



KAHRAMANMARAŞ SÜTÇÜ İMAM ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
BAHÇE BİTKİLERİ ANABİLİM DALI

BAZI ÖNEMLİ YAZLIK SEBZELERİN ÇİMLENME AŞAMASINDA
Cd, Cr, Ni ve Pb'A TEPKİSİ

ÜLKÜ ÇALIŞKAN

YÜKSEK LİSANS TEZİ

KAHRAMANMARAŞ
ŞUBAT-2009

KAHRAMANMARAŞ SÜTÇÜ İMAM ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
BAHÇE BİTKİLERİ ANABİLİM DALI

BAZI ÖNEMLİ YAZLIK SEBZELERİN ÇİMLENME AŞAMASINDA
Cd, Cr, Ni VE Pb'A TEPKİSİ

ÜLKÜ ÇALIŞKAN

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Kod No:

Bu tez 06.02.2009 tarihinde jüri üyeleri tarafından
Oybirliği/oy çokluğu ile kabul edilmiştir.

.....		
Doç.Dr. İrfan Ersin AKINCI DANIŞMAN	Doç. Dr. Kadir YILMAZ ÜYE	Doç.Dr. Ahmet KORKMAZ ÜYE

Yukarıdaki imzaların adı geçen öğretim üyelerine ait olduğunu onaylıyorum.

Prof.Dr. Süleyman TOLUN
Enstitü Müdürü

Bu çalışma KSÜ Bilimsel Araştırma Projeleri Yönetim Birimi Başkanlığı'nca desteklenmiştir.

Proje No: 2007/3-6

Not: Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaktan yapılan bildirişlerin Çizelge, şekil ve fotoğraflarının kaynak gösterilmeden kullanımı, 5846 sayılı fikir ve sanat eserleri kanunundaki hükümlere tabidir.

İÇİNDEKİLER DİZİNİ

	Sayfa
İÇİNDEKİLER DİZİNİ.....	I
ÖZET.....	III
ABSTRACT.....	IV
ÖNSÖZ.....	V
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	VI
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ.....	X
1. GİRİŞ.....	1
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR.....	4
3. MATERYAL ve METOT.....	10
3.1. Materyal.....	10
3.2. Metot.....	10
3.3. İncelenen Özellikler.....	11
3.4. Sonuçların Değerlendirilmesi.....	12
4. BULGULAR ve TARTIŞMA.....	13
4.1.Bulgular.....	13
4.1.1. Kadmiyum (Cd).....	13
4.1.1.1. Domates.....	13
4.1.1.2. Biber.....	14
4.1.1.3. Patlıcan.....	15
4.1.1.4. Hıyar	17
4.1.1.5. Kabak	18
4.1.1.6. Karpuz	19
4.1.1.7. Kavun	20
4.1.1.8. Bamya	21
4.1.1.9. Fasulye	23
4.1.1.10. Mısır.....	24
4.1.2. Krom (Cr).....	25
4.1.2.1. Domates.....	25
4.1.2.2. Biber.....	26
4.1.2.3. Patlıcan.....	27
4.1.2.4. Hıyar	28
4.1.2.5. Kabak	29
4.1.2.6. Karpuz	31

4.1.2.7. Kavun	32
4.1.2.8. Bamya	33
4.1.2.9. Fasulye	34
4.1.2.10. Mısır.....	35
4.1.3. Nikel (Ni).....	36
4.1.3.1. Domates.....	36
4.1.3.2. Biber.....	37
4.1.3.3. Patlıcan.....	38
4.1.3.4. Hıyar	40
4.1.3.5. Kabak	41
4.1.3.6. Karpuz	42
4.1.3.7. Kavun	43
4.1.3.8. Bamya	45
4.1.3.9. Fasulye	46
4.1.3.10. Mısır.....	47
4.1.4. Kurşun (Pb).....	48
4.1.4.1. Domates.....	48
4.1.4.2. Biber.....	49
4.1.4.3. Patlıcan.....	50
4.1.4.4. Hıyar	51
4.1.4.5. Kabak	52
4.1.4.6. Karpuz	53
4.1.4.7. Kavun	54
4.1.4.8. Bamya	55
4.1.4.9. Fasulye	56
4.1.4.10.Mısır.....	57
4.2.Tartışma.....	58
4.2.1.Kadmiyum.....	58
4.2.2.Krom.....	59
4.2.3.Nikel.....	60
4.2.4.Kurşun.....	60
4.2.5. Metallerin Çimlenme Aşamasında Etki Mekanizmaları.....	61
5. SONUÇ ve ÖNERİLER.....	63
KAYNAKLAR.....	64
ÖZGEÇMİŞ.....	69

KAHRAMANMARAŞ SÜTÇÜ İMAM ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
BAHÇE BİTKİLERİ ANA BİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ÖZET

BAZI ÖNEMLİ YAZLIK SEBZELERİN ÇİMLENME AŞAMASINDA
Cd, Cr, Ni VE Pb'A TEPKİSİ

Ülkü ÇALIŞKAN

Danışman: Doç. Dr. İrfan Ersin AKINCI

Yıl: 2008 Sayfa: 69

Jüri: Doç.Dr. İrfan Ersin AKINCI
Doç.Dr. Kadir YILMAZ
Doç.Dr. Ahmet KORKMAZ

Bu çalışmada bitkiler için toksik olan kadmiyumun (0, 2.5, 5, 10, 20, 40, 80, 160, 320 ve 620 mg L⁻¹), kromun (0, 25, 50, 75, 100, 200, 400, 800 ve 1600 mg L⁻¹), nikel (0, 25, 50, 75, 100, 200, 400, 800, 1600 ve 2000 mg L⁻¹) ve kurşunun (0, 100, 200, 400 ve 800 mg L⁻¹) artan dozlarının bazı önemli yazlık sebzelerin çimlenmesi üzerine etkileri araştırılmıştır.

Ağır metallerin domates (*Lycopersicon esculentum* Mill. cv. Falcon), biber (*Capsicum annuum* L), patlıcan (*Solanum melongena* L), kavun (*Cucumis melo* L), karpuz (*Citrullus lunatus* (Thunb.) Mansf), hıyar (*Cucumis sativus* L.), kabak (*Cucurbita pepo* L.), fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.), bamya (*Abelmoshus esculentus* L.) ve mısır (*Zea mays* L.) tohumlarında G-max (çimlenme oranı), G-ind (çimlenme indeksi), T-mean (ortalama çimlenme süresi), T50 (yarı çimlenme süresi) G75-25 ve G90-10 uniform çimlenme süreleri üzerine etkileri olumsuz bulunmuştur.

Denemeye konu olan sebze türlerinde kadmiyum 2.5 mg L⁻¹, krom 25 mg L⁻¹, nikel 25 mg L⁻¹ ve kurşun 100 mg L⁻¹'dan başlamak üzere tohum çimlenmesi üzerine toksik etki yapmışlardır. Buna göre bir genelleme içerisinde ele alınan 10 farklı türün tohum çimlenmesinde en toksikten başlayarak Cd>Cr>Ni>Pb şeklinde bir sıralama yapmak olasıdır.

Anahtar Kelimeler: çimlenme, çimlenme süresi, Cd, Cr, Ni, Pb

**UNIVERSITY OF KAHRAMANMARAŞ SÜTÇÜ İMAM
INSTITUTE FOR GRADUATE STUDIES IN SCIENCE AND ENGINEERING
DEPARTMENT OF HORTICULTURE**

MSc THESIS

ABSTRACT

**RESPONSE OF SOME IMPORTANT SUMMER VEGETABLES
TO Cd, Cr, Ni and Pb AT GERMINATION STAGE**

Ülkü ÇALIŞKAN

Supervisor: Assoc.Prof.Dr. İrfan Ersin AKINCI

Year: 2008 Pages: 69

**Jury: Assoc.Prof.Dr. İrfan Ersin AKINCI
Assoc.Prof.Dr. Kadir YILMAZ
Assoc.Prof.Dr. Ahmet KORKMAZ**

Increasing concentrations of cadmium (0, 2.5, 5, 10, 20, 40, 80, 160, 320 ve 620 mg L⁻¹) chromium (0, 25, 50, 75, 100, 200, 400, 800 ve 1600 mg L⁻¹), nickel (0, 25, 50, 75, 100, 200, 400, 800, 1600 ve 2000 mg L⁻¹) and lead (0, 100, 200, 400 ve 800 mg L⁻¹) that toxic for plants on germination of some important vegetables were investigated.

Effects of heavy metals on G-max (germination rate), G-ind (germination index), T-mean (mean germination time), T50 (germination half time) G75-25 and G90-10 uniformity indices was negatively in seeds of tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill. cv. Falcon), pepper (*Capsicum annuum* L. cv), eggplant (*Solanum melongena* L), melon (*Cucumis melo* L), watermelon (*Citrullus lunatus* (Thunb.) Mansf), cucumber (*Cucumis sativus* L.), squash (*Cucurbita pepo* L.), bean (*Phaseolus vulgaris* L.), okra (*Abelmoshus esculentus* L.) and maize (*Zea mays* L.).

In vegetable species, 2.5 mg L⁻¹ of Cadmium, 25 mg L⁻¹ of chromium, 25 mg L⁻¹ of nickel and 100 mg L⁻¹ of lead was toxic. According these data, a toxicity rank is possible much toxic then few as Cd>Cr>Ni>Pb for different 10 species.

Key Words: germination, germination time, Cd, Cr, Ni, Pb

ÖNSÖZ

Tezimin her aşamasında bana yol gösteren ve desteğini esirgemeyen Sayın Hocam Doç. Dr. İrfan Ersin AKINCI'ya şükranlarımı sunarım.

Tezimle ilgili laboratuvar çalışmalarında benden yardımlarını esirgemeyen Aslı BİLGİ'ye, Merve YÜCEL'e, yazım aşamasında yardım eden S. Handan TAZE'ye ve özveri ile çalışan diğer arkadaşlarıma; tezimin her anında bana verdikleri manevi destek ile hep yanımda hissettiğim Tuğba SUTUTAN ve Adile GÜREL'e teşekkürü bir borç bilirim.

Yüksek lisans çalışmalarım boyunca hoşgörü, sabır ve destekleriyle bana daima güç veren, bugünlerimi borçlu olduğum değerli aileme sonsuz teşekkür ederim.

Şubat 2009, KAHRAMANMARAŞ

Ülkü ÇALIŞKAN

ÇİZELGELER DİZİNİ

	Sayfa
Çizelge 3.1. Araştırmaya konu olan bitkisel materyal.....	10
Çizelge 3.2. Denemede kullanılan ağır metaller ve kullanılan konsantrasyonlar.....	11
Çizelge 4.1. Farklı dozlarının Kadmiyum (Cd) domates tohumlarının çimlenme oranı (%) üzerine etkisi.....	13
Çizelge 4.2. Farklı Kadmiyum (Cd) dozlarının domates tohumlarının çimlenme süresi (%) üzerine etkisi.....	14
Çizelge 4.3. Farklı Kadmiyum (Cd) dozlarının biber tohumlarının çimlenme oranı (%) üzerine etkisi.....	15
Çizelge 4.4. Farklı Kadmiyum (Cd) dozlarının biber tohumlarının çimlenme süresi (%) üzerine etkisi.....	15
Çizelge 4.5. Farklı Kadmiyum (Cd) dozlarının patlıcan tohumlarının çimlenme oranı (%) üzerine etkisi.....	16
Çizelge 4.6. Farklı Kadmiyum (Cd) dozlarının patlıcan tohumlarının çimlenme süresi (%) üzerine etkisi.....	16
Çizelge 4.7. Farklı Kadmiyum (Cd) dozlarının hıyar tohumlarının çimlenme oranı (%) üzerine etkisi.....	17
Çizelge 4.8. Farklı Kadmiyum (Cd) dozlarının hıyar tohumlarının çimlenme süresi (%) üzerine etkisi.....	18
Çizelge 4.9. Farklı Kadmiyum (Cd) dozlarının kabak tohumlarının çimlenme oranı (%) üzerine etkisi.....	18
Çizelge 4.10. Farklı Kadmiyum (Cd) dozlarının kabak tohumlarının çimlenme süresi (%) üzerine etkisi.....	19
Çizelge 4.11. Farklı Kadmiyum (Cd) dozlarının karpuz tohumlarının çimlenme oranı (%) üzerine etkisi.....	19
Çizelge 4.12. Farklı Kadmiyum (Cd) dozlarının karpuz tohumlarının çimlenme süresi (%) üzerine etkisi.....	20
Çizelge 4.13. Farklı Kadmiyum (Cd) dozlarının kavun tohumlarının çimlenme oranı (%) üzerine etkisi.....	21
Çizelge 4.14. Farklı Kadmiyum (Cd) dozlarının kavun tohumlarının çimlenme süresi (%) üzerine etkisi.....	21
Çizelge 4.15. Farklı Kadmiyum (Cd) dozlarının bamya tohumlarının çimlenme oranı (%) üzerine etkisi.....	22
Çizelge 4.16. Farklı Kadmiyum (Cd) dozlarının bamya tohumlarının çimlenme süresi (%) üzerine etkisi.....	22
Çizelge 4.17. Farklı Kadmiyum (Cd) dozlarının fasulye tohumlarının çimlenme oranı (%) üzerine etkisi.....	23
Çizelge 4.18. Farklı Kadmiyum (Cd) dozlarının fasulye tohumlarının çimlenme süresi (%) üzerine etkisi.....	24
Çizelge 4.19. Farklı Kadmiyum (Cd) dozlarının mısır tohumlarının çimlenme oranı (%) üzerine etkisi.....	24
Çizelge 4.20. Farklı Kadmiyum (Cd) dozlarının mısır tohumlarının çimlenme süresi (%) üzerine etkisi.....	25

Çizelge 4.21.	Farklı Krom(Cr) dozlarının domates tohumlarının çimlenme oranı (%) üzerine etkisi.....	25
Çizelge 4.22.	Farklı Krom (Cr) dozlarının domates tohumlarının çimlenme süresi (%) üzerine etkisi.....	26
Çizelge 4.23.	Farklı Krom (Cr) dozlarının biber tohumlarının çimlenme oranı (%) üzerine etkisi.....	26
Çizelge 4.24.	Farklı Krom (Cr) dozlarının biber tohumlarının çimlenme süresi (%) üzerine etkisi.....	27
Çizelge 4.25.	Farklı Krom (Cr) dozlarının patlıcan tohumlarının çimlenme oranı (%) üzerine etkisi.....	28
Çizelge 4.26.	Farklı Krom (Cr) dozlarının patlıcan tohumlarının çimlenme süresi (%) üzerine etkisi.....	28
Çizelge 4.27.	Farklı Krom (Cr) dozlarının hıyar tohumlarının çimlenme oranı (%) üzerine etkisi.....	29
Çizelge 4.28.	Farklı Krom (Cr) dozlarının hıyar tohumlarının çimlenme süresi (%) üzerine etkisi.....	29
Çizelge 4.29.	Farklı Krom (Cr) dozlarının kabak tohumlarının çimlenme oranı (%) üzerine etkisi.....	30
Çizelge 4.30.	Farklı Krom (Cr) dozlarının kabak tohumlarının çimlenme süresi (%) üzerine etkisi.....	30
Çizelge 4.31.	Farklı Krom (Cr) dozlarının karpuz tohumlarının çimlenme oranı (%) üzerine etkisi.....	31
Çizelge 4.32.	Farklı Krom (Cr) dozlarının karpuz tohumlarının çimlenme süresi (%) üzerine etkisi.....	31
Çizelge 4.33.	Farklı Krom (Cr) dozlarının kavun tohumlarının çimlenme oranı (%) üzerine etkisi.....	32
Çizelge 4.34.	Farklı Krom (Cr) dozlarının kavun tohumlarının çimlenme süresi (%) üzerine etkisi.....	32
Çizelge 4.35.	Farklı Krom (Cr) dozlarının bamya tohumlarının çimlenme oranı (%) üzerine etkisi.....	33
Çizelge 4.36.	Farklı Krom (Cr) dozlarının bamya tohumlarının çimlenme süresi (%) üzerine etkisi.....	34
Çizelge 4.37.	Farklı Krom (Cr) dozlarının fasulye tohumlarının çimlenme oranı (%) üzerine etkisi.....	34
Çizelge 4.38.	Farklı Krom (Cr) dozlarının fasulye tohumlarının çimlenme süresi (%) üzerine etkisi.....	35
Çizelge 4.39.	Farklı Krom (Cr) dozlarının mısır tohumlarının çimlenme oranı (%) üzerine etkisi.....	35
Çizelge 4.40.	Farklı Krom (Cr) dozlarının mısır tohumlarının çimlenme süresi (%) üzerine etkisi.....	36
Çizelge 4.41.	Farklı Nikel (Ni) dozlarının domates tohumlarının çimlenme oranı (%) üzerine etkisi.....	36
Çizelge 4.42.	Farklı Nikel (Ni) dozlarının domates tohumlarının çimlenme süresi (%) üzerine etkisi.....	37
Çizelge 4.43.	Farklı Nikel (Ni) dozlarının biber tohumlarının çimlenme oranı (%) üzerine etkisi.....	38
Çizelge 4.44.	Farklı Nikel (Ni) dozlarının biber tohumlarının çimlenme süresi (%) üzerine etkisi.....	38

Çizelge 4.45.	Farklı Nikel (Ni) dozlarının patlıcan tohumlarının çimlenme oranı (%) üzerine etkisi.....	39
Çizelge 4.46.	Farklı Nikel (Ni) dozlarının patlıcan tohumlarının çimlenme süresi (%) üzerine etkisi.....	39
Çizelge 4.47.	Farklı Nikel (Ni) dozlarının hıyar tohumlarının çimlenme oranı (%) üzerine etkisi.....	40
Çizelge 4.48.	Farklı Nikel(Ni) dozlarının hıyar tohumlarının çimlenme süresi (%) üzerine etkisi.....	40
Çizelge 4.49.	Farklı Nikel (Ni) dozlarının kabak tohumlarının çimlenme oranı (%) üzerine etkisi.....	41
Çizelge 4.50.	Farklı Nikel (Ni) dozlarının kabak tohumlarının çimlenme süresi (%) üzerine etkisi.....	42
Çizelge 4.51.	Farklı Nikel (Ni) dozlarının karpuz tohumlarının çimlenme oranı (%) üzerine etkisi.....	42
Çizelge 4.52.	Farklı Nikel (Ni) dozlarının karpuz tohumlarının çimlenme süresi (%) üzerine etkisi.....	43
Çizelge 4.53.	Nikel (Ni) dozlarının kavun tohumlarının çimlenme oranı (%) üzerine etkisi.....	44
Çizelge 4.54.	Farklı Nikel (Ni) dozlarının kavun tohumlarının çimlenme süresi (%) üzerine etkisi.....	44
Çizelge 4.55.	Farklı Nikel (Ni) dozlarının bamya tohumlarının çimlenme oranı (%) üzerine etkisi.....	45
Çizelge 4.56.	Farklı Nikel (Ni) dozlarının bamya tohumlarının çimlenme süresi (%) üzerine etkisi.....	45
Çizelge 4.57.	Farklı Nikel (Ni) dozlarının fasulye tohumlarının çimlenme oranı (%) üzerine etkisi.....	46
Çizelge 4.58.	Farklı Nikel (Ni) dozlarının fasulye tohumlarının çimlenme süresi (%) üzerine etkisi.....	47
Çizelge 4.59.	Farklı Nikel (Ni) dozlarının mısır tohumlarının çimlenme oranı (%) üzerine etkisi.....	47
Çizelge 4.60.	Farklı Nikel(Ni) dozlarının mısır tohumlarının çimlenme süresi (%) üzerine etkisi.....	48
Çizelge 4.61.	Farklı Kurşun (Pb) dozlarının domates tohumlarının çimlenme oranı (%) üzerine etkisi.....	49
Çizelge 4.62.	Farklı Kurşun (Pb) dozlarının domates tohumlarının çimlenme süresi (%) üzerine etkisi.....	49
Çizelge 4.63.	Farklı Kurşun (Pb) dozlarının biber tohumlarının çimlenme oranı (%) üzerine etkisi.....	50
Çizelge 4.64.	Farklı Kurşun (Pb) dozlarının biber tohumlarının çimlenme süresi (%) üzerine etkisi.....	50
Çizelge 4.65.	Farklı Kurşun (Pb) dozlarının patlıcan tohumlarının çimlenme oranı (%) üzerine etkisi.....	51
Çizelge 4.66.	Farklı Kurşun (Pb) dozlarının patlıcan tohumlarının çimlenme süresi (%) üzerine etkisi.....	51
Çizelge 4.67.	Farklı Kurşun (Pb) dozlarının hıyar tohumlarının çimlenme oranı (%) üzerine etkisi..... Farklı Kurşun (Pb) dozlarının hıyar tohumlarının	51

Çizelge 4.68.	çimlenme süresi (%) üzerine etkisi.....	52
Çizelge 4.69.	Farklı Kurşun (Pb) dozlarının kabak tohumlarının çimlenme oranı (%) üzerine etkisi.....	52
Çizelge 4.70.	Farklı Kurşun (Pb) dozlarının kabak tohumlarının çimlenme süresi (%) üzerine etkisi.....	53
Çizelge 4.71.	Farklı Kurşun (Pb) dozlarının karpuz tohumlarının çimlenme oranı (%) üzerine etkisi.....	53
Çizelge 4.72.	Farklı Kurşun (Pb) dozlarının karpuz tohumlarının çimlenme süresi (%) üzerine etkisi.....	54
Çizelge 4.73.	Farklı Kurşun (Pb) dozlarının kavun tohumlarının çimlenme oranı (%) üzerine etkisi.....	54
Çizelge 4.74.	Farklı Kurşun (Pb) dozlarının kavun tohumlarının çimlenme süresi (%) üzerine etkisi.....	55
Çizelge 4.75.	Farklı Kurşun (Pb) dozlarının bamya tohumlarının çimlenme oranı (%) üzerine etkisi.....	55
Çizelge 4.76.	Farklı Kurşun (Pb) dozlarının bamya tohumlarının çimlenme süresi (%) üzerine etkisi.....	56
Çizelge 4.77.	Farklı Kurşun (Pb) dozlarının fasulye tohumlarının çimlenme oranı (%) üzerine etkisi.....	56
Çizelge 4.78.	Farklı Kurşun (Pb) dozlarının fasulye tohumlarının çimlenme süresi (%) üzerine etkisi.....	56
Çizelge 4.79.	Farklı Kurşun (Pb) dozlarının mısır tohumlarının çimlenme oranı (%) üzerine etkisi.....	57
Çizelge 4.80.	Farklı Kurşun (Pb) dozlarının mısır tohumlarının çimlenme süresi (%) üzerine etkisi.....	57

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

Cd	: kadmiyum
Cr	: krom
Ni	: nikel
Pb	: kurşun
G-max	: Çimlenme Oranı-%
G-ind	: Çimlenme İndeksi
T-mean	: Ortalama Çimlenme Süresi-gün
T10	: Çimlenen tohumların % 10'unun çimlenmesi için geçen süre-gün
T25	: Çimlenen tohumların % 25'inin çimlenmesi için geçen süre-gün
T50	: Çimlenen tohumların % 50'sinin çimlenmesi için geçen süre-gün
T75	: Çimlenen tohumların % 75'inin çimlenmesi için geçen süre-gün
T90	: Çimlenen tohumların % 90'ının çimlenmesi için geçen süre-gün
G75-25	: Çimlenme 75-25 Üniformaluk İndeksi
G90-10	: Çimlenme 90-10 Üniformaluk İndeksi

1. GİRİŞ

Çevre kirliliği geçici veya sürekli bir biçimde canlılara zarar veren gaz, sıvı ve katı maddeler ile radyasyonun; cisim, sistem ve çevrede meydana getirdiği olumsuz değişimlerdir. Bir başka deyişle hava, su ve toprağın fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerinde meydana gelen arzu edilmeyen değişimlerdir (Çepel, 1997). Dünyada çevre ve çevre sorunları, son yıllarda insanlığın en büyük ortak sorunu haline gelmiş, hemen her alanda dikkat edilmesi gereken öncelikli konu olarak ele alınmaya başlanmıştır.

Ülkemizde de genellikle nüfus artışı ile birlikte görülen sağlıksız kentleşme, sanayileşme ve hızlı ekonomik gelişme süreci, istenmeyen, ancak giderek boyutları büyüyen hava, su ve toprak kirlenmeleri ile gürültü, erozyon gibi diğer çevre sorunları meydana getirerek doğal dengelerin bozulmasına yol açmaktadır (Anonim, 2004).

Tarımsal yaklaşımla; en önemli kirlilik konuları toprak, su ve hava kirliliğidir. Bunların içerisinde biz tarımcılar için kuşkusuz en önemlisi topraktır. Türkiye'nin yüzölçümü 777.971 km² olup, en önemli doğal kaynaklarından birisi de topraktır. Ülke topraklarının ekilebilen kullanılan arazisi ise 27.9 milyon hektardır. Bu arazinin yaklaşık 4 milyon hektarı sulanabilmektedir. Topraklarda meydana gelebilecek tüm olumsuz değişimler, insan yaşamını önemli ölçüde etkileyecek güce sahiptir. Ürün artışı amaçlayan tarım politikaları bir yandan tarımsal üretimin kompozisyonunu değiştirmiş ve öte yandan tarımsal girdi kullanımının genişlemesi ve yoğunlaşmasına neden olmuştur. Bu önemli değişikliklerin her ikisi de çevre sorunlarına yol açmıştır. Kimyasal gübre ve pestisit kullanımının artışı doğrultusunda, tarım makinalarında da yapısal köklü değişiklik yaşanmıştır. Ancak, bu girdilerin etkin ve kontrollü kullanılması için gösterilen çabalar tam anlamıyla başarılı olmamıştır. Tarımsal girdilerin bu etkilerine ek olarak; tarım arazilerinin tarım dışı amaçlarla kullanılması, yanlış arazi kullanımı, hatalı toprak işleme ve endüstriyel kirliliğin artması gibi nedenler tarım arazisi kullanım potansiyelini azaltırken tarım topraklarının sorunlarını her geçen gün arttırmaktadır (Anonim, 2004).

Su kaynaklarının kirliliği, su kaynaklarının kullanılmasını bozacak veya zarar verme derecesinde kalitesini düşürecek biçimde suyun içerisinde organik, inorganik, radyoaktif veya biyolojik herhangi bir maddenin bulunmasıdır. Su kirliliği, evsel ve endüstriyel sıvı atıkların, arıtılmaksızın su ortamlarına boşaltılmaları ve tarımda verimi arttırmak için kullanılan gübreler ile zirai mücadele amacıyla kullanılan ilaçların, su ortamlarına taşınmaları gibi sebeplerle meydana gelmektedir. Gerçekte sanayinin çevre üzerindeki olumsuz rolü belki diğer tüm faktörlerden çok daha fazladır. Ülkemizde özellikle sanayi kuruluşlarının sıvı atıkları ile su kirliliğine ve dolaylı olarak yine su kirliliğine bağlı, toprak ve bitki örtüsü üzerinde aşırı kirlenmelere neden olduğu ve hızlı bir şekilde çevrenin tahribine yol açtığı bilinmektedir (Anonim, 2004).

Hava kirliliği; havada katı, sıvı ve gaz şeklindeki yabancı maddelerin insan sağlığına, canlı hayatına ve ekolojik dengeye zararlı olabilecek derişim ve sürede bulunmasıdır. Hava kirliliği genel olarak; kalitesiz yakıtların ısıtmada kullanıldığı konutlardan, çeşitli endüstriyel tesislerden, motorlu araçlardan ve atmosferik şartlardan kaynaklanmaktadır. Sanayiden kaynaklanan hava kirliliği temelde; yanlış yer seçimi, yeterli teknik tedbirler alınmadan katı atık, gaz ve tozların atmosfere bırakılması, yanlış, eski veya eksik

teknolojilerin seçiminden kaynaklanmaktadır. Kentlerde yoğun nüfus artışı sonucu oluşan plansız çarpık kentleşme, ısıtmada kullanılan yakıtın niteliği, yapı biçimi ve ölçülerindeki değişimler, kent trafik yoğunluğu, bu alanda hava kirliliği oluşturan önemli sebeplerdir (Anonim, 2004).

Özellikle son yıllarda, çevre kirliliğine neden olan ve gittikçe daha büyük boyutlarda tehlike oluşturan çok farklı etmenlerin başında ağır metaller gelmektedir. Ağır metallerin (Cd, Cu, Fe, Ni, Pb, Zn, Mo, Co, Cu, Zn, Cd, Cr, Fe gibi) toprak ve su kirlenmesi ile çevreye yaptığı zararlar çok önemli güncel sorunlar haline gelmiştir. Hızlı şehirleşme, endüstrileşme, gübreleme ve pestisit kullanımı; toprak ve su kaynaklarında toksik metal kirliliği ile sonuçlanmaktadır (Çepel, 1997; Rai ve ark., 2002, Shanker ve ark., 2005).

Ağır metaller birçok bölgede, tarımsal alanlarda en önemli kirleticilerden olup insan, hayvan ve bitkilere çok zararlı olabilmektedir. Endüstrileşmedeki ilerlemeler, bilim ve teknolojiye gelişmeler ile farklı kaynaklardan ortaya çıkan ağır metaller çevreye bulaşarak ve toprakta birikerek önemli zararlara neden olmaktadır. Ağır metaller en önemli zararlarını bitkilerde meydana getirmektedir. Tohum çimlenmesi, fide ve bitkide büyüme ve gelişme gerilikleri; çiçeklenme, meyve tutumunda ve verimde azalma; ürün kalitesinde bozulma bu zararlardan bazılarıdır. Ağır metallerin fotosentetik aktiviteyi sekteye uğratması, azot döngüsü ve bağlanmasını bozması, klorofil miktarını azaltması, enzim sistemlerinde bozulmalara yol açması; bitkilere yarayışlı diğer elementlerin alımını engellemesi gibi hücre içi mekanizmalarda da olumsuz etkileri bulunmaktadır (Pandey ve Sharma, 2002; Taboada-Castro ve ark., 2002; Belimov ve ark., 2003; Peralta-Videa ve ark., 2004, Mencik, 2005; Zhang ve ark., 2005).

Çevre kirlenmesinde ve bitkisel yaşamda önemli sorunlara neden olan ağır metallerle bulaşık veya bulaşması olasılığı yüksek tarım alanlarında başarılı bir şekilde üretim yapabilmek, verimli ve kaliteli ürün elde edebilmek için ağır metalleri bu ortamlardan arındıracak bazı önlemler alınması olanak dahilindedir. Ancak bu uygulamalar çoğunlukla ekonomik gözükmemektedir. Bu durumda böyle sorunlu olan veya olabilecek alanlarda, toleranslı bitki, tür ve çeşitlerinin kullanımı üzerinde durmak daha faydalı olabilir. Ağır metallerin bitkiler üzerindeki etkilerine bir çok büyüme ve gelişme aşamasında rastlamakla birlikte, bitkilerin ilk büyüme-gelişme aşaması olan çimlenme ve fide aşamalarındaki etkileri çok daha önemlidir. Çünkü bu aşamalarda bitkilerin stres veya toksisite faktörlerine tepkileri daha fazla olmaktadır (Zenk, 1996; Nable ve ark., 1997; Belimov ve ark., 2003; Mencik, 2005).

Bitkiler tohum çimlenmesi ve erken fide gelişmesi döneminde değişen çevre koşullarına daha fazla tepki verebilmektedir. Bu nedenle bitkilerin ağır metallerle toleransını belirlemede çimlenme ve erken fide gelişimi ile ilgili özelliklerin kullanımı sonuca en kısa zamanda, az emek ve girdi kaybı ulaşmak açısından pratik olabilmektedir. Çimlenme oranı ve süresi gibi çimlenme özelliklerinin kullanımı, tür ve çeşitlerin genotipik toleransın ortaya çıkartılmasında ve birbirleriyle karşılaştırılmasında önemli avantajlar sağlayabilmektedir. Bu amaçla özellikle ekonomik önemi yüksek tarımsal ürünlerde yapılacak çalışmalar büyük avantajlar sağlayabilmektedir.

