

**T.C.
ONDOKUZ MAYIS ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
TOPRAK BİLİMİ VE BİTKİ BESLEME ANA BİLİM DALI**



**KUM KÜLTÜRÜ ORTAMINDA ÇİNKO NOKSANLIĞINA DAYANIKLI
ÇELTİK ÇEŞİTLERİNİN SEÇİMİ**

Yüksek Lisans Tezi

Sümevra KIR

Danışman

Doç. Dr. Ayhan HORUZ

SAMSUN
2022

TEZ KABUL VE ONAYI

Sümeýra KIR tarafından, Doç. Dr. Ayhan HORUZ danışmanlığında hazırlanan “ KUM KÜLTÜRÜ ORTAMINDA ÇİNKO NOKSANLIĞINA DAYANIKLI ÇELTİK ÇEŞİTLERİNİN SEÇİMİ ” başlıklı bu çalışma, jürimiz tarafından 24.3.2022 tarihinde yapılan sınav sonucunda oy birliği ile başarılı bulunarak Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

	Unvanı Adı Soyadı Üniversitesi Ana Bilim/Ana Sanat Dalı	İmza	Sonuç
Başkan (Danışman)	Doç. Dr. Ayhan HORUZ Ondokuz Mayıs Üniversitesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı		<input checked="" type="checkbox"/> Kabul <input type="checkbox"/> Ret
	Prof. Dr. İmanverdi EKBERLİ Ondokuz Mayıs Üniversitesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı		<input checked="" type="checkbox"/> Kabul <input type="checkbox"/> Ret
Üye	Doç. Dr. Sezer ŞAHİN Gaziosmanpaşa Üniversitesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı		<input checked="" type="checkbox"/> Kabul <input type="checkbox"/> Ret

Bu tez, Enstitü Yönetim Kurulunca belirlenen ve yukarıda adları yazılı jüri üyeleri tarafından uygun görülmüştür.

ONAY
... / ... / ...
Prof. Dr. Ali BOLAT
Enstitü Müdürü

BİLİMSEL ETİĞE UYGUNLUK BEYANI

Hazırladığım Yüksek Lisans tezinin bütün aşamalarında bilimsel etiğe ve akademik kurallara riayet ettiğimi, çalışmada doğrudan veya dolaylı olarak kullandığım her alıntıya kaynak gösterdiğimi ve yararlandığım eserlerin Kaynaklar'da gösterilenlerden oluştuğunu, her unsurun enstitü yazım kılavuzuna uygun yazıldığını ve TÜBİTAK Araştırma ve Yayın Etiği Kurulu Yönetmeliği'nin 3. bölüm 9. maddesinde belirtilen durumlara aykırı davranılmadığını taahhüt ve beyan ederim.

Etik Kurul Gerekli mi?

Evet (Gerekli ise ekler kısmına ekleyiniz)

Hayır

İmza
14/01/2022
Sümeyra KIR

TEZ ÇALIŞMASI ÖZGÜNLÜK RAPORU BEYANI

Tez Başlığı: KUM KÜLTÜRÜ ORTAMINDA ÇİNKO NOKSANLIĞINA DAYANIKLI ÇELTİK ÇEŞİTLERİNİN SEÇİMİ

Yukarıda başlığı belirtilen tez çalışması için şahsım tarafından 14.01.2022 tarihinde intihal tespit programından alınmış olan özgünlük raporu sonucunda;

Benzerlik oranı : % 10

Tek kaynak oranı : % 1 çıkmıştır.

İmza
14/01/2022
Doç. Dr. Ayhan HORUZ

ÖZET

KUM KÜLTÜRÜ ORTAMINDA ÇİNKO NOKSANLIĞINA DAYANIKLI ÇELTİK (*ORYZA SATİVA* L.) ÇEŞİTLERİNİN SEÇİMİ

Sümevra KIR

Ondokuz Mayıs Üniversitesi

Lisansüstü Eğitim Enstitüsü

Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı

Yüksek Lisans, Mayıs/2022

Danışman: Doç. Dr. Ayhan HORUZ

Bu çalışmada kum kültürü ortamında uygulanan çinkonun çeltik çeşitlerinin (*Oryza sativa* L.) sap, kök ve sap + kök kuru ağırlık, Zn içeriği ve kaldırılan Zn ile yaprak klorofil SPAD değerlerine etkisi belirlenerek Zn noksanlığına dayanıklı çeltik çeşitleri seçilmiştir. Bu amaçla çinkosuz ve çinkolu ortamlarda çeşitlere ait özellikler tek yönlü ANOVA analizi değerlendirilmiştir ve temel bileşen analizi (PCA) ile gruplandırıldıktan sonra Zn noksanlığına dayanıklı en iyi performansı gösteren çeltik çeşidi tespit edilmiştir. Ayrıca Zn uygulamasının çeltiğin makro ve mikro besin element alım performansları ortaya konulmuştur. Deneme sera koşullarında saf kum kültürü ortamı besin solüsyonunda 6 çeltik çeşidine (Ç1-Terme incisi, Ç2-Rekor, Ç3-Efe, Ç4-Kızılırmak, Ç5-Romeo ve Ç6-Karadeniz) 2 Zn dozu (0 ve 5 ppm) uygulanarak tesadüf parsellerinde faktöriyel deneme desenine göre üç tekerrürlü yürütülmüştür. Çalışma sonunda Zn noksan şartlarda en yüksek sap kuru ağırlık (SKA), kök kuru ağırlık (KKA), sap+kökKA (S+KKA), sapZn (SZn), kökZn (KZn), sap kaldırılan Zn (SKZn), kök kaldırılan Zn (KKZn) Ç5 çeşidinde, SPAD değeri Ç3 çeşidinde bulunurken; nispi değerlerden sap nispi Zn (SNZn), sap nispi kaldırılan Zn (SNKZn) ve sap+kök nispi kaldırılan Zn (S+KNKZn) Ç5 çeşidinde, sap nispi kuru ağırlık (SNKA), kök nispi kuru ağırlık (KNKA) ve sap+kökNKA (S+KNKA) Ç3 çeşidinde, kök nispi kaldırılan Zn (KNKZn) ve NSPAD değeri Ç6 çeşidinde bulunmuştur. Çinko yeter ortamda ise en yüksek sap, kök, sap+kökKA, SZn, KZn, SKZn, KKZn ve SPAD değeri Ç5 çeşidinde bulunmuştur. Çinko noksan ve yeter şartlarda biyolojik indeks değerleri ve N, P, Zn, Fe, Mn, Cu ve B alımı bakımından Ç5 çeşidinin (Romeo) en iyi performansı gösterdiği bunu Ç3(Efe) çeşidinin takip ettiği, Ç6 ve Ç1 çeşitlerinin (sırasıyla, Karadeniz ve Terme incisi) orta hassasiyette olduğu Ç2 ve Ç4 çeşitlerinin (sırasıyla, Rekor ve Kızılırmak) ise hassas çeşitler olduğu tespit edilmiştir. Benzer çalışmaların toprak ortamında farklı bitkilerle tekrar edilerek Zn toleransı yüksek çeşitlerin belirlenerek insan ve hayvan besin zincirine kazandırılması önerilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Çinko, çeltik çeşitleri, kuru ağırlık, Zn içeriği, Zn noksanlık toleransı

ABSTRACT

THE SELECTION OF RICE GENOTYPES (*ORYZA SATIVA* L.) RESISTANT TO ZINC DEFICIENCY IN THE SAND CULTURE MEDIA

Sümeýra KIR

Ondokuz Mayıs University

Institute of Graduate Studies

Department of Soil Science and Plant Nutrition

Master, May/2022

Supervisor: Assoc. Prof. Ayhan HORUZ

In this study, the effects of zinc applied in sand culture medium on stem, root and stem + root dry weight, Zn content and removed Zn and leaf chlorophyll SPAD values of paddy varieties (*Oryza sativa* L.) were determined and paddy varieties resistant to Zn deficiency were selected. For this purpose, the characteristics of the varieties in zinc-free and zinc-free environments were evaluated by one-way ANOVA analysis and grouped by principal component analysis (PCA), and then the paddy variety showing the best performance resistant to Zn deficiency was determined. In addition, the macro and micro nutrient uptake performances of paddy in Zn application were revealed. In the experimental greenhouse conditions, 2 Zn doses (0 and 5 ppm) were applied to 6 paddy varieties (Ç1-Terme pearl, Ç2-Rekor, Ç3-Efe, Ç4-Kızılırmak, Ç5-Romeo and Ç6-Black Sea) in the nutrient solution of pure sand culture medium. It was carried out in three replications according to the factorial experimental design. At the end of the study, in Zn deficient conditions, the highest stalk dry weight (SDW), root dry weight (RDW), stalk+rootDW (S+RDW), stalkZn (SZn), rootZn (RZn), stalk removed Zn (SRmZn), root removed Zn (RRmZn) in G5 variety, SPAD value is found in G3 variety; stalk relative dry weight (SRDW), root relative removed Zn (RRRmZn) and stalk+root relative removed Zn (S+RRRmZn) in G5 variety, stalk relative dry weight (SRDW), root relative dry weight (RRDW) and stalk+root relative dry weight (S+RRDW) in G3 variety, the relative root removal Zn (RRRmZn) and RSPAD values were found in G6 variety. In the zinc sufficient environment, the highest stalk, root, stalk+rootDW, SZn, RZn, SRZn, RRZn and SPAD values were found in G5 variety. In terms of biological index values and N, P, Zn, Fe, Mn, Cu and B uptake in zinc deficient and adequate conditions, G5 variety (Romeo) performed the best, followed by G3 variety (Efe), and G2 and G4 varieties (respectively, Rekor and Kızılırmak), in which G6 and G1 varieties (repectively, Black sea and Terme pearl) were moderately sensitive. were found to be sensitive varieties. It has been suggested that similar studies be repeated with different plants in the soil environment, and that the varieties with high Zn tolerance should be determined and added to the human and animal food chain.

Keywords: Zinc, paddy genotypes, dry weight, zinc content, zinc deficiency tolerance.

İÇİNDEKİLER

TEZ KABUL VE ONAYI.....	i
BİLİMSEL ETİĞE UYGUNLUK BEYANI.....	ii
TEZ ÇALIŞMASI ÖZGÜNLÜK RAPORU BEYANI.....	ii
ÖZET	iii
ABSTRACT.....	iv
İÇİNDEKİLER	v
SİMGELER VE KISALTMALAR	vii
ŞEKİLLER DİZİNİ	ix
TABLolar DİZİNİ	xi
1. GİRİŞ	HATA! YER İŞARETİ TANIMLANMAMIŞ.
2. GENEL BİLGİLER.....	6
2.1. Çinko	6
2.2. Çinkonun Bitkideki Görevleri	6
2.3.Çeltik Bitkisinde Çinko Noksanlığı Semptomları.....	7
2.4.Çeltikte Çinko Eksikliğine Dayanıklılıkta Genotip Seçiminin Önemi.....	7
3.KAYNAK ÖZETLERİ	9
3.1. Çinko Noksanlığı ile İlgili Literatür Özetleri	9
4.MATERYAL VE YÖNTEM	13
4.1. Materyal	13
4.2. Sera Denemelerinde Kullanılan Çeltik Genotipleri	13
4.2.1. Terme İncisi	13
4.2.2. Rekor	14
4.2.3. Efe	14
4.2.4. Kızılrnak	14
4.2.5. Romeo	15
4.2.6. Karadeniz	15
4.3. Yöntem.....	15
4.4. Temel Bileşen Analizi (PCA).	17
4.5. İstatistiksel Analizler.	18
5.ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA	19
5.1. Çeltik Çeşitlerinin En İyi Özelliklerine Göre Gruplandırılması	19
5.1.1. Çinko Noksan Ortamda Çeşitlerin En İyi Özelliklerine Göre Gruplandırılması ..	19
5.1.2. Çinko Yeter Ortamda Çeşitlerin En İyi Özelliklerine Göre Gruplandırılması.....	24
5.2. Çeltik Çeşitlerinin Çinko Uygulamasına Responsları.....	28
5.2.1.Çeltik Çeşitlerine Uygulanan Çinkonun Sap Kuru Ağırlık Üzerine Etkisi.....	28
5.2.2.Çeltik Çeşitlerine Uygulanan Çinkonun Kök Kuru Ağırlık Üzerine Etkisi.....	30

5.2.3.Çeltik Çeşitlerine Uygulanan Çinkonun Sap+Kök Kuru Ağırlık Üzerine Etkisi. .32	
5.2.4.Çeltik Çeşitlerine Uygulanan Çinkonun Sap Çinko İçeriği Üzerine Etkisi 33	
5.2.5.Çeltik Çeşitlerine Uygulanan Çinkonun Kök Çinko İçeriği Üzerine Etkisi 35	
5.2.6.Çeltik Çeşitlerine Uygulanan Çinkonun Sap Çinko Alımı Üzerine Etkisi 37	
5.2.7.Çeltik Çeşitlerine Uygulanan Çinkonun Kök Çinko Alımı Üzerine Etkisi..... 41	
5.2.8.Çeltik Çeşitlerine Uygulanan Çinkonun Yaprak SPAD Değeri Üzerine Etkisi... 42	
5.2.9.Çeltik Çeşitlerine Uygulanan Çinkonun Sap Azot İçeriği Üzerine Etkisi 44	
5.2.10. Çeltik Çeşitlerine Uygulanan Çinkonun Sap Fosfor İçeriği Üzerine Etkisi..... 46	
5.2.11. Çeltik Çeşitlerine Uygulanan Çinkonun Sap Potasyum İçeriği Üzerine Etkisi .48	
5.2.12. Çeltik Çeşitlerine Uygulanan Çinkonun Sap Kalsiyum İçeriği Üzerine Etkisi. 50	
5.2.13. Çeltik Çeşitlerine Uygulanan Çinkonun Sap Magnezyum İçeriği Üzerine Etkisi.....52	
5.2.14. Çeltik Çeşitlerine Uygulanan Çinkonun Sap Sodyum İçeriği Üzerine Etkisi...54	
5.2.15. Çeltik Çeşitlerine Uygulanan Çinkonun Sap Demir İçeriği Üzerine Etkisi.....56	
5.2.16. Çeltik Çeşitlerine Uygulanan Çinkonun Sap Mangan İçeriği Üzerine Etkisi ... 58	
5.2.17. Çeltik Çeşitlerine Uygulanan Çinkonun Sap Bakır İçeriği Üzerine Etkisi 60	
5.2.18. Çeltik Çeşitlerine Uygulanan Çinkonun Sap Bor İçeriği Üzerine Etkisi 62	
6. SONUÇ VE ÖNERİLER..... 64	
KAYNAKLAR 66	
ÖZ GEÇMİŞ..... 72	

SİMGELER VE KISALTMALAR

SİMGELER

CaCO ₃	:Kalsiyum Karbonat
K	:Potasyum
Mg	:Magnezyum
Na	:Sodyum
Fe	:Demir
(NH ₄) ₆ Mo ₇ O ₂₄	:Amonyum molibdat
-OH	:Hidroksil radikali
µg	:Mikrogram
µM	:Mikromolar
CaCl ₂	:Kalsiyum Klorür
Cu	:Bakır
CuSO ₄	:Bakır Sülfat
FeOOH	:Götit
Fe ₃ (OH) ₈	:Fe III hidroksit
FeCO ₃	:Fe II karbonat
H ₂ SO ₄	:Sülfirik Asit
N	:Azot
NH ₄	:Amonyum
NH ₄ OH	:Amonyum Hidroksit
Si	:Silisyum
Al	:Alüminyum
Na	:Sodyum
Na ₂ CO ₃	:Soda
NaHCO ₃	:Hafif Soda
Na ₂ O	:Sodyum Hidroksit
NH ₄ NO ₃	:Amonyum Nitrat
NaClO	:Sodyum Hipoklorit
NH ₄ H ₂ PO ₄	:Amonyum dihidrojen fosfat
K ₂ O	:Potasyum Hidroksit
K ₂ SO ₄	:Potasyum Sülfat
CaO	:Kalsiyum Oksit
CaCl ₂	:Kalsiyum Klorür
MgO	:Magnezyum Oksit
MgSO ₄	:Magnezyum Sülfat
MnCl ₂	:Mangan Klorür
H ₃ BO ₃	:Borik Asit
H ₂ O ₂	:Hidrojen Peroksit
H ₂ S	:Hidrojen Sülfür
HCl	:Hidroklorik Asit
FeS	:Demir Sülfür
NO ₃ ⁻	:Nitrat
SO ₄ ⁻²	:Sülfat
FeSO ₄	:Demir Sülfat
CaMg(CO ₃) ₂	:Dolomit
HNO ₃	:Nitrik asit
HClO ₄	:Perklorik asit
Mn	:Mangan
Zn	:Çinko
ZnSO ₄	:Çinko Sülfat
Cu	:Bakır
B	:Bor

KISALTMALAR

pH	:Hidrojen iyonların gücü
ppm	:Parts per million
EC	:Elektriksel İletkenlik
SKA	:Sap kuru ağırlık
KKA	:Kök kuru ağırlık
S+KKA	:Sap+kök kuru ağırlık
SZn	:Sap çinko
KZn	:Kök çinko
SKZn	:Sap kaldırılan çinko
KKZn	:Kök kaldırılan çinko
SNZn	:Sap nispi çinko
SNKZn	:Sap nispi kaldırılan çinko
S+KNKZn	:Sap+kök nispi kaldırılan çinko
SNKA	:Sap nispi kuru ağırlık
KNKA	:Kök nispi kuru ağırlık
S+KNKA	:Sap+kök nispi kuru ağırlık
KNKZn	:Kök nispi kaldırılan çinko

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 5.1. Çinko noksanlığı şartlarında ortalama değerlere göre çeşit ve özelliklerin gruplandırılması.....	23
Şekil 5.2. Çinko noksanlığı şartlarında çeşitlerin besin elementlerine göre gruplandırılması	24
Şekil 5.3.Çinko yeter ortamda ortalama değerlere göre çeşit ve özelliklerin gruplandırılması	27
Şekil 5.4. Çinko uygulamasının çeltik çeşitleri ile sap kuru ağırlık arasındaki interaksiyon ilişkisi	30
Şekil 5.5. Çeltik çeşitlerine çinko uygulamasının sap kuru ağırlık değişimi üzerine etkisi.....	32
Şekil 5.6. Çinko uygulamasının çeltik çeşitleri ile kök kuru ağırlık arasındaki interaksiyon ilişkisi	33
Şekil 5.7. Çeltik çeşitlerine çinko uygulamasının kök kuru ağırlık değişimi üzerine etkisi.....	35
Şekil 5.8. Çeltik çeşitleri ile kök Zn içeriği arasındaki interaksiyon ilişkisi.....	36
Şekil 5.9. Çeltik çeşitlerine uygulanan çinkonun kök Zn içeriği değişimine etkisi.....	37
Şekil 5.10. Çeltik çeşitlerinin sap ve kök kuru ağırlığı ile Zn içeriği arasındaki ilişki.	39
Şekil 5.11. Çeltik çeşitlerine uygulanan çinkonun sap kaldırılan Zn değişimine etkisi	40
Şekil 5.12. Çeltik çeşitlerinde uygulanan çinkonun kök kaldırılan Zn değişimine etkisi.....	42
Şekil 5.13. Çeltik çeşitlerine uygulanan çinkonun yaprak SPAD değeri değişimine etkisi	43
Şekil 5.14. Çeşitleri ile sap N içeriği arasındaki interaksiyon ilişkisi.....	45
Şekil 5.15. Çeltik çeşitlerine uygulanan çinkonun sap N içeriği değişimine etkisi	45
Şekil 5.16. Çeltik çeşitleri ile ile sap P içeriği arasındaki interaksiyon ilişkisi	47
Şekil 5.17. Çeltik çeşitlerine uygulanan çinkonun sap P içeriği değişimine etkisi....	47
Şekil 5.18. Çeltik çeşitleri ile ile sap K içeriği arasındaki interaksiyon ilişkisi.....	49
Şekil 5.19. Çeltik çeşitlerine uygulanan çinkonun sap K içeriği değişimine etkisi	50
Şekil 5.20. Çeltik çeşitleri ile sap Ca içeriği arasındaki interaksiyon ilişkisi	51
Şekil 5.21. Çeltik çeşitlerine uygulanan çinkonun sap Ca içeriği değişimine etkisi	52
Şekil 5.22. Çeltik çeşitleri ile sap Mg içeriği arasındaki interaksiyon ilişkisi	53

Şekil 5.23. Çeltik çeşitlerine uygulanan çinkonun sap Mg içeriği değişimine etkisi	54
Şekil 5.24.Çeltik çeşitleri ile sap Na içeriği arasındaki interaksiyon ilişkisi.....	55
Şekil 5.25. Çeltik çeşitlerine uygulanan çinkonun sap Na içeriği değişimi üzerine etkisi.....	56
Şekil 5.26. Çeltik çeşitleri ile sap demir içeriği arasındaki interaksiyon ilişkisi	57
Şekil 5.27. Çeltik çeşitlerine uygulanan çinkonun sap Fe içeriği değişimine etkisi...	58
Şekil 5.28.Çeltik çeşitleri ile sap Mn içeriği arasındaki interaksiyon ilişkisi.....	59
Şekil 5.29. Çeltik çeşitlerine uygulanan çinkonun sap Mn içeriği değişimine etkisi	60
Şekil 5.30. Çeltik çeşitleri ile sap bakır içeriği arasındaki interaksiyon ilişkisi.....	61
Şekil 5.31. Çeltik çeşitlerine uygulanan çinkonun sap Cu içeriği değişimine etkisi..	62
Şekil 5.32. Çeltik çeşitleri ile sap B içeriği arasındaki interaksiyon ilişkisi.....	63
Şekil 5.33. Çeltik çeşitlerine uygulanan çinkonun sap B içeriği değişimine etkisi...	64

TABLolar DİZİNİ

Tablo 4.1. PCA analizinde Zn noksan ve yeter ortamda eksen 1 ve 2 değerleri.....	18
Tablo 5.1. Çinko noksanlığı Şartlarında eltik çeşitlerinin biyolojik indeks değerleri.....	19
Tablo 5.2. Çinko noksanlığı Şartlarında eltik çeşitlerinin nispi biyolojik indeks değerleri.....	20
Tablo 5.3. Çinko noksanlığı Şartlarında eltik çeşitlerinin besin element içeriği.....	20
Tablo 5.4. Çinko yeter Şartlarında eltik çeşitlerinin biyolojik indeks değerleri.....	25
Tablo 5.5. Çinko yeter Şartlarında eltik çeşitlerinin besin element içeriği.....	25
Tablo 5.6. Çeltik eŐitlerine Zn uygulamasının biyolojik indeks değerler ve besin element içeriğine ait varyans analiz sonuçları.....	28
Tablo 5.7. Kum kültüründe eltik çeşitlerine uygulanan çinkonun sap kuru ağırlık üzerine etkisi.....	29
Tablo 5.8. Kum kültüründe eltik çeşitlerine uygulanan çinkonun kök kuru ağırlık üzerine etkisi.....	31
Tablo 5.9. Kum kültüründe eltik çeşitlerine uygulanan çinkonun sap+kök kuru ağırlık üzerine etkisi.....	32
Tablo 5.10. Kum kültüründe eltik çeşitlerine uygulanan çinkonun sap Zn içeriği üzerine etkisi.....	34
Tablo 5.11. Kum kültüründe eltik çeşitlerine uygulanan çinkonun kök Zn içeriği üzerine etkisi.....	35
Tablo 5.12. Kum kültüründe eltik çeşitlerine uygulanan çinkonun sap Zn alımı üzerine etkisi.....	40
Tablo 5.13. Kum kültüründe eltik çeşitlerine uygulanan çinkonun kök Zn alımı üzerine etkisi.....	41
Tablo 5.14. Kum kültüründe eltik çeşitlerine uygulanan çinkonun yaprak SPAD değeri üzerine etkisi.....	42
Tablo 5.15. Kum kültüründe eltik çeşitlerine uygulanan çinkonun sap azot içeriği üzerine etkisi.....	44
Tablo 5.16. Kum kültüründe eltik çeşitlerine uygulanan çinkonun sap fosfor içeriği üzerine etkisi.....	46
Tablo 5.17. Kum kültüründe eltik çeşitlerine uygulanan çinkonun sap potasyum içeriği üzerine etkisi.....	48
Tablo 5.18. Kum kültüründe eltik çeşitlerine uygulanan çinkonun sap kalsiyum içeriği üzerine etkisi.....	50
Tablo 5.19. Kum kültüründe eltik çeşitlerine uygulanan çinkonun sap magnezyum içeriği üzerine etkisi.....	52

Tablo 5.20. Kum kültüründe çeltik çeşitlerine uygulanan çinkonun sap sodyum içeriği üzerine etkisi.....	54
Tablo 5.21. Kum kültüründe çeltik çeşitlerine uygulanan çinkonun sap demir içeriği üzerine etkisi.....	56
Tablo 5.22. Kum kültüründe çeltik çeşitlerine uygulanan çinkonun sap mangan içeriği üzerine etkisi.....	58
Tablo 5.23. Kum kültüründe çeltik çeşitlerine uygulanan çinkonun sap bakır içeriği üzerine etkisi.....	60
Tablo 5.24. Kum kültüründe çeltik çeşitlerine uygulanan çinkonun sap bor içeriği üzerine etkisi.....	62

1. GİRİŞ

Pirinç veya çeltik (*Oryza sativa*), buğdaygiller (*Gramineae*) familyasının Poaceae alt familyasından *Oryza sativa* L. cinsi, mısır ve buğdaydan sonra en fazla ekimi yapılan otsu bir bitki türüdür. Aynı zamanda çeltik hem dünya’da yaşayan insanların yarısından fazlasının ana besini hem de tahıllar içinde dünya nüfusunun beslenmesinde buğdaydan sonra en önemli besin kaynağı olan sıcak iklim bir kültür bitkisidir. Dünyada kişi başı günlük enerjinin yaklaşık % 25’i çeltik tüketimi ile karşılanmakta (Sonkaya, 2017) olup, 2050 yılına kadar 9.1 milyar insanı bu gıda ile besleyebilmek için şu anki mevcut verimin 100 milyon ton daha artırılması gerektiği tahmin edilmektedir (Jaggard vd, 2010).

Çeltik bitkisi suya boğulu şartlar içerisinde çimlenebilen, yetişen ve kökleri suda çözülmüş oksijenden yararlanabilen tek tahıl cinsidir (Kara ve Gürel, 2013). TUİK’in 2018/2019 verilerine göre Türkiye’de 120 bin hektar alanda 782 kg/da çeltik üretimi gerçekleşirken, 2019/20 sezonunda bir önceki sezona göre %6,4 oranında artarak 126 bin hektar alanda 1 milyon ton rekor seviyeye ulaşmıştır (TUİK, 2021). Aynı sezon çeltik verimi 791 kg/da gerçekleşmiştir. Çeltik üretimi sıralamasında yer alan ilk on il, toplam üretimin %96’sını oluşturmaktadır. Bu iller arasında en yüksek verim 844 kg/da ile Çanakkale’de elde edilmiş olup, Edirne 842 kg/da verim ile ikinci sırada yer almıştır.

Çeltik bitkisi, yetiştiriciliğinin yapıldığı bütün ekosistemlerde çoklu biyotik ve abiyotik streslerle karşı karşıyadır (Horuz vd, 2017). Kuraklık, tuzluluk ve asit karakterli topraklar gibi farklı abiyotik stresler yanında, topraktaki besin elementi eksiklikleri ve toksisiteleri de tahıl veriminde önemli kayıplara neden olur (Mahender vd, 2019).

Bitkilerin mikro elementlere gereksinimi her ne kadar az ise de mutlak gerekli element olarak bunların önemi giderek daha fazla anlaşılmaktadır. Pratikte ancak dengeli ve ekonomik bir gübreleme ile birim alanda kaliteli ve sağlıklı ürün alınabilmektedir (Yağmur ve Aydın, 2013).

Çinko (Zn) noksanlığı hem Türkiye hem de dünya tarım toprakları için önemli bir sorundur. Gerçekten de dünya geneline bakıldığında başta Hindistan, Pakistan, Çin, İran ve Türkiye olmak üzere pek çok ülkede hem topraklarda hem de bu ülkelerde yaşayan insanlarda Zn noksanlığı yaygın şekilde görülmektedir. Çinko noksanlığı hem

Dünya tarım topraklarının yaklaşık % 30'unda (Sillanpaa, 1982), ülkemiz topraklarının % 50'sinde (Eyüboğlu ve ark, 1995) ve Orta Anadolu'da çeltik yetiştirilen alanların % 30'unda (Taban ve ark, 1997) Zn noksanlığı olduğu bildirilmiştir.

Ülkemiz topraklarının yaklaşık yarısının yarayışlı Zn bakımından fakir olması, bitkilerde Zn noksanlığına neden olmakta ve buna bağlı olarak da bitkisel üretimdeki düşüş yanında temelde tahıla dayalı beslenme zincirinde bir dizi sağlık sorunları ortaya çıkmaktadır (Baysal 1998).

Çinko eksikliğinden etkilenen bitkilerde kardeşlenme sayısında azalma ile başlayan sorunlar olgunlaşmada gecikme, verim ve kalite azalma ile sonuçlanır (Sürek, 2005). Çinko noksanlığı çeltik bitkisi 4 yapraklı devreye geldiği zaman başlar, Zn noksanlığından etkilenen yapraklar yatık bir hal alır, genç yaprakların orta damarlarında açık yeşil kloroz oluşur ve bu renk yaprağın orta kısmından uç kısmına doğru azalır. Yaşlı yaprakların uç kısımlarında koyu kahverenginde ölü dokular oluşur. Boğum aralarının kısalması ile birlikte bitkiler cüceleşir ve gövde kısalır (Turan ve Horuz, 2012; Kacar ve Katkat 2009).

Çeltik (*Oryza Sativa* L.) çeşitleri Zn noksanlığına duyarlılıkları bakımından büyük farklılıklar gösterir (Bowen, 1986). Bu nedenle, üreticiler için çinkoca etkin çeşitlerin belirlenmesi pratikte büyük önem taşımaktadır. Çinko etkin çeltik çeşitleri genellikle yetersiz olduğu düşünülen Zn konsantrasyonlarına sahip topraklarda gelişme yeteneğine sahip çeşitlerdir. Bitkilerde Zn eksikliği, toprağa yada bitkiye Zn bileşikleri ilave edilerek düzeltilebilir, ancak Zn noksanlığının üstesinden gelebilmek için çinkolu gübrelerin yeterli ve dengeli miktarda uygulanması ile ilgili yüksek maliyet, maddi durumu iyi olmayan çiftçilere büyük bir yük getirmektedir. Bu yüzden çeltik bitkisine yönelik ıslah çalışmalarına önem verilmesi gerektiği bilim insanları tarafından düşünülmüştür. Sonuçta çeltik genotiplerinde Zn eksikliğine olan toleransı artırmak için yapılan çalışmalar yoğunluk kazanmıştır (Guerta vd, 2002). Pek çok araştırma, çeltikte Zn eksikliğine tolerans için potansiyel mekanizmalar üzerine yoğunlaşmıştır. Toleranslı çeltik çeşitleri daha düşük Zn gereksinimlerine sahip olabilir veya köklerinden sürgünlere nispeten daha fazla Zn transloke (taşınım birikme) olabilir (Cayton vd, 1985).

Quadar (2007) iki çeltik çeşidinin dikiminden 33 gün sonra ilk üç yaprak ve yaprak kılıfı analizine göre, Zn eksikliğinin B grubu genotipleri (CSR10, CSR23, CSR-89IR1, 89H1-931098 ve IR47538-3B-9-3B-1) A grubu (CSR-88IR15, CSR-89IR14, IR4630-22-2-5-1-2 ve Trichi) genotiplere kıyasla her zaman daha az etkilediğini bildirmiştir. Yani B grubu bitkilerin Zn eksikliğine daha toleranslı olduğunu ifade etmişlerdir.

Çinko noksanlığına dayanıklılıkla ilgili yapılan bir deneyde Jalmagna çeltik çeşidi Zn noksanlığına daha toleranslı ve IR74 çeltik çeşidinin Zn noksanlığına daha dayanıksız olduğu ortaya konulmuştur (Wissuwa vd, 2006).

Cayton vd (1985) Zn eksikliğine tolerans açısından farklılık gösteren IR26 ve IR34 iki çeltik çeşidinin büyüme ve mineral beslenmesini Zn eksikliği olan topraklar kullanılarak serada incelenmişlerdir. Hem toprak hem de kültür çözeltileri çalışmalarında bitkide Zn konsantrasyonu eksikliğinin sadece çeşit – Zn tolerans ilişkisi ile açıklamanın yeterli olmadığını, çeşit toleransının olası mekanizmasını belirlemede besin maddelerinin ve sürgün/kök Zn oranlarının da karşılaştırılması gerektiğini bildirmişlerdir. Aynı araştırmacılar IR 34 çeltik çeşidinin IR26'ya göre daha düşük Zn gereksinimine, daha verimli Zn translokasyonuna sahip olduğunu ve daha düşük Fe/Zn, Cu/Zn, Mg/Zn ve P/Zn oranlarını koruma yeteneğine sahip olduğunu bildirmişlerdir.

