda tane sayısı	30
3.2.3.4. Biyolojik verim (sap+salkım)	30
3.2.3.5. Salkım verimi	31
3.2.3.6. Sap verimi	31
3.2.3.7. Tane verimi	31
3.2.3.8. Hasat indeksi	31
3.2.3.9. Bin tane ağırlığı	32
3.2.3.10. Tanede çinko	32
3.2.3.11. Tanede fosfor	32
3.2.3.12. Çinko kullanım etkinliği	32
3.2.3.13. Tanede fitin asidi (FA)	33
3.2.3.14. Fitin asidi/çinko oranı (FA/Zn)	33
3.2.3.15. Birim çinkonun oluşturduğu kuru madde miktarı (KMO)	34
3.3. İstatistik Analizleri	34
4. ARAŞTIRMA BULGULARI	35
4.1. Deneme Toprağının Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri	35
4.2. Çinko Uygulamasının Bazı Çeltik Genotiplerinin Salkım Sayısı Üzerine Etkisi	36
4.3. Çinko Uygulamasının Bazı Çeltik Genotiplerinin Salkım Boyları Üzerine Etkisi	38
4.4. Çinko Uygulamasının Bazı Çeltik Genotiplerinin Salkımda Tane Sayısı Üzerine Etkisi	41
4.5. Çinko Uygulamasının Bazı Çeltik Genotiplerinin Biyolojik Verim (Sap+Salkım) Üzerine Etkisi	43
4.6. Çinko Uygulamasının Bazı Çeltik Genotiplerinin Salkım Verimi Üzerine Etkisi	46
4.7. Çinko Uygulamasının Bazı Çeltik Genotiplerinin Sap Verimi Üzerine Etkisi	51
4.8. Çinko Uygulamasının Bazı Çeltik Genotiplerinin Tane Verimi Üzerine Etkisi	54

4.9. Çinko Uygulamasının Bazı Çeltik Genotiplerinin Hasat İndeksi (Hİ) Üzerine Etkisi	56
4.10. Çinko Uygulamasının Bazı Çeltik Genotiplerinin Bin Tane Ağırlığı Üzerine Etkisi	58
4.11. Çinko Uygulamasının Bazı Çeltik Genotiplerinin Tanede Çinko Kapsamları Üzerine Etkisi	61
4.12. Çinko Uygulamasının Bazı Çeltik Genotiplerinin Tanede Fosfor Kapsamları Üzerine Etkisi	63
4.13. Çinko Uygulamasının Bazı Çeltik Genotiplerinin Tanede Fitin Asiti Kapsamları Üzerine Etkisi.....	65
4.14. Çinko Uygulamasının Bazı Çeltik Genotiplerinin Tanede Fitin Asidi/Çinko (FA/Zn) Oranları Üzerine Etkisi.....	67
4.15. Çinko Uygulamasının Bazı Çeltik Genotiplerinin Tanede Birim Çinkoya Karşılık Oluşturulan Kuru Madde Miktarları (KMO) Üzerine Etkisi.....	69
5. TARTIŞMA	72
6. SONUÇ VE ÖNERİLER	79
KAYNAKLAR	80
EKLER.....	89
EK 1.....	90
EK 2.....	91
EK 3.....	92
EK 4.....	93
EK 5.....	94
EK 6.....	95
EK 7.....	96
EK 8.....	97
EK 9.....	98
EK 10.....	99
EK 11.....	100
EK 12.....	101
EK 13.....	102
EK 14.....	103
ÖZGEÇMİŞ.....	104

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 3.1.	Deneme alanı yer bulduru haritası	24
Şekil 4.1.	Çinko uygulamasının (0, 0.5, 1.0 kg Zn da ⁻¹) bazı çeltik genotiplerinin salkım sayısı (adet m ⁻²) üzerine etkileri	37
Şekil 4.2.	Çinko uygulamasının (0, 0.5, 1.0 kg Zn da ⁻¹) bazı çeltik genotiplerinin salkım boyları (cm) üzerine etkileri	40
Şekil 4.3.	Çinko uygulamasının (0, 0.5, 1.0 kg Zn da ⁻¹) bazı çeltik genotiplerinin salkımda tane sayısı üzerine etkileri	42
Şekil 4.4.	Çinko uygulamasının (0, 0.5, 1.0 kg Zn da ⁻¹) bazı çeltik genotiplerinin biyolojik (sap + salkım) verimleri (kg da ⁻¹) üzerine etkileri	44
Şekil 4.5.	Çinko uygulamasının (0, 0.5, 1.0 kg Zn da ⁻¹) bazı çeltik genotiplerinin salkım verimleri (kg da ⁻¹) üzerine etkileri	47
Şekil 4.6.	Çinko uygulamalarında (Zn ₀ , Zn ₁ , Zn ₂) çeltik genotiplerine ait (Osmancık 97, KA 080, KA 081, Lotto, Akçeltik, GA 7721) salkım görünüşleri	48
Şekil 4.7.	Çinko uygulamasının (0, 0.5, 1.0 kg Zn da ⁻¹) bazı çeltik genotiplerinin sap verimi (kg da ⁻¹) üzerine etkileri	53
Şekil 4.8.	Çinko uygulamasının (0, 0.5, 1.0 kg Zn da ⁻¹) bazı çeltik genotiplerinin tane verimi (kg da ⁻¹) üzerine etkileri	55
Şekil 4.9.	Çinko uygulamasının (0, 0.5, 1.0 kg Zn da ⁻¹) bazı çeltik genotiplerinin hasat indeksi (HI) üzerine etkileri	57
Şekil 4.10.	Çinko uygulamasının (0, 0.5, 1.0 kg Zn da ⁻¹) bazı çeltik genotiplerinin bin tane ağırlığı (g) üzerine etkileri	60
Şekil 4.11.	Çinko uygulamasının (0, 0.5, 1.0 kg Zn da ⁻¹) bazı çeltik genotiplerinin tanede çinko kapsamları (mg kg ⁻¹) üzerine etkileri	62
Şekil 4.12.	Çinko uygulamasının (0, 0.5, 1.0 kg Zn da ⁻¹) bazı çeltik genotiplerinin tanede fosfor kapsamları (%) üzerine etkileri	64
Şekil 4.13.	Çinko uygulamasının (0, 0.5, 1.0 kg Zn da ⁻¹) bazı çeltik genotiplerinin tanede fitin asidi kapsamları (mg g ⁻¹) üzerine etkileri	66
Şekil 4.14.	Çinko uygulamasının (0, 0.5, 1.0 kg Zn da ⁻¹) bazı çeltik genotiplerinin tanede FA/Zn oranları üzerine etkileri	68
Şekil 4.15.	Çinko uygulamasının (0, 0.5, 1.0 kg Zn da ⁻¹) bazı çeltik genotiplerinin tanede birim çinkoya karşılık oluşturulan kuru madde miktarları (g) (KMO) üzerine etkileri	71

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 1.1.	Türkiye’de 1996-2002 yılları arası çeltik ekim alanı, verimi ve pirinç üretimi	3
Çizelge 1.2.	Çeltik topraklarında çeşitli bitki besin elementleri için kritik miktarlar	4
Çizelge 3.1.	Çorum ili Osmancık ilçesi 2001 yılına ait aylık ortalama meteorolojik veriler	25
Çizelge 3.2.	Çorum ili Osmancık ilçesi çok yıllık aylık ortalama meteorolojik veriler.....	26
Çizelge 4.1.	Deneme topraklarının bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri	35
Çizelge 4.2.	Çinko uygulamasının bazı çeltik genotiplerinin salkım sayıları (adet m ⁻²) üzerine etkilerine ilişkin varyans analizi sonuçları	36
Çizelge 4.3.	Çinko uygulamasının (0, 0.5, 1.0 kg Zn da ⁻¹) bazı çeltik genotiplerinin salkım sayıları (adet m ⁻²) üzerine etkileri	37
Çizelge 4.4.	Çinko uygulamasının bazı çeltik genotiplerinin salkım boyları (cm) üzerine etkilerine ilişkin varyans analizi sonuçları.....	39
Çizelge 4.5.	Çinko uygulamasının (0, 0.5, 1.0 kg Zn da ⁻¹) bazı çeltik genotiplerinin salkım boyları (cm) üzerine etkileri.....	39
Çizelge 4.6.	Çinko uygulamasının bazı çeltik genotiplerinin salkımda tane sayısı üzerine etkilerine ilişkin varyans analizi sonuçları.....	41
Çizelge 4.7.	Çinko uygulamasının (0, 0.5, 1.0 kg Zn da ⁻¹) bazı çeltik genotiplerinin salkımda tane sayısı üzerine etkileri.....	42
Çizelge 4.8.	Çinko uygulamasının bazı çeltik genotiplerinin biyolojik (sap + salkım) verim (kg da ⁻¹) üzerine etkilerine ilişkin varyans analizi sonuçları	43
Çizelge 4.9.	Çinko uygulamasının (0, 0.5, 1.0 kg Zn da ⁻¹) bazı çeltik genotiplerinin biyolojik (sap + salkım) verimleri (kg da ⁻¹) üzerine etkileri	44
Çizelge 4.10.	Çinko uygulamasının bazı çeltik genotiplerinin salkım verimleri (kg da ⁻¹) üzerine etkilerine ilişkin varyans analizi sonuçları	46
Çizelge 4.11.	Çinko uygulamasının (0, 0.5, 1.0 kg Zn da ⁻¹) bazı çeltik genotiplerinin salkım verimleri (kg da ⁻¹) ve çinko etkinlikleri (ZnE) üzerine etkileri	47

Çizelge 4.12.	Çinko uygulamasının bazı çeltik genotiplerinin sap verimleri (kg da ⁻¹) üzerine etkilerine ilişkin varyans analizi sonuçları	52
Çizelge 4.13.	Çinko uygulamasının (0, 0.5, 1.0 kg Zn da ⁻¹) bazı çeltik genotiplerinin sap verimleri (kg da ⁻¹) üzerine etkileri	52
Çizelge 4.14.	Çinko uygulamasının bazı çeltik genotiplerinin tane verimi (kg da ⁻¹) üzerine etkilerine ilişkin varyans analizi sonuçları	54
Çizelge 4.15.	Çinko uygulamasının (0, 0.5, 1.0 kg Zn da ⁻¹) bazı çeltik genotiplerinin tane verimleri (kg da ⁻¹) üzerine etkileri	54
Çizelge 4.16.	Çinko uygulamasının bazı çeltik genotiplerinin hasat indeksi (%) üzerine etkilerine ilişkin varyans analizi sonuçları	56
Çizelge 4.17.	Çinko uygulamasının (0, 0.5, 1.0 kg Zn da ⁻¹) bazı çeltik genotiplerinin hasat indeksi (%) üzerine etkileri	57
Çizelge 4.18.	Çinko uygulamasının bazı çeltik genotiplerinin bin tane ağırlıkları (g) üzerine etkilerine ilişkin varyans analizi sonuçları	59
Çizelge 4.19.	Çinko uygulamasının (0, 0.5, 1.0 kg Zn da ⁻¹) bazı çeltik genotiplerinin bin tane ağırlıkları (g) üzerine etkileri	59
Çizelge 4.20.	Çinko uygulamasının bazı çeltik genotiplerinin tanede çinko kapsamları (mg kg ⁻¹) üzerine etkilerine ilişkin varyans analizi sonuçları	61
Çizelge 4.21.	Çinko uygulamasının (0, 0.5, 1.0 kg Zn da ⁻¹) bazı çeltik genotiplerinin tanede çinko kapsamları (mg kg ⁻¹) üzerine etkileri	61
Çizelge 4.22.	Çinko uygulamasının bazı çeltik genotiplerinin tanede fosfor kapsamları (%) üzerine etkilerine ilişkin varyans analizi sonuçları	63
Çizelge 4.23.	Çinko uygulamasının (0, 0.5, 1.0 kg Zn da ⁻¹) bazı çeltik genotiplerinin tanede fosfor kapsamları (%) üzerine etkileri	64
Çizelge 4.24.	Çinko uygulamasının bazı çeltik genotiplerinin tanede fitin asidi kapsamları (mg g ⁻¹) üzerine etkilerine ilişkin varyans analizi sonuçları	65
Çizelge 4.25.	Çinko uygulamasının (0, 0.5, 1.0 kg Zn da ⁻¹) bazı çeltik genotiplerinin tanede fitin asidi kapsamları (mg g ⁻¹) üzerine etkileri	66
Çizelge 4.26.	Çinko uygulamasının bazı çeltik genotiplerinin tanede FA/Zn oranları üzerine etkilerine ilişkin varyans analizi sonuçları	67

Çizelge 4.27. Çinko uygulamasının (0, 0.5, 1.0 kg Zn da ⁻¹) bazı çeltik genotiplerinin tanede FA/Zn oranları üzerine etkileri	68
Çizelge 4.28. Çinko uygulamasının bazı çeltik genotiplerinin tanede birim çinkoya karşılık oluşturulan kuru madde miktarları (g) (KMO) üzerine etkilerine ilişkin varyans analizi sonuçları	70
Çizelge 4.29. Çinko uygulamasının (0, 0.5, 1.0 kg Zn da ⁻¹) bazı çeltik genotiplerinin tanede birim çinkoya karşılık oluşturulan kuru madde miktarları (g) (KMO) üzerine etkileri.....	70

SİMGELER DİZİNİ

NH ₄ OAc	Amonyum Asetat
(NH ₄) ₂ C ₂ O ₄	Amonyum Oksalat
APP	Amonyum Polifosfat
N	Azot
N : S	Azot Kükürt Oranı
Cu	Bakır
CuSO ₄	Bakır Sülfat
KMO	Birim Çinkonun Oluşturduğu Kuru Madde Miktarı
B	Bor
Zn	Çinko
ZnE	Çinko Etkinliği
ZnCl ₂	Çinko Klorür
ZnO	Çinko Oksit
ZnSO ₄	Çinko Sülfat
da	Dekar
Fe	Demir
d / dak	Devir / Dakika
DTPA	Dietilen Triamin Pentaasetik Asit
EC	Elektriki İletkenlik
EDTA	Etilen Diamin Tetraasetik Asit
FA (PA)	Fitin Asiti
FA/Zn (PA/Zn)	Fitin Asiti Çinko Oranı
P	Fosfor
P ₂ O ₅	Fosfor Pentaoksit
Hİ	Hasat İndeksi
ha	Hektar
HCl	Hidroklorik Asit
Ca	Kalsiyum
CaCO ₃	Kalsiyum Karbonat

CaCl ₂	Kalsiyum Klorür
KDK	Katyon Değişim Kapasitesi
KA	Kuru Ağırlık
S	Kükürt
Mg	Magnezyum
Mn	Mangan
m / sn	Metre / Saniye
µg	Mikrogram
ppm	Milyonda Bir Kısım
M	Molarite
Mo	Molibden
nm	Nanometre
N	Normalite
K	Potasyum
KH ₂ PO ₄	Potasyum Dihidrojen Fosfat
K ₂ O	Potasyum Oksit
K ₂ SO ₄	Potasyum Sülfat
cmol	Santimol
Na	Sodyum
NaHCO ₃	Sodyum Bikarbonat
TEA	Trietanol Amin
TSP	Triplestüper Fosfat
pH	Toprak Reaksiyonu

1. GİRİŞ

Tarımın amacı, en az girdi ile birim alandan nitelikli ve bol ürün almaktır. Nitelikli ve bol ürün almayı etkileyen en önemli faktörlerden biri de toprağın verim gücüdür. Toprağın verim gücünü ise toprakta bitkiler tarafından yararlanılabilecek durumda bulunan bitki besin maddeleri miktarı oluşturur. Bitki gelişimi için mutlak gerekli olan yaklaşık 20 besin maddesinden birisi de çinkodur.

Bitki gelişmesi için mutlak gerekliliği 1926 yılında (Somner ve Lipman 1926) belirlenen çinkonun alımı, fonksiyonları, biyoyararışlılığı gibi konularda o yıllardan günümüze değin diğer ülkelerde olduğu gibi Türkiye’de de pek çok araştırma yapılmıştır ve yapılmaya da devam edilmektedir.

Çinko noksanlığı hem Türkiye, hem de dünya tarım toprakları için önemli bir sorundur. Dünya tarım topraklarının yaklaşık % 30’unda (Sillanpaa 1982), ülkemiz topraklarının % 50’sinde (Eyüboğlu vd 1995) ve Orta Anadolu’da çeltik yetiştirilen alanların % 30’unda (Taban vd 1997) çinko noksanlığı olduğu bildirilmiştir.

Toprakta yeterli miktarda çinko bulunması bitkinin bundan optimum düzeyde yararlandığı anlamına gelmez. Toprak özelliklerinin pek çoğu çinko yararışlılığını azaltmakta ve bitkide çinko noksanlığının ortaya çıkmasına neden olabilmektedir.

Çinko noksanlığı genellikle kireçli, kurak ve yarı kurak bölge topraklarında görülmektedir. Normal tarım topraklarında toplam çinko 10-300 mg kg⁻¹ arasında değişmekte (Thompson ve Troeh 1973), ancak bunun çok az bir bölümü bitkiye yararışlı durumda bulunmaktadır.

Buğdaygiller (*Gramineae*) familyasının *Poaideae* alt familyasının *Oryzeae* oymağına giren çeltik, oldukça eski bir kültür bitkisidir. Çeltik, dünyada olduğu gibi ülkemizde de buğdaydan sonra en fazla tüketilen besinlerin başında yer almaktadır. Günümüzde çeltiğin % 90'ından fazlası Asya'da üretilmekte ve en fazla tüketimde yine Asya ülkelerinde olmaktadır. Güney-Doğu Asya'da özellikle Hindistan, Sri Lanka, Burma, Kamboçya, Tayland, Filipinler ve Endonezya kültür formlarının en çok bulunduğu yerler olması nedeniyle, buraların çeltiğin gen merkezi olduğu görüştü yaygındır.

Türkiye'de çeltik üretim potansiyeli yüksek olmasına karşın bazı nedenlerden dolayı üretim, tüketimi karşılayamamakta ve pirinç ithal edilerek tüketim karşılanabilmektedir. Tahılların toplam ekim alanının yalnızca % 0.42 kadarında çeltik tarımı yapılmaktadır. Ekim alanlarının büyüklükleri yönünden tarla bitkileri: Buğday > Arpa > Mısır > Yulaf > Çavdar > Çeltik şeklinde bir sıra göstermiştir (Anonymous 1996, 2002).

Ülkemizde çeltik ekim alanlarının sınırlı kalmasının nedenleri:

- Sulama suyunun kısıtlı olması,
- Yaygın olarak ekim yapılan ovalarda sulamanın kesintili olması,
- Çeltik üretim maliyetinin yüksek olması,
- Yanlış tarım politikası,
- Çeltik ekim alanlarının izine bağlı olması,
- Birbirinden uzak alanlarda çeltik ekimine izin verilmesi olarak sıralayabiliriz.

Ülkemizde çeltik yetiştirme alanı yönünden Marmara Bölgesi, İç Anadolu Bölgesinin kuzeyi (Çorum, Ankara, Çankırı vb) ve Karadeniz Bölgesi en uygun bölgelerdir.

Türkiye'de 1996 yılından 2002 yılına kadar olan çeltik ekim alanı, çeltik verimi ve pirinç üretimi değerleri Çizelge 1.1' de verilmiştir.

Çizelge 1.1. Türkiye’de 1996-2002 yılları arası çeltik ekim alanı, verimi ve pirinç üretimi (Anonymous 1996-2002)

Yıl	Ekim alanı, ha	Hasat edilen alan, ha	Pirinç üretimi, ton	Pirinç verimi, kg ha ⁻¹
1996	54850	54 779	168 000	3 067
1997	55 000	54 995	165 000	3 000
1998	60 000	59 885	189 000	3 156
1999	65 000	64 983	204 000	3 139
2000	58 000	57 859	210 000	3 630
2001	59 000	59 000	216 000	3 661
2002	60 000	59 809	216 000	3 128

Çeltik tarımı yapılan topraklarda azot ve fosfor noksanlığından sonra ürünü sınırlayan besleme faktörlerinin başında çinko noksanlığı gelmektedir. Çeltik bitkisi tane ile 20 g Zn ton⁻¹ ve sapıyla da 20 g Zn ton⁻¹ olmak üzere toplam 40 g Zn ton⁻¹ (De Datta 1989) çinkoyu topraktan kaldırmaktadır. Eğer bu miktarlar toprağa geri verilmezse çinko noksanlığının ortaya çıkması kaçınılmaz olacaktır.

Toprakta Zn için verilen kritik sınır değeri Anonymous (1990)’a göre 0.7 mg Zn kg⁻¹, Lindsay ve Norwell (1978)’e göre 0.5 mg Zn kg⁻¹ olarak kabul edilmektedir. Diğer yandan De Datta (1989) tarafından çeltik tarımı yapılan topraklarda bazı besin maddeleri için kritik sınır değerleri belirlenmiş olup bu kritik sınır değerleri Çizelge 1.2’de verilmiştir.

Jones *et al.* (1991)’e göre ise bitkiler için ortalama 20-200 mg kg⁻¹ çinko kapsamı yeterli olmakla beraber çeltik bitkisi sınır değeri 18-50 mg kg⁻¹ arasında yer almaktadır.

Çizelge 1.2. Çeltik topraklarında çeşitli bitki besin elementleri için kritik miktarlar
(De Datta 1989)

Element	Yöntem	Kritik Miktar
Toplam N	Kjeldahl	< % 0.1
Yarayışlı P	Olsen (NaHCO_3)	< 5 mg kg^{-1}
Ekstrakte edilebilir K	NH_4OAc	< 0.2 me 100 g^{-1}
B	Sıcak su	0.1- 0.7 mg kg^{-1}
Cu	DTPA+ TEA+ CaCl_2 (pH7.3)	0.2 mg kg^{-1}
Fe	DTPA+ TEA+ CaCl_2 (pH 7.3)	2.5 - 4.5 mg kg^{-1}
Mn	DTPA+ TEA+ CaCl_2 (pH 7.3)	1.0 mg kg^{-1}
Zn	DTPA+ TEA+ CaCl_2 (pH 7.3)	0.5 - 0.8 mg kg^{-1}
Mo	$(\text{NH}_4)_2(\text{C}_2\text{O}_4)$ (pH 3.3)	0.04 - 0.2 mg kg^{-1}

Çeltik bitkisinde ortaya çıkan çinko noksanlık belirtileri önceleri hastalık olarak nitelendiriliyordu. Örneğin Hindistan'da 'Khaira' hastalığı (Nene 1966), Kuzey Pakistan'da 'Hadda' hastalığı (Yoshida 1968) ve ülkemizde Kızılırmak Vadisinde 'Çil' hastalığı olarak bilinen belirtilerin çinko noksanlığından ileri geldiği araştırmalarla ortaya konulmuştur (Karaçal ve Teceren 1983).

Ülkemiz topraklarının yaklaşık yarısının yarayışlı Zn yönünden fakir olması, bitkilerde Zn noksanlığına neden olmakta ve buna bağlı olarak da bitkisel üretimdeki düşüş yanında temelde tahıla dayalı beslenmenin hakim olduğu bölgelerimizde (Orta ve Doğu Anadolu Bölgeleri) bir dizi sağlık sorunu da ortaya çıkmaktadır. Büyüme geçliği, hipogonadizm, dermatolojik bozukluklar, iştahsızlık, boy kısalığı, seksüel olgunlaşmanın gerilemesi, bağışıklık yeteneğinde azalma, yara iyileşmesinde gecikme, tat duyusu azalması, karanlığa adaptasyon mekanizmasının bozulması vb. belirtilerin Zn yetersizliğinden kaynaklandığı ve bununla beslenme ile ilgili olduğu bildirilmiştir (Baysal 1998).

Gelişmekte olan ülkelerde günlük Zn alım düzeyinin birey başına 9-11 mg arasında değişmekte olduğu ve bu değerlerin yetişkin bireyler için önerilen 15-20 mg değerinin oldukça altında olduğu yapılan çalışmalarla ortaya konulmuştur (Shrimpton 1993).

İnsanların Zn beslenme düzeyi, temelde tüketmiş olduğu bitkinin yeterince Zn alabilmesiyle ilişkilidir. Sağlıklı bir bitkinin 1 kg kuru maddesinde en az 20 mg Zn olmalıdır. Bu miktar diğer elementlerle karşılaştırıldığında oldukça düşük olmakla beraber, bitkinin yetiştiği ortamda yetersiz düzeyde Zn varsa yada bitkiler tarafından alınabilirliği bir takım toprak ve iklim faktörlerinden dolayı sınırlandırılmış ise, başta bitkisel verim ciddi boyutlarda sınırlanmakta, buna bağlı olarak da bu bitkilerle beslenen insan ve hayvanlarda da Zn beslenme bozuklukları ortaya çıkmaktadır.

Ülkemiz gibi beslenmesi genelde bitkisel ürünlere ve özellikle tahıla dayalı ülkelerde Zn beslenmesi daha da önem taşımaktadır. Çinko ve diğer mikro element eksikliklerinin özellikle gelişmekte olan ülkelerde çok daha çarpıcı boyutlarda olduğu bilinmektedir. Dünya gıda tüketiminde buğday, çeltik ve mısırın payı % 54 iken gelişmekte olan ülkelere bu oranın % 90'lara ulaştığı tahmin edilmektedir (Graham ve Welch 1996).

Bütün bu bilgilerden yola çıkarak yapılan çalışmanın amacı;

- Çinko uygulamasının çeltik genotiplerinde tane verimi üzerine olan etkisini,
- Çeşitlerin çinko kullanım etkinliği ile birim çinkonun oluşturduğu kuru madde miktarlarını,
- Çinko uygulamasının çeltik genotiplerinin tanelerindeki Zn ve P konsantrasyonları üzerine etkisini,
- Çinko uygulaması ile tanedeki Zn ve fitin asidindeki değişimleri ve FA/Zn oranını,

yürütülecek olan tarla denemesi ile belirlemektir.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

Çeltik tarımı yapılan topraklarda azot ve fosfor noksanlığından sonra ürünü sınırlayan faktörlerin başında çinko gelmektedir. Çeltikte çinko noksanlığı ilk olarak Nene (1966) tarafından teşhis edilmiştir.

Çinko için tarım topraklarında kritik sınır değeri genelde 0.5 mg kg^{-1} (Lindsay ve Norvell 1978) olarak kabul edilmesine karşın, çeltik tarımı yapılan topraklarda kritik sınır değeri 0.8 mg kg^{-1} (De Datta 1989) olarak kabul edilmektedir. Çeltik için kritik sınır değerinin yüksek oluşu, çeltiğin çinkoya duyarlılığının diğer bitkilere (özellikle buğday) oranla daha fazla olduğu anlamına gelmemelidir. Çünkü anaerobik koşullarda çözünebilir çinko miktarının fazla olacağı düşünüldüğünde, bu değerin aşım kritik olmadığı görülmektedir.

Diğer yandan değişik araştırmacılara göre çeltik bitkisinde kritik çinko düzeyi 19 mg Zn kg^{-1} (Sakal *et al.* 1982), 18 mg Zn kg^{-1} (Mısra *et al.* 1985) ve 20 mg Zn kg^{-1} (Jones *et al.* 1991) olarak belirlenmiştir.

2.1. Çinko- Çeltik İlişkisi

Westfall *et al.* (1971), Teksas'ta yaptıkları bir çalışmada çeltik ekim alanlarında ürün miktarını önemli ölçüde etkileyen ve şiddetli kloroz gösteren Lake Charles killi toprağını kullanmışlar ve çeşitli düzeylerde uygulanan çinkonun çeltik bitkisinde klorozu önlediğini saptamışlardır.