Bu çalışmada bitkilerin stres koşullarına en fazla tepkiyi verdikleri çimlenme aşamasında; bitkisel materyal olarak seçilen önemli yazlık sebze türlerinin (domates, biber,

patlıcan, kavun, karpuz, hıyar, kabak, fasulye, bamya ve mısır) ağır metallerden Cd, Cr, Ni ve Pb'un farklı konsantrasyonlarındaki toksik etki düzeylerinin ortaya konulması ve bu ağır metallerin toksisite sınırlarının henüz çimlenme aşamasında belirlenmesi amaçlanmıştır. Ek olarak, sorunlu tarımsal alanlarda öncelikli olarak hangi türlerin kullanılabileceği ortaya konulmaya çalışılmıştır.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Ağır metaller bitkilerde bir çok büyüme ve gelişme özelliklerine etkide bulunurlar. Bu tür metallerin bitkilerdeki etkileri ilk büyüme-gelişme dönemi olan çimlenme aşamasında daha önemlidir. Çünkü bu aşamada bitkilerin stres veya toksisite etmenlerine tepkileri daha yüksek olmaktadır. Ağır metallerin çimlenme dönemindeki çimlenme oranı ve çimlenme süresi üzerine etkileri birçok çalışma ile gösterilmektedir.

Mishra ve Kar (1974), yaptıkları çalışmalar sonucunda, nikelin topraktan ve besin solüsyonundan bitkiler tarafından rahat absorbe edilebilir olduğunu ve bitki bünyesinde yüksek oranda birikmesi sonucunda, büyümede olumsuz etkisi olduğunu belirtmişlerdir. Besin ortamında 1-2 mg/kg nikelin olmasının bile bazı bitki türlerinde toksik etki yapabildiğini rapor etmişlerdir.

Mrozek (1980), *Spartina alterniflora* tohumlarının çimlenmelerini farklı düzeylerde civa ve kadmiyum içeren çözeltilerde test etmiştir. Çalışmada, metal konsantrasyonlarında yapılan artış ile tohum zararlanmaları arasında önemli ilişkiler saptanmıştır. Çalışmada Hg ve Cd'un etkisiyle çimlenme performansının azaldığı ortaya konmuştur.

Funicelli ve Mrozek (1982), *Spartina alterniflora* tohumlarını, iklim odasında çinko ve kurşun içeren çözeltilerde 30 gün boyunca çimlendirmeye almıştır. Araştırmacılar çalışmalarında farklı dozlarda kurşun içeren solüsyonlarda çimlenme oranının azaldığını saptamışlardır.

Marschner (1995), aşırı nikel konsantrasyonlarının, bitkilerde çimlenmeden aşamasından başlayarak bitkinin sonraki büyüme ve gelişme dönemlerine kadar he dönemde toksik etki yaptığını bildirmektedir.

Ewais (1997), ağır metallerden olan kadmiyum (0, 5, 10 ve 20 mg kg⁻¹), kurşun (0, 50, 100 ve 200 mg kg⁻¹), nikel (0, 50, 100 ve 200 mg kg⁻¹) konsantrasyonları ile yaptığı bir çalışmada; otsu bitkilerde büyümede etkisi bulunan protein ve klorofil içeriklerini incelemek üzere araştırma yapmışlardır. Araştırmada, kontrolden itibaren metallerin dozları arttıkça kadmiyum, nikel ve kurşunun denemeye konu olan tüm türlerin bitki ağırlığı, kök uzunluğu ve hacmi, sürgün büyümesi gibi bitki gelişimi özelliklerinde önemli düzeylerde azalmalar meydana getirdiği rapor edilmiştir.

Espen ve ark. (1997), turp ile yaptıkları bir çalışmada tohumlara 48 saat boyunca artan (0, 80, 100, 200 ve 400 µM) konsantrasyonlarda nikel uygulamalarının, çimlenme oranı üzerindeki etkilerini test etmeye çalışmışlardır. Çalışmada nikel dozlarındaki artışa paralel olarak, çimlenme yanında turp fidelerinin büyüme ve gelişmesi üzerinde olumsuz etkisinin olduğu belirlenmiştir.

Baccouch ve ark. (1998), mısırın erken dönemde nikel tepkilerini ortaya koymak amacıyla, fidelerini 5 gün boyunca kontrolle birlikte 250 µM NiCl₂ uygulamasına almışlardır. Nikel uygulanmasından 96 saat sonra mısır sürgünlerinin kuru ağırlıklarında önemli azalmaların olduğunu ortaya çıkarmışlardır. Deneme sonunda nikel uygulanması sonucu görülen azalmanın, sürgün büyüme-gelişmesinde kontrole göre % 45 oranında olduğunu belirtmişlerdir.

Mishra ve Choudhuri (1998), çeltik tohumlarının çimlenmesinde ve fidelerinin gelişiminde kurşun ve cıvanın olumsuz etkilerini, antioksidanlar kullanarak gidermeye yönelik bir çalışmada, Ranta ve IR 36 çeltik çeşitleri kullanılmıştır. Çalışmada tohum ve fidelere 10 μM HgCl_2 ve 10 μM PbCl_2 ile önemli antioksidanlardan ascorbic asit, cysteine, glutathione, ve α -tocopherol'ün 100 μM konsantrasyonları birlikte uygulanmıştır. Çalışma sonucunda çeltik tohumlarının çimlenme oranının, 10 μM PbCl_2 ve 10 μM HgCl_2 uygulamalarında önemli düzeyde azaldığı belirlenmiştir. Buna karşılık çimlenme oranındaki azalmanın, metallerle birlikte antioksidant uygulanması ile giderildiği ve önemli iyileştirmelerin sağlandığı gözlenmiştir.

Wierzbicka ve Obidzinska (1998), 12 familyaya ait 25 çeşit bitki üzerinde tohum kabuklarının kurşuna karşı gösterdiği tepkiyi ve çimlenmenin bu ağır metalden nasıl etkilendiğini belirlemek amacıyla bir çalışma yapmışlardır. $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ 'in tohum özümlemesi ve çimlenme üzerindeki etkisi karşılaştırmalı gözlemlerle araştırılmıştır. Tohumlar değişik $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ konsantrasyonlarıyla (100, 1000 ve 10000 mg L^{-1}) ve 1000 mg L^{-1} $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ ile muamele edilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre; üzerinde çalışma yapılan bitkilerin % 28'nin Pb iyonuna ve % 39'nun Ba iyonuna karşı geçirimi olan tohum kabuklarına sahip olduğu saptanmıştır. *Papilionaceae*, *Crucifereae* ve *Graminae* familyalarına ait bitki türlerinde kurşunun çimlenmeyi geciktirdiği ve kurşun geçirgen özelliği olan tohum kabuklarının da artan dozlara bağlı bir şekilde tohumların çimlenme yeteneğini azalttığı gözlemlenmiştir.

Atta-Aly (1999), maydanozun ürün ve kalitesi üzerine nikelin etkisini konu alan bir çalışma yapmıştır. Araştırmacı plastik saksılardaki bir aylık maydanozlara farklı konsantrasyonlarda NiSO_4 (0, 25, 50 ve 100 ppm) uygulamıştır. Maydanoz yaprakları tohum ekiminden 2 ay sonra birbirini takip eden 3 hasatta toplanmıştır. Her hasatta yaprak yaş ve kuru ağırlıkları ile bitki başına düşen yaprak sayısı, yaprak alanı ve klorofil miktarları ölçülmüştür. Araştırma sonucunda nikelin 50 ppm'den düşük olan kontrol ve 25 ppm seviyelerinde yapraktaki klorofil miktarını ve demir içeriğini değiştirmeden yaprak miktarını ve kalitesini arttırdığını ancak 50 ppm nikel seviyesinde yapraklarda belirgin klorozlara rastlandığını, bununla birlikte klorofil, azot ve magnezyum miktarlarında azalmaya neden olduğunu saptamıştır.

Peralta ve ark. (2000), ağır metaller grubunda olan kadmiyum, krom, bakır, nikel ve çinkonun yonca tohumlarının (Malone) çimlenmesi ve fidelerinin gelişmelerine etkileri incelenen bir çalışma yapmışlardır. Denemede yonca tohumları, içerisinde farklı mikro ve makro elementler ile agar bulunan besin ortamına eklenen kromun ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$), bakırın ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$), nikelin ($\text{Ni}(\text{NO}_3)_2$) ve çinkonun ($\text{Zn}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$) 0, 5, 10, 20 ve 40 mg L^{-1} dozları ile muamele edilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre tüm metallerin kontrol ve 5 mg L^{-1} dozlarında çimlenme oranı % 100 iken; bu oran ağır metallerin 10 mg L^{-1} dozunda Cd için % 70, Cr için % 85, Ni için % 90'a gerilemiş, Cu ve Zn'da % 100 olarak korunmuştur. Ağır metallerin 20 mg L^{-1} yükseltilmesi durumunda çimlenme oranı Cd için % 70, Cr, Cu ve Ni için % 80 ve Zn için % 96 olarak saptanmıştır. Dozun 40 mg L^{-1} 'ye çıkartılmasıyla çimlenme oranının Cd için % 55, Cr için % 45, Cu için % 60, Ni için % 75, Zn için ise % 96 şeklinde oluştuğu ortaya konulmuştur.

Rout ve ark. (2000), çim bitkisinin (*Echinochloa colona*) krom ve nikel metallerine olan toleransını belirlemek amacı ile bir çalışma yapmıştır. Çalışmalarda Cr ve Ni metallerinin iki dozu (1.25 ve 2.5 mg/L) ve bu iki metalin karışımı (1.25 mg/L Cr x 1.25 mg/L Ni) kullanılmıştır. Sonuç olarak nikel ve krom içeren ortamlarda metal içermeyen ortamlara oranla tohum çimlenmesi ve bitki büyümesi özellikleri ile metal tolerans indeksi özelliğinin daha fazla olduğu belirlenmiştir.

Tan ve ark. (2000), ağır metallere nikelin domates fidelerinin büyümesindeki etkisini belirlemek amacıyla üre, nitrat ve nikel kombinasyonları ile bir çalışma yapmışlardır. Yapılan çalışmada, 1 mg L⁻¹ üre ve nikel kombinasyonunda yapraklardaki nikel konsantrasyonunda, kontrol bitkilerine oranla neredeyse % 75 oranında artış olduğu gözlenmiş, nikel nitrat karışımında ise yapraklardaki nikel konsantrasyonunda önemli bir artışa rastlanmamıştır. Buna karşılık 0.10 mg L⁻¹ üre ve nikel kombinasyonunda kök ile sürgün miktarlarında artış olduğu, nitrat ve nikel kombinasyonunun bitki üzerinde çok önemli bir değişmeye neden olmadığı bildirilmiştir.

Gonnelli ve ark. (2001), nikel ile bakır metallerinin farklı *Silene paradoxa* tipleri üzerinde toksitesi ve toleransını araştıran bir çalışma yapmışlardır. Nikele tolerans göstermeyen tiplerde yüksek konsantrasyonlarda, özellikle kök büyümesinde önemli derecede sınırlanmanın olduğu, sürgünlerdeki toksisitenin ise ortamdaki nikel konsantrasyonu ile doğru orantılı olarak arttığı bulunmuştur.

Hameed ve ark. (2001), bakır ve kurşunun farklı dozlarının (0, 10, 50, 100 ve 150 ppm), domates ve ıspanak tohumlarının çimlenmesine etkisini inceledikleri bir çalışmada; bakırın domates tohumlarındaki çimlenme oranını kontrolde; % 100, 10 ve 50 ppm için % 5, 100 ppm için % 10 ve 150 ppm için % 40'a kadar azalttığını belirlemişlerdir. Bakırın ıspanak tohumlarının çimlenme oranlarına etkisi ise kontrolde % 100, 10 ppm'de % 75, 50 ppm'de % 85 ve 100 ppm'de % 80 olduğu saptanmıştır. Kurşunun domates tohumlarının çimlenme oranlarına etkisi ise kontrolde % 100, 10 ppm'de % 60, 50 ppm'de % 45 100'de %25, 150 ppm'de % 10 kadar azaldığı belirlenmiştir. Kurşunun ıspanak tohumlarının çimlenme oranlarına olumsuz etkisi, sırasıyla, % 75, % 50, % 45 ve % 40 de olarak kaydedilmiştir.

Reimann ve ark. (2001), bir havza çalışmasında 9 farklı bitki türde (yosun: *Hylocomium splendens* ve *Pleurozium schreberi*; yaban mersini: *Vaccinium myrtillus*; ayı üzümü: *Vaccinium vitis-idaea*; karga üzümü: *Empetrum nigrum*; huş: *Betula pubescens*; söğüt: *Salix spp.*; çam: *Pinus sylvestris*; ladin: *Picea abies*) 38 (Ag, Al, As, B, Ba, Be, Bi, Ca, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Hg, K, Li, Mg, Mn, Mo, Na, Ni, P, Pb, Rb, S, Sb, Sc, Se, Si, Sn, Sr, Th, Tl, U, V, Y, Zn, and Zr) elementin analizini yapmışlardır. Araştırmacılar her bitkinin farklı elementi biriktirme eğiliminde olduğunu ve birer iz elementi olan As, Ag ve Bi'nin toksik etki yapan Ni, Cu ve Co' ya oranla kökte daha fazla birikim gösterdiği tespit edilmiştir.

Pandey ve Sharma (2002), lahana sebzisinin metabolizmasında ve gelişiminde ağır metallere kobalt, nikel ve kadmiyumun etkilerini inceledikleri bir çalışmada, kontrol bitkisinin gövde ve yaprak kuru ağırlığı 18.61 g iken, 500 µM dozunda kobaltta 16.68 g'a, 500 µM nikelde 16. 40 g'a ve 500 µM kadmiyumda 13.33 grama kadar gerilediği belirlenmiştir. Metabolizma ile ilgili özelliklerin de olumsuz etkilendiği saptanmıştır.

Peralta-Videa ve ark. (2002), yonca bitkileri üzerinde yaptıkları çalışmada 4.5, 5.8, 7.1 pH ortamında nikel, bakır, kadmiyum ve çinko karışımından oluşan solüsyonundan her bir saksıya 50 mg/kg uygulamıştır. Araştırma sonucunda sürgün uzunlukları dikkate alınarak, kontrol bitkilerindeki büyümeye göre metal karışımı uygulamasının pH düzeylerinde aynı etkiyi gösterdiği ancak kök dokularında en çok biriken ağır metalin nikel olduğu bulunmuştur.

Rai ve ark. (2002), toksik metallere Cr, Cd, Pb ve Cu'nin *Euryale ferox* tohumlarındaki bioakümüasyonu üzerine bir çalışma yapmışlardır ve metallerin ortamdaki yoğunlukları ile tohumlardaki toksik metal içeriklerinin doğru orantılı bir ilişki içerisinde olduğunu gözlemlemişlerdir.

Samantary (2002), kroma hassas (PDM-54, Sujata) ve dayanıklı (TARM-22, K-851) olan *Vigna radiata* L. çeşitlerinin tohumlarını farklı krom dozları ile muamele ederek (0, 24, 48, 96 ve 192 μM ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$) kontrollü çevre koşulları altında ($25\pm 2^\circ\text{C}$ sıcaklık ve $55 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ışık) yetiştirilerek çimlenme oranlarına bakmıştır. Çalışmada kromun en yüksek dozu olan 192 μM 'da, dayanıklı çeşitlerde en düşük çimlenme oranının (% 90.8) olduğu, buna karşılık hassas çeşitlerin çimlenme oranlarının ise % 18.4'e kadar gerilediğini ve çeşitlerin çimlenme aşamasında kroma dayanımlarının farklılıklar gösterdiğini tespit edilmiştir. Buna göre araştırmada kroma dayanıklı olan çeşitlerin çimlenme oranlarının kroma hassas çeşitlerin çimlenme oranlarına göre önemli düzeylerde yüksek olduğunu saptanmıştır.

Belimov ve ark. (2003), bezelye bitkilerinde ağır metal birikimi ve kadmiyum toleransının genetik çeşitlilik üzerine etkisini araştırmışlardır. Çalışmadan elde edilen verilere göre bezelyelerde kadmiyum tolerans indeksi minimum 9.3 ve maksimum 32.2 mg kg^{-1} olarak belirlenmiştir.

Citterio ve ark. (2003), sırasıyla 27, 74 ve 126 $\mu\text{g g}^{-1}$ Cd, Ni ve Cr (S1) ve 82, 115 ve 139 $\mu\text{g g}^{-1}$ Cd, Ni ve Cr (S2) içeren iki toprak örneğinde; Cd, Ni ve Cr'un *Cannabis sativa* L. tohumlarındaki birikimi ve ağır metallere etkisi üzerine bir çalışma yapmışlardır. Elde edilen sonuçlara göre tohum çimlenmesi, sürgün-kök uzunlukları, sürgün-kök yaş ağırlıkları S2 yani 82, 115 ve 139 $\mu\text{g g}^{-1}$ Cd, Ni ve Cr (S2) içerikli toprakta düşüş olduğunu gözlemlemişlerdir.

El-Ghamery ve ark. (2003), *Triticum aestivum* ve *Nigella sativa* türlerine ait tohumları 6, 12, 18 ve 24 saatlik sürelerde çinkonun 0, 5, 10, 15, 20 ve 25 mg L^{-1} dozları ile muamele etmiş ve kullanılan bu doz ve sürelerin tohum çimlenmesi ve kök büyümesi üzerine etki düzeylerini belirlemek amacıyla bir araştırma yapmışlardır. Çalışmaya göre; artan çinko dozlarında *Triticum aestivum* ve *Nigella sativa*'da çimlenmelerin olumsuz etkilendiği, kök ve tane büyümesinin sınırlandığı belirlenmiştir. *N. sativa* tohumlarının 25 mg L^{-1} çinko dozunda 6 saatlik sürede çimlenme oranı % 75 iken, bu oran 24 saatlik sürede % 13'lere kadar gerilemiştir.

Kopyra ve Gwozdz (2003), kurşun ve kadmiyumun engelleyici etkisini yok etmek için yapılan bir çalışmada *Lupinus luteus* türü test edilmiştir. Çalışmada *Lupinus luteus* türüne ait tohumların çimlenmesini teşvik etmek ve kök gelişimini artırmak üzere metallere birlikte Sodium Nitroprusside (SNP) kombine kullanılmıştır. Denemede

tohumlar 24 saat boyunca SNP ile beraber ve ayrı ayrı kurşun ve kadmiyumla çimlendirilmeye bırakılmıştır. Tohumların çimlenme oranında kurşun (1500 μM) + SNP ve Cd (50 μM) + SNP uygulamalarında önemli olumlu etkiler gözlemlenmiştir. SNP'nin birlikte kullanılmadığında ortamlarda ise denemeye konu yapılan metallerin çimlenme oranı özelliğinde önemli azalmalar kaydedilmiş; benzer şekilde kök uzunluklarında da önemli düşüşler ortaya çıkmıştır.

Murch ve ark. (2003), nikel konsantrasyonlarının *Hypericum perforatum* L. türüne ait tohumlarına uyguladığında; çimlenme oranı özelliği üzerine etkileri belirlenmeye çalışılmıştır. Çalışmada kontrol bitkilerde tohum çimlenmesinin % 80 ve çimlenen tohumlarda kök ve sürgün oluşumun 2 haftada gerçekleştiği, 25-50 mmol L^{-1} nikel uygulandığında çimlenmenin % 58 - % 63 ve sürgün büyümesinin % 40 oranında gerçekleştiği ve nikelin çimlenme ve büyüme özellikleri üzerine önemli olumsuz etkilerinin olduğu belirlenmiştir.

Parida ve ark. (2003), nikelin olumsuz etkilerinin belirlenmesine yönelik bir araştırmada 0, 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90, 100, 150, 200, 250 ve 300 mg kg^{-1} dozları kullanarak *Trigonelle corniculata* L.'nin büyümesi ve mineral kompozisyonundaki değişimlerinin incelenmesi yoluna gidilmiştir. Araştırmacılar yapılan çalışmalar sonucunda bu türde büyüme ve gelişimin 10 ile 20 mg kg^{-1} nikel uygulanan bitkilerde normal olduğunu hatta kontrol bitkilerine oranla daha iyi durumda olduklarını belirtmişlerdir. Dozun 20 mg kg^{-1} 'in üzerine çıkması ile düşüşlerin başladığı özellikle 40 mg kg^{-1} nikel dozundan itibaren bu düşüşlerin şiddetlendiği, daha yüksek nikel seviyelerinde ise büyüme ve gelişiminin neredeyse durma düzeyine ulaşacak derecede kök gelişiminde sınırlamaların gözlemlendiğini bildirmişlerdir.

Li ve ark. (2005), ağır metallerden Hg, Cd, Cu, Pb ve Zn'nun *Arabidopsis thaliana*'ın tohum çimlenme ve erken fide gelişme döneminde etkileri incelenen araştırmada; çimlenme oranı civarın kontrolünde % 100 iken 1 mM'ünde % 25'e kadar inmiş, kadmiyumun 4 mM'de % 60 olan çimlenme oranı, 7 mM'de % 40'a düşmüştür. Çimlenme oranı çinko için 100 mM'de % 60 ve 150 mM'de % 25 olarak; bakır için 50 mM'de % 75, 100 mM'de % 30 ve 150 mM'de % 25 ve son olarak 200 mM'de ise % 0 olduğunu görmüşlerdir. Kurşun da ise çimlenme oranları ise 100 mM'de % 30'a ve 150 mM' de ise % 25 şeklindedir.

Mencik (2005), bor, bakır, kobalt, mangan, molibden ve çinko'nun artan dozlarının domatesteki çimlenme ve fide gelişimi üzerine etkileri belirlemek amacıyla bir deneme yürütmüştür. Bu çalışmaya göre; molibden dışında denemede kullanılan diğer ağır metallerin domates tohumlarının çimlenme özellikleri üzerine olumsuz etkilerinin bulunduğunu; tohumlarda çimlenme süresinde uzamalar ve çimlenme oranında önemli azalmaların olduğu sonuçlarına ulaştığını rapor etmektedir.

Jamal ve ark. (2006), buğday çeşitlerinden Anmol ve Kiran'ın tohumlarını ağır metallerden Al ve Cr'un değişik konsantrasyonlarda (40, 80, 120 ve 160 ppm) muamele etmişler; çimlenme oranı ve fide gelişimi üzerine olası toksik etkilerini araştırmışlardır. Tohumlarda çimlenme ve fidelerde kök ve sürgün uzunluğu üzerine yapılan gözlemlerde, her iki çeşitte de kontrol grubuna oranla düşüşler gözlenmiş, metallerin bu özellikleri olumsuz etkilerinin bulunduklarını kaydetmişlerdir.

Cheng ve ark. (2008), pirinçte Cd birikimi, Cd dozlarının tohum çimlenmesi ve büyümesine etkisi ve genetik çeşitlilik üzerine etkisi araştırmışlardır. Bu araştırmada 12 adet Japon pirinç genotipi ve 3 adet kadmiyum dozu (0.5 mM, 2.5 mM ve 10 mM) kullanılmıştır. Yapılan çalışmada; 0.5 mM Cd dozunun pirinç genotiplerinde çimlenmeyi teşvik edici olduğu, ancak 2.5 ve 10 mM dozun çimlenmeyi ciddi bir şekilde yavaşlattığı belirtilmiştir. Dozun 10 mM çıkartılmasıyla çok az sayıda genotip çimlenirken, çimlenen bazı genotiplerin fide aşamasında öldüğünü görmüşlerdir. Cd kullanımının çimlenme, erken fide büyümesi ve filizlenmede en fazla çimlenme döneminde olumsuz etki yaptığını saptamışlardır. Bu olumsuz etkinin 2.5 mM Cd dozunda en çok çimlenme oranında gerilemeye neden olduğunu gözlemlemişlerdir.

3. MATERYAL VE METOD

Canlılarda zararlanmalara sebep olan Cd, Cr, Ni ve Pb metallerinin, değişik sebze tür tohumlarının çimlenme kabiliyetleri üzerine etkisini belirlemeye yönelik olarak yürütülen bu araştırma, 2008 yılında Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümüne ait laboratuvarında yürütülmüştür.

3.1. Materyal

Denemede bitkisel materyal olarak Çizelge 3.1’de verilen ekonomik önemi yüksek yazlık sebze türlerine ait çeşitlerin tohumları kullanılmıştır.

Çizelge 3.1. Araştırmaya konu olan bitkisel materyal

Sebze Türü	Latince	Familya	Çeşit	Temin Edildiği Yer
Domates	<i>Lycopersicon esculentum</i> Mill.	<i>Solanaceae</i>	Falcon	May Tohumculuk
Biber	<i>Capsicum annum</i> L.	<i>Solanaceae</i>	Serademre8	May Tohumculuk
Patlıcan	<i>Solanum melongena</i> L.	<i>Solanaceae</i>	Kemer	May Tohumculuk
Hıyar	<i>Cucumis sativus</i> L.	<i>Cucurbitaceae</i>	Armada F1	Petoseed
Kabak	<i>Cucurbita pepo</i> L.	<i>Cucurbitaceae</i>	Sakız	Biotek tohumculuk
Karpuz	<i>Citrullus lunatus</i> (Thunb.) Mansf.	<i>Cucurbitaceae</i>	Candan F1	Multi Tohumculuk
Kavun	<i>Cucumis melo</i> L.	<i>Cucurbitaceae</i>	Ananas	Küçük ÇiflikTohumculuk
Bamya	<i>Abelmoschus esculentus</i> L.	<i>Malvaceae</i>	Sultani	Biotek tohumculuk
Fasulye	<i>Phaseolus vulgaris</i> L.	<i>Leguminoseae</i>	Strike	May Tohumculuk
Mısır	<i>Zea mays</i> L.	<i>Gramineae</i>	Akdeniz	Bataem

3.2. Metod

Çimlenme denemelerinde her sebze türü ayrı ayrı değerlendirmeye alınmıştır. Öncelikle tohumlar, olası hastalıkların önüne geçilebilmesi için 5 dakika % 5’lik NaClO (hypo) içerisinde bekletilmiş ardından 3 defa steril saf sudan geçirilerek, dezenfekte edilmiştir. Bu işlemi, tohumların kurutma kağıdı arasında bekletilerek nemi alınması izlemiştir. Ardından sebze türlerinin sağlam ve benzer büyüklükteki tohumları petri kaplarına yerleştirilmiştir. Tohumları yerleştirmede, kaplara konulan iki kat kağıt havlu arasında kalmaları ve birbirine temas etmemeleri esas alınmıştır. Petri kaplarına koyulan tohum sayıları Cd denemesinde domates, biber, hıyar, karpuz ve bamya için 25 adet ve patlıcan, kabak, kavun, fasulye ve mısır için 20 adet; Cr ve Ni denemelerinde domates, biber, patlıcan, hıyar, karpuz ve bamya için 25 adet ve kabak, kavun, fasulye ve mısır için 20 adet; Pb denemesinde domates, biber, patlıcan, hıyar, karpuz, bamya ve mısır için 25 adet ve kabak, kavun ve fasulye için 20 adet olarak alınmıştır.

Çalışma her petri kabı (10 cm çaplı) bir tekerrür olacak şekilde, üç tekerrürlü olarak “Tesadüf Parselleri Deneme Desenine” göre kurulmuştur.

Deneme faktörlerini, kaplardaki sebze tohumlarına, her türün gereksinimine göre üç-dört gün aralıklarla ve toplamda iki-üç kez olacak şekilde 5 ml hacminde uygulanan Cd, Cr, Ni ve Pb’nin farklı konsantrasyonları oluşturmuştur (Çizelge 3.2). Tüm denemelerde metal karışımli sıvıların pH düzeyleri 6.5 olarak ayarlanmış; bunun için HCl ve NH₄OH’ten yararlanılmıştır.

Metal uygulama dozları, daha önceki araştırmacıların, ağır metallerin farklı bitki türlerinin tohum çimlenmesi üzerine etkilerinin test edildiği çalışmalarda kullandıkları konsantrasyonlar ve yaptığımız ön çalışmalarda elde edilen konsantrasyonlar göz önünde bulundurularak belirlenmiştir.

Çizelge 3.2. Denemeye konu olan ağır metaller ve kullanılan konsantrasyonlar (mg L⁻¹)

Düzey	Cd	Cr	Ni	Pb
	3CdSO ₄ .8H ₂ O	CrCl ₃ .6H ₂ O	NiCl ₂ .6H ₂ O	Pb(NO ₃) ₂
Kontrol	0 (0.000)	0 (0.000)	0 (0.000)	0 (0.000)
Çok Aşırı Düşük	2.5 (0.005)	25 (0.012)	25 (0.101)	
Aşırı Düşük	5 (0.011)	50 (0.256)	50 (0.202)	
Çok Düşük	10 (0.022)	75 (0.384)	75 (0.303)	
Düşük	20 (0.045)	100 (0.512)	100 (0.405)	100 (0.159)
Orta	40 (0.091)	200 (1.024)	200 (0.809)	200 (0.319)
Yüksek	80 (0.182)	400 (2.049)	400 (1.619)	400 (0.639)
Çok Yüksek	160 (0.365)	800 (4.099)	800 (3.239)	800 (1.279)
Aşırı Yüksek	320 (0.730)	1600 (8.198)	1600 (6.479)	
Çok Aşırı Yüksek	640 (1.461)		2000 (8.099)	

*Parantez içerisindeki rakamlar, bileşikten g olarak alınan miktarı göstermektedir. Tüm ağır metaller Sigma kaynaklıdır.

Çimlendirme kapları içerisine yerleştirilen tohumlar, 25±1°C sıcaklığa sahip olan bir inkübatör içerisinde karanlıkta 10 gün süre ile çimlenmeye bırakılmış; çimlenme denemelerinde sayımlar, günlük olarak gerçekleştirilmiştir. Tohum çimlenmesinde radikulanın kabuktan 2 mm çıkması yeterli kriter olarak alınmıştır.

3.3. İncelenen Özellikler

Denemede tüm sebze türlerine ait tohumların çimlenmesi üzerine ele alınan metallerin etkileri ile ilgili özelliklerin belirlenmesinde; Jalink ve Van Der Schoor (2000), Al-Maskri ve ark. (2004), Li ve ark. (2007) ve Mercedes ve ark. (2007) tarafından kullanılan aşağıdaki eşitliklerden yararlanılmıştır.

$$G\text{-max} = \text{Çimlenme Oranı (\%)} = (G/T) \times 100$$

$$G\text{-ind} = \text{Çimlenme İndeksi} = (1. \text{ günde } G\text{-max} / Dt1) + (2. \text{ günde } G\text{-max} / Dt2) + \dots + (n. \text{ günde } G\text{-max} / Dtn)$$

$$T\text{-mean} = \text{Ortalama Çimlenme Süresi (gün)} = [(1. \text{ günde } G \times 1. \text{ gün}) + (2. \text{ günde } G \times 2. \text{ gün}) + \dots + (n. \text{ günde } G \times n. \text{ gün})] / \text{Toplam } G$$

T10 (gün)= Çimlenen tohumların % 10'unun çimlenmesi için geçen süre

T25 (gün)= Çimlenen tohumların % 25'inin çimlenmesi için geçen süre

T50 (gün)= Çimlenen tohumların % 50'sinin çimlenmesi için geçen süre

T75 (gün)= Çimlenen tohumların % 75'inin çimlenmesi için geçen süre

T90 (gün)= Çimlenen tohumların % 90'ının çimlenmesi için geçen süre

G75-25= Çimlenme 75-25 Üniıormluk İndeksi (gün)= Çimlenen tohumların % 75 ile % 25'inin çimlenmesi için geçen süre arasındaki zaman

G90-10= Çimlenme 90-10 Üniıormluk İndeksi (gün)= Çimlenen tohumların % 90 ile % 10'unun çimlenmesi için geçen süre arasındaki zaman

Eşitliklerde,

G: Çimlenen tohum sayısını,

T: Kullanılan toplam tohum sayısını,

Dt: Sayım gününü

n: Son sayım gününü göstermektedir.