Forno vd (1975) Zn bakımından yetersiz çözeltili kültürü çalışmalarında, Zn eksikliğine dirençli IR8 çeşidi ile Zn eksikliğine duyarlı IR184-67 çeşidi arasında Zn absorbe etme kabiliyeti bakımından önemli bir fark olmadığını ancak IR8'in erken dönemde Zn eksikliğinden kurtulma konusunda daha üstün yeteneğe sahip olduğunu bildirmişlerdir. Bununla birlikte IR8 çeşidinin IR184-67 çeşidinden (kritik değerler sırasıyla gram başına 0.23 ve 0.27 ppm) biraz daha düşük Zn içeriğine sahip olduğu ifade edilmiştir. Ayrıca IR8 çeşidinin HCO_3^- 'a karşı önemli ölçüde daha az duyarlı olduğu da bildirilmiştir. Bu farklılıklara rağmen tarla koşullarında ekimden 4 hafta sonra iki çeşidin de Zn noksanlığına eşit derecede duyarlı oldukları, gelişmenin 4 ila 8. haftasında ise Zn eksikliğinin kendiliğinden düzeldiğini ancak IR8 çeşidinin hem sürgün büyümesi hem de nihai tane verimi açısından IR184-67 çeşidinden daha üstün olduğu ifade edilmiştir.

İsmail vd (2013) tarla şartlarında Zn eksikliğine toleranslı bir hat olan RIL46 çeşidinin toleransız bir hat olan IR74 çeşidine kıyasla daha fazla Zn absorbe etme ve daha fazla biyokütle üretme kabiliyetine sahip olduğunu bildirmişlerdir. Ayrıca toleransla ilişkili nicel özellik lokusları (QTL) ve haritalama popülasyonu çalışmasında RIL46 çeşidinin Zn eksikliğine toleransta IR74 çeşidini aştığı, daha fazla Zn aldığı ve daha yüksek nispi kök büyüme oranlarına sahip olduğu bildirilmiştir. Toplam bitki Zn içeriği, RIL46'da (30.9 ppm Zn) IR74'ten (17.8 ppm) %74 daha yüksek bulunmuştur (Wissuwa vd, 2010).

Höller vd (2014) RIL46 çeltik çeşidini Zn eksikliğine toleranslı, IR74 çeltik çeşidini Zn eksikliğine duyarlı, Nipponbare çeltik çeşidini Zn eksikliğine toleranslı, ND6172 çeltik çeşidini Zn eksikliğine duyarlı olduğunu bildirmişlerdir. Gao vd (2005) Çin'de yetiştirilen bazı çeltik çeşitleriyle yaptıkları çalışmada Zn eksikliği olan killi toprakta yetiştirilen çeltik çeşitlerinin dikiminden 28 gün sonra çoğu çeşidin Zn eksikliği sebebiyle sap kuru madde miktarında belirgin bir düşüş olduğunu bildirmişlerdir.

Bağcı vd (2007) iki yıllık kuraklık indeksleri dikkate alındığında, Yayla-305, Gerek-79, Dağdaş-94 ve Bolal-2973 ekmeklik buğday çeşitlerinin Çakmak 79 ve Selçuklu 97 makarnalık buğday çeşitlerine göre Zn eksikliğine daha toleranslı olduğunu tespit etmişlerdir. Dong vd (2008) kumlu toprakta kontrollü koşullar altında 3 buğday genotipi ile yaptığı çalışmada, Excalibur buğday çeşidini Zn eksikliğine en toleranslı, Gatcher buğday çeşidinin 2. en toleranslı ve Durati buğday çeşidinin ise Zn eksikliğine en duyarlı buğday çeşidi olduğunu bildirmişlerdir.

Neue vd (1998), sulak alan çeltiğinde en sık gözlenen mikro besin bozukluklarından birinin Zn eksikliği olduğunu bildirmişler ve IRRI çeltik çeşidinin Zn eksikliğine karşı yüksek toleranslı olduğunu tespit etmişlerdir, ayrıca Zn'nin çözüldürülmesi ve bitkiye alımının artırılması için rizosferde kök kaynaklı değişikliklerin önemini göstermişlerdir.

Verma vd (1984), 10 ppm gibi yüksek oranlarda Zn uygulaması yapılmış toprakta yetiştirilen, IR 28 çeltik çeşidinde bitki boyunu artırmış, diğer verim karakteristiklerinden sürgün, saman ve tane verimini iyileştirmiştir. Ancak, Zn uygulamasının artmasından IR10198-66-2 çeltik çeşidi etkilenmemiştir. Sonuç olarak;

IR10198-66-2 çeltik çeşidi Zn eksikliğine IR 28 çeltik çeşidine göre daha toleranslı, IR 28 çeltik çeşidi ise Zn eksikliğine daha duyarlı bulunmuştur.

Singh vd (2002), 'Matherhorn' fasulye çeşidini Zn eksikliğine dirençli; 'T-39' fasulye çeşidinin ise Zn eksikliğine duyarlı olduğunu bildirmişlerdir. Hacısalihoğlu vd (2004) fasulye genotipleri arasında Zn eksikliğine tolerans açısından genotipik varyasyonu incelemek için sera deneyleri yapmışlardır. Fasulye genotipleri arasında Zn verimliliğinde belirgin farklılıklar tespit etmişlerdir. G4449 fasulye çeşidi G11229 çeşidinden 2 kat daha fazla; G11360 fasulye çeşidi G3871 çeşidinden 10 kat daha fazla Zn verimliliğine sahip olduğunu bildirmişlerdir. Moraghan vd (1999) bazı lacivert fasulye çeşitlerinde yaptıkları çalışmada; 'Norstar' ve 'Voyager' fasulye çeşitlerini Zn eksikliğine toleranslı, 'Avanti' ve 'Albion' fasulye çeşitlerinin ise Zn eksikliğine duyarlı olduğunu bildirmişlerdir. Blair vd (2009) DOR364 fasulye çeşidini Zn eksikliğine toleranslı ve G19833 fasulye çeşidini ise Zn eksikliğine duyarlı olduğunu bildirmişlerdir.

Fageria (2001), çeltik bitkilerinde Zn tolerans ile ilgili yaptığı çalışmada, Metica-1, Epagri 108, CNA 7550 ve CNA 8619 çeltik çeşitlerini Zn eksikliğine toleranslı; CNA 8319 çeltik çeşidinin Zn eksikliğine karşı çok hassas; Javae, Rio Formoso, CNA 7556 ve CNA7857'nin ise orta derecede verimli çeltik genotipleri olduğunu bildirmiştir. Sudhalakshmi (2007), ADT 12, ASD 16, TRY 1, TKM 9, Pusa Vikas, Poornima, Norungan ve Pokkali çeltik çeşitlerinin Zn eksikliğine toleranslı; IR 8, IR 36, ADT 2, ADT 3, ADT 14, ADT 15, ADT 17, ADT 19, ADT 38, ADT 39, ASD 19, PMK 3, TKM 10, TKM 11, CSR 10, MDU 4, MDU 5, CO 43 ve ADTRH 1'in Zn eksikliğine daha hassas olduğunu bildirmişlerdir.

Bu tez çalışmasında kum kültürü ortamında yetiştirilen 6 farklı çeltik çeşidinin (1. Terme incisi, 2. Rekor, 3. Efe, 4. Kızılırmak, 5. Romeo ve 6. Karadeniz) Zn uygulamasına responsları, varyans ve temel bileşen analizi (PCA) ile belirlenerek Zn noksanlığına dayanıklı çeltik çeşitleri seçilmiştir.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Çinko

Çinko (Zn) kimyasal sembolü ile gösterilen çinko, bitkiler tarafından en fazla ihtiyaç duyulan altı iz elementten birisidir ve göreceli olarak küçük miktarlarda ihtiyaç duyulmasına rağmen noksanlıklarında dikkate değer verim kalite kayıplarına neden olmakta, hatta bazı koşullarda bitkinin iflasına kadar gidebilmektedir (Alloway, 2004).

Çinko noksanlıkları, dünya genelinde geniş bölgelerde etkili olmaktadır. Bazı topraklarda doğal olarak düşük miktarlarda bulunmakta; ya da toprakta bulunan bazı bileşenlerin etkileşimlerinden dolayı bağlanarak veya bitki köklerinin kuraklık (abiyotik), hastalık (biyotik) gibi nedenlerle stres ve baskı altında kalması nedeniyle bitki tarafından alınamayabilir.

Öncelikle toprak analizleri, topraktaki Zn dahil bütün besin elementlerinin yeterlilik seviyelerini belirleyebilir. Farklı tarlalardan ve farklı bölgelerden alınan örneklere göre yapılan analizler daha sonradan değerlendirilerek, bölgesel noksanlık haritaları hazırlanabilir (Moran 2007).

2.2. Çinko'nun bitkide görevleri

1. Klorofil oluşumu için gereklidir.
2. Karbonhidratların taşınması ve şekerin taşınmasında görev alır.
3. Hormonal faaliyetler için gereklidir ve oksinin yapısal elementidir.
4. Suyun bitkiye alınmasında etkisi vardır.
5. Yüksek bitkilerde bulunan alkol dehidrogenaz, CuZn-süperoksit dismutaz (Cu-Zn-SOD), karbonik anhidraz (CA), RNA polimeraz, alkalın fosfataz, fosfolipaz ve karboksipeptidaz gibi enzimlerin yapısında yer alır.
6. Membran kalitesi üzerine olumlu etki yapar.

2.3. Çeltik bitkisinde çinko noksanlığı semptomları

Çinko eksikliği, eltik fidelerinin gelişme ortamına dikiminden genellikle 2 ila 3 hafta sonra ortaya çıkan çoklu semptomlara neden olur. Bu semptomlar: genç yaprakların tabanında sararmalar ve yaşlı yaprakları tamamen kaplayacak şekilde oluşan paslı kahverengi lekeler ve çizgilerdir. Ayrıca Zn noksanlığında, bitkiler bodur kalır ve gelişim sekteye uğrar. Çinko noksanlığının çok şiddetli görülmesi halinde bitki yaşamı son bulabilir. Hayatta kalan bitkilerde ise kardeşenme azalır ve olgunlaşma gecikir. Nihayetinde bitki veriminde kayda değer azalmalar görülür (Yoshida ve Tanaka, 1969; Van Breemen ve Castro 1980; Neue ve Lantin, 1994). Çinko eksikliği nedeniyle bitki veriminde görülen azalmalar eltik çeşitlerine göre farklılık gösterir (Forno vd,1975).

2.4. Çeltikte inko eksikliğine dayanıklılıkta genotip seçiminin önemi

Çinko (Zn) eksikliği eltik üretimi için önemli bir kısıtlamadır ve pirinç bazlı diyetleri olan insanlarda da Zn genellikle eksiktir. Daha fazla Zn-verimli eltik yetiştirme çabaları, noksanlığa tolerans mekanizmalarının yeterince anlaşılmaması nedeniyle sınırlı sayıda kalmıştır. Filipinler'de, noksanlığa toleranslı ve duyarlı genotiplere sahip, yüksek oranda Zn noksanlığına sahip bir eltik toprağında bir arazi deneyi yapılmış ve büyüme, Zn alımı ve kök gelişimini ölçülmüştür. Ayrıca ekim yoğunluğunun etkisi de ölçülmüştür. Toleranslı genotipler, bitki başına daha fazla ta kökü üretmiştir ve birim kök yüzey alanı başına daha büyük alım oranlarına sahiptir. Toleranslı ve hassas genotipler, daha büyük ekim yoğunluklarında bitki başına daha fazla Zn almıştır (Mori vd, 2016)

Oikeh vd (2003), ACR90900L16-DT ve ACR86TZESR-W mısır çeşitlerini Zn eksikliğine toleranslı mısır eşitleri olduğunu bildirmişlerdir.

Akther vd (2020) 'Ratan' domates eşidinin Zn eksikliğine duyarlı olduğunu ve Zn eksikliğinin Ratan domates çeşidinin bitki biyokütlesi ve fotosentez parametrelerini (klorofil skoru, fotosistemin verimliliği, fotosentez performans indeksi) olumsuz etkilediğini bildirmişlerdir. Ayrıca, 'Marglobe' domates çeşidini de Zn eksikliğine toleranslı bulmuşlardır. Zn eksikliği durumunda Ratan'da artan hücre ölümü yüzdesi ve artan hidrojen peroksit konsantrasyonunu gözlemlemişlerdir.

Rengel vd (2000) buğday genotiplerinde Zn eksikliğine tolerans ile ilgili yaptıkları çalışmada, 'Aroona' ve 'Stilieto' buğday genotiplerini Zn eksikliğine toleranslı ve 'Durati' ve 'Yalaroi' buğday genotiplerinin ise Zn eksikliğine duyarlı buğday genotipleri olduğunu bildirmişlerdir.

Graham vd (1993) bitkilerin genotiplerinin, hem Zn alımında hem de kullanımında Zn eksikliği olan topraklara toleranslarında büyük farklılıklar gösterdiğini bildirmişlerdir.

Shivay vd (2010) Zn eksikliğine toleransla ilgili yaptıkları çalışmada, Pusa Sugandh 4 (PS4) çeltik çeşidinin, daha önce geliştirilen aromatik çeltik çeşidi Pusa Basmati1 (PB1)'den Zn eksikliğine karşı daha toleranslı bir çeşit olduğunu ve tane verimi açısından daha iyi olduğunu bildirmişlerdir.

Khan vd (1998) Barwon, Tyson, Amethyst ve Doen nohut çeşitlerinin Zn eksikliğine daha hassas; Kaniva, T-1587, CTS 11308 VE CTS 60543 nohut çeşitlerinin Zn eksikliğine daha toleranslı olduğunu bildirmişlerdir. Ayrıca tüm bu genotipler arasında Tyson Zn uygulamasında en düşük kök kuru ağırlığı üretmiş ve Zn eksikliğine en hassas çeşit olarak belirlenmiştir.

Lu vd (2021) UCP122 ve KALIBORO26 çeltik çeşitlerini Zn eksikliğine toleranslı; IR26 ve IR64 çeltik çeşitlerini ise Zn eksikliğine hassas olarak bildirmişlerdir.

Lombn vd (2003) arpanın şu dört indeks yönünden; a) Znverimlilik indeksi, b) yüksek Zn arzına kıyasla düşük nispi sürgün/kök oranı, c) Zn yetersiz koşullar altında Zn'nin toplam sürgüne alımı, d) Zn yetersiz koşullar altında sürgün kuru ağırlığı; Zn eksikliğine buğdaydan daha toleranslı olduğunu bildirmişlerdir. Bunun yanında arpa çeşitlerinde Zn eksikliğine tolerans sıralamasını Thule=Tyra>Kinnan arpa çeşitleri olarak ifade etmişlerdir. Buğday çeşitlerinde ise Zn noksanlığına tolerans sıralamasını Bastian=Avle>Vinjett buğday çeşitleri olarak bildirmişlerdir.

Islam vd (2021) BRR1 dhan 49, BRR1 dhan 52, BRR1 dhan 56, BRR1 dhan 57 çeltik çeşitlerinin Zn eksikliğine duyarlı olduğunu, Zn uygulaması nedeniylatane verimlerinde önemli bir artış olduğunu bildirmişlerdir. Zn uygulaması olmaksızın tarla koşullarında bu 4 çeltik çeşidi arasında Zn eksikliğine diğerlerine göre en toleranslı BRR1 dhan 49 ve bu 4 çeşit arasında Zn eksikliğine en hassasının ise BRR1 dhan 52 olduğunu bildirmişlerdir.

3.KAYNAK ÖZETLERİ

3.1. Çinko noksanlığı ile ilgili literatür özetleri

Yoshida ve Tanaka (1969), çeltik bitkisinde Zn eksikliğinin genellikle fidelerin yetiştirme ortamına dikilmesinden 2-3 hafta sonra ortaya çıktığını bildirmişlerdir. Ayrıca, Zn noksanlığında bitkide birçok semptom gözlemlendiği rapor edilmiştir. Zn eksikliğinin şiddetine bağlı olarak, bitkide yaşlı yaprakları tamamen kaplayan kahverengi lekeler ve çizgiler gelişebildiği, bitkinin bodur kaldığı, bitkide olgunluğun geciktiği ve verimde önemli bir azalma meydana geldiği belirtilmiştir. Ek olarak, Zn noksanlığının çeltikte yaprak bronzlaşmasına neden olduğu ve bitki dikiminden 2-3 hafta sonra, yaşlı yaprakları kaplayan kahverengi lekeler ve çizgilerin geliştiğini bildirmişlerdir ve Zn noksanlığının çok şiddetli olması durumunda bitki yaşamının son bulabileceği de araştırmacılar tarafından rapor edilmiştir.

Yoshida vd (1973), bazı çeltik çeşitlerinin Zn eksikliği görülen topraklarda yetişebilme kabiliyetinin farklılık gösterdiğini bildirmişlerdir. Ayrıca Zn eksikliğine duyarlı çeltik çeşitlerinde güçsüz ve daha az bir kardeşlenmenin olduğunu bildirmişlerdir.

Forno vd (1975), toprağın su altında kalmasının toprak çözeltisindeki Zn konsantrasyonunda önemli bir azalmaya neden olduğunu bildirmişlerdir. Toprağın suya boğulu olma süresinin uzaması durumunda, Zn konsantrasyonu 0.02 ve 0.03 ppm arasında nihai bir değere doğru eğilim gösterdiği araştırmacılar tarafından rapor edilmiştir. Bununla birlikte araştırmacılar Zn eksikliği için kritik düşük konsantrasyonun 0.01 ppm olduğunu bildirmişlerdir.

Yoshida (1981), sulama yaparak yetiştirilen (lowland) çeltik bitkisinde Zn noksanlığı yaygın olarak nötr ila alkali topraklarda, özellikle de kireçli topraklarda görüldüğünü bildirmiştir. Araştırmacı ayrıca ciddi bir Zn noksanlığı durumunda, dikilen çeltik fidelerinin öldüğünü veya doğrudan ekilen çeltik tohumlarının çimlenemeyeceğini bildirmiştir. Bununla birlikte çoğu durumda Zn noksanlık semptomları fide dikiminden sonraki 2-3 hafta içinde görünür bir hale geldiği ve Zn noksanlığının kendiliğinden düzelmesinin toprağın su altında kalmasından 6-8 hafta sonra gözlemlendiği yine araştırmacı tarafından rapor edilmiştir.

Cayton vd (1985), toprakta Zn noksanlığına toleranslı çeltik çeşitlerinin daha düşük Zn gereksinimine sahip olabileceğini veya bitki köklerinden sürgünlere nispeten daha fazla Zn transloke olabileceğini rapor etmişlerdir.

Bowen (1986), toprakta Zn eksikliğinin genellikle sodik, kireçli ve organik topraklarda ve ayrıca uzun bir süre ıslak kalan topraklarda görüldüğünü bildirmiştir. Ayrıca, toprakta Zn noksanlığına duyarlılık bakımından çeltik çeşitlerinin büyük farklılıklar gösterdiğini de ifade etmiştir. .

Neue ve Lantin (1994), toprakta Zn eksikliğini, çok çeşitli toprak koşulları ile ilişkilendirmiştir. Bu toprak koşullarının; yüksek pH seviyesi, toprakların düşük Zn içeriği ve uzun süreli su altında kalma durumu ile düşük redoks potansiyeli, yüksek organik madde ve bikarbonat içeriği, magnezyum-kalsiyum oranının büyüklüğü ve mevcut yarayışlı P içeriğinin fazlalığı olduğu araştırmacılar tarafından bildirilmiştir. Ayrıca, Zn noksanlık stresine maruz kalan bitkilerin bodur kaldığını ve şiddetli Zn noksanlığı altında bitki mortalitesinin yüksek olabildiğini bildirmişlerdir. Araştırmacılar ayrıca Zn noksanlık şiddetinin az olması durumunda, dikimden 4-5 hafta sonra bitkilerde iyileşmelerin görülebileceğini; ancak yine de bitkide olgunlaşmada gecikme ve tane veriminde azalmanın yaygın bir şekilde görülebileceğini bildirmişlerdir.

Kirk ve Bajita (1995), çeltik bitkisinde Zn eksikliğinin, yetiştirme ortamındaki su taşkınlarından sonraki ilk birkaç hafta içerisinde ortaya çıktığını rapor etmişlerdir. Çinko noksanlığına rağmen hala hayatta kalan bitkilerin ise daha sonraki haftalarda (6-8 hafta) kendiliğinden iyileşebildiği; ancak bitkilerin vejetatif evresinin uzayabildiğini ve bitkide verimin ciddi bir şekilde düştüğünü rapor etmişlerdir.

Graham ve Welch (1996), dünyada tahıl üretiminde kullanılan toprakların yaklaşık %50'sinde, bitki için yarayışlı Zn düzeyinin düşük olduğunu bildirmişlerdir.

Graham vd (1999), bitkide hafif şiddette seyreden bir Zn eksikliği durumunda, bitkinin yenilebilir kısımlarının azalıp, bitkide verimin düştüğünü ve ayrıca bitki Zn içeriğinin de azaldığını bildirmişlerdir.

Çakmak (2000), Zn eksikliğinin membrana bağlı NADPH oksidaz ve reaktif oksijen türleri (ROS) üreten iç demir konsantrasyonuna müdahale ettiğini belirtmiş ve bu nedenle, Zn eksikliği olan yaprakların, kloroplastta foto-oksidasyon nedeniyle hasar gördüğünü ve yüksek ışık yoğunluğuna maruz kaldıklarında hızla klorotik ve nekrotik bir hale geldiğini bildirmiştir.

Dobermann ve Fairhurst (2000), Znbakımından noksan koşullar altında yetişen bütün çeltik genotiplerinde gövdede Zn konsantrasyonu, 10-20 mg kg⁻¹'lık marjinal aralığın içinde veya altında olduğunu bildirmişlerdir.

Gao vd (2005), yeni geliştirilen bazı aerobik çeltik genotipleri de dahil olmak üzere daha büyük bir Çin çeltik genotipi seti için Zn etkinliğindeki (ZE) varyasyonunu değerlendirmişlerdir. Araştırma bulgularına göre; bitki ekiminden 3-4 hafta sonra, sürgün uzamasının azalması ve yapraklarda beyazımsı kahverengi nekrotik lekeler gibi Zn eksikliğinin görsel belirtileri ortaya çıkmıştır. 23 farklı çeltik genotipi arasında Zn noksanlık semptomlarının şiddetinde de büyük farklılıklar gözlenmiştir. K150, Han297, Yuefu, Xieyou10 ve IR26 çeltik genotipleri şiddetli Zn noksanlık belirtileri göstermiştir. Buna karşın Han44, Hongkelaoshuya, Jindao 305 ve IR8192-31 gibi diğer çeltik genotipleri, Zn uygulanmayan koşullar altında bir Zn noksanlık belirtisi göstermemiştir. Çinko uygulamalarında ise tüm çeltik genotiplerinin iyi bir şekilde büyüyüp geliştiği ve ayrıca tüm bu genotiplerde hiçbir noksanlık belirtisinin ortaya çıkmadığı ifade edilmiştir. Bununla birlikte Zn eksikliği, çoğu çeltik genotipi için hem sürgün hem de kökün kuru ağırlığında belirgin bir azalmaya neden olmuştur. Gövde bazlı Zn etkinliği (ZE) %50 ila 98 arasında değişmiştir. Gövde de Zn etkinliği daha geniş bir aralık gösterse de, kök bazı Zn etkinliği ile uyum göstermemektedir. Aerobik çeltik genotiplerinden olan Hongkelaoshuya, Han44 ve lowland genotiplerinden IR8192-31, Jindao305, Zn eksikliğine en toleranslı genotipler olup, Zn etkinliği (ZE) değerleri % 95 civarında bulunmuştur. Aerobik genotiplerden olan K150 ve lowland genotiplerinden olan Yuefu, Xieyou10, IR26'da ZE değerleri %50 ila %61 değişmekte olup, bu genotipler en hassas genotipler bulunmuştur. Ek olarak, lowland genotiplerinin genellikle aerobik genotiplerden daha düşük çinko etkinliğine sahip olduğu rapor edilmiştir. Hongkelaoshuya, Han44, IR8192-31 genotipleri de dahil Zn etkin genotipler, Zn uygulamasıyla, çinkoca noksan koşullara göre benzer kök biyokütlesini koruyabilmiştir. Bunun aksine, çinkoca etkin olmayan genotiplerden K150, HAN297, Yuefu ve Xieyou10 genotipleri, çinkoca noksan koşullarda kök biyokütlesinde yaklaşık %40 oranında bir azalma göstermiştir.

Alloway (2008), mahsul üretiminde önemli bir toprak kısıtlaması olan çinko eksikliğinin, lowland (alçak tava) çeltik topraklarının yaklaşık %50'sinde, özellikle de Asya'nın iç alkali / sodik ve kıyı tuzlu topraklarında yaygın bir şekilde görüldüğünü bildirmiştir. Ayrıca, Zn noksanlığının, mahsul üretimini olumsuz yönde etkileyen

temel bir toprak kısıtlama faktörü olduğunu bildirmiştir. Ayrıca araştırmacı çinko noksanlığının özellikle karasal kesimin alkali/sodik topraklarında ve Asya'nın kıyı tuzlu toprakları başta olmak üzere, sulanabilir çeltik topraklarının yaklaşık %50'sinde yaygın bir şekilde görüldüğünü bildirmiştir.

Frei vd (2010), çeltik yapraklarında ne kadar fazla antioksidan birikirse, çinko noksanlığının belirtisi olan yaprak bronzlaşma semptomlarının da o derece azalacağını rapor etmişlerdir.

Humaira vd (2015) tarafından yapılan bir çalışmada, 4 farklı çeltik çeşidi hidroponik şartlarda besin solüsyonuna ilave edilen iki farklı çinko konsantrasyonunda (0.1 ve 2 μ M Zn) yetiştirilmiştir. Çeltik çeşitlerinde bitki boyu, ham protein, klorofil-a ve klorofil-b, toplam çinko ve demir kapsamı üzerine farklı çinko konsantrasyonunun etkisi araştırılmıştır. Araştırma bulgularına göre, 1 μ M Zn dozunda, IRRI-6 ve Basmati-2000 çeltik çeşitleri, JP-05 ve Swat-I çeltik çeşitlerine kıyasla daha yüksek bitki boyu sağlamıştır. Ham protein içeriği 1 μ M Zn dozunda JP-05 ve Basmati 2000 çeşidinde maksimum seviyede iken; Swat-1 ve IRRI-6 çeltik çeşitlerinde maksimum seviyeye 2 μ M Zn dozunda ulaşmıştır.

Lee vd (2017) tarafından farklı çeltik genotiplerinin Zn eksikliğine karşı kök spesifik yanıtları araştırılmıştır. Araştırma bulgularına göre; hassas çeltik genotiplerinde köklerden çözünen sızıntı daha fazla bulunmuş ve Zn eksikliğinin indüklediği oksidatif strese bağlı olarak membran hasarı artış göstermiştir. Bununla birlikte, toplam kök antioksidan aktivitesi, yapraklarıkinden dört kat daha düşük bulunmuş olup, hassas ve toleranslı çeltik genotipleri arasında farklılık göstermemiştir. Ayrıca araştırmacılar gaz kromatografisi-kütle spektrometrisi ve yüksek performanslı sıvı kromatografisi cihazlarını kullanarak bitki kök metabolit analizi yapmışlardır. Zn eksikliğine hassas çeltik genotiplerinde gliserol-3-fosfat ve asetat birikimi olurken; toleranslı çeltik genotiplerinde ise daha az birikim olduğu rapor edilmiştir. Bitki kök metabolitlerinin Zn eksikliği koşulları altında kök hasarının biyokimyasal göstergeleri olarak kullanılabilmesi de araştırmacılar tarafından rapor edilmiştir.

4. MATERYAL ve YÖNTEM

4.1. Materyal

Araştırma materyali kum örneği CEN Standart Kumu TS EN 196-1 Tekirdağ LİMAK Çimento fabrikasından temin edilmiştir. Araştırmada Samsun Tarımsal Araştırma Enstitüsünden temin edilen 6 çeltik çeşidi (Ç1. Terme incisi, Ç2. Rekor, Ç3. Efe, Ç4. Kızılırmak, Ç5. Romeo, Ç6. Karadeniz) kullanılmıştır. Deneme Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü seralarında 22 Temmuz 2020 ile 15 Ekim 2020 tarihleri arasında yürütülmüştür. Denemede üst çapı 20 cm, boyu 17 cm ve taban çapı 12 cm olan saksılar kullanılmıştır.

Denemede optimum bitki gelişmesi için Zhang (1998) tarafından geliştirilen besin çözeltisi kullanılmıştır. Besin çözeltisi makro ve mikro elementler (çinkosuz ve çinkolu) için ayrı ayrı hazırlanmıştır.

4.2. Sera denemelerinde kullanılan çeltik genotipleri

Araştırmada sera denemelerinde kullanılan çeltik tohumları; Karadeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsünden temin edilmiştir.

Çinko noksanlığına dayanıklı çeltik genotiplerinin belirlenmesi amacıyla kurulan denemelerde 6 farklı çeltik çeşidi kullanılmıştır. Bu çeşitler: Terme İncisi, Rekor, Efe, Kızılırmak, Karadeniz ve Romeo çeltik çeşitleridir. Bu çeltik çeşitlerinin genel özellikleri aşağıda kısaca özetlenmiştir:

4.2.1. Terme incisi

Trakya Tarımsal Araştırma Enstitüsü tarafından YRF-204 çeşidinden mutasyon çalışması ile geliştirilen ve 2018 yılında tescil ettirilen bir çeltik çeşididir. Bitki boyu 90-95 cm'dir. Yaprak dik ve salkımlar yarı dik yapıdadır. Orta boylu sağlam saplı ve yatmaya dayanıklıdır. Çeltik taneleri sarı renkli ve uzun, 1000 tane ağırlığı 25-27 gr'dır. Olgunlaşma süresi 130-135 gün olup farklı koşullara uyum sağlayabilen bir çeşittir. Dekara 700-900 kg arasında verim potansiyeline sahiptir. Pirinç randımanı %65-70, pirinç tane uzunluğu 6,5-6,7 mm ve genişliği ise 2,3 mm'dir. Pirinç tane görünüşü camsı ve mattır. Pirinç bin tane ağırlığı 19-20 gr'dır. Aromatik bir çeşit olduğu için pirinç taneleri aromatik bir kokuya sahiptir.

4.2.2 Rekor

Trakya Tarımsal Araştırma Enstitüsü tarafından HALİLBEYXİMİ ÇEŞİT geri melezinden geliştirilen ve 2018 yılında tescil ettirilen bir çeltik çeşididir. Bitki boyu 100 cm'dir. Yapraklar horizontal ve salkımları yarı yatık yapıdadır. Çeltik taneleri sarı renkli ve uzundur. Dekara 800-1000 kg arasında verim potansiyeline sahiptir. Pirinç randımanı %60'dir. Pirinç tane uzunluğu 6,3 mm ve genişliği ise 2,8 mm'dir. Pirinç tane görünüşü camsı ve mattır. Pirinç bin tane ağırlığı 24-25 gr'dır. Çeltik 1000 tane ağırlığı 33-34 gr'dır. 125-130 günde olgunlaşan, iyi verim potansiyeline sahip bir çeşittir. Farklı koşullara uyum sağlayabilmektedir. Bir Clearfield çeşittir, IMI gurubu yabancı ot ilaçlarına dayanıklıdır. Bu nedenle, IMI gurubu yabancı ot ilaçlarından imazamox etkili maddeye sahip ilaçlar kullanılarak, kırmızı çeltik kontrolünde kullanılabilir.

4.2.3. Efe

Trakya Tarımsal Araştırma Enstitüsü tarafından Baldo x Demir melezinden geliştirilen ve 2011 yılında tescil ettirilen bir çeşittir. Bitki boyu 100-105 cm'dir. Yapraklar yarı dik ve yeşil renktedir. Sağlam saplı ve yatmaya dayanıklıdır. Salkımlar yarı dik yapıdadır. Çeltik taneleri sarı renkli ve uzundur. Çeltik 1000 tane ağırlığı 36-37 gr'dır. 125-130 günde olgunlaşan, yüksek verim potansiyeline sahip bir çeşittir. Pirinç randımanı %60-65 arasında, tane uzunluğu 6.6 mm ve genişliği ise 3 mm'dir.