Giordano ve Mortvedt (1973), serada yaptıkları bir denemede kireçleme ile pH'sı 7.5'a ayarlanmış kumlu killi tın tekstürlü toprağa artan miktarlarda ZnO , ZnSO_4 ve Zn-EDTA

uygulamışlardır. Çeltik bitkisinin kuru madde ve çinko alımı üzerine taşıyıcıların etkileri en fazla ZnO'de, daha sonra ZnSO₄'da ve en az da Zn-EDTA'da gözlenmiştir. Araştırmacılar artan miktarlarda verilen çinkonun kuru madde miktarını ve çinko alımını artırdığını belirlemişlerdir.

Katyal ve Ponnampuram (1974), Filipinler'de 8 ayı yerde yaptıkları tarla denemelerinde toprağa ZnO şeklinde uygulanan çinkonun ürün miktarını artırdığını saptamışlardır. Ayrıca, yine aynı araştırmacılar yüksek pH'lı ve kireçli topraklarda çeltikten yüksek ürün alabilmek için çinko eksikliğinin mutlak giderilmesi gerektiğini bildirmişlerdir.

Subrahmanyam ve Mehra (1974), yaptıkları bir denemede 0.6 mg kg⁻¹ yarayışlı çinko içeren bir toprak kullanmışlar ve toprağa 0, 5 ve 10 mg Zn kg⁻¹ uygulamışlardır. Deneme sonucunda çeltik bitkisinin kuru madde miktarının ve çinko kapsamının arttığını bildirmişlerdir.

Carvalho *et al.* (1975), Cerrado topraklarında çinko noksanlığı gösteren ve çeltik yetiştirilen alanlarda bir tarla denemesi kurmuşlardır. Toprağa ZnSO₄ şeklinde 0, 5, 10, 20 ve 40 kg Zn ha⁻¹ çinko uygulamışlar ve denemede IAC-12/45 çeşidini kullanmışlardır. Deneme sonucunda çinko noksanlığının giderilmesinde 5 kg Zn ha⁻¹ uygulamasının yeterli olduğunu saptamışlardır.

Chaudry *et al.* (1977), Pakistan'da kireçli topraklarda yaptıkları bir tarla denemesinde Zn istekleri farklı IR-6 ve Basmati-370 çeşitlerini kullanmışlardır. Deneme sonucunda her iki çeltik çeşidinde de 5 mg kg⁻¹ çinko uygulamasında tane verimi ve Zn kapsamının arttığını, IR-6 çeşidinde yaprakların kritik çinko düzeyinin 25 mg kg⁻¹, Basmati-370 çeşidinde ise 16.9 mg kg⁻¹ olduğunu belirlemişlerdir.

Aydeniz vd (1978), Çorum, Ankara, Samsun, Balıkesir, Edirne ve Bursa’da çeltik yetiştirilen alanlardan alınan toprak örnekleriyle bir sera denemesi kurmuşlar ve denemede 5 kg ha^{-1} ZnSO_4 uygulamasının kuru madde de % 3.46-10.81 arasında artış sağladığını bildirmişlerdir. Gübrelerin uygulanma şeklinin ise başta toprağa karıştırma olmak üzere, sulama suyu ile ilave, bitki kök bölgesine verilme ve yüzeye verilme şeklinde sıralandıklarını belirtmişlerdir.

Bhuiya *et al.* (1981), Bangladeş’te yaptıkları bir tarla denemesinde pH’sı 6.3, organik maddesi % 1.67 ve yayayışlı çinko kapsamı 0.11 mg kg^{-1} olan toprakta çeltik bitkisi yetiştirmişlerdir. Toprağa uygulanan çinkoya bağlı olarak çeltik bitkisinin tane ve sap ürün miktarının arttığını saptamışlardır.

Aydeniz vd (1982), yaptıkları sera denemesinde değişik CaCO_3 düzeylerinde yetiştirilen çeltik bitkisine çinko gübrelemesinin etkisini araştırmışlardır. Çinko uygulamaları 0, 1, 5, 20, 50 ve $100 \text{ mg Zn kg}^{-1}$ olarak ZnSO_4 ’tan ve CaCO_3 ise % 0, 2.5, 5.0, 10.0 ve 20.0 düzeylerinde uygulanmıştır. Araştırma sonucunda CaCO_3 düzeyleri arttıkça çeltik bitkisinin kuru madde miktarlarının azaldığı ve çinko gübrelemesinin tüm CaCO_3 düzeylerinde çeltik bitkisinin kuru madde miktarlarını ve çinko kapsamını arttırdığını saptamışlardır.

Karaçal ve Teceren (1983), yaptıkları bir çalışmada çeltik bitkisine azot ve fosfor ile uygulanan çinkonun ürün miktar ve kalitesine etkisini araştırmak amacıyla Osmançık’ta topraktan, Nallıhan ve Edirne’de ise yapraktan uygulanan çinkonun ürün miktarını arttırdığını belirlemişlerdir. Deneme sonucunda toprağa uygulamada 3-6 $\text{kg ZnSO}_4 \text{ da}^{-1}$ ’in, yaprağa uygulamada ise % 1 ZnSO_4 veya Zn-EDDHA ’nın en iyi sonucu verdiğini saptamışlardır.

Sasidhar *et al.* (1983), yapmış oldukları çalışmada pH’sı 5.2 olan asit tepkimeli kumlu tınlı toprakta yetiştirdikleri çeltik bitkisinin ürün miktarı üzerine $25\text{-}100 \text{ kg da}^{-1}$ ZnSO_4 uygulamasının önemli bir etki yapmadığını belirlemişlerdir.

Verma ve Tripathi (1983), Palamur Tarım Üniversitesi'nde çeltik bitkisi ile yaptıkları bir sera denemesinde toprağa artan miktarlarda verilen çinkonun çeltikte sap ve tane ürün miktarı ile çinko kapsamını artırdığını belirlemişlerdir.

Gurmani *et al.* (1984), killi bir toprakta Zn, Cu, Fe, Mn gübrelemesiyle yetiştirdikleri çeltik bitkisinde Cu ve Fe uygulamalarının tane ürününü % 12 artırdığını, Zn ve Mn uygulamalarının ise tane ürününde önemli bir artışa neden olmadığını belirlemişlerdir.

Das (1986), yaptığı bir tarla denemesinde çeltik bitkisine uygulanan artan miktarlardaki çinkonun bitki gelişimi ve ürün miktarı üzerine etkisini araştırmıştır. Deneme sonucunda Pankaj çeşidi çeltikte çinkolu gübreleme ile tane veriminin ve tane ve sapın çinko kapsamının artan çinko dozlarıyla birlikte arttığını belirlemiştir. Ayrıca 25 kg Zn ha⁻¹ uygulamasında çimlenmeden 40 gün sonra deneme bitkisinin boyunun, 20 kg Zn ha⁻¹ uygulamasında 75 gün sonra kardeşlenme sayısının arttığını bildirmiştir.

Özölçüm ve Şencan (1986), çinko eksikliği görülen ve tuzluluk-sodyumluluk sorunu bulunan Büyük Menderes Havzasının Söke ve Aydın ovalarında yürüttükleri tarla denemeleri sonucunda, çeltik tarımının yapıldığı Aşağı Büyük Menderes Havzası Söke ve Aydın ovalarından almış oldukları örneklerde yarayışlı çinko miktarının 0.078- 0.155 mg kg⁻¹ arasında değiştiğini ve bitkilerin çinkodan yararlanmasını olumsuz etkileyen alanlarda çinkolu gübrelemenin çeltik verimini artırdığını belirlemişlerdir.

Qi (1987), Anqing ve Anhui bölgelerindeki çeltik topraklarında çinko konsantrasyonları ve çinkolu gübre uygulaması ile çeltik verimleri arasındaki değişimleri 1983-1985 yılları arasında araştırmıştır. 154 toprak örneğinde çinko analizi yapılmış, toplam çinko 36.4- 41.4 ppm arasında bulunmuştur. Aynı topraklarda yarayışlı çinko miktarı ise ortalama 0.79 ppm olarak bulunmuştur. Yarayışlı çinko ile toprağın pH ve CaCO₃ içeriği arasında negatif ve kil içeriği arasında ise pozitif ilişkiler tespit edilmiştir. Yapılan çinko araştırmalar sonucunda

uygulanen 15 kg ha⁻¹ çinko sülfatın tane verimini % 5.2- 31.7 arasında değiştirdiği belirlenmiştir. Ortalama artış % 11.2 olarak bulunmuştur.

Dirasamy *et al.* (1988), yürüttükleri bir sera denemesinde sodyumlu toprakta çeltik bitkisi yetiştirmişlerdir. Toprağa 0, 10 ve 20 mg Zn kg⁻¹ uygulayan araştırmacılar çinko uygulamasındaki artışa bağlı olarak çeltik bitkisinin tane ve sapındaki Zn kapsamının ve Zn alımının arttığını belirlemişlerdir.

Taban ve Kacar (1991), Orta Anadolu'da çeltik tarımı yapılan alanlardan aldıkları toplam 34 çeltik toprağında yaptıkları bir çalışmada toprağa artan düzeylerde verilen çinkonun kuru madde miktarını arttırdığını saptamışlardır. Çeltik topraklarına uygulanan 0, 0.5, 1.0, ve 2.0 mg kg⁻¹ çinkonun Ribe çeltik çeşidinde kuru madde miktarını kontrole göre sırasıyla % 38, % 53 ve % 47 arttırdığını bildirmişlerdir.

Maharana *et al.* (1993), Orissa'da farklı topraklarda yaptıkları çalışmalarda, çiftçi tarlalarında çeltik yetiştirilen alanlara çinko sülfat uygulamışlardır. 1984-1990 yılları arasında yürütülen denemelerde, 86 bölgede çinko sülfat uygulamasının çeltikte tane ve sap veriminin arttığı gözlenmiştir. Saptaki çinko konsantrasyonu artışı, taneden daha fazla bulunmuştur. Çinko sülfat uygulamalarının artması ile çeltikte çinkonun toplam alımı da artmıştır. Çeltik topraklarında kritik çinko seviyesi 0.80 ppm olarak tespit edilmiştir.

Sahay *et al.* (1993), Bihar'da 1987-1990 yılları arasında farklı toprak şartlarında çeltik ve buğdayın Zn ve B'a tepkilerini belirlemişlerdir. Madhuni, Munger, Saran ve Siwan bölgelerinde 4 doz çinko sülfat uygulanarak 30 çeltik, 26 buğday denemesi, ayrıca Deoghar bölgesinde 4 doz boraks kullanılarak 8 çeltik, 9 buğday denemesi yürütmüşlerdir. Çinko sülfat 25 kg ha⁻¹ uygulandığında verim artışı çeltikte 1.093 ile 1.111 t ha⁻¹ arasında, buğday da ise 0.585 ile 0.835 t ha⁻¹ arasında bulunmuştur. Saran ve Siwan bölgelerinde Zn uygulaması ile çeltikte hem tanede hem de sapta çinko konsantrasyonu ve çinko alımı artmıştır. Çinko

konsantrasyonu tanede 18.24 - 27.13 mg kg⁻¹, sapta ise 18.34 - 25.28 mg kg⁻¹ arasında bulunmuştur. Deoghar bölgesinde boraks uygulaması ile farklı B dozlarında alınan verim, çeltikte 0.285-0.491 t ha⁻¹, buğdayda ise 0.308-0.569 t ha⁻¹ arasında bulunmuştur.

Rajan (1993), IR 50 çeltik çeşidi kullamlarak DTPA-Zn'su 0.92 ve 1.12 mg kg⁻¹ olan iki ayrı toprakta sera denemesi kurmuştur. Çinko sülfatı tek ve amonyum polifosfatla (APP) birlikte, çinkolu üre ve çinkolu diamonyum fosfatı 25 kg ZnSO₄ ha⁻¹ hesabıyla uygulamışlardır. Tane verimi ve çinko alımı ZnSO₄ + APP uygulamasında en yüksek bulunmuştur. Oysa gübreden alınan çinkonun oranı ve uygulanan çinkonun kullanım oranı en fazla çinkolu ürede olduğu saptanmıştır.

Korayem (1993), Mısır'da *H. oryzae* ile enfekteli çeltik alanlarına çinkolu gübreyi tohumla ve yüzeye serpererek uygulamışlardır. Her iki uygulamada çeltikte tane verimi ve *H.oryzae* popülasyonu artmıştır. Fakat yalnız çinkonun tohumla verilmesinin sonuçları önemli bulunmuştur. Tohumla çinko uygulaması ile tane verimi ortalama % 22.8, nematod popülasyonu ise % 46 oranında arttığı saptanmıştır.

Kacar vd (1993), kireç içerikleri farklı olan Nallıhan (CaCO₃, % 23.6), Çorum (CaCO₃, % 10.6) ve Kızılcahamam (CaCO₃ % 0.1) topraklarında yaptıkları sera denemesinde artan miktarlarda uygulanan çinko 0, 2.5, 5.0 ve 10.0 mg Zn kg⁻¹ (ZnCl₂) ve 0, 40, 80 ve 160 mg P kg⁻¹ (KH₂PO₄) fosforlu gübrenin Ribe çeltik çeşidinde kuru madde miktarına etkisini araştırmışlardır. Düşük dozda çinko uygulamasının kuru madde miktarını önemli ölçüde artırdığını saptamışlardır. Kızılcahamam toprağı kireç içermediği için daha fazla kuru madde elde edildiğini bildirmişlerdir.

Room *et al.* (1994), 1991-1992 yıllarında kısmen ıslah edilmiş bir siltli toprakta kurdukları tarla denemesinde toprağı 20 kg ZnSO₄ ha⁻¹, 0.5 kg Zn-şelat ha⁻¹ ve 0.5 kg EDTA ha⁻¹ uygulamışlar ve Sarju-52 çeltik çeşidini kullanmışlardır. Deneme sonucunda en yüksek tane verimini 20 kg ZnSO₄ ha⁻¹ uygulamasının sağladığı belirlenmiştir.

Subbaiah *et al.* (1994), yürüttükleri bir tarla denemesinde çinkoca yoksul (0.4 mg kg^{-1} DTPA-Zn) toprakta çeltik bitkisi yetiştirmişlerdir. Toprağa farklı çinko kaynaklarından (Çinko sülfat, çinko karbonat, çinko oksit ve çinko frits) 11 kg Zn ha^{-1} uygulamışlardır. Deneme sonucunda tane veriminin tüm uygulamalarda arttığı gözlenmiştir. Çinko kaynakları içerisinde ise en fazla artışın çinko frits uygulandığında sağlandığı bunu çinko sülfatın takip ettiği bildirilmiştir.

Çakmak *et al.* (1996), altı ekmeklik (Kıraç-66, Gerek-79, Aroona, Es 91-12, As-14, Kırpınar) ve dört makarnalık (BDM-19, Kunduru-1149, Kızıltan-91, Durati) buğday genotipinin çinko eksiklik belirtileri, gövde ve kök kuru madde üretimi, gövde ve kökte çinkonun dağılımını belirlemek amacıyla kontrollü şartlarda çinkosuz ve çinkolu besin çözeltilerinde bir deneme yapmışlardır. Çinko eksikliğinde tüm çeşitlerde kuru madde üretiminin azaldığı, gövde, kök oranının çinko eksikliğine duyarlı çeşitlere göre daha az olduğu belirtilmiştir. Çinko eksikliğine hassasiyette çeşitler arasındaki farklılıkların birim gövdedeki çinko ile ilişkili iken, gövde kuru maddesindeki çinko konsantrasyonu ile ilişkili olmadığı bildirilmiştir.

Alpaslan ve Taban (1996), yaptıkları bir çalışmada çeltik yetiştirilen toprağa artan miktarlarda uygulanan çinko ($0, 2.5, 5.0$ ve $10.0 \text{ mg Zn kg}^{-1}$) ve demirin ($0, 5.0, 10.0$ ve $15.0 \text{ mg Fe kg}^{-1}$) etkisini araştırmışlardır. Araştırmacılar artan miktarlarda uygulanan çinkonun kuru madde miktarını artırdığını ve uygulanan demir ile çinko arasında önemli bir interaksiyon olduğunu belirlemişlerdir.

Nand ve Ram (1996), Çeltik, buğday, nohut münavebe sisteminde Zn stresini düzeltmek için çinko ve ahır gübresini kıyaslayan 5 yıllık bir gübreleme denemesi yapmışlardır. Herhangi bir gübre uygulanmadığında münavebe sisteminde çeltik ve buğday verimleri düşmüştür. Temel gübreleme olarak verilen % 100 NPK'ya göre ek olarak Zn ve ahır gübresinin verilmesi ile ortalama çeltik verimi % 12-14, buğday verimi % 13-16 oranında artmıştır. Çinko eksikliğinde görülen Khaira hastalığı kontrol ve % 100 NPK

uygulanmasında devam ederken, Zn ve ahır gübresi uygulamalarından sonra düzelmiştir. NPK uygulamasıyla birlikte Zn ve ahır gübresi uygulamaları sonrası topraktan Zn alımları artmıştır.

Uğurluoğlu ve Kacar (1996), çeltik bitkisinin büyümesi üzerine etkileri yönünden çinko kaynaklarını karşılaştırmışlardır. Yaptıkları araştırma sonucunda Çorum yöresinde ZnO'in, Kızılcahamam ve Nallıhan yöresinde ise ZnSO₄'ın etkili olduğunu saptamışlardır. Tüm yöreler göz önüne alındığında ise çinko kaynaklarının ZnSO₄>ZnO>Zn-EDTA şeklinde bir sıra gösterdiğini bildirmişlerdir.

Trivedi *et al.* (1997), iki yıl süreyle yürüttükleri çalışmada deneme alanına 0, 5.6, 11.2 ve 16.8 kg Zn ha⁻¹ çinko uygulamışlardır. Çinko uygulamaları ile çinko tane verimi ve topraktan kaldırılan çinko arasında önemli ilişkiler saptanmıştır. Araştırma sonucunda, toprakta DTPA ile ekstrakte edilen çinko miktarının < 0.60 mg Zn kg⁻¹ olduğu durumlarda 12 kg Zn ha⁻¹ karşılığı çinko sülfat uygulamasını önermişlerdir. Bu uygulama ile 0.69 t ha⁻¹ verim artışı sağlanmıştır.

Hasan (1997) tarafından yürütülen üç yıllık bir denemede, Zn ve S'tin çeltik tane verimine etkileri araştırılmıştır. Deneme yerine ait toprak örneklerinde DTPA ile ekstrakte edilen çinko miktarının ortalama 0.60 mg Zn kg⁻¹ ve çinko uygulamalarının 0, 3, 6 ve 9 kg Zn ha⁻¹ olduğu çalışmada, çeltik tane verimi sırasıyla ortalama 4.6, 5.0, 5.1 ve 5.4 t ha⁻¹'dir. Her yıl uygulanması önerilen 3 ve 6 kg Zn ha⁻¹ için çeltik tane verim artışları sırasıyla % 9 ve % 11 olduğu bildirilmiştir.

Öden ve Köse (1997), Aşağı Büyük Menderes Havzasında 1984-1985 yılları arasında yaptıkları çalışmada, çeltik yetiştiriciliğinde başarısız olunan tuzluluk ve sodyumluluk sorunlarının yoğun olduğu alanlarda yapmış oldukları çalışmada, çeltik yetiştiriciliğindeki başarısızlığın nedenlerini çinko uygulamalarıyla teşhis etmeye çalışmışlardır. Söke-Bayat'ta

kurdukları denemede Ribe çeltik çeşidini kullanılmışlardır. İki yıl süreyle yürütülen deneme sonuçlarına göre, çeltiğe uygulanacak çinko miktarını tespit etmekte jips, azot, fosfor ve çinko kapsamının tek başına ölçü olamayacağı sonucuna varılmıştır. Bu konuda, toprakların bütüne, kireç, fosfor kapsamlarının ve tuzluluk sodyumluluk sorunlarının da göz önünde bulundurulması gerekmektedir. Özellikle bu gibi alanlarda jips uygulaması ile birlikte verilmesi gereken ekonomik çinko miktarının 501 kg da⁻¹ olduğu belirlenmiştir. Çinko sülfatın ikinci yıl bakiye etkisi azalacağından uygulamanın her yıl yapılması gerektiği saptanmıştır.

Aydın vd (1998a), araştırmalarında asidik özelliğe sahip (pH 4.4) Rize ve nötr pH'ya sahip (pH 7.1) Erzurum yöresinden alınan toprak örneklerinde çeltik bitkisi ile bir sera denemesi kurmuşlardır. Topraklara 0.5 ve 10 mg Zn kg⁻¹ ve 0, 50, 100 ve 150 mg S kg⁻¹ uygulanmıştır. Deneme sonucunda kuru madde artışı üzerine çinkonun etkisinin belirgin olduğu bildirilmiştir. Kültür ilavesi ise özellikle Erzurum yöresi toprak örneklerinde belirgin olarak bitki kuru maddesini artırdığı saptanmıştır. Her iki toprakta bitkinin S içeriği ile S:Zn oranını artırdığı, buna karşın bitkinin çinko içeriğinin N:S oranını azalttığı bildirilmiştir.

Aydın vd (1998b), farklı pH'lara sahip (asit, nötr, alkalın) toprak örneklerinin su altında bırakılmasıyla toprakların bitkiye sağladıkları elverişli çinko, çeltik bitkisinin topraktan kaldırdığı çinko ve çeltik bitkinin çinko içeriğindeki değişimlerini incelemişlerdir. Deneme sonucunda, toprak örneklerinin su altında bırakılmasıyla çinko içeriklerinin deneme başında hızla arttığı, daha sonra azalma eğilimi gösterdiği belirlenmiştir. Bu azalma eğilimi deneme başında elverişli çinkoda görülen artışlar kadar belirgin olmamıştır. Bu durum toprakta oluşan redüksiyon koşullarıyla çinko miktarının artmasına ve çeltik bitkisinin de çinko alımına bağlanmıştır.

Savaşlı vd (1998), Tokat, Niksar, Yarbaşı projesinde Kelkit çayından siltasyon yöntemi ile tarıma yeni kazandırılmış olan topraklarda yetiştirilen çeltik bitkisinin gelişimi ve

besin maddeleri alımına çinkolu ve fosforlu gübrenin etkisinin tespit edilmesi amacıyla bir sera denemesi kurulmuştur. Çeltik çeşidi olarak Ribe kullanılmış, topraklara çinko ZnSO_4 'den 0, 0.25, 0.50, 1.0, 2.0, 4.0, 8.0 kg Zn da^{-1} , fosfor ise TSP'den 0, 5, 10 ve 15 kg P_2O_5 da^{-1} dozlarında verilmiştir. Araştırma sonucunda artan çinko ve fosfor dozu ile birlikte sap ve tane veriminde önemli düzeyde artış olduğu bildirilmiştir. En yüksek sap ve tane veriminin 1 kg Zn da^{-1} uygulamasından elde edildiği, daha sonraki artan çinko dozlarında sap ve tane veriminde azalma eğilimi olduğu belirtilmiştir.

Çıkılı (1999), kireç içeriği farklı toprak serilerinde bitkiye yarayışlı çinko miktarını belirlemek, bitkiye yarayışlı çinko miktarları ile deneme topraklarının bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri arasındaki ilişkileri saptamak, deneme topraklarında yetiştirilen buğday genotiplerinin toprakta varolan çinkodan yararlanmalarındaki ayrımlılığı ortaya koymak ve artan çinko uygulamalarına tepkilerini belirlemek amacıyla 5 değişik toprak serisinden alınan topraklara 0, 2, 4, 6 mg Zn kg^{-1} uygulanarak sera koşullarında 6 hafta süreyle ekmeklik (Gerek 79) ve makarnalık (Kunduru 1149) buğday genotipleri yetiştirilmiştir. Çinko uygulamaları ile ekmeklik ve makarnalık buğday genotiplerinin kuru madde miktarlarının arttığı saptanmıştır. Ekmeklik ve makarnalık buğday genotiplerinin topraktan alınan birim (1 μg Zn) çinkoya karşılık oluşturduğu kuru madde miktarları azalmıştır. Artan miktarlarda uygulanan çinko ile kontrole göre oluşturulan kuru madde de Zn_1 düzeyinde % 27.2, Zn_2 düzeyinde % 19.8 ve Zn_3 düzeyinde % 16.4 azalma olmuştur.

Panda *et al.* (1999), Hindistan'da Kalinga bölgesinde yaptıkları bir sera denemesinde 90 çeltik çeşidi kullanılmış ve toprağa 50, 200, 400 mg Zn kg^{-1} uygulanmıştır. Çeltik bitkisine 50 mg Zn kg^{-1} uygulandığında protein ve amino asit içeriği, şeker, karotenoid, klorofil a ve b miktarı, kuru ağırlığı ve verimi artmış, daha yüksek dozlarda ise anılan parametrelerde azalmalar görüldüğü bildirilmiştir.

Anonymous (2000), çinko için yapılan değerlendirmede, şiddetli çinko eksikliğinde kardeş sayısında azalma hatta kardeş oluşturmama, olgunlaşmada gecikme, başakçık

sterilitesinde artış görüldüğü, bir ton çeltik üretimi için gerekli çinko miktarının 0.04-0.06 kg Zn arasında değiştiği, 6.0 t ha⁻¹ çeltik tane verimi için gerekli çinko miktarının 0.3 kg ha⁻¹ olup bunun % 60'ının çeltik saplarında kaldığı, kardeşlenme döneminde alınan çeltik yaprak ve sap örnekleri için kritik çinko miktarının sırasıyla < 20 ve < 10 mg kg⁻¹, topraktan ekstrakte edilen çinko miktarında kritik sınırın, ekstraksiyon yöntemlerine göre değişiklik gösterdiği ve DTPA yöntemlerinin kullanıldığı durumlarda kritik sınır değerinin 0.8 mg kg⁻¹ olduğu bildirilmiştir. Çeltikte çinko noksanlığının gözlenmesiyle birlikte 10-25 kg ha⁻¹ çinko sülfat uygulanarak noksanlığın giderilebildiği, uygulama pratiği ve etkinliği açısından ¼ çinko sülfat ¾ kum ile karıştırılarak toprak yüzeyine verilmesi önerilmiştir. Ayrıca, kardeşlenmeden başlayarak 10-14 gün arayla çinko sülfatın % 0.5'lik solüsyon olarak püskürtme yoluyla bitkiye verilmesinin de noksanlığın giderilmesinde kullanılabileceği de rapor edilmiştir.

Yakan vd (2001), Edirne yöresinde çeltikte yaptıkları denemede çinko sülfat (ZnSO₄.7H₂O) gübrelemesinin tane verimi, bazı verim göstergeleri ve kaliteye etkisini araştırmışlardır. 1998-2000 yılları arasında tesadüf blokları deneme desenine göre 3 tekerrürlü olarak yürütülen tarla denemesinde toprağa 0, 15, 30 ve 45 kg Zn ha⁻¹ uygulanmıştır. Deneme yeri toprağının DTPA çözeltisi ile ekstrakte edilebilen yarıyışlı çinko miktarı 1998, 1999 ve 2000 yıllarında sırasıyla 0.22, 0.43 ve 0.56 mg kg⁻¹ olarak bulunmuştur. Çinko uygulamaları ile çeltik tane veriminde istatistiki olarak önemli artışlar görülme de, ortalama tane verimleri 1998, 1999 ve 2000 yılları arasında kontrole göre % 12.3, % 8.4 ve % 8.8 artmış olup ortalama tane verimi artışı % 8.9 olarak belirlenmiştir. Ayrıca yapılan ölçüm ve analizlerde, çinko uygulamaları ile olgunlaşma gün sayısında, m²'de salkım sayısı, başakçık sterilitesi (%), kırksız pirinç randımanı (%), bitki ve tanedeki çinko kapsamında (mg kg⁻¹) artışlar saptanmıştır. Sonuçta, Trakya bölgesi için 15 mg kg⁻¹ Zn'nun ekim öncesi toprağa karıştırılarak verilmesi önerilmiştir.