3.4. Sonuçların Değerlendirilmesi

Çalışmada elde edilen verilere F testi ile varyans analizi uygulanmış; ortalamalar arasındaki farklılıkların karşılaştırılmasında LSD testi kullanılmıştır. Çimlenme oranlarının istatistiki analizinde açı transformasyonu verileri kullanılmıştır. İstatistiki analizlerde COSTAT bilgisayar paket programından yararlanılmıştır.

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

4.1. Bulgular

Araştırmada kadmiyum (Cd), krom (Cr), nikel (Ni) ve kurşun (Pb)'un, bitkisel materyal olarak ele alınan *Solanaceae* familyasından domates, biber ve patlıcan; *Cucurbitaceae* familyasından kabak, karpuz, kavun ve hıyar; *Malvaceae* familyasından bamya; *Leguminoseae* familyasından fasulye; *Gramineae* familyasından mısır türlerinde çimlenme oranı, çimlenme indeksi ve çimlenme süresi üzerine etkileri belirlenmiş ve elde edilen bulgular başlıklar halinde sıralanmıştır.

4.1.1. Kadmiyum

4.1.1.1. Domates

Kadmiyumun farklı dozlarının domates tohumlarının çimlenme oranı (G-max), çimlenme indeksi (G-ind) ve çimlenme süresi ile ilgili (T50, T-mean, G75-25 ve G90-10) özellikler üzerine etkileri Çizelge 4.1 ve Çizelge 4.2'de sunulmuştur.

Çizelge 4.1. Farklı kadmiyum (Cd) dozlarının domates tohumlarının G-max (Çimlenme oranı-%) ve G-ind (Çimlenme İndeksi) üzerine etkisi

Kadmiyum (mg L ⁻¹)	G-max	G-ind
0	100 (90)	31.00
2.5	99 (86)	30.60
5	99 (86)	30.67
10	97 (82)	30.40
20	93 (78)	27.82
40	95 (77)	26.77
80	95 (79)	26.32
160	92 (74)	24.72
320	81 (65)	14.50
640	80 (64)	13.43
P	0.01	0.001
LSD _{0.05}	11.65	2.37

Parantez içindeki rakamlar, açılı dönüşüm değerleridir.

Çizelge 4.1'deki veriler incelendiğinde, kadmiyum dozların domatestte çimlenme oranı üzerine etkisi $p < 0.01$ ve çimlenme indeksi üzerine etkisi $p < 0.001$ düzeyinde önemli bulunmuştur. En yüksek G-max, kontrol uygulamasında görülmüştür. Kadmiyum dozlarındaki artış ile G-max değerlerinde azalma meydana gelmiş; azalmanın 80 mg L⁻¹ Cd dozuna kadar düşük, bu dozdan sonra belirgin bir şekilde olduğu görülmektedir. En düşük G-max değerleri ise aralarında istatistiki bir fark bulunmayan 320 ve 640 mg L⁻¹ Cd dozlarından elde edilmiştir. Çimlenme çalışmalarında G-max'a göre daha belirgin sonuçların elde edildiği G-ind değerlerine göre kontrolle birlikte aynı grupta yer alan 2.5, 5 ve 10 mg L⁻¹ Cd dozları en yüksek değerleri vermiştir. Cd dozunun 20 mg L⁻¹ ye çıkartılması ile G-ind değerleri azalmaya başlamıştır. Bunun ardından 40 ve 80 mg L⁻¹ Cd ve ayrı bir grupta yer alan 160 mg L⁻¹ Cd dozları sıralanmıştır. Kadmiyum dozlarındaki

artışın domates tohumlarındaki G-ind değerlerine olumsuz etkisi aynı istatistiki grubun birer üyesi olan 320 ve 640 mg L⁻¹ dozlarında en üst düzeye çıkmış; bu dozlarda G-ind değerleri sırasıyla 14.50 ve 13.43'e kadar gerilemiştir.

Çizelge 4.2. Farklı kadmiyum (Cd) dozlarının domates tohumlarının çimlenme süresi (gün) üzerine etkisi

Kadmiyum (mg L ⁻¹)	T50	T-mean	G75-25	G90-10	T10	T25	T75	T90
0	3.00	3.28	0.67	1.00	3.00	3.00	3.67	4.00
2.5	3.00	3.28	0.67	1.00	3.00	3.00	3.67	4.00
5	3.00	3.27	0.67	1.00	3.00	3.00	3.67	4.00
10	3.00	3.27	0.33	1.00	3.00	3.00	3.33	4.00
20	3.33	3.45	0.67	1.00	3.00	3.00	3.67	4.00
40	3.33	3.70	1.33	1.33	3.00	3.00	4.33	4.33
80	3.33	3.92	1.33	2.67	3.00	3.00	4.33	5.67
160	3.67	4.08	1.33	2.67	3.00	3.00	4.33	5.67
320	6.00	5.87	1.67	3.00	4.00	5.00	6.67	7.00
640	6.00	6.22	2.00	3.00	4.67	5.00	7.00	7.67
P	0.001	0.001	0.01	0.01				
LSD _{0.05}	0.60	0.27	0.84	1.18				

Çizelge 4.2'ye göre, T50 ve T-mean p<0.001 düzeyinde ve üniformluk indeks değerleri de p<0.01 düzeyinde önemli çıkmıştır. İstatistiki değerlendirmeler T50 süresinin kadmiyumun 160 mg L⁻¹ dozuna kadar etkilenmediğini; 320 ve 640 mg L⁻¹ Cd dozlarında ise 6.00 güne kadar ulaşan bir gecikmeye neden olduğunu ortaya koymuştur. Ortalama çimlenme süresi, kadmiyum artan tüm dozlarından olumsuz etkilenmiş; etkilenme düzeyi aynı grupta yer alan 80 ve 640 mg L⁻¹ arasındaki Cd dozlarında en yüksek düzeye ulaşmıştır. G75-25 çimlenme üniformluk indeks değeri en iyi kontrol ve 20 mg L⁻¹ Cd dozlarına kadar ki uygulamalarda elde edilmiştir. Bunu aynı grupta yer alan kontrol, 40 ve 320 mg L⁻¹ arasında kalan kadmiyum dozları izlemiştir. En olumsuz etkiyi 640 mg L⁻¹ Cd dozu yapmıştır. Domates tohumlarının G90-10 çimlenme üniformluk indeks değerleri kontrolle birlikte aynı grupta yer alan ve 40 mg L⁻¹ kadar olan kadmiyumun dozlarından etkilenmemiştir. Kadmiyumun G90-10 üzerine olumsuz etkisi 80 ve 640 mg L⁻¹ arasındaki dozlarda bir hayli belirgin olmuştur.

4.1.1.2. Biber

Araştırmada biber tohumları üzerine uygulanan kadmiyumun farklı dozlarının çimlenme oranı, çimlenme indeksi ve çimlenme süresine etkileri Çizelge 4.3 ve Çizelge 4.4'te gösterilmiştir.

Çizelge 4.3'teki veriler incelendiğinde, biber tohumlarındaki en yüksek çimlenme oranının, kadmiyumun 2.5 mg L⁻¹ dozunda elde edildiği anlaşılmaktadır. Bunu kontrol ve aynı grupta yer alan 5-40 mg L⁻¹ kadmiyum dozlarının bulunduğu grup izlemiştir. G-max değerleri 80 ve 160 mg L⁻¹ Cd dozlarında daha da azalmış; 320 ve 640 mg L⁻¹ dozlarında en düşük değerlere ulaşmıştır. Çimlenme indeksinde de en yüksek değere 2.5 mg L⁻¹ Cd dozunda ulaşmıştır. Kontrolle aynı grupta yer alan 5 ve 10 mg L⁻¹ kadmiyum bunu

izlemiştir. G-ind değerlerinin, en fazla 320 ve 640 mg L⁻¹ kadmiyum dozlarından etkilendiği saptanmıştır. Diğer konsantrasyonlar aradaki sıralarda yer almıştır.

Çizelge 4.3. Farklı kadmiyum (Cd) dozlarının biber tohumlarının G-max (Çimlenme oranı-%) ve G-ind (Çimlenme İndeksi) üzerine etkisi

Kadmiyum (mg L ⁻¹)	G-max	G-ind
0	92 (74)	19.34
2.5	93 (78)	20.16
5	88 (70)	19.16
10	84 (68)	17.53
20	88 (70)	18.35
40	85 (68)	17.48
80	83 (65)	17.20
160	79 (63)	15.11
320	21 (27)	2.94
640	21 (27)	2.69
P	0.001	0.001
LSD _{0.05}	9.85	2.23

Parantez içindeki rakamlar, açılı dönüşüm değerleridir.

Çizelge 4.4. Farklı kadmiyum (Cd) dozlarının biber tohumlarının çimlenme süresi (gün) üzerine etkisi

Kadmiyum (mg L ⁻¹)	T50	T-mean	G75-25	G90-10	T10	T25	T75	T90
0	5.00	5.04	1.67	3.00	3.33	4.00	5.67	6.33
2.5	5.00	4.90	1.67	2.67	3.33	4.00	5.67	6.00
5	4.67	4.84	1.33	3.00	3.33	4.00	5.33	6.33
10	5.00	5.03	1.67	2.33	4.00	4.00	5.67	6.33
20	5.00	5.07	1.33	3.00	3.67	4.00	5.33	6.67
40	5.00	5.18	1.67	3.00	3.67	4.33	6.00	6.67
80	5.00	5.07	1.67	3.00	3.67	4.00	5.67	6.67
160	5.33	5.52	2.00	3.33	4.00	4.00	6.00	7.33
320	7.00	7.49	2.00	3.33	5.67	6.00	8.00	9.00
640	7.67	8.04	1.67	2.33	7.00	7.00	8.67	9.33
P	0.001	0.001	öd	öd				
LSD _{0.05}	0.56	0.44						

Çizelge 4.4'deki verilerden, ortalama ve yarı çimlenme süresi en kısa 5 mg L⁻¹ dozunda kaydedilmiştir. Her iki özellikte bunu içerisinde kontrolünde bulunduğu 2.5'tan 80 mg L⁻¹ Cd dozuna kadar aralarında istatistiki bir farkın saptanamadığı grup izlemiştir. T50 ve T-mean değerleri 160 mg L⁻¹ belirgin bir şekilde azalmaya başlamış; 320 ve 640 mg L⁻¹ dozlarında en uzun sürede gerçekleşmiştir.

4.1.1.3. Patlıcan

Yapılan istatistiki analizlerle artan kadmiyum dozlarının patlıcan tohumlarının çimlenme oranı ve çimlenme indeksi Çizelge 4.5'de, çimlenme süresine etkisi ise Çizelge 4.6'da verilmiştir.

Çizelge 4.5. Farklı kadmiyum (Cd) dozlarının patlıcan tohumlarının G-max (Çimlenme oranı-%) ve G-ind (Çimlenme İndeksi) üzerine etkisi

Kadmiyum (mg L ⁻¹)	G-max	G-ind
0	98 (86)	21.27
2.5	93 (78)	19.10
5	92 (76)	18.24
10	92 (77)	16.80
20	88 (71)	15.44
40	83 (67)	17.13
80	62 (52)	10.65
160	70 (57)	9.98
320	32 (34)	4.63
640	33 (35)	4.92
P	0.001	0.001
LSD _{0.05}	16.14	3.48

Parantez içindeki rakamlar, açılı dönüşüm değerleridir.

Çizelge 4.5'e göre patlıcan tohumlarında en yüksek çimlenme oranı kontrol uygulamasında görülmüştür. Bunu 2.5 ile 10 mg L⁻¹ arasındaki kadmiyum dozları izlemiştir. En düşük G-max değerleri ise 320 ve 640 mg L⁻¹ Cd uygulamalarında bulunmuştur. Patlıcan tohumlarındaki kadmiyum dozlarının artışı çimlenme indeksi üzerine de olumsuz etki yapmıştır. Kontrolde 21.27 olan indeks değeri 2.5 ve 5 mg L⁻¹ dozlarından itibaren düşmeye başlamış; 10 ve 40 mg dozları arasında daha da artmış, 80 ve 160 mg L⁻¹ dozlarında belirginleşmiştir. G-ind değerlerinin kadmiyum dozlarından olumsuz etkilenmesi 320 mg L⁻¹ ve 640 mg L⁻¹ dozlarında en en üst düzeye çıkmıştır.

Çizelge 4.6. Farklı kadmiyum (Cd) dozlarının patlıcan tohumlarının çimlenme süresi (gün) üzerine etkisi

Kadmiyum (mg L ⁻¹)	T50	T-mean	G75-25	G90-10	T10	T25	T75	T90
0	4.67	4.97	1.67	3.00	3.33	4.00	5.67	6.33
2.5	5.00	5.23	2.00	3.00	3.67	4.00	6.00	6.67
5	5.00	5.42	1.67	3.00	3.67	4.67	6.33	6.67
10	5.67	5.93	2.00	4.00	3.67	4.67	6.67	7.67
20	6.00	6.23	2.33	4.33	4.00	5.00	7.33	8.33
40	5.33	5.33	2.33	4.33	3.00	3.67	6.00	7.33
80	6.00	6.20	2.33	4.00	4.33	4.67	7.00	8.33
160	7.00	7.34	2.33	4.00	5.00	6.33	8.67	9.00
320	6.67	7.29	3.33	4.33	5.00	5.33	8.67	9.33
640	6.67	7.24	4.00	4.67	5.00	5.00	9.00	9.67
P	0.001	0.001	0.01	0.05				
LSD _{0.05}	0.72	0.60	1.03	1.27				

Çizelge 4.6'da patlıcan tohumlarında kontrol uygulaması T50'de en iyi durumda iken, kadmiyumun 2.5 ve 5 mg L⁻¹ dozundan itibaren artışı kötü etkide bulunmaya başlamıştır. Bu olumsuz etki 80 mg L⁻¹ kadmiyum dozunda 7.00 gün süre en yüksek düzeye ulaşmış; 160 ve 320 mg L⁻¹ Cd dozlarında da oldukça kuvvetli bulunmuştur. T-mean değerleri kontrolle birlikte aynı istatistiki grubu paylaşan 2.5 mg L⁻¹ cd dozunda en

kısa sürede gerçekleşmiştir. Ortalama çimlenme süreleri aynı gruptaki 5 ve 10 mg L⁻¹ dozlarından itibaren düşüş göstermiştir. En uzun çimlenme sürelerine 80, 160 ve 320 mg L⁻¹ Cd dozlarında rastlanmıştır. En kısa G75-25 uniformluk indeks değerleri aynı grubun birer kontrol, 2.5, 5 ve 10 mg L⁻¹ Cd dozlarından elde edilmiştir. Bu grubu içerisinde 20, 40, 80 ve 160 mg L⁻¹ Cd dozlarının yer aldığı grup izlemiştir. En uzun G75-25 değerleri sırasıyla 3.33 gün ile 320 mg L⁻¹ ve 4.00 gün ile 640 mg L⁻¹ kadmiyum dozlarında görülmüştür. G90-10 uniformluk indeks değerleri kontrol ile aynı sınıfta yer alan 2.5 ve 5 mg L⁻¹ kadmiyum uygulamalarında çıkarken; bunu 10 ile 320 mg L⁻¹ Cd dozlarının bulunduğu grup izlemiştir. En uzun G90-10 süresi ise 640 mg L⁻¹ Cd uygulamasında saptanmıştır.

4.1.1.4. Hıyar

Farklı dozlardaki kadmiyumun hıyar tohumlarında, çimlenme oranı, çimlenme indeksi ve çimlenme süresine etkileri Çizelge 4.7 ve Çizelge 4.8’de sunulmuştur.

Çizelge 4.7. Farklı kadmiyum (Cd) dozlarının hıyar tohumlarının G-max (Çimlenme oranı-%) ve G-ind (Çimlenme İndeksi) üzerine etkisi

Kadmiyum (mg L ⁻¹)	G-max	G-ind
0	95 (79)	43.36
2.5	96 (81)	42.10
5	93 (76)	39.41
10	93 (76)	39.41
20	92 (74)	37.88
40	89 (72)	39.91
80	88 (70)	37.51
160	88 (70)	36.95
320	84 (67)	31.53
640	85 (68)	25.67
P	öd	0.001
LSD _{0.05}		5.85

Parantez içindeki rakamlar, açılı dönüşüm değerleridir.

Çizelge 4.7’deki veriler incelendiğinde, kadmiyum dozlarının hıyar tohumlarının çimlenme oranına etkisinin olmadığı anlaşılmaktadır. Çimlenme indeksi çimlenme oranına kıyasla daha belirgin değerlere sahiptir. Çimlenme indeksi ise kadmiyumdan kontrolle birlikte aynı grupta yer alan 40 mg L⁻¹ dozu dahil tüm uygulamalardan etkilenmemiştir. Çimlenme indeksi aynı grubun birer üyesi olan 80 ve 160 mg L⁻¹ azalmaya başlamış, azalma 320 mg L⁻¹ dozunda belirginleşmeye başlamış ve 25.67 ile 640 mg L⁻¹ dozunda en düşük düzeye gerilemiştir.

Hıyar tohumlarının farklı kadmiyum dozları ile muamelesi sonucu elde edilen verilere göre T50, 20 mg L⁻¹ Cd dozu dışında kontrol ile birlikte bulunan 160 mg L⁻¹ Cd dozu dahil etkilenmemiştir. Ancak çimlenme yarılanma süresi kadmiyumun 320 mg L⁻¹ dozunda 2.67 gün ve 640 mg L⁻¹ dozunda 3.33 güne kadar gerilemiştir. En kısa çimlenme süresi kontrolde bulunmuştur. Bunu kadmiyumun 80 mg L⁻¹ dozlarının bulunduğu grup izlemiştir. T-mean süresi 160 ve 320 mg L⁻¹ Cd dozlarında daha da uzamış; gecikme 3.67 gün ile 640 mg L⁻¹ Cd dozunda en üst düzeye ulaşmıştır (Çizelge 4.8).

Çizelge 4.8. Farklı kadmiyum (Cd) dozlarının hıyar tohumlarının çimlenme süresi (gün) üzerine etkisi

Kadmiyum (mg L ⁻¹)	T50	T-mean	G75-25	G90-10	T10	T25	T75	T90
0	2.00	2.43	0.33	2.00	2.00	2.00	2.33	4.00
2.5	2.00	2.61	0.67	2.33	2.00	2.00	2.67	4.33
5	2.00	2.72	1.00	2.33	2.00	2.00	3.00	4.33
10	2.00	2.74	1.00	2.00	2.00	2.00	3.00	4.00
20	2.33	2.87	1.00	2.67	1.67	2.00	3.00	4.33
40	2.00	2.83	1.00	3.00	1.33	2.00	3.00	4.33
80	2.00	2.85	0.67	2.33	2.00	2.00	2.67	4.33
160	2.00	2.97	1.00	2.67	2.00	2.00	3.00	4.67
320	2.67	3.08	1.00	2.67	2.33	2.33	3.33	5.00
640	3.33	3.67	1.00	3.00	2.33	3.00	4.00	5.33
P	0.001	0.01	öd	öd				
LSD _{0.05}	0.50	0.47						

4.1.1.5. Kabak

Kabak tohumlarının çimlenme oranı, çimlenme indeksi ve çimlenme süresi özelliklerinin kadmiyum uygulamalarından etkilenme durumları Çizelge 4.9 ve Çizelge 4.10'da verilmiştir.

Çizelge 4.9. Farklı kadmiyum (Cd) dozlarının kabak tohumlarının G-max (Çimlenme oranı-%) ve G-ind (Çimlenme İndeksi) üzerine etkisi

Kadmiyum (mg L ⁻¹)	G-max	G-ind
0	90 (72)	40.00
2.5	92 (74)	39.69
5	88 (70)	38.81
10	88 (70)	36.20
20	87 (69)	36.67
40	85 (68)	36.03
80	87 (72)	34.35
160	80 (64)	31.64
320	73 (60)	13.03
640	47 (43)	8.35
P	0.01	0.001
LSD _{0.05}	13.74	6.01

Parantez içindeki rakamlar, açılı dönüşüm değerleridir.

Çizelge 4.9'dan elde edilen gözlemlere bakıldığında, kabak tohumlarındaki çimlenme oranının, 640 mg L⁻¹ kadmiyum dozu dışında kalan kontrol dahil tüm kadmiyum uygulamalarından etkilenmediği saptanmıştır. Çimlenme indeksinde en yüksek değerler kontrol ve 2.5 mg L⁻¹ kadmiyum dozunda bulunmuştur. Bunların ardından 5 mg L⁻¹ Cd ve 10-40 mg L⁻¹ kadmiyum dozlarının bulunduğu grup gelmiştir. İstatistiksel olarak aynı grubu paylaşan 160 ve 640 mg L⁻¹ kadmiyum dozlarında ise en düşük değerler elde edilmiştir.

Çizelge 4.10. Farklı kadmiyum (Cd) dozlarının kabak tohumlarının çimlenme süresi (gün) üzerine etkisi

Kadmiyum (mg L ⁻¹)	T50	T-mean	G75-25	G90-10	T10	T25	T75	T90
0	2.00	2.44	0.67	1.00	2.00	2.00	2.67	3.00
2.5	2.00	2.54	0.67	1.33	2.00	2.00	2.67	3.33
5	2.00	2.51	1.00	1.33	2.00	2.00	3.00	3.33
10	2.67	2.85	0.67	1.67	2.00	2.00	2.67	3.67
20	2.00	2.66	1.00	1.33	2.00	2.00	3.00	3.33
40	2.33	2.65	0.67	1.33	2.00	2.00	2.67	3.33
80	2.67	2.80	1.00	2.00	2.00	2.00	3.00	4.00
160	2.33	2.79	1.00	2.00	2.00	2.00	3.00	4.00
320	5.67	5.87	1.67	3.00	4.33	5.00	6.67	7.33
640	5.67	5.94	2.33	3.67	4.00	4.33	6.67	7.67
P	0.001	0.001	0.01	0.01				
LSD _{0.05}	0.80	0.60	0.80	1.08				

Çizelge 4.10'daki verilere göre T50 ve T-mean özelliklerinin, kadmiyumun 160 mg L⁻¹ dozu dahil tüm uygulamalardan etkilenmediği; ancak 320 ve 640 mg L⁻¹ kadmiyum dozlarında 5 günün üzerinde gerilemelere neden olduğu görülebilmektedir. G75-25 uniformluk indeks değerlerinde kontrol ile 2.5, 10 ve 40 mg L⁻¹ kadmiyum dozları arasında bir fark bulunamamıştır. Bunu 5, 20, 80 ve 160 mg L⁻¹ kadmiyum dozlarının bulunduğu grup izlemiştir. Bu iki grubun ardından 1.67 gün ile 320 ve 2.33 gün ile 640 mg L⁻¹ kadmiyum dozları gelmiştir. G90-10 uniformluk indeks özelliği kontrolle kıyaslandığında, 40 mg L⁻¹ kadmiyum dozu dahil olan uygulamalardan etkilenmemiştir. Bu grubu 2.00 gün ile 80 ve 160 mg L⁻¹ kadmiyum dozları takip etmiştir. En uzun G90-10 süreleri 320 mg L⁻¹ Cd (3.00 gün) ve 640 mg L⁻¹ Cd (3.67 gün) dozlarında görülmüştür.

4.1.1.6. Karpuz

Farklı konsantrasyonlarda yapılan kadmiyum uygulamalarının karpuzda çimlenme oranı, çimlenme indeksi ve çimlenme süresine etkilerine ilişkin elde edilen veriler Çizelge 4.11 ve Çizelge 4.12'de özetlenmiştir.

Çizelge 4.11. Farklı kadmiyum (Cd) dozlarının karpuz tohumlarının G-max (Çimlenme oranı-%) ve G-ind (Çimlenme İndeksi) üzerine etkisi

Kadmiyum (mg L ⁻¹)	G-max	G-ind
0	92 (74)	39.59
2.5	91 (76)	37.29
5	93 (76)	39.80
10	91 (72)	37.28
20	89 (71)	35.42
40	89 (74)	36.59
80	83 (66)	31.37
160	75 (60)	27.71
320	36 (37)	6.10
640	19 (25)	4.10
P	0.001	0.001
LSD _{0.05}	8.77	4.21

Parantez içindeki rakamlar, açılı dönüşüm değerleridir.

Çizelge 4.11'deki özetlenen bilgilere dikkat edildiğinde; karpuz tohumlarında en fazla G-max değerlerinin 5 mg L^{-1} kadmiyum dozu ve kontrolde olduğu görülmektedir. Bunları 2.5, 10, 20 ve 40 mg L^{-1} kadmiyum dozları izlemiştir. En düşük G-max değerleri ise sırasıyla 640, 320, 160 ve 80 mg L^{-1} dozlarından alınmıştır. G-ind özelliğine bakıldığında kontrolle birlikte 20 mg L^{-1} dozunun da bulunduğu kadmiyum uygulamaları aynı istatistiki grupta yer alarak en yüksek değerleri vermiştir. Bunu sırasıyla 40, 80 ve 160 mg L^{-1} kadmiyum dozları takip etmiştir. En düşük G-ind değerlerine ise aynı gruptaki 320 mg L^{-1} Cd (6.10) ve 640 mg L^{-1} Cd (4.10) dozlarında ulaşılmıştır.

Çizelge 4.12. Farklı kadmiyum (Cd) dozlarının karpuz tohumlarının çimlenme süresi (gün) üzerine etkisi

Kadmiyum (mg L^{-1})	T50	T-mean	G75-25	G90-10	T10	T25	T75	T90
0	2.00	2.67	0.67	2.00	2.00	2.00	2.67	4.00
2.5	2.00	2.73	1.00	2.00	2.00	2.00	3.00	4.00
5	2.00	2.69	1.00	2.00	2.00	2.00	3.00	4.00
10	2.33	2.77	1.00	2.33	2.00	2.00	3.00	4.33
20	2.33	2.90	1.33	2.33	2.00	2.00	3.33	4.33
40	2.33	2.86	1.33	2.67	2.00	2.00	3.33	4.67
80	2.33	3.19	1.67	3.33	2.00	2.00	3.67	5.33
160	2.67	3.41	2.00	3.67	2.00	2.00	4.00	5.67
320	6.33	6.19	2.00	3.67	4.00	5.00	7.00	7.67
640	4.33	4.86	2.00	5.00	2.00	3.67	5.67	7.00
P	0.001	0.001	öd	öd				
LSD _{0.05}	0.94	0.81						

Çizelge 12'deki veri tablosu incelendiğinde, karpuz tohumlarının çimlenmesinde önemli kriterlerden olan T50 ve T-mean özelliklerinin 160 mg L^{-1} dozuna kadar kadmiyumdan etkilenmediği görülebilmektedir. Ne var ki kadmiyum, T50 sürelerini 320 ve 640 mg L^{-1} dozlarında hissedilebilir düzeylerde geriletmiştir.

4.1.1.7. Kavun

Araştırmada gerçekleştirilen varyans analizleri ışığında arttırılan kadmiyum dozlarının kavun tohumlarının çimlenme oranı ve çimlenme indeksi üzerine etkisi $p < 0.001$ düzeyinde; çimlenme süresi üzerine etkisi $p < 0.05$ düzeyinde, T-mean ve G75-25 üzerine etkisi $p < 0.001$ düzeyinde önemli iken G90-10 üzerine etkisi ise önemsiz bulunmuştur (Çizelge 4.13 ve Çizelge 4.14).

Çizelge 4.13'de kadmiyum dozlarının kavun tohumları üzerine etkileri incelendiğinde en yüksek çimlenme oranı kontrolde bulunmuş, artan kadmiyum dozlarının dereceli olarak G-max değerlerinde düşüşe neden olduğu saptanmıştır. En düşük G-max değerine 640 mg L^{-1} kadmiyum uygulamasında ulaşılmıştır. Kadmiyum dozlarındaki artışın çimlenme indeksine etkisi de G-max'a benzer şekilde ama daha az şiddetli olmuştur. En yüksek G-ind kontrolde bulunurken; bunu 2.5 ve 5 mg L^{-1} kadmiyum dozları izlemiştir. En düşük G-ind 640 mg L^{-1} kadmiyum dozunda görülmüş; 320 ve 160 bunu izlemiştir.

Çizelge 4.13. Farklı kadmiyum (Cd) dozlarının kavun tohumlarının G-max (Çimlenme oranı-%) ve G-ind (Çimlenme İndeksi) üzerine etkisi

Kadmiyum (mg L ⁻¹)	G-max	G-ind
0	83 (67)	20.48
2.5	77 (61)	16.82
5	65 (54)	15.64
10	60 (51)	12.57
20	57 (49)	12.77
40	53 (47)	10.17
80	50 (45)	10.27
160	40 (39)	7.98
320	42 (40)	6.85
640	37 (37)	6.22
P	0.001	0.001
LSD _{0.05}	8.68	3.45

Parantez içindeki rakamlar, açılı dönüşüm değerleridir.

Çizelge 4.14. Farklı kadmiyum (Cd) dozlarının kavun tohumlarının çimlenme süresi (gün) üzerine etkisi

Kadmiyum (mg L ⁻¹)	T50	T-mean	G75-25	G90-10	T10	T25	T75	T90
0	4.33	4.62	2.00	4.00	2.67	3.33	5.33	6.67
2.5	4.67	5.27	2.67	5.33	2.67	3.67	6.33	8.00
5	4.67	4.97	2.67	5.33	2.67	3.00	5.67	8.00
10	4.67	5.44	3.33	5.33	3.00	3.67	7.00	8.33
20	4.67	5.25	3.00	5.33	2.67	3.33	6.33	8.00
40	5.33	5.91	3.00	5.00	3.00	4.33	7.33	8.00
80	5.33	5.65	3.67	5.33	3.00	3.67	7.33	8.33
160	5.00	5.85	3.33	5.33	3.00	4.00	7.33	8.33
320	6.67	6.82	4.33	5.00	4.00	4.33	8.67	9.00
640	6.33	6.77	5.00	5.00	4.00	4.00	9.00	9.00
P	0.05	0.001	0.001	öd				
LSD _{0.05}	1.37	0.80	0.94					

Çizelge 4.14'de T50 için kadmiyumun 20 mg L⁻¹ dozuna kadar her hangi bir etkilene saptanmamıştır. Ancak 40 mg L⁻¹ ve üstündeki dozlarda sürede uzama kaydedilmeye başlanmıştır. En uzun T50 süresi, sırasıyla 6.67 gün ile 320 ve 6.33 gün ile 640 mg L⁻¹ kadmiyum dozlarında kaydedilmiştir. T-mean süresi en düşük 4.62 gün ile kontrolde görülmüştür. Artan kadmiyum dozları bu özellikte de önemli gecikmelere neden olmuş ve en geç çimlenmenin 6.82 gün ile 320 ve 6.77 gün ile 640 mg L⁻¹ kadmiyum uygulamalarında olduğu anlaşılmıştır. G75-25 özelliğinde kontrol ilk sırada yer almış bunun ardından sırasıyla 2.5, 5, 20 ve 40 mg L⁻¹ kadmiyum dozları gelmiştir. G75-25 süresinde en geç çimlenmelerin sırasıyla 640 ve 320 mg L⁻¹ kadmiyum dozlarında olduğu ortaya çıkmıştır.

4.1.1.8. Bamya

Çalışmada bamya tohumlarının çimlenme oranı ve indeksi üzerine kadmiyum dozlarının etkisi istatistiki olarak sırasıyla p<0.05 ve p<0.001 düzeyinde; çimlenme

yarılanma süresi, ortalama çimlenme süresi ve 90-10 üniormluk indeks özelliğinde $p<0.001$ düzeyinde önemli, ancak 75-25 üniormluk indeks özeliğinde önemsiz bulunmuştur. Konu ile ilgili sonuçlar Çizelge 4.15 ve Çizelge 4.16’da gösterilmiştir.

