

T.C.
VAN YÜZÜNCÜ YIL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
BAHÇE BİTKİLERİ ANABİLİM DALI

**ÜŞÜME STRESİ ALTINDAKİ DOMATES (*Solanum lycopersicon L.*)
BİTKİLERİNE FARKLI DOZLARDA KALSİYUM (Ca²⁺) VE POTASYUM (K⁺)
UYGULAMARININ ETKİSİNİN BELİRLENMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

HAZIRLAYAN: Muhammed Sıddık BAYTİN
DANIŞMAN : Prof. Dr. Fikret YAŞAR

VAN-2020

T.C.
VAN YÜZÜNCÜ YIL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
BAHÇE BİTKİLERİ ANABİLİM DALI

**ÜŞÜME STRESİ ALTINDAKİ DOMATES (*Solanum lycopersicon L.*)
BİTKİLERİNE FARKLI DOZLARDA KALSİYUM (Ca²⁺) VE POTASYUM (K⁺)
UYGULAMARININ ETKİSİNİN BELİRLENMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

HAZIRLAYAN: Muhammed Sıddık BAYTİN

Bu çalışma YYÜ Bilimsel Araştırma Projeleri Başkanlığı tarafından FBA-2018-7316 No'lu proje olarak desteklenmiştir.

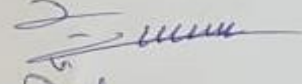
VAN-2020

KABUL VE ONAY SAYFASI

Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı'nda Prof. Dr. Fikret YAŞAR danışmanlığında, Muhammed Sıddık BAYTİN tarafından sunulan “**Üşüme Stresi Altındaki Domates (*Solanum lycopersicon L.*) Bitkilerine Farklı Dozlarda Kalsiyum (Ca^{+2}) Ve Potasyum (K^{+}) Uygulamalarının Etkisinin Belirlenmesi**” isimli bu çalışma Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliği'nin ilgili hükümleri gereğince 06/01/2020 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği / oy çokluğu ile başarılı bulunmuş ve Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Başkan: Prof. Dr. Fikret YAŞAR

İmza:



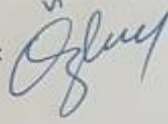
Üye: Doç. Dr. Özlem ALTUNTAŞ

İmza:



Üye: Doç. Dr. Özlem ÜZAL

İmza:



Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun 07/02/2020 tarih ve 2020/3-I sayılı kararı ile onaylanmıştır.



TEZ BİLDİRİMİ

Tez içindeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, ayrıca tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

Muhammed Sıddık BAYTİN

ÖZET

ÜŞÜME STRESİ ALTINDAKİ DOMATES (*Solanum lycopersicon L.*) BİTKİLERİNE FARKLI DOZLARDA KALSİYUM (Ca²⁺) VE POTASYUM (K⁺) UYGULAMARININ ETKİSİNİN BELİRLENMESİ

BAYTİN, Muhammed Sıddık
Yüksek Lisans Tezi, Ziraat Mühendisliği Anabilim Dalı
Tez Danışmanı: Prof.Dr. Fikret YAŞAR
Şubat, 2020, 84 sayfa

Bu çalışma, Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü Fizyoloji laboratuvarı iklim odasında ve su kültüründe yürütülmüştür. Adamset domates çeşidinin kullanıldığı çalışmada üşüme stresi altındaki domates bitkisine farklı dozlarda uygulanan kalsiyum (Ca²⁺) ve Potasyum (K⁺) 'un morfolojik ve biyokimyasal etkileri araştırılmıştır.

Çalışmada kök ağırlığı, gövde ağırlığı, yaprak ağırlığı, yaprak sayısı, bitki boyu ve bitki boğum arası mesafeleri ölçülmüştür. Ayrıca bitkilerin üşümeye dayanım skalaları belirlenmiştir. Stres altındaki bitkilerde meydana gelen biyokimyasal değişiklikleri belirlemek amacıyla bitki yapraklarındaki klorofil ve MDA (Malondialdehit) miktarları ile bitkilerin kök, gövde ve yapraklarındaki iyon miktarları (Na, K, Ca, Cl, Mg, Cu, Fe, Zn, Mn) ve antioksidant enzim aktiviteleri Katalaz (CAT), Askorbat peroksidaz (APX), Süperoksit dismutaz (SOD) belirlenmiştir. Ayrıca lipid peroksidasyonun ürünü olan MDA (Malondialdehit) miktarlarında da artış görülmüştür. Sonuç olarak üşüme stresi altındaki domates bitkilerine uygun dozlarda kalsiyum ve potasyum uygulandığında, bu iyonlar domates bitkilerini stresin olumsuz etkilerinde koruduğunu ve üşüme stresine karşı domates bitkilerini koruyan en uygun 200 ppm Ca²⁺ dozu ve 216 ppm K⁺ dozu olmuştur. Ca²⁺ + K⁺ dozları önerebileceğimiz net sonuçlar vermemiştir.