Gülven (2002), tarafından yapılan bir sera denemesinde düşük çinko içeren toprakta çinko-etkin çeşitlerin belirlenmesini amaçlanmıştır. Çorum-Osmancık'tan alınan 0.2 mg kg⁻¹

Çinko içeren toprağa 0 ve 2 mg Zn kg⁻¹ (ZnSO₄. 7H₂O) uygulanmıştır. Denemede 10 eltik genotipi: TR 1367 (1), TR 1282 (2), TR 1302 (3), TR 1311 (4), TR 1195 (5), TR1049 (6), TR 1047 (7), TR 480 (8), TR 1049 (9) ve TR 986 (10) kullanılmıştır. Deneme sonucunda 1, 4, 6, 7 ve 8. genotipler çinko uygulamasına olumlu tepki göstermiş, tepe kuru ağırlıkları artmıştır. Diğer yandan 2, 3, 5, 9 ve 10. genotipler çinkodan olumsuz etkilenmişlerdir. Denemede kullanılan 10 eltik genotipten 5'i (2, 3, 5, 9 ve 10. genotipler) topraktaki çinkoyu etkin kullanan genotipler olmuştur. Deneme sonucunda 2, 5 ve 9 nolu genotipler düştük çinko içeren alanlarda yetiştirilmesinin uygun olacağı sonucuna varılmıştır.

Koç (2002), düştük çinko içerikli bir toprakta yaptıkları sera denemesinde eltik çeşitlerinin toprak üstü (tepe) ve kök gelişimi ile bitki genelinde (tüm toprak üstü aksam), u yapraklarda (ilk üç yaprak), orta yapraklarda (4 - 5. yapraklar), alt yapraklarda (6 - 7. yapraklarda), bitki sapında ve kökündeki çinko dağılımı araştırmışlardır. Toprağa 0.5, 2 ve 5 mg Zn kg⁻¹ (ZnSO₄. 7H₂O) uygulanmıştır. Denemede 8 eltik eşidi (Arco, Drago, Savio, Sürek-95, Ribe, Rocco, Baldo ve Osmancık-97) kullanılmıştır. Deneme sonucunda eltik çeşitlerinin çinko uygulamalarına farklı tepki gösterdikleri belirlenmiştir. Çinko uygulanmadan yetiştirilen eltik çeşitlerinin elerinde belirlenen çinko konsantrasyonları incelendiğinde en fazla çinkonun u yapraklarda olduğu bunu sırasıyla bitki genelinde, bitki sapında, alt yapraklarda ve en azda orta yapraklarda bulunduğu görülmüştür. Çinko uygulandığında eltik çeşitlerinin değişik elerinde belirlenen çinko konsantrasyonlarının kritik sınır değerinin altında olduğu belirlenmiştir. Bu sonuçlara göre eltik çeşitlerinde çinko dağılımının farklı olduğu en fazla çinkonun u yapraklarda, en az çinkonun orta yapraklarda bulunduğu saptanmıştır.

Taban vd (2003), Orta Anadolu'da eltik yetiştirilen alanlarda yaygın olarak görülen çinko eksikliği ve bilinçsiz gübre kullanımı sorununu çözmek amacıyla yaptıkları projede, düştük çinko içeren (0.2 mg Zn kg⁻¹) toprakta çinko etkin çeşitlerin çinkoya tepkileri ve çinkonun eltik bünyesindeki dağılımını belirlemek amacıyla 5 sera 1 tarla

denemesi y r tm   lerdir. Deneme sonuçlarına göre,  eltik çeşitlerinin çinkoya tepkilerinin birbirinden farklı olduğu gözlenmiştir. Tüm denemelerde, deneme kullanılan  eltik çeşitlerinin önemli bir bölümünün uygulanan çinkoya olumlu tepki gösterdiği ve bu çeşitlerde kuru madde miktarının da arttığı belirlenmiştir. Çeşitlerin bir kısmının uygulanan çinkoya olumsuz tepki gösterdiği ve bu çeşitlerde de kuru madde miktarının azaldığı saptanmıştır. Geriye kalan bir kısım  e idin ise çinko uygulamasına belirgin bir tepki göstermediği sonucuna varılmıştır. Topra a  inko uygulanmadan yetiştirilen  eltik çeşitlerinin tamamına yakınında çinko kapsamının kritik seviyenin ($<19 \text{ mg Zn kg}^{-1}$)altında olduğu, çinko uygulamasına bağlı olarak çeşitlerin çinko kapsamlarının (birkaç çeşit hariç) kritik seviyenin üzerine çıktığı belirlenmiştir.

2.2. Çinko- Fitin Asidi İlişkileri

Mukherji *et al.* (1971),  eltik tohumlarıyla yaptıkları bir çimlendirme denemesinde tohumları 120 saat süre ile  imlendirmi ler ve sonuçta zamana bağlı olarak FA ve protein miktarında bir azalma olduğunu bildirmişlerdir.

Lokas ve Markurkis (1975), yaptıkları bir çalışmada 15 farklı fasulye çeşidi kullanmışlar ve çalışma sonucunda FA miktarının $10\text{-}14.7 \text{ g kg}^{-1}$ arasında de i ti ini saptamışlardır. Bu değerlerin çeşitlerin toplam fosfor miktarlarına bağlı olarak de i ti ini ve FA/Zn oranını d   rmede en etkin olun tohumun çinko konsantrasyonun artırılması olduğunu belirtmişlerdir.

Ogawa *et al.* (1979),  eltik tanelerinde olgunlaşma dönemine doğru toplam fosforun ve buna bağlı olarak fitat fosforunun arttığını, buna karşın inorganik fosforun ise azaldığını belirlemişlerdir.

Oberleas ve Harland (1981), diyetlerdeki FA/Zn oranının 20-25'ten büyük olmasının Zn'nun biyolojik yararlanılmasını düşürdüğünü belirtmişlerdir.

Reddy *et al.* (1982), ile Martin ve Cheryan (1983) tahıl tanelerinin işlem görmeden önce yüksek FA içerdiğini ($8.3 \text{ mg } 100 \text{ g}^{-1}$) bununda protein, nişasta ve 2 değerlikli katyonları olumsuz etkilendiğini bildirmişlerdir.

Raboy *et al.* (1984), farklı soya hatları kullanarak yaptıkları tarla denemesinde fosfor miktarına bağlı olarak FA miktarının $13.9\text{-}25.8 \text{ mg g}^{-1}$ arasında değiştiğini ve çinko konsantrasyonunun artmasıyla FA/Zn molar oranının 44'ten 20'ye kadar düştüğünü bildirmişlerdir.

Raboy ve Dickinson (1984), soya bitkisinde yaptıkları denemede artan P dozları uygulanmıştır. Deneme sonucunda artan P uygulamasıyla FA miktarlarının 4.2 mg g^{-1} ile 19.2 mg g^{-1} arasında değiştiğini ve bitkisinin Zn konsantrasyonunun P ve FA miktarlarından etkilendiklerini saptamışlardır. Ayrıca araştırmacılar çalışma sonucunda FA'nın toplam P'un % 60-70'i arasında değiştiğini belirlemişlerdir.

Torre *et al.* (1991), yaptıkları in vivo ve in vitro çalışmasında fitin asidi ve bitki liflerinin mineral yararlanılmasını üzerine etkisini belirlemişlerdir. Çalışma sonucunda FA, pirinç ve buğday kepeğinde çözünemez formda protein fitat kompleksleri oluşturmak suretiyle Zn, Fe, Ca ve Mg'un yararlanılmasını azalttığını, tahıllarda ise FA azalmasının çinkonun biyolojik yararlanılmasını artırdığını belirlemişlerdir.

Steveninck *et al.* (1993), çinkoya toleranslı bitkiler kullanarak yaptıkları çalışmada bitkilerin çinkoyu kök uçlarındaki FA ile tuttuğunu belirlemişler ve aşırı metal kirlenmesi olan bölgelerde bu tür bitkilerin kullanılması ile toprak kirliliğinin önenebileceğini belirtmişlerdir.

Chitra *et al.* (1995), baklagil çeşitleriyle yaptıkları bir denemede fosfor, FA, protein ve tane büyüklüğü arasındaki ilişkileri araştırmışlardır. Deneme sonucunda P-FA ve protein-FA arasında pozitif bir korelasyon, tane büyüklüğü-FA arasında ise az da olsa negatif bir korelasyon olduğunu saptamışlardır.

Beukert *et al.* (1995), yaptıkları çalışma sonucunda toprağa artan düzeylerde P uygulanması ile tanede FA konsantrasyonunun % 25-29 arasında arttığını, Zn konsantrasyonunun ise % 6-11 oranında azaldığını belirtmişlerdir. Ayrıca P uygulamasının tane protein içeriğini azalttığı ve FA/Zn oranını arttırdığını ve bu değerlerin yıllara göre değişiklik gösterdiğini belirlemişlerdir.

Casgrove (1996), tohumdaki fosforun büyük bir kısmının fitat formunda bulunduğunu ve fitatın ise fitaze enzimi tarafından hidrolize edildiğini bildirmiştir.

Taban vd (1997), buğdayda değişik şekillerde uygulanan çinkonun verim ve biyolojik verimliliği üzerine etkisine ilişkin yaptıkları çalışmada, çinko uygulaması ile tanede çinko konsantrasyonunun ve bin tane ağırlığının arttığını, buna karşın FA ve FA/Zn oranının azaldığını belirlemişlerdir. En etkin çinko uygulama yönteminde toprak (banda)+yaprak uygulaması olduğu sonucuna varmışlardır.

Field ve Fossati (1997), çeşit ve çevre faktörlerinin FA üzerine etkilerini araştırdıkları bir çalışmada 1991-1992 yılları arasında belirlenen tane ürün miktarı, toplam P, FA fosforu ve P içindeki FA fosforu oranının yıllara ve çeşitlere göre farklılık gösterdiğini belirlemişlerdir. Ayrıca fitin asidi fosforunun toplam fosfor içerisindeki oranının % 70 dolaylarında olduğunu bildirmişlerdir.

Erdal vd (1998a), Orta Anadolu ve GAP yöresinde yaptıkları bir çalışmada buğday çeşitlerinde Zn, FA ve FA/Zn oranı üzerine çinko uygulamasının etkisini incelemişlerdir. Araştırma sonucunda çinko içeriği düşük olan Orta Anadolu topraklarında çinko gübrelmesi ile çinko içeriği 8 mg kg⁻¹'den 13 mg kg⁻¹'e çıkmış, FA miktarı 13 mg g⁻¹'den 11 mg g⁻¹'a düşmüş, buna bağlı olarak da FA /Zn oranı 138'den 61'e gerilemiştir. Çinko içeriği yüksek olan GAP bölgesi topraklarında ise Zn, FA ve FA/Zn oranlarında fazla bir değişiklik olmamıştır. FA/Zn oranı 49'dan 39'a gerilemiştir. Araştırmacılar çinko noksanlığı olan bölgelerde çinkolu gübrelemenin FA ve FA/Zn oranını düşürmede en etkin yol olduğunu bildirmişlerdir.

Erdal vd (1998b), Türkiye'de yaygın yetiştiriciliği yapılan Gerek-79, Bezostaja, Gemini, Gönen ve Saraybosna buğday çeşitlerinden Türkiye'nin değişik merkezlerinden toplanmış 78 buğday tane örneğinde P, Zn, FA ve mol bazında olmak üzere FA/Zn oranları belirlenmiştir. FA/Zn oranı tüketilen gıdalardaki çinkonun biyolojik yararlanılabilirliğini (çinkonun vücutta kullanılabilirliğini) belirlemede kullanılan en yaygın parametre olup kritik oran 25-30 olarak kabul edilmektedir. Bu değer üzerindeki oranlarda, gıdadaki çinkonun kullanılabilirliği hızla düşmektedir. Analizler sonucunda buğday örneklerinde FA 5.8 mg g⁻¹ KA (kuru ağırlık) ile 14.3 mg g⁻¹ KA arasında, çinkonun 9 µg g⁻¹ KA ile 34 µg g⁻¹ KA arasında değişim gösterdiği ortaya konulmuştur. Örnekler içerisinde yalnızca bir tanesinde FA/Zn oranı 30'un altında bulunmuş diğer tüm örneklerde 30-178 arasında çıkmıştır. Tüm örneklerin FA/Zn oranlarının ortalaması 58 olarak bulunmuştur.

Garcia-Estapa *et al.* (1999), tahıllarda (kepek, un ve öğütülmüş buğday türünleri) ve ekmekte fitin asidi belirlemesi yapmışlardır. Fitin asidi beyaz unda 3-4 mg g⁻¹, tüm buğday ununda 22 mg g⁻¹, mısır, darı ve sorgum unlarında ortalama 10 mg g⁻¹ ve yulaf, çeltik, arpa ve çavdar unlarında 4-7 mg g⁻¹ arasında bulunduğunu belirlemişlerdir. Buğday kepeğinde fitin asidi 25-58 mg g⁻¹ arasında, yulaf kepeğinde 19.0-24 mg g⁻¹ arasında ve çeltik kepeğinde ise 57.7 mg g⁻¹ olarak belirlenmiştir.

Erdal vd (2002), Orta Anadolu'dan alınmış, fitin asidi, fosfor, çinko ve fitaze aktivitesi analiz edilmiş, çinko noksanlığı gösteren kireçli bir toprakta çinko uygulanmadan ve 23 kg Zn ha⁻¹ uygulanan toprakta 20 buğday çeşidi yetiştirilmiştir. Ayrıca Türkiye'de 55 farklı yerden alınmış 4 buğday çeşidinde çinko, fosfor ve fitin asidi analizi yapılmıştır. Yirmi çeşidin yetiştirildiği tarla denemesinde tanelerin çinko konsantrasyonu, çinkosuz koşullarda 7-11 mg kg⁻¹, çinko uygulandığında 14-23 mg kg⁻¹ bulunmuştur. Çinkolu gübreleme buğday tanelerindeki fosfor ve fitin asidi konsantrasyonlarını azaltmıştır. Ortalama olarak çinko uygulamasıyla oluşan azalma fosforda 3.9-3.5 mg kg⁻¹, fitin asidinde 10.7-9.1 mg kg⁻¹ arasında belirlenmiştir. Çinko gübrelemesi göz önüne alındığında tanede fitin asidi konsantrasyonu geniş bir genetik varyasyon göstermiştir. Örneğin çinko uygulanmış tanelerde fitin asidi 7-12 mg kg⁻¹ arasında yer alırken, çinko uygulanmamış tanelerde 8-13 mg kg⁻¹ arasında değerler göstermiştir. Çinko gübrelemesi ile çinko konsantrasyonu yükselmiş, fitin asidi miktarı ve FA/ Zn oranı önemli derecede azalmıştır. Ortalama olarak tüm çeşitlerde çinkolu gübreleme ile FA/Zn oranı 126'dan 56'ya gerilemiştir. Tanedeki fitaze aktivitesi farklı çinko kaynaklarından etkilenmemiştir. Oysa 20 çeşidin tamamında çinkolu gübreleme fitaze aktivitesini düşürmüştür. 55 farklı yerden alınan 4 buğday çeşidi tanelerindeki çinko, fosfor, fitin asidi oranları sırasıyla 8-34 mg kg⁻¹, 2.1-4.9 mg kg⁻¹ ve 5.8-14.3 mg kg⁻¹ bulunmuştur. Sonuç olarak Türkiye'nin farklı yörelerinden alınan ve çinko noksanlığı gösteren alanlarda yetiştirilen buğday tanelerindeki çinko konsantrasyonu çok düşüktür. Buda FA/Zn molar oranının yüksek olmasına ve insanlarda çinkonun biyolojik yararıışılığının çok fazla düşmesine neden olmaktadır.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

3.1.1. Tarla denemesinin yürütüldüğü yer

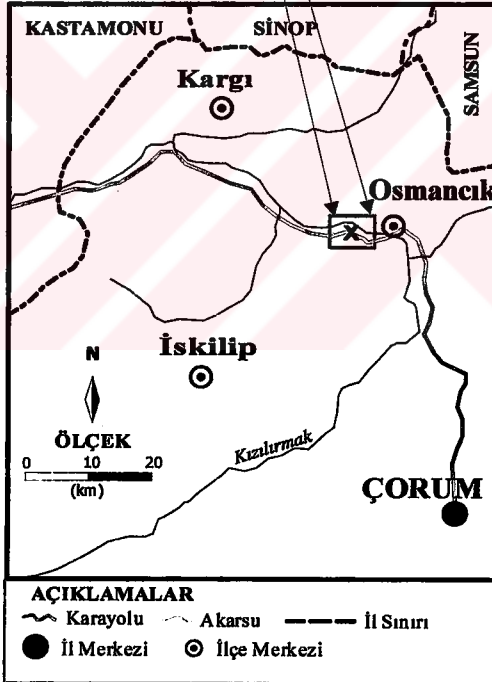
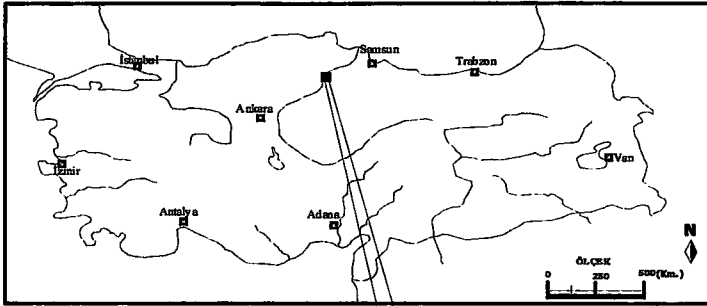
Tarla denemesi, Çorum ili Osmancık ilçesi Osmancık-İstanbul devlet karayolu 3. km’de çeltik ekimi yapılan alanlar içerisinde, deneme amacına uygun olarak belirlenen bir çiftçi tarlasında (Recep GELGEL’e ait tarla) yürütülmüştür (Şekil 3.1).

3.1.2. Tarla denemesinde kullanılan bitki materyali

Denemede 6 çeltik genotipi Osmancık 97, Lotto, KA 080, KA 081, Akçeltik, GA 7721 kullanılmıştır. Osmancık 97, KA 080, KA 081 genotipleri Karadeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü (Samsun), Lotto genotipi Trakya Tarımsal Araştırma Enstitüsü (Edirne), Akçeltik genotipi Tosya Tarım İlçe Müdürlüğü, GA 7721 genotipi ise Osmancık Tarım İlçe Müdürlüğü aracılığıyla temin edilmiştir.

3.1.3. İklim özellikleri

Tarla denemesinin yürütüldüğü Çorum ili Osmancık ilçesi 2001 yılına ait aylık ortalama iklim verileri Çizelge 3.1’de, uzun yıllara ait aylık ortalamalar ise Çizelge 3.2’de verilmiştir. Deneme alanı yazları sıcak ve kurak, kışları ise soğuk ve yağışlı geçmektedir. Yıllık ortalama yağış 368.8 mm olup, en fazla yağış Mayıs ayında, en az yağış ise Temmuz ve Ağustos aylarında gerçekleşmiştir. Yıllık ortalama sıcaklık 13.4 °C bulunmuştur. En sıcak ay, hem ortalama sıcaklık hem de maksimum sıcaklık bakımından Temmuz ayı, en soğuk ay ise Ocak ayı olmuştur.



Şekil 3.1. Deneme alanı yer bulduru haritası

2001 yılı için aylık ortalama sıcaklık 14.8 °C bulunmuştur. En sıcak ay Temmuz , en soğuk ay ise Ocak ayıdır. Minimum sıcaklık –6.8°C ile 27 Ocak 2001 günü, maksimum sıcaklık ise 40.8°C ile 22 Temmuz 2001 günü olmuştur. Yıllık ortalama rüzgar hızı 3.3 m/sn olarak belirlenmiştir.

Çizelge 3.1. Çorum ili Osmancık ilçesi 2001 yılına ait aylık ortalama meteorolojik veriler (Anonymous 2003)

AYLAR	Ortalama nem, %	Ortalama rüzgar, m/sn	Minimum sıcaklık, °C	Maksimum sıcaklık, °C	Ortalama sıcaklık, °C
Ocak	73.1	1.4	-6.8	19.8	4.0
Şubat	67.3	7.2	-4.3	18.1	5.7
Mart	61.8	4.9	-2.0	29.0	12.1
Nisan	60.4	5.3	3.4	30.4	15.1
Mayıs	65.4	4.8	7.4	29.0	16.6
Haziran	52.9	4.6	11.0	38.2	23.1
Temmuz	56.1	4.2	13.1	40.8	27.0
Ağustos	60.0	3.0	12.8	40.1	25.8
Eylül	58.4	0.9	8.8	36.0	22.3
Ekim	63.3	0.6	-2.2	32.2	14.0
Kasım	73.1	0.8	-5.0	23.7	8.2
Aralık	1.4	1.8	-6.1	15.7	3.3
Yıllık	64.4	3.3	-6.8	40.8	14.8

Çizelge 3.2. Çorum ili Osmancık ilçesi çok yıllık aylık ortalama meteorolojik veriler (Anonymous 2003)

AYLAR	Ortalama sıcaklık, °C	Maksimum sıcaklık, °C	Minimum sıcaklık, °C	Ortalama bağıl nem, %	Ortalama yağış, mm	Ortalama rüzgar hızı, bofor
Rasat süresi (yıl)	28	28	28	28	27	22
Ocak	1.7	19.8	-18.5	76	30.6	1.5
Şubat	3.7	22.1	-16.5	70	21.9	1.6
Mart	8.0	29.0	-12.6	62	28.8	1.6
Nisan	13.5	32.8	-2.8	59	44.2	1.6
Mayıs	17.6	34.7	0.3	58	50.8	1.6
Haziran	21.5	38.6	6.0	55	46.3	1.5
Temmuz	24.7	44.5	10.5	50	16.2	1.5
Ağustos	24.2	40.2	8.9	52	16.2	1.4
Eylül	20.2	39.6	4.0	56	19.8	1.3
Ekim	14.2	35.3	-4.70	64	29.0	1.4
Kasım	7.5	24.2	-6.5	70	27.5	1.4
Aralık	3.6	20.0	-17.2	75	37.5	1.5
Yıllık	13.4	44.5	-18.5	62	368.8	1.5

3.2. Yöntem

3.2.1. Toprak analizleri

3.2.1.1. Tekstür

Toprak örneklerinin kum, silt ve kil fraksiyonları Bouyoucos (1951) tarafından bildirildiği şekilde Hidrometre yöntemine göre belirlenmiş, tekstür sınıfları ise ‘Soil Survey Manual’ (1951)’e göre saptanmıştır.

3.2.1.2. Toprak reaksiyonu (pH)

Toprak örnekleri 1:2.5 oranında saf su ile sulandırılmış ve cam elektrotlu pH-metrede belirlenmiştir (Jackson 1962).

3.2.1.3. Elektriksel iletkenlik (EC)

Elektriksel iletkenlik değeri 1:2.5 oranında saf su ile sulandırılmış toprak örneğinde Wheatstone köprüsü ile ölçülmüştür (Richards 1954)

3.2.1.4. Organik madde

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

3.2.1.5. Kalsiyum karbonat (CaCO_3)

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

3.2.1.6. Katyon değişim kapasitesi (KDK)

Toprak örnekleri 1.0 N sodyum asetat (pH 8.2) ile doyurulduktan sonra sodyumun fazlası % 99'luk izopropil alkol ile yıkanmış ve toprak tarafından tutulan sodyum 1.0 N

amonyum asetat (pH 7.0) ile yer değiştirilerek Jenway model PFP 7 Fleymfotometresinde belirlenmiştir (Chapman 1965).

3.2.1.7. Toplam azot

Bremner (1965) tarafından bildirildiği şekilde Kjeldahl yöntemine göre belirlenmiştir.

3.2.1.8. Ekstrakte edilebilir potasyum

Pratt (1965) tarafından bildirildiği şekilde toprak örnekleri 1.0 N nötr amonyum asetat ile ekstrakte edilerek ekstrakttaki K Jenway model PFP 7 Fleymfotometresinde belirlenmiştir.

3.2.1.9. Bitkiye yararlı fosfor

Toprak örneğinde fosfor Olsen *et al.* (1954) tarafından bildirildiği şekilde 0.5 N NaHCO₃ (pH 8.5) ile ekstrakte edilerek çözeltiye geçen fosfor, molibdofosforik mavi renk yöntemine göre Shimadzu model UV 1201 spektrofotometresinde belirlenmiştir.

3.2.1.10. Bitkiye yararlı 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, Philips PU 9200X Atomik Absorpsiyon Spektrofotometresinde belirlenmiştir.

3.2.2. Tarla denemesinin yeri ve gübreleme

Tarla denemesi Çorum ili Osmancık ilçesinde çeltik ekilen alanlar içerisinde 6 ana (genotip) ve 3 alt (çinko) parsel konulu tesadüf bloklarında bölünmüş parseller deneme desenine göre, 3 tekrarlamalı olarak kurulmuştur.

Denemede çinko toprağa $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 'dan aşağıda belirtilen uygulama konularına göre ekimden önce uygulanmıştır.

Uygulama konuları:

Zn_0 : Kontrol

Zn_1 : 0.5 kg Zn da⁻¹

Zn_2 : 1.0 kg Zn da⁻¹

6 çeltik genotipi (Osmancık 97, Lotto, KA 080, KA 081, Akçeltik, GA 7721) kullanılmıştır. Her parsel alanı $2 \times 4 = 8 \text{ m}^2$, tohum miktarı ise 17 kg da⁻¹ olarak hesaplanmış ve ekim 28 Mayıs 2001'de elle yapılmıştır.

Temel gübreleme olarak, fosfor 5 kg P_2O_5 da⁻¹, azot 5 kg N da⁻¹, 20-20-0 ve potasyum 3 kg K_2O da⁻¹ K_2SO_4 gübresinden ekimle birlikte ve ayrıca 3 kg N da⁻¹ üre gübresinden kardeşlenme döneminde uygulanmıştır.

Yabancı ot mücadelesi elle yolunarak yapılmıştır.

Hasat ise 29 Eylül 2001'de, 4 aylık gelişme dönemi sonunda, her bir parselden şablon yardımıyla tesadüfen seçilen 1 m²'lik alan içerisinde kalan tüm bitkiler toprak yüzeyinden biçilmek suretiyle yapılmıştır. Hasat edilen bitkilerde salkım ve sap birbirinden ayrılıp ayrı ayrı analizleri yapılmıştır.

3.2.3. Bitki analizleri

3.2.3.1. Salkım sayısı

Salkım sayısı, 1 m²'lik alandan el ile hasat edilen bitkilerdeki toplam salkımlar sayılarak belirlenmiştir.

3.2.3.2. Salkım boyu

Salkım boyu, 1 m²'lik alandan el ile hasat edilen bitkilerden alınan 10 adet salkımın salkım boğumu ile salkımın en uç tanesi arasındaki mesafenin ölçülüp ortalamasının alınması sonucu belirlenmiştir.

3.2.3.3. Salkımda tane sayısı

Salkımda tane sayısı, 1 m²'lik alandan el ile hasat edilen bitkilerden alınan 5 adet salkımdaki dolu tanelerin sayılıp ortalamasının alınması sonucu belirlenmiştir.

3.2.3.4. Biyolojik verim (sap+salkım)

Biyolojik verim, 1 m²'lik alan içerisindeki tüm bitkiler hasat edildikten sonra kurutulup tartılmıştır. Çıkan sonuçların dekara oranlanması sonucu biyolojik verim (sap+salkım) bulunmuştur.

3.2.3.5. Salkım verimi

Salkım verimi, 1 m²'lik alan içerisindeki tüm bitkiler hasat edildikten sonra, sapsız ile salkımları birbirinden ayrılmıştır. Tartılan salkım ağırlıklarının dekara oranlanması ile bulunmuştur.

3.2.3.6..Sap verimi

Sap verimi, 1 m²'lik alan içerisindeki tüm bitkiler hasat edildikten sonra, sapsız ile salkımları birbirinden ayrılmıştır. Tartılan sap ağırlıklarının dekara oranlanması ile bulunmuştur.