4.2.4.Kızılırmak

Trakya Tarımsal Araştırma Enstitüsü tarafından Rocca-Baldo melezinden geliştirilen ve 2000 yılında tescil ettirilen bir çeşittir. Bitki boyu 95-110 cm'dir. Yapraklar dik ve koyu yeşildir. Sağlam saplı ve yatmaya dayanıklıdır. Çeltik taneleri sarı renkli ve uzundur. Çeltik 1000 tane ağırlığı 33-34 gr'dır. Olgunlaşma süresi 130-135 günde, olup yüksek verim potansiyeline sahip bir çeşittir. Pirinç randımanı %60-65 arasında pirinç tane uzunluğu 5.8 mm ve genişliği ise 4 mm'dir. Tanesi uzun, camsı ve mat görünüştedir. Pirinç bin tane ağırlığı 24-25 g'dır.

4.2.5. Romeo

Tekcan Tohumculuk Gıda ve Tarım Ürünleri San. Tic. Ltd. Şti.'ne ait olup, çeşit adayı 2 yıllık TDÖ denemeleri sonucunda 724.8 kg/da verim ile standart çeşitler ortalamasının (640.8 kg/da) % 13.1 ilerisinde verime sahip olmuştur. Tekrarlamalı veriler üzerinden yapılan stabilite parametreleri incelendiğinde kötü çevre şartlarında verimini düşürmeyerek en üst sırada yer alırken iyi çevre şartlarında verimini artıramayarak en alt sırada yer almıştır. Romeo çeşit adayı % 56.9 kırksız randıman değeri ve 29.2 g pirinç bin tane değerlerine sahiptir. Bu çeşit 6.9 mm pirinç uzunluğuna ve 3.0 mm ortalama pirinç genişliğine sahiptir.

4.2.6 Karadeniz

Trakya Tarımsal Araştırma Enstitüsü tarafından Calendal-Koral melezinden geliştirilen ve 2013 yılında tescil ettirilen bir çeşittir. Bitki boyu 100 cm'dir. Sağlam saplı ve yatmaya dayanıklıdır. Çeltik taneleri sarı renkli ve uzundur. Çeltik 1000 tane ağırlığı 35 gr'dır. 125-135 günde olgunlaşan, yüksek verim potansiyeline sahip bir çeşittir. Pirinç randımanı %55-60 arasında pirinç randımanı verir. Pirinç tane uzunluğu 6.2 mm ve genişliği ise 4 mm'dir. Tanesi uzun ve camsı görünüştedir.

4.3. Yöntem

Çalışmada kum kültürü ortamından yetiştirilen çeltik çeşitlerine Zhang (1992) tarafından bildirilen makro besin çözeltisi ile çinkosuz (Zn0) ve 5 ppm çinkolu (Zn5) mikro besin çözeltisi verilmiştir.

Çeltik tohumları saksılara ekilmeden önce %5 (v/v) sodyum hipoklorit çözeltisi içerisinde 15 dakika bekletilerek tohumların sterilizasyonu sağlanmıştır. Sterilize edilen tohumlar deiyonize su ile yıkanıp nemli bez torbalarda 2 gün çimlendirildikten sonra çimlenen tohumlar, içerisinde perlit bulunan 40×25×5 cm boyutundaki beyaz plastik küvetlere aktarılarak 10 gün içinde çeltik fideleri haline gelmesi sağlandı. Daha sonra 6 farklı çeltik çeşidine ait fideler 850 g kuvars kumu dolu plastik saksılara her saksıda 10 adet olacak şekilde dikilmiştir. Her saksıya kontrol (-Zn) ve 5 ppm Zn dozlarında ZnSO₄.7H₂O formunda aşağıdaki bitki besin çözeltisi verilmiştir (Zhang vd, 1998):

500 μM NH_4NO_3 ; 60 μM $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$; 230 μM K_2SO_4 ; 210 μM CaCl_2 ; 160 μM $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$; 2.5 μM MnCl_2 ; 0.75 μM $(\text{NH}_4)_6\text{Mo}_7\text{O}_{24}$; 3.2 μM H_3BO_3 ; 0.1 μM CuSO_4 ; 45 μM $\text{Fe}(\text{EDDHA})$; 100 μM $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$.

Deneme süreci boyunca saksılar çeşme suyu ile saksı seviyesinden 3 cm yukarıda olacak şekilde suya boğulu tutulmuştur. Deneme 2 farklı çinko dozu ve 6 farklı çeltik çeşidi ile tam şansa bağlı bloklarda 2×6 faktöriyel deneme deseninde 3 tekrarlamalı yürütülmüştür. Denemede çeltik fideleri 22 Temmuz 2021 tarihinde dikilmiş ve dikimden 83 gün sonra çeltik bitkileri 15 Ekim 2021 tarihinde toprak yüzeyinden itibaren kesilerek sap ve kökleri birbirinden ayrılmıştır. Çeltik kökleri çeşme suyu altında ortam materyalinden ayrılarak temizlenmiş ve laboratuvarında 1 gece oda şartlarında kurutulmuştur. Çeltik sapsı ve kökleri ayrı ayrı olmak üzere etüvde 65°C 'de sabit ağırlığa gelinceye kadar kurtulduktan sonra sap ve kök kuru ağırlıkları gravimetrik olarak hassas terazide (Precisa XB 620M) beirlenmiştir. Daha sonra bitki kök ve toprak üstü kısmı, paslanmaz çelikten yapılmış bıçaklara sahip bir öğütücüde (Bluehouse, BH258CG, Molino) öğütülerek analize hazır duruma getirilmiştir.

Makro stok besin çözelti: 4,8 gram NH_4NO_3 ; 0,82 gram $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$; 4,8 gram K_2SO_4 ; 3,7 gram CaCl_2 ; 4,7 gram MgSO_4 hassas terazide tartılır ve 4 litrelik bir kaptta saf su ile çizgisine tamamlanır.

Makro final besin çözeltisi: Makro stok çözeltiden 1 litre alınıp çeşme suyu ile 30 litreye tamamlanır.

Çinkosuz mikro stok çözeltisi: 0,275 gram Amonyum Molibdat ($\text{NH}_4\text{Mo}_7\text{O}_{24} \cdot \text{H}_2\text{O}$), 0,1225g MnCl_2 ; 0,057 gram H_3BO_3 ; 0,0075 gram CuSO_4 ; 12,6 gram Sequestren-138 Fe-(FeEDDHA) (45Mm Fe) hassas terazide tartılır ve 10 litrelik kaptta su ile çizgisine tamamlanır.

Çinkolu mikro stok çözeltisi: Çinkosuz mikro element besin solüsyonuna ek olarak 0,3318 gram $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ilave edildi.

Çinkolu ve çinkosuz mikro final çözelti hazırlama: Çinkolu ve çinkosuz mikro stok çözeltiden 1 litre alınıp su ile 30 litreye tamamlanır.

Çeltik tohumlarının ekime hazırlanması: Çeltik tohumlarının hepsi ayrı ayrı kaplarda 1 gün çeşme suyunda bekletilir. Tohumlar yaklaşık 1 avuç olacak şekilde kullanılır. Üzerlerine hangi tohum oldukları yazılır. Tohumların suyun yüzeyine çıkan kısmı atılır. Üste çıkan tohumlar infertile (kısır) tohumlardır. Daha sonra tohumların

önce suyu süzülür ve %5'lik sodyum hipoklorit ile muamele edilir. Bir litrelik sodyum hipoklorit 6 saksıya eşit olarak paylaştırılır. Tohumları birbirine karıştırmamaya azami dikkat edilir. Tohumlar sodyum hipoklorit çözeltisinde 15 dk bekletilir. Daha sonra bu çözelti dökülür, 3-4 kez çeşme suyu ile yıkanır, bez torbaya alınır ve isimleri yazılır. Tohumlar 3-4 saatte bir sulanır ve 30 °C su ile yıkanır. Tohumlar burun verene kadar bu işlem uygulanmıştır.

Makro ve mikro bitki besin element tayini

Toplam azot (N) tayini: Kjeldhal yakma ve destilasyon metoduna göre yapılmıştır (Kacar, 2014).

Toplam fosfor (P) tayini: Yaş yakma metoduna göre (4:1 HNO₃:HClO₄) yakılan örneklerin bartın sarı rek metoduna göre renklendirilmesinden sonra 430 nm dalga boyunda spektrofotometrede belirlenmiştir (Kacar, 2010).

Toplam K, Ca Mg, Fe, Mn, Zn, Cu ve B tayinleri: Yaş yakma metoduna göre (4:1 HNO₃:HClO₄) yakılan örneklerde ICP-OES (Avio 560 Max) ile belirlenmiştir (Temminghoff ve Houba, 2004). Bu yöntemi esası; argon plazmaya püskürtülen sırasıyla, K, Ca Mg, Fe, Mn, Zn, Cu ve B içeren çözeltilerin gaz fazına geçmeleri ve dissassasyona uğramaları ile oluşan atomlarının ve iyonlarının uyarılmaları sonucu yayılan ışık intensitesinin sırasıyla 766.491nm; 317.933 nm; 280.270 nm; 259.94 nm; 257.610 nm; 206.200 nm; 327.395 nm; 249.678 nm dalga boyuna ayarlı ICP-OES'te belirlenmiştir (Kacar, 2014).

Klorofil ölçümü (SPAD değerleri): Hasattan 1 hafta önce çeltik yapraklarının klorofil içeriği SPAD metre cihazı ile ölçülmüştür. Çeşitler SPAD değerleri yönünden değerlendirilmiştir.

4.4. Temel bileşen analizi (PCA)

Çeltik çeşitlerinin Zn uygulamasına göre gruplandırılması temel bileşen analizi (PCA) ile belirlenerek Zn noksanlığına dayanıklı çeltik çeşitleri seçilmiştir (Tablo 4.1). Bu amaçla çeltik bitkisine ait indeks değerlerden çeltik sap kuru ağırlığı (SKA), kök kuru ağırlık (KKA), sap+kök kuru ağırlık (S+KKA), sap nispi kuru ağırlık (SNKA), sap ve kök Zn içeriği ve sap ve kök nispi Zn içeriği, sap ve kök kök Zn alımı, sap ve kök nispi Zn alımı, SPAD değeri, nispi SPAD değerleri kullanılmıştır. Bu

sayede Zn noksan ve Zn yeterli şartlarda ile her çeşidin en iyi özellikleri belirlenerek Zn noksanlığına dayanıklı çeşitler belirlenmiştir.

Tablo 4.1. PCA analizinde Zn noksan ve yeter ortamda eksen I ve eksen II değerleri

Özellikler	Zn noksan		Zn yeterli	
	Axis 1	Axis 2	Axis 1	Axis 2
SapKA, g	-0,38	-0,1	-0,27	-0,1
NSKA, %	-0,27	0,25	-	-
KökKA, g	-0,33	-0,13	-0,3	-0,06
NKKA, %	-0,22	0,25	-	-
S+KKA, g	-0,25	-0,05	-0,32	-0,07
S+KNKA, %	-0,32	0,24	-	-
SZn, ppm	-0,1	-0,11	-0,3	0,33
NSZn, %	-0,18	-0,39	-	-
KökZn, ppm	0,06	0,28	-0,18	0,41
NKZn, %	0,02	-0,33	-	-
SKZn, mg/saksı	-0,32	-0,26	-0,29	0,04
SNKZn, %	-0,3	0,06	-	-
KKZn, mg/saksı	0,22	0,33	-0,35	0,15
NKKZn, %	-0,26	0,15	-	-
SPAD	0,09	-0,42	-0,15	0,01
NSPAD, %	0,32	0,22	-	-
N	-0,16	0,48	0,1	0,1
P	-0,28	0,43	-0,15	-0,4
K	-0,38	-0,1	-0,27	-0,22
Ca	-0,22	-0,45	-0,28	0,01
Mg	-0,2	-0,39	0	-0,35
Na	-0,09	0,43	0	0
Fe	-0,46	0	-0,29	-0,18
Mn	-0,42	0,05	-0,12	-0,35
Cu	-0,42	-0,16	-0,32	0,11
B	-0,29	0,07	0,04	-0,42

4.5. İstatistiksel analizler

Çeltik çeşitlerinin çinko uygulamasına (Zn0 ve Zn5) responslarını belirlemek amacıyla elde edilen verilere SPSS 18.0 istatistik paket programında 6x2 faktöriyel deneme desenine göre çift yönlü varyans analizi (ANOVA) uygulanmıştır. Muamelelere ait ortalamalar, Duncan'ın çoklu karşılaştırma testi kullanılarak, % 5 ($p < 0.05$) önem seviyesinde değerlendirilmiştir.

5. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

5.1. Çeltik çeşitlerinin en iyi özelliklerine göre gruplandırılması

Kum kültürü besin çözeltisi ortamında 6 farklı çeltik çeşidi çinko (Zn) noksan (kontrol) ve Zn yeter (5 ppm) şartlarında yetiştirilmiştir. Çeşitler sap kuru ağırlık (SKA), kök kuru ağırlık (KKA), sap+kök kuru ağırlık (S+KKA), sap Zn içeriği (SZn), kök Zn içeriği (KZn), sap kaldırılan Zn (SKZn), kök kaldırılan Zn (KKZn) ve yaprak klorofil SPAD değerleri olmak üzere 8 adet biyolojik indeks değer alınmıştır. Çeşitlere ait Zn noksan şartlardaki biyolojik değerlerine ilaveten Zn yeter şartlara göre 8 adet nispi biyolojik indeks değerleri hesaplanmıştır.

Çeltik çeşitlerinin Zn noksanlığı şartlarında, 8 biyolojik indeks değeri, 8 nispi biyolojik indeks değeri ve 10 adet besin element içeriği (N, P, K, Ca, Mg, Na, Fe, Mn, Cu ve B) olmak üzere toplamda 26 özellik bakımından, en iyi özelliklerine göre, temel bileşen analizi (PCA) ile gruplandırılmıştır. Çinko yeter şartlarda ise yukarıda bahsedilen 8 adet biyolojik değeri ve 10 adet besin element içeriği PCA analizleriyle değerlendirilerek çeltik çeşitleri en iyi özelliklerine göre gruplandırılmıştır.

Bu sayede her iki ortam şartlarında gerek biyolojik indeks değerleri ve gerekse besin elementi değeri bakımından Zn noksanlığına dayanıklı en iyi çeltik çeşit veya çeşitleri tespit edilmiştir.

5.1.1. Çinko noksan şartlarda çeşitlerin en iyi özelliklerine göre gruplandırılması

Kum kültürü besin çözeltisi çinko (Zn) noksan şartlarda yetiştirilen 6 çeltik çeşidinin 26 özelliği incelenerek, çeşitler en iyi özelliklerine göre gruplandırılmıştır. Bu özelliklerden biyolojik indeks değerleri Tablo 5.1’de, nispi biyolojik indeks değerleri Tablo 5.2’de ve besin element değerleri Tablo 5.3’te verilmiştir.

Tablo 5.1. Çinko noksanlığı şartlarında çeltik çeşitlerinin biyolojik indeks değerleri

Çeşit	SKA	KKA	S+KKA	SZn	KZn	SKZn	KKZn	SPAD
	g			ppm		mg/saksı		
Ç1	1.17	11.81	12.98	15.33	11.33	0.018	0.134	18.30
Ç2	1.09	4.74	5.83	23.00	19.00	0.025	0.090	17.03
Ç3	1.35	7.53	8.88	18.00	16.33	0.024	0.123	21.10
Ç4	1.24	7.46	8.70	21.33	15.00	0.026	0.112	18.07
Ç5	2.12	13.66	15.78	41.67	22.00	0.089	0.300	14.03
Ç6	1.15	5.07	6.22	24.33	20.33	0.028	0.103	19.83

SKA:Sap kuru ağırlık, KKA:Kök kuru ağırlık, S+KKA:Sap+kök kuru ağırlık, SZn:Sap Zn, KZn: Kök Zn, SKZn: Sap kaldırılan Zn, KKZn:Kök kaldırılan Zn, SPAD: Yaprak klorofil değeri.

Tablo 5.2. Çinko noksanlığı şartlarında çeltik çeşitlerinin nispi biyolojik indeks değerleri

Çeşit	SNKA	KNKA	S+KNKA	SNZn	KNZn	SNKZn	KNKZn	NSPAD
	%							
Ç1	103.39	90.16	93.78	13.65	13.08	14.11	11.79	97.34
Ç2	69.22	49.40	60.23	19.77	16.91	13.69	8.36	93.08
Ç3	134.74	128.76	130.93	14.63	14.04	19.72	18.08	107.84
Ç4	94.29	66.12	77.62	17.93	13.93	16.90	9.21	119.38
Ç5	120.98	118.23	119.36	30.34	17.74	36.71	20.98	64.37
Ç6	92.28	52.05	71.13	22.32	21.71	20.60	11.30	99.83

SNKA: Sap nispi kuru ağırlık, KNKA: Kök nispi kuru ağırlık, S+KNKA: Sap+kök nispi kuru ağırlık, SNZn: Sap nispi Zn, KNZn: Kök nispi Zn, SNKZn: Sap nispi kaldırılan Zn, KNKZn: Kök nispi kaldırılan Zn, NSPAD:Nispi yaprak klorofil değeri.

Tablo 5.3. Çinko noksanlığı şartlarında çeltik çeşitlerinin besin element içeriği

Çeşit	N	P	K	Ca	Mg	Na	Fe	Mn	Cu	B
	%						ppm			
Ç1	0.69	0.06	1.49	2.05	0.29	0.022	156.33	266.33	18.27	57.67
Ç2	0.89	0.21	1.77	1.67	0.21	0.034	156.00	270.67	11.00	47.00
Ç3	0.37	0.05	1.16	1.86	0.19	0.034	75.67	160.67	8.13	33.33
Ç4	0.75	0.07	1.27	1.54	0.18	0.022	76.67	80.67	6.83	38.67
Ç5	0.97	0.15	1.61	2.06	0.17	0.037	196.00	284.00	19.60	42.33
Ç6	1.52	0.11	1.08	1.14	0.19	0.035	94.33	197.33	8.67	52.33

Tablo 5.1 incelendiğinde Zn noksan şartlarda en yüksek bitki SKA 5 nolu çeşitte (2.12 g/saksı) en düşük 2 nolu çeşitte (1.09 g/saksı); en yüksek bitki KKA 5 nolu çeşitte (13.66 g/saksı) en düşük 2 nolu çeşitte (4.74 g/saksı); en yüksek bitki S+KKA 5 nolu çeşitte (15.78 g/saksı) en düşük 2 nolu çeşitte (5.83 g/saksı); en yüksek bitki sap ve KZn içeriği 5 nolu çeşitte (sırasıyla, 41.67 ve 27.00 ppm) en düşük 1 nolu çeşitte (sırasıyla, 15.33 ve 11.33 ppm); en yüksek SKZn 5 nolu çeşitte (0.089 ppm) en düşük 1 nolu çeşitte (0.018 ppm); en yüksek KKZn 5 nolu çeşitte (0.300 ppm) en düşük 2 nolu çeşitte (0.090 ppm) ve en yüksek yaprak SPAD klorofil değeri 3 nolu çeşitte (21.03) en düşük 5 nolu çeşitte (14.03) olarak bulunmuştur.

Tablo 5.2 incelendiğinde Zn noksanlığına tolerans indeks değerleri, yani çinko noksanlığı şartlarında Zn yeter bitkilere göre (5 ppm Zn ile beslenen bitkiler) en

yüksek sap, kök ve S+KNKA 5 nolu çeşitte (sırasıyla, % 120.98, 118.23 ve 119.36) en düşük Ç2’de (sırasıyla, %69.22, 49.40 ve 60.23); en yüksek SZn içeriği ve SNZn Ç5’de (sırasıyla, % 30.34 ve 17.74), en düşük Ç1’de (sırasıyla % 13.65 ve 13.08), en yüksek SKZn ve KNZn Ç5’de (sırasıyla, % 36.71 ve 20.98) ve en yüksek nispi yaprak klorofil SPAD değeri Ç4’de (% 119.38) en düşük Ç5’de (% 64.37) bulunmuştur. Buna göre incelenen özellikler bakımından Zn noksanlığı şartlarında Ç5 en uygun çeşit olarak önerilmiştir.

Benzer şekilde Tablo 5.3 incelendiğinde, Zn noksanlığı şartlarda bitki sap azot içeriği en yüksek Ç6’da (% 1.52) en düşük Ç3’de (% 0.37), en yüksek fosfor içeriği Ç2’de (% 0.21) en düşük Ç3’de (% 0.05), en yüksek potasyum içeriği Ç2’de (% 1.77) en düşük Ç6’da (% 1.08), en yüksek Ca içeriği Ç5’de (% 2.06) en düşük Ç6’da (% 1.14), en yüksek Mg içeriği 1 nolu çeşitte (% 0.29) en düşük Ç5’de (% 0.17), en yüksek Na içeriği Ç5’de (% 0.037) en düşük Ç1 ve Ç4’te (% 0.022), en yüksek Fe içeriği Ç5’de (196 ppm) en düşük Ç3’de (75.67 ppm), en yüksek Mn içeriği Ç5’de (284 ppm) en düşük Ç4’de (80.67 ppm), en yüksek Cu içeriği Ç5’de (19.60 ppm) en düşük Ç4’de (6.83 ppm) ve en yüksek B içeriği Ç1’de (57.67 ppm) en düşük Ç3’de (33.33 ppm) çeşitte bulunmuştur.

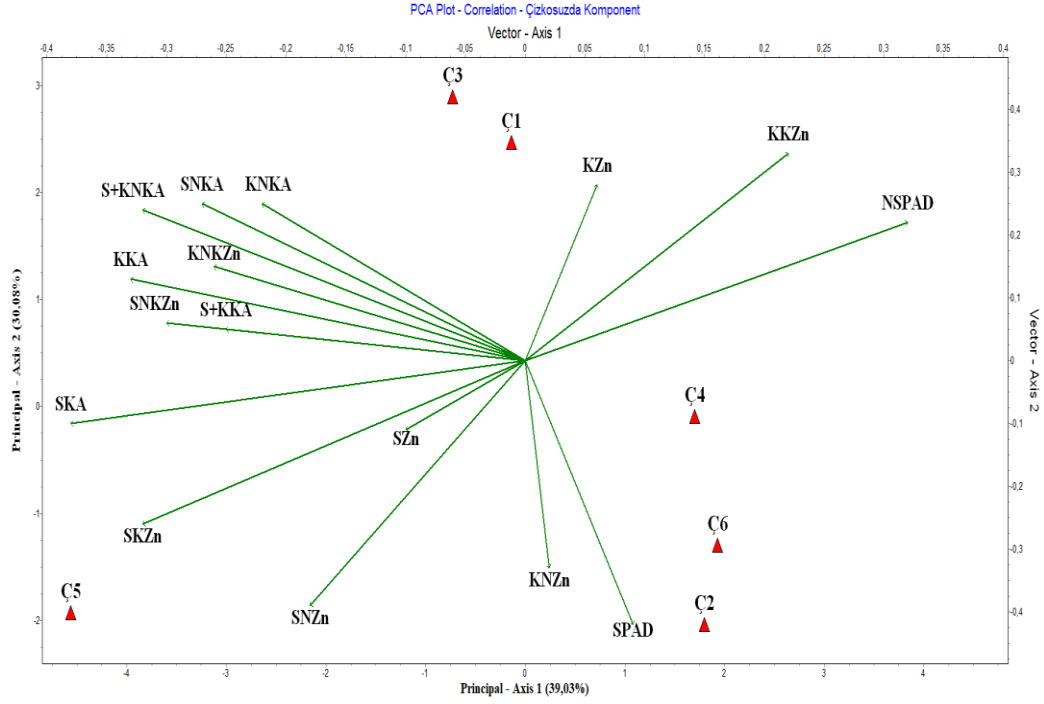
Çinko noksan ortamda çeşitler SKA bakımından Ç5>Ç3>Ç4>Ç1>Ç6>Ç2 şeklinde bir sıra izlemiştir. KKA ve S+KKA bakımından Ç5>Ç1>Ç3>Ç4>Ç6>Ç2 şeklinde bir sıra izlemiştir. SPAD değeri bakımından Ç3>Ç6>Ç1>Ç4>Ç2>Ç5 sıra izlemiştir. Çeşitler yaprak SPAD değeri hariç bitki sap, kök ve S+KKA ve SZn ve KZn içeriği ve kaldırılan Zn bakımından 5 nolu çeşidin en yüksek değere sahip olduğu bulunmuştur. Çeşitler SNKA, KNKA ve S+KNKA bakımından Ç3>Ç5>Ç1>Ç4>Ç6>Ç2 şeklinde bir sıra izlemiştir. KKA ve S+KKA bakımından Ç5>Ç1>Ç3>Ç4>Ç6>Ç2 şeklinde bir sıra izlemiştir. Çinko noksan ortamda en iyi çeşit 5 nolu çeşit olarak belirlenmiştir. Bunu 3 nolu çeşit takip etmiştir. .

Tablo 5.1’e göre SPAD değeri en yüksek Ç3’te (21.10) bulunmuştur. En düşük SKA (1.09 g), KKA (4.74 g), S+KKA (5.83 g) ve KKZn miktarı (0.090 ppm) Ç2’de bulunurken, sap Zn (15.33 ppm), KZn içeriği (11.33 ppm), SKZn (0.018 ppm) değeri Ç1’de bulunmuştur.

Tablo 5.2'ye göre nispi SPAD değeri (% 99.83) en yüksek olan Ç6'dır. KNZn değeri en yüksek Ç6'da (%21.71); en düşük Ç1 (%13.08) dir. SNKA (%134.74), KNKA (128.76), sap+kök NKA (%130.93) değerleri en yüksek Ç3'te bulunmuştur. Sap NZn (sırasıyla % 17.93, %30.34) en düşük Ç4 ve Ç5'te bulunmuştur. SNKZn ve KNKZn (sırasıyla %36.71 ve %20.98) değerleri en yüksek Ç5'te bulunmuştur. KNKZn değeri (% 8.36) en düşük Ç2 bulunmuştur.

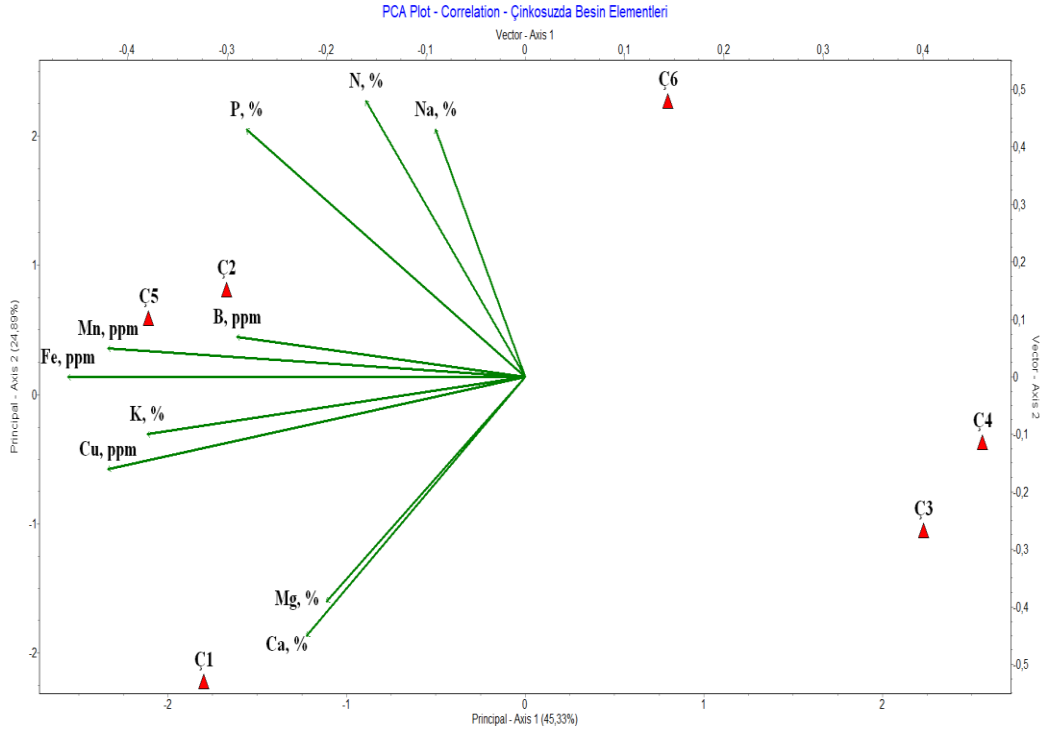
Kum kültürü Zn noksanlığı şartlarında incelenen 16 özelliğe (Tablo 5.1 ve 5.2) ilişkin ortalama biyolojik indeks değerler dikkate alınarak, özelliklerin çeşitlere göre sınıflandırılması ve çeşitlerde incelenen özelliklere göre değişim **Şekil 5.1**'de verilmiştir. Component 1 yani PC1 (1. ana bileşen) %39.03, Component 2 PC2 (2. ana bileşen) %30.08'dir. PC1 ve PC2'nin toplamı ise %69.11'ini oluşturmuştur. Şekil 5.1 incelendiğinde çeşitlere göre incelenen özellikler ve çeşitlerin dağılımları farklılık göstermiştir. Çinko noksanlığı şartlarında çeltik çeşitlerine ait incelenen 16 özelliğten SKA, SKZn, SZn ve SNZn aynı grupta yer alırken; SNKZn, S+KKA, KKA, KNKZn, S+KNKA, SNKA ve KNKA ayrı bir grupta yer almıştır. KZn, KKZn ve yaprak klorofil NSPAD değeri ayrı grupta ve KNZn ile klorofil SPAD değeri ayrı bir grupta yer almıştır.

Çinko noksanlığı şartlarında Ç5'in SKA, SNKZn, SZn, SNZn yönünden iyi çeşit olduğu belirlenirken Ç3'ün S+KKA, KKA, SNKA, KNKA, SNKZn, KNKZn ve S+KNKA özellikleri yönünden iyi çeşitler oldukları belirlenmiştir. Benzer şekilde Ç1'in KZn, KKZn ve yaprak klorofil NSPAD değeri bakımından iyi çeşit olduğu belirlenirken; Ç2, Ç4 ve Ç6 KNZn ve yaprak klorofil SPAD değeri bakımından iyi çeşitler oldukları belirlenmiştir. Buna göre incelenen özellikler bakımından Zn noksanlığı şartlarında **Ç5'in (Romeso) en uygun çeşit** olduğu bunu Ç1 (Terme incisi) ve Ç3'ün (Efe) takip ettiği belirlenmiştir. Çinko noksanlığı şartlarda **en hassas çeşitlerin ise Ç2 (Rekor), Ç4 (Kızılırmak) ve Ç6 (Karadeniz)** oldukları tespit edilmiştir. Çinko noksanlığı şartlarında ortalama değerlere göre çeşit ve özelliklerin gruplandırılmasında sıralama Ç5>Ç3>Ç2>Ç1>Ç4>Ç6 şeklindedir.



Şekil 5.1. Çinko noksanlığı şartlarında ortalama değerlere göre çeşit ve özelliklerin gruplandırılması

Kum kültürü Zn noksanlığı şartlarında çeltik çeşitlerine ait incelenen 10 özelliğe ilişkin ortalama besin element içeriği değerleri dikkate alınarak, özelliklerin çeşitlere göre sınıflandırılması ve çeşitlerde incelenen özelliklere göre değişim Şekil 5.2’de verilmiştir. Şekil 2 incelendiğinde Fe, Mn, B, P, N ve Na bir grupta yer alırken; Ca, Mg, Cu ve K ayrı bir grupta yer almıştır. Çinko noksanlığı şartlarında Ç5 ve Ç2 Fe, Mn, B, P, N ve Na bakımından iyi çeşitler olduğu, Ç1’ün Ca, Mg, Cu ve K bakımından iyi çeşitler olduğu bulunmuştur. Çeşitlerden Ç3, Ç4 ve Ç6 nolu çeşitlerin besin element içeriği bakımından diğer grup çeşitlerden ayrılırken kendi içerisinde farksız çeşitler olduğu tespit edilmiştir. Buna göre incelenen özellikler bakımından Zn noksanlığı şartlarında besin elementi açısından **Ç5, Ç2 ve Ç1 besin içeriği bakımından en uygun çeşitler** olduğu bunu **Ç1 nolu çeşidin takip ettiği** belirlenirken **en hassas çeşitlerin ise grubun dışında kalan Ç3, Ç4 ve Ç6’nın daha iyi** oldukları tespit edilmiştir. Benzer şekilde Ç1’in Ca ve Mg bakımından, Ç5 ve Ç2 P, K, Fe, Mn, B ve Cu bakımından, Ç6 N ve Na bakımından daha iyi çeşitler oldukları belirlenmiştir. Diğer taraftan Ç6 Ca ve Mg noksanlığına Ç3 ve Ç4 B, Fe, Mn, K noksanlığına daha hassas oldukları tespit edilmiştir.