Çizelge 4.15. Farklı kadmiyum (Cd) dozlarının bamya tohumlarının G-max (Çimlenme oranı-%) ve G-ind (Çimlenme İndeksi) üzerine etkisi

Kadmiyum (mg L ⁻¹)	G-max	G-ind
0	100 (90)	88.89
2.5	100 (90)	87.33
5	97 (85)	86.67
10	100 (90)	89.33
20	99 (86)	82.93
40	97 (82)	79.56
80	99 (86)	84.22
160	95 (77)	74.33
320	92 (77)	71.11
640	87 (70)	46.13
P	0.05	0.001
LSD _{0.05}	12.04	12.49

Parantez içindeki rakamlar, aç dönüşüm değerleridir.

Çizelge 4.15’deki veriler incelendiğinde kadmiyumun, bamya tohumlarının çimlenme oranına 80 mg L⁻¹ uygulamasına kadar (40 mg L⁻¹ Cd hariç) olumsuz etkisi görülmemiştir. Bu uygulamaların ardından 40, 160 ve 320 mg L⁻¹ kadmiyum dozlarının oluşturduğu grup gelmiştir. En düşük çimlenme oranı ise 640 mg L⁻¹ dozunda bulunmuştur. Çimlenme indeksi verileri değerlendirildiğinde, kadmiyumun bamya tohumlarının çimlenmesi üzerine etkisi, çimlenme oranına göre daha belirgin olmuştur. Çimlenme indeksi en yüksek kontrol ve 2.5 mg L⁻¹ kadmiyumda bulunurken, bunların ardından 5 ve 10 mg L⁻¹ kadmiyum dozları gelmiştir. Aynı istatistiki grupta yer alan 20 ve 80 mg L⁻¹ kadmiyum dozları azalan değerlerle sıralanmıştır. En düşük G-ind değerleri sırasıyla 640, 320 ve 80 mg L⁻¹ kadmiyum uygulamalarından alınmıştır.

Çizelge 4.16. Farklı kadmiyum (Cd) dozlarının bamya tohumlarının çimlenme süresi (gün) üzerine etkisi

Kadmiyum (mg L ⁻¹)	T50	T-mean	G75-25	G90-10	T10	T25	T75	T90
0	1.00	1.24	0.33	0.67	1.00	1.00	1.33	1.67
2.5	1.00	1.25	0.33	1.00	1.00	1.00	1.33	2.00
5	1.00	1.22	0.33	1.00	1.00	1.00	1.33	2.00
10	1.00	1.21	0.33	1.00	1.00	1.00	1.33	2.00
20	1.00	1.35	1.00	1.00	1.00	1.00	2.00	2.00
40	1.00	1.38	1.00	1.00	1.00	1.00	2.00	2.00
80	1.00	1.31	0.67	1.00	1.00	1.00	1.67	2.00
160	1.00	1.51	1.00	1.33	1.00	1.00	2.00	2.33
320	1.33	1.67	1.33	2.00	1.00	1.00	2.33	3.00
640	2.33	2.40	1.33	2.67	1.00	1.67	3.00	3.67
P	0.001	0.001	öd	0.001				
LSD _{0.05}	0.46	0.38		0.56				

Çizelge 4.16'daki verilere göre en düşük T50 değeri 2.33 gün ile 640 mg L⁻¹ Cd dozunda saptanmıştır. Diğer uygulamalar aynı istatistiki grupta yer alarak bu uygulamadan ayrılmış ve daha az bir şekilde etkilenmişlerdir. Bamyada T-mean süresi en hızlı kontrol ve 2.5 mg L⁻¹ kadmiyum dozunda gerçekleşmiştir. Bunu aynı grubu paylaşan 5 ile 160 mg L⁻¹ arasındaki kadmiyum dozları takip etmiştir. En düşük T-mean 2.40 gün ile 640 mg L⁻¹ dozunda ve 1.67 gün ile hemen bundan önce gelen 320 mg L⁻¹ kadmiyum dozunda ortaya çıkmıştır. G75-25 istatistiki analizlere göre önemli bulunmaz iken; G90-10 uniformluk indeks değerleri için en kısa sürenin kontrol ve hemen ardından gelen 2.5 ve 5 mg L⁻¹ kadmiyum dozlarında olduğu saptanmıştır. İstatistiksel anlamda Cd'un olumsuz etkisinin, 10- 320 mg L⁻¹ Cd dozlarında benzer olduğu; en çok etkilenmenin 640 mg L⁻¹ kadmiyum dozunda gerçekleştiği belirlenmiştir.

4.1.1.9. Fasulye

Denemede artan dozlarda kadmiyum uygulamasının fasulye tohumlarının çimlenme oranı, çimlenme indeksi ve çimlenme süresi ile ilgili bulgular Çizelge 4.17' te ve Çizelge 4.18'de verilmiştir.

Çizelge 4.17. Farklı kadmiyum (Cd) dozlarının fasulye tohumlarının G-max (Çimlenme oranı-%) ve G-ind (Çimlenme İndeksi) üzerine etkisi

Kadmiyum (mg L ⁻¹)	G-max	G-ind
0	100 (90)	41.50
2.5	100 (90)	41.53
5	100 (90)	34.47
10	93 (78)	39.56
20	98 (86)	40.94
40	95 (80)	40.03
80	97 (81)	40.68
160	97 (84)	39.83
320	83 (66)	34.97
640	73 (59)	15.14
P	0.001	0.001
LSD _{0.05}	12.73	4.69

Parantez içindeki rakamlar, açılı dönüşüm değerleridir.

Çizelge 4.17'de, en yüksek G-max değerleri kontrolle birlikte aynı grubun birer üyesi olan 2.5, 5, 20, 80 ve 160 mg L⁻¹ Cd dozlarında bulunmuştur. Bunu 40 ve 10 mg L⁻¹ kadmiyum dozları izlemiştir. En düşük değerlere ise sırasıyla 640 ve 320 mg L⁻¹ kadmiyum dozlarında ulaşılmıştır. Cd dozlarındaki artış fasulye tohumlarındaki G-ind değerlerini de olumsuz etkilemiştir. Kadmiyumun 5 mg L⁻¹ dozu hariç düşük ve orta dozlar kontrole yakın sonuçlar verirken; en düşük değerlere sırasıyla 640, 5 ve 320 mg L⁻¹ kadmiyum dozlarında ulaşılmıştır.

Fasulye tohumlarının çimlenme süresinin artan kadmiyum dozlarına karşı tepkilerinin yer aldığı Çizelge 4.18'de; T50 için en kısa süre 2.00 gün ile 2.5 mg L⁻¹ kadmiyum uygulamasında elde edilmiş, bunu 2.33 gün ile kontrol izlemiştir. Diğer uygulamalar aynı istatistiki grupta yerleşerek daha uzun bir T50 süresinin gerçekleşmesine neden olmuştur. Kontrol ve 2.5 mg L⁻¹ kadmiyum dozunun aynı grupta yer alarak en kısa

T-mean değerlerini verdiği saptanmıştır. Bunun ardından 5 ile 160 mg L⁻¹ kadmiyum dozlarının içinde bulunduğu grupta çimlenme süresi gecikmiş ve bu gecikme giderek artarak sırasıyla 320 ve 640 mg L⁻¹ kadmiyum dozlarında daha belirgin olmuştur. G75-25 ve G90-10 üniformluk indeks değerleri ise istatistiki açıdan önemsiz bulunmuştur.

Çizelge 4.18. Farklı kadmiyum (Cd) dozlarının fasulye tohumlarının çimlenme süresi (gün) üzerine etkisi

Kadmiyum (mg L ⁻¹)	T50	T-mean	G75-25	G90-10	T10	T25	T75	T90
0	2.33	2.60	0.67	1.33	2.00	2.00	2.67	3.33
2.5	2.00	2.55	1.00	1.00	2.00	2.00	3.00	3.00
5	3.00	3.08	0.67	1.67	2.00	2.67	3.33	3.67
10	2.00	2.56	1.00	1.33	2.00	2.00	3.00	3.33
20	2.00	2.65	1.00	1.67	2.00	2.00	3.00	3.67
40	2.33	2.60	0.67	1.67	2.00	2.00	2.67	3.67
80	2.00	2.68	0.67	2.33	2.00	2.00	2.67	4.33
160	2.00	2.75	1.00	2.00	2.00	2.00	3.00	4.00
320	2.00	2.70	1.00	2.33	2.00	2.00	3.00	4.33
640	5.00	5.08	1.33	2.67	4.00	4.00	5.33	6.67
P	0.001	0.001	öd	öd				
LSD _{0.05}	0.46	0.44						

4.1.1.10. Mısır

Mısır tohumlarına uygulanan kadmiyumun farklı dozlarına çimlenme oranı ve çimlenme indeksi bazında tepkisi Çizelge 4.19’da ve çimlenme süresi özellikleri bazında tepkisi Çizelge 4.20’de verilmiştir.

Çizelge 4.19. Farklı kadmiyum (Cd) dozlarının mısır tohumlarının G-max (Çimlenme oranı-%) ve G-ind (Çimlenme İndeksi) üzerine etkisi

Kadmiyum (mg L ⁻¹)	G-max	G-ind
0	100 (90)	47.22
2.5	100 (90)	47.22
5	98 (86)	46.11
10	97 (84)	45.00
20	97 (84)	44.72
40	93 (78)	40.83
80	87 (70)	36.11
160	87 (72)	37.50
320	90 (72)	18.11
640	85 (71)	14.30
P	öd	0.001
LSD _{0.05}		3.95

Parantez içindeki rakamlar, açılı dönüşüm değerleridir.

Çizelge 4.19’daki veriler değerlendirildiğinde kadmiyum dozların mısır tohumlarının G-max özelliği üzerine etkisi istatistiksel anlamda önemli bulunmaz iken; G-ind için en yüksek değerler kontrol ve 2.5-10 mg L⁻¹ arasındaki kadmiyum dozlarının içinde yer aldığı grupta elde edilmiştir. G-ind daha yüksek dozlarda gittikçe azalmış ve nihayet 320 mg L⁻¹ (18.11) ve 640 mg L⁻¹ (14.30) kadmiyum dozlarında en düşük değerleri vermiştir.

Çizelge 4.20. Farklı kadmiyum (Cd) dozlarının mısır tohumlarının çimlenme süresi (gün) üzerine etkisi

Kadmiyum (mg L ⁻¹)	T50	T-mean	G75-25	G90-10	T10	T25	T75	T90
0	2.00	2.17	0.33	0.67	2.00	2.00	2.33	2.67
2.5	2.00	2.17	0.33	0.67	2.00	2.00	2.33	2.67
5	2.00	2.19	0.33	0.67	2.00	2.00	2.33	2.67
10	2.00	2.20	0.33	0.67	2.00	2.00	2.33	2.67
20	2.00	2.25	0.33	0.67	2.00	2.00	2.33	2.67
40	2.33	2.37	0.67	1.00	2.00	2.00	2.67	3.00
80	2.33	2.50	1.00	1.00	2.00	2.00	3.00	3.00
160	2.33	2.40	0.67	1.00	2.00	2.00	2.67	3.00
320	5.00	5.13	1.67	2.00	4.00	4.33	6.00	6.00
640	6.00	6.31	2.00	3.67	4.33	5.00	7.00	8.00
P	0.001	0.001	0.01	0.001				
LSD _{0.05}	0.54	0.32	0.82	0.75				

Çizelge 4.20'deki verilere göre, artan kadmiyum konsantrasyonlarının mısır tohumlarındaki T50 ve T-mean özelliklerine olumsuz etkisi kontrolle aynı gruptaki 160 mg L⁻¹ kadmiyum dozu uygulamasına kadar önemli bulunmamıştır. Ancak dozun 320 mg L⁻¹ çıkarılması ile olumsuz etki görülmeye başlanmış ve 640 mg L⁻¹ kadmiyum dozunda en üst düzeye ulaşmıştır. Kadmiyumun G75-25 üzerine olumsuz etkisi en yüksek 640 mg L⁻¹ dozunda saptanmıştır. Bunu sırasıyla 320 ve 80 mg L⁻¹ kadmiyum dozları izlemiştir. Diğer dozlar bunları izlemiş ve kontrolle aynı grupta yer almıştır. G90-10 değerlerinde kadmiyumun olumsuz etkisi 160 mg L⁻¹ kadmiyum dozu dahil görülmez iken; en kuvvetli etki sırasıyla 640 ve 320 mg L⁻¹ kadmiyum dozlarında ortaya çıkmıştır.

4.1.2. Krom (Cr)

4.1.2.1. Domates

Denemede kromun farklı dozların domates tohumlarının, çimlenme oranı, çimlenme indeksi ve çimlenme süresi etkisi ile ilgili bulgular Çizelge 4.21 ve Çizelge 4.22'de gösterilmektedir.

Çizelge 4.21. Farklı krom (Cr) dozlarının domates tohumlarının G-max (Çimlenme oranı-%) ve G-ind (Çimlenme İndeksi) üzerine etkisi

Krom (mg L ⁻¹)	G-max	G-ind
0	99 (86)	39.93
25	85 (72)	30.83
50	84 (71)	31.50
75	81 (69)	32.99
100	83 (70)	35.17
200	79 (67)	26.29
400	81 (65)	24.24
800	71 (57)	14.28
1600	32 (34)	5.95
P	öd	0.001
LSD _{0.05}		11.75

Parantez içindeki rakamlar, açılı dönüşüm değerleridir.

Çizelge 4.21'deki veriler incelendiğinde kromun domates tohumlarının çimlenme oranı üzerine etkisi önemli bulunmamıştır. Çimlenme indeksinde ise en başarılı uygulama 39.93 ile kontrol olmuş; krom dozlarındaki artış ile 25 mg L⁻¹ krom dozundan başlayarak bir azalma kaydedilmiştir. G-ind için en düşük değerlere sırasıyla 1600 ve 800 mg L⁻¹ krom dozlarında ulaşılmış; aynı gruptaki 400 ve 200 mg L⁻¹ krom dozları bunları takip etmiştir.

Çizelge 4.22. Farklı krom (Cr) dozlarının domates tohumlarının çimlenme süresi (gün) üzerine etkisi

Krom (mg L ⁻¹)	T50	T-mean	G75-25	G90-10	T10	T25	T75	T90
0	2.67	2.65	1.00	1.00	2.00	2.00	3.00	3.00
25	3.00	3.05	0.67	2.00	2.33	2.33	3.00	4.33
50	2.67	3.05	0.67	2.00	2.33	2.33	3.00	4.33
75	2.33	2.79	1.00	2.00	2.00	2.00	3.00	4.00
100	2.00	2.63	1.00	2.33	2.00	2.00	3.00	4.33
200	3.00	3.28	1.00	2.33	2.33	2.33	3.33	4.67
400	3.67	3.69	1.33	2.67	2.33	3.00	4.33	5.00
800	5.00	5.32	2.00	3.00	4.00	4.00	6.00	7.00
1600	5.33	5.74	2.00	3.67	3.67	4.67	6.67	7.33
P	0.001	0.001	öd	öd				
LSD _{0.05}	0.67	0.54						

Çizelge 4.22'de artan krom konsantrasyonlarının domates tohumlarında T50 özelliğini 400 mg L⁻¹ krom dozundan başlayarak kuvvetli bir şekilde olumsuz etkilediği saptanmıştır. Etkilenme düzeyinin 800 ve 1600 mg L⁻¹ krom dozlarında daha da şiddetli olduğu belirlenmiştir. T-mean süreleri incelendiğinde de en olumsuz etkiyi yapan dozların 800 ve 1600 mg L⁻¹ olduğu görülebilmektedir. Diğer dozlar biraz daha az bir şiddette bu dozları takip etmiştir. Kromun etkisi G75-25 ve G90-10 uniformluk indeks değerlerinde istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır.

4.1.2.2. Biber

Araştırmada farklı dozda krom uygulanmalarının biber tohumlarında G-max ve G-ind özellikleri üzerine etkisi Çizelge 4.23'te; T50, T-mean, G75-25 ve G90-10 özellikleri üzerine etkisi ise Çizelge 4.24' de verilmiştir.

Çizelge 4.23. Farklı krom (Cr) dozlarının biber tohumlarının G-max (Çimlenme oranı-%) ve G-ind (Çimlenme İndeksi) üzerine etkisi

Krom (mg L ⁻¹)	G-max	G-ind
0	96 (78)	24.11
25	95 (77)	23.56
50	93 (76)	22.14
75	96 (81)	24.53
100	88 (70)	20.64
200	85 (68)	20.03
400	84 (67)	20.70
800	68 (56)	12.47
1600	65 (54)	13.17
P	0.001	0.001
LSD _{0.05}	9.44	2.65

Parantez içindeki rakamlar, açılı dönüşüm değerleridir.

Çizelge 4.23'teki verilere göre krom dozlarının biberde çimlenme oranı üzerine $p<0.01$ ve çimlenme indeksi üzerine etkisi $p<0.001$ düzeyinde önemli bulunmuştur. En yüksek G-max, kontrol uygulamasında bulunmuştur. Bunu 75 ile 25 ve 50 mg L⁻¹ krom dozları takip etmiştir. En düşük G-max değerleri aynı gruptaki 1600 ve 800 mg L⁻¹ krom dozlarında saptanmış; bunların hemen ardından aralarında istatistiksel anlamda fark bulunmayan 200 ve 400 mg L⁻¹ krom dozları gelmiştir. Krom dozlarındaki artışın biber tohumlarındaki G-ind değerlerine etkisi değerlendirildiğinde; G-ind değerlerinin 100 mg L⁻¹ krom dozu dahil 1600 mg L⁻¹ krom dozuna kadar aynı grubu paylaşan tüm dozlardan olumsuz etkilendiği görülebilmektedir.

Çizelge 4.24. Farklı krom (Cr) dozlarının biber tohumlarının çimlenme süresi (gün) üzerine etkisi

Krom (mg L ⁻¹)	T50	T-mean	G75-25	G90-10	T10	T25	T75	T90
0	4.00	4.19	0.67	2.33	3.00	3.67	4.33	5.33
25	4.00	4.20	0.67	2.33	3.00	3.67	4.33	5.33
50	4.00	4.39	1.00	2.33	3.33	4.00	5.00	5.67
75	4.00	4.20	1.67	2.67	3.00	3.00	4.67	5.67
100	4.00	4.50	1.00	2.67	3.33	4.00	5.00	6.00
200	4.00	4.53	1.00	2.33	3.33	4.00	5.00	5.67
400	4.00	4.48	1.00	3.00	3.00	3.67	4.67	6.00
800	5.33	5.75	2.00	3.00	4.00	4.67	6.67	7.00
1600	5.00	5.33	2.00	3.67	4.00	4.00	6.00	7.67
P	0.001	0.001	öd	öd				
LSD _{0.05}	0.33	0.37						

Çizelge 4.24'de göre istatistiksel anlamda, T50 ve T-mean özellikleri $p<0.001$ düzeyinde önemli iken, üniformluk indeks değerleri önemsiz çıkmıştır. T50 ve T-mean özelliklerinde kromun 400 mg L⁻¹ dozu dahil tüm uygulamalar arasında bir fark bulunamamış; ancak sırasıyla 800 ve 1600 mg L⁻¹ krom dozuna doğru gidildikçe gecikmeler olduğu ortaya konulmuştur.

4.1.2.3. Patlıcan

Çizelge 4.25 ve Çizelge 4.26'da patlıcan tohumları üzerine farklı dozlarda krom uygulanmasının tohumların; çimlenme oranı, çimlenme indeksi ve çimlenme süresi özelliklerine etkileri gösterilmiştir.

Çizelge 4.25'deki sonuçlara bakıldığında patlıcan tohumlarındaki çimlenme oranı için 400 mg L⁻¹ krom dozu dahil kesin bir yargıya varılamaz iken; kromun 1600 ve 800 mg L⁻¹ dozlarından olumsuz etkilendiği saptanmıştır. Çimlenme indeksinde ise 400 mg L⁻¹ krom dozu dışında düzenli bir azalma kaydedilirken, kromun 800 mg L⁻¹ (13.09) ve 1600 mg L⁻¹ (9.50) dozlarında en düşük değerlere ulaşılmıştır.

Çizelge 4.26'daki varyans analizlerine göre T50'nin en kısa kontrolde gerçekleştiği görülebilmektedir. T50, aynı gruptaki 25 ile 400 mg L⁻¹ krom uygulamalarında uzamış; 800 mg L⁻¹ krom dozunda 5.67'ye ve 1600 mg L⁻¹ krom dozunda da 6.00 güne kadar gerilemiştir. Patlıcan tohumların çimlenme süresi en kısa kontrolde gerçekleşirken bunu sırasıyla 25 mg L⁻¹ krom dozu izlemiştir. T-mean değerleri krom dozlarında artışla birlikte

daha da uzamış ve 1600 mg L⁻¹ dozunda 6.37 güne kadar gecikmiştir. G75-25 üniformluk indeks değerleri en kısa 1.67 ile kontrolde bulunur iken; en uzun 3.00 gün ile 1600 mg L⁻¹ krom dozunda çıkmıştır. G90-10 üniformluk indeks değerlerinde de en kısa sürenin kontrolde olduğu; en uzun sürelerle sahip uygulamaların ise 1600 ile aynı gruptaki 800 ve 200 mg L⁻¹ krom dozlarının olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 4.25. Farklı krom (Cr) dozlarının patlıcan tohumlarının G-max (Çimlenme oranı-%) ve G-ind (Çimlenme İndeksi) üzerine etkisi

Krom (mg L ⁻¹)	G-max	G-ind
0	92 (77)	22.74
25	96 (81)	20.82
50	88 (71)	18.88
75	91 (73)	18.23
100	89 (71)	17.70
200	88 (70)	17.06
400	91 (73)	19.26
800	68 (56)	13.09
1600	55 (48)	9.50
P	0.01	0.001
LSD _{0.05}	15.00	4.11

Parantez içindeki rakamlar, açılı dönüşüm değerleridir.

Çizelge 4.26. Farklı krom (Cr) dozlarının patlıcan tohumlarının çimlenme süresi (gün) üzerine etkisi

Krom (mg L ⁻¹)	T50	T-mean	G75-25	G90-10	T10	T25	T75	T90
0	4.00	4.32	1.67	3.00	3.00	3.33	5.00	6.00
25	5.00	4.91	1.33	3.00	3.33	4.00	5.33	6.33
50	5.00	5.12	2.00	4.00	3.00	4.00	6.00	7.00
75	5.00	5.38	1.67	4.33	3.33	4.33	6.00	7.67
100	5.33	5.43	1.67	4.00	3.33	4.33	6.00	7.33
200	5.33	5.62	2.33	3.67	4.00	4.00	6.33	7.67
400	5.00	5.15	2.00	4.33	3.00	4.00	6.00	7.33
800	5.67	5.68	2.33	4.67	3.00	4.00	6.33	7.67
1600	6.00	6.37	3.00	5.67	3.33	5.00	8.00	9.00
P	0.001	0.001	0.05	0.05				
LSD _{0.05}	0.60	0.43	0.84	1.36				

4.1.2.4. Hıyar

Araştırmada farklı dozlarda krom uygulanması sonucu hıyar tohumlarında gözlemlenen çimlenme oranı, indeksi ve çimlenme sürelerine ilişkin sonuçlar Çizelge 4.27 ve Çizelge 4.28’de özetlenmiştir.

Çizelge 4.27’ye göre hıyar tohumlarında çimlenme oranı kontrol uygulamasında görülmüştür. Bunu 25 ve 100 mg L⁻¹ arasındaki Cr dozları izlemiş; en düşük çimlenme oranı ise 1600 mg L⁻¹ Cr’da saptanmıştır. Hıyar tohumlarındaki krom dozlarının çimlenme

indeksine üzerine etkisi, kontrol ile birlikte aynı grubu oluşturan 100 mg L⁻¹ dozu dahil önemli bulunmamıştır. Krom dozu 200 ve 400 mg L⁻¹ çıkartılınca çimlenme indeksinde düşüşler başlamış; sırasıyla 800 mg L⁻¹ ve 1600 mg L⁻¹ dozlarında en düşük değerler kaydedilmiştir.

Çizelge 4.27. Farklı krom (Cr) dozlarının hıyar tohumlarının G-max (Çimlenme oranı-%) ve G-ind (Çimlenme İndeksi) üzerine etkisi

Krom (mg L ⁻¹)	G-max	G-ind
0	100 (90)	83.44
25	97 (85)	83.56
50	99 (86)	83.16
75	97 (82)	80.22
100	97 (82)	79.11
200	91 (72)	72.95
400	93 (78)	75.12
800	91 (73)	65.21
1600	84 (67)	58.74
P	0.001	0.001
LSD _{0.05}	7.99	10.23

Parantez içindeki rakamlar, açılı dönüşüm değerleridir.

Çizelge 4.28. Farklı krom (Cr) dozlarının hıyar tohumlarının çimlenme süresi (gün) verileri üzerine etkisi

Krom (mg L ⁻¹)	T50	T-mean	G75-25	G90-10	T10	T25	T75	T90
0	1.00	1.43	0.33	1.33	1.00	1.00	1.33	2.33
25	1.00	1.37	0.67	1.67	1.00	1.00	1.67	2.67
50	1.00	1.54	0.67	2.00	1.00	1.00	1.67	3.00
75	1.00	1.44	1.00	1.67	1.00	1.00	2.00	2.67
100	1.00	1.52	0.67	2.00	1.00	1.00	1.67	3.00
200	1.33	1.77	0.67	2.67	1.00	1.00	1.67	3.67
400	1.00	1.69	1.00	2.00	1.00	1.00	2.00	3.00
800	1.33	1.83	1.00	2.67	1.00	1.00	2.00	3.67
1600	1.33	2.11	1.33	3.00	1.00	1.00	2.33	4.00
P	öd	0.05	öd	öd				
LSD _{0.05}		0.37						

Çizelge 4.28'deki veri tablosu incelendiğinde istatistiksel analizlerin, artan krom konsantrasyonlarının hıyar tohumlarında T-mean özelliği dışında çimlenme süresi özelliklerine etkisinin önemli olmadığı sonucuna ulaşılmıştır. En kısa çimlenme süresi 2.5 mg L⁻¹ krom dozunda kaydedilmiş, en uzun süreleri ise sırasıyla 1.77 gün ile 200 mg L⁻¹ Cr, 1.83 gün ile 800 mg L⁻¹ Cr ve 2.11 gün ile 1600 mg L⁻¹ dozlarında görülmektedir.

4.1.2.5. Kabak

Denemeye konu olan kromun kabak tohumlarının çimlenme özellikleri üzerine etkileri ile ilgili veriler Çizelge 4.29 ve Çizelge 4.30'da görülebilmektedir.

Çizelge 4.29. Farklı krom (Cr) dozlarının kabak tohumlarının G-max (Çimlenme oranı- %) ve G-ind (Çimlenme İndeksi) üzerine etkisi

Krom (mg L ⁻¹)	G-max	G-ind
0	87 (72)	36.92
25	78 (62)	31.50
50	82 (65)	33.24
75	83 (66)	34.17
100	87 (72)	35.53
200	82 (65)	31.94
400	73 (59)	28.38
800	55 (48)	16.99
1600	47 (43)	15.13
P	0.01	0.001
LSD _{0.05}	14.93	6.72

Parantez içindeki rakamlar, açılı dönüşüm değerleridir.

Çizelge 4.29 incelendiğinde en yüksek çimlenme oranlarının 25 mg L⁻¹ krom dozu hariç kontrol ile birlikte 200 mg L⁻¹ krom dozu içinde bulunduğu grupta olduğu görülebilmektedir. En düşük G-max değerleri ise sırasıyla 1600 ve 800 mg L⁻¹ krom dozlarında saptanmıştır. En yüksek G-ind değeri kontrolde bulunmuştur. Cr dozlarındaki artışın kabak tohumlarındaki G-ind değerlerine etkisi 25 ve 200 mg L⁻¹ arasındaki Cr dozlarından itibaren başlamıştır. Bu dozları sırasıyla 400 (28.38) ve aynı grubun birer üyesi olan 800 (16.99) ve 1600 mg L⁻¹ (15.13) dozları izlemiştir.

Çizelge 4.30. Farklı krom (Cr) dozlarının kabak tohumlarının çimlenme süresi (gün) üzerine etkisi

Krom (mg L ⁻¹)	T50	T-mean	G75-25	G90-10	T10	T25	T75	T90
0	2.00	2.50	1.00	1.00	2.00	2.00	3.00	3.00
25	2.33	2.79	1.00	1.67	2.00	2.00	3.00	3.67
50	2.00	2.84	1.00	1.33	2.00	2.00	3.00	3.33
75	2.00	2.78	1.00	1.33	2.00	2.00	3.00	3.33
100	2.33	2.71	1.00	1.67	2.00	2.00	3.00	3.67
200	3.00	2.80	1.00	1.67	2.00	2.00	3.00	3.67
400	2.67	2.95	1.00	2.33	2.00	2.00	3.00	4.33
800	3.67	3.71	1.33	2.67	2.00	2.67	4.00	4.67
1600	3.33	3.81	2.33	4.00	2.00	2.00	4.33	6.00
P	0.001	0.001	0.05	öd				
LSD _{0.05}	0.73	0.43	0.73					

Çimlenme sürelerine göre; en kısa T50 süresi 0, 50 ve 75 mg L⁻¹ krom dozlarında saptanmıştır. Bunu 25 ve 100 mg L⁻¹ dozları takip etmiştir. En geç yarı çimlenme süresine sahip tohumların 1600 mg L⁻¹ krom dozunda olduğu ve bunun hemen öncesinde 800 mg L⁻¹ krom dozunun geldiği belirlenmiştir. T-mean değerleri incelendiğinde bu özelliğin artan kromdan 400 mg L⁻¹ dozu dahil etkilenmediği; ancak 800 ve 1600 mg L⁻¹ krom dozlarında geciktiği anlaşılmıştır. G75-25 ünlformluk indeks değerlerinde en olumsuz etki 1600 mg L⁻¹ krom dozunda saptanmış; kontrolünde içerisinde yer aldığı diğer krom dozlarının ise her hangi bir etkide bulunmadığı görülmüştür. G90-10 ünlformluk indeks değerlerinin ise yapılan varyans analize sonuçlarına göre önemli olmadığı anlaşılmıştır (Çizelge 4.30).

4.1.2.6. Karpuz

Karpuz tohumlarına farklı dozlarda krom uygulanması sonucu çimlenme oranı ve çimlenme indeksi üzerine etkileri Çizelge 4.31’de, çimlenme süresine olan etkileri ise Çizelge 4.32’de verilmiştir.

Çizelge 4.31. Farklı krom (Cr) dozlarının karpuz tohumlarının G-max (Çimlenme oranı-%) ve G-ind (Çimlenme İndeksi) üzerine etkisi

Krom (mg L ⁻¹)	G-max	G-ind
0	89 (71)	40.49
25	92 (77)	40.66
50	91 (73)	40.41
75	92 (74)	39.49
100	88 (70)	37.18
200	84 (66)	34.27
400	83 (65)	32.75
800	79 (63)	31.66
1600	71 (58)	24.13
P	öd	0.001
LSD _{0.05}		5.61

Parantez içindeki rakamlar, açılı dönüşüm değerleridir.