3.2.3.7. Tane verimi

Tane verimi, 1 m²'lik alan içerisindeki tüm bitkiler hasat edildikten sonra, sapsız ile salkımları birbirinden ayrılmıştır. Daha sonra salkımlardan taneler ayrılmış ve tartılmıştır. Çıkan sonuçlar dekara oranlanarak tane verimi bulunmuştur.

3.2.3.8. Hasat indeksi

Hasat indeksi, Inthapanya *et al.* (2000) tarafından bildirildiği şekilde aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır.

$$\text{Hasat indeksi (HI, \%)} = \frac{\text{Tane verimi}}{\text{Biyolojik verim}} \times 100$$

3.2.3.9. Bin tane ağırlığı

Bin tane ağırlığı, 4 kez 100 adet çeltik tohumu sayılıp ağırlıkları belirlenmiş ve bu ağırlıkların bin taneye oranlanması ile bulunmuştur.

3.2.3.10. Tanede çinko

Kuru yakma yöntemine göre (Kacar 1972) elde edilen bitki çözeltisinde Zn, Analitik Jena Vario 6 Atomik Absorpsiyon Spektrofotometresinde belirlenmiştir.

3.2.3.11. Tanede fosfor

Kuru yakma yöntemine göre elde edilen bitki çözeltisinde fosfor, vanadomolibdo fosforik sarı renk yöntemine göre Shimadzu model UV 1201 Spektrofotometresinde belirlenmiştir (Kacar 1972).

3.2.3.12. Çinko kullanım etkinliği

Denemede kullanılan çeltik genotiplerine uygulanan çinkonun çeltik etkinlikleri Graham *et al.* (1993) tarafından açıklanan formüle göre hesaplanmıştır.

$$\text{Çinko etkinliği (ZnE, \%)} = \frac{- \text{Zn}}{+ \text{Zn}} \times 100$$

- Zn: Çinko uygulanmadan yetiştirilen parsellerden elde edilen kuru madde miktarı (g).

+ Zn: Çinko uygulanarak yetiştirilen parsellerden elde edilen kuru madde miktarı (g).

3.2.3.13. Tanede fitin asidi (FA)

Kurutulan çeltik taneleri un inceliğine kadar öğütülmüş sonra bu örneklerden 0.5 g tartılmış ve 100 ml'lik erlenlere konulmuştur. Üzerine pH 0.3'e ayarlanmış 25 ml HCl ilave edilmiş ve 3 saat çalkalanmıştır. Çalkalanan örneklerin üzerine 25 ml saf su eklenerek son hacim 50 ml'ye tamamlanmıştır. Bu örnekten 25 ml alınıp plastik santrifüj tüplerine aktarılmış ve 20-30 dak. 5000 d/dak.'da santrifüj edilmiştir. Santrifüj edilen örneklerden 1 ml alınmış deney tüplerine konulmuştur. Üzerine 2 ml ferrik solüsyon eklenerek karıştırılmış ve 30 dak. kaynar su banyosunda bekletilmiştir. Su banyosundan alınan örnekler hemen buz banyosunda soğutulmuştur. Oda sıcaklığına gelen örnekler tekrar 30 dak. santrifüj edilmiş, bu örneklerden 1 ml alınmış üzerine 3 ml bipyridin çözeltisi eklenerek oluşan pembemsi renk 519 nm dalga boyunda spektrofotometrede okunmuştur (Wolfgang ve Lantsch 1983).

Fitat referans solüsyonu, 0.15 g sodyum fitat (fitik asit) 100 ml saf suda çözülür (250 mg L⁻¹ fitat fosforu içerir). Bu çözeltiden 2-12 ml alınarak 5-10 mg L⁻¹ arasında stok standartlar hazırlanır.

Ferrik solüsyonu, 0.2 g amonyum demir-III-sülfat 12 H₂O 100 ml 2 N HCl içerisinde çözülür. Son hacim saf su ile 1000 ml'ye tamamlanır.

Bipyridin solüsyonu, 10 g 2-2 bipyridin tartılır ve 10 ml thioglycollic asitte çözülerek son hacim 1000 ml'ye saf su ile tamamlanır.

3.2.3.14. Fitin asidi/çinko oranı (FA/Zn)

FA molekül ağırlığı 660 g, Zn molekül ağırlığının 65 g olduğu bilgisinden hareket edilerek, mg g⁻¹ cinsinden belirlenen FA ile mg kg⁻¹ olarak belirlenen çinkonun molar değerleri hesaplanmış ve birbirlerine oranlanarak mol bazında FA/Zn değerleri hesaplanmıştır. Yani

mg kg⁻¹ olarak bulunan FA değeri 100 katsayısı ile [FA/Zn(660/65)=10; mg µg⁻¹=1000; 1000/10=100] çarpılmış ve mg kg⁻¹ olarak bulunan Zn değerine bölünmüştür.

3.2.3.15. Birim çinkonun oluşturduğu kuru madde miktarı (KMO)

Topraktan alınan birim çinkoya karşılık oluşturulan kuru madde miktarı aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır (Çakmak *et al.* 1998, Khan *et al.* 1998, Çakmak *et al.* 1999, Çıkalı 1999).

$$KMO = A \times B / C$$

KMO : Alınan birim çinkoya karşılık kuru madde oluşumu, mg parsel⁻¹

A : Bitkinin kuru madde miktarı, mg parsel⁻¹

B : Bitki tarafından alınan birim çinko miktarı, (1 µg Zn)

C : Bitki tarafından alınan çinko miktarı, (Zn, µg parsel⁻¹)

3.3. İstatistik Analizleri

Araştırma sonuçlarından elde edilen veriler tesadüf bloklarında bölünmüş parseller deneme desenine göre istatistiki olarak hesaplanmış ve ortalamalar arasındaki farklar Duncan testine göre değerlendirilmiştir (Dülgüneş 1963).

4. ARAŞTIRMA BULGULARI

4.1. Deneme Toprağının Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri

Denemede kullanılan toprak örneğinin bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri Çizelge 4.1'de verilmiştir.

Çizelge 4.1. Deneme topraklarının bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri

Özellikler		Miktarlar
Tekstür sınıfı		Siltli tın
Kum, %		11.13
Silt, %		69.24
Kil, %		19.63
EC, mmhos/cm, saturasyon çamuru		1.38
Tuz, %		0.14
pH	(1/2.5 suda)	7.17
	Saturasyon çamurunda	7.34
Organik madde, %		0.72
CaCO ₃ , %		10.85
Toplam N, %		0.16
KDK, cmol kg ⁻¹		16.50
Ekstrakte edilebilir K ⁺ , mg kg ⁻¹		149
Bitkiye yarayışlı, mg kg ⁻¹	P	9.5
	Zn	0.78
	Fe	3.34
	Cu	0.48
	Mn	0.65

Denemenin kurulduğu alandaki toprak örneği siltli tın tekstürlü olup, organik madde miktarı çok az, reaksiyonu (pH) nötr, tuzluluğu ise çok az bulunmuştur (Anonymous 1988). Orta kireçli, toplam azot miktarı ve değişebilir K^+ miktarı ise yeterli düzeydedir (Anonymous 1990).

Bitkiye yarayışlı P miktarı (Anonymous 1990) yeterli ve bitkiye yarayışlı Zn, Fe, ve Mn miktarları De Datta (1989) tarafından çeltik toprakları için bildirilen kritik sınır değerlerinden (sırasıyla $< 0.8 \text{ mg Zn kg}^{-1}$, $< 4.5 \text{ mg Fe kg}^{-1}$, $< 1 \text{ mg Mn kg}^{-1}$) düşük, Cu miktarı ise yeterli bulunmuştur.

4.2. Çinko Uygulamasının Bazı Çeltik Genotiplerinin Salkım Sayısı Üzerine Etkisi

Çinko uygulamasıyla (0, 0.5, 1.0 kg Zn da^{-1}) 6 çeltik genotipinden (Osmancık 97, KA 080, KA 081, Lotto, Akçeltik, GA 7721) elde edilen salkım sayılarına ait varyans analizi sonuçları Çizelge 4.2’de, salkım sayısı ortalamaları ise Çizelge 4.3, Ek 1 ve Şekil 4.1’de verilmiştir.

Çizelge 4.2. Çinko uygulamasının bazı çeltik genotiplerinin salkım sayısı (adet m^{-2}) üzerine etkilerine ilişkin varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması
Genel	53	
Tekerrür (T)	2	131
Genotip (G)	5	108209 ***
G X T (Hata 1)	10	1976
Çinko (Zn)	2	6842 *
G X Zn	10	2216 ^{bd}
Hata 2	24	1646

* $p < 0.05$,

*** $p < 0.001$,

^{bd}: önemli değil

Çizelge 4.3. Çinko uygulamasının (0, 0.5, 1.0 kg Zn da⁻¹) bazı çeltik genotiplerinin salkım sayısı (adet m⁻²) üzerine etkileri

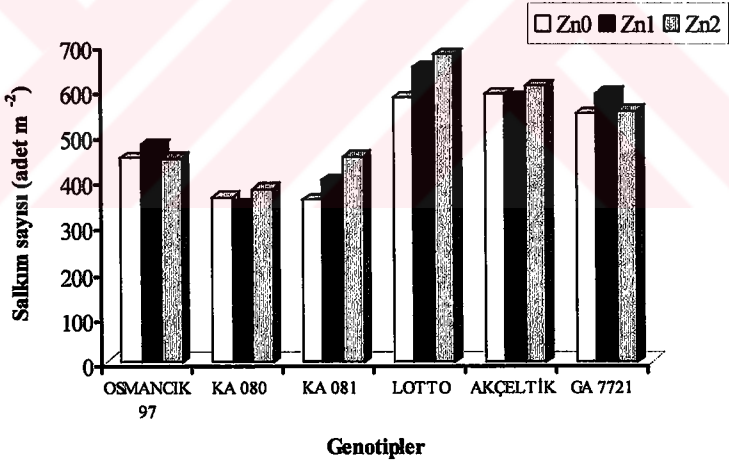
GENOTİPLER	UYGULAMALAR					
	Zn ₀	Zn ₁	Değişim, %	Zn ₂	Değişim, %	Ort.
OSMANCIK 97	450.33	480.00	6.59	450.00	-0.07	460.11 C
KA 080	364.00	347.67	-4.48	382.33	5.04	364.67 D
KA 081	358.67	400.67	11.71	453.33	26.39	404.22 CD
LOTTO	583.00	649.33	11.38	677.67	16.24	636.67 A
AKÇELTİK	589.67	580.00	-1.64	606.67	2.88	592.11 AB
GA 7721	547.00	591.00	8.04	551.67	0.85	563.22 B
Ortalama	482.11 b	508.11 ab		520.28 a		

LSD_{genotip (0.001)}=66.41206

LSD_{çinko (0.5)}=27.91144

* Aynı harfle gösterilen uygulamalar arasındaki fark istatistiki olarak önemli değildir.

** Büyük harfler düşey, küçük harfler yatay karşılaştırma içindir.



Şekil 4.1. Çinko uygulamasının (0, 0.5, 1.0 kg Zn da⁻¹) bazı çeltik genotiplerinin salkım sayısı (adet m⁻²) üzerine etkileri

Çizelge 4.2 ve Çizelge 4.3'un birlikte incelenmesinden anlaşılabileceği gibi çeltik genotiplerinin salkım sayıları üzerine genotiplerin etkisi istatistiki olarak % 0.1 düzeyinde, çinko uygulamalarının etkisi istatistiki olarak % 5 düzeyinde önemli bulunmuştur.

Çeltik genotiplerinin uygulanan çinkoya tepkileri ayrılmı olmuştur. Çeltik genotipleri arasında en fazla salkım sayısı Lotto genotipinde gözlenmiştir. Bunu sırasıyla Akçeltik, GA 7721, Osmancık 97, KA 081 ve KA 080 genotipleri izlenmiştir. Zn_0 (Kontrol) uygulamasına göre Zn_1 ve Zn_2 uygulamalarında belirlenen artış en fazla KA 081 genotipinde olmuştur. Kontrole göre, KA 081 genotipinde Zn_1 uygulaması ile salkım sayısında % 11.71'lik, Zn_2 uygulaması ile ise % 26.39'luk bir artış gözlenmiştir. Çinko uygulamaları ile ise en fazla salkım sayısı Zn_2 uygulamasında olmuştur. Kontrol (Zn_0) ile Zn_1 uygulamaları ve Zn_1 ve Zn_2 uygulamaları arasında istatistiki bakımdan bir fark gözlenmezken, kontrol (Zn_0) ile Zn_2 uygulamaları arasındaki fark istatistiki bakımdan önemli bulunmuştur (Çizelge 4.3).

Denemede kullanılan tüm genotipler birlikte değerlendirildiğinde, çinko uygulamaları ile genotiplerin m^2 'deki salkım sayıları birbirinden farklı olmuştur. Çinko uygulanmadığında (Zn_0) 482.11 adet m^2 olan ortalama salkım sayısı, Zn_1 uygulaması ile % 5.39 oranında artarak 508.11 adet m^2 olmuş, Zn_2 uygulamasında ise % 7.92 oranında artarak 520.28 adet m^2 'ye ulaşmıştır (Çizelge 4.3).

4.3. Çinko Uygulamasının Bazı Çeltik Genotiplerinin Salkım Boyları Üzerine Etkisi

Çinko uygulamasıyla (0, 0.5, 1.0 kg Zn da^{-1}) 6 çeltik genotipinden (Osmancık 97, KA 080, KA 081, Lotto, Akçeltik, GA 7721) elde edilen salkım boylarına ait varyans analizi sonuçları Çizelge 4.4'de, salkım boyları ortalamaları ise Çizelge 4.5, Ek 2 ve Şekil 4.2' de verilmiştir.

Çizelge 4.4. Çinko uygulamasının bazı çeltik genotiplerinin salkım boyları (cm) üzerine etkilerine ilişkin varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması
Genel	53	
Tekerrür (T)	2	0.625
Genotip (G)	5	21.642***
G X T (Hata 1)	10	1.991
Çinko (Zn)	2	2.453 ^{öd}
G X Zn	10	1.705 ^{öd}
Hata 2	24	1.997

***p<0.001, öd: önemli değil

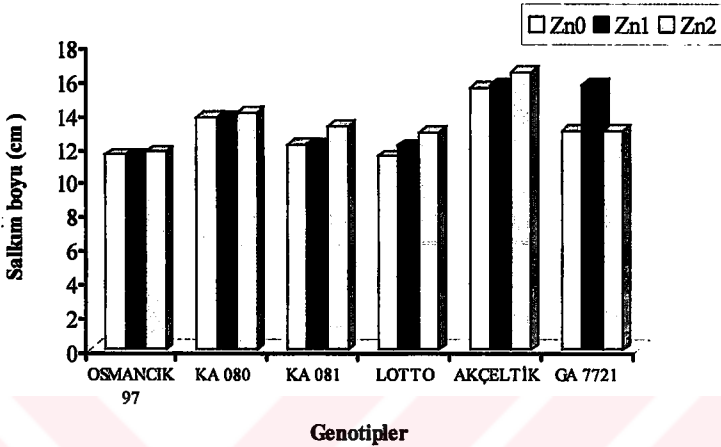
Çizelge 4.5. Çinko uygulamasının (0, 0.5, 1.0 kg Zn da⁻¹) bazı çeltik genotiplerinin salkım boyları (cm) üzerine etkileri

GENOTİPLER	UYGULAMALAR					
	Zn ₀	Zn ₁	Değişim, %	Zn ₂	Değişim, %	Ort.
OSMANCIK 97	11.49	11.53	0.35	11.71	1.91	11.56 B
KA 080	13.73	13.76	0.22	14.04	2.25	13.84 AB
KA 081	12.10	12.14	0.33	13.22	15.66	12.49 B
LOTTO	11.43	12.08	5.69	12.84	12.33	12.12 B
AKÇELTİK	15.46	15.65	1.23	16.38	5.95	15.83 A
GA 7721	12.94	15.67	21.09	12.93	-0.07	13.85 AB

LSD_{genotip (0.001)}=2.10809

* Aynı harfle gösterilen uygulamalar arasındaki fark istatistiki olarak önemli değildir.

Çizelge 4.4 ve Çizelge 4.5'in birlikte incelenmesinden anlaşılabileceği gibi çeltik genotiplerinde salkım boyları üzerine genotiplerin etkisi istatistiki olarak % 0.1 düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.4). Çeltik genotiplerinde en fazla salkım boyu Akçeltik genotipinde oluşmuştur. Bunu sırasıyla GA 7721, KA 080, KA 081, Lotto ve Osmancık 97 genotipleri izlemiştir.



Şekil 4.2. Çinko uygulamasının (0, 0.5, 1.0 kg Zn da⁻¹) bazı çeltik genotiplerinin salkım boyu (cm) üzerine etkileri

Çinko uygulamalarının salkım boyları üzerine olan etkisi istatistiksel olarak önemli olmamasına karşın, çeltik genotiplerinin uygulanan çinkoya tepkileri ayrımlı olmuştur. Bunun da nedeni salkım boylarında çinko uygulamalarına bağlı olarak nispi bir artış olmasına karşın değerlerin birbirine çok yakın olması şeklinde açıklanabilir. Çeltik genotiplerinde salkım boylarında en iyi sonuçları Zn₂ uygulaması (GA 7721 hariç) vermiştir. Çinko uygulamalarındaki artışla birlikte salkım boyları da artmıştır. GA 7721 genotipinde ise en iyi değeri Zn₁ uygulaması vermiştir (Çizelge 4.5).

Denemede kullanılan tüm genotipler birlikte değerlendirildiğinde çinko uygulamalarının genotiplerin salkım boyları üzerine etkisi istatistiki olarak önemli bulunmamasına rağmen, salkım boylarında çinko uygulamalarındaki artışa bağlı olarak nispi bir artış gözlenmiştir. Çinko uygulanmadığında (Zn₀) 12.86 cm olan ortalama salkım boyu, Zn₁ uygulaması ile % 4.74 oranında artarak 13.47 cm, Zn₂ uygulaması ile % 5.13'lük artışla 13.52 cm olmuştur (Çizelge 4.5).

4.4. Çinko Uygulamasının Bazı Çeltik Genotiplerinin Salkımda Tane Sayısı Üzerine Etkisi

Çinko uygulamasıyla (0, 0.5, 1.0 kg Zn da⁻¹) 6 çeltik genotipinden (Osmancık 97, KA 080, KA 081, Lotto, Akçeltik, GA 7721) elde edilen salkımda tane sayısına ait varyans analizi sonuçları Çizelge 4.6'da, salkımda tane sayısı ortalamaları ise Çizelge 4.7, Ek 3 ve Şekil 4.3'de verilmiştir.

Çizelge 4.6. Çinko uygulamasının bazı çeltik genotiplerinin salkımda tane sayısı üzerine etkilerine ilişkin varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması
Genel	53	
Tekerrür (T)	2	133.5
Genotip (G)	5	7998.3***
G X T (Hata 1)	10	226.8
Çinko (Zn)	2	926.1***
G X Zn	10	343.9***
Hata 2	24	69.3

***p<0.001

Çizelge 4.6 ve Çizelge 4.7'nin birlikte incelenmesinden anlaşılabileceği gibi çeltik genotiplerinde salkımda tane sayısı üzerine genotiplerin etkisi istatistiki olarak % 0.1, çinko uygulamalarının etkisi istatistiki olarak % 0.1 ve genotip x çinko interaksyonu da istatistiki olarak % 0.1 düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.6).

Çeltik genotipleri arasında tüm çinko uygulamalarında önemli farklar gözlenmiştir. Salkımda tane sayısı en fazla olan genotip KA 080 olmuştur. Zn₀ (Kontrol) uygulamasına göre en fazla artış gösteren genotip ise % 52.02 ile Zn₂ uygulamasında KA 081 genotipi olmuştur. Çinko uygulamaları arttıkça salkımda tane sayısı miktarları

da artmıştır. Osmancık 97 ve GA 7721 genotiplerinde salkımda tane sayısı üzerine çinko uygulamaları arasındaki farklar önemli bulunmamıştır. Tüm genotiplerde en fazla salkımda tane sayısı Zn_2 uygulamasında gözlenmiştir (Çizelge 4.7).

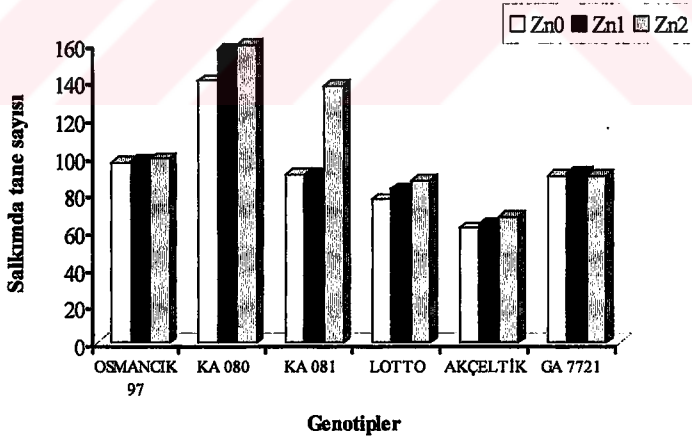
Çizelge 4.7. Çinko uygulamasının (0, 0.5, 1.0 kg Zn da⁻¹) bazı çeltik genotiplerinin salkımda tane sayısı üzerine etkileri

GENOTİPLER	UYGULAMALAR				
	Zn ₀	Zn ₁	Değişim, %	Zn ₂	Değişim, %
OSMANCIK 97	97.23 aB	98.02 aB	0.81	98.87 aC	1.69
KA 080	140.47 bA	157.13 aA	11.86	159.33 aA	13.43
KA 081	90.47 bC	90.60 bC	0.14	137.53 aB	52.02
LOTTO	77.00 bD	82.80 aD	7.53	87.33 aD	13.42
AKÇELTİK	61.60 bE	63.60 abE	3.25	68.00 aE	10.39
GA 7721	89.80 aC	91.40 aC	1.78	89.78 aD	-0.02

LSD C_{Zn} int. (0.001) = 5.550658

* Aynı harfle gösterilen uygulamalar arasındaki fark istatistik olarak önemli değildir.

** Büyük harfler düşey, küçük harfler yatay karşılaştırma içindir.



Şekil 4.3. Çinko uygulamasının (0, 0.5, 1.0 kg Zn da⁻¹) bazı çeltik genotiplerinin salkımda tane sayısı üzerine etkileri

Denemede kullanılan tüm genotipler birlikte değerlendirildiğinde genotiplerin çinkoya göstermiş oldukları tepkiler önemli olmuş ve genotiplerde çinko uygulandığında ortalama salkımda tane sayısı miktarındaki değişimler, çinko uygulanmadığında (Zn_0) 92.76 iken, Zn_1 uygulaması ile % 6.65 oranında artarak 98.93'e, Zn_2 uygulaması ile ise % 15.13 oranında artarak 106.80'e ulaşmıştır (Çizelge 4.7).

4.5. Çinko Uygulamasının Bazı Çeltik Genotiplerinin Biyolojik Verimleri (Sap+Salkım) Üzerine Etkisi

Çinko uygulamasıyla (0, 0.5, 1.0 kg Zn da⁻¹) 6 çeltik genotipinden (Osmancık 97, KA 080, KA 081, Lotto, Akçeltik, GA 7721) elde edilen biyolojik verimlere ait varyans analizi sonuçları Çizelge 4.8'de, biyolojik verimlere ait ortalamalar ise Çizelge 4.9, Ek 4 ve Şekil 4.4'de verilmiştir.

Çizelge 4.8. Çinko uygulamasının bazı çeltik genotiplerinin biyolojik (sap + salkım) verimleri (kg da⁻¹) üzerine etkilerine ilişkin varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması
Genel	53	
Tekerrür (T)	2	3491
Genotip (G)	5	90 505 ***
G X T (Hata 1)	10	7635
Çinko (Zn)	2	35175*
G X Zn	10	16051 ^{öd}
Hata 2	24	8116

*p<0.05, ***p<0.001, öd: önemli değil

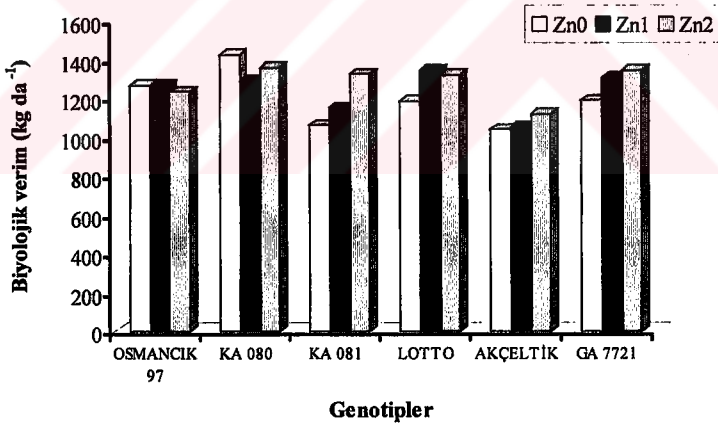
Çizelge 4.9. Çinko uygulamasının (0, 0.5, 1.0 kg Zn da⁻¹) bazı çeltik genotiplerinin biyolojik (sap + salkım) verimleri (kg da⁻¹) üzerine etkileri

GENOTİPLER	UYGULAMALAR					
	Zn ₀	Zn ₁	Değişim, %	Zn ₂	Değişim, %	Ort.
OSMANCIK 97	1269.3	1269.1	-0.02	1233.9	-2.79	1257.4 AB
KA 080	1424.1	1288.6	-9.51	1356.3	-4.76	1356.3 A
KA 081	1061.5	1152.3	8.55	1324.7	24.79	1179.5 BC
LOTTO	1185.9	1341.7	13.13	1318.7	11.19	1282.1 AB
AKÇELTİK	1036.4	1049.9	1.30	1118.1	7.88	1068.1 C
GA 7721	1187.6	1306.5	10.01	1343.0	13.08	1279.0 AB
ORTALAMA	1194.1 b	1234.7 ab		1282.4 a		

LSD_{genotip (0.001)} : 130.5443 LSD_{çinko (0.5)} : 61.9781

* Aynı harfle gösterilen uygulamalar arasındaki fark istatistiki olarak önemli değildir.

** Büyük harfler düşey, küçük harfler yatay karşılaştırma içindir.



Şekil 4.4. Çinko uygulamasının (0, 0.5, 1.0 kg Zn da⁻¹) bazı çeltik genotiplerinin biyolojik (sap + salkım) verimleri (kg da⁻¹) üzerine etkileri

Çizelge 4.8 ve Çizelge 4.9'un birlikte incelenmesinden anlaşılabileceği gibi çeltik genotiplerinin biyolojik verimleri üzerine genotiplerin etkisi istatistiki olarak % 0.1 düzeyinde önemli bulunurken, çinko uygulamalarının etkisi istatistiki olarak % 5 düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.8). Çeltik genotiplerinin genetik özellikleri birbirinden farklı olduğundan, aynı toprak üzerinde ve aynı düzeylerde çinko uygulamalarına karşın oluşturdıkları biyolojik verim miktarı birbirinden farklı olmuştur. Çeltik genotipleri arasında en fazla kuru madde miktarı 1356.3 kg da⁻¹ ile KA 080 genotipinde olmuştur. Bunu sırası ile GA 7721, Osmancık 97, Lotto, KA 081 izlemiş ve en az kuru madde miktarı ise 1068.18 kg da⁻¹ ile Akçeltik genotipinde olmuştur (Çizelge 4.9).