Şekil 5.2. Çinko noksanlığı şartlarında çeşitlerin besin elementlerine göre gruplandırılması

5.1.2. Çinko yeter şartlarda çeşitlerin en iyi özelliklerine göre gruplandırılması

Kum kültürü çinko (Zn) beslenmesi yeterli şartlarda yetiştirilen çeltik çeşitlerinin 8 biyolojik indeks değeri ve 10 besin element içeriğine ait toplam 16 özelliği incelenmiştir. İncelenen bu özellikler temel bileşen analizleri ile (PCA) değerlendirilerek en iyi performansı gösteren veya en iyi özelliklere sahip çeltik çeşit/çeşitleri gruplandırılmıştır. Çeşitlerin biyolojik indeks değerleri Tablo 4’de ve besin element içeriği değerleri Tablo 5’te verilmiştir.

Tablo 5.4. Çinko yeter (5 ppm Zn) şartlarında çeltik çeşitlerinin biyolojik indeks değerleri

Çeşit	SKA	KKA	S+KKA	SZn	KZn	SKZn	KKZn	SPAD
	g	g	g	ppm	ppm	ppm	ppm	değeri
Ç1	1.13	11.48	12.61	112.33	86.67	0.127	0.99	18.80
Ç2	1.58	7.97	9.55	116.33	112.33	0.184	0.90	18.30
Ç3	1.00	8.32	9.32	123.00	116.33	0.123	0.97	19.57
Ç4	1.31	9.58	10.89	119.00	107.67	0.156	1.03	15.13
Ç5	1.76	12.71	14.47	137.33	124.00	0.241	1.58	21.80
Ç6	1.25	7.77	9.01	109.00	93.67	0.136	0.73	19.87

Tablo 5.5. Çinko yeter şartlarında (5 ppm Zn) çeltik çeşitlerinin besin element içeriği

Çeşit	N	P	K	Ca	Mg	Na	Fe	Mn	Cu	B
	%						ppm			
Ç1	0.77	0.12	1.41	1.81	0.26	0.025	231.00	218.33	11.68	45.33
Ç2	0.27	0.14	1.67	1.65	0.22	0.029	121.67	237.33	8.23	39.33
Ç3	0.71	0.03	1.19	1.44	0.21	0.032	108.33	138.67	10.50	32.00
Ç4	0.85	0.12	1.23	1.97	0.18	0.026	95.00	115.67	8.67	43.67
Ç5	0.77	0.11	1.56	1.99	0.17	0.027	215.67	239.67	15.53	39.67
Ç6	1.13	0.09	1.13	0.99	0.18	0.027	76.67	235.00	7.07	46.67

Tablo 5.4 incelendiğinde **Zn yeter ortam şartlarında** en yüksek bitki SKA Ç5'te (1.76 g/saksı) en düşük Ç3'te (1.00 g/saksı); en yüksek bitki KKA Ç5'te (12.71 g/saksı) en düşük Ç6'da (7.77 g/saksı); en yüksek bitki S+KKA Ç5'te (14.47 g/saksı) en düşük Ç6'da (9.01 g/saksı); en yüksek bitki SZn içeriği Ç5'te (137.33 ppm) en düşük Ç6'da (109.00 ppm), en yüksek KZn içeriği Ç5'te (124.00 ppm) en düşük Ç1'de (86.67 ppm); en yüksek SKZn Ç5'de (0.241 ppm) en düşük Ç3'de (0.123 ppm); en yüksek KKZn Ç5'de (1.58 ppm) en düşük Ç6'da (0.73 ppm) ve en yüksek yaprak SPAD klorofil değeri Ç5'de (21.80) en düşük Ç4'de (15.13) bulunmuştur.

Tablo 5.5 incelendiğinde, Zn yeter ortam şartlarında bitki sap azot içeriği en yüksek Ç6'da (% 1.13) en düşük Ç2'de (% 0.23), en yüksek fosfor içeriği Ç2'de (% 0.14) en düşük Ç3'te (% 0.03), en yüksek potasyum içeriği Ç2'de (% 1.67) en düşük Ç6'da (% 1.13), en yüksek Ca içeriği Ç5'de (1.99 ppm) en düşük Ç6'da (% 0.99 ppm), en yüksek Mg içeriği Ç1'de (% 0.26) en düşük Ç5'de (% 0.17), en yüksek Na içeriği Ç3'de (% 0.032) en düşük Ç1'de (% 0.025), en yüksek Fe içeriği Ç1'de (231.00 ppm) en düşük Ç6'da (76.67 ppm), en yüksek Mn içeriği Ç5'de (239.00 ppm) en düşük Ç4'de (115.67 ppm), en yüksek Cu içeriği Ç5'de (15.53 ppm) en düşük Ç6'da (7.07

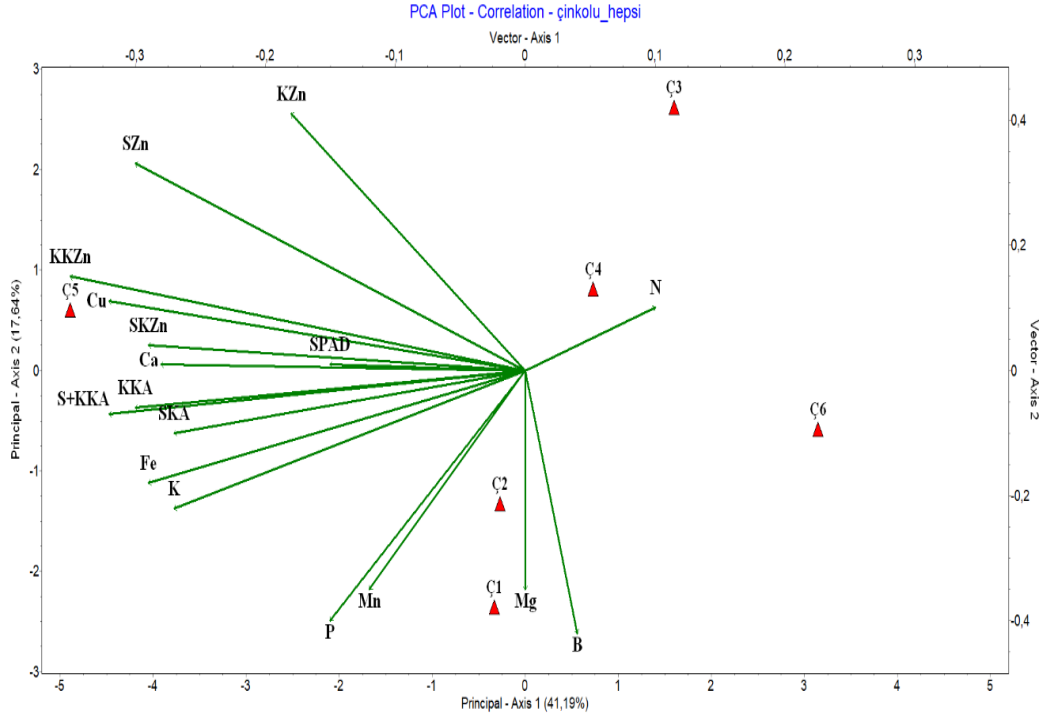
ppm) ve en yüksek B içeriği Ç1'de (46.67 ppm) en düşük Ç2'de (32.00 ppm) bulunmuştur.

Çinko yeter şartlarda çeşitler sapKA bakımından Ç5>Ç2>Ç4>Ç6>Ç1>Ç3 şeklinde bir sıra izlemiştir. KKA bakımından Ç5>Ç1>Ç4>Ç3>Ç2>Ç6 ve S+KKA bakımından Ç5>Ç1>Ç4>Ç2>Ç3>Ç6 şeklinde bir sıra izlemiştir. Tüm biyolojik indekslerde Ç5'te en yüksek bulunmuştur. Bu yüzden Zn yeter şartlarda en iyi çeşit Ç5 olarak belirlenmiştir. Bunu sap ve KZn içeriğinde 3 ve 4 nolu çeşitler, SKZn'da Ç3 ve Ç2 çeşitler, KKZn'da Ç4 ve Ç1 çeşitler yaprak klorofil SPAD değerinde Ç3 takip etmiştir.

Zn uygulamasına responsları çeşitlere göre farklı bulunmuştur (**Şekil 3**).Handao 297, K150, Handao 502 ve Baxiludao pirinç çeşitleri kullanılarak yapılan bir araştırmada; Baxiludao ve Handao 502'nin çinko uygulamasına responsları diğer iki çeşitten yüksek bulunmuştur. (Jiang vd., 2008)

Kum kültürü Zn yeter ortam şartlarında incelenen 18 özelliğe ait ortalama biyolojik indeks değerler (Tablo 5.4) ve sap N, P, K, Ca, Mg, Na, Fe, Mn, Cu ve B besin element içeriği değerleri (Tablo 5.5) dikkate alınarak özelliklerin çeşitlere göre sınıflandırılması ve çeşitlerde incelenen özelliklere göre değişim **Şekil 5.3**'te verilmiştir. Component 1 yani PC1 (1. ana bileşen) %41.19, Component 2 PC2 (2. ana bileşen) %17.64'dir. PC1 ve PC2'nin toplamı ise %58.83'ini oluşturmuştur. Tablo incelendiğinde çeşitlere göre incelenen özellikler ve çeşitlerin dağılımları farklılık göstermiştir. Çinko yeter ortam şartlarında çeltik çeşitlerine ait incelenen 18 özellikten SZn, SKZn, KZn, KKZn, yaprak klorofil SPAD değeri ve sap Ca ve Cu içeriği aynı grupta yer alırken; SKA, S+KKA, KKA, sap P, K, Mn, Na ve Fe içeriği ayrı grupta, sap Mg ve B içeriği ayrı bir grupta ve sap N içeriği ayrı bir grupta yer almıştır.

Çinko yeter ortam şartlarında 5 nolu çeşidin SZn, SKZn, KZn, KKZn, SKA, S+KKA, KKA yaprak klorofil SPAD değeri, sap Ca, Fe Mn ve Cu içeriği bakımından en iyi çeşit olduğu belirlenmiştir. Diğer yandan çeltik sap P, Mn, Mg ve B içeriği bakımından Ç1 ve Ç2'nin, sap N içeriği bakımından Ç4'ün daha iyi bir çeşit olduğu belirlenmiştir. Genel olarak incelenen özellikler bakımından Zn yeter ortam şartlarında Ç5'in (Romeo) en uygun çeşit olduğu bunu Ç1 (Terme incisi) ve Ç2 (Rekor) çeşitlerinin takip ettiği belirlenmiştir. Çinko noksanlığı şartlarda en hassas çeşitlerin ise Ç3 (Efe), Ç4 (Kızılırmak) ve Ç6 (Karadeniz) olduğu tespit edilmiştir.



Şekil 5.3. Çinko yeter şartlarda ortalama değerlere göre çeşit ve özelliklerin gruplandırılması

5.2. Çeltik Çeşitlerinin Çinko Uygulamasına Responsları

Çeltik çeşitlerine uygulanan çinkonun sap kuru ağırlık (SKA), kök kuru ağırlık (KKA), sap+kök kuru ağırlık (S+KKA), yaprak klorofil SPAD değer, sap Zn içeriği (SZn), kök Zn içeriği (KZn), sap kaldırılan Zn (SKZn), kök kaldırılan Zn (KKZn) ve sapta toplam N, P, K, Ca, Mg, Fe, Mn, Cu ve B içeriği etkisine ilişkin varyans analiz sonuçları **Tablo 5.6**'da verilmiştir.

Tablo 5.6. Çeltik çeşitlerine Zn uygulamasının biyolojik indeks değerler ve besin element içeriğine ait varyans analiz sonuçları

Özellik	Varyasyon kaynakları							
	Çeşit		Çinko		Çeşit x Çinko		Hata	
	SD	KO	SD	KO	SD	KO	SD	KO
SKA, g/saksı	5	0.539**	1	0.002 ^{öd}	5	0.152 ^{öd}	24	0.108
KKA, g/saksı	5	4.015**	1	0.421 ^{öd}	5	0.471 ^{öd}	24	0.768
S+KKA, g/saksı	5	5.670**	1	0.360 ^{öd}	5	1.104 ^{öd}	24	1.026
Yaprak SPAD değeri	5	11.796 ^{öd}	1	6.502 ^{öd}	5	20.639 ^{öd}	24	8.026
SZn, ppm	5	494.378**	1	82177.778**	5	65.778 ^{öd}	24	37.611
KZn, ppm	5	417.178**	1	72002.778**	5	225.978**	24	46.556
SKZn, mg/saksı	5	0.007**	1	0.143**	5	0.001 ^{öd}	24	0.001
KKZn, mg/saksı	5	0.012*	1	0.297**	5	0.005 ^{öd}	24	0.003
N, %	5	0.479**	1	0.119**	5	0.194**	24	0.008
P, %	5	0.012**	1	0.000**	5	0.004**	24	1.675E-5
K, %	5	0.351**	1	0.008**	5	0.006**	24	0.000
Ca, %	5	0.682**	1	0.054*	5	0.121**	24	0.007
Mg, %	5	0.009**	1	3.025E-5 ^{öd}	5	0.000**	24	2.219E-5
Na, %	5	0.000**	1	7.803E-5**	5	5.263E-5**	24	2.306E-6
Fe, ppm	5	18214.644**	1	2177.778**	5	2221.244**	24	221.556
Mn, ppm	5	25937.294**	1	1406.250*	5	2271.250**	24	209.194
Cu, ppm	5	100.583**	1	29.268**	5	17.894**	24	1.365
B, ppm	5	274.200**	1	152.111**	5	52.644**	24	4.778

KO: Karelere ortalaması; SD: Serbetlik derecesi, Öd: Önemli değil

SKA:Sap kuru ağırlık, KKA:Kök kuru ağırlık, S+KKA:Sap+kök kuru ağırlık, SZn:Sap Zn içeriği, KZn:Kök Zn içeriği, SKZn:Sap kaldırılan Zn, KKZn: Kök kalsırılan Zn.

5.2.1. Çeltik çeşitlerine uygulanan çinkonun sap kuru ağırlık üzerine etkisi

Çeltik çeşitlerine uygulanan çinkonun sap kuru ağırlığı (SKA) üzerine çeşit etkisi istatistikî bakımdan çok önemli ($p < 0.01$) bulunurken, çinko uygulamasının ve

çinko × çeşit etkileşimi önemli bulunmamıştır (**Tablo 5.7**). Çinkosuz ve çinkolu ortamda en yüksek çeltik SKA Ç5'te (sırasıyla, 2.12 ve 1.76 g/saksı) bulunmuştur. Çinkosuz ortamda en düşük çeltik SKA Ç2'de (1.09 g/saksı), çinkolu ortamda en düşük çeltik SKA Ç3'de çeşitte (1.00 g/saksı) bulunmuştur. Çinko uygulaması Ç5 çeltik çeşidinin ortalama SKA'nı diğer çeşitlere göre önemli ($P<0.05$) derecede etkilemiş ve en yüksek ortalama sap kuru ağırlığı bu çeşitte bulunmuştur. Diğer çeşitler arasında önemli bir fark bulunmamıştır. En düşük ortalama sap kuru ağırlığı ise Ç1'de bulunmuştur. Toprağa tatbik edilen çinkolu gübrenin ($ZnSO_4 \cdot 7H_2O$ formunda) artışına bağlı olarak çeltik çeşitlerinin (genotipler) Zn kapsamları da artış göstermiştir (Özcan ve Taban, 2012).

Tablo 5.7. Kum kültüründe çeltik çeşitlerine uygulanan çinkonun sap kuru ağırlık üzerine etkisi

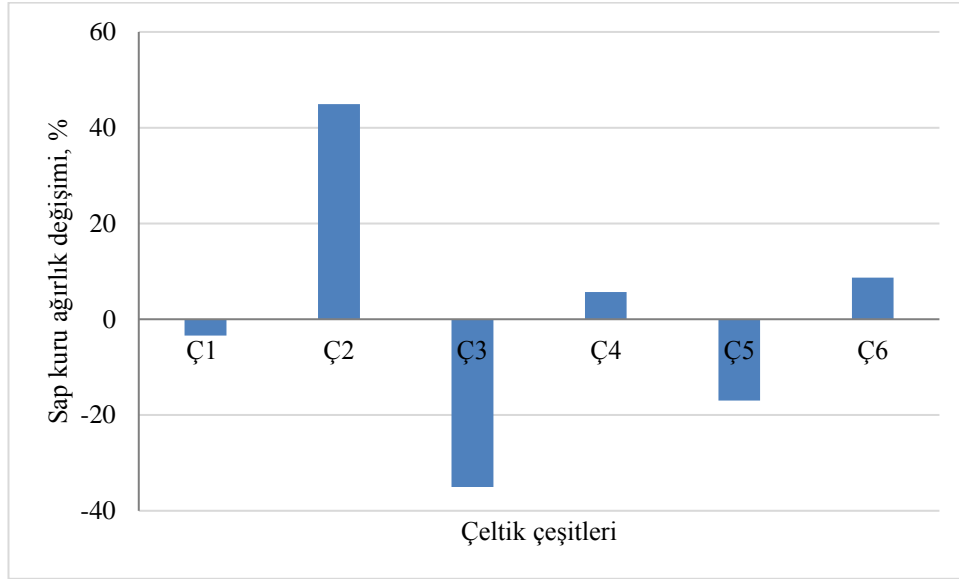
Çeşit	Çeltik sap kuru ağırlığı, g/saksı		Ort.	Değişim, %
	Zn ₀	Zn ₅		
Ç1	1.17	1.13	1.15B	-3.42
Ç2	1.09	1.58	1.34B	44.95
Ç3	1.35	1.00	1.85B	-35.00
Ç4	1.24	1.31	1.28B	5.65
Ç5	2.12	1.76	1.94A	-16.98
Ç6	1.15	1.25	1.20B	8.70
Ortalama	1.35	1.34	-	-

Aynı harflerle gösterilen ortalamalar arasında %5 düzeyinde fark yoktur.

Ç^{**}; Zn^ö, ÇxZn^ö

Çinkosuz ortamda çeşitlerin SKA Ç5>Ç3>Ç4>Ç1>Ç6>Ç2 şeklinde değişirken, çinkolu ortamda Ç5>Ç2>Ç4>Ç6>Ç1>Ç3 şeklinde bir sıra izleyerek değişmiştir. Çeltik SKA'da Zn noksanlık şartlarına göre en fazla artış 2 nolu çeşitte görülürken, en az artış ise 4 nolu çeşitte görülmüştür. Buna karşın 1, 3 ve 5 nolu çeşitler 5 ppm Zn uygulamasına respons göstermeyerek SKA Zn noksanlık şartlarından etkilenmemiştir. Çeltik çeşitlerinden 2, 4 ve 6 nolu çeşitler Zn uygulamasına respons göstererek SKA artış göstermiştir. Bu artış Ç2>Ç6>Ç4 şeklinde bir sıra izlemiştir (Şekil 5.4). Çinko uygulamasıyla noksanlık şartlarına göre SKA'da en fazla azalma 3 nolu çeşitte en az azalma 1 nolu çeşitte bulunmuştur. Çinko uygulamasıyla SKA'da azalma çeşitlere göre Ç3>Ç5>Ç1 şeklinde bulunmuştur (Şekil 5.4). Özcan ve Taban (2018) bazı çeltik genotiplerinin (KA 081, Lotto, Akçeltik ve GA 7721) uygulanan çinkoya olumlu tepki verdiğini ve biyolojik verimlerin arttığını, bazı genotiplerin (Osmancık 97 ve KA 080) ise uygulanan çinkoya olumlu bir tepki vermediğini bildirmişlerdir. Benzer şekilde Aydeniz vd (1978), Gurmani ve ark. (1984) ve Taban ve Kacar (1991) yaptıkları

çalışma sonucunda çinko uygulamasının çeltik bitkisinde biyolojik verim üzerine etkili olmadığını saptamışlardır.



Şekil 5.4. Çeltik çeşitlerinde uygulanan çinkonun sap kuru ağırlık değişimine etkisi

5.2.2. Çeltik çeşitlerine uygulanan çinkonun kök kuru ağırlık üzerine etkisi

Çeltik çeşitlerine uygulanan çinkonun kök kuru ağırlığı (KKA) üzerine çeşit etkisi istatistikî bakımdan çok önemli ($p < 0.01$) bulunurken, çinko uygulamasının ve çinko \times çeşit etkisi önemli bulunmamıştır (Tablo 5.8). En yüksek çeltik KKA çinkosuz ortamda Ç5'te (3.0 g/saksı) bulunurken, çinkolu ortamda Ç1'de (3.0 g/saksı) bulunmuştur. En düşük çeltik KKA çinkolu ve çinkosuz ortamda Ç2'de (sırasıyla, 0.65 ve 1.31 g/saksı) bulunmuştur. Ortalama KKA değerlendirildiğinde Ç1 ve Ç5 diğer çeşitlerde istatistikî bakımdan önemli ($p < 0.05$) bulunmakla birlikte, Ç1, Ç3, Ç4 ve Ç5 istatistikî bakımdan aynı grupta yer almıştır. Çeşitlerden Ç2 ve Ç6 farklı grupta yer almıştır.

Tablo 5.8. Kum kültüründe çeltik çeşitlerine uygulanan çinkonun kök kuru ağırlık üzerine etkisi

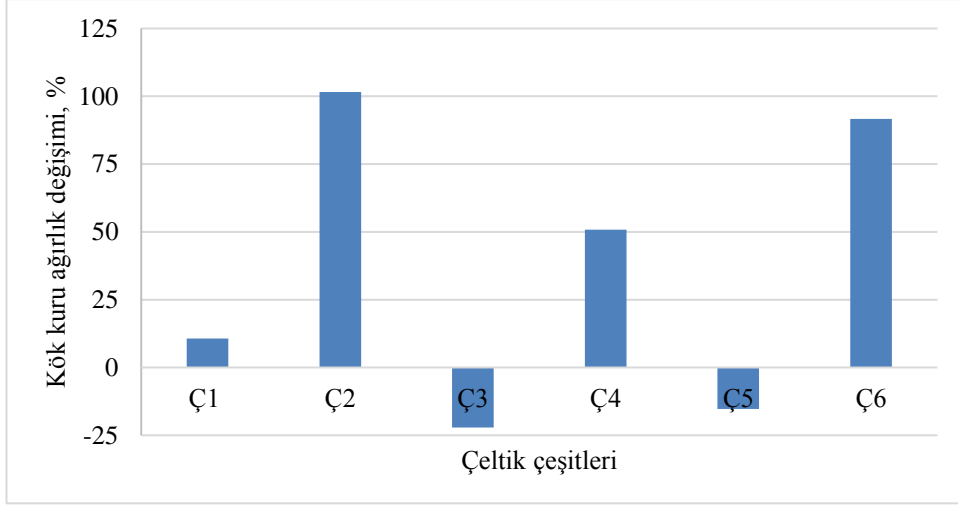
Çeşit	Çeltik kök kuru ağırlığı, g/saksı		Ort.	Değişim, %
	Zn ₀	Zn ₅		
Ç1	2.71	3.00	2.86A	10.70
Ç2	0.65	1.31	0.98B	101.54
Ç3	2.26	1.76	2.01AB	-22.12
Ç4	1.26	1.90	1.58AB	50.79
Ç5	3.00	2.54	2.77A	-15.33
Ç6	0.72	1.38	1.05B	91.67
Ortalama	1.77	1.98	-	-

Aynı harflerle gösterilen ortalamalar arasında %5 düzeyinde fark yoktur.

Ç^{**}; Zn^{0d}; ÇxZn^{0d}

Çeltik çeşitlerin KKA'ı çinkosuz ortamda Ç5>Ç1>Ç3>Ç4>Ç6>Ç2 şeklinde bulunurken, çinkolu ortamda Ç1>Ç5>Ç4>Ç3>Ç6>Ç2 şeklinde bulunmuştur. Mohammed vd (2020) düşük Zn konsantrasyonlu *İmam* ve daha az Zn içeriğine sahip *Altundane* buğday çeşitlerine Zn ile tohum kaplamasının her 2 buğday çeşidi için de, işlem görmemiş tohumlara kıyasla daha yüksek kök kuru ağırlık verdiğini ve yüksek Zn içeriğine sahip çeşitlerde, daha yüksek kök kuru ağırlığı tespit edildiğini bildirmişlerdir.

Çalışmamızda çeltik çeşitlerinden Ç1, Ç2, Ç4 ve Ç6 Zn uygulamasına respons göstererek sap kuru ağırlığında artış göstermiştir. Bu artış Ç2>Ç6>Ç4>Ç1 şeklinde bir sıra izlemiştir. Çeltik kök kuru ağırlığında Zn noksanlık şartlarına göre en fazla artış Ç2'de görülürken, en az artış ise Ç1'de görülmüştür. Buna karşın Ç3 ve Ç5 nolu çeşitler 5 ppm Zn uygulamasına respons göstermeyerek sap kuru ağırlıkları Zn noksanlık şartlarından etkilenmemiştir. Çinko uygulamasıyla noksanlık şartlarına göre sap kuru ağırlığında en fazla azalma Ç3'te bulunurken, en az azalma Ç5'te bulunmuştur. Çinko uygulamasıyla sap kuru ağırlığında azalma çeşitlere göre Ç3>Ç5 şeklinde sıralanmıştır (Şekil 5.5).



Şekil 5.5. Çeltik çeşitlerine uygulanan çinkonun kök kuru ağırlık değişimine etkisi

5.2.3. Çeltik çeşitlerine uygulanan çinkonun sap+kök kuru ağırlık üzerine etkisi

Çeltik çeşitlerine uygulanan çinkonun sap+kök kuru ağırlığı (S+KKA) üzerine çeşit etkisi istatistiki bakımdan çok önemli ($p < 0.01$) bulunurken, çinko uygulaması ve çinko \times çeşit etkisi önemli bulunmamıştır (Tablo 5.9). Çinkosuz ve çinkolu ortamda en yüksek çeltik S+KKA Ç5'te (sırasıyla, 5.13 ve 4.29 g/saksı) bulunmuştur. Çinkosuz ortamda en düşük S+KKA Ç2'de (1.74 g/saksı) ve çinkolu ortamda en düşük S+KKA Ç6'da (2.63 g/saksı) bulunmuştur. Çinko uygulamalarıyla çeltikte biyolojik verimin arttığı birçok araştırmacı tarafından bildirilmiştir (Das, 1986; Qi, 1987; Nand ve Ram, 1996; Savaşlı vd. 1998; Panda vd. 1999; Özcan ve Taban, 2018).

Tablo 5.9. Kum kültüründe çeltik çeşitlerine uygulanan çinkonun sap+kök kuru ağırlık üzerine etkisi

Çeşit	Çeltik sap+kök kuru ağırlığı, g/saksı		Ort.	Değişim, %
	Zn ₀	Zn ₅		
Ç1	3.88	4.13	4.01AB	6.44
Ç2	1.74	2.89	2.32B	66.09
Ç3	3.61	2.76	3.19AB	-23.55
Ç4	2.50	3.22	2.86B	28.8
Ç5	5.13	4.29	4.71A	-16.37
Ç6	1.87	2.63	2.25B	40.64
Ortalama	3.12	3.32	-	-

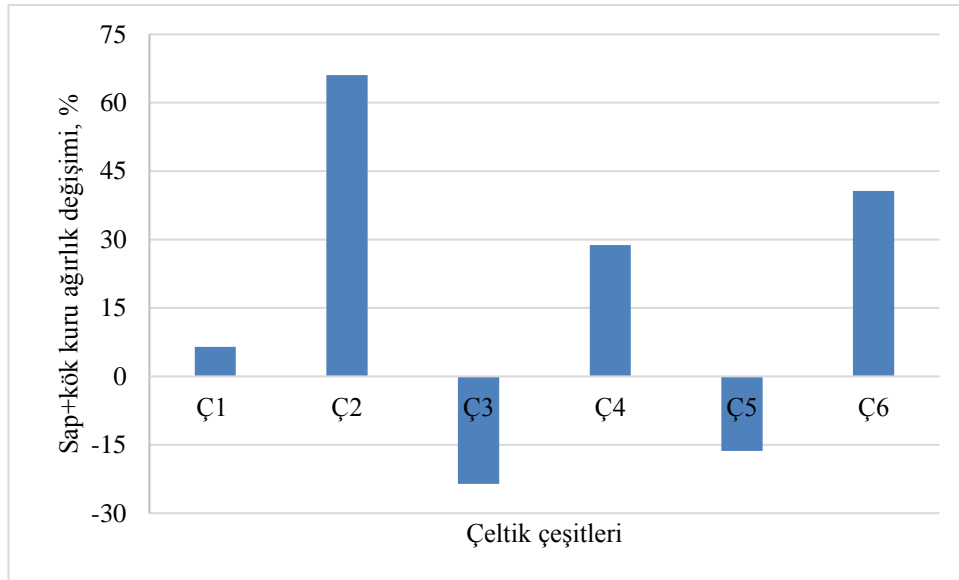
Aynı harflerle gösterilen ortalamalar arasında %5 düzeyinde fark yoktur.

Ç^{**}; Zn^{0d}, ÇxZn^{0d}

Çinkosuz ortamda çeşitlerin S+KKA'ı Ç5>Ç1>Ç3>Ç4>Ç6>Ç2 şeklinde değişirken, çinkolu ortamda Ç5>Ç1>Ç4>Ç2>Ç3>Ç6 şeklinde değiştiği bulunmuştur. Cayton vd (1985), yürüttükleri bir sera denemesinde, Zn eksikliğine daha dayanıklı

çeşit olan IR34’te Zn eksikliğine daha duyarlı çeşit olan IR26’dakine göre daha yüksek S+KKA tespit etmişlerdir.

Çeltik çeşitlerinden Ç1, Ç2, Ç4 ve Ç6 Zn uygulamasına respons göstererek S+KKA artış göstermiştir. Bu artış Ç2>Ç6>Ç4>Ç1 şeklinde bir sıra izlemiştir. Çeltik S+KKA Zn noksanlık şartlarına göre en fazla artış Ç2’de görülürken, en az artış ise Ç1’de görülmüştür. Buna karşın Ç3 ve Ç5 5 ppm Zn uygulamasına respons göstermeyerek S+KKA Zn noksanlık şartlarından etkilenmemiştir. Çinko uygulamasıyla noksanlık şartlarına göre sap kuru ağırlığında en fazla azalma Ç3’te en az azalma 5 nolu çeşitte bulunmuştur. Çinko uygulamasıyla S+KKA’ında azalma Ç3>Ç5 şeklinde sıralanmıştır (Şekil 5.6).



Şekil 5.6. Çeltik çeşitlerine uygulanan çinkonun sap+kök kuru ağırlık değişimine etkisi

5.2.4. Çeltik çeşitlerine uygulanan çinkonun sap Zn içeriği üzerine etkisi

Çeltik çeşitlerine uygulanan çinkonun sap Zn (SZn) içeriği üzerine çeşit ve çinko uygulamasının etkisi çok önemli ($p<0.01$) bulunurken, çinko \times çeşit etkisi önemli bulunmamıştır (Tablo 5.10). Çinkosuz ve çinkolu ortamda en yüksek sap Zn içeriği 5 nolu çeşitte (sırasıyla, 41.67 ve 137.33 ppm) bulunmuştur. Jones vd. (1991)’e göre bitkiler için ortalama 20-200 ppm Zn kapsamı yeterli olmakla beraber çeltik bitkisi için bu sınır değeri 18-50 ppm arasında yer almakta olduğunu bildirmişlerdir. Pek çok kültür bitkisi için 20-70 ppm arasında değişmektedir (Bergmann, 1988). Çinkosuz ortamda sap Zn içeriği en düşük 1 nolu çeşitte (15.33 ppm) bulunurken, çinkolu ortamda en düşük sap Zn içeriği 6 nolu çeşitte (109.00 ppm) bulunmuştur.

İfade edilen bu sınır değerlerine göre çinkosuz ortamda çeltik çeşitlerinin Zn içeriği yeterli bulunurken, Zn uygulaması yapılan ortamda çeşitlerin Zn içeriğinin biraz fazla olduğu bulunmuştur. Ortalama Zn içeriği bakımından Ç2, Ç3, Ç4 ve Ç5 çeşitleri Ç1 ve Ç6 çeşitlerinden istatistiki bakımdan daha yüksek ve önemli ($p<0.05$) bulunmuştur. Çeltik çeşitlerinde Zn içeriğinin yüksek olmasını Zn alımındaki ve kullanımındaki genetik performanstan kaynaklandığı düşünülmüştür. Nitekim Güven (2002) çeşitlerin (genotiplerin) uygulanan çinkoya farklı tepkiler göstermelerini toprakta bulunan mevcut çinkoyu daha etkin kullanabilmelerindeki farklılardan kaynaklandığını ifade etmiştir. Dirasamy vd, (1988) toprağa 0, 10, 20 mg Zn/kg uygulamasındaki artışa bağlı olarak çeltik bitkisinde sapta Zn alımının arttığını belirlemişlerdir.