Anahtar kelimeler: Antioksidant enzim aktiviteleri, Ca²⁺, Domates (*Solanum lycopersicon L.*) Üşüme stresi, İyon birikimleri, K⁺, Kalsiyum, MDA, Potasyum

ABSTRACT

DETERMINATION OF THE EFFECT OF CALCIUM (Ca²⁺) AND POTASSIUM (K⁺) APPLICATIONS ON DIFFERENT DOSES OF TOMATO (*Solanum lycopersicon L.*) PLANTS UNDER BLOOD STRESS

BAYTİN, Muhammed Sıddık
M.Sc., Thesis, Department of Horticulture
Supervisor: Prof. Dr. Fikret YAŞAR
February, 2019, 84 page

This study was carried out in the climate room and water culture of Van Yüzüncü Yıl University Faculty of Agriculture, Department of Horticulture, Physiology laboratory. In the study using the Adamset tomato variety, the morphological and biochemical effects of calcium (Ca²⁺) and Potassium (K⁺) applied to tomato plants under cold stress were investigated.

In the study, root weight, stem weight, leaf weight, number of leaves, plant height and distance between plant knuckle were measured. In addition, chilling resistance scales of plants were determined. The amount of chlorophyll and MDA (Malondialdehyde) in the leaves of plants and the amount of ions (Na, K, Ca, Cl, Mg, Cu, Fe, Zn, Mn) and antioxidant enzyme activities in plant leaves to determine the biochemical changes that occur in plants under stress. Catalase (CAT), Ascorbate peroxidase (APX), Superoxide dismutase (SOD) were determined. There was also an increase in the amount of MDA (Malondialdehyde), which is the product of lipid peroxidation. As a result, when appropriate doses of calcium and potassium are applied to tomato plants under cold stress, these ions are the most suitable 200 ppm Ca²⁺ dose and 216 ppm K⁺ dose that protects tomato plants against negative effects of stress and protects tomato plants against cold stress. Ca²⁺ + K⁺ doses did not give clear results that we can recommend.

Keywords: Cold stress, Calcium, Ca²⁺, Potassium, K⁺, Antioxidant enzyme activities, Ion accumulation, MDA, Tomato (*Solanum lycopersicon L.*)



ÖN SÖZ

Bu tez çalışmasında, her türlü ilgi ve yardımlarını esirgemeyen ve aynı zamanda çok seve arkiğim danışmanım Sayın Prof. Dr. Fikret YAŞAR'a teşekkür ederim. Ayrıca çalışmalarım esnasında bilgi ve deneyimlerini bizimle paylaşıp fayda sağlayan değerli hocalarım Doç.Dr. Özlem ÜZAL'a, Doç.Dr. Özlem ALTUNTAŞ'a ve Dr. Öğretim Üyesi Adnan DOĞAN'a, yardımlarını ve bilgisini hiç eksik etmeyen sabırla yanımda olan Öğr.Gör. Rana BAYTİN ALACI'ya laboratuvarında yalnız bırakmayan Öğr.Gör. Halide TUĞA'ya ,Doktora öğrencisi Nurullah BAYRAM'a ve Yüksek Lisans öğrencisi Melih UÇAR'a ve desteklerini eksik etmeyen aileme ve Meslektaşım Kemal GÖRGÜLÜOĞLU'na ve Van Büyükşehir Belediyesi Tarımsal Hizmetler Daire Başkan'ı Yusuf ALTUN'na teşekkürlerimi sunarım.