Tüm genotipler birlikte değerlendirildiğinde ortalama olarak en fazla kuru madde miktarı 1282.4 kg da⁻¹ ile Zn₂ (1 kg Zn da⁻¹) uygulamasında bulunmuştur. Bunu 1234.7 kg da⁻¹ ile Zn₁ (0.5 kg Zn da⁻¹) uygulaması ve en az kuru madde miktarı 1194.1 kg da⁻¹ ile Zn₀ (Kontrol) uygulamasında olmuştur. Çinko uygulamaları ile ortalama kuru madde miktarlarında Zn₁ uygulaması için % 3.40'lık, Zn₂ uygulaması için ise % 7.40'lık bir artış gözlenmiştir. Kontrol (Zn₀) uygulaması ile Zn₁ uygulaması ve Zn₁ uygulaması ile Zn₂ uygulaması arasında istatistiki olarak bir fark gözlenemezken, kontrol (Zn₀) uygulaması ile Zn₂ uygulaması arasındaki fark istatistiki olarak önemli bulunmuştur (Çizelge 4.9).

Çeltik genotiplerinde çinko uygulamalarının biyolojik verim üzerine etkisinin istatistiki olarak önemli bulunmamasının nedeni artan çinko uygulamalarının biyolojik verim üzerine farklı etki yapması olarak açıklamak mümkündür. Osmancık 97 ve KA 080 genotiplerinde artan çinko uygulamalarına karşılık biyolojik verimde bir azalma, KA 081, Lotto, Akçeltik ve GA 7721 genotiplerinde biyolojik verimde bir artış gözlenmiştir. KA 081, Lotto, Akçeltik ve GA 7721 genotiplerinde çinko uygulamaları ile genotiplerin oluşturduğu ortalama biyolojik verim değerleri, Zn₁ uygulaması ile 1117.8 kg da⁻¹'dan % 8.48'lik bir artışla 1212.6 kg da⁻¹'a, Zn₂ uygulaması ile % 14.16'lık bir artış göstererek 1276.1 kg da⁻¹'a yükselmiştir. Diğer yandan biyolojik verim azalması gösteren Osmancık 97 ve KA 080 genotiplerinde ise ortalama biyolojik verim değerleri, Zn₁ uygulaması ile 1346.7 kg da⁻¹'dan % 5.04'lük azalma ile 1278.8 kg da⁻¹'a, Zn₂ uygulaması ile ise % 3.83'lük azalma ile 1295.1 kg da⁻¹'a gerilemiştir.

4.6. Çinko Uygulamasının Bazı Çeltik Genotiplerinin Salkım Verimi Üzerine Etkisi

Çinko uygulamasıyla (0, 0.5, 1.0 kg Zn da⁻¹) 6 çeltik genotipinden (Osmancık 97, KA 080, KA 081, Lotto, Akçeltik, GA 7721) elde edilen salkım verimlerine ait varyans analizi sonuçları Çizelge 4.10'da, salkım verim ortalamaları ise Çizelge 4.11, Ek 5 ve Şekil 4.5'de, çinko uygulamalarında çeltik genotiplerine ait salkım görünümleri Şekil 4.6'da verilmiştir.

Çizelge 4.10 ve Çizelge 4.11'in birlikte incelenmesinden anlaşılabileceği gibi çeltik genotiplerinde salkım verimleri üzerine genotiplerin etkisi istatistiki olarak % 0.1 düzeyinde, çinkonun etkisi istatistiki olarak % 5 ve genotip x çinko interaksyonu da istatistiki olarak % 5 düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.10).

Çizelge 4.10. Çinko uygulamasının bazı çeltik genotiplerinin salkım verimleri (kg da⁻¹) üzerine etkilerine ilişkin varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması
Genel	53	
Tekerrür (T)	2	3707
Genotip (G)	5	80119***
G X T (Hata 1)	10	1164
Çinko (Zn)	2	7109*
G X Zn	10	4863*
Hata 2	24	1914

*p<0.05,

***p<0.001

Çizelge 4.11 ve Şekil 4.5 birlikte incelendiğinde Osmancık 97 genotipinin çinko uygulaması ile salkım veriminin azaldığı KA 080, KA 081, Lotto, Akçeltik ve GA 7721 genotiplerinin ise salkım verimlerinin arttığı gözlenmiştir.

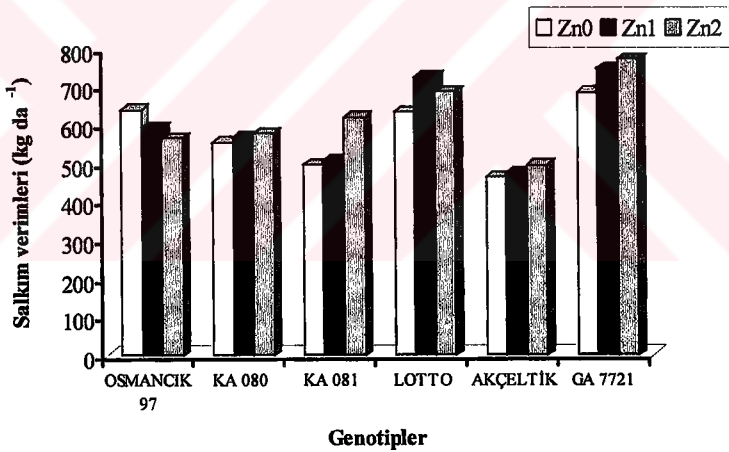
Çizelge 4.11. Çinko uygulamasının (0, 0.5, 1.0 kg Zn da⁻¹) bazı çeltik genotiplerinin salkım verimleri (kg da⁻¹) ve çinko etkinlikleri (ZnE) üzerine etkileri

GENOTİPLER	UYGULAMALAR				
	Zn ₀	Zn ₁	ZnE ₁ , %	Zn ₂	ZnE ₂ , %
OSMANCIK 97	640.18 aA	591.69 bC	108.20	565.13 cE	113.28
KA 080	554.49 cB	566.84 bD	97.82	575.67 aD	96.32
KA 081	496.06 cC	505.93 bE	98.05	618.06 aC	80.26
LOTTO	633.40 cF	724.08 aB	87.48	686.55 bB	92.25
AKÇELTİK	463.50 cE	473.61 bF	97.86	492.64 aF	94.09
GA 7721	683.57 cD	747.05 bA	91.50	770.58 aA	88.71

LSD $\sqrt{C \times Zn \text{ int } (0.5)} = 8.087994$

* Aynı harfle gösterilen uygulamalar arasındaki fark istatistiki olarak önemli değildir.

** Büyük harfler düşey, küçük harfler yatay karşılaştırma içindir



Şekil 4.5. Çinko uygulamasının (0, 0.5, 1.0 kg Zn da⁻¹) bazı çeltik genotiplerinin salkım verimleri (kg da⁻¹) üzerine etkileri

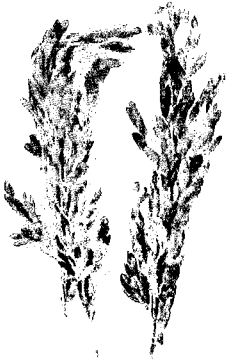
Tüm genotipler birlikte değerlendirildiğinde çinko uygulanmadığında (Zn_0) ortalama salkım verimi 578.5 kg da^{-1} iken, Zn_1 uygulaması ile % 3.97'lik artışla 601.5 kg da^{-1} 'a, Zn_2 uygulaması ile % 6.84'lük artışla 618.1 kg da^{-1} 'a ulaşmıştır. Çinko uygulamaları ile salkım verimleri artış gösteren KA 080, KA 081, Lotto, Akçeltik, GA 7721 genotiplerinin oluşturduğu ortalama salkım verimi çinko uygulanmadığında (Zn_0) $566.20 \text{ kg da}^{-1}$ iken, Zn_1 uygulaması ile % 6.59'luk artışla 603.5 kg da^{-1} 'a, Zn_2 uygulaması ile % 11.04'lük artışla 628.7 kg da^{-1} 'a ulaşmıştır (Çizelge 4.11).

Osmancık 97 genotipinde ise çinko uygulanmadığında (Zn_0) $640.18 \text{ kg da}^{-1}$ olan salkım verimi, Zn_1 uygulaması ile % 7.57 oranında azalarak $591.69 \text{ kg da}^{-1}$ 'a, Zn_2 uygulaması ile % 11.72'lik azalma ile $565.13 \text{ kg da}^{-1}$ 'a gerilemiştir. Osmancık 97 genotipindeki bu azalmaları toprakta bulunan mevcut çinkoyu etkin bir biçimde kullanması sonucu uygulanan çinkodan olumsuz etkilenme şeklinde açıklamak mümkündür.



OSMANCIK 97

Şekil 4.6. Çinko uygulamalarında (Zn_0 , Zn_1 , Zn_2) çeltik genotiplerine ait (Osmancık 97, KA 080, KA 081, Lotto, Akçeltik, GA 7721) salkım görüntüleri



Zn₀



Zn₁



Zn₂

KA 080



Zn₀



Zn₁



Zn₂

KA 081

Şekil 4.6. (devam)



Zn₀



Zn₁



Zn₂

LOTTO



Zn₀



Zn₁



Zn₂

AKÇELTİK

Şekil 4.6. (devam)



Zn₀



Zn₁



Zn₂

GA 7721

Şekil 4.6. (devam)

4.7. Çinko Uygulamasının Bazı Çeltik Genotiplerinin Sap Verimi Üzerine Etkisi

Çinko uygulamasıyla (0, 0.5, 1.0 kg Zn da⁻¹) 6 çeltik genotipinden (Osmancık 97, KA 080, KA 081, Lotto, Akçeltik, GA 7721) elde edilen sap verimlerine ait varyans analizi sonuçları Çizelge 4.12’de, sap verim ortalamaları ise Çizelge 4.13, Ek 6 ve Şekil 4.7’de verilmiştir.

Çizelge 4.12 ve Çizelge 4.13’ün birlikte incelenmesinden anlaşılabileceği gibi çeltik genotiplerinde sap verimi üzerine genotiplerin etkisi istatistiki olarak % 0.1 düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.12). Çeltik genotipleri arasında en fazla sap verimi KA 080 genotipinde (790.68 kg da⁻¹) olmuştur. Bunu Osmancık 97, KA 081, Lotto, Akçeltik genotipleri izlemiş ve en az sap verimini ise GA 7721 genotipinde elde edilmiştir (Çizelge 4.13).

Çizelge 4.12. Çinko uygulamasının bazı çeltik genotiplerinin sap verimleri (kg da⁻¹) üzerine etkilerine ilişkin varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması
Genel	53	
Tekerrür (T)	2	133
Genotip (G)	5	64569***
G X T (Hata 1)	10	3721
Çinko (Zn)	2	10969 ^{8d}
G X Zn	10	6932 ^{8d}
Hata 2	24	4467

*p<0.05, 8d: önemli değil

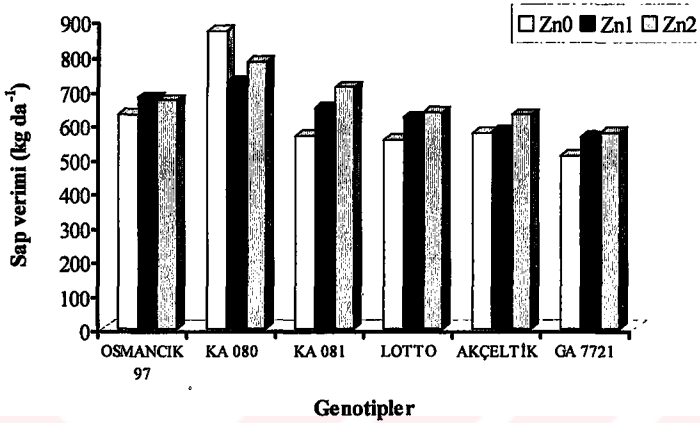
Çizelge 4.13. Çinko uygulamasının (0, 0.5, 1.0 kg Zn da⁻¹) bazı çeltik genotiplerinin sap verimleri (kg da⁻¹) üzerine etkileri

GENOTİPLER	UYGULAMALAR					
	Zn ₀	Zn ₁	Değişim, %	Zn ₂	Değişim, %	Ort.
OSMANCIK 97	629.11	677.37	7.67	668.76	6.30	658.42 B
KA 080	869.66	721.80	-17.00	780.59	-10.24	790.68 A
KA 081	565.47	646.38	14.31	706.65	24.97	639.50 BC
LOTTO	552.48	617.60	11.79	632.16	14.42	600.75 BC
AKÇELTİK	572.87	576.32	0.60	625.47	9.18	591.55 BC
GA 7721	503.99	559.47	11.00	572.40	13.57	545.29 C

LSD_{genotip (0.001)} = 91.1346

* Aynı harfle gösterilen uygulamalar arasındaki fark istatistiki olarak önemli değildir.

Tüm genotipler birlikte değerlendirildiğinde çinko uygulamalarının çeltik genotiplerinin sap verimi üzerine etkisi önemli olmasa da, Zn₀ uygulamasında ortalama sap verimi 615.6 kg da⁻¹ iken, Zn₁ uygulamasıyla % 2.8'lik artışla 633.2 kg da⁻¹, Zn₂ uygulaması ile de % 7.91'lik artışla 664.3 kg da⁻¹ olmuştur.



Şekil 4.7. Çinko uygulamasının (0, 0.5, 1.0 kg Zn da⁻¹) bazı çeltik genotiplerinin sap verimleri (kg da⁻¹) üzerine etkileri

Çizelge 4.13 ve Şekil 4.7 birlikte incelendiğinde KA 080 genotipinde çinko uygulaması ile sap verimlerinde bir azalış, KA 081, Osmancık 97, Lotto, Akçeltik ve GA 7721 genotiplerinde çinko uygulamalarına bağlı olarak sap verimlerinde bir artış gözlenmiştir. Çinko uygulamaları ile sap verimlerinde artış gözlenen KA 081, Osmancık 97, Lotto, Akçeltik ve GA 7721 genotipleri birlikte değerlendirildiğinde Zn₀ uygulaması ile ortalama sap verimleri 564.8 kg da⁻¹ iken, Zn₁ uygulaması ile % 8.95'lik artışla 615.4 kg da⁻¹'a, Zn₂ uygulaması ile ise % 13.51'lik artışla 641.1 kg da⁻¹'a yükselmiştir. Sap veriminde azalma gözlenen KA 080 genotipinde ise Zn₁ uygulaması ile % 17.0'lık, Zn₂ uygulaması ile ise % 10.24'lük bir azalma olmuştur.

Bir önceki konuda değinilen Osmancık 97 genotipinde biyolojik verim, artan çinko uygulamalarına karşılık bir azalma gösterirken, sap verimi artan çinko uygulamaları ile bir artış göstermiştir.

4.8. Çinko Uygulamasının Bazı Çeltik Genotiplerinin Tane Verimi Üzerine Etkisi

Çinko uygulamasıyla (0, 0.5, 1.0 kg Zn da⁻¹) 6 çeltik genotipinden (Osmancık 97, KA 080, KA 081, Lotto, Akçeltik, GA 7721) elde edilen tane verimlerine ait varyans analizi sonuçları Çizelge 4.14'de, tane verim ortalamaları ise Çizelge 4.15, Ek 7 ve Şekil 4.8'de, çinko uygulamalarında çeltik genotiplerine ait salkım görünümleri Şekil 4.6'da verilmiştir.

Çizelge 4.14. Çinko uygulamasının bazı çeltik genotiplerinin tane verimi (kg da⁻¹) üzerine etkilerine ilişkin varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması
Genel	53	
Tekerrür (T)	2	3788
Genotip (G)	5	83527***
G X T (Hata 1)	10	1251
Çinko (Zn)	2	7108*
G X Zn	10	5018*
Hata 2	24	1932

*p<0.05,

***p<0.001

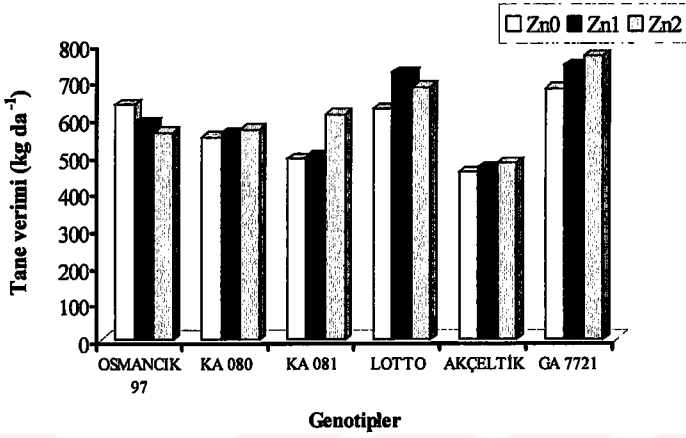
Çizelge 4.15. Çinko uygulamasının (0, 0.5, 1.0 kg Zn da⁻¹) bazı çeltik genotiplerinin tane verimleri (kg da⁻¹) üzerine etkileri

GENOTİPLER	UYGULAMALAR						
	Zn ₀	Zn ₁	ZnE ₁ , %	Değişim, %	Zn ₂	ZnE ₂ , %	Değişim, %
OSMANCIK 97	637.08 aB	588.15 bC	108.3	-7.68	561.62cE	113.4	-11.84
KA 080	550.02 cD	560.48 bD	98.13	1.90	571.20 aD	96.29	3.85
KA 081	491.06 bE	497.36 bE	98.73	1.28	611.36 aC	80.32	24.49
LOTTO	625.93 cC	721.82 aB	86.72	15.32	684.49 bB	91.44	9.35
AKÇELTİK	455.52 cF	466.23 bF	97.70	2.35	479.95 aF	94.91	5.36
GA 7721	679.42 cA	743.58 bA	91.37	9.44	767.77 aA	88.49	13.00

LSD C_{Zn} int. (0.5)= 8.133331

* Aynı harfle gösterilen uygulamalar arasındaki fark istatistikî olarak önemli değildir.

** Büyük harfler düşey, küçük harfler yatay karşılaştırma içindir.



Şekil 4.8. Çinko uygulamasının (0, 0.5, 1.0 kg Zn da⁻¹) bazı çeltik genotiplerinin tane verimi (kg da⁻¹) üzerine etkileri

Çizelge 4.14 ve Çizelge 4.15'in birlikte incelenmesinden anlaşılabileceği gibi çeltik genotiplerinin tane verimi üzerine etkisi istatistiki olarak % 0.1 düzeyinde, çinko uygulamalarının etkisi istatistiki olarak % 5 düzeyinde ve genotip x çinko interaksyonu ise istatistiki olarak % 5 düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.14).

Çeltik genotipleri içerisinde en fazla tane verimi Zn₂ uygulamasında GA 7721 genotipinde (767.77 kg da⁻¹) elde edilmiştir. GA 7721 genotipini, 684.49 kg da⁻¹ ile Lotto genotipi, 611.36 kg da⁻¹ ile KA 081 genotipleri izlemiştir. Osmancık 97 genotipi hariç tüm genotiplerde çinko uygulamaları ile tane verimi artmıştır (Çizelge 4.15).

Denemede kullanılan tüm genotipler birlikte değerlendirildiğinde, genotiplerin çinko uygulamalarına göstermiş olduğu tepkiler önemli olmuş, çinko uygulanmadığında genotiplerin ortalama tane verimi 573.17 kg da⁻¹ iken, Zn₁ uygulamasında % 4.03 artarak 596.27 kg da⁻¹ ve Zn₂ uygulamasında % 6.90 oranında artarak 612.73 kg da⁻¹ olmuştur.

Diğer taraftan genotiplerin çinkodan etkilenme düzeyleri birbirinden farklı olmuştur. Çinko uygulaması ile tane veriminde artış gözlenen 5 genotip birlikte değerlendirildiğinde ortalama tane verimleri, kontrol (Zn₀) uygulamasında 560.39 kg da⁻¹ iken, Zn₁ uygulamasında % 6.69'luk artışla 597.89 kg da⁻¹, Zn₂ uygulamasıyla ise % 11.16'luk artışla 622.95 kg da⁻¹ olmuştur (Çizelge 4.15).

Tane veriminde azalma görülen Osmancık 97 genotipinde çinko etkinliği 100'den büyük, tane veriminde artış görülen genotiplerde ise çinko etkinliği 100'den küçük olmuştur. Osmancık 97 Zn₁ ve Zn₂ uygulamalarında en etkin genotip olarak bulunmuştur. Diğer bir ifadeyle toprakta bulunan mevcut çinkodan en etkin yararlanan genotip olmuştur (Çizelge 4.15).

4.9. Çinko Uygulamasının Bazı Çeltik Genotiplerinin Hasat İndeksi (HI) Üzerine Etkisi

Çinko uygulamasıyla (0, 0.5, 1.0 kg Zn da⁻¹) 6 çeltik genotipinden (Osmancık 97, KA 080, KA 081, Lotto, Akçeltik, GA 7721) elde edilen hasat indeksine ait varyans analizi sonuçları Çizelge 4.16'da, hasat indeksi ortalamaları ise Çizelge 4.17, Ek 8 ve Şekil 4.9'da verilmiştir.

Çizelge 4.16. Çinko uygulamasının bazı çeltik genotiplerinin hasat indeksi (%) üzerine etkilerine ilişkin varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması
Genel	53	
Tekerrür (T)	2	9.220
Genotip (G)	5	315.715***
G X T (Hata 1)	10	3.874
Çinko (Zn)	2	1.722 ^{8d}
G X Zn	10	11.053 ^{8d}
Hata 2	24	7.706

*p<0.05,

8d: önemli değil

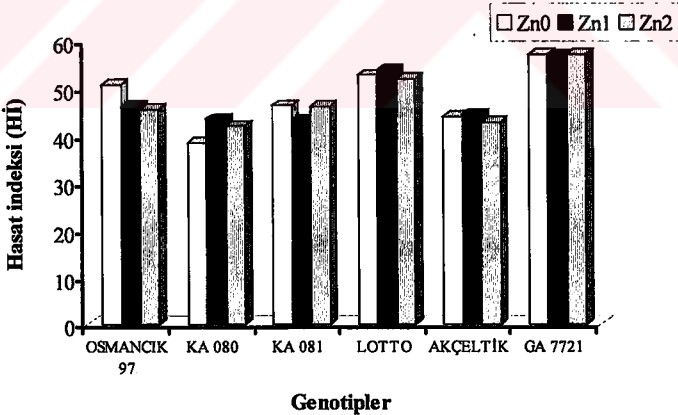
Çizelge 4.17. Çinko uygulamasının (0, 0.5, 1.0 kg Zn da⁻¹) bazı çeltik genotiplerinin hasat indeksi (Hİ, %) üzerine etkileri

GENOTİPLER	UYGULAMALAR					
	Zn ₀	Zn ₁	Değişim, %	Zn ₂	Değişim, %	Ort.
OSMANCIK 97	50.72	46.22	-8.87	45.65	-9.97	47.53 C
KA 080	38.49	43.57	13.20	42.06	9.27	41.37 E
KA 081	46.43	43.31	-6.72	46.15	-0.60	45.29 CD
LOTTO	52.79	53.82	1.95	52.05	-1.40	52.89 B
AKÇELTİK	44.01	44.49	1.09	42.88	-2.57	43.79 DE
GA 7721	57.17	56.88	-0.51	57.16	-0.02	57.07 A

LSD_{Genotip (0.001)} = 2.940582

* Aynı harfle gösterilen uygulamalar arasındaki fark istatistiki olarak önemli değildir.

Çizelge 4.16 ve Çizelge 4.17'nin birlikte incelenmesinden anlaşılabileceği gibi hasat indeksi üzerine genotiplerin etkisi istatistiki olarak % 0.1 düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.16). Çinko uygulamalarının ve genotip x çinko interaksyonu istatistiksel bakımdan önemli bulunmamıştır.



Şekil 4.9. Çinko uygulamasının (0, 0.5, 1.0 kg Zn da⁻¹) bazı çeltik genotiplerinin hasat indeksi (Hİ, %) üzerine etkileri

KA 080 genotipinde çinko uygulamaları ile hasat indeksi değeri artmış, diğer genotiplerde özellikle Zn_2 uygulamasında Zn_0 (Kontrol) uygulamasına göre hasat indeksi değerleri azalmıştır. En fazla azalma ise % 9.97 ile Osmancık 97 genotipinde saptanmıştır. Genotipler içerisinde en büyük hasat indeksi değeri kontrol (Zn_0) uygulamasında GA 7721 genotipinde (57.17) bulunmuştur. Bunu Lotto, Osmancık 97, Akçeltik, KA 081 ve KA 080 genotipleri izlemiştir (Çizelge 4.17).

Denemede kullanılan tüm genotipler birlikte değerlendirildiğinde, çinko uygulamalarındaki artışa bağlı olarak genotiplerin ortalama hasat indeksi değerleri azalmıştır. Çinko uygulanmadığında (Zn_0) 48.27 olan hasat indeksi değeri, Zn_1 uygulaması ile % 0.46 oranında azalarak 48.05'e, Zn_2 uygulaması ile ise % 1.26 oranında azalarak 47.66 değerine gerilemiştir (Çizelge 4.17).

4.10. Çinko Uygulamasının Bazı Çeltik Genotiplerinin Bin Tane Ağırlıkları Üzerine Etkisi

Çinko uygulamasıyla (0, 0.5, 1.0 kg Zn da⁻¹) 6 çeltik genotipinden (Osmancık 97, KA 080, KA 081, Lotto, Akçeltik, GA 7721) elde edilen bin tane ağırlıklarına ait varyans analizi sonuçları Çizelge 4.18'de, bin tane ağırlığı ortalamaları ise Çizelge 4.19, Ek 9 ve Şekil 4.10'da verilmiştir.

Çizelge 4.18 ve Çizelge 4.19'un birlikte incelenmesinden anlaşılabileceği gibi çeltik genotiplerinde bin tane ağırlıkları üzerine genotiplerin etkisi istatistiki olarak % 0.1 düzeyinde, çinko uygulamalarının ve genotip x çinko interaksiyonunun etkisi istatistiki olarak % 1 düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.18).

Çeltik genotipleri arasında en fazla bin tane ağırlığı Zn_2 uygulamasında GA 7721 genotipinde (28.29 g) olmuştur. En düşük bin tane ağırlığı ise kontrol (Zn_0) uygulamasında KA 080 genotipinde (23.61 g) bulunmuştur. Osmancık 97, KA 081 ve Akçeltik genotiplerinde

uygulamalar arası fark önemli bulunmamasına rağmen çinko uygulamaları arttıkça bin tane ağırlıkları azalmış, KA 080, Lotto ve GA 7721 genotiplerinde ise çinko uygulamalarındaki artışla bin tane ağırlıklarında bir artma gözlenmiştir (Çizelge 4.19).

Çizelge 4.18. Çinko uygulamasının bazı çeltik genotiplerinin bin tane ağırlıkları (g) üzerine etkilerine ilişkin varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması
Genel	53	
Tekerrür (T)	2	2.4442
Genotip (G)	5	12.4942***
G X T (Hata 1)	10	0.4511
Çinko (Zn)	2	0.9071 ^{öd}
G X Zn	10	1.2887**
Hata 2	24	0.3661

** p<0.01, ***p<0.001, öd: önemli değil

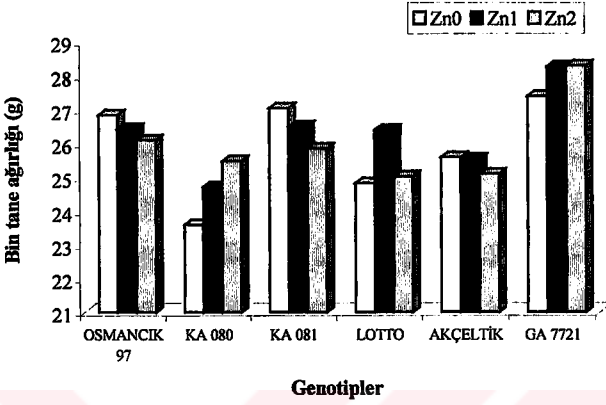
Çizelge 4.19. Çinko uygulamasının (0, 0.5, 1.0 kg Zn da⁻¹) bazı çeltik genotiplerinin bin tane ağırlığı (g) üzerine etkileri

GENOTİPLER	UYGULAMALAR				
	Zn ₀	Zn ₁	Değişim, %	Zn ₂	Değişim, %
OSMANCIK 97	26.85 aAB	26.44 aB	-1.53	26.11 aB	-2.76
KA 080	23.61 bD	24.73 abC	4.74	25.49 aB	7.96
KA 081	27.05 aA	26.51 aB	-1.99	25.85 aB	-4.44
LOTTO	24.83 bCD	26.39 aB	6.28	25.03 bB	0.81
AKÇELTİK	25.59 aBC	25.55 aBC	-0.16	25.10 aB	-1.91
GA 7721	27.39 aA	28.25 aA	3.14	28.29 aA	3.28

LSD $C \times Zn \text{ int. } (0.01) = 1.338676$

* Aynı harfle gösterilen uygulamalar arasındaki fark istatistiki olarak önemli değildir.