Tablo 5.10. Kum kültüründe çeltik çeşitlerine uygulanan çinkonun sap Zn içeriği üzerine etkisi

Çeltik çeşidi	Sap Zn içeriği, ppm		Ort.	Değişim, %
	Zn ₀	Zn ₅		
Ç1	15.33	112.33	63.83B	632.75
Ç2	23.00	116.33	69.67B	405.78
Ç3	18.00	123.00	70.5B	583.33
Ç4	21.33	119.00	70.17B	457.90
Ç5	41.67	137.33	89.5A	229.57
Ç6	24.33	109.00	66.67B	348.01
Ortalama	23.94B	119.50A	-	-

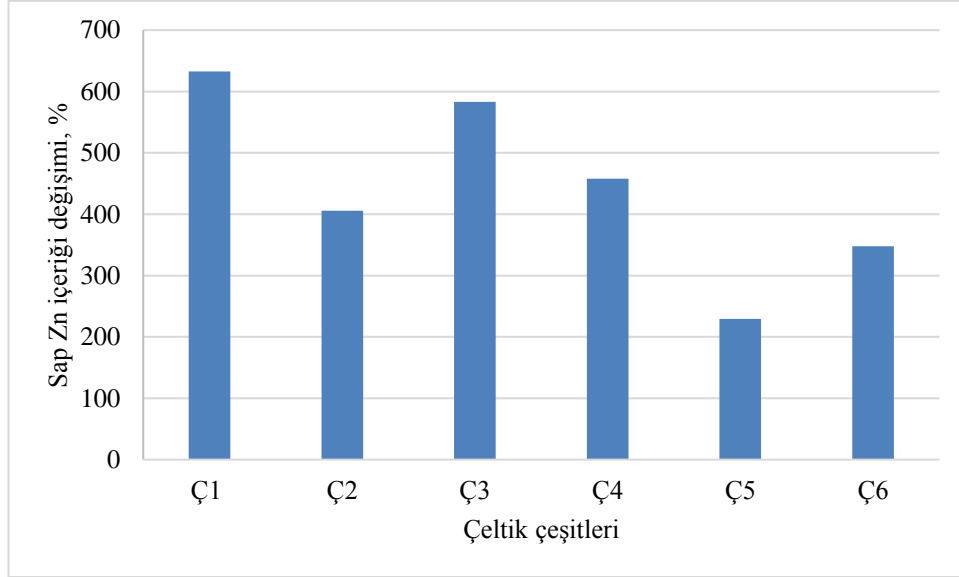
Aynı harflerle gösterilen ortalamalar arasında %5 düzeyinde fark yoktur.

Ç**; Zn**, ÇxZn^{0d}

Tüm çeşitler Zn uygulamasına önemli ($p<0.05$) derecede respons göstererek sap Zn içeriğinde artış göstermiştir. Bu artış Ç1>Ç3>Ç4>Ç2>Ç6>Ç5 şeklinde bir sıra izlemiştir. Çeşitlerin SZn içeriği çinkosuz ortamda Ç5>Ç6>Ç2>Ç4>Ç3>Ç1 şeklinde değişirken, çinkolu ortamda Ç5>Ç3>Ç4>Ç2>Ç1>Ç6 şeklinde değiştiği bulunmuştur.

Ortalama SZn içeriği bakımından Ç5 diğerler çeşitlerde önemli ($p<0.05$) derecede yüksek bulunmuştur. Çeltik çeşitlerine uygulanan çinkonun ortalama SZn içeriği üzerine etkisi bakımından en fazla artış 1 nolu çeşitte (%632.75) görülürken, en az artış ise 5 nolu çeşitte (%229.57) görülmüştür (Şekil 5.7). Taban ve Kacar (1991), çeltik topraklarına uyguladıkları 0, 0.5, 1.0 ve 2.0 mg Zn/kg, Ribe çeltik çeşidinde sap Zn içeriğini kontrole göre sırasıyla %38, %53 ve %47 arttırdığını bildirmişlerdir.

Yapılan başka bir tarla çalışmasında ise *Shadab* ve *Mehak* çeltik çeşitlerine uygulanan Zn düzeyinin artmasıyla, sap Zn içeriği her iki çeşitte de artmıştır (Sarwar vd, 2011).



Şekil 5.7. Çeltik çeşitlerinde uygulanan çinkonun sap Zn içeriği değişimine etkisi

5.2.5. Çeltik çeşitlerine uygulanan çinkonun kök Zn içeriği üzerine etkisi

Çeltik çeşitlerine uygulanan çinkonun kök Zn içeriği (KZn) üzerine çeşit, çinko ve çinko \times çeşit interaksiyonunun etkisi istatistikî bakımdan çok önemli ($p < 0.01$) bulunmuştur (Tablo 5.11). Çinkosuz ve çinkolu ortamda en yüksek KZn içeriği Ç5'te (sırasıyla, 22 ve 124 ppm) bulunurken, en düşük KZn içeriği Ç1'de (sırasıyla, 11.33 ve 86.67 ppm) bulunmuştur. Ortalama KZn içeriği bakımından Ç2, Ç3, Ç4 ve Ç5'in KZn içeriği Ç1 ve Ç6'dan istatistikî bakımdan önemli derecede ($p < 0.05$) yüksek bulunmuştur.

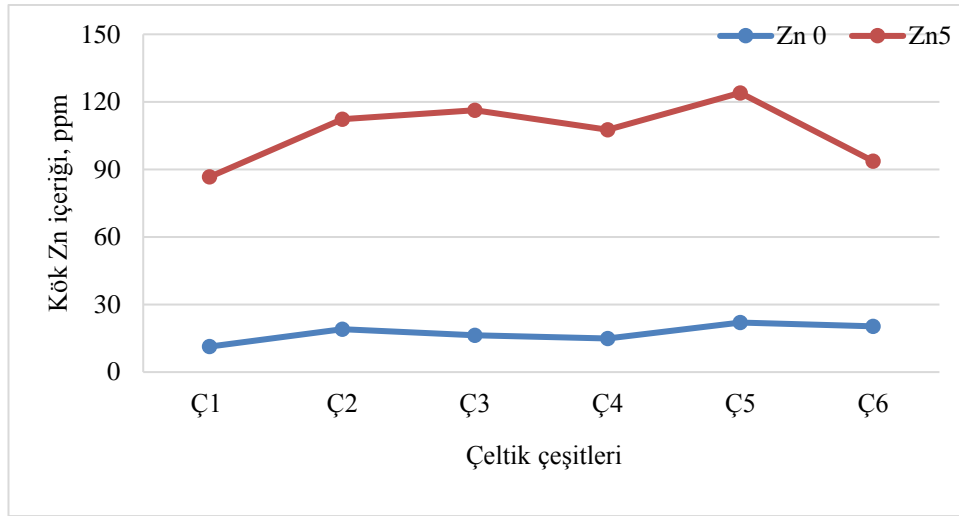
Tablo 5.11 Kum kültüründe çeltik çeşitlerine uygulanan çinkonun kök Zn içeriğine etkisi

Çeşit	Kök Zn içeriği, ppm		Ort.	Değişim, %
	Zn ₀	Zn ₅		
Ç1	11.33d	86.67c	49.00C	664.96
Ç2	19.00d	112.33a	65.67AB	491.21
Ç3	16.33d	116.33a	66.33AB	612.37
Ç4	15.00d	107.67ab	61.34AB	617.8
Ç5	22.00d	124.00a	73.00A	463.64
Ç6	20.33d	93.67bc	57.00BC	360.75
Ortalama	17.33B	106.78A	-	-

Aynı harflerle gösterilen ortalamalar arasında %5 düzeyinde fark yoktur.

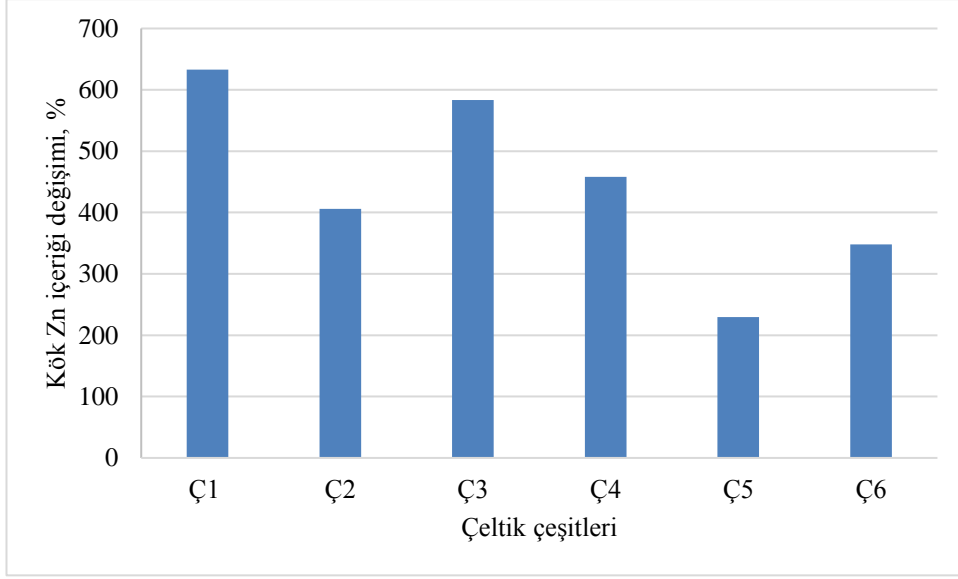
Ç**; Zn**, ÇxZn**

Çinko × çeşit interaksyonu bakımından KZn miktarı çinkosuz ortamda sıralama Ç5>Ç6>Ç2>Ç3>Ç4>Ç1 şeklinde değişirken, çinkolu ortamda ise Ç5>Ç3>Ç2>Ç4>Ç6>Ç1 şeklinde değişmiştir (Şekil 5.12). Humaira vd (2015), JP-05, Swat-I, IRRI-6 ve Basmati-2000 çeltik çeşitlerine hidroponik ortamda uygulanan Zn dozlarının (0, 1.0 ve 2.0 µM) çeltik çeşitlerinde bitki boyu, kök Zn içeriği, ham protein ve toplam çinko kapsamı üzerindeki etkisini araştırmışlardır. Araştırmacılar 1.0 µM çinko dozu ilaveli ortamda IRRI-6 ve Basmati-2000 çeltik çeşitleri, JP-05 ve Swat-I çeltik çeşitlerine kıyasla daha yüksek kök Zn içeriğine sahip olduğunu bulmuşlardır.



Şekil 5.8. Çeltik çeşitleri ile kök Zn içeriği arasındaki interaksyon ilişkisi

Çeltik çeşitlerinden Ç1, Ç2, Ç3, Ç4, Ç5 ve Ç6 Zn uygulamasına respons göstererek kök Zn içeriğinde artış göstermiştir. Bu artış Ç1>Ç4>Ç3>Ç2>Ç5>Ç6 şeklinde bir sıra izlemiştir. Çeltik çeşitlerine uygulanan çinkonun sap Zn içeriği üzerine etkisi şartlarına göre en fazla artış 1 nolu çeşitte görülürken, en az artış ise 6 nolu çeşitte görülmüştür (Şekil 5.13).



Şekil 5.9. Çeltik çeşitlerine uygulanan çinkonun kök Zn içeriği değişimine etkisi

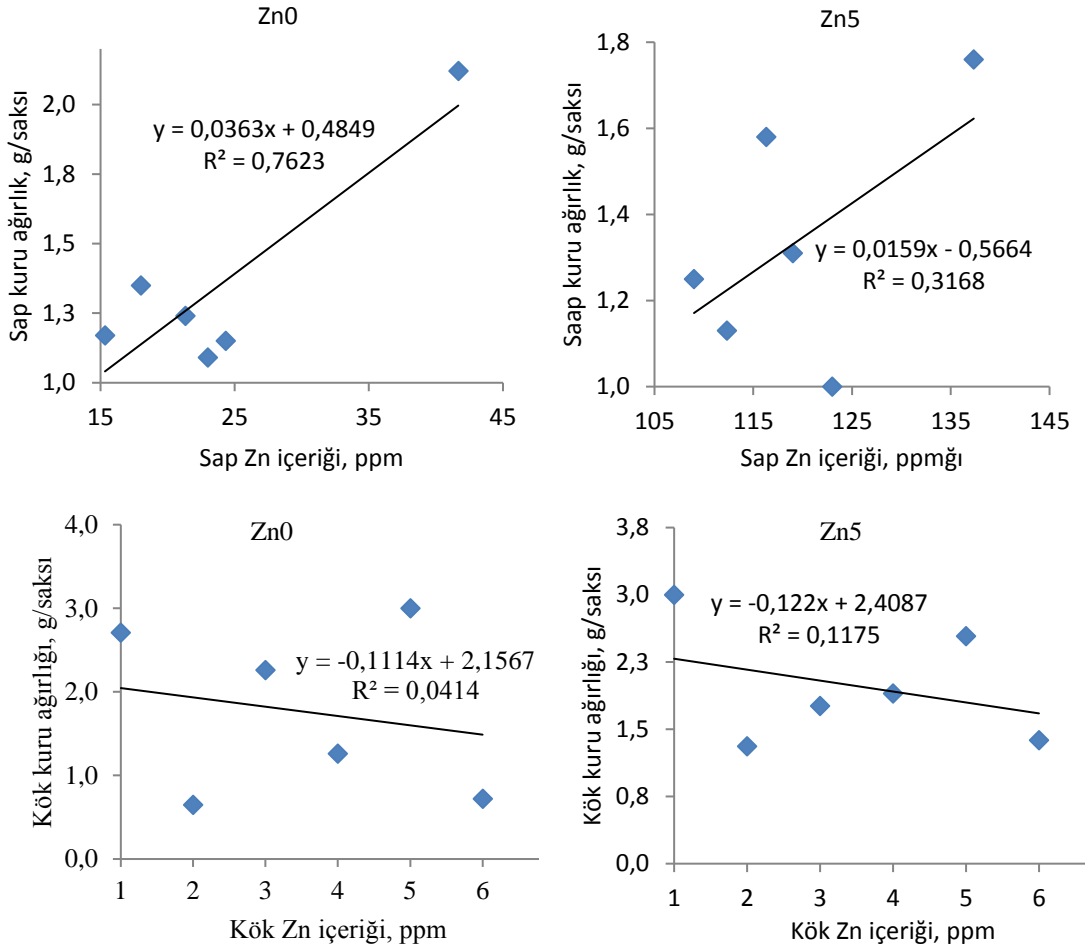
5.2.6. Çeltik çeşitlerinin sap ve kök kuru ağırlığı ile Zn içeriği arasındaki ilişki

Tüm çeşitlerin gerek sap ve gerekse kök Zn içeriği uygulanan 5 ppm Zn ile kontrole göre önemli ölçüde ($p < 0.01$) artış göstermiştir. Çeltik çeşitlerinin SKA ile Zn içeriği arasında çinko noksan ve yeter şartlarda pozitif ilişkiler (sırasıyla, $R^2=0.7623$ ve $R^2=0.3168$) bulunurken, KKA ile Zn içeriği arasında negatif ilişkiler (sırasıyla, $R^2=-0.0414$ ve $R^2=-0.1175$) bulunmuştur (Şekil 5.14). Trivedi vd (1997), bazı çeltik çeşitlerinde iki yıl süreyle yürüttükleri çalışmada, deneme alanına 0, 5.6, 11.2 ve 16.8 kg Zn/ha uygulamasının tane verimi ve topraktan kaldırılan çinko arasında önemli ilişkiler saptamışlardır. Kızılgöz ve Sakin (2010) buğday ve mısır bitkilerinde sap Zn içeriği ile sap kuru ağırlığı arasında (sırasıyla, $R^2=0.9522$ ve $R^2=0.9840$) pozitif ilişkiler belirlemişlerdir. Çıkılı (1999)'a göre, sera koşullarında topraklara 0, 2, 4, 6 ppm Zn ile ekmeçlik (Gerek 79) ve makarnalık (Kundurdu 1149) buğday genotiplerinin kuru madde miktarlarını arttırdığını ancak topraktan alınan birim ($1 \mu\text{g Zn}$) çinkoya karşılık oluşturduğu kuru madde miktarlarını azalmıştır. Artan miktarlarda uygulanan çinko ile kontrole göre oluşturulan kuru madde de Zn1 düzeyinde % 27.2, Zn2 düzeyinde % 19.8 ve Zn3 düzeyinde % 16.4 azalma olmuştur.

Çalışmada çinkoya hassas çeltik çeşitlerinde (Ç1, Ç4 ve Ç6) her iki ortamda (Zn noksan ve yeterli) düşük Zn alım potansiyeline bağlı daha düşük Zn içeriği bulunmuştur. Buna karşın dayanıklı çeltik çeşitlerinin (Ç2, Ç3 ve Ç5) her iki ortam

şartlarında da sap Zn ve kök Zn içeriği değer çeşitlere göre daha fazla artmıştır. Yani Zn yeter şartlarda çinkoya dayanıklı çeşitlerin sap kuru ağırlığı azalmasına rağmen Zn içeriğinde artış görülmüştür. Bunun nedeni, çeltikte olgunlaşma gün sayısı genelde 96-143 veya 119-138 gün olmasına rağmen (Kıran, 1992; Sezer ve Köycü, 1999), gelişim periyodunun kısa tutulması (70 gün) çeşitlere uygulanan çinkonun yeteri kadar metabolize olamadan gövdede birikmesine neden olmuş olabilir. Bir başka deyişle bitkinin Zn alım hızının gelişim hızından daha düşük olması nedeni ile uygulanan çinkonun gövde ve kökte akümüle olmuştur. Çakmak vd (1996), 6 adet ekmeklik (Kıraç-66, Gerek-79, Aroona, Es 91-12, As-14, Kırpınar) ve 4 makarnalık (BDMM-19, Kunduru-1149, Kızıltan-91, Durati) buğday çeşidi ile yaptıkları çalışmada Zn eksikliğinde tüm çeşitlerde kuru madde üretiminin azaldığı, gövde, kök oranının çinko eksikliğine duyarlı çeşitlere göre daha az olduğu bildirilmiştir. Ayrıca çinko eksikliğine duyarlılıkta çeşitler arasındaki farkın birim gövdedeki Zn içeriği (konsantrasyonu) ile ilişkili iken, gövde kuru maddesindeki çinko konsantrasyonu ile ilişkili olmadığını da bildirmişlerdir.

Büyüme ve mineral besin konsantrasyonu arasında seyrelme etkisi (seyrelme ve sinergistik ilişki) nedeniyle (Jarrell ve Beverly, 1981) negatif ilişki, bitkide kuru ağırlık birikiminin mineral-besin birikiminden daha hızlı olmasına neden olabilmektedir (Copeland ve Crookston, 1992; Riedell vd, 1998). Bizim elde elde ettiğimiz sonuçlarda olduğu gibi, bunun zıttı yani bitkide kuru ağırlık birikiminin mineral-besin birikiminden daha yavaş olmasına ve besin elementinin akümüle olaması ile antagonistik etki düşünülebilir. Bitki besin elemntlerinden kaynaklı antagonistik ilişkiler pek çok araştırmacı tarafından da bildirilmiştir (Aktaş, 1994; Kacar ve Katkat, 2009; Turan ve Horuz, 2012). Riedell (2010) azotlu gübre uygulamaları ile mısır sürgünlerinde kuru madde birikiminin arttıkça sürgünlerdeki temel mineral element konsantrasyonlarının bir seyreltme tepkisi ile azalmaya neden olabileceğini ve spesifik mineral besin maddelerinin seyreltmesinin diğer besin elementlerinin sinerjik tepkilerini de etkileyebileceğini bildirmiştir. Bunun sonucunda çeltik çeşitlerinde de daha fazla mineral besin elementi alınımının teşvik edildiğini düşünmekteyiz.



Şekil 5.10. Çeltik çeşitlerinin sap ve kök kuru ağırlığı ile Zn içeriği arasındaki ilişki

5.2.6. Çeltik çeşitlerine uygulanan çinkonun sap kaldırılan Zn üzerine etkisi

Çeltik çeşitlerine uygulanan çinkonun sap kaldırılan Zn (SKZn) miktarı üzerine çeşit ve çinko uygulamasının etkisi istatistiki bakımdan çok önemli ($p < 0.01$) bulunurken, çeşit \times çinko etkileşimi önemli bulunmamıştır (Tablo 5.12). Çinkosuz ve çinkolu ortamda en yüksek sap ile kaldırılan Zn Ç5'te (sırasıyla, 0.088 ve 0.24 mg/saksı) bulunmuştur. Çinkosuz ortamda en düşük sap Zn alımı 1 nolu çeşitte (0.018 mg/saksı) ve çinkolu ortamda en düşük sap Zn alımı 3 nolu çeşitte (0.12 mg/saksı) bulunmuştur.

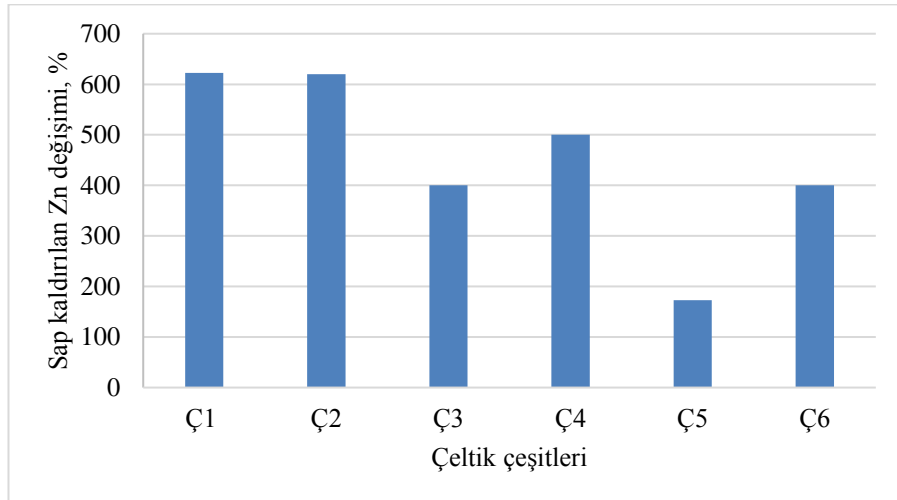
Tablo 5.12. Kum kültüründe çeltik çeşitlerine uygulanan çinkonun sap kaldırılan Zn üzerine etkisi

Çeşit	Sap kaldırılan Zn, mg/saksı		Ort.	Değişim, %
	Zn ₀	Zn ₅		
Ç1	0.018	0.13	0.074B	622.22
Ç2	0.025	0.18	0.103B	620
Ç3	0.024	0.12	0.072B	400
Ç4	0.025	0.15	0.088B	500
Ç5	0.088	0.24	0.164A	172.73
Ç6	0.028	0.14	0.084B	400
Ortalama	0.035B	0.16A	-	-

Aynı harflerle gösterilen ortalamalar arasında %5 düzeyinde fark yoktur.
Ç^{**}; Zn^{**}; ÇxZn^{öd}.

Çinkosuz ortamda SKZn Ç5>Ç6>Ç2=Ç4>Ç3>Ç1 şeklinde değişirken, çinkolu ortamda Ç5>Ç2>Ç4>Ç6>Ç1>Ç3 şeklinde değişmiştir. Ortalama SKZn içeriği bakımından Ç5 diğer çeşitlerden istatitiki bakımdan önemli derecede (p<0.05) yüksek bulunmuştur. Dirasamy vd (1988), yürüttükleri bir sera denemesinde toprakta çeltik bitkisi yetiştirmişlerdir. Toprağa 0, 10 ve 20 ppm Zn uygulayan araştırmacılar çinko uygulamasındaki artışa bağlı olarak çeltik bitkisinde sapta kaldırılan Zn değerinin arttığını belirlemişlerdir.

Tüm çeltik çeşitleri Zn uygulamasına respons göstererek artış göstermişlerdir. Bu artış Ç1>Ç2>Ç4>Ç3=Ç6>Ç5 şeklinde bir sıra izlemiştir. Çeltik çeşitlerine uygulanan çinkonun sap kaldırılan Zn değeri üzerine etkisi şartlarına göre en fazla artış 1 nolu çeşitte görülürken, en az artış ise 5 nolu çeşitte görülmüştür (Şekil 5.15).



Şekil 5.11. Çeltik çeşitlerine uygulanan çinkonun sap kaldırılan Zn değişimine etkisi

5.2.7. Çeltik çeşitlerine uygulanan çinkonun kök ile kaldırılan Zn üzerine etkisi

Çeltik çeşitlerine uygulanan çinkonun kök kaldırılan Zn (KKZn) miktarı üzerine çeşit etkisi önemli ($p<0.05$), çinko uygulaması çok önemli ($p<0.01$) bulunurken, çeşit \times çinko interaksiyonu önemli bulunmamıştır (Tablo 5.13). Çeşitlerin Zn uygulaması ile KKZn'ye responsları çeşitlere göre farklı bulunmuştur. Çinkosuz ve çinkolu ortamda en yüksek kök ile kaldırılan Zn 5 nolu çeşitte (sırasıyla, 0.062 ve 0.32 ppm) bulunmuştur. Çinkosuz ortamda en düşük kök kaldırılan Zn 2 nolu çeşitte (0.012 ppm) ve çinkolu ortamda en düşük kök kaldırılan Zn 6 nolu çeşitte (0.13 ppm) bulunmuştur.

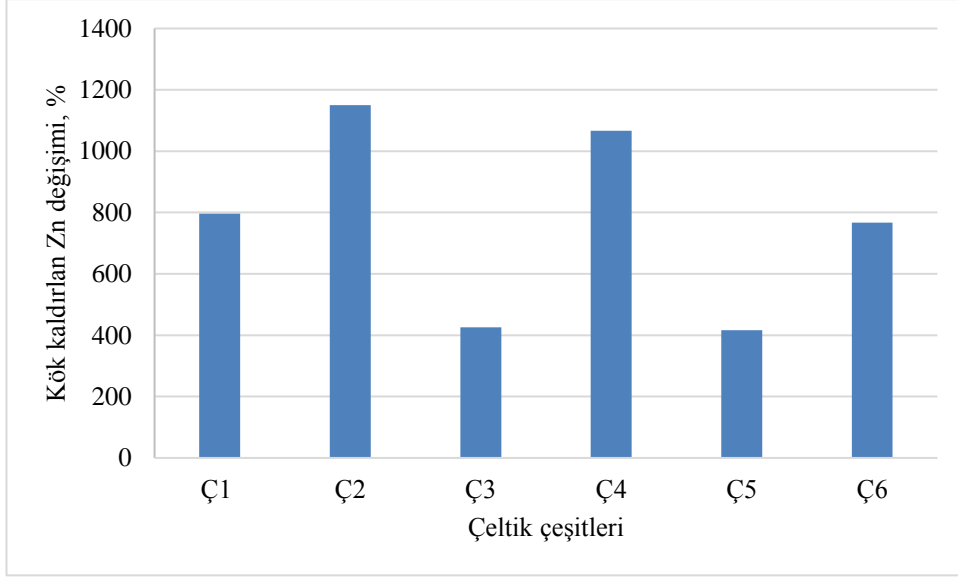
Tablo 5.13. Kum kültüründe çeltik çeşitlerine uygulanan çinkonun kök kaldırılan Zn üzerine etkisi

Çeşit	Kök kaldırılan Zn, mg/saksı		Ort.	Değişim, %
	Zn ₀	Zn ₅		
Ç1	0.029	0.26	0.145AB	796,55
Ç2	0.012	0.15	0.081B	1150
Ç3	0.038	0.20	0.119B	426.32
Ç4	0.018	0.21	0.114AB	1066.67
Ç5	0.062	0.32	0.191AB	416.13
Ç6	0.015	0.13	0.073B	766.67
Ortalama	0.029A	0.21B	-	-

Aynı harflerle gösterilen ortalamalar arasında %5 düzeyinde fark yoktur.
Ç*; Zn**, ÇxZn^{öd}

Çinkosuz ortamda KKZn Ç5>Ç3>Ç1>Ç4>Ç6>Ç2 şeklinde değişirken, çinkolu ortamda Ç5>Ç1>Ç4>Ç3>Ç2>Ç6 şeklinde değişmiştir. Ortalama KKZn içeriği bakımından Ç1, Ç4 ve Ç5 diğer çeşitlerden istatitiki bakımdan önemli derecede ($p<0.05$) yüksek bulunmuştur. Yapılan bir çalışmada; toprağa tatbik edilen çinkolu gübrenin ($ZnSO_4 \cdot 7H_2O$ formunda) artışına bağlı olarak çeltik genotiplerinde çinko kök ile kaldırılan Zn değerinin arttığı bildirilmiştir (Özcan ve Taban,2012).

Tüm çeltik çeşitleri Zn uygulamasına respons göstererek kök ile kaldırılan Zn değerinde artış göstermiştir. Bu artış Ç2>Ç4>Ç1>Ç6>Ç3>Ç5 şeklinde bir sıra izlemiştir. Çeltik çeşitlerine uygulanan çinkonun kök Zn alımı üzerine etkisi şartlarına göre en fazla artış 2 nolu çeşitte görülürken, en az artış ise 5 nolu çeşitte görülmüştür (Şekil 5.17).



Şekil 5.12. Çeltik çeşitlerinde uygulanan çinkonun kök kaldırılan Zn değişimine etkisi

5.2.8. Çeltik çeşitlerine uygulanan çinkonun yaprak SPAD değerine etkisi

Çeltik çeşitlerine uygulanan çinkonun yaprak klorofil SPAD değeri üzerine çeşit, Zn uygulaması ve çeşit × çinko interaksyonu önemli bulunmamıştır (Tablo 5.14). Çeltik bitkisinin çinko uygulamasına yanı sıra yaprak klorofil SPAD değeri bakımından çeşitlere göre farklı bulunmuştur. Çinkosuz ortamda en yüksek yaprak klorofil SPAD değeri 3 nolu çeşitte (21.10) ve çinkolu ortamda ise en yüksek yaprak klorofil SPAD değeri 5 nolu çeşitte (21.80) bulunmuştur. Çinkosuz ortamda en düşük yaprak klorofil SPAD değeri 5 nolu çeşitte (14.03) ve çinkolu ortamda en düşük yaprak klorofil SPAD değeri 4 nolu çeşitte (15.13) bulunmuştur.

Tablo 5.14. Kum kültüründe çeltik çeşitlerine uygulanan çinkonun yaprak klorofil SPAD değerine etkisi

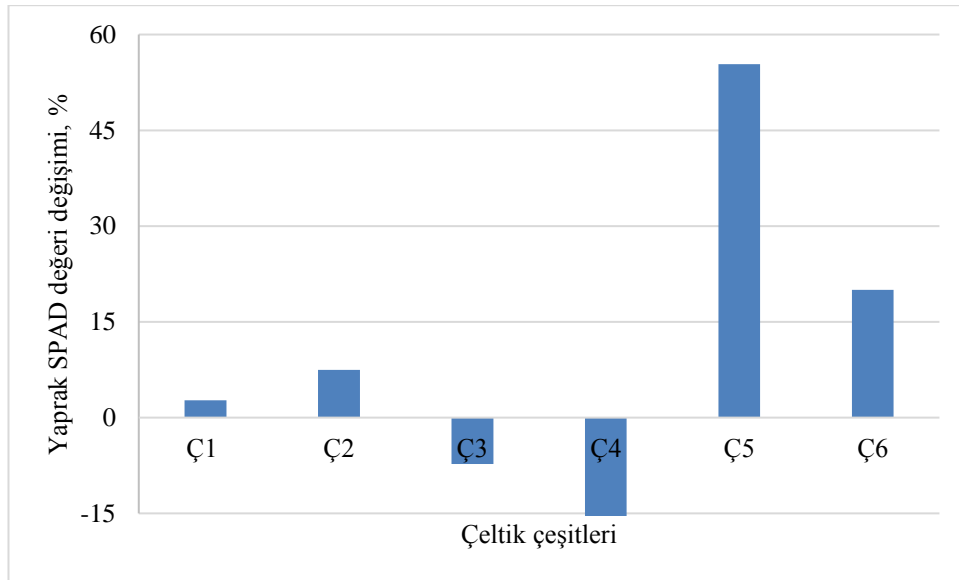
Çeşit	Yaprak klorofil SPAD değeri		Ort.	Değişim, %
	Zn ₀	Zn ₅		
Ç1	18.30	18.80	18.55	2.73
Ç2	17.03	18.30	17.67	7.46
Ç3	21.10	19.57	20.34	-7.25
Ç4	18.07	15.13	16.6	-16.27
Ç5	14.03	21.80	17.92	55.38
Ç6	19.83	19.87	19.85	0.20
Ortalama	18.06	18.91	-	-

Aynı harflerle gösterilen ortalamalar arasında %5 düzeyinde fark yoktur.