2020

Muhammed Sıddık BAYTİN



İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET	i
ABSTRACT	iii
ÖN SÖZ.....	v
İÇİNDEKİLER.....	vii
ÇİZELGELER LİSTESİ	vii
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	xiv
SİMGELER VE KISALTMALAR	xviii
1. GİRİŞ.....	1
2. KAYNAK BİLDİRİŞLERİ	11
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	17
3.1. Materyal.....	17
3.1.1. Bitki materyali	17
3.2. Yöntem	19
3.2.1. Temel bazı büyüme parametrelerinin belirlenmesi	21
3.2.2. 1-5 Skalası ile değerlendirme	21
3.2.3. Mineral element analizleri	21
3.2.4. Klorofil analizi.....	22
3.2.5. Lipid peroksidasyonu.....	23
3.2.6. Antioksidan enzim aktiviteleri.....	23
3.2.7. Renk değeri.....	25
3.2.8. Değerlendirmelerin yapılması	26
4. BULGULAR	27
4.1 Bitki Gelişimi ile ilgili özellikler.....	27
4.1.1. Temel bazı büyüme parametreleri	27
4.1.2. Yapraklardaki semptomlara göre skala değerlendirmesi.....	36
4.1.3. Mineral element analizleri	38
4.1.4. Lipid peroksidasyonu (MDA içeriği) ve klorofil bakımından ortaya çıkan değişimler	60
4.1.5. Antioksidant enzim aktiviteleri.....	63

	Sayfa
4.1.6 Renk Analizleri	67
5. TARTIŞMA VE SONUÇ	71
KAYNAKLAR	79
ÖZGEÇMİŞ	85



ÇİZELGELER LİSTESİ

Çizelge	Sayfa
Çizelge 3.1. Üşüme stresi uygulanmış domates fidelerine Kalsiyumca zenginleştirilmiş besin solüsyonu içerikleri (ppm).....	18
Çizelge 3.2. Üşüme stresi uygulanmış domates fidelerine Potasyumca zenginleştirilmiş besin solüsyonu içerikleri (ppm).....	19
Çizelge 3.3. Üşüme stresi uygulanmış domates fidelerine Kalsiyum ve Potasyumca zenginleştirilmiş besin solüsyonu içerikleri (ppm).....	19
Çizelge 4.1. Kalsiyum uygulanmış üşüme stresi altındaki domates bitkilerinin bazı büyüme ve gelişme parametreleri.	27
Çizelge 4.2. Potasyum uygulanmış üşüme stresi altındaki domates bitkilerinin bazı büyüme ve gelişme parametreleri.	31
Çizelge 4.3. Kalsiyum+ Potasyum uygulanmış üşüme stresi altındaki domates bitkilerinin bazı büyüme ve gelişme parametreleri.....	34
Çizelge 4.4. Potasyum uygulanmış üşüme stresi altındaki domates bitkilerinin yapraklarındaki semptomlara göre üşümeye dayanım skalası (puan)	36
Çizelge 4 5. Kalsiyum uygulanmış üşüme stresi altındaki domates bitkilerinin yapraklarındaki semptomlara göre üşümeye dayanım skalası (puan)	37
Çizelge 4.6. Kalsiyum+Potasyum uygulanmış üşüme stresi altındaki domates bitkilerinin yapraklarındaki semptomlara göre üşümeye dayanım skalası (puan).....	37
Çizelge 4.7. Kalsiyum (Ca^{+2}) Uygulanmış üşüme stresi altındaki bitkilerin yaprak ve gövde kısımlarında belirlenen Ca^{+2} iyonu birikimleri	38
Çizelge 4.8. Kalsiyum(Ca^{+2}) Uygulanmış üşüme stresi altındaki bitkilerin yaprak ve gövde kısımlarında belirlenen Cu iyonu birikimleri.....	39
Çizelge 4.9. Kalsiyum(Ca^{+2}) Uygulanmış üşüme stresi altındaki bitkilerin yaprak ve gövde kısımlarında belirlenen Fe iyonu birikimleri	40
Çizelge 4.10. Kalsiyum(Ca^{+2}) Uygulanmış üşüme stresi altındaki bitkilerin yaprak ve gövde kısımlarında belirlenen Zn iyonu birikimleri	42