** Büyük harfler düşey, küçük harfler yatay karşılaştırma içindir.



Şekil 4.10. Çinko uygulamasının (0, 0.5, 1.0 kg Zn da⁻¹) bazı çeltik genotiplerinin bin tane ağırlığı (g) üzerine etkileri

Denemede kullanılan tüm genotipler birlikte değerlendirildiğinde, çinko uygulamaları ile genotiplerin oluşturdukları bin tane ağırlıkları birbirinden farklı olmuştur. Çinko uygulanmadığında (Zn₀) ortalama bin tane ağırlığı 25.87 iken, Zn₁ uygulaması ile % 1.7 artarak 26.31 g ve Zn₂ uygulaması ile % 0.42 artarak 25.98 g olmuştur (Çizelge 4.19).

Diğer yandan genotiplerin çinkodan etkilenme düzeyleri birbirinden farklı olmuştur. Osmancık 97, KA 081 ve Akçeltik genotiplerinde bin tane ağırlığı çinko uygulamalarının artması ile azalmıştır. Bu genotipler birlikte değerlendirildiğinde çinko uygulanmadığında (Zn₀) ortalama bin tane ağırlığı 26.50 g iken, Zn₁ uygulamasında % 1.28'lik azalma ile 26.16 g, Zn₂ uygulaması ile % 3.13'lük azalma ile 25.67 g olmuştur. Çinko uygulamaları ile bin tane ağırlığında artış gözlenen KA 080, Lotto ve GA 7721 genotipleri birlikte değerlendirildiğinde ise çinko uygulanmadığında (Zn₀) 25.28 g olan ortalama bin tane ağırlığı, Zn₁ uygulaması ile % 4.66'lık artışla ile 26.46 g, Zn₂ uygulaması ile % 3.92'lik artış ile 26.27 g olmuştur.

4.11. Çinko Uygulamasının Bazı Çeltik Genotiplerinin Tanede Çinko Kapsamları Üzerine Etkisi

Çinko uygulamasıyla (0, 0.5, 1.0 kg Zn da⁻¹) 6 çeltik genotipinden (Osmancık 97, KA 080, KA 081, Lotto, Akçeltik, GA 7721) elde edilen çinko kapsamlarına ait varyans analizi sonuçları Çizelge 4.20’de, çinko kapsamlarına ait ortalamalar ise Çizelge 4.21, Ek 10 ve Şekil 4.11’de verilmiştir.

Çizelge 4.20. Çinko uygulamasının bazı çeltik genotiplerinin tanede çinko kapsamları (mg kg⁻¹) üzerine etkilerine ilişkin varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması
Genel	53	
Tekerrür (T)	2	2.200
Genotip (G)	5	86.986***
G X T (Hata 1)	10	1.508
Çinko (Zn)	2	96.765***
G X Zn	10	3.182*
Hata 2	24	1.278

*p<0.05,

***p<0.001

Çizelge 4.21. Çinko uygulamasının (0, 0.5, 1.0 kg Zn da⁻¹) bazı çeltik genotiplerinin tanede çinko kapsamları (mg kg⁻¹) üzerine etkileri

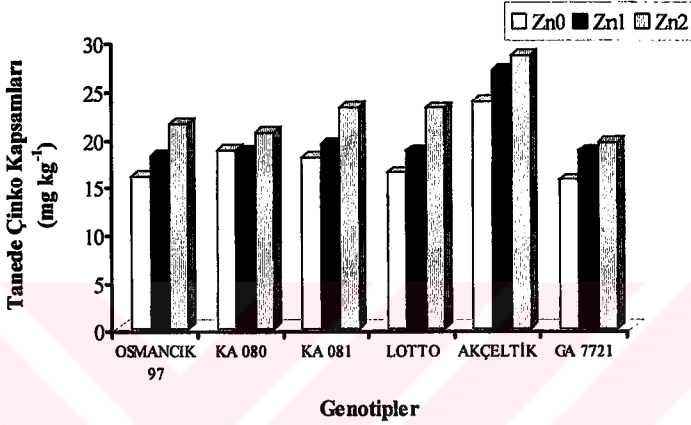
GENOTİPLER	UYGULAMALAR				
	Zn ₀	Zn ₁	Değişim, %	Zn ₂	Değişim, %
OSMANCIK 97	15.90 cC	18.07 bB	13.65	21.40 aC	34.59
KA 080	18.70 bB	18.53 bB	-0.90	20.47 aCD	9.46
KA 081	17.87 cB	19.30 bB	8.00	23.07 aB	29.09
LOTTO	16.33 cC	18.57 bB	13.72	23.00 aB	40.85
AKÇELTİK	23.73 cA	26.90 bA	13.35	28.47 aA	19.97
GA 7721	15.53 bC	18.63 aB	19.96	19.40 aD	24.91

LSD Çazn İm. (0.05)=1.357909

* Aynı harfle gösterilen uygulamalar arasındaki fark istatistikî olarak önemli değildir.

** Büyük harfler düşey, küçük harfler yatay karşılaştırma içindir.

Çizelge 4.20 ve Çizelge 4.21'in birlikte incelenmesinden anlaşılabileceği gibi çeltik genotiplerinde tanenin çinko kapsamı üzerine genotiplerin ve çinko uygulamalarının etkisi istatistiki olarak % 0.1 düzeyinde, genotip x çinko interaksiyonu ise istatistiki olarak % 5 düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.20).



Şekil 4.11. Çinko uygulamasının (0, 0.5, 1.0 kg Zn da⁻¹) bazı çeltik genotiplerinin tanede çinko kapsamı (mg kg⁻¹) üzerine etkileri

Çeltik genotiplerinde çinko uygulamalarının artışına bağlı olarak çinko kapsamı da artmıştır. Genotipler içerisinde çinko uygulamalarına bağlı olarak çinko kapsamlarında en fazla artış Zn₂ uygulamasında Lotto genotipinde (% 40.85) olmuştur. Bunu Osmancık 97 genotipi (% 34.59), KA 081 genotipi (% 29.09), GA 7721 genotipi (% 24.91), Akçeltik genotipi (% 19.97) izlemiştir. Çinko uygulamaları ile çinko kapsamında en az artış ise KA 080 genotipinde (% 9.46) gözlenmiştir. KA 080 genotipinde kontrole göre Zn₁ uygulamasında çok az bir azalma gözlenmiş ise de bu istatistiki olarak önemli bulunmamıştır (Çizelge 4.21).

Denemede kullanılan tüm genotipler birlikte değerlendirildiğinde genotiplerin çinkoya göstermiş olduğu tepkiler önemli olmuş, çinko uygulanmadığında 18.01 mg kg⁻¹ olan çinko kapsamı, Zn₁ uygulaması ile % 11.05 artış oranı ile 20 mg kg⁻¹, Zn₂ uygulaması ile % 25.49 artış oranı ile 22.60 mg kg⁻¹'a ulaşmıştır (Çizelge 4.21).

4.12. Çinko Uygulamasının Bazı Çeltik Genotiplerinin Tanede Fosfor Kapsamları Üzerine Etkisi

Çinko uygulamasıyla (0, 0.5, 1.0 kg Zn da⁻¹) 6 çeltik genotipinden (Osmancık 97, KA 080, KA 081, Lotto, Akçeltik, GA 7721) elde edilen fosfor kapsamlarına ait varyans analizi sonuçları Çizelge 4.22’de, fosfor kapsamlarına ait ortalamalar ise Çizelge 4.23, Ek 11 ve Şekil 4.12’de verilmiştir.

Çizelge 4.22. Çinko uygulamasının bazı çeltik genotiplerinin tanede fosfor kapsamları (%) üzerine etkilerine ilişkin varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması
Genel	53	
Tekerrür (T)	2	0.0004574
Genotip (G)	5	0.0096685***
G X T (Hata 1)	10	0.0002107
Çinko (Zn)	2	0.0028241**
G X Zn	10	0.0002774 ^{öd}
Hata 2	24	0.0002796

** p<0.01, ***p<0.001, öd: önemli değil

Çeltik genotiplerinin çinkoya tepkilerinin ayrımlı olması dolayısıyla fosfor kapsamları üzerine etkileri de ayrımlı olmuştur. Genotipler içerisinde en fazla fosfor kapsamı Akçeltik genotipinde (% 0.333) gözlenmiştir. Bunu KA 080, Osmancık 97 ve GA 7721 genotipleri izlemiştir ve an az fosfor kapsamı ise KA 081 ve Lotto genotiplerinde bulunmuştur. Çinko uygulamaları arttıkça fosfor kapsamları azalmıştır. Çinko uygulamaları ile genotiplerin fosfor kapsamlarında en fazla azalma % 15.63 ile Zn₂ uygulamasında KA 080 genotipinde gözlenmiştir. Bunu sırasıyla KA 081 (% 11.54), GA 7721 (% 10.35), Lotto (% 7.69), Akçeltik (% 5.71) genotipleri izlemiştir.

Denemede kullanılan tüm genotipler birlikte değerlendirildiğinde, çinko uygulanmadığında (Zn₀) % 0.344 olan ortalama fosfor kapsamı, Zn₁ uygulaması ile

% 5.8 oranında azalarak % 0.324'e, Zn₂ uygulaması ile % 8.7 oranında azalarak % 0.314'e gerilemiştir (Çizelge 4.23). Kontrol (Zn₀) ile Zn₂ uygulamaları arasındaki farklar istatistiki bakımdan önemli bulunurken, Zn₀ ile Zn₁ uygulamaları ve Zn₁ ile Zn₂ uygulamaları arasındaki farklar istatistiki bakımdan önemli bulunmamıştır.

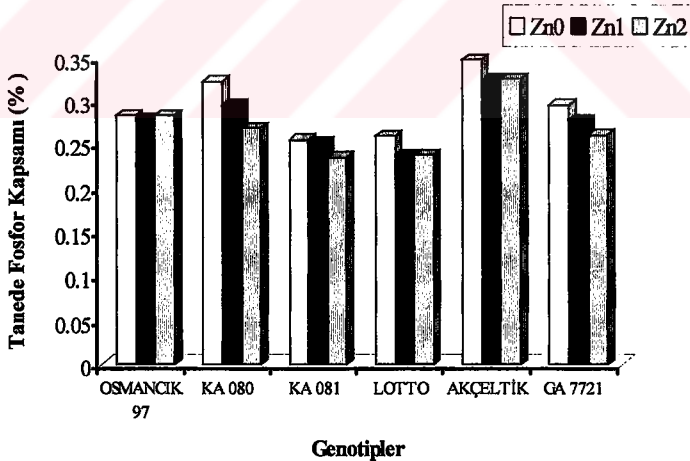
Çizelge 4.23. Çinko uygulamasının (0, 0.5, 1.0 kg Zn da⁻¹) bazı çeltik genotiplerinin tanede fosfor kapsamları (%) üzerine etkileri

GENOTİPLER	UYGULAMALAR					
	Zn ₀	Zn ₁	Değişim, %	Zn ₂	Değişim, %	Ort.
OSMANCIK 97	0.284	0.279	-1.76	0.284	0.00	0.282 B
KA 080	0.323	0.296	-8.35	0.269	-16.72	0.296 B
KA 081	0.256	0.253	-1.17	0.235	-8.20	0.248 C
LOTTO	0.260	0.238	-8.46	0.238	-8.46	0.245 C
AKÇELTİK	0.348	0.325	-6.61	0.326	-6.32	0.333 A
GA 7721	0.296	0.278	-6.08	0.261	-11.82	0.278 B
Ortalama	0.295 a	0.278 ab		0.269 b		

LSD_{Genotip (0.001)} = 2.168631

LSD_{Çinko (0.01)} = 1.558944

* Aynı harfle gösterilen uygulamalar arasındaki fark istatistiki olarak önemli değildir.



Şekil 4.12. Çinko uygulamasının (0, 0.5, 1.0 kg Zn da⁻¹) bazı çeltik genotiplerinin tanede fosfor kapsamları (%) üzerine etkileri

4.13. Çinko Uygulamasının Bazı Çeltik Genotiplerinin Tanede Fitin Asidi Kapsamları Üzerine Etkisi

Çinko uygulamasıyla (0, 0.5, 1.0 kg Zn da⁻¹) 6 çeltik genotipinden (Osmancık 97, KA 080, KA 081, Lotto, Akçeltik, GA 7721) elde edilen fitin asidi kapsamlarına (mg g⁻¹) ait varyans analizi sonuçları Çizelge 4.24'de, fitin asidi kapsamı ortalamaları ise Çizelge 4.25, Ek 12 ve Şekil 4.13'te verilmiştir.

Çizelge 4.24 ve Çizelge 4.25'in birlikte incelenmesinden anlaşılabileceği gibi çeltik genotiplerinde tanenin fitin asidi kapsamı üzerine genotiplerin etkisi istatistiki olarak % 0.1 düzeyinde, çinko uygulamalarının etkisi istatistiki olarak % 1 düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.24).

Çinko uygulamalarının tanede fitin asidi kapsamına etkisi genotiplere göre oldukça farklı olmuştur. Genotipler içerisinde en fazla fitin asidi miktarı Akçeltik (7.87 mg g⁻¹) ve Osmancık 97'de (7.72 mg g⁻¹) bulunmuştur. Bunu Lotto (6.94 mg g⁻¹), GA 7721 (5.86 mg g⁻¹), KA 080 (5.50 mg g⁻¹) ve KA 081 (4.99 mg g⁻¹) genotipleri izlemiştir.

Çizelge 4.24. Çinko uygulamasının bazı çeltik genotiplerinin tanede fitin asidi kapsamları (mg g⁻¹) üzerine etkilerine ilişkin varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması
Genel	53	
Tekerrür (T)	2	0.4640
Genotip (G)	5	13.0899***
G X T (Hata 1)	10	0.2455
Çinko (Zn)	2	4.4847**
G X Zn	10	0.7700 ^{bd}
Hata 2	24	0.4557

** p<0.01, ***p<0.001, ^{bd}: önemli değil

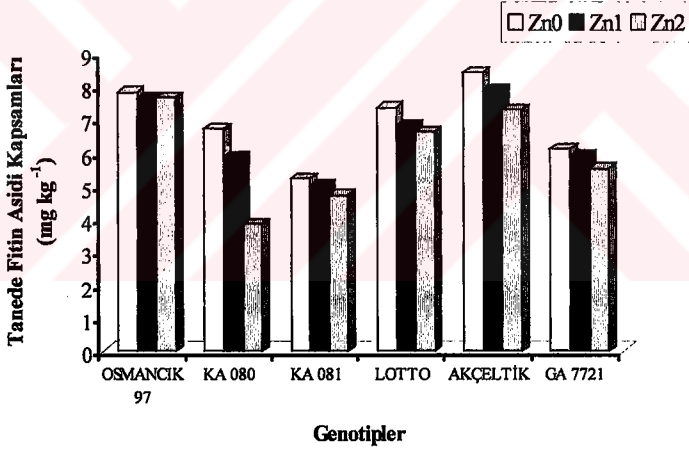
Çizelge 4.25. Çinko uygulamasının (0, 0.5, 1.0 kg Zn da⁻¹) bazı çeltik genotiplerinin tanede fitin asidi kapsamları (mg g⁻¹) üzerine etkileri

GENOTİPLER	UYGULAMALAR					
	Zn ₀	Zn ₁	Değişim, %	Zn ₂	Değişim, %	Ort.
OSMANCIK 97	7.84	7.66	-2.29	7.67	-2.17	7.72 A
KA 080	6.73	5.89	-12.48	3.87	-42.49	5.50 CD
KA 081	5.22	5.01	-4.02	4.74	-9.19	4.99 D
LOTTO	7.38	6.81	-7.72	6.64	-10.03	6.94 B
AKÇELTİK	8.42	7.88	-6.41	7.31	-13.18	7.87 A
GA 7721	6.13	5.90	-3.75	5.53	-9.78	5.86 C
Ortalama	6.95 a	6.53 ab		5.96 b		

LSD Genotip (0.001) = 0.7402513 LSD Çinko (0.01) = 0.6293633

* Aynı harfle gösterilen uygulamalar arasındaki fark istatistiki olarak önemli değildir.

** Büyük harfler düşey, küçük harfler yatay karşılaştırma içindir.



Şekil 4.13. Çinko uygulamasının (0, 0.5, 1.0 kg Zn da⁻¹) bazı çeltik genotiplerinin tanede fitin asidi kapsamları (mg g⁻¹) üzerine etkileri

Çinko uygulamasının artması ile tüm genotiplerde fitin asidi kapsamı düşmüştür. Fitin asidi kapsamında en fazla azalma Zn_2 uygulamasında KA 080 genotipinde (% 42.49) gözlenmiştir. Bu genotipi sırasıyla Akçeltik, Lotto, GA 7721, KA 081 ve Osmancık 97 genotipleri izlemiştir.

Tüm genotipler birlikte değerlendirildiğinde, çinko uygulanmadığında (Zn_0) ortalama fitin asidi kapsamı 6.95 mg g^{-1} , Zn_1 uygulaması ile % 6.04 azalarak 6.53 mg g^{-1} , Zn_2 uygulaması ile ise % 14.24 azalarak 5.96 mg g^{-1} olmuştur (Çizelge 4.25).

4.14. Çinko Uygulamasının Bazı Çeltik Genotiplerinin Tanede Fitin Asidi/Çinko (FA/Zn) Oranları Üzerine Etkisi

Çinko uygulamasıyla (0, 0.5, 1.0 kg Zn da⁻¹) 6 çeltik genotipinden (Osmancık 97, KA 080, KA 081, Lotto, Akçeltik, GA 7721) elde edilen FA/Zn oranlarına ait varyans analizi sonuçları Çizelge 4.26'da, FA/Zn oranlarına ait ortalamalar ise Çizelge 4.27, Ek 13 ve Şekil 4.14'de verilmiştir.

Çizelge 4.26. Çinko uygulamasının bazı çeltik genotiplerinin tanede FA/Zn oranları üzerine etkilerine ilişkin varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması
Genel	53	
Tekerrür (T)	2	22.65
Genotip (G)	5	342.58***
G X T (Hata 1)	10	11.21
Çinko (Zn)	2	728.11***
G X Zn	10	14.71 ^{bd}
Hata 2	24	13.55

***p<0.001, bd: önemli değil

Çizelge 4.27. Çinko uygulamasının (0, 0.5, 1.0 kg Zn da⁻¹) bazı çeltik genotiplerinin tanede FA/Zn oranları üzerine etkileri

GENOTİPLER	UYGULAMALAR					
	Zn ₀	Zn ₁	Değişim, %	Zn ₂	Değişim, %	Ort.
OSMANCIK 97	49.48	42.41	-14.28	35.88	-27.48	42.59 A
KA 080	36.08	31.80	-11.86	18.90	-47.61	28.92 CD
KA 081	29.26	25.97	-11.24	20.73	-29.15	25.32 D
LOTTO	45.15	36.71	-18.69	28.92	-35.95	36.93 B
AKÇELTİK	35.66	29.29	-17.86	25.95	-27.22	30.30 CD
GA 7721	39.59	31.81	-19.65	28.52	-27.96	33.31 BC
Ortalama	39.20 a	33.00 b		26.48 c		

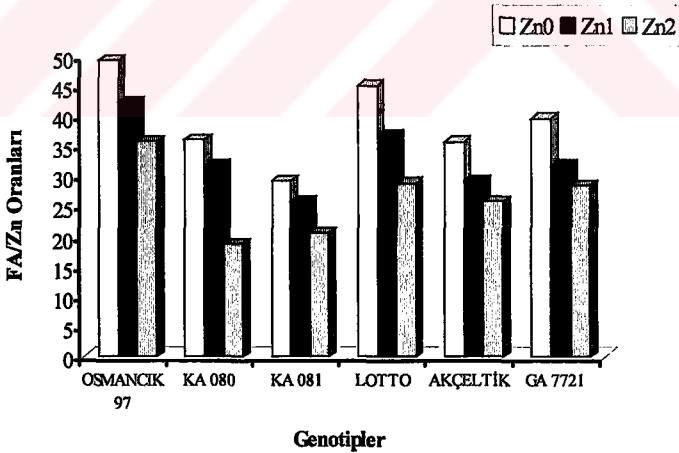
LSD_{Genotip (0.001)} = 5.002145

LSD_{Çinko (0.001)} = 3.431876

* Aynı harfle gösterilen uygulamalar arasındaki fark istatistiki olarak önemli değildir.

** Büyük harfler düşey, küçük harfler yatay karşılaştırma içindir.

Çizelge 4.26 ve Çizelge 4.27'nin birlikte incelenmesinden anlaşılabileceği gibi çeltik genotiplerinde tanede FA/Zn oranı üzerine genotiplerin ve çinko uygulamalarının etkisi istatistiki olarak % 0.1 düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.26).



Şekil 4.14. Çinko uygulamasının (0, 0.5, 1.0 kg Zn da⁻¹) bazı çeltik genotiplerinin tanede FA/Zn oranları üzerine etkileri

Çinko uygulamaları ile tüm genotiplerdeki FA/Zn oranları Çizelge 4.27’de açıkça görülebileceği gibi azalmıştır. KA 080 genotipi Zn_2 uygulamasında FA/Zn oranında % 47.61’lik bir düşüş ile FA/Zn oranı en fazla düşen genotip olmuştur.

Denemede kullanılan tüm genotipler birlikte değerlendirildiğinde, çinko uygulanmadığında (Zn_0) ortalama FA/Zn oranı 39.20 iken, Zn_1 uygulaması ile % 15.82 oranında azalarak 33.00’e, Zn_2 uygulaması ile ise % 32.45 oranında azalarak 26.48’e gerilemiştir (Çizelge 4.27).

FA/Zn oranının 20-25’ten fazla olduğu durumlarda hücrede çinkonun biyolojik yarıyışlılığının hızla düştüğü bilinmektedir (Oberleas ve Harland 1981). Denemede özellikle Zn_2 uygulaması ile tüm çeltik genotiplerinde FA/Zn oranı kontrole göre % 25’ten daha fazla düşmüştür (Çizelge 4.27).

4.15. Çinko Uygulamasının Bazı Çeltik Genotiplerinin Tanede Birim Çinkoya Karşılık Oluşturulan Kuru Madde Miktarları (KMO) Üzerine Etkisi

Çinko uygulamasıyla (0, 0.5, 1.0 kg Zn da⁻¹) 6 çeltik genotipinden (Osmancık 97, KA 080, KA 081, Lotto, Akçeltik, GA 7721) elde edilen birim çinkoya karşılık oluşturulan kuru madde miktarlarına (KMO) ait varyans analizi sonuçları Çizelge 4.28’de, birim çinkoya karşılık oluşturulan kuru madde miktarı ortalamaları ise Çizelge 4.29, Ek 14 ve Şekil 4.15’de verilmiştir.

Çizelge 4.28 ve Çizelge 4.29’un birlikte incelenmesinden anlaşılabileceği gibi çeltik genotiplerinde tanede birim çinkoya karşılık oluşturulan kuru madde miktarları (KMO) üzerine genotiplerin ve çinko uygulamalarının etkisi istatistiki olarak % 0.1 düzeyinde, genotip x çinko interaksyonu ise % 1 düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.28).

Çizelge 4.28. Çinko uygulamasının bazı çeltik genotiplerinin tanede birim çinkoya karşılık oluşturulan kuru madde miktarları (g) (KMO) üzerine etkilerine ilişkin varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması
Genel	53	
Tekerrür (T)	2	13.85
Genotip (G)	5	389.31***
G X T (Hata 1)	10	7.97
Çinko (Zn)	2	625.16***
G X Zn	10	26.84**
Hata 2	24	5.56

** p<0.01,

***p<0.001

Çinko uygulamaları ile tüm genotiplerdeki tanede birim çinkoya karşılık oluşturulan kuru madde miktarları Çizelge 4.29'da açıkça görülebileceği gibi azalmıştır. Genotipler içerisinde en fazla azalma Zn₁ uygulaması için GA 7721 genotipinde, Zn₂ uygulaması için ise Lotto genotipinde gözlenmiştir. En az azalma ise KA 080 genotipinde olmuştur.

Çizelge 4.29. Çinko uygulamasının (0, 0.5, 1.0 kg Zn da⁻¹) bazı çeltik genotiplerinin tanede birim çinkoya karşılık oluşturulan kuru madde + miktarları (g) (KMO) üzerine etkileri

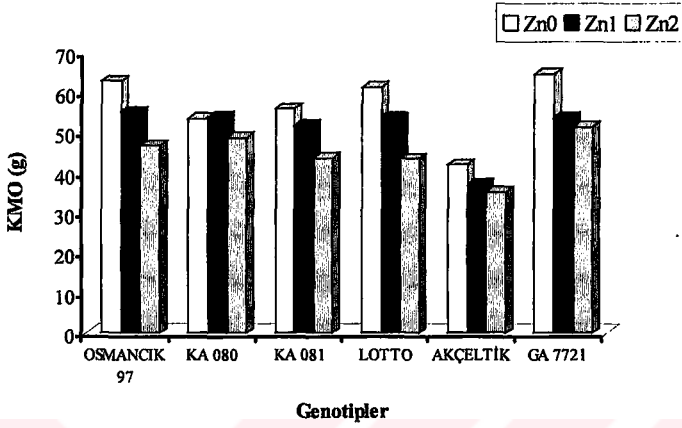
GENOTİPLER	UYGULAMALAR				
	Zn ₀	Zn ₁	Değişim, %	Zn ₂	Değişim, %
OSMANCIK 97	63.08 aAB	55.34 bA	-12.27	46.85 cB	-25.73
KA 080	53.59 aC	53.96 aAB	0.69	48.93 bAB	-8.69
KA 081	55.98 aC	51.83 bB	-7.41	43.73 cC	-21.88
LOTTO	61.27 aB	53.89 bAB	-12.04	43.57 cC	-28.88
AKÇELTİK	42.19 aD	37.17 bC	-11.90	35.35 bD	-16.21
GA 7721	64.58 aA	53.68 bAB	-16.88	51.56 bA	-20.16

LSD $\text{ÇzZn int. (0.01)} = 2.678417$

* Aynı harfle gösterilen uygulamalar arasındaki fark istatistiki olarak önemli değildir.

** Büyük harfler düşey, küçük harfler yatay karşılaştırma içindir.

+ Bir dekar alandan elde edilen tane verimi ile kaldırılan çinkodan hesaplanmıştır.



Şekil 4.15. Çinko uygulamasının (0, 0.5, 1.0 kg Zn da⁻¹) bazı çeltik genotiplerinin tanede birim çinkoya karşılık oluşturulan kuru madde miktarları (g) (KMO) üzerine etkileri

Tüm genotiplerde kontrole göre Zn₁ ve Zn₂ uygulamasında birim çinkonun oluşturduğu kuru madde miktarındaki azalma istatistiki olarak önemli bulunmuştur (Çizelge 4.28). Birim çinkonun oluşturduğu kuru madde miktarı bakımından Akçeltik genotipi en az kuru maddeyi, GA 7721 genotipi ise en fazla kuru maddeyi oluşturmuştur.