Ç^{öd}, Zn^{öd}, ÇxZn^{öd}

Çinkosuz ortamda yaprak klorofil SPAD değeri Ç3>Ç6>Ç1>Ç4>Ç2>Ç5 şeklinde, değişirken çnkolu ortamda ise Ç5>Ç6>Ç3>Ç1>Ç2>Ç4 şeklinde değişmiştir (Şekil 5.18). Rana ve Kashif (2014), toprağa uyguladıkları farklı çinko kaynaklarının (Zn SO4.7H2O, ZnO ve Zn-EDTA) çeltik bitkisinin taze yapraklarında klorofil SPAD metre okuma değerlerini, kontrol uygulamasında (Zn:0) yetiştirilen bitkilerine kıyasla arttırdığını bildirmişlerdir.

Çeltik çeşitlerinden Ç1, Ç2, Ç5 ve Ç6 Zn uygulamasına respons göstererek yaprak klorofil SPAD değeri üzerinde artış göstermiştir. Bu artış Ç5>Ç2>Ç1>Ç6 şeklinde bir sıra izlemiştir. Çinkonun yaprak klorofil SPAD değeri Zn noksanlık şartlarına göre en fazla artış Ç5'te görülürken (%55.38), en az artış ise Ç6'da (%0.20) görülmüştür. Buna karşın Ç3 ve Ç4 Zn uygulamasına respons göstermeyerek çinkonun yaprak klorofil SPAD değeri Zn noksanlık şartlarından etkilenmemiştir. Çinko uygulamasıyla noksanlık şartlarına göre sap kuru ağırlığında en fazla azalma 4 nolu çeşitte en az azalma 3 nolu çeşitte bulunmuştur. Çinko uygulamasıyla çinkonun yaprak klorofil SPAD değerindeki azalma çeşitlere göre Ç4>Ç3 şeklinde sıralanmıştır (Şekil 5.19).



Şekil 5.13. Çeltik çeşitlerine uygulanan çinkonun yaprak SPAD değeri değişimine etkisi

5.2.9. Çeltik çeşitlerine uygulanan çinkonun sap azot içeriğine etkisi

Çeltik çeşitlerine uygulanan çinkonun sap N içeriği üzerine çeşit, Zn uygulaması ve çeşit × çinko etkileşimi çok önemli ($p < 0.01$) bulunmuştur (Tablo 5.15). Çinkosuz ve çinkolu ortamda en yüksek sap N içeriği Ç6'da (sırasıyla, 1.52 ve 1.13 ppm) bulunmuştur. Çinkosuz ortamda en düşük sap N içeriği Ç3'te (0.37 ppm) bulunurken, çinkolu ortamda Ç2'de (0.27 ppm) bulunmuştur. Ortama sap N içeriği bakımından Ç5 diğer çeşitlerden istatistiksel bakımdan önemli ($p < 0.05$) derecede yüksek bulunmuştur.

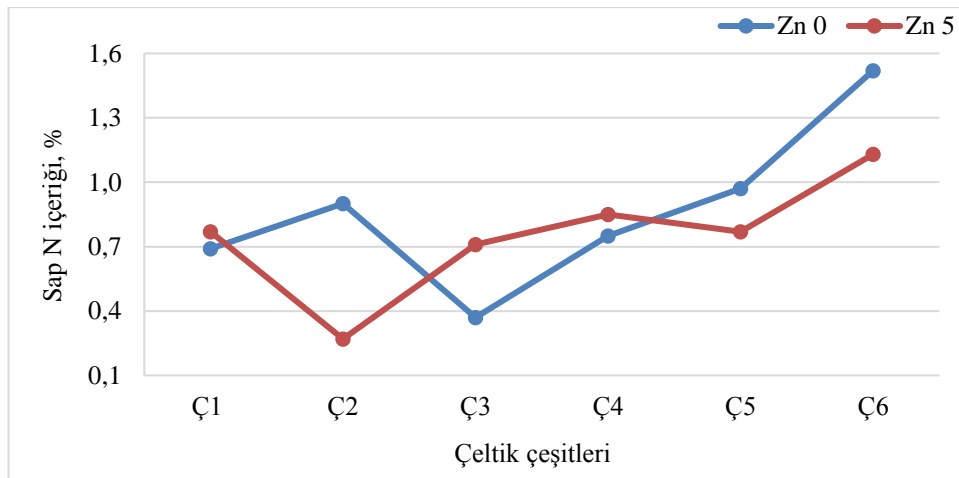
Tablo 5.15 Kum kültüründe çeltik çeşitlerine uygulanan çinkonun sap N içeriğine etkisi

Çeşit	Sap N içeriği, ppm		Ort.	Değişim, %
	Zn ₀	Zn ₅		
Ç1	0.69d	0.77cd	0.72B	11.59
Ç2	0.90cd	0.27e	0.59C	-70
Ç3	0.37e	0.71d	0.54C	91.89
Ç4	0.75cd	0.85cd	0.70B	13.33
Ç5	0.97bc	0.77cd	0.87B	-20.62
Ç6	1.52a	1.13b	1.33A	-25.66
Ortalama	0.87A	0.75B	0.81	-13.79

Aynı harflerle gösterilen ortalamalar arasında %5 düzeyinde fark yoktur.

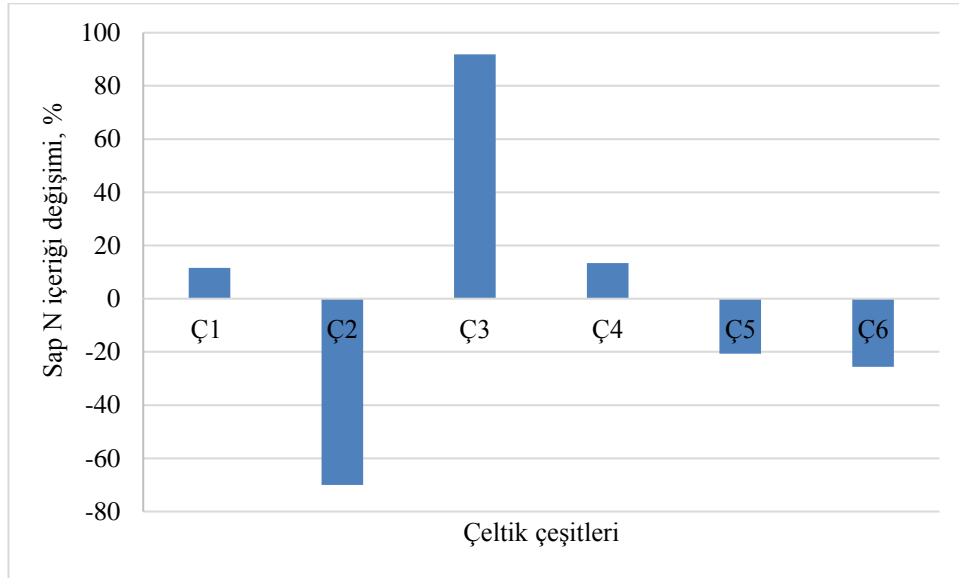
Ç** ; Zn** ; ÇxZn**

Çeşit × çinko etkileşimi ilişkisi bakımından çeşitlerin N içeriği çinkosuz ortamda Ç6>Ç5>Ç2>Ç4>Ç1>Ç3 şeklinde değişirken, çinkolu ortamda Ç6>Ç4>Ç5=Ç1>Ç3>Ç2 şeklinde değişmiştir (Şekil 5.20). Kutman vd (2011) buğday ile yaptıkları çalışmada artan düzeylerde uygulanan Zn'nun buğday bitkisinde sap N içeriğini artırdığını bildirilmişlerdir (Kutman vd., 2011).



Şekil 5.14. Çeşitleri ile sap N içeriği arasındaki etkileşim ilişkisi

Çeltik çeşitlerinden Ç1, Ç3 ve Ç4 Zn uygulamasına respons göstererek çinkonun sap N içeriğinde artış göstermiştir. Bu artış Ç3>Ç4>Ç1 şeklinde bir sıra izlemiştir. Çinkonun sap N içeriği Zn noksanlık şartlarına göre en fazla Ç3'te (%91.89) artış gösterirken, en az artış ise Ç1'de (%11.59) görülmüştür. Buna karşın Ç2, Ç5 ve Ç6 Zn uygulamasına respons göstermeyerek çinkonun sap N içeriği Zn noksanlık şartlarından etkilenmemiştir. Çinko uygulamasıyla çinkonun sap azot içeriğindeki azalma Ç2>Ç6>Ç5 şeklinde sıralanmıştır (Şekil 5.21).



Şekil 5.15 Çeltik çeşitlerine uygulanan çinkonun sap N içeriği değişimine etkisi

5.2.10. Çeltik çeşitlerine uygulanan çinkonun sap fosfor içeriğine etkisi

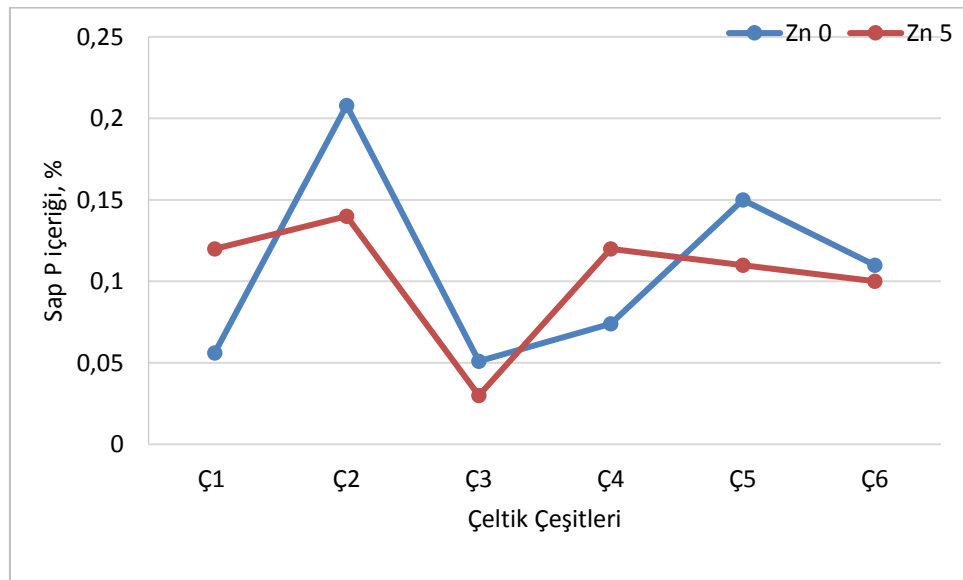
Çeltik çeşitlerine uygulanan çinkonun sap P içeriği üzerine çeşit, Zn uygulaması ve çeşit × çinko interaksyonu çok önemli ($p<0.01$) bulunmuştur (Tablo 5.16). Çinkosuz ortamda en yüksek sap P içeriği Ç5'te (0.15 ppm) ve çinkolu ortamda ise en yüksek sap P içeriği Ç2'de (0.14 ppm) bulunmuştur. Çinkosuz ve çinkolu ortamda en düşük sap P içeriği 3 nolu çeşitte (sırasıyla 0.051 ve 0.03 ppm) bulunmuştur. Ortama sap P içeriği bakımından Ç2 diğer çeşitlerden istatistiki bakımdan önemli ($p<0.05$) derecede yüksek bulunmuştur.

Tablo 5.16 Kum kültüründe çeltik çeşitlerine uygulanan çinkonun sap P içeriğine etkisi

Çeşit	Sap P içeriği, ppm		Ort.	Değişim, %
	Zn ₀	Zn ₅		
Ç1	0.056g	0.120c	0.088D	114.29
Ç2	0.208a	0.140b	0.174A	-32.69
Ç3	0.051g	0.030h	0.041E	-41.18
Ç4	0.074f	0.120c	0.097C	62.16
Ç5	0.150b	0.110c	0.130B	-26.67
Ç6	0.110c	0.100de	0.110C	-9.09
Ortalama	0.110A	0.100B	-	-

Aynı harflerle gösterilen ortalamalar arasında %5 düzeyinde fark yoktur.
Ç**; Zn**; ÇxZn**

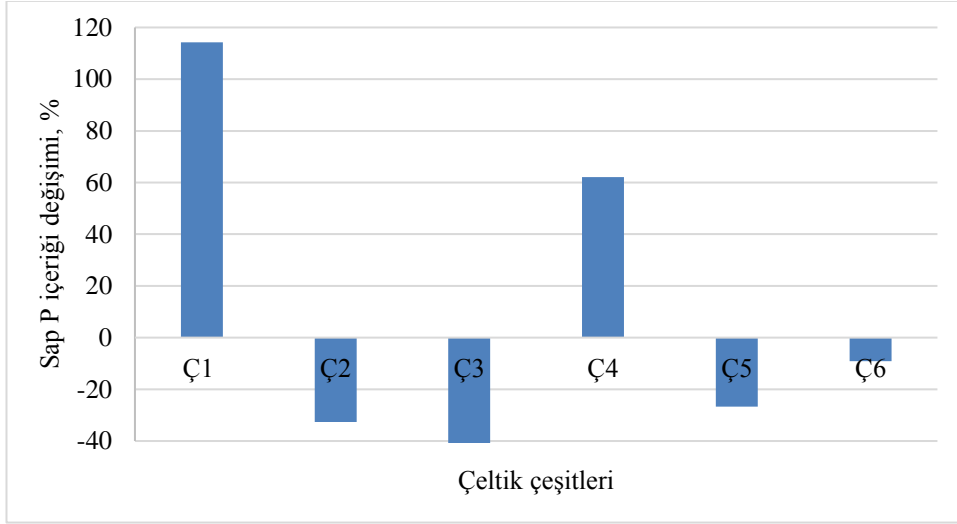
Çeşit × çinko interaksyonu bakımından çeşitlerin sap P içeriği çinkosuz ortamda Ç2>Ç5>Ç6>Ç4>Ç1>Ç3 şeklinde değişirken, çinkolu ortamda ise Ç2>Ç1=Ç4>Ç5>Ç6>Ç3 şeklinde değişmiştir (Şekil 5.22). Dört aerobik pirinç çeşidi (Handao297, K150, Handao502 ve Baxiludao) üzerinde yapılan çalışma göstermiştir ki; bu çeltik çeşitlerine uygulanan çinkonun artması ile sap P içeriklerinde artış tespit edilmiştir (Jiang vd, 2008).



Şekil 5.16. Çeltik çeşitleri ile ile sap P içeriği arasındaki interaksyon ilişkisi

Çeltik çeşitlerinden Ç1 ve Ç4 Zn uygulamasına respons göstererek çinkonun sap P içeriği üzerinde artış göstermiştir. Bu artış Ç1>Ç4 şeklinde bir sıra izlemiştir. Çinkonun sap P içeriği Zn noksanlık şartlarına göre en fazla artış Ç1'de görülürken, en az artış ise Ç4'de görülmüştür. Buna karşın Ç2, Ç3, Ç5 ve Ç6 Zn uygulamasına

respons göstermeyerek çinkonun sap P içeriği Zn noksanlık şartlarından etkilenmemiştir. Çinko uygulamasıyla noksanlık şartlarına göre sap kuru ağırlığında en fazla azalma Ç3'te, en az azalma Ç6'da bulunmuştur. Çinko uygulamasıyla çinkonun sap P içeriğindeki azalma çeşitlere göre Ç3>Ç2>Ç5>Ç6 şeklinde olmuştur (Şekil 5.23).



Şekil 5.17 Çeltik çeşitlerine uygulanan çinkonun sap P içeriği değişimine etkisi

5.2.11. Çeltik çeşitlerine uygulanan çinkonun sap potasyum içeriğine etkisi

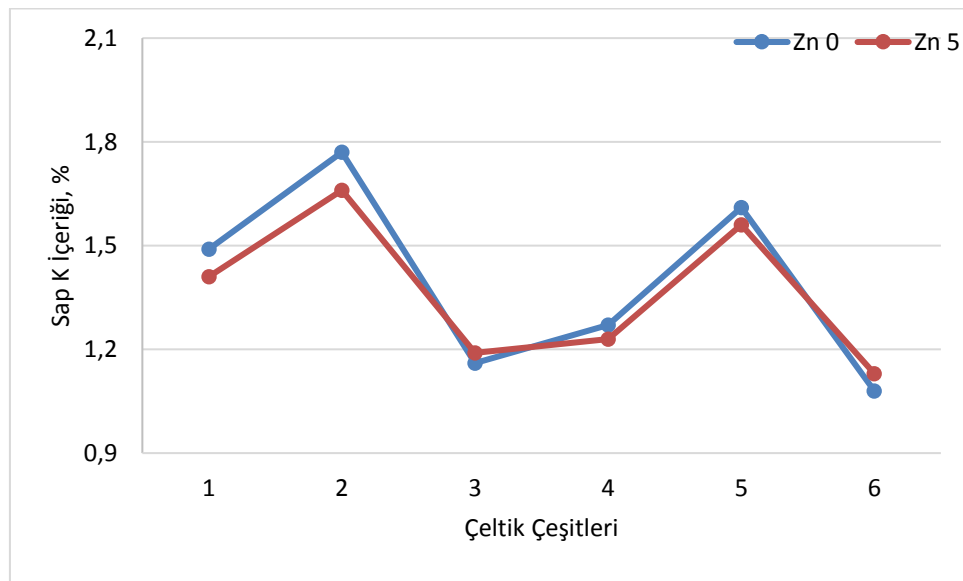
Çeltik çeşitlerine uygulanan çinkonun sap K içeriği üzerine çeşit, Zn uygulaması ve çeşit × çinko interaksiyonu çok önemli ($p<0.01$) bulunmuştur (Tablo 5.17). Çinkosuz ve çinkolu ortamda en yüksek sap K içeriği Ç2'de (sırasıyla, 1.77 ve 1.66 ppm) bulunmuştur. Çinkosuz ve çinkolu ortamda en düşük sap K içeriği Ç6'da (sırasıyla 1.08 ve 1.13 ppm) bulunmuştur. Ortalama K içeriği bakımından Ç2 diğer çeşitlerden istatistikî bakımdan önemli ($p<0.05$) derece yüksek K içerdiği bulunmuştur.

Tablo 5.17 Kum kültüründe çeltik çeşitlerine uygulanan çinkonun sap K içeriğine etkisi

Çeşit	Sap K içeriği, ppm		Ort.	Değişim, %
	Zn ₀	Zn ₅		
Ç1	1.49d	1.41e	1.45C	-5.37
Ç2	1.77a	1.66b	1.72A	-6.21
Ç3	1.16hı	1.19gh	1.18E	2.59
Ç4	1.27f	1.23fg	1.25D	-3.15
Ç5	1.61c	1.56c	1.59B	-3.11
Ç6	1.08i	1.13ı	1.11F	4.63
Ortalama	1.40	1.37	-	-

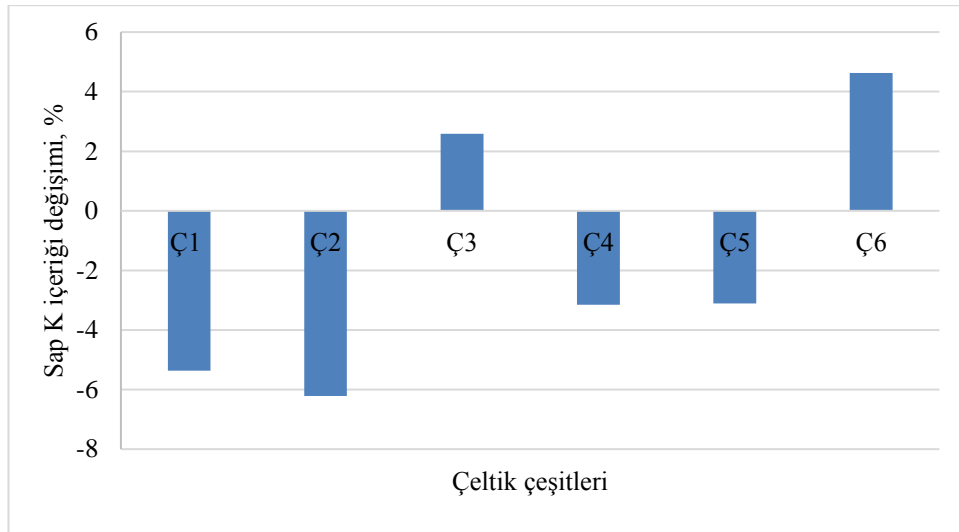
Aynı harflerle gösterilen ortalamalar arasında %5 düzeyinde fark yoktur.
Ç^{**}; Zn^{**}; ÇxZn^{**}

Çinkosuz ortamda interaksiyon ilişkisi açısından sıralama Ç2>Ç5>Ç1>Ç4>Ç3>Ç6 şeklindedir. Çinkolu ortamda ise interaksiyon ilişkisi açısından sıralama Ç2>Ç5>Ç1>Ç4>Ç3>Ç6 şeklindedir (Şekil 5.24). Yapılan bir çalışmada, Malezya'nın Penang bölgesindeki en popüler ve en çok pazarlanan ithal pirinç çeşitlerinden (siyah, yapışkan ve basmati pirinci) üç popüler, bölgesel olarak yetiştirilen pirinç çeşidi (Bario, kahverengi ve beyaz) karşılaştırılmıştır. Pirinç örnekleri aminoasitler, yağ asitleri, mineraller, ağır metaller ve diyet lifi bileşimi açısından değerlendirildi. Genel olarak, tüm pirinç numuneleri arasındaki aminoasit içeriği birbiriyle karşılaştırılabilir. Potasyumun kahverengi pirinçte (197.41 mg/100g) yüksek olduğunu gösterdi (Thomas vd, 2015).



Şekil 5.18. Çeltik çeşitleri ile ile sap K içeriği arasındaki interaksiyon ilişkisi

Çeltik çeşitlerinden Ç3 ve Ç6 Zn uygulamasına respons göstererek çinkonun sap potasyum değeri üzerinde artış göstermiştir. Bu artış Ç6>Ç3 şeklinde bir sıra izlemiştir. Çinkonun sap potasyum değeri Zn noksanlık şartlarına göre en fazla artış Ç6'da görülürken, en az artış ise Ç3'de görülmüştür. Buna karşın Ç1, Ç2, Ç4 ve Ç5 Zn uygulamasına respons göstermeyerek çinkonun sap K içeriği Zn noksanlık şartlarından etkilenmemiştir. Çinko uygulamasıyla noksanlık şartlarına göre sap K içeriğinde en fazla azalma Ç2'de en az azalma Ç5'de bulunmuştur. Çinko uygulamasıyla çinkonun sap potasyum değerindeki azalma çeşitlere göre Ç2>Ç1>Ç4>Ç5 şeklinde sıralanmıştır (Şekil 5.25).



Şekil 5.19. Çeltik çeşitlerine uygulanan çinkonun sap K içeriği değişimine etkisi

5.2.12. Çeltik çeşitlerine uygulanan çinkonun sap kalsiyum içeriğine etkisi

Çeltik çeşitlerine uygulanan çinkonun sap Ca içeriği üzerine Zn uygulaması önemli ($p<0.05$) bulunurken çeşit ve çeşit \times çinko interaksiyonu çok önemli ($p<0.01$) bulunmuştur (Tablo 5.18). Çinkosuz ve çinkolu ortamda en yüksek sap Ca içeriği Ç5'te (sırasıyla, 2.06 ve 1.99 ppm) bulunmuştur. Çinkosuz ve çinkolu ortamda en düşük sap Ca içeriği Ç6'da (sırasıyla 1.14 ve 0.99 ppm) bulunmuştur. Ortalama Ca içeriği bakımından Ç1 ve Ç5 diğer çeşitlerden önemli ($p<0.05$) bulunmuştur.

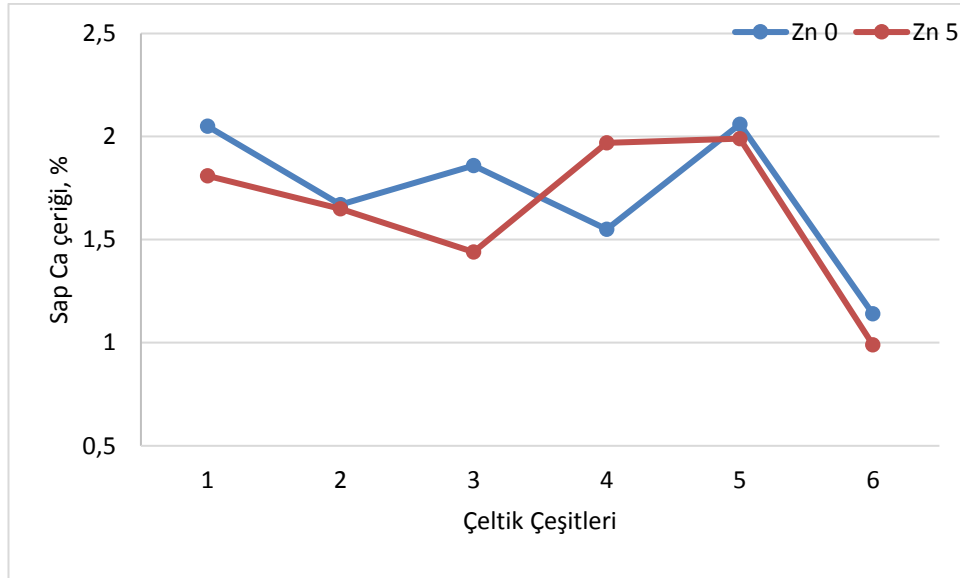
Tablo 5.18 Kum kültüründe çeltik çeşitlerine uygulanan çinkonun sap Ca içeriğine etkisi

Çeşit	Sap Ca içeriği, ppm		Ort.	Değişim, %
	Zn ₀	Zn ₅		
Ç1	2.05a	1.81bcd	1.93A	-11.71
Ç2	1.67cde	1.65de	1.66BC	-1.20
Ç3	1.86abc	1.44f	1.65C	-22.58
Ç4	1.55ef	1.97ab	1.76B	27.1
Ç5	2.06a	1.99ab	2.03A	-3.40
Ç6	1.14g	0.99g	1.07D	-13.16
Ortalama	1.72	1.64	-	-

Aynı harflerle gösterilen ortalamalar arasında %5 düzeyinde fark yoktur.

Ç**; Zn*; ÇxZn**

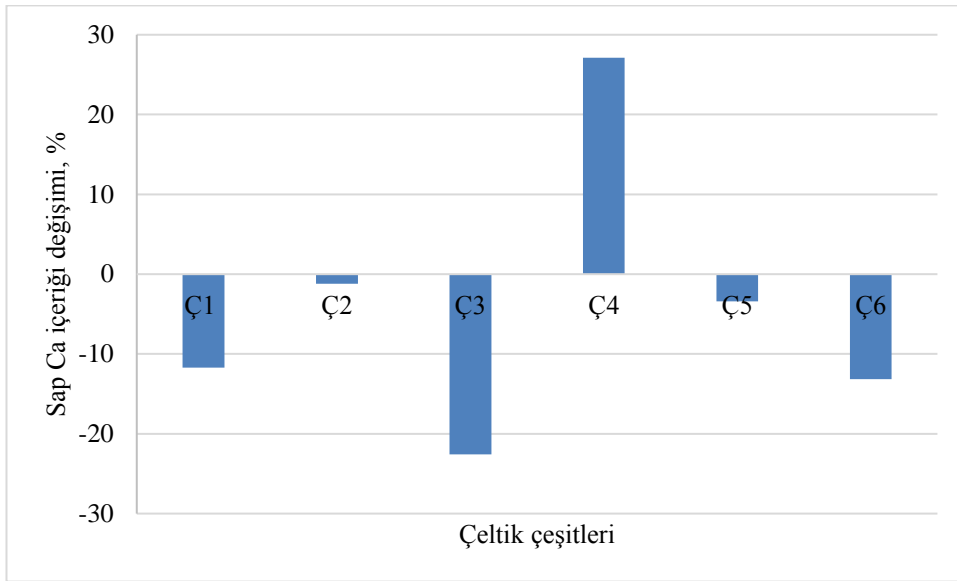
Çeşit × çinko interaksyonu bakımından çeşitlerinin Ca içeriği dikkate alındığında, çinkosuz ortamda çeşitler Ç5>Ç1>Ç3>Ç2>Ç4>Ç6 şeklinde değişirken, çinkolu ortamda Ç5>Ç4>Ç1>Ç2>Ç3>Ç6 şeklinde değişmiştir (Şekil 5.26). Yerel olarak yetiştirilen K-343 ve Bastami-564 çeltik çeşitlerine uygulanan Zn dozlarıyla besin elementi içeriklerinin karşılaştırıldığı bir çalışmada artan çinko düzeyi uygulamasıyla Ca alımı K-343 çeşidinde önemli ölçüde düşük bulunurken Basmati-564 çeşidinde önemli ölçüde yüksek bulunmuştur (Singh, 2016).



Şekil 5.20. Çeltik çeşitleri ile sap Ca içeriği arasındaki interaksyon ilişkisi

Çeltik çeşitlerinden Ç4'te Zn uygulamasına respons göstererek çinkonun sap Ca içeriği artış göstermiştir. Buna karşın Ç1, Ç2, Ç3, Ç5 ve Ç6 nolu çeşitler Zn

uygulanmasına respons göstermeyerek çinkonun sap Ca içeriği Zn noksanlık şartlarından etkilenmemiştir. Çinko uygulamasıyla noksanlık şartlarına göre sap Ca içeriğinde en fazla azalma Ç3'te en az azalma Ç2'de bulunmuştur. Çinko uygulamasıyla çinkonun sap Ca içeriğindeki azalma çeşitlere göre Ç3>Ç6>Ç1>Ç5>Ç2 şeklinde sıralanmıştır (Şekil 5.27).



Şekil 5.21 Çeltik çeşitlerine uygulanan çinkonun sap Ca içeriği değişimine etkisi

5.2.13. Çeltik çeşitlerine uygulanan çinkonun sap magnezyum içeriğine etkisi

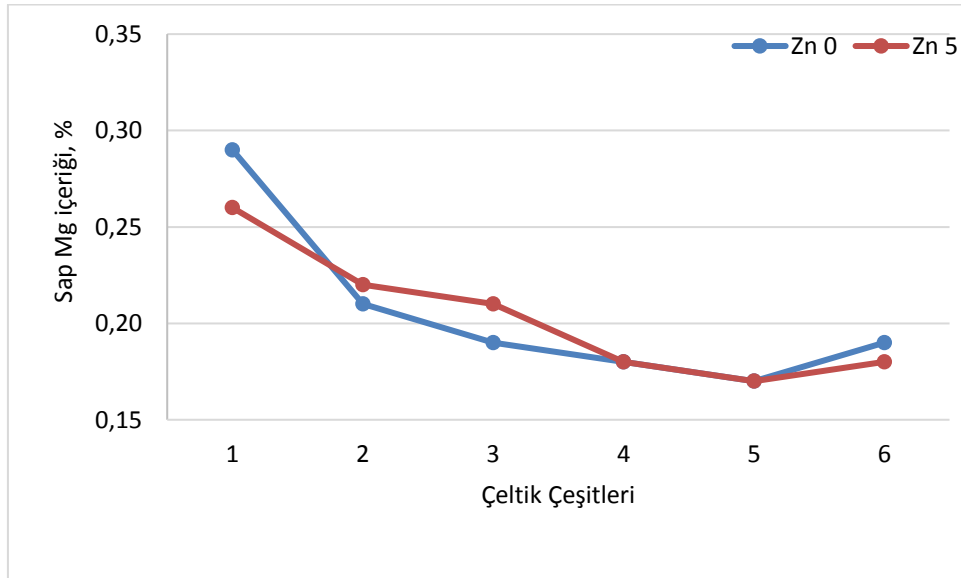
Çeltik çeşitlerine uygulanan çinkonun sap Mg içeriği üzerine Zn uygulaması önemli bulunmazken, çeşit ve çeşit × çinko interaksiyonu çok önemli ($p < 0.01$) bulunmuştur (Tablo 5.19). Çinkosuz ve çinkolu ortamda en yüksek sap Mg içeriği Ç1'de (sırasıyla, 0.29 ve 0.26 ppm) bulunmuştur. Çinkosuz ve çinkolu ortamda en düşük sap magnezyum içeriği Ç5'te (sırasıyla 0.17 ve 0.17 ppm) bulunmuştur.