Çizelge 4.31’den elde edilen varyans analizi sonuçlara göre; kromun G-max üzerine etkisi önemli bulunamaz iken; en yüksek G-ind kontrolle birlikte aynı grupta yer alan 25 ve 50 mg L⁻¹ krom dozlarından elde edildiği saptanmıştır. Bu uygulamaları azalan değerlerle diğer krom dozları takip etmiş; en düşük değerlerin ise sırasıyla 1600 ile aynı gruptaki 800 ve 400 mg L⁻¹ krom dozlarında olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 4.32. Farklı krom (Cr) dozlarının karpuz tohumlarının çimlenme süresi (gün) üzerine etkisi

Krom (mg L ⁻¹)	T50	T-mean	G75-25	G90-10	T10	T25	T75	T90
0	2.00	2.39	0.33	1.00	2.00	2.00	2.33	3.00
25	2.00	2.52	0.67	1.00	2.00	2.00	2.67	3.00
50	2.00	2.49	0.33	1.00	2.00	2.00	2.33	3.00
75	2.00	2.64	0.67	2.00	2.00	2.00	2.67	4.00
100	2.00	2.67	1.00	2.00	2.00	2.00	3.00	4.00
200	2.00	2.84	1.33	2.00	2.00	2.00	3.33	4.00
400	2.00	3.10	1.33	2.33	2.00	2.00	3.33	4.33
800	2.00	3.10	2.00	2.33	2.00	2.00	4.00	4.33
1600	2.67	3.57	2.33	3.67	2.00	2.00	4.33	5.67
P	0.01	0.05	öd	0.05				
LSD _{0.05}	0.33	0.60		1.60				

Çizelge 4.32’den T50’nin 1600 mg L⁻¹ krom dozunda geciktiği ancak kontrolle birlikte aynı grupta yer alan diğer tüm krom uygulamalarından etkilenmediği anlaşılmıştır. En düşük T-mean değeri kontrolde çıkarken, bunu 50 ve 25 mg L⁻¹ krom dozları izlemiştir. Çimlenme süresi en geç 1600 mg L⁻¹ krom dozunda gerçekleşmiş, diğer dozlar aradaki grupları oluşturmuştur. Krom uygulaması, G75-25 üniformluk indeks değerleri üzerine

istatistiksel olarak önemli bir etkide bulunmaz iken; G90-10 ünlformluk indeks değlerlerinde gecikmeye neden olmuştur. G90-10; kontrol, 25 ve 50 mg L⁻¹ krom dozunda en düşük değlereri verirken, 75 ve 800 mg L⁻¹ arasındaki krom dozlarında azalmış; 1600 krom dozunda en uzun sürede gerçekteleşmiştir.

4.1.2.7. Kavun

Kavun tohumları üzerine kromun farklı dozlarda uygulanması sonucu tohumların çimlenme oranı, çimlenme indeksi ve çimlenme süresinde görülen değışiklikler Çizelge 4.33 ve Çizelge 4.34’de gösterilmiştir.

Çizelge 4.33. Farklı krom (Cr) dozlarının kavun tohumlarının G-max (Çimlenme oranı-%) ve G-ind (Çimlenme İndeksi) üzerine etkisi

Krom (mg L ⁻¹)	G-max	G-ind
0	80 (64)	23.38
25	72 (58)	18.40
50	78 (62)	18.73
75	75 (60)	17.68
100	78 (62)	20.25
200	77 (62)	18.07
400	58 (50)	13.95
800	37 (37)	8.92
1600	30 (33)	6.71
P	0.001	0.001
LSD _{0.05}	9.08	3.52

Parantez içindeki rakamlar, aç dönüşüm değlerleridir.

Çizelge 4.33’e göre en yüksek G-max değlereri 25 mg L⁻¹ dozu dışında kontrolden 400 mg L⁻¹ krom dozuna kadar olan uygulamalardan alınmıştır. Bunu sırasıyla 25 ve 400 mg L⁻¹ krom dozları izlemiş; en düşük değlere ise 1600 ve 800 mg L⁻¹ krom dozlarında ulaşılmıştır. G-ind için kontrole göre krom dozlarındaki artış, en kuvvetli etkisini sırasıyla 8.92 ve 6.71 değlereri ile 1600 ve 800 mg L⁻¹ krom uygulamalarında göstermiş; diğer dozlardaki etkinin daha az olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 4.34. Farklı krom (Cr) dozlarının kavun tohumlarının çimlenme süresi (gün) üzerine etkisi

Krom (mg L ⁻¹)	T50	T-mean	G75-25	G90-10	T10	T25	T75	T90
0	3.33	4.15	2.67	4.33	2.00	2.67	5.33	6.33
25	4.33	4.62	2.67	5.33	2.00	3.00	5.67	7.33
50	4.67	5.06	3.00	5.33	2.67	3.00	6.00	8.00
75	4.33	5.28	4.00	6.67	2.33	3.00	7.00	9.00
100	4.00	4.64	3.00	4.67	2.33	3.00	6.00	7.00
200	4.67	5.03	3.33	5.00	2.33	3.00	6.33	7.33
400	4.33	4.92	3.00	5.33	2.33	3.00	6.00	7.67
800	4.00	5.19	2.67	5.33	2.33	3.33	6.00	7.67
1600	4.00	5.39	3.00	5.67	2.00	3.00	6.00	7.67
P	öd	0.01	öd	öd				
LSD _{0.05}		0.48						

Varyans analizleri sonucu elde edilen ve Çizelge 4.34’de görülebilen değerlendirmeler kromun artan dozlarının T50, G75-25 ve G90-10 üniformaluk indeks değerleri için önemli olmadığını; T-mean için ise önem arz ettiğini göstermektedir. T-mean en kısa kontrolde, en uzun ise sırasıyla 1600, 75 ve 800 mg L⁻¹ krom dozlarında gerçekleşmiştir

4.1.2.8. Bamya

Yapılan istatistiki analizlerle artan krom dozlarının bamya tohumlarının çimlenme oranı ve çimlenme indeksi üzerine etkisi Çizelge 4.35’de, çimlenme süresi özelliklerine etkisi ise Çizelge 4.36’da verilmiştir.

Çizelge 4.35. Farklı krom (Cr) dozlarının bamya tohumlarının G-max (Çimlenme oranı-%) ve G-ind (Çimlenme İndeksi) üzerine etkisi

Krom (mg L ⁻¹)	G-max	G-ind
0	100 (90)	66.11
25	93 (76)	64.00
50	97 (85)	64.44
75	95 (79)	61.78
100	99 (86)	61.82
200	95 (79)	54.13
400	92 (76)	59.53
800	89 (71)	39.31
1600	73 (59)	28.59
P	0.01	0.001
LSD _{0.05}	13.38	5.07

Parantez içindeki rakamlar, açılı dönüşüm değerleridir.

Bamya tohumları kontrol ve 25 mg L⁻¹ Cr uygulamalarında en yüksek G-max değerlerini vermişlerdir. Bunu aynı istatistiki birer grubun üyesi olan 50 ile 400 mg L⁻¹ arasındaki Cr dozları izlemiş, G-max’daki düşüş 800 mg L⁻¹ dozunda gittikçe artmış ve nihayet 1600 mg L⁻¹ Cr’da en üst düzeye çıkmıştır. En yüksek G-ind değerine kontrolde ulaşılmış bunu aynı grupta yer alan 25-100 mg L⁻¹ Cr dozları izlemiştir. Krom dozları sırasıyla 200, 400 ve 800 mg L⁻¹ Cr dozlarında azalmış ve 1600 mg L⁻¹ Cr’da en düşük değeri vermiştir (Çizelge 4.35).

Çizelge 4.36’daki veriler ışığında, krom dozlarının bamya tohumlarında T50’ye etkisinin kromun 400 mg L⁻¹ dozuna kadar kontrolle aynı; 800 mg L⁻¹ ve 1600 mg L⁻¹ dozlarında ise olumsuz olduğu söylenebilir. Kromun olumsuz etkisi T-mean içinde geçerlidir. T-mean sırasıyla en kısa 25 mg L⁻¹ Cr, kontrol ve 50 mg L⁻¹ Cr uygulamalarında gerçekleşmiş; diğer krom uygulamaları aynı istatistiki grubun birer üyesi olarak bu uygulamaların ardından gelmiştir. G75-25 üniformaluk indeks değerlerine artan krom dozlarının etkisi istatistiksel anlamda önemli bulunmamıştır. G90-10 süresi en kısa 25 mg L⁻¹ Cr ve en uzun 1600 ve 800 mg L⁻¹ Cr uygulamalarında gerçekleşirken; diğer dozlar aradaki sıralara yerleşmiştir.

Çizelge 4.36. Farklı krom (Cr) dozlarının bamya tohumlarının çimlenme süresi (gün) üzerine etkisi

Krom (mg L ⁻¹)	T50	T-mean	G75-25	G90-10	T10	T25	T75	T90
0	2.00	1.73	1.00	1.33	1.00	1.00	2.00	2.33
25	1.67	1.65	1.00	1.00	1.00	1.00	2.00	2.00
50	2.00	1.75	1.00	1.33	1.00	1.00	2.00	2.33
75	2.00	1.77	1.00	1.33	1.00	1.00	2.00	2.33
100	2.00	1.86	1.00	1.33	1.00	1.00	2.00	2.33
200	2.00	2.11	1.00	2.00	1.00	1.33	2.33	3.00
400	2.00	1.88	1.00	1.67	1.00	1.00	2.00	2.67
800	2.67	2.83	1.67	3.00	1.00	2.00	3.67	4.00
1600	3.00	3.36	1.67	3.67	1.00	2.33	4.00	4.67
P	0.001	0.001	öd	0.001				
LSD _{0.05}	0.44	0.22		0.83				

4.1.2.9. Fasulye

Fasulye tohumlarının artan krom dozlarına çimlenme oranı, çimlenme indeksi ve çimlenme süresi özellikleri bazında verdiği tepkiler Çizelge 4.37 ve Çizelge 4.38’de sunulmuştur.

Çizelge 4.37. Farklı krom (Cr) dozlarının fasulye tohumlarının G-max (Çimlenme oranı-%) ve G-ind (Çimlenme İndeksi) üzerine etkisi

Krom (mg L ⁻¹)	G-max	G-ind
0	100 (90)	38.89
25	97 (81)	36.94
50	98 (86)	35.97
75	97 (81)	35.61
100	98 (86)	35.67
200	95 (82)	35.06
400	97 (84)	32.14
800	93 (78)	29.42
1600	88 (78)	27.75
P	öd	0.01
LSD _{0.05}		5.10

Parantez içindeki rakamlar, açılı dönüşüm değerleridir.

Çizelge 4.37’deki veriler incelendiğinde krom dozlarının fasulye tohumlarının çimlenme oranı üzerine etkisi önemsiz iken; en yüksek çimlenme indeksinin kontrolde olduğu saptanmıştır. Bunu aynı istatistiki grubun birer üyesi olan 25 ile 200 mg L⁻¹ arasındaki Cr uygulamaları takip etmiştir. En düşük çimlenme indekslerinin sırasıyla 27.75 ile 1600 mg L⁻¹ ve 29.42 ile 800 mg L⁻¹ ve krom dozlarında olduğu görülmektedir.

Çizelge 4.38’e göre en kısa T50 kontrolde gerçekleşmiş; krom dozlarındaki artışın bu özelliği olumsuz etkilediği anlaşılmıştır. En geç çimlenme yarı süresine sahip uygulamalar sırasıyla 1600 mg L⁻¹ Cr ve aynı grupta yer alan 800 ve 400 mg L⁻¹ krom dozları olduğu saptanmıştır. T-mean değerlerinin 200 mg L⁻¹ Cr dahil tüm krom uygulamalarından etkilenmediği ancak dozun 400 mg L⁻¹ Cr ve üzerine çıkarılmasının bu özelliği olumsuz

etkilediği belirlenmiştir. En düşük değerlerin 1600 mg L⁻¹ Cr'dan alındığı ortaya çıkmıştır. G75-25 özelliği önemsiz bulunurken; G90-10 uniformluk indeks değerleri için kromun olumsuz etkisi, en çok 3.33 indeksine sahip olan 1600 mg L⁻¹ krom dozunda gözlenmiştir.

Çizelge 4.38. Farklı krom (Cr) dozlarının fasulye tohumlarının çimlenme süresi (gün) üzerine etkisi

Krom (mg L ⁻¹)	T50	T-mean	G75-25	G90-10	T10	T25	T75	T90
0	2.00	2.85	2.00	2.00	2.00	2.00	4.00	4.00
25	2.67	2.90	2.00	2.00	2.00	2.00	4.00	4.00
50	3.00	3.05	2.00	2.00	2.00	2.00	4.00	4.00
75	3.33	3.03	2.00	2.00	2.00	2.00	4.00	4.00
100	3.00	3.07	2.00	2.00	2.00	2.00	4.00	4.00
200	2.67	3.02	2.00	2.00	2.00	2.00	4.00	4.00
400	3.67	3.39	1.67	2.33	2.00	2.33	4.00	4.33
800	3.67	3.58	2.00	3.00	2.00	2.33	4.33	5.00
1600	4.00	3.67	2.00	3.33	2.00	2.00	4.00	5.33
P	0.001	0.001	öd	0.001				
LSD _{0.05}	0.71	0.24	0.00	0.49				

4.1.2.10. Mısır

Krom uygulamalarının mısır tohumlarında çimlenme oranı, çimlenme indeksi ve çimlenme süresine etkileri ile ilgili veriler Çizelge 4.39 ve Çizelge 4.40'da özetlenmiştir.

Çizelge 4.39. Farklı krom (Cr) dozlarının mısır tohumlarının G-max (Çimlenme oranı-%) ve G-ind (Çimlenme İndeksi) üzerine etkisi

Krom (mg L ⁻¹)	G-max	G-ind
0	100 (90)	44.31
25	98 (86)	43.89
50	98 (86)	43.19
75	97 (81)	42.78
100	98 (86)	43.89
200	98 (86)	39.72
400	97 (84)	41.81
800	88 (70)	25.92
1600	80 (63)	22.50
P	0.01	0.001
LSD _{0.05}	12.17	2.31

Parantez içindeki rakamlar, açılı dönüşüm değerleridir.

Çimlenme oranlarına ait elde edilen verileri göre, en yüksek G-max oranı kontrol ile birlikte aynı istatistik grubun birer üyesi olan 200 mg L⁻¹ Cr'a kadar ki uygulamalarda olduğu anlaşılmaktadır. Bunu gittikçe azalan değerlerde 400, 800 ve 1600 mg L⁻¹ Cr dozları takip etmişlerdir. Mısır tohumlarının en fazla G-ind değerleri kontrol ve aynı grubu paylaştığı 25-100 mg L⁻¹ Cr dozlarında olduğu saptanmıştır. En düşük çimlenme indeksi değerleri ise sırasıyla 1600, 800 ve 400 mg L⁻¹ Cr'dan elde edilmiştir.

Çizelge 4.40. Farklı krom (Cr) dozlarının mısır tohumlarının çimlenme süresi (gün) üzerine etkisi

Krom (mg L ⁻¹)	T50	T-mean	G75-25	G90-10	T10	T25	T75	T90
0	2.00	2.38	0.67	1.00	2.00	2.00	2.67	3.00
25	2.00	2.37	0.33	1.33	2.00	2.00	2.33	3.33
50	2.00	2.41	0.67	1.33	2.00	2.00	2.67	3.33
75	2.00	2.39	0.33	1.33	2.00	2.00	2.33	3.33
100	2.00	2.37	0.67	1.33	2.00	2.00	2.67	3.33
200	2.00	2.68	1.00	1.67	2.00	2.00	3.00	3.67
400	2.00	2.43	1.00	1.00	2.00	2.00	3.00	3.00
800	3.33	3.73	1.33	2.33	2.33	3.00	4.33	4.67
1600	3.67	3.94	1.67	2.67	2.67	3.00	4.67	5.33
P	0.001	0.001	öd	öd				
LSD _{0.05}	0.46	0.19	0.83	1.10				

Çizelge 40'daki veriler, T50 ve T-mean özelliklerinin önemli ancak uniformluk indeks değerlerinin önemsiz olduğunu işaret etmektedir. Mısır tohumları kontrol uygulamasından başlayarak 400 mg L⁻¹ krom dozu dahi 2.00 günde yarı çimlenme süresine sahip olurken kromun 800 mg L⁻¹'a çıkarılmasıyla 3.33 gün ve 1600 mg L⁻¹'a çıkarılmasıyla 3.67 günde T50 süresine sahip olmuşlardır. T-mean değerleri de sırasıyla en fazla 1600 ve 800 mg L⁻¹ Cr'dan olumsuz etkilenmiştir. Diğer uygulamalar daha kısa çimlenme süreleri ile bu iki uygulamadan daha başarılı bulunmuştur.

4.1.3. Nikel (Ni)

4.1.3.1. Domates

Farklı nikel dozlarının domates tohumlarındaki çimlenme oranı, çimlenme indeksi ve çimlenme süresine olan etkilerine ilişkin yapılan istatistiksel analiz sonuçları Çizelge 4.41 ve Çizelge 4.42'de görülebilmektedir.

Çizelge 4.41. Farklı nikel (Ni) dozlarının domates tohumlarının G-max (Çimlenme oranı-%) ve G-ind (Çimlenme İndeksi) üzerine etkisi

Nikel (mg L ⁻¹)	G-max	G-ind
0	93 (75)	30.45
25	92 (74)	29.60
50	99 (86)	28.58
75	95 (79)	30.28
100	95 (77)	27.21
200	95 (79)	20.95
400	87 (69)	18.44
800	85 (69)	16.84
1600	77 (62)	18.67
2000	67 (55)	12.53
P	0.01	0.001
LSD _{0.05}	12.04	3.88

Parantez içindeki rakamlar, açılı dönüşüm değerleridir.

Çizelge 4.41'deki veriler incelendiğinde en yüksek G-max nikelin 50 mg L⁻¹ dozunda; en düşük G-max ise sırasıyla 2000 ve 1600 mg L⁻¹ Ni dozlarında saptanmıştır. Nikelin çimlenme indeks değerleri üzerine etkisi, kontrol ve aynı gruptaki 100 mg L⁻¹ dozunun dahil olduğu tüm uygulamalarda aynı olmuştur. G-ind dozu sonraki grubu oluşturan 200 ve 1600 mg L⁻¹ arasındaki Ni dozlarında düşmüş; nikelin 2000 mg L⁻¹ dozunda en düşük değere ulaşmıştır.

Çizelge 4.42. Farklı nikel (Ni) dozlarının domates tohumlarının çimlenme süresi (gün) üzerine etkisi

Nikel (mg L ⁻¹)	T50	T-mean	G75-25	G90-10	T10	T25	T75	T90
0	3.33	3.39	1.33	2.33	2.00	2.67	4.00	4.33
25	3.33	3.37	1.00	2.33	2.00	3.00	4.00	4.33
50	3.33	3.72	1.33	2.33	2.67	2.67	4.00	5.00
75	3.33	3.58	1.33	3.00	2.00	2.67	4.00	5.00
100	3.33	3.79	1.33	3.33	2.33	3.00	4.33	5.67
200	4.67	4.76	1.33	2.67	3.33	4.00	5.33	6.00
400	4.67	4.92	1.33	2.33	3.67	4.33	5.67	6.00
800	5.33	5.43	2.00	3.00	3.67	4.33	6.33	6.67
1600	4.33	4.55	2.00	3.00	3.00	3.33	5.33	6.00
2000	5.33	5.60	2.00	3.00	4.00	4.33	6.33	7.00
P	0.001	0.001	öd	öd				
LSD _{0.05}	1.03	0.71						

Nikel ile yürütülen çalışma sonuçlarına göre T50, nikelin kontrol uygulaması ile 100 mg L⁻¹ dozları arasındaki uygulamalarda domates tohumlarının çimlenme süresi aynı kalmıştır. Bunun ardından 200 mg L⁻¹ gelmiş; 400 ve 2000 mg L⁻¹ arasındaki tüm nikel dozlarında sürenin oldukça uzadığı görülmüştür. En kısa T-mean değerlerine kontrol ile birlikte 100 mg L⁻¹ nikelinde bulunduğu dozlarda ulaşılmıştır. Bunu sırasıyla farklı istatistiki grupları oluşturan 200, 400, 800 ve 1600 mg L⁻¹ Ni dozları izlemiş; en uzun sürenin ise 2000 mg L⁻¹ Ni uygulamasında olduğu gözlenmiştir. Diğer taraftan, artan nikel dozlarının G75-25 ve G90-10 üniformluk indeks değerlerine etkisinin istatistiksel anlamda önemli olmadığı saptanmıştır (Çizelge 4.42).

4.1.3.2. Biber

Araştırmada farklı nikel dozlarının biber tohumlarının çimlenme oranı, çimlenme indeksi ve çimlenme süresi özellikleri üzerine etkisi, üniformluk indeks değerleri dışında önemli bulunmuş ve elde edilen değerler Çizelge 4.43 ve Çizelge 4.44'de verilmiştir.

Çizelge 4.43'e göre, biber tohumlarında en yüksek çimlenme oranı kontrol uygulamasında görülmüştür. Bunu aynı istatistiki grubun birer üyesi olan 25 ve 100 mg L⁻¹ arasındaki Ni uygulamaları takip etmiştir. Çimlenme oranında 400 ve 2000 mg L⁻¹ arasındaki nikel konsantrasyonları en düşük değerleri veren uygulamalar olmuştur. Nikel dozlarının artışı biber tohumlarındaki çimlenme indeksi üzerine de olumsuz etki yapmıştır. Kontrolde 18.6 olan G-ind, 800 mg L⁻¹ dahil tüm dozlarda kademeli olarak azalmıştır. En düşük G-ind değerlerine aynı grupta yer alan 1600 ve 2000 mg L⁻¹ nikel dozlarında ulaşmıştır.

Çizelge 4.43. Farklı nikel (Ni) dozlarının biber tohumlarının G-max (Çimlenme oranı-%) ve G-ind (Çimlenme İndeksi) üzerine etkisi

Nikel (mg L ⁻¹)	G-max	G-ind
0	93 (78)	18.58
25	87 (72)	16.07
50	84 (67)	13.53
75	84 (68)	14.40
100	85 (68)	15.78
200	73 (59)	13.05
400	40 (39)	5.82
800	28 (32)	3.94
1600	20 (26)	2.58
2000	19 (25)	2.40
P	0.001	0.001
LSD _{0.05}	13.89	2.21

Parantez içindeki rakamlar, açılı dönüşüm değerleridir.

Çizelge 4.44. Farklı nikel (Ni) dozlarının biber tohumlarının çimlenme süresi (gün) üzerine etkisi

Nikel (mg L ⁻¹)	T50	T-mean	G75-25	G90-10	T10	T25	T75	T90
0	5.00	5.42	2.67	4.00	3.33	4.00	6.67	7.33
25	6.00	5.84	2.33	4.00	3.67	4.67	7.00	7.67
50	6.00	6.59	2.67	4.33	4.33	5.00	7.67	8.67
75	6.33	6.29	2.33	4.67	4.00	5.00	7.33	8.67
100	6.00	5.89	2.33	4.67	3.67	4.67	7.00	8.33
200	5.67	6.11	2.67	4.67	4.00	4.33	7.00	8.67
400	7.33	7.32	2.00	4.67	4.33	6.33	8.33	9.00
800	8.00	7.60	2.67	5.00	4.33	6.00	8.67	9.33
1600	7.33	7.94	1.67	4.67	4.33	7.00	8.67	9.00
2000	7.33	7.98	1.33	4.67	4.67	7.00	8.33	9.33
P	0.001	0.001	0.05	öd				
LSD _{0.05}	0.72	0.42	1.11	0.00				

Çizelge 4.44'deki veriler dikkatle incelendiğinde; T50, en kısa kontrol uygulamasında gerçekleşmiştir. Bunun ardından 200 ve aynı gruptaki 25-100 mg L⁻¹ Ni dozları gelmiştir. Çimlenme yarılanma süresi en uzun bir grupta toplanan 400 ve 2000 mg L⁻¹ arasındaki nikel uygulamalarında bulunmuştur. En kısa T-mean kontrolde bulunmuş, bunu sırasıyla 25 ile aynı grubun üyesi 100 ve 200 mg L⁻¹ dozları izlemiştir. En uzun çimlenme sürelerinin ise 2000 ve 1600 mg L⁻¹ Ni gerçekleştiği ve diğer uygulamaların aradaki sıralara yerleştiği anlaşılmaktadır.

4.1.3.3. Patlıcan

Denemede artan dozlarda nikel uygulamalarına patlıcan tohumlarının çimlenme oranı, çimlenme indeksi ve çimlenme süresi özellikleri bazında verdiği tepkilere ait veriler Çizelge 4.45'te ve Çizelge 4.46'da verilmiştir.

Çizelge 4.45. Farklı nikel (Ni) dozlarının patlıcan tohumlarının G-max (Çimlenme oranı-%) ve G-ind (Çimlenme İndeksi) üzerine etkisi

Nikel (mg L ⁻¹)	G-max	G-ind
0	93 (78)	15.97
25	87 (70)	13.46
50	91 (73)	15.43
75	84 (67)	13.35
100	84 (66)	13.64
200	80 (63)	11.90
400	77 (62)	12.07
800	44 (41)	6.71
1600	24 (29)	3.32
2000	24 (29)	3.24
P	0.001	0.001
LSD _{0.05}	13.32	2.99

Parantez içindeki rakamlar, açılı dönüşüm değerleridir.

Çizelge 4.45'deki verilere bakıldığında patlıcan tohumlarındaki en yüksek çimlenme oranı değeri kontrol uygulamasından alınmıştır. Bunu nikelin 5 mg L⁻¹ dozundan başlayarak 200 mg L⁻¹ dozunun da içinde bulunduğu uygulamalar takip etmiştir. En düşük G-max değerleri ise aynı grubun içerisinde yer alan sırası ile 2000, 1600 ve 800 mg L⁻¹ Ni dozlarında gözlenmiştir. Çimlenme indeksinde en yüksek değerler kontrol ve 50 mg L⁻¹ nikel dozundadır. En düşük sonuçları ise 2000 ve 1600 mg L⁻¹ nikel dozları vermiştir.

Çizelge 4.46. Farklı nikel (Ni) dozlarının patlıcan tohumlarının çimlenme süresi (gün) üzerine etkisi

Nikel (mg L ⁻¹)	T50	T-mean	G75-25	G90-10	T10	T25	T75	T90
0	6.00	6.25	2.33	4.00	4.33	5.00	7.33	8.33
25	7.00	6.88	2.00	4.00	4.67	5.67	7.67	8.67
50	6.33	6.40	2.33	4.67	4.00	5.00	7.33	8.67
75	6.33	6.67	2.33	4.67	4.33	5.33	7.67	9.00
100	6.00	6.54	2.33	4.33	4.33	5.33	7.67	8.67
200	6.67	7.10	2.67	4.33	5.00	5.67	8.33	9.33
400	6.67	6.86	2.33	4.67	4.33	5.67	8.00	9.00
800	6.67	6.89	2.67	5.00	4.00	5.67	8.33	9.00
1600	7.33	7.57	1.00	5.00	4.00	6.33	7.33	9.00
2000	7.00	7.63	2.00	2.67	6.33	6.33	8.33	9.00
P	0.05	0.001	öd	öd				
LSD _{0.05}	0.79	0.53	1.28	0.00				

Denemede T50'de, en kısa süreler kontrol ve 100 mg L⁻¹ Ni dozundadır (Çizelge 4.46). Bunları 50 ve 75 mg L⁻¹ Ni dozları izlemiştir; en uzun yarı çimlenme süresine ise 1600 mg L⁻¹ dozunda ulaşılmıştır. Diğer uygulamalar aralarındaki istatistiki gruplarda yer bulmuşlardır. T-mean değerlerine bakıldığı zaman en kısa çimlenme süresi kontrol uygulamasında gerçekleşmiştir; en uzun ise aynı grubu oluşturan 1600 mg L⁻¹ ile 2000 mg L⁻¹ dozlarında ortaya çıkmıştır. Nikelin artan dozları, G75-25 ve G90-10 uniformluk indeks özelliklerinde ise istatistiki anlamda her hangi bir farklılığa neden olmamıştır..

4.1.3.4. Hıyar

Araştırmada farklı dozda nikel uygulanmasının hıyar tohumlarının; G-max, G-ind üzerine etkisi Çizelge 4.47’de, çimlenme süresi özelliklerine etkileri ise Çizelge 4.48’de verilmiştir.

Çizelge 4.47. Farklı nikel (Ni) dozlarının hıyar tohumlarının G-max (Çimlenme oranı-%) ve G-ind (Çimlenme İndeksi) üzerine etkisi

Nikel (mg L ⁻¹)	G-max	G-ind
0	99 (86)	84.64
25	99 (86)	83.42
50	97 (82)	75.89
75	97 (85)	67.19
100	95 (82)	63.76
200	91 (72)	65.44
400	81 (65)	56.19
800	81 (69)	47.82
1600	55 (48)	29.12
2000	48 (44)	19.79
P	0.001	0.001
LSD _{0.05}	14.51	10.09

Parantez içindeki rakamlar, açılı dönüşüm değerleridir.

Çizelge 4.47’deki nikel uygulamasına göre; hıyar tohumlarında en fazla G-max kontrol ve 25 mg L⁻¹ nikel dozunda elde edilmiştir. Buları sırasıyla 50, 75 ve 100 mg L⁻¹ dozları takip etmektedir. En düşük çimlenme oranlarının ise aynı gruptaki 2000 ve 1600 mg L⁻¹ Ni uygulamalarında olduğu saptanmıştır. G-max’ta olduğu gibi en yüksek G-ind değerleri kontrol ve 25 mg L⁻¹ nikel dozlarından ve en düşük G-ind değerleri 2000 ve 1600 mg L⁻¹ nikel dozlarından alınmış; diğer uygulamalar orta sıralarda yer bulmuştur.

Çizelge 4.48. Farklı nikel (Ni) dozlarının hıyar tohumlarının çimlenme süresi (gün) üzerine etkisi

Nikel (mg L ⁻¹)	T50	T-mean	G75-25	G90-10	T10	T25	T75	T90
0	1.00	1.42	0.33	1.00	1.00	1.00	1.33	2.00
25	1.00	1.39	0.67	1.33	1.00	1.00	1.67	2.33
50	1.33	1.56	0.67	1.33	1.00	1.00	1.67	2.33
75	2.00	1.79	1.00	1.33	1.00	1.00	2.00	2.33
100	1.67	1.84	1.00	1.67	1.00	1.00	2.00	2.67
200	1.33	1.70	1.00	1.67	1.00	1.00	2.00	2.67
400	1.67	1.85	1.00	2.33	1.00	1.00	2.00	3.33
800	2.00	2.10	1.00	2.33	1.00	1.33	2.33	3.33
1600	2.00	2.62	1.67	3.67	1.00	1.33	3.00	4.67
2000	3.00	3.38	2.33	4.67	1.00	2.00	4.33	5.67
P	0.001	0.001	0.01	0.001				
LSD _{0.05}	0.66	0.39	0.86	1.35				

Çizelge 4.48’deki verilere göre en kısa T50’nin kontrol ve nikelin 25 mg L⁻¹ dozunda ve en uzun da 2000 mg L⁻¹ Ni dozunda olduğu belirlenmiştir. Diğer uygulamalar aradaki

sıralarda yerleşmiştir. T-mean süresi incelendiğinde hıyar tohumlarının en kısa nikelin 25 mg L⁻¹ uygulamasında çimlenme gösterdikleri anlaşılmış; bunun ardından kontrol ve 50 mg L⁻¹ Ni gelmiştir. En uzun T-mean değerlerine ise hepsi tek başına birer istatistiki grubu oluşturan 2000, 1600 ve 800 mg L⁻¹ Ni uygulamalarında ulaşılmıştır. G75-25 özelliğinde en başarılı uygulamalar sırasıyla kontrol, 25 ve 50 mg L⁻¹ Ni olmuştur. Bu uygulamaları 75 ile 800 arasındaki dozlarla aynı istatistiki grubu oluşturan nikel uygulamaları izlemiş; en uzun sürelerle de sırasıyla 1600 ve 2000 mg L⁻¹ Ni dozlarında rastlanmıştır. G90-10 uniformluk indeks değerleri için en kısa süreler, kontrolden başlayarak 200 mg L⁻¹ Ni dozuna kadar olan uygulamalardan elde edilmiştir. Nikelin olumsuz etkisi, en çok 2000 mg L⁻¹ (4.67 gün) ve 1600 (3.67 gün) nikel uygulamasında görülmüştür.