Tüm genotipler birlikte değerlendirildiğinde, çinko uygulanmadığında (Zn₀) ortalama tanede birim çinkonun oluşturduğu kuru madde miktarı 33.08 g iken, Zn₁ uygulamasıyla % 6.95 oranında azalarak 30.78 g'a, Zn₂ uygulamasıyla % 15.54 oranında azalarak 27.94 g'a gerilemiştir (Çizelge 4.29)

5. TARTIŞMA

Denemede kullanılan 6 çeltik genotipinin (Osmancık 97, KA 080, KA 081, Lotto, Akçeltik, GA 7721) oluşturduğu salkım sayıları, uygulanan çinkoya ayrımlı tepkiler göstermiştir. Çeltik genotiplerinin salkım sayıları üzerine etkisi ($p < 0.001$) ve çinko uygulamalarının salkım sayıları üzerine etkisi istatistiki bakımdan ($p < 0.05$) önemli bulunmuştur (Çizelge 4.2).

Çeltik genotipleri içerisinde en fazla salkım sayısı Zn_2 uygulamasında Lotto genotipinde (677.67 adet m^{-2}) gözlenmiştir. Tüm genotipler birlikte değerlendirildiğinde çinko uygulaması ile çeltik genotiplerinde m^2 'de oluşan ortalama salkım sayılarında Zn_1 uygulaması ile % 5.39'luk, Zn_2 uygulaması ile ise % 7.92'lik artışlar gözlenmiştir (Çizelge 4.3). Hernandez *et al.* (1985), Dutta ve Rahman (1987), Yakan vd (2001) yaptıkları çalışmalar sonucunda çeltik bitkisinde çinko uygulamaları ile m^2 'de oluşan salkım sayılarında benzer bulgulara ulaşmışlardır.

Denemede kullanılan çeltik genotiplerinde salkım boyları üzerine genotiplerin etkisi istatistiki bakımdan ($p < 0.01$) önemli bulunmuştur. Buna karşın, çinko uygulamalarının salkım boyları üzerine etkisi istatistiki bakımdan önemli bulunmamıştır (Çizelge 4.4). Bunu da çinko uygulamalarındaki salkım boyu değerlerinin birbirine çok yakın olması şeklinde açıklamak mümkündür. Yakan vd (2001)'de yapmış oldukları çalışmada benzer sonuçlar elde etmişlerdir.

Çeltik genotipleri içerisinde en uzun salkım boyu Zn_2 uygulamasında Akçeltik genotipinde (16.38 cm) en kısa salkım boyu ise Zn_0 uygulamasında Lotto genotipinde (11.43 cm) gözlenmiştir.

Tüm genotipler birlikte değerlendirildiğinde, çinko uygulamalarının salkım boyları üzerine etkisi önemli bulunmasa da, çinko uygulamalarıyla genotiplerin salkım boyları Zn₁ uygulaması ile % 4.74, Zn₂ uygulaması ile % 5.13 oranında artmıştır (Çizelge 4.5)

Araştırmada kullanılan çeltik genotiplerinin salkımda tane sayısı miktarları uygulanan çinkoya bağlı olarak sürekli artmıştır. Çeltik genotiplerinde en az salkımda tane sayısı çinko uygulanmadığında (Zn₀) Akçeltik genotipinde (61.60), en fazla salkım sayısı ise Zn₂ uygulamasında KA 080 genotipinde (159.33) gözlenmiştir.

Tüm genotipler birlikte değerlendirildiğinde çinko uygulamaları ile salkımda tane sayısı miktarında Zn₁ uygulaması ile % 6.65'lik, Zn₂ uygulaması ile % 15.13'lük artış sağlanmıştır (Çizelge 4.7).

Denemede 6 çeltik genotipinin çinko uygulamalarına tepkileri birbirlerinden ayrımlı olmuş ve bu ayrımlılık istatistiki olarak önemli ($p < 0.001$) bulunmuştur (Çizelge 4.8). Aynı şekilde, çinko uygulamalarının çeltik genotiplerinin biyolojik verimleri üzerine olan etkisi de istatistiki olarak önemli ($p < 0.05$) bulunmuştur.

Genotiplerin uygulanan çinkoya ayrımlı tepki göstermesi, toprakta bulunan mevcut ve uygulanan çinkodan yararlanabilme yeteneklerindeki ayrımlılıktan kaynaklanmaktadır. Bazı genotipler (KA 081, Lotto, Akçeltik ve GA 7721) uygulanan çinkoya olumlu tepki vermişler ve biyolojik verimleri artmış, bazı genotipler (Osmancık 97 ve KA 080) ise uygulanan çinkoya olumlu bir tepki vermemişlerdir. Aydeniz vd (1978), Sasidhar *et al.* (1983), Gurmani *et al.* (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), Chaudhry *et al.* (1977), Bhuiya *et al.* (1981), Karaçal ve Teceren (1983), Verma ve Tripathi (1983), Das (1986), Qi (1987), Maharana *et al.* (1992), Sahay *et al.* (1992), Nand ve Ram (1996), Savaşlı vd (1998), Panda *et al.* (1999) ise yaptıkları çalışmalarda çinko uygulamaları ile çeltikte biyolojik verimin arttığını saptamışlardır.

Tüm genotipler birlikte değerlendirildiğinde, çinko uygulamaları ile biyolojik verim miktarlarında Zn_1 uygulaması ile % 3.40'lık, Zn_2 uygulaması ise % 7.40'lık bir artış olurken, çinko uygulamaları ile biyolojik verim artışı gösteren genotiplerde (KA 081, Lotto, Akçeltik, GA 7721) artış oranı Zn_1 uygulaması için % 8.48, Zn_2 uygulaması için % 14.16 olmuştur. Diğer yandan, çinko uygulaması ile biyolojik verim azalması gösteren genotiplerde (Osmancık 97, KA 080) ise azalma Zn_1 uygulaması ile % 5.04, Zn_2 uygulaması ile % 3.83 olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.9).

Genotiplerin uygulanan çinkoya farklı tepkiler göstermeleri toprakta bulunan mevcut çinkoyu daha etkin kullanabilmelerindeki farklardan kaynaklanmaktadır (Güven 2002, Taban vd 2003). Çinko uygulaması ile biyolojik verimlerinde bir azalma gözlenen Osmancık 97 ve KA 080 genotipleri arasında da farklılık bulunmaktadır. Biyolojik verimlerindeki azalma Osmancık 97'de salkım verimindeki azalmadan kaynaklanırken, KA 080 genotipinde sap verimindeki azalmadan kaynaklanmaktadır. Yani Osmancık 97 genotipinde çinko uygulaması ile sap verimi artmış, salkım verimi azalmış; buna karşın KA 080 genotipinde ise tam tersine sap verimi azalırken, salkım verimi artmıştır. Diğer tüm genotiplerde (KA 080, Lotto, Akçeltik ve GA 7721) çinko uygulaması ile hem sap verimleri hem de salkım verimleri artmıştır.

Salkım verimleri üzerine genotiplerin etkisi ($p < 0.001$), çinko uygulamalarının etkisi ($p < 0.05$) ve genotip x çinko interaksyonu istatistiki olarak ($p < 0.05$) önemli bulunmuştur (Çizelge 4.10).

Çinko uygulamalarına bağlı olarak en fazla salkım verimi GA 7721 genotipinde Zn_2 uygulamasında ($770.58 \text{ kg da}^{-1}$) oluşmuştur. En az salkım verimi ise çinko uygulanmadığında (Zn_0) Akçeltik genotipinde ($463.50 \text{ kg da}^{-1}$) gözlenmiştir.

Tüm genotipler birlikte değerlendirildiğinde çinko uygulamaları ile ortalama salkım verimi Zn_1 uygulaması ile % 3.97, Zn_2 uygulaması ile % 6.84 oranında artmıştır. Çinko uygulamalarıyla salkım veriminde artış gösteren 5 genotipte artış oranı, Zn_1 uygulamasında % 6.59 ve Zn_2 uygulamasında ise % 11.04 olmuştur. Çinko uygulamaları ile salkım veriminde azalma gösteren Osmancık 97 genotipinde azalma oranı Zn_1 uygulamasında % 7.57, Zn_2 uygulamasında % 11.72 bulunmuştur (Çizelge 4.11). Osmancık 97 genotipi topraktaki mevcut olan çinkoyu etkin kullanmış ve çinko uygulanmadığında diğer genotiplere oranla daha fazla gelişebilmiştir.

Sap veriminde çeltik genotiplerinin çinko uygulamalarına tepkileri birbirinden farklı olmuş ve bu fark istatistiki olarak önemli ($p < 0.001$) bulunmuştur. Oysa çinko uygulamalarının genotiplerin sap verimleri üzerine etkileri istatistiki bakımdan yeterince önemli bulunmamıştır (Çizelge 4.12). Bunun da nedenini genotiplerin bir kısmında çinko uygulamasının sap verimlerini arttırmış, bir kısmında ise sap verimlerini azaltmış olmasıyla açıklamak mümkündür.

Tüm genotipler birlikte değerlendirildiğinde, çinko uygulamaları ile ortalama sap verimi Zn_1 uygulaması ile % 2.8 ve Zn_2 uygulaması ile % 7.91 oranında artmıştır. Çinko uygulamalarıyla sap verimi artışı gösteren 5 genotipte artış oranı Zn_1 uygulamasında % 8.95 ve Zn_2 uygulamasında ise % 13.51 olmuştur. Bhuiya *et al.* (1981), Verma ve Tripathi (1983), Maharane *et al.* (1992), Savaşlı vd (1998)'de yapmış oldukları çalışmalarda çinko uygulamasının çeltik bitkisi sap veriminde önemli artışlara neden olduğunu bildirmişlerdir. Çinko uygulamaları ile sap veriminde azalma gösteren KA 080 genotipinde ise azalma oranı Zn_1 uygulamasında % 17.00, Zn_2 uygulamasında % 10.24 olmuştur (Çizelge 4.13).

Denemede kullanılan çeltik genotiplerinin tane verimi üzerine etkisi ($p < 0.001$), çinko uygulamalarının tane verimi üzerine etkisi ($p < 0.05$) ve genotip x çinko interaksyonu ($p < 0.5$) istatistiki olarak önemli bulunmuştur (Çizelge 4.14). Osmancık 97 hariç tüm genotiplerde çinko uygulamaları ile tane verimleri de artmıştır. Chaudry *et al.* (1977),

Bhuiya *et al.* (1981), Das (1986), Qi (1987), Maharana *et al.* (1992), Subbaiah *et al.* (1994), Trivedi *et al.* (1997), Hasan (1997), Savaşlı vd (1998), Yakan vd (2001) yaptıkları çalışmalarda benzer sonuçlar elde etmişlerdir.

Tüm genotipler birlikte değerlendirildiğinde, tane veriminde Zn_1 uygulaması ile % 4.03'lük bir artış olurken, Zn_2 uygulaması ile bu artış % 6.90 olmuştur. Çinko uygulamaları ile tane veriminde artış gözlenen 5 genotip birlikte incelendiğinde ise Zn_1 uygulaması ile % 6.69'luk, Zn_2 uygulamasıyla % 11.16'lık artış gözlenmiştir (Çizelge 4.15).

Denemede kullanılan çeltik genotiplerinin hasat indeksi üzerine etkisi ($p < 0.001$) istatistiki bakımdan önemli bulunmuştur (Çizelge 4.16). Çinko uygulamalarının hasat indeksi üzerine etkisi ise istatistiki bakımdan yeterli düzeyde önemli bulunmamıştır. Bunun sebebini çinko uygulamalarının çeltik genotiplerinde hasat indeksi üzerine etkisinin ayrımlı olması şeklinde açıklamak mümkündür.

Tüm genotipler birlikte değerlendirildiğinde, kontrol (Zn_0) uygulamasında ortalama hasat indeksi değeri % 48.27 iken, Zn_1 uygulaması ile % 0.4, Zn_2 uygulaması ile % 1.26 oranında azalmıştır (Çizelge 4.17).

Denemede kullanılan çeltik genotiplerinin bin tane ağırlıkları da uygulanan çinkoya ayrımlı tepkiler göstermiştir. Çinko uygulamasına olumlu tepki gösteren KA 080, Lotto ve GA 7721 genotipleri birlikte değerlendirildiğinde çinko uygulamaları ile bin tane ağırlıklarında Zn_1 uygulamasında % 4.66'lık, Zn_2 uygulamasında % 3.92'lik artış gözlenmiştir. Diğer taraftan, çinko uygulamaları ile bin tane ağırlıklarında azalma gözlenen Osmancık 97, KA 081 ve Akçeltik genotiplerinde Zn_1 uygulaması ile % 1.28'lik, Zn_2 uygulaması ile ise % 3.13'lük azalma belirlenmiştir (Çizelge 4.19). Yakan vd (2001) yaptıkları çalışmada benzer sonuçlar elde etmişlerdir. En fazla bin tane ağırlığını Zn_0 , Zn_1 ve Zn_2 uygulamalarının tümünde GA 7721 genotipi oluşturmuştur.

Denemede kullanılan çeltik genotiplerinin çinko kapsamları uygulanan çinkoya bağlı olarak sürekli artmıştır. Çinko uygulanmadığında genotiplerin çinko kapsamları 15.53 mg kg⁻¹ (GA 7721) ile 23.73 mg kg⁻¹ (Akçeltik) arasında değişmiştir. Zn₁ (0.5 kg Zn da⁻¹) uygulamasında 19.40 mg kg⁻¹ ile 28.47 mg kg⁻¹'a , Zn₂ uygulamasında ise 18.07 mg kg ile 26.90 mg kg arasında değiştiği belirlenmiştir (Çizelge 4.21). Taban ve Kacar (1991) çeltik alanlarından aldıkları 34 toprakla yaptıkları denemede, toprağa çinko verilmediğinde çeltik bitkisinin çinko konsantrasyonunun 11.30 mg kg⁻¹ ile 37.64 mg kg⁻¹ arasında değiştiğini ve ortalama 19.68 mg kg⁻¹ olduğunu, toprağa 2 mg kg⁻¹ çinko uyguladıklarında ise çeltik bitkisinin ortalama çinko konsantrasyonunun 15.73 mg kg⁻¹ ile 55.72 mg kg⁻¹ çinko arasında değiştiğini ve ortalama çinko konsantrasyonunun % 31.5 arttığını belirlemişlerdir. Giordano ve Mortvedt (1973), Subrahmanyam ve Mehra (1974), Das (1986), Dirasamy *et al.* (1988), Sahay *et al.* (1992) yaptıkları çalışmalarda benzer sonuçlara ulaşmışlardır.

Denemede çinko uygulamadan (Zn₀) ve 0.5 kg Zn da⁻¹ (Zn₁) uygulanarak yetiştirilen (Akçeltik hariç) çeltik genotiplerinin çinko konsantrasyonları, çeltik bitkisi için belirlenen kritik sınır değeri olan 20 mg Zn kg⁻¹ (Jones *et al.* 1991) değerinin altında olduğu belirlenmiştir. Akçeltik genotipinin Zn₀, Zn₁ ve Zn₂ düzeylerinin tümünde kritik sınır değerinin üzerinde çinko kapsadığı gözlenmiştir. Çinko uygulamasının 1.0 kg Zn da⁻¹ olduğu Zn₂ uygulamasında ise genotiplerin çinko kapsamları, çok az bir farkla, GA 7721 genotipi hariç, kritik sınır değerinin üzerinde çinko kapsamı göstermişlerdir. Diğer yandan çeltikte çinkonun yeter miktarının 25-50 mg Zn kg⁻¹ (Jones *et al.* 1991) olduğu göz önüne alınırsa Zn₂ uygulamasında bile (Akçeltik genotipi hariç) tüm genotiplerde çinkonun hala yeter düzeyde olmadığı belirlenmiştir.

Denemede kullanılan çeltik genotiplerinde çinko uygulamaları P kapsamları üzerine negatif yönde etkili olmuş ve P kapsamları azalma eğilimi göstermiştir. Analiz sonuçlarına göre 1 kg Zn da⁻¹ (Zn₂) uygulamasında fosfor kapsamında en fazla azalma gözlenmiştir. Diğer bir ifadeyle çinkonun yüksek olduğu durumlarda en düşük P değerleri elde edilmiştir. Tanede FA kapsamları ise, fosforla paralellik göstermiş olup,

fosforun azalmasıyla azalmıştır. Elde edilen değerlere göre çinko, uygulamalarının genotiplerde P kapsamını (Kacar vd 1993) ve buna bağlı olarak tanede fosforun büyük bir kısmını oluşturan FA miktarını (Lokas *et al.* 1976, Oberleas ve Harland 1981, Raboy *et al.* 1984, Taban vd 1997) geriletmede son derece etkin olduğu görülmüştür. Ayrıca Zn uygulamaları ile tanede Zn kapsamı artmış ve FA/Zn oranları da azalmıştır. Genotiplerde çinkonun en yüksek dozunda en düşük FA/Zn oranı elde edilmiş ve böylece Zn'nun biyolojik yararlanılabilirliği için kabul edilebilir değerlere ulaşılmıştır (Oberleas ve Harland 1981, Raboy *et al.* 1984, Jie ve Zhenying 1995, Çakmak ve Erdal 1996). FA/Zn oranının 20-25'ten fazla olduğu durumlarda hücrede çinkonun biyolojik yararlanılabilirliğinin hızla düştüğü göz önüne alındığında tanede çinkonun biyolojik yararlanılabilirliğini etkileyen FA/Zn oranının azaltılması için Zn kapsamının artırılması gerektiği sonucuna varılmıştır (Welch *et al.* 1974, Raboy *et al.* 1984, Lokas *et al.* 1995).

Çinko uygulamalarının, genotiplerin ve genotip x çinko interaksiyonunun çeltik genotiplerinde birim çinkonun oluşturduğu kuru madde miktarı üzerine etkileri ayrılmı ve bu ayrımlar önemli ($p < 0.001$) bulunmuştur (Çizelge 4.28).

Genotiplerin tamamında çinko uygulamaları ile birim çinkonun oluşturduğu kuru madde miktarı azalmıştır. Çakmak *et al.* (1996) altı ekmeklik ve dört makarnalık buğday genotipinde yapmış oldukları çalışmada çinko eksikliğinde tüm genotiplerde kuru madde üretiminin azaldığı, gövde, kök oranının çinko eksikliğine duyarlı genotiplere göre daha az olduğunu belirlemişlerdir. Aynı şekilde Çıkılı (1999) yaptığı çalışmada benzer sonuçlara ulaşmışlardır.

Denemede kullanılan tüm genotipler birlikte değerlendirildiğinde, tanede birim çinkonun oluşturduğu kuru madde miktarlarında Zn_1 uygulaması ile % 6.95'lik, Zn_2 uygulaması ile % 15.54'lük bir azalma gözlenmiştir (Çizelge 4.29).

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Denemede kullanılan 6 çeltik genotipinden 5 tanesi (KA 080, KA 081, Lotto, Akçeltik, GA 7721) çinko uygulamasına olumlu tepki vermiş ve biyolojik verimleri artmıştır. Bu nedenle çinkolu gübreleme yapılabileceği durumlarda bu genotiplerin yetiştirilmesi önerilebilir. Osmancık 97 genotipi ise toprakta mevcut bulunan çinkodan optimum düzeyde yararlanabilmiş ve çinko uygulanmadığında en yüksek biyolojik verimi oluşturmuştur. Aynı zamanda Osmancık 97 çinko uygulamalarından olumsuz etkilenmiş ve uygulanan çinkoya bağlı olarak gelişim geriliği göstermiştir. Bu nedenle Çorum ili Osmancık ilçesinde çeltik yetiştirilen alanlar için toprakta bulunan çinkodan en etkin biçimde yararlanabilen Osmancık 97 en uygun genotip olarak tespit edilmiştir.

Deneme sonucunda çinko uygulamasına bağlı olarak biyolojik verimlerinde azalma gözlenen genotiplerin (Osmancık 97 ve KA 080) çinko kapsamlarında meydana gelen artışın nedenlerinin detaylı bir şekilde araştırılması yararlı olacaktır.

Çeltik yetiştiriciliği açısından topraktaki mevcut çinkodan yararlanamayan ve çinkolu gübrelemeye gerek duyan genotiplere 1 kg Zn da⁻¹, çinkoyu kullanabilen genotiplere ise 0.5 kg Zn da⁻¹ gübreleme yapılması uygun olacaktır.

Çeltiğe çinko uygulaması yapılacağına çinko x fosfor etkileşimi gözönüne alınarak verilmesi gerekir. Çinko ve fosfor dozlarının ayarlanmasına yönelik tarla denemelerinin yapılması yararlı olacaktır.

Bu tür gübre-doz denemelerinde ekonomik analizlerin yapılması gübre-verim ilişkileri açısından yararlı olacaktır.

KAYNAKLAR

- Alpaslan, M. ve Taban, S. 1996. Çeltikte (*Oryza sativa* L.) Çinko- Demir İlişkisi. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Bilimleri Dergisi, 2:45-49, Ankara.
- Anonymous, 1988. Türkiye Gübre ve Gübreleme Rehberi. Toprak ve Gübre Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yayınları. Genel Yayın No:151, Teknik Yayınlar No:T-59, Ankara.
- Anonymous, 1990. Micronutrient, assessment at the country level: an international study. FAO Soil Bulletin by Mikko Sillanpaa, Rome.
- Anonymous, 1996-2002. Tarım İstatistikleri Özeti. Devlet İstatistik Enstitüsü Yayınları, Ankara.
- Anonymous, 2000. Nutritional Disorders and Nutrient Management in Rice. Inter. Rice Res. Ins. (IRRI) Manila, Philippines.
- Anonymous, 2003. Uzun yıllık ve 2001 yılına ait aylık ortalama meteorolojik veriler. Çevre ve Orman Bakanlığı, Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü, Elektronik Bilgi İşlem Müdürlüğü, Ankara.
- Aydeniz, A., Danışman, S. ve Brohi, A.R., 1978. The response of zinc to rice plant grown on calcareous soil under flooded condition. Proceeding of IAEA at Boger, Indenosia, Sept. 11-15.
- Aydeniz, A., Danışman, S. ve Brohi, A.R., 1982. Effect of CaCO_3 on zinc fertilization in rice plant. A.Ü. Ziraat Fakültesi Yıllığı 32:(1-2-3-4), 9-17, A.Ü. Basımevi, Ankara.
- Aydın, A., Sezen, Y. ve Gültepe N.Z. 1998a. Farklı pH'ya sahip topraklara uygulanan çinko ve kültürdün çeltik bitkisinin gelişimine etkisi. 1. Çinko Kongresi (Tarım, Gıda ve Sağlık), s.223-228, Eskişehir.
- Aydın, A., Sezen, Y. ve Turan, M. 1998b. Farklı pH'lardaki toprakların suya doygun koşullarda yarıyışlı çinko içeriklerinde ortaya çıkan değişim ve çeltik bitkisinin çinko alımı. 1. Çinko Kongresi (Tarım, Gıda ve Sağlık), 469-476, Eskişehir.
- Baysal, A., 1998. Gıdaların çinko içerikleri ve diyet çinkosunun biyoyararışlılığı. 1. Ulusal Çinko Kongresi (Tarım, Gıda ve Sağlık), s.19-24, Eskişehir.

- Beukert, A., Harms, C., Ruckwid, M. and Maschener, H. 1995. Effects of crop residues, phosphorus and spatial soil variability on yield and nutrient uptake of pearl millet (*Pennisetum glaucum* L.) in southwest Niger. *Ints. Of Plant Nut.*, University of Hohenheim, D. 70593, Stuttgart, Germany.
- Bhuiya, Z.H., Idris, M. and Uddin, M.J. 1981. Response of IRS to zinc fertilizer. *Int. Rice Research Newsletter*, 6.
- Bouyoucos, G.J. 1951. A recalibration of the hydrometer for making mechanical analysis of soil. *Agron. J.* 43:434-437.
- Bremner, J.M. 1965. Total nitrogen pp: 1149-1178. *Methods of soil analysis. Part 2. Chemical and microbiological properties.* Ed. C.A. Black. Amer. Soc. of Agron. Inc. Pub. Agron. Series. No: 9, Madison, Wisconsin, U.S.A.
- Carvalho, Y. De., Almeida Neto, J.X. De., Valladares, L.C., Barbosa, R.A., Ribbero, C.A. and Neiva, L.C. Das. 1975. Effect of zinc level on rice grown in Cerrado soil. *Anais de Escola de Agronomia e Veterinaria* 5(1): 31-41.
- Casgrove, D.I. 1966. The chemistry and biochemistry of inositol polyphosphate. *Rev. Pure Appl. Chem.* 16:209.
- Chapman, H.D. 1965. Cation- exchange capacity pp: 891-901. *Methods of soil analysis. Part 2. Chemical and microbiological properties.* Ed. C.A. Black. Amer. Soc. Of Agron. Inc. Pub. Agron. Series. No: 9, Madison, Wisconsin, U.S.A.
- Chaudhry, 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.
- Chitra, U., Vimala, V., Singh, U. and Geervani, B. 1995. Variability in phytic acid content and protein digestibility of grain legumes. *Plant Foods for Human Nutrition.* 47: 163-172.
- Çakmak, İ. and Erdal, İ. 1996. Phytic acid- zinc molar ratios in wheat grains grown in Turkey. *Micronutrient and Agriculture*, 2: 16-17.
- Çakmak, İ., Sarı, N., Marschner, H., Kalaycı, M., Yılmaz, A., Eker, S. and Güllü, K.Y. 1996. Dry matter production and distribution of zinc in bread and durum wheat genotypes differing in zinc efficiency. *Plant and Soil*, 180: 173-181.

- Çakmak, İ., Torun, B., Erenoğlu, B., Öztürk, L., Marschner, H., Kalaycı, M., Ekiz, H. and Yılmaz, A. 1998. Morphological and pyhisiologycal differences in the respons of cereals to zinc deficiency. H.J. Braun *et al.* (eds.) Wheat: Prospects for Global Improvement, 427-435.
- Çakmak, İ., Tolay, İ., Özdemir, A., Özkan, H. and Kling, C.I. 1999. Differences in zinc efficiency among and within diploid, tetraploid and hexaploid wheats. *Annals of Botany*, 84: 163-171.
- Çıkkılı, Y. 1999. Kireçli- Alkalın Topraklarda Çinkonun Yarayışlılığı. A.Ü. Fen Bil. Ens. Toprak Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, Ankara.
- Das, D.K. 1986. A study on zinc application to rice. *Journal of Meharashtra Agricultural Universities* 1(1):120-121.
- De Datta, S.K. 1989. Rice. In: Detecting Mineral Nutrient Deficiencies in Tropical and Temperate Crops. (D.L. Plucknett and H.B. Sprague, eds.). Westview Press Inc.
- Dirasamy, P., Kothandaraman, G.V. and Chellamathu, S. 1988. Effect of amendmets and zinc on the availability, content and uptake of zinc and iron by rice bhavani in sodic soil. *Madras Agricultural Journal*. 75: 3-4, 119-124, India.
- Dutta, R.K., and Rahman, M.L. 1987. Yield and flowering of rice in relation to fertilizer zinc sulphate. *Inter. Rice Commission Newsletter*, 36(1): 16-22.
- Düzgüneş, O., 1963. İlimsel Araştırmalarda İstatistik Prensipleri ve Metotları. E.Ü. Matbaası, İzmir.
- Erdal, İ., Yılmaz, A., Kalaycı, M., Çakmak, İ. ve Hatipoğlu, F. 1998a. GAP ve Orta Anadolu Bölgelerinde yetiştirilen buğday çeşitlerine çinko uygulamasının fitin asidi ve fitin asidi/ çinko oranına etkisi. 1. Çinko Kongresi (Tarım, Gıda ve Sağlık), s.65-70, Eskişehir.
- Erdal, İ., Torun, B., Karanlık, S., Ekiz, H. ve Çakmak, İ. 1998b. Türkiye’de yetiştirilen buğdayların çinko ve fitin asidi içerikleri ve çinkonun biyolojik yarayışlılığı. 1. Çinko Kongresi (Tarım, Gıda ve Sağlık), s.71-77, Eskişehir.
- Erdal, I., Yılmaz, A., Taban, S., Eker, S., Torun, B. and Cakmak, I. 2002. Phytic acid and phosphorus concentrations in seeds of wheat cultivars grown with and without zinc fertilization. *J. of Plant Nutrition*, 25(1), 113-127.