Tablo 5.19 Kum kültüründe çeltik çeşitlerine uygulanan çinkonun sap Mg içeriğine etkisi

Çeşit	Sap Mg içeriği, ppm		Ort.	Değişim, %
	Zn ₀	Zn ₅		
Ç1	0.29a	0.26b	0.28A	-10.35
Ç2	0.21d	0.22c	0.22B	4.76
Ç3	0.19e	0.21cd	0.20C	10.53
Ç4	0.18ef	0.18ef	0.18D	0.00
Ç5	0.17gh	0.17gh	0.17E	0.00
Ç6	0.19f	0.18fg	0.19D	-5.26
Ortalama	0.21	0.20	-	-

Aynı harflerle gösterilen ortalamalar arasında %5 düzeyinde fark yoktur.
Ç^{**}; Zn^{öd.}; ÇxZn^{**}

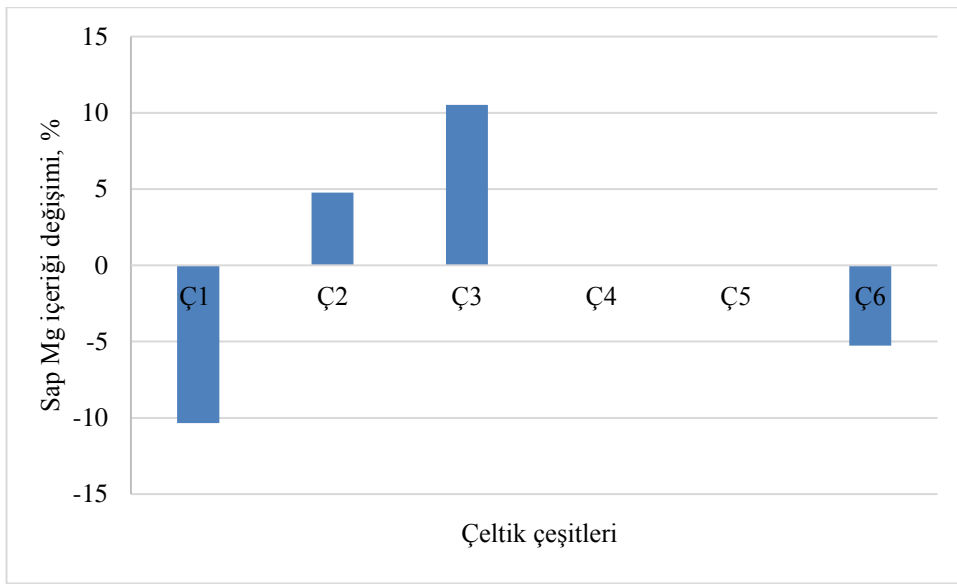
Çeşit × çinko interaksyonu bakımından çeşitlerinin Mg içeriği dikkate alındığında çinkosuz ortamda çeşitler Ç1>Ç2>Ç3=Ç6>Ç4>Ç5 şeklinde değişirken, çinkolu ortamda Ç1>Ç2>Ç3>Ç4=Ç6>Ç5 şeklinde değişmiştir (Şekil 5.28). Malezya'nın Penang bölgesindeki en popüler ve en çok pazarlanan ithal pirinç çeşitlerinden üç popüler (siyah, yapışkan ve basmati pirinci) pirinç çeşidi ile bölgesel olarak yetiştirilen pirinç çeşitleri (Bario, kahverengi ve beyaz) artan Zn dozları ile karşılaştırılmış ve çeltik Mg içeriğinin siyah pirinçte (107.21 mg/100g) daha yüksek olduğu bulunmuştur (Thomas vd, 2015).



Şekil 5.22. Çeltik çeşitleri ile sap Mg içeriği arasındaki interaksyon ilişkisi

Çeltik çeşitlerinden Ç2 ve Ç3 Zn uygulamasına respons göstererek çinkonun sap Mg içeriği üzerinde artış göstermiştir. Bu artış Ç3>Ç2 şeklinde bir sıra izlemiştir.

Çinkonun sap magnezyum değeri Zn noksanlık şartlarına göre en fazla artış Ç3 nolu çeşitte görülürken, en az artış ise 2 nolu çeşitte görülmüştür. Buna karşın Ç1 ve Ç6'da Zn uygulamasına respons göstermeyerek çinkonun sap magnezyum değeri Zn noksanlık şartlarından etkilenmemiştir. Çinko uygulamasıyla noksanlık şartlarına göre sap kuru ağırlığında en fazla azalma Ç1'de nolu çeşitte en az azalma Ç6'da nolu çeşitte bulunmuştur. Çinko uygulamasıyla çinkonun sap magnezyum değerindeki azalma çeşitlere göre Ç1>Ç6 şeklinde sıralanmıştır (Şekil 5.29).



Şekil 5.23. Çeltik çeşitlerine uygulanan çinkonun sap Mg içeriği değişimine etkisi

5.2.14. Çeltik çeşitlerine uygulanan çinkonun sap sodyum içeriğine etkisi

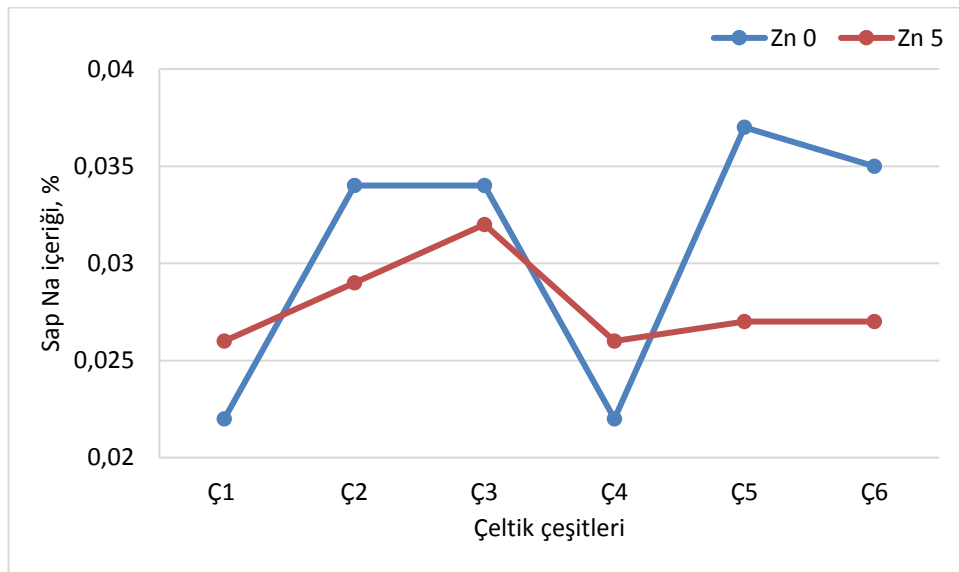
Çeltik çeşitlerinin sap Na içeriğinde çeşit, Zn uygulaması ve çeşit × çinko interaksyonu çok önemli ($p < 0.01$) bulunmuştur (Tablo 5.20). Çeltik bitkisinin Zn uygulamasına responsları çeşitlere göre farklı bulunmuştur. Çinkosuz ortamda en yüksek sap Na içeriği Ç5'de (0.037 ppm) ve çinkolu ortamda ise en yüksek sap sodyum içeriği Ç3'de (0.032 ppm) bulunmuştur. Çinkosuz ve çinkolu ortamda en düşük sap sodyum içeriği Ç1 ve Ç4'te (sırasıyla 0.022 ve 0.026 ppm) bulunmuştur.

Tablo 5.20 Kum kültüründe çeltik çeşitlerine uygulanan çinkonun sap Na içeriğine etkisi

Çeşit	Sap Na içeriği, ppm		Ort.	Değişim, %
	Zn ₀	Zn ₅		
Ç1	0.022f	0.026de	0.024C	18.18
Ç2	0.034ab	0.029cd	0.032AB	-14.71
Ç3	0.034ab	0.032bc	0.033A	-5.88
Ç4	0.022ef	0.026d	0.024C	18.18
Ç5	0.037a	0.027d	0.032AB	-27.03
Ç6	0.035ab	0.027d	0.031B	-22.86
Ortalama	0.031	0.028	-	-

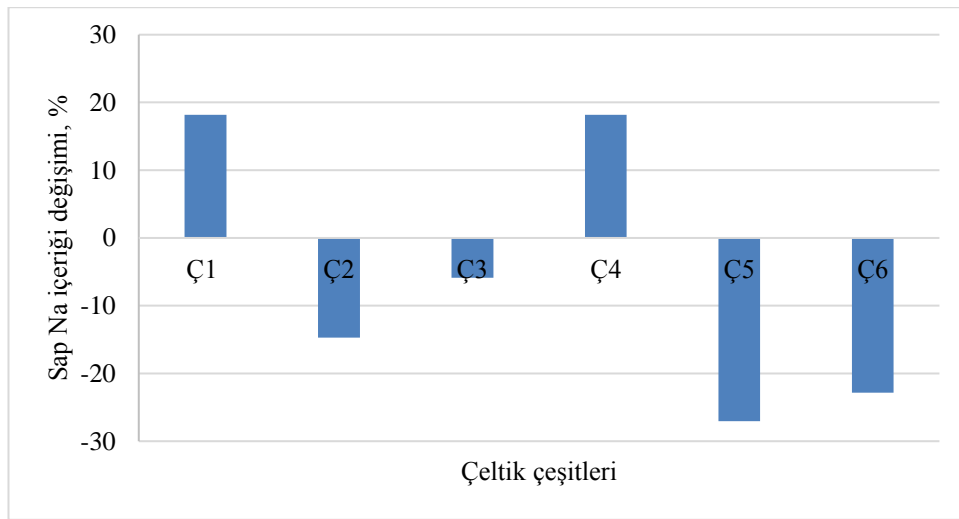
Aynı harflerle gösterilen ortalamalar arasında %5 düzeyinde fark yoktur.
Ç**; Zn**; ÇxZn**

Çeltik çeşit x çinko interaksyonunda sap Na içeriği dikkate alındığında çinkosuz ortamda çeşitler Ç5>Ç6>Ç2=Ç3>Ç1=Ç4 şeklinde sıralanırken, çinkolu ortamda Ç3>Ç2>Ç5=Ç6>Ç1=Ç4 şeklin sıralanmıştır (Şekil 5.30). Çeşitlerin ortalama Na içeriği dikkate alındığında Ç2, Ç3 ve Ç5 diğer çeşitlerden istatistiksel bakımdan önemli ($p<0.05$) derecede daha yüksek bulunmuştur. Chakrabarti vd, (2013) IR 36 ve Swarno çeltik çeşidi kullanılarak yaptıkları bir çalışmada, artan Zn dozları ile sodyum alımı arasındaki ilişki Swarno çeşidinde IR-36 çeşidinden daha belirgin olduğunu bildirmişlerdir.



Şekil 5.24. Çeltik çeşitleri ile sap Na içeriği arasındaki interaksyon ilişkisi

Çeltik çeşitlerinden Ç1 ve Ç4 nolu çeşitler 5 ppm Zn uygulamasına respons göstererek çinkonun sap sodyum değeri üzerinde artış göstermiştir. Buna karşın Ç2, Ç3, Ç5 ve Ç6 nolu çeşitler Zn uygulamasına respons göstermeyerek çinkonun sap sodyum değeri Zn noksanlık şartlarından etkilenmemiştir. Çinko uygulamasıyla noksanlık şartlarına göre sap kuru ağırlığında en fazla azalma Ç5'te en az azalma Ç3'te bulunmuştur. Çinko uygulamasıyla çinkonun sap sodyum değerindeki azalma çeşitlere göre Ç5>Ç6>Ç2>Ç3 şeklinde sıralanmıştır (Şekil 5.31).



Şekil 5.25. Çeltik çeşitlerine uygulanan çinkonun sap Na içeriği değişimi üzerine etkisi

5.2.15. Çeltik çeşitlerine uygulanan çinkonun sap demir içeriğine etkisi

Çeltik çeşitlerine uygulanan çinkonun sap Fe içeriği üzerine çeşit, Zn uygulaması ve çeşit × çinko interaksyonu çok önemli ($p < 0.01$) bulunmuştur (Tablo 5.21). Çinkosuz ortamda en yüksek sap demir içeriği Ç5'te (196 ppm) ve çinkolu ortamda ise en yüksek sap demir içeriği Ç1'de (231 ppm) bulunmuştur. Çinkosuz ortamda en düşük sap demir içeriği 3 nolu çeşitte (75.67 ppm) ve çinkolu ortamda en düşük sap Fe içeriği 6 nolu çeşitte (76.67 ppm) bulunmuştur. Çeşitlerin ortalama Fe içeriği dikkate alındığında Ç1 ve Ç5 diğer çeşitlerden istatistiksel bakımdan önemli ($p < 0.05$) derecede daha yüksek bulunmuştur.

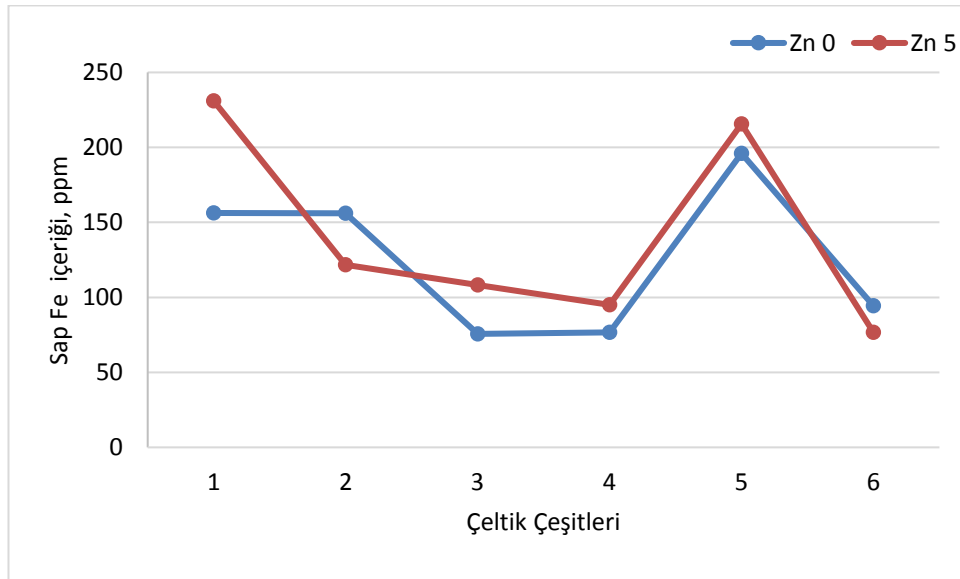
Tablo 5.21 Kum kültüründe çeltik çeşitlerine uygulanan çinkonun sap demir içeriğine etkisi

Çeşit	Sap Fe içeriği, ppm		Ort.	Değişim, %
	Zn ₀	Zn ₅		
Ç1	156.33b	231a	193.67A	47.76
Ç2	156b	121.67bc	138.84B	-22
Ç3	75.67d	108.33cd	92C	43.16
Ç4	76.67d	95cd	85.84C	23.91
Ç5	196a	215.67a	205.84A	10.04
Ç6	94.33cd	76.67d	85.5C	-18.72
Ortalama	125.83	141.39	-	-

Aynı harflerle gösterilen ortalamalar arasında %5 düzeyinde fark yoktur.

Ç**; Zn**; ÇxZn**

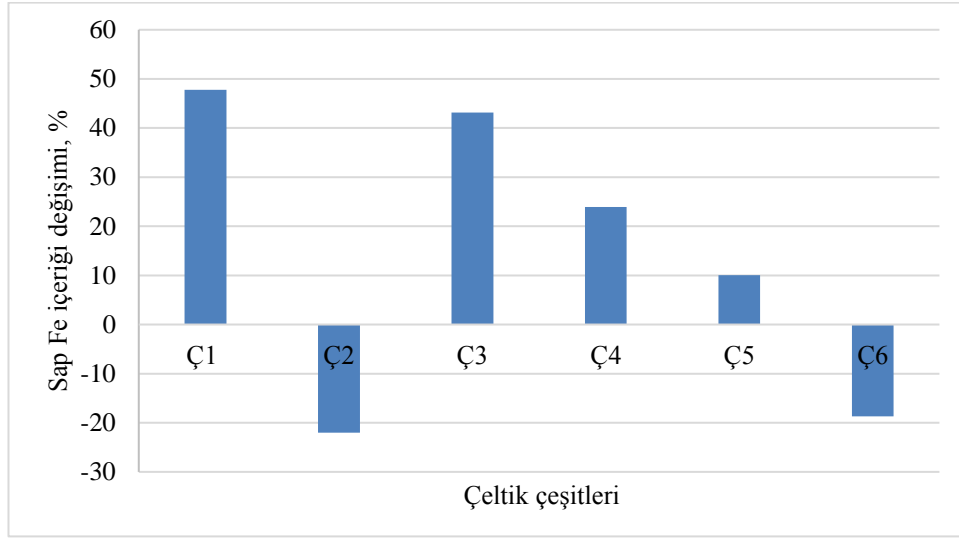
Çeşit × çinko interaksyonunda sap Fe içeriği dikkate alındığında çinkosuz ortamda çeşitler Ç5>Ç1>Ç2>Ç6>Ç4>Ç3 şeklinde değişirken, çnkolu ortamda Ç5>Ç1>Ç2>Ç2>Ç4>Ç6 şeklinde değişmiştir (Şekil 5.32). IDS3 pirinç çeşidi ile yapılan bir çalışmada, artan Zn dozu ile saptaki Fe oranının arttığı tespit edilmiştir (Masuda vd, 2008).



Şekil 5.26. Çeltik çeşitleri ile sap demir içeriği arasındaki interaksyon ilişkisi

Çeltik çeşitlerinden Ç1, Ç3, Ç4 ve Ç5 Zn uygulamasına respons göstererek çinkonun sap Fe içeriği üzerinde artış göstermiştir. Bu artış Ç1>Ç3>Ç4>Ç5 şeklinde bir sıra izlemiştir. Çinkonun sap demir değeri Zn noksanlık şartlarına göre en fazla artış Ç1’de görülürken, en az artış ise Ç5’de görülmüştür. Buna karşın Ç2 ve Ç6’da 5 ppm Zn uygulamasına respons göstermeyerek çinkonun sap magnezyum değeri Zn

noksanlık şartlarından etkilenmemiştir. Çinko uygulamasıyla noksanlık şartlarına göre sap kuru ağırlığında en fazla azalma Ç2’de en az azalma Ç6’da bulunmuştur. Çinko uygulamasıyla çinkonun sap Fe değerindeki azalma çeşitlere göre Ç2>Ç6 şeklinde sıralanmıştır (Şekil 5.33).



Şekil 5.27. Çeltik çeşitlerine uygulanan çinkonun sap Fe içeriği değişimine etkisi

5.2.16. Çeltik çeşitlerine uygulanan çinkonun sap mangan içeriğine etkisi

Çeltik çeşitlerine uygulanan çinkonun sap Mn içeriği üzerine çeşit, Zn uygulaması ve çeşit × çinko interaksyonu çok önemli ($p < 0.01$) bulunmuştur (Tablo 5.22). Çeltik bitkisinin çinko uygulamasına yanı sıra çeşitlere göre farklı bulunmuştur. Çinkosuz ve çinkolu ortamda en yüksek sap Mn içeriği Ç5’te (sırasıyla, 284 ve 239.67 ppm) bulunmuştur. Çinkosuz ve çinkolu ortamda en düşük sap Mn içeriği Ç4’te (sırasıyla 80.67 ve 115.67 ppm) bulunmuştur. Çeşitlerin ortalama Mn içeriği dikkate alındığında Ç1, Ç2 ve Ç5 diğer çeşitlerden istatistiksel bakımdan önemli ($p < 0.05$) derecede daha yüksek bulunmuştur.

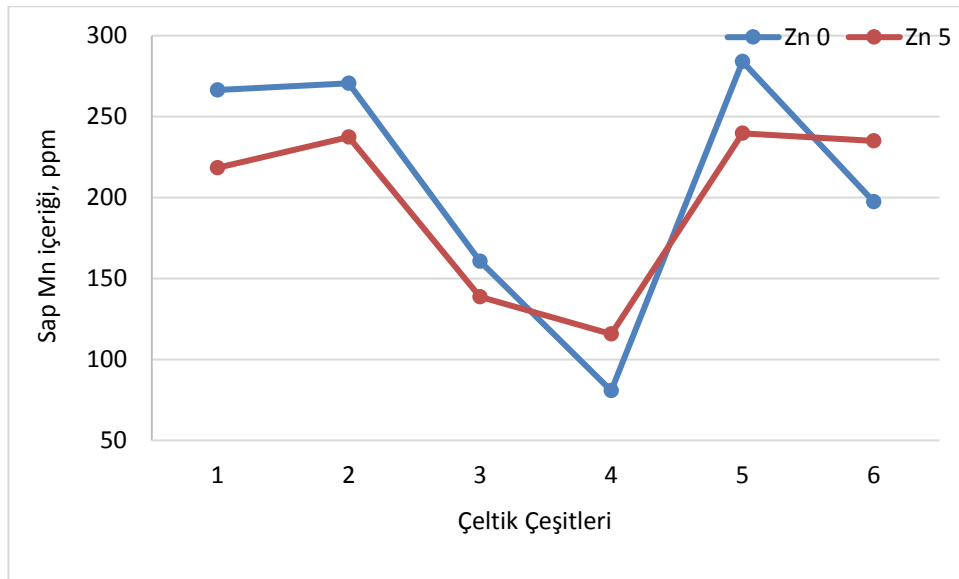
Tablo 5.22 Kum kültüründe çeltik çeşitlerine uygulanan çinkonun sap Mn içeriğine etkisi

Çeşit	Sap Mn içeriği, ppm		Ort.	Değişim, %
	Zn ₀	Zn ₅		
Ç1	266.33ab	218.33cd	242.33A	-18.02
Ç2	270.67ab	237.33bc	254A	-12.32
Ç3	160.67e	138.67ef	149.67C	-13.69
Ç4	80.67g	115.67f	98.17D	43.39
Ç5	284a	239.67bc	261.84A	-15.61
Ç6	197.33d	235bc	216.17B	19.09
Ortalama	209.94	197.44	-	-

Aynı harflerle gösterilen ortalamalar arasında %5 düzeyinde fark yoktur.

Ç^{**}; Zn^{öd}; ÇxZn^{öd}

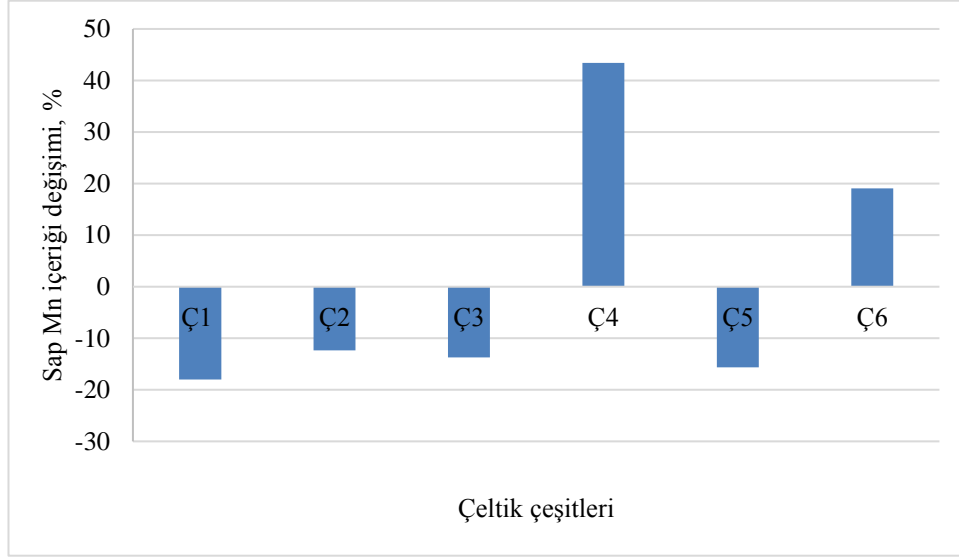
Çeşit × çinko interaksyonunda sap Mn içeriği dikkate alındığında, çinkosuz ortamda çeşitler Ç5>Ç2>Ç1>Ç6>Ç3>Ç4 şeklinde değişirken, çinkolu ortamda Ç5>Ç1>Ç2>Ç2>Ç4>Ç6 şeklinde değişmiştir (Şekil 5.34). TI-T4, T6 VE T8 çeltik çeşitleri ile yapılan bir çalışmada, artan Zn dozları ile saplardaki Mn içeriğinde en büyük artış T8 çeltik çeşidinde olmuştur (Abid vd., 2002).



Şekil 5.28. Çeltik çeşitleri ile sap Mn içeriği arasındaki interaksiyon ilişkisi

Çeltik çeşitlerinden Ç4 ve Ç6 nolu çeşitler Zn uygulamasına respons göstererek çinkonun sap mangan değeri üzerinde artış göstermiştir. Bu artış Ç4>Ç6 şeklinde bir sıra izlemiştir. Çinkonun sap Mn değeri Zn noksanlık şartlarına göre en fazla artış Ç4'te bulunurken, en düşük artış ise Ç6'da bulunmuştur. Buna karşın Ç1, Ç2, Ç3 ve Ç5 nolu çeşitler 5 ppm Zn uygulamasına respons göstermeyerek çinkonun sap Mn

içeriği Zn noksanlık şartlarından etkilenmemiştir. Çinko uygulamasıyla noksanlık şartlarına göre sap kuru ağırlığında en fazla azalma Ç1’de en az azalma Ç2’de bulunmuştur. Çinko uygulamasıyla çinkonun sap Mn değerindeki azalma çeşitlere göre Ç1>Ç5>Ç3>Ç2 şeklinde sıralanmıştır (Şekil 5.35).



Şekil 5.29. Çeltik çeşitlerine uygulanan çinkonun sap Mn içeriği değişimine etkisi

5.2.17. Çeltik çeşitlerine uygulanan çinkonun sap bakır içeriğine etkisi

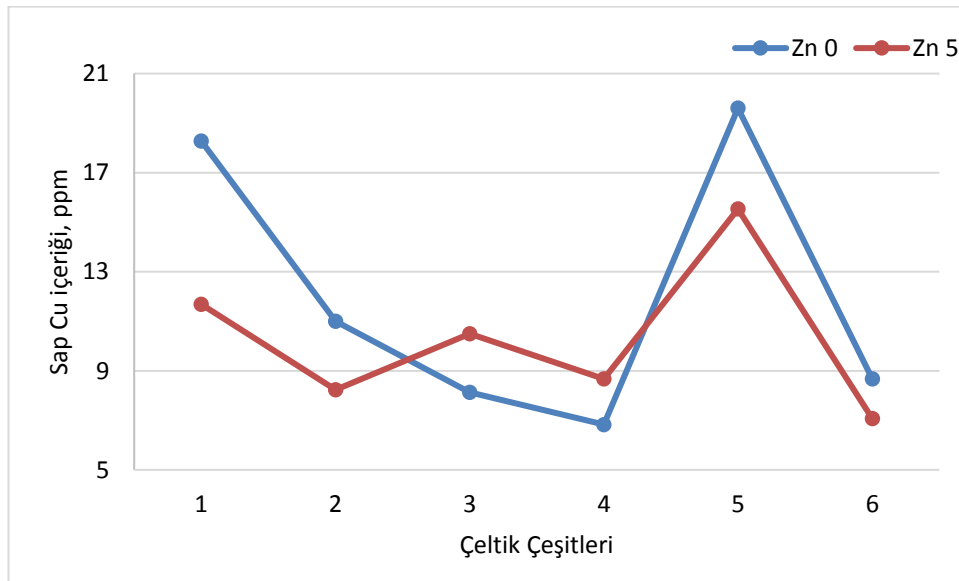
Çeltik çeşitlerine uygulanan çinkonun sap Cu içeriği üzerine çeşit, Zn uygulaması ve çeşit × çinko interaksyonu çok önemli ($p < 0.01$) bulunmuştur (Tablo 5.23). Çeltik bitkisinin çinko uygulamasına yanıtları çeşitlere göre farklı bulunmuştur. Çinkosuz ve çinkolu ortamda en yüksek sap Cu içeriği Ç5’te (sırasıyla, 19.6 ve 15.53 ppm) bulunmuştur. Çinkosuz ortamda en düşük sap bakır içeriği Ç4’te (6.83 ppm) ve çinkolu ortamda en düşük sap Cu içeriği 6 nolu çeşitte (7.07 ppm) bulunmuştur. Çeşitlerin ortalama Cu içeriği dikkate alındığında Ç5 diğer çeşitlerden istatistiksel bakımdan önemli ($p < 0.05$) derecede daha yüksek bulunmuştur.

Tablo 5.23 Kum kültüründe çeltik çeşitlerine uygulanan çinkonun sap Cu içeriğine etkisi

Çeşit	Sap Cu içeriği, ppm		Ort.	Değişim, %
	Zn ₀	Zn ₅		
Ç1	18.27a	11.68c	14.98B	-36.07
Ç2	11cd	8.23de	9.62C	-25.18
Ç3	8.13de	10.5cd	9.32C	29.15
Ç4	6.83e	8.67de	7.75D	26.94
Ç5	19.6a	15.53b	17.57A	-20.77
Ç6	8.67de	7.07e	7.87D	-18.46
Ortalama	12.08	10.28	-	-

Aynı harflerle gösterilen ortalamalar arasında %5 düzeyinde fark yoktur.

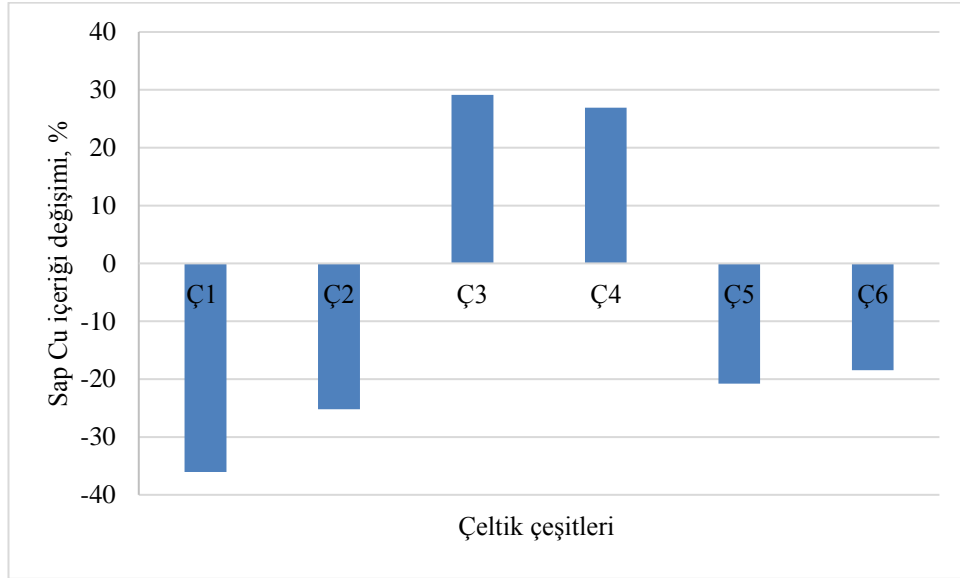
Çeşit × çinko interaksiyonunda sap Cu içeriği dikkate alındığında, çinkosuz ortamda çeşitler Ç5>Ç1>Ç2>Ç6>Ç3>Ç4 şeklinde değişirken, çinkolu ortamda ise Ç5>Ç1>Ç3>Ç4>Ç2>Ç6 şeklinde değişmiştir (Şekil 5.36). Güney Etiyopya'nın Sidama bölgesinde 10 çeltik çeşidi üzerinde yapılan bir çalışmada; artan Zn dozu ile *Corm* adlı çeltik çeşidinde saptaki Cu miktarında azalmaya neden olmuştur (Nurfeta vd, 2008).



Şekil 5.30. Çeltik çeşitleri ile sap bakır içeriği arasındaki interaksiyon ilişkisi

Çeltik çeşitlerinden Ç3 ve Ç4'te Zn uygulamasına respons göstererek çinkonun sap bakır değeri üzerinde artış göstermiştir. Bu artış Ç3>Ç4 şeklinde bir sıra izlemiştir. Çinkonun sap bakır değeri Zn noksanlık şartlarına göre en fazla artış Ç3'te görülürken, en az artış ise Ç4'te görülmüştür. Buna karşın Ç1, Ç2, Ç5 ve Ç6 nolu çeşitler 5 ppm Zn uygulamasına respons göstermeyerek çinkonun sap Cu içeriği Zn noksanlık şartlarından etkilenmemiştir. Çinko uygulamasıyla noksanlık şartlarına göre sap Cu içeriğinde en fazla azalma Ç1'de bulunurken, en az azalma Ç6'da bulunmuştur. Çinko

uygulanmasıyla çinkonun sap demir değerindeki azalma çeşitlere göre Ç1>Ç2>Ç5>Ç6 şeklinde sıralanmıştır (Şekil 5.37).