4.1.3.5. Kabak

Çalışmada kabak tohumlarının çimlenme oranı, çimlenme indeksi, yarı çimlenme süresi ve ortalama çimlenme süresi üzerine etkisi p<0.001 düzeyinde ve G75-25 uniformluk indeks özelliği üzerine p<0.05 düzeyinde önemli iken G90-10 uniformluk indeks özelliği üzerine etkisi önemsiz bulunmuştur. Tüm konulara ait sonuçlar Çizelge 4.49 ve Çizelge 4.50’de gösterilmiştir.

Çizelge 4.49. Farklı nikel (Ni) dozlarının kabak tohumlarının G-max (Çimlenme oranı-%) ve G-ind (Çimlenme İndeksi) üzerine etkisi

Nikel (mg L ⁻¹)	G-max	G-ind
0	90 (72)	36.21
25	88 (70)	36.40
50	87 (70)	36.29
75	88 (71)	36.99
100	87 (69)	33.50
200	83 (66)	32.91
400	82 (65)	31.05
800	80 (64)	28.56
1600	70 (57)	21.19
2000	52 (46)	13.08
P	0.001	0.001
LSD _{0.05}	9.70	5.44

Parantez içindeki rakamlar, açılı dönüşüm değerleridir.

Çizelge 4.49’de kabak tohumlarının en yüksek çimlenme oranları kontrol ile birlikte aynı grupta yer alan 100 mg L⁻¹ dozunun da içerisinde bulunduğu nikel uygulamalarında bulunmuştur. Bunları 200-800 mg L⁻¹ Ni dozları izlemiş; çimlenme oranı artan dozlarda azalmış 1600 mg L⁻¹ Ni ve nihayet 2000 mg L⁻¹ Ni dozlarında en alt düzeye inmiştir. Nikelin artan dozlarının çimlenme indeks değerlerine etkisi de G-max’a oldukça benzer bir şekilde azalmıştır Kontrol uygulaması ile aynı grubu oluşturan 75 mg L⁻¹ Ni dozunun da içinde bulunduğu grupta ortalamar arasında bir farka rastlanmaz iken; özelliğin 100-400 mg L⁻¹ Ni uygulamalarından başlayarak azaldığı; azalmanın 800- 1600 ve 2000 mg L⁻¹ Ni dozuna gidildikçe şiddetlendiği belirlenmiştir.

Çizelge 4.50. Farklı nikel (Ni) dozlarının kabak tohumlarının çimlenme süresi (gün) üzerine etkisi

Nikel (mg L ⁻¹)	T50	T-mean	G75-25	G90-10	T10	T25	T75	T90
0	2.33	2.74	1.00	1.33	2.00	2.00	3.00	3.33
25	2.00	2.68	1.00	1.33	2.00	2.00	3.00	3.33
50	2.00	2.81	1.00	1.33	2.00	2.00	3.00	3.33
75	2.00	2.72	0.67	1.67	2.00	2.00	2.67	3.67
100	2.67	3.10	1.00	2.00	2.00	2.00	3.00	4.00
200	2.00	2.93	1.00	2.00	2.00	2.00	3.00	4.00
400	2.67	3.18	1.00	2.67	2.00	2.00	3.00	4.67
800	3.00	3.27	1.67	3.00	2.00	2.00	3.67	5.00
1600	3.00	3.92	1.67	3.67	2.00	2.67	4.33	5.67
2000	4.33	4.61	2.00	4.00	2.00	3.00	5.00	6.00
P	0.001	0.001	0.05	öd				
LSD _{0.05}	0.64	0.48	0.79	1.96				

Çizelge 4.50’de kabak tohumlarında T50 ve T-mean özellikleri üzerine artan nikel konsantrasyonunun etkisinin, kontrol ile 400 mg L⁻¹ Ni dozunun da dahil olduğu iki farklı istatistiki grupta yer alan uygulamalarda daha kısa sürede gerçekleştiği söylenebilir. En uzun T50 ve T-mean sürelerinin sırasıyla 2000, 1600 ve 800 mg L⁻¹ Ni dozlarında olduğu anlaşılmaktadır. G75-25 üniformluk indeks değerleri en kısa kontrolünde içerisinde yer aldığı 400 mg L⁻¹ Ni’e kadar olan uygulamalarda bulunmuştur. Bunu 1600 ve 800 mg L⁻¹ Ni dozları takip etmiştir. En uzun sürenin 2.00 gün ile nikelin 2000 mg L⁻¹ dozunda olduğu görülmektedir. G90-10 üniformluk indeks değerleri için nikelin olumsuz etkisinin ise bulunmadığı ortaya çıkmıştır.

4.1.3.6. Karpuz

Denemede farklı dozlarda karpuz tohumları üzerinde nikel uygulanmasının çimlenme oranı, çimlenme indeksi ve çimlenme süresi üzerine etkisi ile ilgili bulgular Çizelge 4.51 ve Çizelge 4.52’de özetlenmiştir.

Çizelge 4.51. Farklı nikel (Ni) dozlarının karpuz tohumlarının G-max (Çimlenme oranı-%) ve G-ind (Çimlenme İndeksi) üzerine etkisi

Nikel (mg L ⁻¹)	G-max	G-ind
0	85 (68)	40.11
25	83 (66)	38.27
50	84 (67)	37.50
75	84 (67)	37.33
100	83 (66)	36.43
200	80 (63)	35.03
400	81 (64)	33.90
800	64 (53)	27.02
1600	44 (42)	17.24
2000	40 (39)	14.06
P	0.001	0.001
LSD _{0.05}	7.26	5.47

Parantez içindeki rakamlar, açılı dönüşüm değerleridir.

Çizelge 4.51'deki verilere dayanılarak yapılan değerlendirmelere göre nikel dozlarının karpuz tohumlarının G-max değerleri üzerine etkisi incelendiğinde; kontrolden 400 mg L^{-1} Ni dozunun da dahil uygulamalar arasında bir fark bulunmadığı görülmektedir. Ancak nikel etkisini 800 mg L^{-1} Ni dozundan itibaren göstermeye başlamış; G-max 2000 ve 1600 mg L^{-1} Ni uygulamalarında en düşük değerleri vermiştir. Nikel dozlarındaki artışın çimlenme indeksine etkisi, kontrolde 40.11 ile en yüksek iken; kontrolü 38.27 ve 35.03 arasındaki değerlerle 25 ile 200 mg L^{-1} arasındaki Ni dozları izlemiştir. G-ind için en düşük değerlerin 1600 mg L^{-1} ve 2000 mg L^{-1} nikel dozlarında olduğu saptanmıştır.

Çizelge 4.52'de karpuz tohumlarında yarı çimlenme süresi ile tüm Ni uygulamaları arasında istatistiki olarak önemli bir farklılık bulunmuştur. Ancak bu farklılık nikel dozlarının kendi aralarında belirlenememiştir. Nikel dozlarının T-mean değerleri üzerindeki etkisi, dozların artışına bağlı olarak artmış; en kısa T-mean değerleri kontrol ve 25 mg L^{-1} Ni dozundan alınırken, en uzun çimlenmelerin 2000 ve 1600 mg L^{-1} Ni dozlarında olduğu saptanmıştır. G75-25 üniformluk indeks değerleri istatistiksel olarak önemli bulunmazken; Çimlenme G90-10 üniformluk indeks değerlerinin en kısa kontrolde olduğu bunu 25 ve 50 mg L^{-1} Ni dozlarının takip ettiği görülmüştür. 75 ve 1600 mg L^{-1} Ni dozlarının oluşturduğu grup daha sonra gelmiş, en başarısız uygulama olarak ise 4.00 gün ile 2000 mg L^{-1} nikel kaydedilmiştir.

Çizelge 4.52. Farklı nikel (Ni) dozlarının karpuz tohumlarının çimlenme süresi (gün) üzerine etkisi

Nikel (mg L^{-1})	T50	T-mean	G75-25	G90-10	T10	T25	T75	T90
0	2.00	2.19	0.33	0.33	2.00	2.00	2.33	2.33
25	2.00	2.24	0.33	0.67	2.00	2.00	2.33	2.67
50	2.00	2.44	0.33	1.00	2.00	2.00	2.33	3.00
75	2.00	2.43	0.67	1.00	2.00	2.00	2.67	3.00
100	2.00	2.59	0.33	1.33	2.00	2.00	2.33	3.33
200	2.00	2.65	0.33	1.67	2.00	2.00	2.33	3.67
400	2.33	2.59	1.00	1.33	2.00	2.00	3.00	3.33
800	2.00	2.73	1.00	2.00	2.00	2.00	3.00	4.00
1600	2.00	3.16	1.33	3.33	2.00	2.00	3.33	5.33
2000	3.00	3.43	1.33	4.00	2.00	2.00	3.33	6.00
P	0.001	0.001	öd	0.001				
LSD _{0.05}	0.31	0.28	0.00	1.45				

4.1.3.7. Kavun

Araştırmada kavun tohumları artan dozlarda nikel uygulanmasının, çimlenme oranına, çimlenme indeksine ve çimlenme süresine yaptığı etkilerin sonuçları Çizelge 4.53 ve Çizelge 4.54'de sunulmuştur.

Çizelge 4.53'deki verilere göre kavunda en yüksek G-max, kontrol ve 25 mg L^{-1} Ni dozu uygulamalarında bulunmuştur. Nikel dozlarındaki artışa bağlı olarak G-max değerleri 50 mg L^{-1} Ni dozundan itibaren düşmeye başlamış; düşüş bu uygulamayı takip eden ve aynı grubu paylaşan 100, 75 ve 200 mg L^{-1} Ni uygulamalarında artmıştır. En düşük G-max

değerlerine ise yine aynı grupta yer alan 2000 ve 1600 mg L⁻¹ Ni dozlarında görülmüştür. Nikel dozlarındaki artışın kavun tohumlarındaki G-ind değerlerine etkisi de olumsuz olmuştur. G-ind değerleri için kontrol ve 25 mg L⁻¹ nikel dozu birbirinden farklı çıkmaz iken; özellikle aynı grubun birer üyesi olan 50 ve 200 mg L⁻¹ dozlarından itibaren düşüşler başlamıştır. En düşük G-ind değerleri 2000 mg L⁻¹ (3.37) ve 1600 mg L⁻¹ (5.43) dozlarında saptanmıştır.

Çizelge 4.53. Farklı nikel (Ni) dozlarının kavun tohumlarının G-max (Çimlenme oranı-%) ve G-ind (Çimlenme İndeksi) üzerine etkisi

Nikel (mg L ⁻¹)	G-max	G-ind
0	83 (66)	19.96
25	78 (63)	18.84
50	72 (58)	14.72
75	67 (55)	14.87
100	68 (56)	14.65
200	63 (53)	14.87
400	62 (52)	13.53
800	50 (45)	10.82
1600	32 (34)	5.43
2000	25 (30)	3.37
P	0.001	0.001
LSD _{0.05}	5.29	2.96

Parantez içindeki rakamlar, açılı dönüşüm değerleridir.

Çizelge 4.54. Farklı nikel (Ni) dozlarının kavun tohumlarının çimlenme süresi (gün) üzerine etkisi

Nikel (mg L ⁻¹)	T50	T-mean	G75-25	G90-10	T10	T25	T75	T90
0	4.00	4.59	1.67	3.67	3.00	3.33	5.00	6.67
25	4.33	4.79	2.67	4.33	2.67	3.00	5.67	7.00
50	5.33	5.59	2.67	5.33	3.00	4.00	6.67	8.33
75	5.00	5.19	2.00	5.33	2.67	3.67	5.67	8.00
100	4.67	5.37	2.67	6.00	2.67	3.67	6.33	8.67
200	4.33	5.05	2.00	5.67	2.67	3.33	5.33	8.33
400	4.67	5.39	2.67	5.67	2.67	4.00	6.67	8.33
800	5.33	5.55	3.33	5.67	2.67	3.33	6.67	8.33
1600	6.67	6.54	3.33	5.67	3.67	3.67	7.00	9.33
2000	7.00	7.61	2.00	5.33	4.00	6.33	8.33	9.33
P	0.01	0.001	öd	öd				
LSD _{0.05}	1.38	0.95						

Çizelge 4.54'deki en kısa T50 ve T-mean süreleri kontrol ile aralarında hiçbir fark elde edilemeyen 400 mg L⁻¹ Ni dozuna kadar olan uygulamalarda (50 mg L⁻¹ Ni dozu hariç) belirlenmiştir. Artan nikel, sırasıyla 800, 50, 1600 ve nihayet 2000 mg L⁻¹ Ni dozunda en uzun T50 ve T-mean sürelerine neden olmuştur. Nikel dozlarındaki artış G75-25 ve G90-10 uniformluk indeks değerleri üzerine istatistiksel olarak etki etmemiştir.

4.1.3.8. Bamya

Elde edilen varyans analizi verilerine göre, bamya tohumlarının G90-10 özelliği dışında tüm çimlenme kriterleri $p < 0.001$ düzeyinde önemli bulunmuştur. Konu ile ilgili veriler Çizelge 4.55 ve Çizelge'4.56'da gösterilmektedir.

Çizelge 4.55. Farklı nikel (Ni) dozlarının bamya tohumlarının G-max (Çimlenme oranı-%) ve G-ind (Çimlenme İndeksi) üzerine etkisi

Nikel (mg L^{-1})	G-max	G-ind
0	99 (86)	42.07
25	97 (85)	40.36
50	97 (85)	38.87
75	96 (83)	39.89
100	95 (79)	35.58
200	93 (78)	35.62
400	89 (74)	33.41
800	85 (68)	31.07
1600	41 (40)	10.90
2000	28 (32)	6.22
P	0.001	0.001
LSD _{0.05}	17.29	5.20

Parantez içindeki rakamlar, açılı dönüşüm değerleridir.

Çizelge 4.55'de nikel dozlarının bamya tohumları üzerine etkileri incelendiğinde en yüksek çimlenme oranlarının, kontrol ile birlikte aynı grup içerisinde yer alan 800 mg L^{-1} nikel dozunun da dahil olduğu uygulamalarda olduğu görülmektedir. Bu uygulamaları birlikte farklı bir grup oluşturan ve en düşük G-max değerlerinin elde edildiği 1600 ve 200 mg L^{-1} nikel dozları takip etmiştir. Nikel dozlarındaki artışın çimlenme indeksine etkisi, kontrolde 42.1 iken; artan nikel dozlarında düşük olduğu görülebilmektedir. Kontrolü azalan G-ind değerleri ile diğer dozlar izlemiş; en düşük değerlerin sırasıyla 10.90 ve 6.22 ile 1600 mg L^{-1} ve 2000 mg L^{-1} nikel dozlarında olduğu saptanmıştır.

Çizelge 4.56. Farklı nikel (Ni) dozlarının bamya tohumlarının çimlenme süresi (gün) üzerine etkisi

Nikel (mg L^{-1})	T50	T-mean	G75-25	G90-10	T10	T25	T75	T90
0	2.00	2.54	0.67	1.67	2.00	2.00	2.67	3.67
25	2.00	2.68	1.00	2.33	2.00	2.00	3.00	4.33
50	2.33	2.78	1.00	2.67	2.00	2.00	3.00	4.67
75	2.00	2.66	1.00	2.33	2.00	2.00	3.00	4.33
100	3.00	2.98	1.33	2.33	2.00	2.00	3.33	4.33
200	2.67	2.89	1.33	2.33	2.00	2.00	3.33	4.33
400	2.67	3.05	1.67	2.67	2.00	2.00	3.67	4.67
800	3.00	3.19	2.33	2.67	2.00	2.00	4.33	4.67
1600	4.67	4.53	2.67	3.67	2.67	2.67	5.33	6.33
2000	5.00	5.04	3.33	3.67	3.00	3.00	6.33	6.67
P	0.001	0.001	0.001	0.05				
LSD _{0.05}	0.83	0.44	0.85	1.29				

Çizelge 4.56'da bamya tohumlarında T50; en kısa kontrol, 25 ve 75 mg L⁻¹ Ni dozlarında çıkmıştır. En uzun sürelerin ise sırasıyla 200 ve 1600 mg L⁻¹ Ni dozlarında olduğu, diğer uygulamaların aralardaki sıralara yerleştiği belirlenmiştir. T-mean süresi incelendiğinde en kısa sürenin kontrolde ve en uzun sürenin de 2000 mg L⁻¹ Ni dozunda olduğu saptanmıştır. Diğer dozlar farklı istatistiki gruplar oluşturarak aradaki sıralara yerleşmişlerdir. G75-25 üniformaluk indeks değerlerinde en kısa süreyi veren kontrolün hemen ardından 25 ile 200 mg L⁻¹ Ni dozlarının bulunduğu grup gelmekte ve bunları sırasıyla 400, 800 ve 1600 mg L⁻¹ Ni dozlarının izlediği görülmektedir. En uzun süre ise 2000 mg L⁻¹ nikel dozunda 3.33 gün olarak ortaya çıkmıştır. G90-10 üniformaluk indeks değeri de en kısa kontrolde bulunmuş, bunu 25 ile 800 mg L⁻¹ Ni dozlarının birlikte bulunduğu grup izlemiştir. En uzun süreleri ise 3.67 gün ile 1600 ve 2000 mg L⁻¹ Ni dozları vermiştir.

4.1.3.9. Fasulye

Çizelge 4.57 ve Çizelge 4.58'de fasulye tohumları üzerine farklı dozlarda nikel uygulanmasının; çimlenme oranı, çimlenme indeksi ve çimlenme süresi özelliklerine etkileri özetlenmiştir.

Çizelge 4.57. Farklı nikel (Ni) dozlarının fasulye tohumlarının G-max (Çimlenme oranı-%) ve G-ind (Çimlenme İndeksi) üzerine etkisi

Nikel (mg L ⁻¹)	G-max	G-ind
0	93 (78)	41.22
25	95 (82)	35.03
50	92 (73)	34.75
75	93 (78)	35.53
100	93 (78)	35.39
200	92 (76)	29.47
400	77 (61)	27.81
800	67 (55)	22.64
1600	63 (53)	17.83
2000	45 (42)	12.39
P	0.001	0.001
LSD _{0.05}	16.23	5.10

Parantez içindeki rakamlar, açılı dönüşüm değerleridir.

Çizelge 4.57'deki veriler ışığında; en yüksek çimlenme oranı, nikelin 25 mg L⁻¹ dozundan alınmış bunun ardından kontrolünde içinde bulunduğu 50 ile 200 mg L⁻¹ arasındaki nikel uygulamaları gelmiştir. En düşük G-max 2000 mg L⁻¹ nikel dozunda görülmüş, diğerleri ortadaki sıralara yerleşmiştir. Çimlenme indeks değerlerinde; en başarılı uygulama yine kontrol olmuş; bunu sırasıyla aynı grupta yer alan 75, 100, 25 ve 50 mg L⁻¹ dozları izlemiştir. En başarısız uygulama 2000 mg L⁻¹ dozu olurken diğer uygulamalar orta sıralarda yer bulmuşlardır.

Çizelge 4.58'de en kısa T50, kontrol ve 100 mg L⁻¹ nikel dozunda görülmüş aynı grupta yer bulan ve 800 mg L⁻¹ nikel dozunun da dahil olduğu nikel uygulamaları bunların ardından gelmiştir. En uzun T50 süreleri sırasıyla 2000 ve 1600 mg L⁻¹ nikel dozlarında

çıkıştır. Nikel dozlarının T-mean değerlerine etkisi, T50 değerlerine etkisinden daha belirgindir. En kısa sürede çimlenene fasulye tohumlarının nikel verilmeyen ortamlarda olduğu; bunu sırasıyla 75 mg L⁻¹ Ni ile aynı gruptaki 25, 50 ve 100 mg L⁻¹ Ni dozları olduğu belirlenmiştir. En uzun sürede çimlenen fasulye tohumları 2000 mg L⁻¹ Ni doz uygulamasında bulunmuştur. Çalışmada G75-25 üniformluk indeks değerlerinin 0.33 ile 2.33 gün arasında değiştiği görülmüştür. En kısa süre kontrolde ve en uzun süre 2000 mg L⁻¹ Ni dozunda ortaya çıkmıştır. G90-10 üniformluk indeks değerleri için nikelin her hangi bir olumsuz etkisine rastlanmamıştır.

Çizelge 4.58. Farklı nikel (Ni) dozlarının fasulye tohumlarının çimlenme süresi (gün) üzerine etkisi

Nikel (mg L ⁻¹)	T50	T-mean	G75-25	G90-10	T10	T25	T75	T90
0	2.00	2.45	0.33	1.67	2.00	2.00	2.33	3.67
25	3.00	2.88	0.67	1.67	2.00	2.33	3.00	3.67
50	3.00	2.85	1.00	2.00	2.00	2.00	3.00	4.00
75	3.00	2.82	1.00	2.00	2.00	2.00	3.00	4.00
100	2.33	2.90	1.67	2.00	2.00	2.00	3.67	4.00
200	3.00	3.40	1.33	2.33	2.00	2.67	4.00	4.33
400	3.00	3.05	1.33	2.00	2.00	2.00	3.33	4.00
800	3.00	3.22	1.33	2.33	2.00	2.33	3.67	4.33
1600	3.67	3.77	1.00	2.33	2.33	3.00	4.00	4.67
2000	4.33	4.19	2.33	3.33	2.33	3.00	5.33	5.67
P	0.001	0.001	0.05	0.05				
LSD _{0.05}	0.56	0.35	0.98	0.92				

4.1.3.10. Mısır

Mısır tohumlarına farklı dozlarda nikel uygulanmasının; çimlenme oranı ve çimlenme indeksi üzerine etkisi Çizelge 4.59’da, çimlenme sürelerine olan etkisi de Çizelge 4.60’da verilmiştir.

Çizelge 4.59. Farklı nikel (Ni) dozlarının mısır tohumlarının G-max (Çimlenme oranı-%) ve G-ind (Çimlenme İndeksi) üzerine etkisi

Nikel (mg L ⁻¹)	G-max	G-ind
0	100 (90)	45.83
25	100 (90)	45.83
50	95 (77)	40.68
75	97 (84)	42.67
100	93 (78)	40.53
200	95 (82)	42.28
400	93 (78)	36.41
800	92 (76)	27.64
1600	57 (49)	12.80
2000	32 (34)	5.39
P	0.001	0.001
LSD _{0.05}	15.41	4.31

Parantez içindeki rakamlar, aç dönüşüm değerleridir.

Çizelge 4.59'daki veriler incelendiğinde G-max değerlerinin, kontrole göre 800 mg L⁻¹ Ni dozu dahil tüm nikel muamelelerinden etkilenmediği ancak dozun 1600 ve 2000 mg L⁻¹'a çıkartılmasıyla kayıplara uğradığı kaydedilmiştir. Ni dozlarındaki artış mısır tohumlarındaki G-ind değerlerini de olumsuz etkilemiştir. Kontrol ve 25 mg L⁻¹ Ni dozu arasında bir farklılık yok iken; bunun ardından gelen iki farklı grupta düşüşler görülmeye başlamış; 400 mg L⁻¹ ve sonraki nikel dozlarında bu düşüşler kademeli olarak artmış ve nihayet 2000 mg L⁻¹ en üst düzeye çıkmıştır.

Çizelge 4.60. Farklı nikel (Ni) dozlarının mısır tohumlarının çimlenme süresi (gün) üzerine etkisi

Nikel (mg L ⁻¹)	T50	T-mean	G75-25	G90-10	T10	T25	T75	T90
0	2.00	2.25	0.33	1.00	2.00	2.00	2.33	3.00
25	2.00	2.25	0.33	1.00	2.00	2.00	2.33	3.00
50	2.00	2.61	0.67	1.67	2.00	2.00	2.67	3.67
75	2.00	2.48	0.33	1.33	2.00	2.00	2.33	3.33
100	2.00	2.60	0.33	1.67	2.00	2.00	2.33	3.67
200	2.00	2.36	0.67	1.33	2.00	2.00	2.67	3.33
400	3.00	2.90	1.00	2.00	2.00	2.00	3.00	4.00
800	3.33	3.67	1.33	3.00	2.00	3.00	4.33	5.00
1600	4.67	4.86	1.67	3.33	3.00	3.67	5.33	6.33
2000	5.67	5.96	2.00	4.00	3.00	4.67	6.67	7.00
P	0.001	0.001	0.01	0.05				
LSD _{0.05}	0.50	0.56	0.93	1.96				

Çizelge 4.60'a göre mısırdaki T50 süresi, 200 mg L⁻¹ dozu dahil nikelden etkilenmemiş, aynı gruptaki 400 ve 800 mg L⁻¹ dozlarında gecikmiştir. Gecikme sırasıyla 1600 ve 2000 mg L⁻¹ dozuna gidildikçe en üst düzeye çıkmıştır. T-mean değerleri en kısa kontrol ve 25 mg L⁻¹ dozunda bulunmuş; bunları aynı gruptaki 50-200 mg L⁻¹ arasındaki nikel dozları takip etmiştir. Artırılan nikel dozlarında T-mean süreleri kademeli olarak uzayarak 400, 800, 1600 ve 2000 mg L⁻¹ dozlarında sırasıyla 3.00, 3.33, 4.67 ve 5.67 güne kadar gecikmiştir. G75-25 üniformluk indeks değerleri de en çok 2000 mg L⁻¹ nikel dozlarından etkilenmiştir. Bu özellik kontrolle birlikte aynı gruptaki 25, 75 ve 100 mg L⁻¹ nikel dozlarından etkilenmez iken diğer uygulamalar orta sıralarda yer bulmuşlardır. G90-10 üniformluk indeks değerleri için nikelin olumsuz etkisi kontrolle beraber bir gruba oluşturan 25 mg L⁻¹ dozunda saptanamamıştır. Nikelin aynı grupta yer alan 50 ve 200 mg L⁻¹ dozlarında başlayan gecikme 400 ve 800 mg L⁻¹ dozlarında belirgin ve sırasıyla 1600 ve 2000 mg L⁻¹ dozuna gidildikçe kuvvetli bir şekilde ortaya çıkmıştır.

4.1.4. Kurşun (Pb)

4.1.4.1. Domates

Denemede kurşun dozlarının domates tohumlarında çimlenme oranı, çimlenme indeksi ve çimlenme süresi üzerine etkileri Çizelge 4.61 ve Çizelge 4.62'de gösterilmiştir.

Çizelge 4.61'deki veriler incelendiğinde domates tohumlarındaki G-max, değeri en yüksek kontrol uygulamasında görülmüştür. Bunu aynı grupta yer alana diğer uygulamalar

izlemiş; kurşun dozlarının artması ile daha sonraki çimlenmelerde düşüşler meydana gelmiştir. En düşük G-max değeri 800 mg L⁻¹ kurşun dozunda belirlenmiştir. G-ind değerlerinde de en başarılı uygulama kontrol olmuş bunun ardından 100 mg L⁻¹ kurşun dozu gelmiştir. G-ind değerleri kurşun dozlarının artışına paralel olarak gerilemeler kaydedilmiş; en düşük değer 800 mg L⁻¹ Pb dozunda saptanmıştır.

Çizelge 4.61. Farklı kurşun (Pb) dozlarının domates tohumlarının G-max (Çimlenme oranı-%) ve G-ind (Çimlenme İndeksi) üzerine etkisi

Kurşun (mg L ⁻¹)	G-max	G-ind
0	99 (86)	34.84
100	93 (76)	33.43
200	92 (74)	28.74
400	88 (70)	26.65
800	73 (60)	18.19
P	0.01	0.001
LSD _{0.05}	9.75	5.58

Parantez içindeki rakamlar, açılı dönüşüm değerleridir.

Çizelge 4.62. Farklı kurşun (Pb) dozlarının domates tohumlarının çimlenme süresi (gün) verileri üzerine etkisi

Kurşun (mg L ⁻¹)	T50	T-mean	G75-25	G90-10	T10	T25	T75	T90
0	3.00	3.05	0.67	1.67	2.33	2.33	3.00	4.00
100	3.00	3.01	1.00	2.00	2.00	2.33	3.33	4.00
200	3.00	3.49	0.67	2.67	2.00	3.00	3.67	4.67
400	3.33	3.57	1.00	2.67	2.00	3.00	4.00	4.67
800	4.00	4.27	1.33	2.67	3.00	3.33	4.67	5.67
P	0.01	0.01	öd	öd				
LSD _{0.05}	0.49	0.52						

Çizelge 4.62'deki çimlenme süreleri özelliklerinden T50, tüm dozlarda kontrolden farklılık göstermemiş; ancak 800 mg L⁻¹ kurşun dozunda oldukça gecikmiştir. T-mean sürelerine bakıldığında tohumların en kısa 100 mg L⁻¹ dozunda çimlendiği görülebilmektedir. Bunu aynı grubun birer üyesi olan kontrol ve 200 mg L⁻¹ Pb dozu takip etmiştir. G75-25 ve G90-10 uniformluk indeks değerleri, kurşun uygulamalarından etkilenmemiştir.

4.1.4.2. Biber

Kurşun ile muamele edilen biber tohumlarının çimlenme oranı, çimlenme indeksi ve çimlenme süresi üzerine etkisine ilişkin verilere Çizelge 4.63 ve Çizelge 4.64'te ulaşılabilmektedir..

Çizelge 4.63'deki veriler incelendiğinde artan miktarlarda kurşun dozlarının biberde çimlenme oranı üzerine p<0.05 düzeyinde ve çimlenme indeksi üzerine etkisi p<0.001 düzeyinde önemli bulunmuştur. En yüksek G-max, kontrol uygulamasında bulunmuştur. Kurşunun artan dozlarında G-max değerleri kademeli olarak düşmüş; 800 mg L⁻¹ kurşunda en düşük orana gerilemiştir. En yüksek G-ind değerlerine kontrol uygulamasında

ulaşılmış, aynı gruptaki 100 mg L⁻¹ ile 400 mg L⁻¹ dozlarında azalmış ve 800 mg L⁻¹ Pb dozunda en düşük düzeye gerilemiştir.

Çizelge 4.63. Farklı kurşun (Pb) dozlarının biber tohumlarının G-max (Çimlenme oranı-%) ve G-ind (Çimlenme İndeksi) üzerine etkisi

Kurşun (mg L ⁻¹)	G-max	G-ind
0	99 (86)	21.88
100	95 (79)	18.72
200	89 (72)	19.00
400	85 (68)	17.37
800	72 (58)	11.85
P	0.05	0.001
LSD _{0.05}	14.29	1.86

Parantez içindeki rakamlar, açılı dönüşüm değerleridir.

Çizelge 4.64. Farklı kurşun (Pb) dozlarının biber tohumlarının çimlenme süresi (gün) üzerine etkisi

Kurşun (mg L ⁻¹)	T50	T-mean	G75-25	G90-10	T10	T25	T75	T90
0	4.67	4.85	1.67	3.67	3.00	4.00	5.67	6.67
100	5.67	5.47	2.33	4.33	3.00	4.00	6.33	7.33
200	5.00	5.25	2.33	4.67	3.00	4.00	6.33	7.67
400	5.33	5.46	2.33	4.67	3.00	4.00	6.33	7.67
800	6.00	6.63	3.00	5.33	4.00	5.00	8.00	9.33
P	0.05	0.001	öd	öd				
LSD _{0.05}	0.81	0.45						

Çizelge 4.64'ten T50'nin en kısa kontrolde olduğunu bunu gittikçe artan gecikme değerleriyle artan kurşun dozlarının izlediği saptanmıştır. En uzun T50 süresi 800 mg L⁻¹ Pb dozundan alınmıştır. Araştırmada biber tohumlarının en erken çimlenmeyi kontrol uygulamasında gerçekleştirdiği; bunun ardından 200 ve 100 mg L⁻¹ dozlarının geldiği anlaşılmıştır. En uzun çimlenen tohumların ise 800 mg L⁻¹ Pb uygulamasında olduğu ortaya çıkarılmıştır. G75-25 ve G90-10 üniformluk indeks değerleri, artan kurşun dozlarına bağlı olarak istatistiksel olarak önemli bulunmamışlar.