- Eyüboğlu, F., Kurucu, N. ve Talaz, S., 1995. Türkiye Topraklarının Bitkiye Yararışlı Mikro Elementler Bakımından Genel Durumu. Toprak Güb. Arş. Ens. 620/A-002 Projesi Toplu Sonuç Raporu.
- Field, B. and Fossati, D. 1997. Phytic acid in triticales grains as effected by cultivar and environment. Crop. Sci., 37: 921-926.
- Garcia-Esteva, R., Guerra-Hernandez, E. and Garcia-Villanova, B. 1999. Phytic acid content in willed cereal products and brdeads. Food Research International 32:217-221.
- Giordano, P.M., and Mortvedt, J.J. 1973. Zinc sources and methods of application for rice. Agron. J., 65: 51-53.
- Graham, R.D. and Welch, R.M. 1996. Breeding for staple-food crops with high micronutrients density: Long term sustainable agricultural solutions to hidden hunger in developing countries. In: IFPRI Work Shop on 'Food Policy and Agricultural'.
- Graham, R.D., Ascher, J.S. and Hynes, S.C. 1993. Selecting zinc-efficient cereal genotypes for soils low zinc status. In: Genetic Aspects of Plant Mineral Nutrition. 349-358, (Ed. Randall, P.J.).
- Gurmani, A.H., Bhatti, A. and Rehman, H. 1984. Responses of rice to some trace elements. International Rice Research Newsletter, 9 (5): 28.
- Güven, B. 2002. Düşük Çinko İçeren Toprakta Çinko- Etkin Çeltik Çeşitlerinin Seçilmesi. A.Ü. Fen Bil. Ens. Toprak Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, Ankara.
- Hasan, B. 1997. Preliminary studies on response of a rice-based crop sequence to S and Zn in temperate Kashmir, India. IRRN, Vol.22, No2:34-35.
- Hernandez, D.R., Cabello, R., Castillo, R. and Diaz, A. 1985. The effect of zinc fertilizer levels on the yield of irrigated rice. Agrotecnica de Cuba, 17 (2): 63-69.
- Hızalan, E. ve Ünal, H. 1966. Topraklarda Önemli Kimyasal Analizler. A.Ü. Ziraat Fakültesi Yayınları: 278.
- Inthapanya, P., Sipaseuth, B., Sihavong, P., Sihathep, V., Chanphengsay, M., Fukai, S. and Basnayake, J. 2000. Genotype differences in nutrient uptake and utilisation for grain yield production of rainfed lowland rice under fertilised and non-fertilised conditions. Field Crops Research, 65:57-68.

- Jackson, M.L. 1962. Soil chemical analysis. Prentice Hall Inc. Eng. Cliffs., U.S.A.
- Jie, L. and Zhenying, X. 1995. Dietary molar phytic acid: zinc ratio as determinant of zinc bioavailability in chickens. *Acta Veterinaria et Zootechnica Sinica*, 25 (1): 12-17.
- Jones, Jr. J.B., Wolf, B. and Mills, H.A. 1991. Plant Analysis Handbook. p. 1-213. Micro-Macro Publishing, Inc.U.S.A.
- Kacar, B., 1972. Bitki ve Toprağın Kimyasal Analizleri. II. Bitki Analizleri, A.Ü.Z.F. Yayınları: 453, Uygulama Kılavuzu: 155, A.Ü. Basımevi, Ankara.
- Kacar, B., Fuleky, G., Taban, S. ve Alpaslan, M. 1993. Değişik Miktarlarda Kireç Kapsayan Topraklarda Yetiştirilen Çeltik Bitkisi (*Oryza sativa L.*) nin Gelişmesi ile Zn, P, Fe ve Mn Alımı Üzerine Çinko-Fosfor İlişkisinin Etkisi. Ankara Üniversitesi Araştırma Fonu 91.11.10.01 nolu Proje.
- 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, s.1-45, Ankara
- Katyal, J.C. and Ponnampetuma, F.N. 1974. Zn deficiency a wide spread nutritional disorder of rice in Agusan del Norte. *Philippines Agric.*, 58 (3-4): 79-80.
- Khan, H.R., Donald, G.K. and Regel, Z. 1998. Chickpea genotypes differ in their sensitivity to Zn deficiency. *Plant and Soil*, 198: 11-18.
- Koç, Ö. 2002. Çinko Uygulamasının Değişik Çeltik Çeşitlerinin Tepe ve Kök Gelişimi ile Bitkide Çinko Dağılımı Üzerine Etkisi. A.Ü. Fen Bil. Ens. Toprak Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, Ankara.
- Korayem, A.M. 1993. Effect of Zn fertilization on rice plants on the population of the rice-root nematode. *Anzeiger-für-Schadlingskunde*, 66 (1): 18-21.
- 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.
- Lokas, G.M. and Markurkis, P. 1976. Phytic acid and other phosphorus compounds of beans (*Phaseolus vulgaris L.*) *J. Agric. Food Chan.*, 23:13-15.
- Maharana, D.P., Sarengi, S.K., Singh, R.N.B. and Ali, M.H. 1993. Proceeding of the workshop on micronutrients. 22-23 January 1992, Bhubaneswar, India, pp 228-238.

- Martin, C.J. and Cheryan, M. 1983. Phytic acid-divalent cations interactions. J. İnor. Biochem., 29:241.
- Misra, A.K., Nayar, P.K. and Patnaik, S. 1985. Evaluation of zinc supplying power of soils for rice. Jour. Indian Soc. Soil Sci., 33 (4): 826-830.
- Mukherji, S., Dey, B., Poul, A.K. and Sircar, M. 1971. Changes in phosphorus fractions and phytase activity of rice seeds during germination. Physiol. Plant., 25:94-97.
- Nand, D.R. and Ram, N. 1996. Amelioration of zinc stress by farmyard manure in a rice-wheat-cowpea system. Acta-agronomica-hungarica, 44 (1): 35-39
- Nene, Y.L. 1966. Symptoms, causes and control of Khaira Disease of paddy. Bull. Ind. Phytopat. Soc., 3: 97- 101.
- Oberleas, D., and Harland, B.F. 1981. Phytate content of food. Effect on dietary zinc bioavailability. J. Am. Diet Assoc., 79: 433-436.
- Ogawa, M., Tanaka, K. and Kasai, Z. 1979. Energy-dispersive X-ray analysis of phytin globoids in aleuron particles of developing rice grains. Soil Sci. Plant. Nutr. (Tokyo), 25:437-448. Technology to Improve Diet Quality and Nutrition, January (10-12), Annapolis, MD.
- Olsen, S.R., Cole, C.V., Watanabe, F.S. and Dean, N.C. 1954. Estimation of available phosphorus in soil by extraction with sodium bicarbonate. U.S. Dept. of Agr. Cir., 939, Washington, D.C.
- Öden, O. ve Köse, C. 1997. Aşağı Büyük Menderes Havzasında çinkolu gübrelemenin çeltik verimine etkisi. I. Trakya Toprak ve Gübre Sempozyumu Bildiriler Kitabı. Tekirdağ Ziraat Fakültesi Toprak Bölümü, sayfa: 136-142.
- Özölçüm, Ü. ve Şencan, N. 1986. Aşağı Büyük Menderes Havzasında çinko gübrelemenin çeltik verimine ve çinko konsantrasyonuna etkileri. Menemen Köy Hizmetleri Araştırma Enstitüsü Yayınları. Genel Yayın No: 141. Rap. Seri No: 92, Menemen.
- Panda, R., Sahu, S.K. and Panda, R. 1999. Effects of zinc on the biochemical and production parameters of the rice plant (*Oryza sativa L.*). Cytobiows, 98: 388, 105-112.
- Pratt, P.F. 1965. Potassium pp: 1022-1030, sodium pp: 1031-1034. Methods of soil analysis. Part 2. Chemical and microbiological properties. Ed. C.A. Black. Amer. Soc. of Agron. Inc. Pub. Agron. Series No: 9.

- 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.
- 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.
- Raboy, V., Dickinson, D.B. and Below, F. 1984. Variation in seeds total phosphorus, phytic acid, zinc, calcium, magnesium and protein among lines of glycine max and g. Soja. *Crop. Sci.*, 24:432-434.
- Rajan, A.R. 1993. Relative utilisation of different zinc carriers in rice (*Oryza sativa L.*). *Indian Jour. Agricul. Chemis*, 26 (1) :1-4.
- Reddy, N.R., Sathe, S.K. and Salunkhe, D.K. 1982. Phytates in legumes and cereals. *Adv. Food Res.*, 28:91-92.
- Richards, L.A. 1954. Diagnosis and improvement of saline and alkaline soils. U.S. Dept. of Agr. Handbook No: 60.
- Room, S., Sharma, M.P. and Singh, R. 1994. Response of rice to different zinc carriers and their methods of application in partially reclaimed salt affected soil. *Fertiliser, News*. 39:7, 51-52.
- Sahay, R.N., Ghosh, T.K., Verma, S.K., Ali, M.H. and Ali, M.H. 1993. Crop response to micronutrient application in farmers field in project areas of Bihar. *Proceeding of the Workshop on micronutrients*. 22-23 January 1992. Bhubaneswar, India, pp. 193-198.
- Sakal, R., Singh, B.P. and Singh, A.P. 1982. Determination of critical limit of zinc in soil and plant for predicting response of rice to zinc application in calcareous soils. *Plant and Soil*, 66: 129-132.
- Sasidhar, 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.
- Savaşlı, E., Brohi, A.R. ve Topbaş, M.T. 1998. Çeltik bitkisinin çinkolu ve fosforlu gübrelere cevabı ve fosfor çinko ilişkisinin verime etkisi. 1. Çinko Kongresi (Tarım, Gıda ve Sağlık), s. 445-452, Eskişehir.
- Shrimpton, R. 1993. Zinc deficiency: is widespread but underrecognized. *SCN News*. 9: 23-27.

- Sillanpaa, M., 1982. Micronutrients and the nutrient status of soils. A global study. FAO Soils Bulletin. No:48, FAO, Rome.
- Soil Survey Manual, 1951. U.S. Department of Agriculture Handbook. No:18, U.S.A.
- Somner, A.L. and Lipman, C.R. 1926. Evidence of the indispensable nature of zinc and boron for higher green plants. *Plant Physiol.*, 1: 231-249.
- Steveninck, R.F.M., Barbare, A and Fernando, D.R. 1993. The binding of zinc in root cells of crop plants by phytic acid. *Plant and Soil*, 155-156: 525-528.
- Subbaiah, V.V., Sreemannarayana, B., Sairam, A., Kumar, P.R.P. and Prasadini, P.P. 1994. Effect of zinc levels and its relative proportion to iron and manganese content in 3rd leaf on Zn deficiency and grain yield of lowland rice. *Journal of Research APAV.*, 22: 3- 4, 135-136
- 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.
- 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., Hashemi, A.G., Eken, D., 1997. Orta Anadolu'da Çeltik Tarımı Yapılan Toprakların Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri. *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 3: 457-466.
- Taban, S., Özcan, H., Koç, Ö., Çıkılı, Y. ve Çerkeşli, M., 2003. Türkiye'de Yetiştirilen Çeltik Çeşitlerinin Çinkoya Tepkileri. *Tübitak TOGTAG-TARP 2485*, Ankara.
- Thompson, L.M. and Troeh F.R. 1973. *Soil and Soil Fertility*. p. 1-495. McGraw-Hill Book Company, New York.
- Torre, M., Rodrigues, A.R. and Saure, F. 1991. Effect of dietary fiber and phytic acid on mineral availability. *Critical Reviews in Food Sci. and Nutr.*, 1: 1-22.
- Trivedi, B.S., Gami, R.C. and Patel, G.G. 1997. Effect of Zn on grain yield and Zn uptake by lowland rice in South Gujarat. *IRRN*, Vol.22, No1:37.
- Uğurluoğlu, H. ve Kacar, B., 1996. Değişik çinko kaynaklarının çeltik bitkisi (*Oriza sativa L.*)'nin büyümesi üzerine etkisi. *Tr. J. of Agriculture and Forestry*, 20: 473-478.
- Verma, T.S. and Tripathi, B.R., 1983. Zinc and iron interaction in submerged paddy. *Plant and Soil*, 72: 107-116.

- Welch, R.M., Hause, W.A. and Allaway, W.H. 1974. Availability of zinc from pea seeds to rats. *J. Nutr.*, 104: 733-740.
- Westfall, D.G., Anderson, W.B. and Hodges R.J. 1971. Iron and zinc response of chlorotic rice grown on calcareous soils. *Agron. J.*, 63:702-705.
- Wolfgang, H., and Lantsch, H.J., 1983. Sensitive method for the rapid determination of phytate in cereals and cereal products. *J. Sci. Food. Agric.*, 34:1423-1426.
- Yakan, H., Sürek, H., Gürbüz, M.A., Beşer, N. ve Avşar, F., 2001. Çinko Gübrelemesinin Çeltik Verimi ve Bazı Agronomik Karakterlere Etkileri. T.C. Başbakanlık KHGM Atatürk Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Trakya Toprak ve Su Kaynakları Sempozyumu (24-27 Mayıs), Kırklareli.
- Yoshida, S. 1968. Occurrence, Causes and Cure of Zn Deficiency of the Rice Plant in Calcareous Soils. 11th Sess of FAO/IRC Work, Ceylon.



EKLER

Ek 1. Çinko uygulamasının (0, 0.5, 1.0 kg Zn da⁻¹) bazı çeltik genotiplerinin salkım sayısı (adet m²) üzerine etkileri

ÇEŞİTLER	UYGULAMALAR		
	Zn ₀	Zn ₁	Zn ₂
OSMANCIK 97	459	491	441
	475	469	450
	417	480	459
KA 080	341	323	376
	359	383	378
	392	337	393
KA 081	349	375	488
	404	390	444
	323	437	428
LOTTO	585	615	589
	564	680	792
	600	653	652
AKÇELTİK	669	580	625
	510	571	628
	590	589	567
GA 7721	571	597	545
	481	585	552
	589	591	558

Ek 2. Çinko uygulamasının (0, 0.5, 1.0 kg Zn da⁻¹) bazı çeltik genotiplerinin salkım boyu (cm) üzerine etkileri

ÇEŞİTLER	UYGULAMALAR		
	Zn ₀	Zn ₁	Zn ₂
OSMANCIK 97	11.96*	12.26	11.88
	10.68	11.31	11.75
	11.82	11.02	11.51
KA 080	13.67	14.14	13.39
	13.67	13.5	13.33
	13.86	13.64	15.39
KA 081	12.27	11.8	14.05
	11.98	12.52	13.24
	12.04	12.11	12.37
LOTTO	11.08	12.51	13.9
	11.36	11.44	12.11
	11.84	12.3	12.5
AKÇELTİK	15.4	15.77	16.03
	15.87	15.51	16.67
	15.11	15.67	16.43
GA 7721	13.63	12.51	13.05
	12.68	21.91	12.81
	12.52	12.58	12.93

* Her sayı 10 tekrerrürün ortalamasıdır

Ek 3. Çinko uygulamasının (0, 0.5, 1.0 kg Zn da⁻¹) bazı çeltik genotiplerinin salkımda tane sayısı üzerine etkileri

ÇEŞİTLER	UYGULAMALAR		
	Zn ₀	Zn ₁	Zn ₂
OSMANCIK 97	98.2*	95	98
	93.5	97.25	107
	100	101.8	91.6
KA 080	149.8	153	147.2
	123.2	151.4	139.6
	148.4	167	191.2
KA 081	87.4	88	139.6
	93.5	94	156.8
	90.5	89.8	116.2
LOTTO	81.2	90.4	98.8
	76	77.6	74.4
	73.8	80.4	88.8
AKÇELTİK	59	61.4	66
	69.4	60	69
	56.4	69.4	69
GA 7721	88.8	99	90.33
	80.4	80.6	84
	100.2	94.6	95

* Her sayı 5 tekerrür ortalamasıdır

Ek 4. Çinko uygulamasının (0, 0.5, 1.0 kg Zn da⁻¹) bazı çeltik genotiplerinin biyolojik (sap + salkım) verimleri (kg da⁻¹) üzerine etkileri

ÇEŞİTLER	UYGULAMALAR		
	Zn ₀	Zn ₁	Zn ₂
OSMANCIK 97	1035.54	1338.75	1319.72
	1378.05	1257.93	1142.58
	1394.28	1210.50	1239.38
KA 080	1482.51	1296.07	1321.28
	1323.29	1221.05	1295.61
	1466.64	1348.79	1451.88
KA 081	1053.38	1247.44	1363.66
	1141.02	1093.97	1357.44
	990.17	1115.53	1253.02
LOTTO	1203.79	1341.81	1187.04
	1156.96	1360.95	1459.47
	1196.89	1322.29	1309.61
AKÇELTİK	1009.12	1049.93	1202.63
	1063.60	994.40	1033.58
	1036.37	1105.44	1118.11
GA 7721	1247.20	1404.62	1347.65
	1072.94	1238.35	1390.99
	1242.55	1276.59	1290.30

Ek 5. Çinko uygulamasının (0, 0.5, 1.0 kg Zn da⁻¹) bazı çeltik genotiplerinin salkım verimleri (kg da⁻¹) üzerine etkileri

ÇEŞİTLER	UYGULAMALAR		
	Zn ₀	Zn ₁	Zn ₂
OSMANCIK 97	589.83	671.9	565.13
	652.89	583.56	554.17
	677.82	519.6	576.09
KA 080	612.85	574.27	540.69
	464.83	565.85	545.85
	585.78	560.4	640.46
KA 081	494.07	510.48	653.74
	497.4	493.83	616.19
	496.7	513.48	584.24
LOTTO	646.23	721.76	638.88
	628.56	713	722.17
	625.42	737.48	698.6
AKÇELTİK	487.67	473.61	538.65
	439.32	479.25	446.62
	463.5	467.96	492.64
GA 7721	724.96	807.7	766.85
	610.65	687.69	807.83
	715.1	745.77	737.07

Ek 6. Çinko uygulamasının (0, 0.5, 1.0 kg Zn da⁻¹) bazı çeltik genotiplerinin sap verimleri (kg da⁻¹) üzerine etkileri

ÇEŞİTLER	UYGULAMALAR		
	Zn ₀	Zn ₁	Zn ₂
OSMANCIK 97	445.71	666.85	754.59
	725.16	674.37	588.41
	716.46	690.9	663.29
KA 080	869.66	721.8	780.59
	858.46	655.2	749.76
	880.86	788.39	811.42
KA 081	559.31	736.96	709.92
	643.62	600.14	741.25
	493.47	602.05	668.78
LOTTO	557.56	620.05	548.16
	528.4	647.95	737.3
	571.47	584.81	611.01
AKÇELTİK	521.45	576.32	663.98
	624.28	515.15	586.96
	572.87	637.48	625.47
GA 7721	522.24	596.92	580.8
	462.29	550.66	583.16
	527.45	530.82	553.23

Ek 7. Çinko uygulamasının (0, 0.5, 1.0 kg Zn da⁻¹) bazı çeltik genotiplerinin tane verimleri (kg da⁻¹) üzerine etkileri

ÇEŞİTLER	UYGULAMALAR		
	Zn ₀	Zn ₁	Zn ₂
OSMANCIK 97	585.34	669.95	562.62
	650.59	580.21	552.61
	675.3	514.28	569.62
KA 080	610.04	570.21	536.56
	459.53	557.09	540.19
	580.49	554.15	636.84
KA 081	492.4	496.43	647.89
	488.04	491.28	608.44
	492.75	504.37	577.75
LOTTO	636.41	718.89	635.9
	623.11	710.89	720.86
	618.28	735.69	696.72
AKÇELTİK	477.83	467.23	525.75
	431.87	465.89	433.99
	456.85	465.57	480.1
GA 7721	722.38	805.56	764.15
	605.13	685.06	805.74
	710.75	740.11	733.42

Ek 8. Çinko uygulamasının (0, 0.5, 1.0 kg Zn da⁻¹) bazı çeltik genotiplerinin hasat indeksi (HI, %) üzerine etkileri

ÇEŞİTLER	UYGULAMALAR		
	Zn ₀	Zn ₁	Zn ₂
OSMANCIK 97	56.53	50.04	42.63
	47.21	46.12	48.37
	48.43	42.48	45.96
KA 080	41.15	44.00	40.61
	34.73	45.62	41.69
	39.58	41.08	43.86
KA 081	46.74	39.80	47.51
	42.77	44.91	44.82
	49.76	45.21	46.11
LOTTO	52.87	53.58	53.57
	53.86	52.23	49.39
	51.66	55.64	53.20
AKÇELTİK	47.35	44.50	43.72
	40.60	46.85	41.99
	44.08	42.12	42.94
GA 7721	57.92	57.35	56.70
	56.40	55.32	57.93
	57.20	57.98	56.84

Ek 9. Çinko uygulamasının (0, 0.5, 1.0 kg Zn da⁻¹) bazı çeltik genotiplerinin bin tane ağırlığı (g) üzerine etkileri

ÇEŞİTLER	UYGULAMALAR		
	Zn ₀	Zn ₁	Zn ₂
OSMANCIK 97	27.26*	26.3	25.74
	26.68	27.08	25.96
	26.6	25.94	26.62
KA 080	23.12	25.78	25.76
	24.68	25.34	26.08
	23.02	23.08	24.62
KA 081	27.8	25.78	25.86
	27.36	27.44	25.7
	25.98	26.3	25.98
LOTTO	25.56	26.3	25.14
	24.42	26.68	25.04
	24.5	26.18	24.9
AKÇELTİK	25.28	26.12	25.22
	26.08	26.36	25.6
	25.42	24.16	24.48
GA 7721	28.24	28.5	27.92
	27.04	28.16	28.22
	26.88	28.1	28.72

* Her sayı 5 tekrarlının ortalamasıdır

Ek 10. Çinko uygulamasının (0, 0.5, 1.0 kg Zn da⁻¹) bazı çeltik genotiplerinin tanede çinko kapsamları (mg kg⁻¹) üzerine etkileri

ÇEŞİTLER	UYGULAMALAR		
	Zn ₀	Zn ₁	Zn ₂
OSMANCIK 97	14.7	18.2	22.4
	16.4	18.0	21.9
	16.6	18.0	19.9
KA 080	19.2	18.8	20.3
	19.4	18.2	21.5
	17.5	18.6	19.6
KA 081	17.5	18.8	20.3
	18.0	19.4	23.5
	18.1	19.7	25.4
LOTTO	16.0	18.9	22.1
	16.0	18.0	22.4
	17.0	18.8	24.5
AKÇELTİK	23.2	26.8	27.3
	23.0	27.2	31.7
	25.0	26.7	26.4
GA 7721	14.8	18.3	19.0
	15.0	18.5	19.4
	16.8	19.1	19.8

Ek 11. Çinko uygulamasının (0, 0.5, 1.0 kg Zn da⁻¹) bazı çeltik genotiplerinin tanede fosfor kapsamları (%) üzerine etkileri

ÇEŞİTLER	UYGULAMALAR		
	Zn ₀	Zn ₁	Zn ₂
OSMANCIK 97	0.28	0.29	0.29
	0.25	0.30	0.27
	0.32	0.25	0.29
KA 080	0.32	0.31	0.28
	0.32	0.30	0.25
	0.32	0.28	0.27
KA 081	0.27	0.25	0.24
	0.24	0.23	0.23
	0.26	0.28	0.23
LOTTO	0.23	0.24	0.24
	0.26	0.24	0.22
	0.28	0.24	0.25
AKÇELTİK	0.35	0.33	0.33
	0.34	0.32	0.32
	0.35	0.33	0.33
GA 7721	0.28	0.27	0.25
	0.29	0.29	0.27
	0.31	0.27	0.26

Ek 12. Çinko uygulamasının (0, 0.5, 1.0 kg Zn da⁻¹) bazı çeltik genotiplerinin tanede fitin asidi kapsamları (mg g⁻¹) üzerine etkileri

ÇEŞİTLER	UYGULAMALAR		
	Zn ₀	Zn ₁	Zn ₂
OSMANCIK 97	7.93	7.82	7.89
	7.85	7.62	7.75
	7.74	7.55	7.37
KA 080	6.51	6.01	4.32
	6.78	5.74	3.97
	6.89	5.93	3.32
KA 081	5.32	5.05	4.85
	5.12	4.97	4.58
	5.24	5.01	4.78
LOTTO	6.62	6.89	6.55
	7.51	6.70	6.78
	8.01	6.85	6.58
AKÇELTİK	8.55	6.97	8.43
	9.47	8.32	6.62
	7.24	8.35	6.89
GA 7721	5.62	6.70	5.66
	6.62	7.12	5.35
	6.16	3.89	5.58

Ek 13. Çinko uygulamasının (0, 0.5, 1.0 kg Zn da⁻¹) bazı çeltik genotiplerinin fitin asidi çinko oranı (FA/Zn) üzerine etkileri

ÇEŞİTLER	UYGULAMALAR		
	Zn ₀	Zn ₁	Zn ₂
OSMANCIK 97	53.95	42.97	35.22
	47.87	42.33	35.39
	46.63	41.94	37.04
KA 080	33.91	31.97	21.28
	34.95	31.54	18.47
	39.37	31.88	16.94
KA 081	30.40	26.86	23.89
	28.44	25.62	19.49
	28.95	25.43	18.82
LOTTO	41.38	36.46	29.64
	46.94	37.22	30.27
	47.12	36.44	26.86
AKÇELTİK	36.85	26.01	30.88
	41.17	30.59	20.88
	28.96	31.27	26.10
GA 7721	37.97	36.61	29.79
	44.13	38.49	27.58
	36.67	20.37	28.18

Ek 14. Çinko uygulamasının (0, 0.5, 1.0 kg Zn da⁻¹) bazı çeltik genotiplerinin tanede birim çinkonun oluşturduğu kuru madde miktarı (KMO, g) üzerine etkileri

ÇEŞİTLER	UYGULAMALAR		
	Zn ₀	Zn ₁	Zn ₂
OSMANCIK 97	39.8	36.8	25.1
	39.7	32.2	25.2
	40.7	28.6	28.6
KA 080	31.8	30.3	26.4
	23.7	30.6	25.1
	33.2	29.8	32.5
KA 081	28.1	26.4	31.9
	27.1	25.3	25.9
	27.2	25.6	22.8
LOTTO	39.8	38.0	28.8
	38.9	39.5	32.2
	36.4	39.1	28.4
AKÇELTİK	20.6	17.4	19.3
	18.8	17.1	13.7
	18.3	17.4	18.2
GA 7721	48.8	44.0	40.2
	40.3	37.0	41.5
	42.3	38.8	37.0

ÖZGEÇMİŞ

Çankırı’da 1972 yılında doğdu. İlk, orta, lise öğrenimini Ankara’da tamamladı. 1989 yılında girdiği Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bölümü’nden 1993 yılında Ziraat Mühendisi ünvanıyla mezun oldu. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Toprak Anabilim Dalı’nda Ekim 1993’de Yüksek Lisans, Şubat 1998’de Doktora çalışmasına başladı. 1995-2002 yılları arasında aynı anabilim dalında araştırma görevlisi olarak çalıştı.

Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü Ankara Araştırma Enstitüsü’nde 2002 yılından bu yana Ziraat Yüksek Mühendisi olarak görev yapmaktadır.