Şekil 5.31. Çeltik çeşitlerine uygulanan çinkonun sap Cu içeriği değişimine etkisi

5.2.18. Çeltik çeşitlerine uygulanan çinkonun sap bor içeriğine etkisi

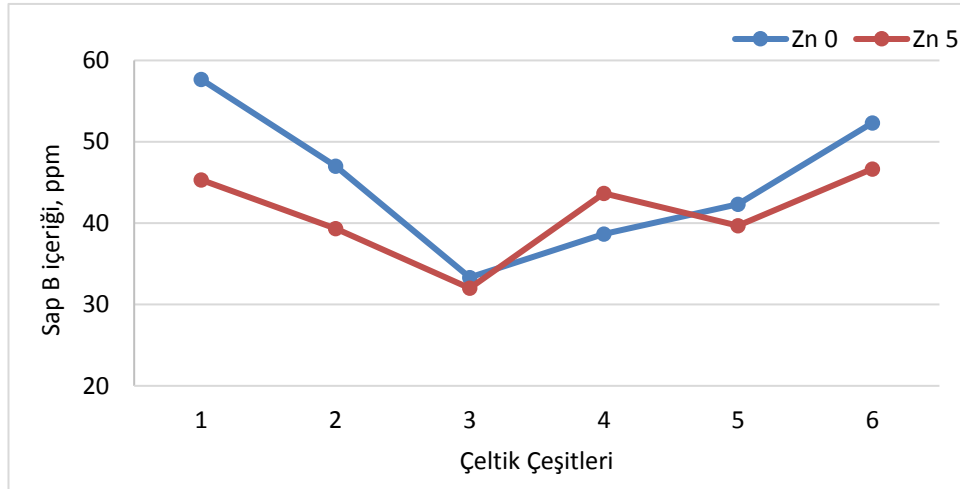
Çeltik çeşitlerine uygulanan çinkonun sap B içeriği üzerine çeşit, Zn uygulaması ve çeşit × çinko interaksyonu çok önemli ($p<0.01$) bulunmuştur (Tablo 5.24). Çeltik bitkisinin çinko uygulamasına responsları çeşitlere göre farklı bulunmuştur. Çinkosuz ortamda en yüksek sap B içeriği Ç1’de (57.67 ppm) ve çinkolu ortamda ise en yüksek sap B içeriği Ç6’da (46.67 ppm) bulunmuştur. Çinkosuz ve çinkolu ortamda en düşük sap B içeriği Ç3’de (sırasıyla 33.33 ve 32.00 ppm) bulunmuştur. Çeşitlerin ortalama B içeriği dikkate alındığında Ç1 ve Ç6 diğer çeşitlerden istatistikî bakımdan önemli ($p<0.05$) derecede daha yüksek bulunmuştur.

Tablo 5.24 Kum kültüründe çeltik çeşitlerine uygulanan çinkonun sap B içeriğine etkisi

Çeşit	Sap B içeriği, ppm		Ort.	Değişim, %
	Zn ₀	Zn ₅		
Ç1	57.67a	45.33c	51.5A	-21.4
Ç2	47c	39.33d	43.17B	-16.32
Ç3	33.33e	32e	32.67C	-3.99
Ç4	38.67d	43.67cd	41.17B	12.93
Ç5	42.33cd	39.67d	41B	-6.28
Ç6	52.33b	46.67c	49.5A	-10.82
Ortalama	45.22A	41.11B	-	-

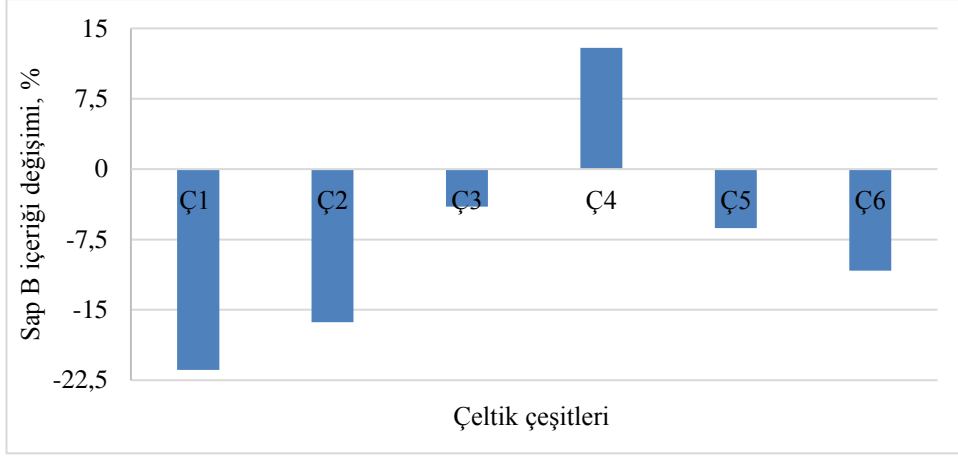
Aynı harflerle gösterilen ortalamalar arasında %5 düzeyinde fark yoktur.
Ç**; Zn**; ÇxZn**

Çeşit × çinko interaksyonunda sap B içeriği dikkate alındığında, çinkosuz ortamda çeşitler Ç1 > Ç6 > Ç2 > Ç5 > Ç4 > Ç3 şeklinde değişirken, çinkolu ortamda Ç6 > Ç1 > Ç4 > Ç5 > Ç2 > Ç3 şeklinde değişmiştir (Şekil 5.38). Buğdayda Pakistan'ın Kuzey Batı Sınır Eyaleti Peşaver'de yapılan bir çalışmada, artan çinko dozları ile buğday sapındaki bor seviyesinde bir artış tespit edilmemiştir (Tarım Bilimleri Dergisi, 1984).



Şekil 5.32. Çeltik çeşitleri ile sap B içeriği arasındaki interaksyon ilişkisi

Çeltik çeşitlerinden Ç4 Zn uygulamasına respons göstererek çinkonun sap B içeriği üzerinde artış göstermiştir. Buna karşın Ç1, Ç2, Ç3, Ç5 ve Ç6 nolu çeşitler 5 ppm Zn uygulamasına respons göstermeyerek çinkonun sap B içeriği Zn noksanlık şartlarından etkilenmemiştir. Çinko uygulamasıyla noksanlık şartlarına göre sap B içeriğinde en fazla azalma Ç1'de en az azalma Ç3'te bulunmuştur. Çinko uygulamasıyla çinkonun sap B içeriğindeki azalma çeşitlere göre Ç1>Ç2>Ç6>Ç5>Ç3 şeklinde sıralanmıştır (Şekil 5.39).



Şekil 5.33. Çeltik çeşitlerine uygulanan çinkonun sap B içeriği değişimine etkisi

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Çalışmanın sonunda kum kültürü çinkolu ve çinkosuz besin solüsyonu ortamında yetiştirilen 6 çeltik çeşidinin (Ç1. Terme incisi, Ç2. Rekor, Ç3. Efe, Ç4. Kızılırmak, Ç5. Romeo ve Ç6. Karadeniz) biyolojik indeks değerleri ve besin element içeriği varyans ve PCA analizi ile değerlendirilerek Zn noksanlığına toleranslı en iyi performansı gösteren çeltik çeşidi belirlenmiştir.

Elde edilen verilere göre çinko uygulamasına bağlı, tüm çeşitlerde Zn alım hızı kuru ağırlık birikim hızından daha fazla olması nedeni ile Zn akümüasyonu görülmüş ve buna bağlı olarak Zn içerikleri çinkosuz ortama göre daha yüksek bulunmuştur.

Çinko noksan ve yeter şartlarda bitki SKA, KKA, S+KKA, SZn ve KZn içeriği, sap kaldırılan ve kök kaldırılan Zn miktarı bakımından en iyi performansı Ç5'in gösterdiği bulunmuştur. Yaprak SPAD klorofil değeri bakımından en iyi performansı Ç3 göstermiştir.

Çinko noksanlığı şartlarında 5 nolu çeşidin SKA, SNKZn, SZn, SNZn yönünden iyi çeşitler oldukları belirlenirken 3 nolu çeşidin S+KKA, KKA, SNKA, KNKA, SNKZn, KNKZn ve S+KNKA özellikleri yönünden iyi çeşitler oldukları belirlenmiştir. Benzer şekilde 1 nolu çeşidin KZn, KKZn ve yaprak klorofil NSPAD değeri bakımından iyi olduğu belirlenirken; 2, 4 ve 6 nolu çeşitlerin KNZn ve yaprak klorofil SPAD değeri bakımından iyi çeşitler oldukları belirlenmiştir. Buna göre incelenen özellikler bakımından Zn noksanlığı şartlarında 5 nolu çeşidin en uygun çeşit olduğu bunu 1 ve 3 nolu çeşitlerin takip ettiği belirlenmiştir. Çinko noksan

şartlarda en hassas çeşitlerin ise 2, 4 ve 6 nolu çeşitler olduğu tespit edilmiştir. Çeşitler ortalama özelliklerin gruplandırılmasında göre Ç5>Ç3>Ç2>Ç1>Ç4>Ç6 şeklinde bir sıra izlemiştir.

Zn noksanlığı şartlarında besin element içeriği bakımından 5, 2 ve 1 nolu çeşitlerin 3, 4 ve 6 nolu çeşitlerden farklı grupta yer aldıkları ve daha iyi performansa sahip oldukları tespit edilmiştir. Besin elementi bazında 1 Nolu çeşidin Ca ve Mg bakımından, 5 ve 2 nolu çeşitlerin P, K, Fe, Mn, B ve Cu bakımından, 6 nolu çeşidin N ve Na bakımından daha iyi çeşitler oldukları belirlenmiştir. Diğer taraftan 6 Nolu çeşit Ca ve Mg noksanlığına 3 ve 4 nolu çeşitlerin B, Fe, Mn, K noksanlığına daha hassas oldukları tespit edilmiştir.

Çinko yeter ortam şartlarında Ç5 SZn, SKZn, KZn, KKZn, SKA, S+KKA, KKA yaprak klorofil SPAD değeri, sap Ca, Fe Mn ve Cu içeriği bakımından en iyi çeşit olduğu belirlenmiştir. Sap P, Mn, Mg ve B bakımından Ç1 ve Ç2'nin, sap N içeriği bakımından Ç4'ün iyi çeşitler olduğu belirlenmiştir. İncelenen özellikler bakımından Zn yeter ortam şartlarında Ç5'in en uygun çeşit olduğu bunu Ç1 ve Ç2 çeşitlerinin takip ettiği belirlenmiştir. Çinko noksanlığı şartlarda en hassas çeşitlerin ise Ç2, Ç4 ve Ç6 olduğu tespit edilmiştir.

Çinko yeter ortamda Ç5 SKA, KKA, S+KKA, SZn, KZn, SKZn, KKZn, yaprak SPAD klorofil değeri yönünden en iyi performans gösteren çeşit olduğu belirlenmiştir. Çinko yeter şartlarda çeşitler sapKA bakımından Ç5>Ç2>Ç4>Ç6>Ç1>Ç3 şeklinde bir sıra izlemiştir. KKA bakımından Ç5>Ç1>Ç4>Ç3>Ç2>Ç6 ve sap+kök KA bakımından Ç5>Ç1>Ç4>Ç2>Ç3>Ç6 şeklinde bir sıra izlemiştir. Tüm biyolojik indekslerde Ç5 en yüksek bulunmuştur. Bu yüzden Zn yeter şartlarda en iyi çeşit Ç5 olarak belirlenmiştir. Bunu sap ve KZn içeriğinde Ç3 ve Ç4, SKZn'da Ç3 ve Ç2, KKZn'da Ç4 ve Ç1, yaprak klorofil SPAD değerinde Ç3 takip etmiştir.

Çinko yeter ortam şartlarında çeltik çeşitleri besin element içeriği bakımından en iyi performansı sap N içeriğinde Ç6, sap P içeriğinde Ç2, sap K içeriğinde Ç2, sap Ca içeriğinde Ç5, sap Mg içeriğinde Ç1, sap Na içeriğinde Ç3, sap Fe içeriğinde Ç1, sap Mn içeriğinde Ç5, sap Cu içeriğinde Ç5 ve sap B içeriğinde Ç1 tespit edilmiştir.

Bitkide Zn eksikliği, toprağa veya bitkiye Zn bileşikleri ilave edilerek düzeltilebilir, ancak çinko eksikliğinin üstesinden gelebilmek için çinko içeren gübrelerin toprağa ya da bitkiye yeterli miktarda uygulanması ile ilgili yüksek maliyet,

Çiftçiler için büyük bir yük oluşturmaktadır. Bu nedenle eltik eşitlerinde Zn eksikliğine toleranslı çeşitlerin geliştirilmesine yönelik çalışmalara ağırlık verilmesi gerekmektedir.

KAYNAKLAR

- Abid M., Ahmad N., Jahangir M., Ahmad İ., (2002) Effect Of Zinc, Iron And Manganese On Growth And Yield Of Rice (*Oryza Sativa L.*) University of College of Agriculture, B.Z. University, Multan Soil and Water Testing Laboratory.
- Aktaş, M., (1994). Bitki Besleme ve Toprak Verimliliği. A.Ü. Zir. Fak. Yayınları No: 1361, Ders Kitabı: 395.
- Akther M.S., Das U., Tahura S., Prity S.A., İslam M., Kabir A.H., (2020), Regulation of Zn uptake and redox status confers Zn deficiency tolerance in tomato. *Societia Horticulturae*, Volume:273, Article:109624.
- Alloway, B.J., (2008), Zinc in Soils and Crop Nutrition, International Zinc Association, Box 4, B-1150, Brüksel, Belçika.
- Aydeniz, A., Danişman, 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, Sept. s. 11-15, Indenosia.
- Bağcı S.A., Ekiz H., Yılmaz A., Çakmak İ., (2007), *Journal of Agronomy and Crop Science*, 193 (3), 198-206.
- Baysal, A., (1998). Gıdaların çinko içerikleri ve diyet çinkosunun biyoyararışlılığı. 1 Ulusal Çinko Kongresi (Tarım, Gıda ve Sağlık), 19-24, Eskişehir.
- Bergmann W (1988). Ernährungstorungen bei Kulturpflanzen. Gustav Fischer Verlag-Stuttgart-New York.
- Blair M.W., Astudillo C., Grusak M.A., Graham R., Beebe S.E., (2009), Inheritance of seed iron and zinc concentrations in common bean (*Phaseolus vulgaris L.*), *Molecular Reproduction*, 23, 197-207.
- Bowen, J. E. (1986). Kinetics of zinc uptake by two rice cultivars. *Plant and Soil*, 94, 99-107.
- Cayton, M. T. C., Reyes E. D. and Neue, (1985). Effect of zinc fertilization on the mineral nutrition of rices differing in tolerance to zinc deficiency. *Plant Soil*, 87, 319-327.
- Chakrabarti, S., Patra, P. K. and Mondal, B. (2013). Uptake of fluoride by two paddy (*Oryza sativa L.*) varieties treated with fluoride-contaminated water. *Paddy and Water Environment*, 11(1), 619-623.
- Çakmak, İ., Sarı, N., Marschner, H., Kalaycı, M., Yılmaz, A., Eker, S. and Gülüt, 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, I. (2000). Possible roles of zinc in protecting plant cells from damage by reactive oxygen species. *New Phytologist*, 146, 185-205.
- Çıkılı, Y. (1999). Kireçli - Alkalın Topraklarda Çinkonun Yararışlılığı. A.Ü. Fen Bil. Ens. Toprak Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, Ankara.
- Copeland, P. J., and Crookston, R.K. (1992). Crop sequence affects nutrient composition of corn and soybean grown under high fertility. *Agronomy Journal*, 84(3), 503-509.
- Das DK, (1986). A study on zinc application to rice. *Journal of Meharashtra Agricultural Universities*, 1(1): 120-121
- Dirasamy, P., Kothandaraman, G. V. and Chellamathu, S. (1988). Effect of amendments and zinc on the availability, content and uptake of zinc by rice bhavani. *Madras Agricultural Journal*, 75(3-4), 119-124, India.

- Dobermann A., Fairhurst T.H., (2000), Pirinçte Azotu Yönetmek, *Tarımsal Bilim Dergisi*, 68, 1-6.
- Dong B., Rengel Z., Graham R.D., (2008), Micronutrient Deficiencies in Australian Field Crops, *Journal of Plant Nutrition*, 18(12), 2761-2773.
- Eyüpoğlu, F., Kurucu, N. ve Talaz, S. (1995). Türkiye topraklarının yarayışlı bazı mikro elementler bakımından genel durumu. Toprak Gübre Araştırma Enstitüsü 620/A-200 Projesi Toplu Sonuç Raporu, Ankara.
- Fageria N.K., (2001), Screening method of lowland rice genotypes for zinc uptake efficiency. *Scientia Agricola*, 58, 3
- Forno, D. A., Yoshida, S. and Asher, C. J. (1975). Zinc deficiency in rice I. Soil factors associated with the deficiency. *Plant Soil*, 42, 537-550.
- Frei M., Broadley M.R., Tanaka J.P., Yoshihashi T., Thomson M., Hammond J.P., Aprile A., Kapat T.J., İsmail A.M., Wissuwa M., (2010), *New Phytologist*, 186(2), 400-414.
- Gao X., Zou C., Hoffland E., (2005), Tolerance to Zinc Deficiency in Rice Correlates with Zinc Uptake and Translocation, *Plant and Soil*, 253-261.
- Graham R.D., Rengel Z., (1993), Genotypic Variation in Zinc Uptake and Utilization by Plants, *Zinc in Soils and Plant*, 107-118.
- Graham R.D, Welch R.M., (1996) Agricultural Strategies for Micronutrients, Working paper 3, Breeding for Staple Food Crops with High Micronutrient Density, 3, 38-45.
- Graham R.D, Welch R.M. (1999). Field Crops Research, A New Paradigm for World Agriculture: Meeting Human Needs: Productive, Sustainable, Nutritious, 1(2), 1-10.
- Guerta C.Q., Kirk G.J.D., Portekiz A.M., Bartolome V.I., McLaren G.C., (2002), Tolerance of rice germplasm to zinc deficiency, *Field Crops Research*, 2(3), 123-130.
- Gurmani, A.H., Bhatti, A. ve Rehman, H. (1984). Responses of rice to same trace elements. *International Rice Research Newsletter*, 9 (5): 28.
- Hacısalıhoğlu G., Öztürk L., Çakmak İ., Welch R.M., Koçyan L., (2004), *Bitki ve Toprak*, 259, 71-83.
- Horuz, A., Akınoğlu, G. ve Korkmaz A. (2017). Abiyotik ve biyotik stres şartlarında silisyumun rolü. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 27(4):657-664.
- Höller S., Meyer A., Frei M., (2014), Zinc deficiency differentially affects redox homeostasis of rice genotypes contrasting in ascorbate level, *Journal of Plant Physiology*, 171(18), 1748-1756.
- Humaria., Samreen, T., Javid, M., Amin, M., Shah, H.U., Ullah, S. and Alam, S. (2015). Effect of Zinc on Physico-chemical Parameters of Hydroponically grown Rice Varieties. *Middle East Journal of Agriculture Research*, 4(3), 395-403.
- Islam, MR, Sultana, A., Jahiruddin, M., & Islam, S. (2021). Pirinç Çeşitlerinde Toprakta Çinko Uygulamasının Büyüme, Verim ve Çinko Konsantrasyonu Üzerine Etkisi. *Avrupa Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 3(6), 117-122.
- İsmail A.M., Impa S.M., Morete M.J., Schulin R., (2013) Zn uptake, translocation and grain Zn loading in rice (*Oryza sativa* L.) genotypes selected for Zn deficiency tolerance and high grain Zn *Journal of Experimental Botany*, 64(10), 2739-2751.
- Jaggard, K. W., Qi, A. and Ober, E.S. (2010). Possible changes to arable crop yields by 2050. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 365, 2835-2851.

- Jarrell, W.M., and Beverly, R.B. (1981). The dilution effect in plant nutrition studies. In *Advances in Agronomy*, 34, 197-224.
- Jiang W., Struik P.C., Keulen H.V., Zhao M., Jin L.N., Stomph T.J., (2008), *Annals of Applied Biology*. Does increased zinc uptake enhance grain zinc mass concentration in rice? ,153(1), 135-147.
- Jones, Jr. J.B., Wolf, B. and Mills, H.A. (1991). *Plant Analysis Handbook*. Micro-Macro Publishing, p. 1-213, Inc.U.S.A.
- Kacar, B., Katkat, A.V., (2009). *Bitki Besleme*. Nobel Yayınları, No:849, 659, Ankara.
- Kara, T. ve Gürel, C. (2013). Farklı su Derinliklerinin Çeltik Verimine etkisi. *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*, 28(2), 82-86.
- Khan H.R., McDonald G.K., Rengel Z., (1998), *Bitki ve Toprak*, Springer, 198, 11-18.
- Kıran, A. (1992). Çeltik ekim zamanları tespit denemesi sonuç raporu. Güneydoğu Anadolu Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yayınları. 1(992/6):23-34. Diyarbakır.
- Kizilgoz, I. ve Sakin, E. (2010). The effects of increased phosphorus application on shoot dry matter, shoot P and Zn concentrations in wheat (*Triticum durum L.*) and maize (*Zea mays L.*) wheat (*Triticum durum L.*) and maize (*Zea mays L.*) grown in a calcareous soil. *African journal of biotechnology*, 9(36), 5893-5896.
- Kirk GJD, Bajita J.B., (1995), *New Phytologist*, Ova Pirincinin rizosferinde Kök Kaynaklı Demir Oksidasyonu, pH Değişiklikleri ve Çinko Çözünürlüğü, 131(1), 129-137.
- Kutman Ü.B., Yıldız B., Çakmak İ., (2011). *Plant and Soil*, 149-164.
- Lee J. S., Wissuwa M., Zamora O.B., İsmail A.M. (2017), Biochemical indicators of root damage in rice (*Oryza sativa*) genotypes under zinc deficiency stress, *Journal of Plant Research*, 130, 1071-1077.
- Lombn P., Singh B.R., (2003), *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*, 166(1): 76-83.
- Lu X., Liu S., Zhi S., Chen J., Ye G., (2021), *Plant Biology*, 23(2), 375-390.
- Mahender, A., Swamy, B. P. M., Anandan, A. and Jahuar, A. (2019). Tolerance of zinc deficient in rice. *Plants*, 8, 31; doi:10.3390/plants8020031.
- Masuda, H., Suzuki M., Morikowa K.C., Kobayashi T., Nakanishi H., Takahashi M., Saigusa M., Mori S., Nishizawa N.K., (2008), *thericejournal.springeropen.com*.
- Mohammed MMA., Pekşen E., 2020, Influence of Zn seed priming and coating on germination and seedling growth in wheat, *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*, 35(2), 259-267.
- Moraghan J.T., Grafton K., (1999), Seed-Zinc Concentration and the Zinc-Efficiency Trait in Navy Bean, *Soil Science Society of America Journal*, 63(4), 918-922.
- Moran K., (2007) Teknik Servisler Müdürü, Yara Phosyn Ltd..
- Mori, A., Kirk, G. J., Lee, J. S., Morete, M. J., Nanda, A. K., Johnson-Beebout, S. E., & Wissuwa, M. (2016). Rice genotype differences in tolerance of zinc-deficient soils: evidence for the importance of root-induced changes in the rhizosphere. *Frontiers in Plant Science*, 6, 1160.
- Nand DR, Ram N, (1996). Amelioration of zinc stress by farmyard manure in arice-wheat-cowpea system. *Actaagronomica-hungarica* 44 (1): 35-39.
- Neue, H. U. and Lantin, R. S. (1994). Micronutrient toxicities and deficiencies in rice. In AR Yeo, TJ Flowers, eds, *Soil Mineral Stresses: Approaches to Crop Improvement*, 175-200, Springer-Verlag, Berlin.

- Neue, H.U., Quijano C., Senadhira D., Setter T., (1998), Strategies for dealing with micronutrient disorders and salinity in lowland rice systems, *Field Crops Research*, 56(1-2), 139-155.
- Nurfeta A., Tolera A., Eik L.O., Sundstol F., (2008), Tropical Animal Health and Production, Yield and mineral content of ten enset (*Ensete ventricosum*) varieties, 299-309.
- Oikeh S.O., Menkir A., Maziya-Dixon B., Glahn R.P., (2003), Assessment of Concentrations of Iron and Zinc and Bioavailable Iron in Grains of Early-Maturing Tropical Maize Varieties *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 51, 3688-3694.
- Özcan, H. ve Taban, S. (2018). Çinko uygulamasının bazı çeltik çeşitlerinde agronomik parametreler üzerine etkisi. *Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Dergisi*, 6(1), 12-18.
- Özcan, H. ve Taban, S. (2012). Çinko uygulamasının bazı çeltik çeşitlerinde verim ile tanede çinko konsantrasyonuna etkisi. *Toprak Su Dergisi*, 1(1): 7-14
- 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.
- Quadar, Ali Quadar , (2007), *Journal of Plant Nutrition*, 25, 2002(3), 457-473.
- Panda R, Sahu SK, Panda R, (1999). Effects of zinc on the biochemical and production parameters of the rice plant (*Oryza sativa*). *Cytobios*, 98(388): 105-112
- Rana, W.K. and Kashif, S. R. (2014). Effect of different Zinc sources and methods of application on rice yield and nutrients concentration in rice grain and straw. *Journal of Environmental and Agricultural Sciences*, 1:9, ISSN: 2313-8629.
- Rengel Z., Römheld V., (2000), Root exudation and Fe uptake and transport in wheat genotypes differing in tolerance to Zn deficiency, *Plant and Soil*, 222, 25-34.
- Riedell, W.E., Schumacher, T. E., Clay, S. A., Ellsbury, M. M., Pravecek, M., and Evenson, P. D. (1998). Corn and soil fertility responses to crop rotation with low, medium, or high inputs. *Crop Science*, 38(2), 427-433.
- Riedell, W.E. (2010). Mineral-nutrient synergism and dilution responses to nitrogen fertilizer in field-grown maize. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*, 173(6), 869-874.
- Savaşlı E, Brohi AR, Topbaş MT, (1998). Çeltik bitkisinin çinkolu ve fosforlu gübrelere cevabı ve fosfor çinko ilişkisinin verime etkisi. 1. Çinko Kongresi (Tarım, Gıda ve Sağlık), Eskişehir, 445-452.
- Sezer, İ., Köycü, C. (1999). Kızılırmak vadisinde yetiştirilebilecek çeltik çeşit ve hatlarının belirlenmesi üzerine bir araştırma. Türkiye 3. Tarla Bitkileri Kongresi, 15-18 Kasım 1999, Adana.
- Shivay Y.S., Prasad'ı R., Rahal A., (2010), Effect of Zinc Sources and Application Methods on Yield and Yield Component of Local Rice Variety (Hashemi), and Soil Available Zinc, *Plant Nutrition Journal*, 33(12), 1835-1848.
- Sillanpaa, M. (1982). Micro nutrients and the nutrient status of soils. A global study. *FAO Soils Bulletin*, No 48, FAO, Rome.
- Singh, S.; (2016); Yerel Mevcut Çeltik Çeşitlerinin Besin Değerlendirmesi, Sayfa:115.
- Singh S.P., Wastermann D.T., (2002) A Single Dominant Gene Controlling Resistance to Soil Zinc Deficiency in Common Bean, *Crop Science*, 42(4), 1071-1074.
- Sonkaya, M. C. (2017). Bazı Çeltik (*Oryza Sativa* L.) Çeşitlerinde Çinkonun Verim, Verim Öğeleri ve Kaliteye Etkilerinin Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Ordu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 54s. Ordu.

- Sudhalakshmi C., Krishnasamy R., Rajarajan A., (2007), Influence of Zinc Deficiency on Shoot / Root Dry Weight Ratio of Rice Genotypes *Research Journal of Agriculture and Biological Sciences*, 3, 295-298.
- Sürek, H. ve Beşer, N. (2005). Pirinçte (*Oryza sativa* L.) erken nesillerde tane verimi ve bileşenleri için seleksiyon. *Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi* .
- Taban. S. ve Kacar, B. (1991). Orta Anadolu'da çeltik yetiştirilen toprakların mikro element durumu. *Doğa Tr. Journal of Agriculture and Forestry*, 15, 129-145.
- Taban, S., Alpaslan, M., Güneç, A., Aktaç, M., Erdal, G., Eyüpoğlu, H. ve Baran, G. (1997). Değişik çekirdekte Uygulanan Çinkonun Buğday Bitkisinde Verim ve Çinkonun Biyolojik Yarıyığı Üzerine Etkisi. I. Ulusal Çinko Kongresi 12- 16 Mayıs, 147-156, Eskişehir.
- Tanaka, A., Loe, R. and Navasero, S. A. (1969). Some mechanisms involved in the development of zinc deficiency symptoms in the rice plant. *Soil Science and Plant Nutrition*, 12, 158-164.
- Thomas, R.;Bhat, Rajeev; Kuang, Y.T.; (2015) Composition of amino acids, fatty acids, minerals and dietary fiber in some of the local and import rice varieties of Malaysia, *International Journal of Food Research*, 22(3), 1148-1155.
- 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.
- Turan, M. ve Horuz, A. (2012). Bitki Besleme . 3.Kısım Bitki Beslemenin Temel İlkeleri. Ed: MR. Karaman, Gübretaş Rehber Kitaplar Dizini 2, Dumat Ofset Yayıncılık,123-347, Ankara.
- TÜİK, (2021). Türkiye İstatistik Kurumu. Tarım İstatistikleri, Dış Ticaret İstatistikleri ve Fiyat İstatistikleri Veri Tabanları (Erişim: Ocak 2022).
- Van Breemen, N. and Castro, R. U. (1980). Zinc deficiency in wetland rice along a toposequence of hydromorphic soils in the Philippines. II. Cropping Experiment. *Plant Soil*, 57, 215-221.
- Wissuwa M., Çene J.H., Lu X., Haefele S.M., Gamuyao R., İsmail A., Heuer S., (2010), Development and application of gene-based markers for the major rice QTL *Phosphorus uptake 1*, *Theoretical and Applied Genetics*, 1073-1086.
- Verma T.S., Neue H.U., (1984) *Bitki ve Toprak*, Toprak Tuzluluk Seviyesi ve Çinko Uygulamasının Pirinç Büyümesi, Verimi ve Besin Bileşimi Üzerine Etkisi, Sayı:82, Sayfa:3-14.
- Yağmur, B. ve Aydın, Ş. (2013). Toprakta ve yaprakta çinko uygulamalarının marul (*Lactuca sativa* L.) bitkisinin gelişmesi ve bazı mineral madde kapsamı üzerine etkisi. *Anadolu Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 23(2), 36-43.
- Yoshida, S., Tanaka, A. (1969). Zinc deficiency of the rice plant in calcareous soils. *Soil Science and Plant Nutrition*, 15: 75-80.
- Yoshida, S., Ahn, J. S. and Forno, D. A. (1973). Occurrence, diagnosis, and correction of zinc deficiency of lowland rice. *Soil Science and Plant Nutrition*. 19(2), 83-93.
- Yoshida, S. (1981). *Fundamental of Rice Crop Science*. International Rice Research Institute, 269, Los Baños, Laguna, Philippines.
- Zhang X., Zhang F., Mao D., (1998), Effect of iron plaque outside roots on nutrient uptake by rice (*Oryza sativa* L.). *Zinc uptake by Fe-deficient rice*, *Plant and Soil*, 202, 33-39.

ÖZGEÇMİŞ

Sümevra Kır Liseyi Zonguldak Atatürk Anadolu Lisesinde okudu. Lisans eğitimini 2013-2016 yılları arasında Aydın Adnan Menderes Üniversitesinde tamamlamıştır. Şubat 2019 yılında Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Lisans Üstü Eğitimi Enstitüsünde Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı / Bitki Besleme Bilim Dalında başladığı Yüksek Lisans öğrenimini Mayıs 2022 yılında tamamladı. Şu an Samsun Gıda Kontrol Laboratuvar Müdürlüğünde çalışmaktadır

İletişim Bilgileri

ORCID ID : 0000- 0002- 1717-5320

Yayımlar:

1. Kır, S., Horuz, A. 2022. The Selection Of Rice Genotypes (Oryza Sativa L.) Resistant To Zinc Deficiency In The Sand Culture Media (Ed: Kızılkaya, R., Gülser, C., Dengiz, O.) International Soil Science Symposium on SOIL SCIENCE & PLANT NUTRITION 18 - 19 December 2021 / Samsun, Turkey, Proceeding Book. pp. 173-177. Publication Date 28 December 2021, ISBN:978-605-63090-6-9, <http://www.fess.org/>