4.1.4.3. Patlıcan

Patlıcan tohumlarına uygulanan farklı düzeylerde kurşun dozlarının çimlenme oranı, çimlenme indeksi, yarı çimlenme süresi, ortalama çimlenme süresi, G75-25 üniformluk indeks ve G90-10 üniformluk indeks özellikleri üzerine etkileri Çizelge 4.65 ve Çizelge 4.66'da özetlenmiştir.

Çizelge 4.65'de elde edilen gözlemlere bakıldığında kurşunun G-max üzerine etkisi önemsiz bulunmuş; G-ind de ise sırasıyla 27.58 ve 19.97'lik değerlerle kontrol ve 100 mg L⁻¹ dozu en başarılı uygulamalar olmuştur. En düşük G-ind değeri 12.58 ile 800 mg L⁻¹ dozundan alınırken; 200 ve 400 mg L⁻¹ dozları tek başlarına orta sıralardaki grupları oluşturmuşlardır.

Çizelge 4.65. Farklı kurşun (Pb) dozlarının patlıcan tohumlarının G-max (Çimlenme oranı-%) ve G-ind (Çimlenme İndeksi) üzerine etkisi

Kurşun (mg L ⁻¹)	G-max	G-ind
0	97 (82)	27.58
100	92 (77)	19.97
200	88 (71)	16.54
400	83 (66)	14.98
800	75 (61)	12.58
P	öd	0.001
LSD _{0.05}		4.26

Parantez içindeki rakamlar, açılı dönüşüm değerleridir.

Çizelge 4.66. Farklı kurşun (Pb) dozlarının patlıcan tohumlarının çimlenme süresi (gün) üzerine etkisi

Kurşun (mg L ⁻¹)	T50	T-mean	G75-25	G90-10	T10	T25	T75	T90
0	4.00	4.00	2.00	4.00	2.00	3.00	5.00	6.00
100	4.67	5.07	2.33	4.33	3.00	3.67	6.00	7.33
200	5.67	5.81	2.00	4.33	3.67	4.67	6.67	8.00
400	5.67	5.95	2.00	4.33	4.00	4.67	6.67	8.33
800	6.33	6.54	2.67	4.67	4.33	5.00	7.67	9.00
P	0.05	0.001	öd	öd				
LSD _{0.05}	1.35	0.81						

Kurşun ile yürütülen deneme sonuçlarına göre patlıcan tohumlarının en kısa T50 sürelerine kontrolde ulaşılmış, artan kurşun dozlarının olumsuz etkide bulunduğu saptanmıştır. Buna göre T50; 100 mg L⁻¹ dozu ile aynı gruptaki 200 ve 400 mg L⁻¹ dozunda düşmüş, bu düşüş 800 mg L⁻¹ Pb'de şiddetlenmiştir. T-mean değerlerinde ise kontrolde en kısa süreye ulaşılmış; bunu sırasıyla 100 ve 200 mg L⁻¹ dozları izlemiştir. En uzun T-mean süreleri ile sırasıyla 800 ve 400 mg L⁻¹ dozlarında karşılaşmıştır. G75-25 ve G90-10 uniformluk indeks değerlerinde, kontrol ve uygulanan diğer dozlar arasında istatistiksel bir fark belirlenmemiştir.

4.1.4.4. Hıyar

Hıyar tohumlarına uygulanan farklı kurşun dozlarının, çimlenme oranı, çimlenme indeksi ve çimlenme süresine etkileri Çizelge 4.67 ve Çizelge 4.68'de görülebilmektedir.

Çizelge 4.67. Farklı kurşun (Pb) dozlarının hıyar tohumlarının G-max (Çimlenme oranı-%) ve G-ind (Çimlenme İndeksi) üzerine etkisi

Kurşun (mg L ⁻¹)	G-max	G-ind
0	96 (78)	70.44
100	97 (82)	60.89
200	96 (81)	58.56
400	93 (75)	51.15
800	73 (59)	28.24
P	0.01	0.001
LSD _{0.05}	10.36	6.09

Parantez içindeki rakamlar, açılı dönüşüm değerleridir.

Çizelge 4.67’den elde edilen verilere bakıldığında; kurşun dozlarının hıyarda çimlenme oranı üzerine etkisi $p < 0.01$ düzeyinde ve çimlenme indeksi üzerinde $p < 0.001$ düzeyinde önemli bulunmuştur. Çimlenme oranının sadece tek başına farklı bir istatistiki grubu oluşturan 800 mg L^{-1} dozundan etkilendiği belirlenmiştir. Çimlenme indeksi ise; her bir uygulama farklı bir grubu oluşturarak ve dozlardaki artışa paralel olarak olumsuz; etkilenmiştir. En yüksek G-ind kontrolde iken en düşük G-ind 800 mg L^{-1} dozunda saptanmış; diğer uygulamalar orta sıralarda yer bulmuşlardır.

Çizelge 4.68. Farklı kurşun (Pb) dozlarının hıyar tohumlarının çimlenme süresi (gün) üzerine etkisi

Kurşun (mg L^{-1})	T50	T-mean	G75-25	G90-10	T10	T25	T75	T90
0	1.67	1.60	1.00	1.00	1.00	1.00	2.00	2.00
100	2.00	1.77	0.67	1.00	1.00	1.33	2.00	2.00
200	2.00	1.82	0.33	1.00	1.00	1.67	2.00	2.00
400	2.00	2.62	1.67	4.33	1.00	1.33	3.00	5.33
800	3.00	3.67	2.33	4.67	1.33	2.33	4.67	6.00
P	0.01	0.001	0.01	0.01				
LSD _{0.05}	0.49	0.34	0.81	1.70				

Çizelge 4.68’de kurşun dozlarının hıyarda T50 üzerine etkisi kontrole göre olumsuz bulunmuş; T50, kontrol dışında yer alan ve aynı grubun birer üyesi olan tüm kurşun dozlarında gecikmiştir. T-mean ise kontrol ile aynı gruptaki düşük Pb dozlarından etkilenmemiş; doz 400 mg L^{-1} ’ye çıkarılınca gecikmiş ve 800 mg L^{-1} dozunda en uzun sürede gerçekleşmiştir. En kısa G75-25 değerleri 200 ve 100 mg L^{-1} dozlarında saptanmış; Bunu sırasıyla kontrol ve 400 mg L^{-1} dozu izlemiştir. En uzun sürelerin ise 800 mg L^{-1} dozunda olduğu ortaya çıkmıştır. G90-10 değerlerinde ise kontrole aynı grubu paylaşan 100 ve 200 mg L^{-1} dozlarında bir fark bulunamamış ancak doz 400 ve 800 mg L^{-1} çıkarılınca olumsuz etki saptanmıştır.

4.1.4.5. Kabak

Denemede kabak tohumları üzerine farklı dozlarda kurşun uygulamasının, çimlenme oranı, çimlenme indeksi ve çimlenme süresine etkileri ile ilgili bulgular Çizelge 4.69 ve Çizelge 4.70’de rapor edilmiştir.

Çizelge 4.69. Farklı kurşun (Pb) dozlarının kabak tohumlarının G-max (Çimlenme oranı-%) ve G-ind (Çimlenme İndeksi) üzerine etkisi

Kurşun (mg L^{-1})	G-max	G-ind
0	87 (73)	37.78
100	82 (65)	32.45
200	75 (60)	28.60
400	68 (56)	24.03
800	65 (54)	22.41
P	öd	0.01
LSD _{0.05}		6.60

Parantez içindeki rakamlar, açılı dönüşüm değerleridir.

Çizelge 4.69'den elde edilen verilere bakıldığında; istatistiksel analizlere göre G-max'ın önemsiz ve G-ind, $p < 0.05$ düzeyinde önemli olduğu anlaşılmaktadır. En yüksek G-ind değerlerine kontrol ve 100 mg L⁻¹ dozunda ulaşılmıştır. Bunu 200 mg L⁻¹ dozu ile aynı grupta yer alması yanında en düşük değerleri veren 400 ve 800 mg L⁻¹ dozları izlemiştir.

Çizelge 4.70. Farklı kurşun (Pb) dozlarının kabak tohumlarının çimlenme süresi (gün) üzerine etkisi

Kurşun (mg L ⁻¹)	T50	T-mean	G75-25	G90-10	T10	T25	T75	T90
0	2.00	2.41	0.67	1.00	2.00	2.00	2.67	3.00
100	2.33	2.92	1.00	1.33	2.00	2.00	3.00	3.33
200	2.67	2.90	1.00	2.00	2.00	2.00	3.00	4.00
400	2.67	3.32	1.67	3.67	2.00	2.00	3.67	5.67
800	3.00	3.53	2.00	4.33	2.00	2.00	4.00	6.33
P	0.05	0.05	öd	0.05				
LSD _{0.05}	0.69	0.66		2.09				

Çizelge 4.70'de kontrolle karşılaştırıldığında kurşunun T50 üzerine etkisi 100, 200 ve 400 mg L⁻¹ dozlarından başlayarak olumsuz olmuş; 800 mg L⁻¹ dozunda en üst düzeyde bulunmuştur. En kısa T-mean kontrolde bulurken bunu 200 ve 100 mg L⁻¹ dozları izlemiştir. En uzun T-mean ise sırasıyla 3.32 ve 3.53 gün ile 400 ve 800 mg L⁻¹ kurşun dozlarında saptanmıştır. G75-25 uniformluk indeks değerleri istatistiksel olarak önemli bulunmazken, G90-10 en erken kontrol ve 100 mg L⁻¹ dozunda gerçekleşmiştir. En geç G90-10 değerleri veren uygulamanın ise 800 mg L⁻¹ kurşun dozu olduğu anlaşılmıştır

4.1.4.6. Karpuz

Çizelge 4.71 ve Çizelge 4.72'de karpuz tohumlarının, farklı dozlarda kurşun uygulamalarına çimlenme oranı, çimlenme indeksi ve çimlenme süresi ile ilgili tepkilerinin özet sonuçları yer almaktadır.

Çizelge 4.71. Farklı kurşun (Pb) dozlarının karpuz tohumlarının G-max (Çimlenme oranı-%) ve G-ind (Çimlenme İndeksi) üzerine etkisi

Kurşun (mg L ⁻¹)	G-max	G-ind
0	93 (76)	40.20
100	93 (78)	41.69
200	91 (76)	37.38
400	83 (65)	25.40
800	75 (60)	21.24
P	öd	0.05
LSD _{0.05}		6.79

Parantez içindeki rakamlar, açılı dönüşüm değerleridir.

Çizelge 4.71'e göre, kurşun dozlarının G-max üzerine her hangi bir etkisinin olmadığı görülebilmektedir. Çimlenme indeksi ise kontrolle aynı gruptaki 100 ve 200 mg L⁻¹ Pb'den etkilenmemiş ancak 400 ve 800 mg L⁻¹ Pb dozlarında düşmüştür.

Çizelge 4.72. Farklı kurşun (Pb) dozlarının karpuz tohumlarının çimlenme süresi (gün) üzerine etkisi

Kurşun (mg L ⁻¹)	T50	T-mean	G75-25	G90-10	T10	T25	T75	T90
0	2.00	2.59	0.67	2.33	2.00	2.00	2.67	4.33
100	2.00	2.56	0.33	2.33	2.00	2.00	2.33	4.33
200	2.00	3.00	0.67	3.00	2.00	2.00	2.67	5.00
400	3.00	3.77	1.33	4.33	2.00	2.67	4.00	6.33
800	3.67	4.37	2.33	5.67	2.00	3.00	5.33	7.67
P	0.001	0.01	0.05	öd				
LSD _{0.05}	0.49	0.83	1.26					

Artan kurşun konsantrasyonlarının karpuz tohumlarının çimlenme süresi özelliklerini gösteren Çizelge 4.72'ye göre; T50 değerleri kontrol, 100 ve 200 mg L⁻¹ Pb uygulamasında 2.00 günde, en kısa sürelerde gerçekleşmiştir. T50; Pb'nin 400 mg L⁻¹'ye çıkartılmasıyla 3.00 güne ve 800 mg L⁻¹'ye çıkartılmasıyla 3.67 güne uzamıştır. T-mean'de en kısa süre 2.56 ve 2.59 gün ile sırasıyla 100 mg L⁻¹ Pb dozu ve kontrolde saptanmıştır. Bunu 3.00, 3.77 ve 4.37 gün gibi gecikmeli sürelerle sırasıyla 200, 400 ve 800 mg L⁻¹ Pb dozları takip etmiştir. G75-25 üzerine 100 ve 200 mg L⁻¹ Pb dozlarının etkisi kontrolden farklı bulunamaz iken sırasıyla 400 mg L⁻¹ Pb'de 1.33 güne ve 800 mg L⁻¹ Pb'de 2.33 güne gerilemiştir. G90-10 uniformluk indeks değerleri üzerine kurşun uygulamaların etkisinin olmadığı görülmüştür.

4.1.4.7. Kavun

Kavun tohumlarına farklı dozlarda kurşun uygulanmasının; çimlenme oranı ve çimlenme indeksi üzerine etkisi Çizelge 4.73'de, çimlenme süresi özelliklerine olan etkileri ise Çizelge 4.74'de verilmiştir.

Çizelge 4.73. Farklı kurşun (Pb) dozlarının kavun tohumlarının G-max (Çimlenme oranı-%) ve G-ind (Çimlenme İndeksi) üzerine etkisi

Kurşun (mg L ⁻¹)	G-max	G-ind
0	82 (69)	32.92
100	77 (61)	27.18
200	72 (58)	24.85
400	67 (55)	26.30
800	28 (32)	6.31
P	0.05	0.01
LSD _{0.05}	19.61	10.53

Parantez içindeki rakamlar, açılı dönüşüm değerleridir.

Çizelge 4.73'deki verilere bakıldığında; çimlenme oranı ve çimlenme indeksi özelliklerinin kurşunun 800 mg L⁻¹ dozundan olumsuz etkilendiği; ne var ki diğer tüm kurşun dozlarının etkisinin kontrolden farklı olmadığı ortaya konmuştur.

Çizelge 4.74'de kavun tohumlarında artan kurşun konsantrasyonlarının etkisi T50'de kontrol ile aynı grupta yer alan 100-400 mg L⁻¹ Pb benzer iken; 800 mg L⁻¹ dozunda daha uzun sürede olmuştur. T-mean değerlerinin artan kurşun dozlarından etkilenmesi ise 100

ve 200 mg L⁻¹ dozundan başlamaktadır. T-mean sırasıyla 400 ve 800 mg L⁻¹ dozlarında daha belirgindir. G75-25 üniformluk indeks değerleri kurşunun artırılan dozlarından etkilenmemiştir. En kısa G90-10 üniformluk indeks değerleri kontrolde bulunmuş bunu sırasıyla 100 mg L⁻¹ dozu ve aralarında bir fark saptanamayan 200 ve 400 mg L⁻¹ izlemiş; en geç çimlenmelerin ise 800 mg L⁻¹ kurşun dozunda olduğu gözlenmiştir.

Çizelge 4.74. Farklı kurşun (Pb) dozlarının kavun tohumlarının çimlenme süresi (gün) üzerine etkisi

Kurşun (mg L ⁻¹)	T50	T-mean	G75-25	G90-10	T10	T25	T75	T90
0	2.67	3.04	1.67	3.33	1.67	2.00	3.67	5.00
100	3.00	3.52	2.00	4.33	2.00	2.00	4.00	6.33
200	3.00	3.97	3.67	5.67	1.33	2.00	5.67	7.00
400	3.00	3.87	3.67	6.33	1.00	2.00	5.67	7.33
800	6.00	6.28	4.00	7.33	1.33	3.67	7.67	8.67
P	0.001	0.001	öd	0.05				
LSD _{0.05}	0.49	0.87		2.20				

4.1.4.8. Bamya

Elde edilen verilere göre bamya tohumlarının çimlenme oranı ve indeksi üzerine kurşun dozlarının etkisi istatistikî olarak p<0.001 düzeyinde, ortalama çimlenme süresinde ise p<0.05 düzeyinde önemli bulunur iken, yarı çimlenme süresi ve üniformluk indeks değerleri üzerine etkisi önemsiz bulunmuştur. Elde edilen veriler Çizelge 4.75 ve Çizelge 4.76'de gösterilmektedir.

Çizelge 4.75. Farklı kurşun (Pb) dozlarının bamya tohumlarının G-max (Çimlenme oranı-%) ve G-ind (Çimlenme İndeksi) üzerine etkisi

Kurşun (mg L ⁻¹)	G-max	G-ind
0	100 (90)	44.93
100	100 (90)	45.04
200	97 (85)	42.42
400	79 (63)	29.67
800	63 (53)	23.58
P	0.001	0.001
LSD _{0.05}	11.23	5.06

Parantez içindeki rakamlar, açılı dönüşüm değerleridir.

Çizelge 4.75'e göre bamya tohumlarının en yüksek çimlenme oranı kontrol ve onunla aynı grubu paylaşan 100 ve 200 mg L⁻¹ dozlarından elde edilirken; en düşük değerler sırasıyla 800 ve 400 mg L⁻¹ Pb dozlarından alınmıştır. Kurşun dozlarındaki artışın çimlenme indeksine etkisi, kontrolle aralarında istatistikî bir fark bulunamayan 100 ve 200 mg L⁻¹ kurşun uygulamasında belirlenemez iken 400 ve 800 mg L⁻¹ dozları olumsuz etkide bulunmuştur.

Çizelge 4.76'dan elde edilen bulgular dikkatlice değerlendirildiğinde, kurşun dozlarının bamya tohumları üzerinde etkisi, T50 ve üniformluk indeks değerlerinde önemsiz olduğu izlenebilmektedir. T-mean süresinde ise en kısa sürede çimlenmelerin

kontrol ile birlikte aynı grubun üyeleri olan 100 ve 200 mg L⁻¹ dozlarında meydana geldiği saptanmıştır. En uzun çimlenen tohumların ise 400 ve 800 mg L⁻¹ kurşun uygulamaları olduğu anlaşılmıştır

Çizelge 4.76. Farklı kurşun (Pb) dozlarının bamya tohumlarının çimlenme süresi (gün) verileri üzerine etkisi

Kurşun (mg L ⁻¹)	T50	T-mean	G75-25	G90-10	T10	T25	T75	T90
0	2.00	2.33	0.67	1.00	2.00	2.00	2.67	3.00
100	2.00	2.35	0.67	1.33	2.00	2.00	2.67	3.33
200	2.00	2.46	1.00	1.67	2.00	2.00	3.00	3.67
400	2.67	2.88	1.00	2.00	2.00	2.00	3.00	4.00
800	2.33	2.89	1.33	2.33	2.00	2.00	3.33	4.33
P	öd	0.05	öd	öd				
LSD _{0.05}		0.38						

4.1.4.9. Fasulye

Farklı dozda kurşun uygulamalarının fasulye tohumlarının çimlenme kabiliyetlerinin test edildiği özelliklerden olan G-max ve G-ind üzerine etkisi Çizelge 4.77’de ve çimlenme süresi özellikleri üzerine etkileri ise Çizelge 4.78’de gösterilmiştir.

Çizelge 4.77. Farklı kurşun (Pb) dozlarının fasulye tohumlarının G-max (Çimlenme oranı-%) ve G-ind (Çimlenme İndeksi) üzerine etkisi

Kurşun (mg L ⁻¹)	G-max	G-ind
0	91 (73)	35.82
100	81 (64)	28.11
200	80 (63)	28.84
400	76 (61)	23.44
800	75 (60)	21.61
P	0.05	0.01
LSD _{0.05}	8.67	6.10

Parantez içindeki rakamlar, aç dönüşüm değerleridir.

Çizelge 4.78. Farklı kurşun (Pb) dozlarının fasulye tohumlarının çimlenme süresi (gün) üzerine etkisi

Kurşun (mg L ⁻¹)	T50	T-mean	G75-25	G90-10	T10	T25	T75	T90
0	2.67	2.70	1.00	1.67	2.00	2.00	3.00	3.67
100	3.67	3.18	1.67	2.00	2.00	2.33	4.00	4.00
200	3.00	3.12	1.67	2.33	2.00	2.00	3.67	4.33
400	3.67	3.58	1.33	3.00	2.00	3.00	4.33	5.00
800	4.33	4.19	2.00	3.67	2.67	2.67	4.67	6.33
P	0.05	0.05	öd	0.05				
LSD _{0.05}	1.06	0.78		1.56				

Çizelge 4.77'deki verilere göre; en yüksek G-max, kontrol uygulamasında görülmektedir. Kurşun dozlarındaki artışa bağlı olarak G-max değerleri düşmüş, bu özellik tüm kurşun uygulamalarından olumsuz etkilenmiştir. G-ind değerlerinde dozların artması

ile gerilemelerin olduğu görülmektedir. Kontrolde 35.82 olan G-ind değeri; kurşunun 200 ve 100 mg L⁻¹ dozlarında 28.84 ve 28.11'e, 400 mg L⁻¹ Pb dozunda 23.44'e ve nihayet 800 mg L⁻¹ Pb'da 21.61'e kadar düşmüştür.

Kurşun dozlarının fasulye tohumlarında T50 üzerine etkisi, en düşük çimlenme oranının alındığı kontrol ve 200 mg L⁻¹ dozunda benzer bulunmuştur. Bu dozları sırasıyla 100 mg L⁻¹ ile 400 mg L⁻¹ dozu izlemiş, en uzun sürenin ise 800 mg L⁻¹ de olduğu belirlenmiştir. T-mean değerlerinde en kısa süre kontrol uygulamasında bulunmuş bunu 100 ve 200 mg L⁻¹ dozları izlemiştir. Özellik en fazla 800 mg L⁻¹ dozundan etkilenirken, 400 mg L⁻¹ dozu bundan hemen önce gelmiştir. G75-25 üniformluk indeks değerleri istatistiksel olarak önem arz etmemiştir. En kısa G90-10 üniformluk indeks değerlerine ise kontrol ve 100 mg L⁻¹ dozunda ulaşılmış; bunu aynı gruptaki 200 ve 400 mg L⁻¹ dozları takip etmiştir. En uzun G90-10 süreleri 800 mg L⁻¹ de saptanmıştır.

4.1.4.10. Mısır

Çizelge 4.79'da ve Çizelge 4.80'de mısır tohumları üzerine farklı dozlarda kurşun uygulanmasının tohumların; çimlenme oranı, çimlenme indeksi ve çimlenme süresi özellikleri üzerine etkileri görülebilmektedir.

Çizelge 4.79. Farklı kurşun (Pb) dozlarının mısır tohumlarının G-max (Çimlenme oranı-%) ve G-ind (Çimlenme İndeksi) üzerine etkisi

Kurşun (mg L ⁻¹)	G-max	G-ind
0	91 (73)	40.93
100	83 (65)	33.64
200	65 (54)	25.91
400	63 (52)	22.58
800	39 (38)	11.37
P	0.001	0.001
LSD _{0.05}	6.76	3.61

Parantez içindeki rakamlar, açılı dönüşüm değerleridir.

Çizelge 4.79'daki farklı kurşun dozlarının mısır tohumlarına uygulanması sonucu yapılan sayımlardan elde edilen verilere göre; en fazla tohum G-max ve G-ind değerlerinin kontrol uygulamasında olduğu görülmektedir. Bunu sırasıyla 100 mg L⁻¹ dozu ile aynı gruptaki 200 ve 400 mg L⁻¹ dozları takip etmiş; en düşük değerler ise 800 mg L⁻¹ dozunda bulunmuştur.

Çizelge 4.80. Farklı kurşun (Pb) dozlarının mısır tohumlarının çimlenme süresi (gün) üzerine etkisi

Kurşun (mg L ⁻¹)	T50	T-mean	G75-25	G90-10	T10	T25	T75	T90
0	2.00	2.33	0.67	1.00	2.00	2.00	2.67	3.00
100	2.67	2.61	1.00	1.00	2.00	2.00	3.00	3.00
200	2.67	2.73	1.00	1.67	2.00	2.00	3.00	3.67
400	3.00	3.01	1.33	2.00	2.00	2.00	3.33	4.00
800	3.67	3.79	1.67	3.33	2.00	2.67	4.33	5.33
P	0.05	0.001	öd	0.01				
LSD _{0.05}	0.84	0.37		0.97				

Çizelge 4.80'deki veri tablosu incelendiğinde, mısır tohumlarının farklı kurşun dozları ile muamele edilmesi sonucunda en kısa T50 sürelerinin, kontrol uygulamasında olduğu saptanmıştır. Bunu 100 ve 200 mg L⁻¹ dozları takip etmiş en uzun sürelere ise 400 ve 800 mg L⁻¹ dozlarında ulaşılmıştır. T-mean'de de en başarılı uygulama kontrol olmuş bunu gittikçe geciken çimlenme süreleriyle 100, 200 ve 400 mg L⁻¹ dozları izlemiş ve en uzun çimlenmenin 800 mg L⁻¹ doz uygulamasında olduğu saptanmıştır. Kurşun uygulamalarının G75-25 üniformluk indeks değerlerini etkilemediği anlaşılmıştır. G90-10 süresinde aynı gruptaki kontrol ve 100-400 mg L⁻¹ arasındaki dozlarda, uygulamalar arasında her hangi bir fark bulunamaz iken, 800 mg L⁻¹ doz uygulamasının olumsuz etkisinin olduğu kaydedilmiştir.

4.2. Tartışma

Araştırmaya konu olan kadmiyum, krom, nikel ve kurşunun artan konsantrasyonlarına domates, biber, patlıcan kavun, karpuz, hıyar, kabak, fasulye, bamya ve mısır'ın çimlenme aşamasında tepkileri incelenmiş; çimlenme kabiliyetleri ve çimlenme sürelerine göre türlerin tolerans sınırları ve türe göre metallere karşı koyma durumları ortaya çıkarılmaya çalışılmıştır.

4.2.1. Kadmiyum

Denemeye konu olan kadmiyum, test edilen türlerin tolerans durumlarına göre değişmekle birlikte, çimlenme performanslarını ve sürelerini belli bir dozdan sonra olumsuz etkilemiştir.

Araştırmada kadmiyumun; çimlenme oranı (G-max) üzerine domates, patlıcan ve kavunda 2.5 mg L⁻¹; biberde 5 mg L⁻¹; karpuzda 80 mg L⁻¹; fasulyede 320 mg L⁻¹; kabak ve bamyada 640 mg L⁻¹ dozlarından başlayarak azalmalara neden olduğu ancak hıyar ve mısırdan önemsiz çıktığı saptanmıştır. Çimlenme indeksi (G-ind) ise patlıcan ve kavunda 2.5 mg L⁻¹; kabakta 10 mg L⁻¹; domates, bamya ve mısırdan 20 mg L⁻¹; biber ve karpuzda 80 mg L⁻¹; hıyar ve fasulyede 320 mg L⁻¹ dozundan itibaren olumsuz etkisinin olduğu kaydedilmiştir.

Kadmiyumun çimlenme süresi özelliklerinden özellikle T50 ve T-mean üzerine etkisi, bu metale karşı sebze türlerinin genotipik hassasiyetini daha belirgin bir şekilde göstermiştir. T50 patlıcanda 2.5 mg L⁻¹; kavunda 40 mg L⁻¹; biberde 160 mg L⁻¹; domates, hıyar, kabak, karpuz ve mısırdan 320 mg L⁻¹; bamyada 640 mg L⁻¹ dozlarından başlayarak uzadığı belirlenmiştir. T-mean süresinde hıyar ve kavun 2.5 mg L⁻¹; patlıcan 5 mg L⁻¹; domates 20 mg L⁻¹; biber 160 mg L⁻¹; kabak, bamya ve mısır 320 mg L⁻¹; karpuz ve fasulye 640 mg L⁻¹ dozlarından itibaren gecikmelere neden olmuştur.

Bu çalışmada kadmiyumun bitki türlerinin çimlenmesi üzerine olumsuz etkileri için belirlenen bulgular, daha önce farklı bitki türleri için belirlenen bir çok sonuçla uyum içerisindedir. Öyle ki kadmiyum hıyar ve buğdayda 0 dan 9 mM'e kadar yükselen dozlarda çimlenme oranını 72 saat sonunda önemli düzeylerde azaltmıştır (Munzuroglu ve Geçkil, 2002). Kadmiyumun 500 ve 700 ppm dozlarının test edildiği bir çalışmada kontrolle karşılaştırdığında *Albizia lebbek*'te 500 ppm ve *Leucaena leucocephala*'da 700 ppm'de çimlenme oranını azalttığı saptanmıştır (İqbal ve Shazia, 2004). Kadmiyum bezelyenin

çimlenme oranını, kontrole göre 5 mM konsantrasyonunda düşürmüştür (Mihoub ve ark., 2005). Kadmiyumun *Arabidopsis thaliana*'da çimlenme yüzdesi üzerine olumsuz etkisi 2 mM'den başlayarak artmaya başlamış, etki 5, 10, 15 ve 20 mM'de oldukça şiddetlenmiş ve nihayet 50 mM'de en yüksek düzeye ulaşmıştır (Weiqiang ve ark., 2005). Kadmiyumun 0'dan 0.01, 0.1, 0.5, 1.0, 1.5 ve 2.0 mM dozlarına gidildikçe; denemeye konu olan üç pirinç genotipinden ikisinde çimlenme oranında engelleyici etki yaptığı saptanmıştır (Wu ve ark., 2006). Cheng ve ark. (2008) yaptıkları çalışmalarında 12 farklı pirinç genotipinin çimlenme oranının, 2.5 mM kadmiyum dozundan başlayarak düştüğünü, 10 mM'de ise olumsuz etkinin çok fazla olduğunu ortaya koymuşlardır.

4.2.2. Krom

Çimlenme performansının en önemli göstergelerinden birisi olan G-max özelliğine göre türler, kromun farklı dozlarından olumsuz etkilenmiştir. Krom için hıyar 25 mg L⁻¹; biber 100 mg L⁻¹; kavun 400 mg L⁻¹; patlıcan, kabak, bamya ve mısır 800 mg L⁻¹ dozlarından olumsuz etkilenirken, domates, karpuz ve fasulyede herhangi bir olumsuzluk çıkmamıştır. Krom tüm türlerdeki G-ind değerleri üzerine ise olumsuz etkide bulunmuş; G-ind değerleri domates, patlıcan, kabak, kavun, bamya ve fasulyede 25 mg L⁻¹; karpuz 75 mg L⁻¹; biber 100 mg L⁻¹; hıyar ve mısır 200 mg L⁻¹ dozlarından başlamak üzere azalmıştır.

Yarı çimlenme süresi olan ve T50 ile gösterilen özellikte hıyar ve kavun dışında tüm özellikler kromun farklı dozlarından olumsuz etkilenmiş; etkilenme fasulyede 25 mg L⁻¹; kabakta 200 mg L⁻¹; domates, biber, patlıcan, bamya ve mısırdan 800 mg L⁻¹; karpuzda 1600 mg L⁻¹ dozundan başlayarak gecikmelere neden olmuştur. En önemli test özelliklerinden biri olan T-mean değerlerinin artan krom dozlarında sebze türlerine göre değişmekle birlikte geciktiği anlaşılmıştır. Tohumların çimlenmesi için geçen ortalama sürelerin patlıcan, karpuz ve kavunda 25 mg L⁻¹; domates ve fasulyede 400 mg L⁻¹; biber, hıyar, kabak, bamya ve mısırdan 800 mg L⁻¹ dozlarından başlamak kaydı ile uzadığı anlaşılmıştır.

Tohum çimlenmesi Cr'dan etkilenen ilk fizyolojik olaydır. Krom içeren ortamlarda tohumların çimlenme kabiliyeti, onların bu metala karşı tolerans düzeylerinin bir göstergesi olabilmektedir. *Medicago sativa*'nın Malone çeşidinde kromun 40 mg L⁻¹ dozu çimlenme kabiliyetini % 23 azaltmıştır (Peralta ve ark. 2001). Krom fasulyede 0.05 M Cr dozundan başlayarak çimlenme oranını düşürmüştür. Krom stresi altında çimlenme oranındaki bu azalmanın amilaz aktivitesinin baskı altına alınması ve embriyoya yeterli şeker aktarımının engellenmesine bağlı olabileceği; proteaz etkinliğinin artmasının da bunda etkili olabileceği bildirilmektedir (Zeid ve ark., 2001). Kromun çimlenme üzerine yaptığı bu engelleyici etkisi değişik araştırmacılar tarafından yapılan çalışmalarla desteklenmektedir. *Vigna radiata*'nın kroma toleranslı ve hassas ikişer çeşidinin çimlenme oranları, artan krom dozlarında (24, 48, 96 ve 192 µM) toleranslı çeşitlerde değişmez iken hassas çeşitlerde % 80'e varan düzeylerde gerilemiştir (Samantary, 2002). Zayed ve Terry (2003) tarafından yapılan bir tarama bilgisinde, kromun çimlenme üzerine etkisinin kullanılan dozlara ve türlere göre değişebileceği bildirilmekte; arpada çimlenme oranı üzerine kromun 100 mg L⁻¹ dozu herhangi bir etkisini bulunmadığı ama 500 mg L⁻¹ dozunda çimlenme oranının düştüğü, yine 500 mg L⁻¹ Cr dozunda çalı fasulyesinde çimlenmenin etkilendiği, bezelyelere uygulanan 0.5 mM kromun radikula ve plumula büyümesini baskı altına aldığı rapor edilmektedir. Pirinçte kullanılan 5 farklı çeşidin

çimlenme oranlarının 10'dan 800 mg L⁻¹ krom dozlarından % 0.86'dan % 100'e varan düzeylerde düştüğünü, kromdan etkilenme düzeyinin bir çeşit hariç diğerlerinde 400 L⁻¹ Cr dozundan itibaren başladığı belirlenmiştir (Gyawali ve Lekhak, 2006).

4.2.3. Nikel

Denemede bitkisel materyal olarak kullanılan sebze türlerinde G-max değerleri, artan nikel konsantrasyonlarından etkilenmiş; nikel G-max üzerine biber ve patlıcanda 25 mg L⁻¹; hıyar ve kavunda 50 mg L⁻¹; kabakta 200 mg L⁻¹; domates ve fasulyede 400 bamyada 1600 mg L⁻¹; dozlarından başlayarak olumsuz etki yaptığı görülmüştür. Nikelin G-ind üzerine olumsuz etkisi biber, karpuz, bamyada 25 mg L⁻¹; hıyar, kavun ve mısırdaki 50 mg L⁻¹; kabakta 100 mg L⁻¹; domates ve patlıcanda 200 mg L⁻¹ dozlarından itibaren daha belirgin olmuştur.

Genelde sebze türlerinin T50 özelliği üzerine nikelin olumsuz etkisi biber ve bamyada 25 mg L⁻¹; hıyarda 50 mg L⁻¹; domateste 200 mg L⁻¹; mısırdaki 400 mg L⁻¹; kabakta 800 mg L⁻¹; patlıcan, karpuz, kavun ve fasulyede 1600 mg L⁻¹ dozlarından başlayarak en yüksek düzeylere ulaşmıştır. Nikel T-mean özelliğini de biber, bamyada 25 mg L⁻¹; hıyarda 75 mg L⁻¹; domateste 200 mg L⁻¹; mısırdaki 400 mg L⁻¹; patlıcan, karpuz ve kavunda 1600 mg L⁻¹ dozlarından sonra geriletmiştir.

Artan nikel (0, 100, 200, 400 ve 800 µmol) konsantrasyonlarının turpta 48 saat sonraki ölçümlerde çimlenme üzerine dereceli olarak olumsuz etki yaptığını ortaya koymuşlardır (Espin ve ark., 1997). Bir çim bitkisi olan *Echinochloa colona*'da nikelin 1.25 ve 2.5 mg L⁻¹'a yükseltilecek dozlarında çimlenme oranı metal bulaşık alanlardan alınan tohumlarda etkilenmez, hatta daha yüksek bulunurken; kontrol alanlarından alınan tohumlarda olumsuz etkilenmiştir (Rout ve ark., 2000). Yulafta çimlenme oranı kontrol ile 5 mg L⁻¹ Ni dozunda % 100 bulunurken; 10 mg L⁻¹ Ni dozunda % 90, 20 mg L⁻¹ Ni dozunda % 80 ve 40 mg L⁻¹ Ni dozunda % 75'e gerilemiştir. Artan nikel konsantrasyonları çimlenme oranını, % 25 düşürmüştür (Peralta ve ark. 2001). Nikel mısırla yapılan bir çalışmada tohum çimlenmesini ve radikula büyümesini olumsuz etkilerken; aynı çalışmada nikelin bu etkileme düzeyi denemeye konu olan diğer ağır metallerle karşılaştırıldığında Cd > Ni=Pb > Sr şeklinde bir sıralamanın söz konusu olduğu iddia edilmektedir (Seregin ve Kozhevnikova, 2005). Nikel mısırdaki tohum çimlenmesini, kontrole göre sırasıyla 1 mM ve 5 mM dozlarında % 13.7 ve 21.8 oranlarında geriletmiştir (Lukathin ve ark., 2007). Jadia ve Fulekar (2008), içerisinde nikelin 0, 10, 20, 30, 40 ve 50 ppm dozların bulunduğu çözeltileri ayçiçeği tohumlarına uygulamışlar ve nikelin artan dozlarının çimlenme oranında % 66'dan % 43'e kadar bir gerilemeye neden olduğunu ortaya koymuşlardır.

4.2.4. Kurşun

Kurşun konsantrasyonlarındaki artış ile çimlenme oranı domates, biber, fasulye ve mısırdaki 100 mg L⁻¹; bamyada 400 mg L⁻¹; hıyar ve kavunda 800 mg L⁻¹ dozlarından itibaren olumsuz etkilenirken, kurşun patlıcan, kabak ve karpuzda G-max üzerine olumsuz etkide bulunmadığı görülmüştür. Çimlenme indeksi domates, biber, patlıcan, hıyar, kabak, fasulye ve mısırdaki 100 mg L⁻¹; karpuz ve bamyada 400 mg L⁻¹; kavunda 800 mg L⁻¹ kurşun dozlarından sonra önemli kayıplara uğramıştır.

Yarı çimlenme süresi kurşundan biber, patlıcan, kabak, fasulye ve mısırdan 100 mg L⁻¹; karpuzda 400 mg L⁻¹; domates, hıyar ve kavunda 800 mg L⁻¹ dozlarından itibaren gecikmeye uğramış, bamyada bir etki kaydedilememiştir. Ortalama çimlenme süresi de kurşunun biber, patlıcan, kabak, kavun, fasulye ve mısırdan 100 mg L⁻¹; karpuzda 200 mg L⁻¹; hıyar ve bamyada 400 mg L⁻¹; domatesten 800 mg L⁻¹ dozlarından başlayarak daha geç sürelerde gerçekleşmiştir.

Çalışmada kullanılan sebze türlerinin tohumlarındaki çimlenme performansları üzerine Pb'un artırılmış dozlarının engelleyici etkileri, daha önce rapor edilmiş araştırma bulguları ile destek görmektedir. Kurşunun 10- 50-100 ve 150 dozları domates ve ıspanakta önemli çimlenme kayıplarına yol açmıştır (Hameed ve ark., 2001). Ortamda tolerans sınırlarının üzerinde bu elementlerin bulunması bitkilerde çimlenme özelliklerini aksattığı ve çimlenmenin kurşun tarafından olumsuz etkilendiği, 500 ve 700 ppm dozlarının kontrolle karşılaştırıldığında çimlenme oranının *Albizia lebbek*'te 500 ppm ve *Leucaena leucocephala*'da 700 ppm'de azaldığı rapor edilmektedir (İqbal ve Shazia, 2004). Artan dozlarda kurşun solüsyonları ile yapılan çimlenme oranı ve çimlenme hızı denemelerinde, domatesin bu özelliklerinin büyük oranlarda sekteye uğradığı bildirilmektedir (Jaja ve Odoemena, 2004). Kurşunun 100 mM ve özellikle 150 ve 200 mM'den yüksek dozları *Arabidopsis thaliana*'da çimlenme yüzdesi üzerine oldukça yüksek düzeylerde geriletici etki yapmıştır (Weiqiang ve ark., 2005). Kurşunun artırılan dozlarının çeltikte (Mishra ve Choudhuri, 1998), fasulye, bezelye, turp, soğan, kekik ve hardalda (Wierzbicka ve Obidzinska, 1998), hıyar ve buğdayda (Munzuroglu ve Geckil, 2002) da rapor edilmektedir. Pirinçte teste alınan üç çeşitte kurşunun 100, 300, 500 ve 700 mg L⁻¹ dozlarına gidildikçe çimlenme oranının iki çeşitte ve çimlenme indeksinin bir çeşitte azaldığı kaydedilmiştir (Zhang ve ark., 2005).

4.2.5. Metallerin Çimlenme Aşamasında Etki Mekanizmaları

Denemedeki verilere göre; kullanılan tüm ağır metallerin artırılan dozları çimlenme oranı ve süresi değerlerini olumsuz etkilediği, önemli kayıplara neden olduğu ortaya konmuştur. Tüm bu engelleme olaylarında ağır metallerin, bitkilerin tohumlarında çimlenme öncesi kabuk, çimlenme sırasında tohum içi dokularda ve çimlenme sonrası özellikle radikulada büyüme-gelişme ile ilgili bir takım fizyolojik ve biyokimyasal olaylar üzerine az veya çok birbirine benzer etkisinden kaynaklandığı bildirilmektedir.

Toprak altında tohumlar, ağır metallerin ilk hedeflerindendir. Ağır metallerin tohum çimlenmesi üzerine etkisi yeterince açıklanamamıştır. Tohum çimlenmesi ağır metallerle en çok dayanıklı aşamadır. Görünüşte tohum çimlenmesinde, tohum kabuğunun metal iyonlarına geçirimsiz olmasından dolayı ağır metallerle karşı bir toleranslık söz konusudur. Bununla birlikte tohum kabuğunun tüm metaller için genel bir bariyer olup olmadığı açık değildir. Ek olarak, tohum kabukları sahip olduğu fiziksel ve kimyasal özellikleriyle ve absorbe edilen farklı metallerin dağılımındaki değişimi nedeniyle tohum çimlenmesi üzerine birbirinden farklı etkiler üretirler. Mekanizmada metallerin tohum kabuğuna çok düşük düzeylerde sızması söz konusudur. Ağır metallerin tohum kabuğunu aşması ile onlar embriyoya girer ve bu aşamada kökçük uzaması aşamasına kıyasla daha toksik olurlar. Metallerin doku içerisine girdikten sonra dağılım gösterdikleri veya biriktikleri bölgeler değişmektedir. Ağır metallerin bitki hücresi ve dokularında dağılımı ortamdaki

konsantrasyonlarına, etki sürelerine, fiziksel ve kimyasal özelliklerine göre değişir (Seregin ve Kozhevnikova, 2005).

Ağır metallerin bazı içsel mekanizmalara etki etmesi yönündeki yaklaşımlarda oldukça önemlidir. Yaşamsal öneme sahip olan enzimlerin inaktif şekle sokulurken bitkilerin enerji oluşturma güçlerini azaltması ve bunun sonucunda nitelikli bol ürün alma olanağını ortadan kaldırması, artan ağır metal konsantrasyonuna bağlı olarak çeşitli enzimlerde aktivitenin önemli ölçüde azalması; hücre duvarında bulunan petkinlerle ve karboksil gruplarıyla tepkimeye girmesi ve bunun sonucunda hücre bölünmesinin azalması ile hücrelerin geçirgenliklerinde ve elastikiyetlerinde gerilemeler olarak belirlenmiştir (Kaçar ve ark, 2002).

Ağır metallerin engelleyici etkisi iyon toksisitesi, osmotik etki ve oksin yıkımının bir sonucu olarak bitki büyüme düzenleyicilerinin miktarlarındaki azalma şeklinde de rapor edilmektedir (Hameed ve ark., 2001)

Bitki hücreleri tarafından metalik elementlerin alınımı, özellikle de köklerdeki alımın bitkilerin mikro element olarak çeşitli ağır metallere ihtiyaç duymalarından ötürü, bu elementlerin taşınması ve birikmesi için uygun mekanizmalarla kolaylaştırılır. Bununla birlikte, bitki toksik elementlerin girmesini aynı mekanizmalarla önleyemeyebilir. Ağır metal iyonları toksisitesi; başlıca solunum ve fotosentezdeki elektron taşınmasına olan müdahalelerin, enerji ve mineral besin alımının azaltılmasının ve büyümedeki gerilmelerin bir sonucu olarak hayati önemdeki enzimlerin inaktivasyonundan kaynaklanmaktadır (Özcan ve ark., 2001).

4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada bitkiler için toksik olan ağır metallerin artan dozlarının domates (*Lycopersicon esculentum* Mill. cv. Falcon), biber (*Capsicum annuum* L), patlıcan (*Solanum melongena* L), kavun (*Cucumis melo* L), karpuz (*Citrullus lunatus* (Thunb.) Mansf), hıyar (*Cucumis sativus* L.), kabak (*Cucurbita pepo* L.), fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.), bamya (*Abelmoshus esculentus* L.), mısır (*Zea mays* L.) tohumlarında çimlenme üzerine etkileri incelenmeye çalışılmıştır.

-Ağır metallerin çimlenme oranı, çimlenme indeksi ve çimlenme süreleri ile ilgili özellikleri hemen hemen tüm sebze türlerin de olumsuz etkilediği; ancak bu etkinin metallerin farklı iyonik özellikleri ve türlerin tolerans kabiliyetlerine göre az veya çok olduğu ortaya konmuştur.

-Denemeye konu olan sebze türlerinde kadmiyum 2.5 mg l⁻¹, krom 25 mg l⁻¹, nikel 25 mg l⁻¹ ve kurşun 100 mg l⁻¹'den başlamak üzere tohum çimlenmesi üzerine toksik etki yapmışlardır. Buna göre bir genelleme içerisinde ele alınan 10 farklı türün tohum çimlenmesinde en toksikten başlayarak Cd>Cr>Ni>Pb şeklinde bir sıralama yapmak olasıdır.

-Çalışmanın çimlenme aşamasında yapılması, metallerin etki mekanizmalarının ortaya konulması açısından faydalı olmuştur. Küçük dozlarda bile toksisite etkisi oluşturabilen metaller ile bulaşık alanlarda, tarımsal aktiviteleri sürdürebilme yönünde araştırmalar günümüzde hızla artmaktadır. Bu çalışmada da tarımsal alanlarda kirliliğe neden olan ve gittikçe de sorun olabilecek metal kirliliğine karşı önlem alabilmek için, genotipik bazda tepki ve tolerans mekanizmalarından yararlanılmaya çalışılmış; iklim isteği bakımından önemli sıcak mevsim sebze türleri kullanılmıştır. Bu sebze türlerinin bitki büyüme ve gelişmesi aşamasında en erken dönem olan çimlenme aşamasında test edilmesi ucuz, hızlı ve pratik bir çerçevede sonuca gitme olanağı vermiştir.

-Ancak metal toksisite çalışmalarının tohumların içsel dinlenme ve tohum kabuğu engellemelerinden dolayı; tohum kabuğunun çıkartılıp, embriyonun doğrudan metal etkisine maruz bırakılması ile tekrarlanması veya tohumların doğal koşullarında belli bir döneme kadar çimlendirildikten sonra tekrarlanması daha iyi sonuçlar alınabilmesi açısından yararlı görülmüştür.

-Araştırmaların biraz daha ileri gidilerek, fide aşamasında yapılması hatta türler yanında çeşitlerin kullanılması ile tekrarlanması; çimlenme aşamasında elde edilen bulguların doğruluk kontrolü açısından önem arz etmektedir. Metallerin çimlenme aşamasındaki toksik etkilerinin, fide aşamasında da doğrular yönde ortaya konulması, çimlenme aşamasında yapılacak bu tür denemelerin önemini daha da arttırabilecektir.

-Tarımsal aktiviteler yönünden ağır metallerin ucuz, hızlı ve pratik olarak sonuca gidilmesinde çimlenme ve fide dönemi çalışmalarına önem verilmesi büyük avantajlar sağlayabilecektir.

KAYNAKLAR

- Al-MASKRI, A.Y. KHAN, M.M., IQBAL M.J., ABBAS, M. 2004. Germinability, vigour and electrical conductivity changes in acceleratedly aged watermelon (*Citrullus lanatus* T.) seeds. Journal of Food, Agriculture and Environment, 2(3-4), 100-103.
- ANONİM. 2004. Türkiye Çevre Atlası. T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı, ÇED VE Planlama Genel Müdürlüğü, Çevre Envanteri Dairesi Başkanlığı, Ankara, 457s.
- ATTA-ALY, M.A. 1999. Effect of Nickel Addition on The Yield and Quality of Parsley Leaves. Scientia Horticulturae, 82: 9-24.
- BELIMOV, A. A., SAFRONOVA, V. I., TSYGANOV, V. E., BORISOV, A.Y., KOZHEMYAKOV, A. P., STEPANOK, V.V., MARTENSON, A. M., PEARSON, V.G., TIKHONOVICH, I.A., 2003. Genetic Variability in Tolerance to Cadmium and Accumulation of Heavy Metals in Pea (*Pisum Sativum* L.) Euphytica, 131: 25–35.
- BACCOUCH, S., CHAOUI, A., FERJANI, E.E., 1998. Nickel-Induced Oxidative Damage and Antioxidant Responses in Zea mays Shoots. Plant Physiology Biochemistry, 36(9): 689-694.
- CHENG, W., ZHANG, G., YAO, H., ZHANG, H. 2008. Genotypic Difference of Germination and Early Seedling Growth in Response to Cd Stress and its Relation to Cd Accumulation Journal of Plant Nutrition, 31: 702–715,
- CITTERIO, S., SANTAGOSTINO, A., FUMAGALLI, P., PRATO, N., RANALLI, P., SGORBATI, S., 2003. Heavy Metal Tolerance and Accumulation of Cd, Cr, and Ni by *Cannabis sativa* L. Plant and Soil, 256: 243-252.
- ÇEPEL, N., 1997. Toprak Kirliliği Erozyon ve Çevreye Verdiği Zararlar. Türkiye Erozyonla Mücadele, Ağaçlandırma ve Doğal Varlıkları Koruma Vakfı Yayın No: 14 3-35s.
- EL-GHAMERY, A. A., EL-KHOLY, M. A., ABOU EL-YOUSER, M. A., 2003. Evaluation of Cytological Effects of Zn^{2+} in Relation to Germination and Root Growth of *Nigella sativa* L. and *Triticum aestivum* L. Mutation Research, 537:29–41.
- ESPEN, L., PIROYANO, L., COCUCCI, S. M., 1997. Effect of Ni During the Early Phases of Radish (*Raphanus sativus*) Seed Germination. Environmental and Experimental Botany, 38:187-197.
- EWAIS, E.A., 1997. Effect of Cadmium, Nickel and Lead on Growth, Chlorophyll Content and Proteins of Weeds. Biologia Plantarum, 39 (3) : 403- 410.
- FUNICELLI, N. A., MROZEK, E., 1982. Effect of Zinc and Lead on Germination of *Spartina alterniflora* Loisel Seeds at Various Salinities. Environmental and Experimental Botany, 22(1): 23-32.

- GONNELLI, C., GALARDI, F., GABBIRIELLI, R., 2001. Nickel and Copper Tolerance and Toxicity in Three Tuscan Populations of *Silene paradoxa*. *Phylogia Plantarum*, 113: 507-514.
- GYAWALI, R., LEKHAK, D.H., 2006. Chromium Tolerance of Rice (*Oryza sativa* L.). Cultivars from Kathmandu Valley, Nepal. *Scientific World*, 4: 4.
- HAMEED, N., SIDDIQUI, Z.S., AHMED, S., 2001. Effects of Copper and Lead on Germination, Accumulation and Phenolic Contents of *Spinacea oleracea* and *Lycopersicum esculentum*. *Pakistan Journal of Biological Sciences*, 4 (7): 809- 811.
- IQBAL, Z.M., SHAZIA, Y., 2004 Differential Tolerance of Albizia Lebbeck and Leucaena Leucocephala at Toxic Levels of Lead and Cadmium. *Polish Journal of Environmental Studies*, 13 (4): 439-442.
- JADIA, C.D., FULEKAR, M.H. 2008. Phytoremediation: The Application of Vermicompost to Remove Zinc, Cadmium, Copper, Nickel and Lead by Sunflower Plant. *Environmental Engineering and Management Journal*, 7(5): 547-558.
- JAJA, E.T., ODOEMENA, C.S.I., 2004. Effect of Pb, Cu and Fe Compounds on the Germination and Early Seedling Growth of Tomato Varieties. *Journal of Applied Science & Environmental Management*, 8(2): 51-53.
- JALINK, H., Van Der SCHOOR, I.R. 2000. SeedCalcular 2.2 User's Guide. Report 10. Planth Reserach International, Wageningen, pp. 12
- JAMAL, N.S., IQBAL, Z. M., ATHAR, M., 2006. Effect of Aluminum and Chromium on the Germination and Growth of Two Vigna species. *International Journal of Environment, Science and Techonology*, 3(1): 53-58.
- KACAR, B., KATKAT, V., ÖZTÜRK, Ş. 2002. Bitki Fizyolojisi. Uludağ Ü. Güçlendirme Vakfı Yayın No:198, Vipaş. Yayın No:74, Livane Matbaası, 563s.
- KOPYRA, M., GWOZDZ, E.A., 2003. Nitric Oxide Stimulates Seed Germination and Counteracts the Inhibitory Effect of Heavy Metals and Salinity on Root Growth of *Lupinus luteus*. *Plant Physiology and Biochemistry* 41 :1011-1017.
- LI, W., KHAN, M.A., YAMAGUCHI, S., KAMIYA, Y., 2005. Effects of Heavy Metals on Seed Germination and Early Seedling Growth of *Arabidopsis thaliana*. *Plant Growth Regulation* 46: 45–50.
- LI, C.X., FENG, S.L., SHAO, Y., JIANG, L.N, LU, X.Y., HAO, X.L. 2007. Effects of arsenic on seed germination and physiological activities of wheat seedlings. *Journal of Environmental Sciences* 19, 725–732.
- LUKATKIN, A.S., GRACHEVA, N.V., GRISHENKOVA, N.N., DUKHOVSKIS, P.V., BRAZAITITE, A.A., 2007. Cytokinin-Like Growth Regulators Mitigate Toxic Action of Zinc and Nickel Ions on Maize Seedlings. *Russian Journal of Plant Physiology*, 54(3): 381–387.

- MARSCHNER, H. 1995. Mineral Nutrition of Higher Plants. Academic Press, London, UK. 889s.
- MENCİK, K., 2005. Domates (*Lycopersicon esculentum* Mill.)'in Çimlenme Aşamasında Ağır Metallerle Tepkisi. KSÜ. Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri ABD. Yüksek Lisans Tezi, Kahramanmaraş
- MERCEDES, F., CARBONELL, M.V., MARTINEZ, E. 2007. Exposure of maize seeds to stationary magnetic fields: Effects on germination and early growth. Environmental and Experimental Botany, 59: 68-75.
- MIHOUB, A., CHAOUI, A., FERJANI, E., 2005. Changements Biochimiques Induits Par Le Cadmium Et Le Cuivre AU Cours De La Germination Des Graines De Petit Pois (*Pisum Satium* L.). C.R. Biologies 328:33-41.
- MISHRA, A., CHOUDHRI, M. A., 1998. Amelioration of Lead and Mercury Effects on Germination and Rice Seedling Growth by Antioxidants. Biologia Plantarum 41 (3) : 469-473.
- MISHRA, D., KAR, M. 1974. Nickel in Plant Growth And Metabolism. Botanical Review, 40: 395-452.
- MROZEK, E., 1980. Effect of Mercury and Cadmium on Germination of *Spartina alterniflora* Loisel Seeds at Various Salinities. Environmental and Experimental Botany, 20(4): 367-377.
- MUNZUROGLU, O., GECKİL, H., 2002. Effects of Metals on Seed Germination, Root Elongation, and Coleoptile and Hypocotyl Growth in *Triticum aestivum* and *Cucumis sativus*. Archives of Environmental Contamination and Toxicology, 43(2): 203-13.
- MURCH, S.J., HAQ, K., RUPASINGHE, V.H.P., SAXERA, P.K. 2003. Nickel contamination effects growth and secondary metabolite composition of St. John's wort (*Hypericum perforatum* L.). Environmental and Experimental Botany, 49: 251-257.
- NABLE, R.O., BANUELOS, G. S., PAUL, J. G., 1997. Boron Toxicity. Plant and Soil, 193: 181-98.
- ÖZCAN, S., GÜREL, E., BABAOĞLU, M., 2001. Bitki Biyoteknolojisi. S.Ü. Vakfı Yayınları, 456s.
- PANDA, K. S., 2007. Chromium- Mediated Oxidative Stres and Ultrastructural Changes in Root Cells of Developing Rice Seedlings . Journal of Plant Physiology, 164:1419-1428
- PANDEY, N., SHARMA, C.P., 2002. Effect of Heavy Metals Co^2 , Ni^2 and Cd^2 on Growth and Metabolism of Cabbage. Plant Science, 163: 753-758.

- PARIDA, B.K., CHIBBA, I.M., NAYYAR, V.K. 2003. Infulnuence of Nicel-Contaminated Soils on Fenugreek (*Trigonella corniculata* L.) Growth and Mineral Composition. *Scientia Horticulturae*, 98: 113-119
- PERALTA, J.L., GARDEA-TORRESDEY, K.J., TIEMANN, E., GOMEZ, S., ARTEAGA, E., RASCON, and J.G. PARSONS., 2000. Study of The Effects of Heavy Metals on Seed Germination And Plant Growth on Alfalfa Plant (*Medicago sativa*) Grown in Solid Media. *Proceedings of the 2000 Conference on Hazardous Waste Research*.
- PERALTA, J.R., GARDEA TORRESDEY, J.L., TIEMANN, K.J., GOMEZ, E., ARTEAGA, S., RASCON, E., PARSONS, J.G. 2001. Uptake and effects of five heavy metals on seed germination and plant growth in alfalfa (*Medicago sativa*) L. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*, 66 (6):727–734.
- PERALTA-VIDEA, J.R., GARDEA-TORRESDE J.L., GOMEZ, E., TIEMANN, K.J., PARSONS, J.G., CARRILLO, G., 2002. Effects of Mixed Cadmium, Copper, Nikel and Zink at Different pH upon Alfalfa Growth and Heavy Metal Uptake. *Environmental Pollution*, 119: 291-301.
- PERALTA-VIDEA, J.R., ROSA, G., GONZALEZ, J.H., GARDEA-TORRESDEY, J.L., 2004. Effects of The Growth Stage on The Heavy Metal Tolerance of Alfalfa Plants. *Advances in Environmental Research*, 8: 679-685.
- RAI, U.N., TRIPATHI, R.D., VAJPAYEE, P., 2002. Bioacumulation of Toxic Metals (Cr,Cd, Pb and Cu) by Seeds of *Euryale Ferox* Salisb. (Makhana). *Chemosphere*, 46: 267-272.
- REIMAN, C., KOLLER, F.,KASHULINA, G., NISKAVAARA, H., ENGLMAIER, P., 2001. Influence of Extreme Pollution on the Inorganic Chemical Composition of Some Plants. *Environmental Pollution*, 115: 239-252.
- ROUT, G.R., SAMANTARY, S., DAS, P., 2000. Effects of Chromium and Nikel on Germination and Growth in Tolerant and Non-Tolerant Populations of *Echinochloa colona*. *Chemosphere*, 40: 855-859.
- SAMANTARY, S., 2002. Biochemical Responses of Cr-Tolerant and Cr-Sensitive Mung Bean Cultivars Grown on Varying Levels of Chromium. *Chemosphere*, 47:1065-1072.
- SEREGIN, I.V., KOZHEVNIKOVA, 2005. Distribution of Cadmium, Lead, Nickel, and Strontium in Imbibing Maize Caryopses. *Russian Journal of Plant Physiology*, 52 (4): 565-569.
- SHANKER, K.A., CERVANTES, C., LOZA, H., AVUDAINAYAGAM, S.T., 2005. Chromium Toxicity in Plants. *Environment International*, 31:739- 753.

- TABOADA-CASTRO, M. M., DIEGUEZ- VILLAR, A., TABOADA-CASTRO, M.T.,2002. Effect of Soil Use and Agricultural Practices on Heavy Metal Levels in Surface Waters. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 33 (15-18): 2833-2849.
- TAN, X.V., IKEDA, H., ODA, M., 2000. Effects of Nikel Concentration in the Nutrient Solution on the Nitrogen Assimilation and Growth of Tomatoe Seedlings in Hydroponic Culture Supplied with Urea or Nitrate as the Sole Nitrogen Source. *Scientia Horticulturae*, 84: 265-273.
- WEIQIANG L., MOHAMMAD A.K., SHINJIRO Y., YUJI, K. 2005. Effects of heavy metals on seed germination and early seedling growth of *Arabidopsis thaliana*. *Plant Growth Regulation*, 46: 45–50.
- WIERZBICKA, M., OBIDZINSKA, J., 1998. The Effect of Lead on Seed Imbibition and Germination in Different Plant Species. *Plant Science*, 137: 155-171.
- WU, F., DONG, J., JIA, G.,, ZHENG, S., ZHANG, G. 2006. Genotypic Difference in the Responses of Seedling Growth and Cd Toxicity in Rice (*Oryza sativa* L.). *Agricultural Sciences in China*, 5(1): 68-76.
- ZAYED, A.M., TERRY, N. 2003. Chromium in the environment: factors affecting biological remediation. *Plant and Soil*, 249: 139–156.
- ZHANG, S., JIN, H., CHEN, H., CHEN, F., ZHENG, Y., SONG, W. 2005. Effect of Pb Pollution on Seed Vigor of Three Rice Cultivars. *Rice Science*, 12(3): 19-202.
- ZEID, M.I., 2001. Responses of *Phaseolus vulgaris* to Chromium and Cobalt Treatments. *Biologia Plantarum*, 44 (1): 111-115.
- ZELLER, S., FELLER, U. 1999. Long-distanceTransport of Cobalt and Nikel in Maturing Wheat. *European Journal of Agronomy*, 10: 91-98.
- ZENGİN, K.F., 2006. Fasulye Fidelerinin (*Phaseolus vulgaris* L. cv. Strike) Kök, Gövde ve Yaprak Büyümesi Üzerine Nikel (Ni+2) ve Krom'un (Cr+3)' un Etkileri. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Bilimleri Dergisi (J. Agric. Sci.)*, 16(1):49-56.
- ZENK, M.H., 1996. Heavy Metal Detoxification in Higher Plants. *Gene*, 179: 21-30.
- ZEID, I.M., 2001. Responses of *Phaseolus vulgaris* to chromium and cobalt treatments. *Biologia Plantarum*, 44:111-115.

ÖZGEÇMİŞ

Kayseri, 1980’de doğdu. İlk ve orta öğrenimini Kahramanmaraş’ta, liseyi Kayseri’de tamamladıktan sonra, 2001 yılında Erciyes Üniversitesi, Kontrol Sistemleri Teknolojisi Bölümünden ön lisans diploması aldı.

Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitkisel Üretim Alt Programı’nda başladığı lisans eğitim ve öğretimini 2004-2005 yılında bitirdi. Bitkisel Üretim Programı Bahçe Bitkileri Alt Programından mezun oldu. Halen 2005-2006 eğitim-öğretim yılı bahar döneminde, KSÜ., Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalında başladığı Yüksek lisans eğitimine devam etmektedir.

ÜLKÜ ÇALIŞKAN