Çizelge	Sayfa
Çizelge 4.11. Kalsiyum(Ca^{+2}) Uygulanmış üşüme stresi altındaki bitkilerin yaprak ve gövde kısımlarında belirlenen Mg iyonu birikimleri.....	43
Çizelge 4.12 Kalsiyum(Ca^{+2}) Uygulanmış üşüme stresi altındaki bitkilerin yaprak ve gövde kısımlarında belirlenen K iyonu birikimleri.....	44
Çizelge 4.13. Kalsiyum(Ca^{+2}) Uygulanmış üşüme stresi altındaki bitkilerin yaprak ve gövde kısımlarında belirlenen Mn iyonu birikimleri.....	45
Çizelge 4.14. Potasyum (K^{+}) Uygulanmış üşüme stresi altındaki bitkilerin yaprak ve gövde kısımlarında belirlenen Ca^{+2} iyonu birikimleri.....	46
Çizelge 4.15 Potasyum (K^{+}) Uygulanmış üşüme stresi altındaki bitkilerin yaprak ve gövde kısımlarında belirlenen Cu iyonu birikimleri.....	47
Çizelge 4.16. Potasyum (K^{+}) Uygulanmış üşüme stresi altındaki bitkilerin yaprak ve gövde kısımlarında belirlenen Fe iyonu birikimleri	48
Çizelge 4.17. Potasyum (K^{+}) Uygulanmış üşüme stresi altındaki bitkilerin yaprak ve gövde kısımlarında belirlenen Zn iyonu birikimleri	49
Çizelge 4.18. Potasyum (K^{+}) Uygulanmış üşüme stresi altındaki bitkilerin yaprak ve gövde kısımlarında belirlenen Mg iyonu birikimleri	50
Çizelge 4.19. Potasyum (K^{+}) Uygulanmış üşüme stresi altındaki bitkilerin yaprak ve gövde kısımlarında belirlenen K iyonu birikimleri.....	51
Çizelge 4.20. Potasyum (K^{+}) Uygulanmış üşüme stresi altındaki bitkilerin yaprak ve gövde kısımlarında belirlenen Mn iyonu birikimleri.....	52
Çizelge 4.21. Kalsiyum(Ca^{+2})+Potasyum(K^{+}) Uygulanmış üşüme stresi altındaki bitkilerin yaprak ve gövde kısımlarında belirlenen Ca^{+2} iyonu birikimleri.....	53
Çizelge 4.22. Kalsiyum(Ca^{+2})+Potasyum(K^{+}) Uygulanmış üşüme stresi altındaki bitkilerin yaprak ve gövde kısımlarında belirlenen Mn iyonu birikimleri.....	54
Çizelge 4.23. Kalsiyum(Ca^{+2})+Potasyum(K^{+}) Uygulanmış üşüme stresi altındaki bitkilerin yaprak ve gövde kısımlarında belirlenen Fe iyonu birikimleri.....	55
Çizelge 4.24. Kalsiyum(Ca^{+2})+Potasyum(K^{+}) Uygulanmış üşüme stresi altındaki bitkilerin yaprak ve gövde kısımlarında belirlenen Zn iyonu birikimleri.....	56

Çizelge	Sayfa
Çizelge 4.25. Kalsiyum(Ca^{+2})+Potasyum(K^{+}) Uygulanmış üşüme stresi altındaki bitkilerin yaprak ve gövde kısımlarında belirlenen Cu iyonu birikimleri.....	57
Çizelge 4.26. Kalsiyum(Ca^{+2})+Potasyum(K^{+}) Uygulanmış üşüme stresi altındaki bitkilerin yaprak ve gövde kısımlarında belirlenen Mg iyonu birikimleri.....	58
Çizelge 4.27. Kalsiyum(Ca^{+2})+Potasyum(K^{+}) Uygulanmış üşüme stresi altındaki bitkilerin yaprak ve gövde kısımlarında belirlenen K iyonu birikimleri.....	59
Çizelge 4.28. Kalsiyum (Ca^{+2}) Uygulanmış üşüme stresi altındaki yaprakların MDA ve Klorofil içerikleri.....	60
Çizelge 4.29. Potasyum(K^{+}) Uygulanmış üşüme stresi altındaki yaprakların MDA ve Klorofil içerikleri.....	61
Çizelge 4.30. Kalsiyum(Ca^{+2})+Potasyum(K^{+}) Uygulanmış üşüme stresi altındaki bitki yapraklarının MDA ve Klorofil içerikleri.....	62
Çizelge 4.31. Kalsiyum(Ca^{+2}) uygulanmış üşüme stresi altındaki domates bitkilerinin yaprağındaki Katalaz (CAT). Askorbat peroksidaz (APX). Süperoksit dismutaz enzim aktiviteleri (SOD).....	63
Çizelge 4.32. Potasyum(K^{+}) Uygulanmış üşüme stresi altındaki bitkilerin yaprağındaki Katalaz (CAT). Askorbat peroksidaz (APX). Süperoksit dismutaz enzim aktiviteleri (SOD)	64
Çizelge 4.33. Kalsiyum(Ca^{+2})+Potasyum(K^{+}) Uygulanmış üşüme stresi altındaki bitkilerin yaprağındaki Katalaz (CAT). Askorbat peroksidaz (APX). Süperoksit dismutaz enzim aktiviteleri (SOD)	65
Çizelge 4.34. Kalsiyum(Ca^{+2}) uygulanmış üşüme stresi altındaki bitkilerin yapraklarındaki Renk değerleri.....	67
Çizelge 4.35. Potasyum(K^{+}) uygulanmış üşüme stresi altındaki bitkilerin yapraklarındaki Renk değerleri.....	68
Çizelge 4.36. Kalsiyum(Ca^{+2})+Potasyum(K^{+}) Uygulanmış üşüme stresi altındaki bitkilerin yapraklarındaki Renk değerleri.....	69





ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil	Sayfa
Şekil 2.1. Bitkilerde soğuk stresinin algılanması ve stres iletimi	13
Şekil 3.1. Çalışmada kullanılan domates çeşidine ait tohum	17
Şekil 3.2. Küçük taneli ponza ile doldurulmuş 40x25x5 cm köpüklü çimlendirme kapları ve Hoagland besin çözeltisi.....	18
Şekil 3.3. Küçük taneli ponza ile doldurulmuş 40x25x5 cm köpüklü çimlendirme kapları ve Hoagland besin çözeltisi.....	20
Şekil.3.4. Mineral element analizleri.....	22
Şekil 3.5. Klorofil analizinde yapılan işlemler	22
Şekil 3.6. Lipid peroksidasyonu aşamaları.....	23
Şekil 3.7. Spektrofotometrik Enzim Aktiviteleri analizleri yapılma aşamaları.....	25
Şekil 3.8 Renk Ölçüm Cihazında, direkt okuma ile belirlenmesi.....	25
Şekil 4.1. Kalsiyum uygulanmış üşüme stresi altındaki domates bitkilerinin görüntüleri	29
Şekil 4.2. Kalsiyum uygulanmış üşüme stresi altındaki domates bitkilerinin bazı büyüme ve gelişme parametreleri grafiği.....	30
Şekil 4. 3. Potasyum uygulanmış üşüme stresi altındaki domates bitkilerinin görüntüleri	32
Şekil 4.4. Potasyum uygulanmış üşüme stresi altındaki domates bitkilerinin bazı büyüme ve gelişme parametreleri grafiği.	33
Şekil 4.5. Kalsiyum + Potasyum uygulanmış üşüme stresi altındaki domates bitkilerinin görüntüleri	35
Şekil 4. 6. Kalsiyum+Potasyum uygulanmış üşüme stresi altındaki domates bitkilerinin bazı büyüme ve gelişme parametreleri grafiği.	36
Şekil 4.7. Kalsiyum(Ca^{+2}) Uygulanmış üşüme stresi altındaki bitkilerin yaprak ve gövde kısımlarında belirlenen Ca^{+2} iyonu birikimi.....	39
Şekil 4.8 Kalsiyum(Ca^{+2}) Uygulanmış üşüme stresi altındaki bitkilerin yaprak ve gövde kısımlarında belirlenen Cu iyonu birikimi	40

Şekil	Sayfa
Şekil 4.9. Kalsiyum(Ca^{+2}) Uygulanmış üşüme stresi altındaki bitkilerin yaprak ve gövde kısımlarında belirlenen Fe iyonu birikimi	41
Şekil 4.10. Kalsiyum(Ca^{+2}) Uygulanmış üşüme stresi altındaki bitkilerin yaprak ve gövde kısımlarında belirlenen Zn iyonu birikimi.	42
Şekil 4.11. Kalsiyum(Ca^{+2}) Uygulanmış üşüme stresi altındaki bitkilerin yaprak ve gövde kısımlarında belirlenen Mg iyonu birikimi	43
Şekil 4.12. Kalsiyum(Ca^{+2}) Uygulanmış üşüme stresi altındaki bitkilerin yaprak ve gövde kısımlarında belirlenen K iyonu birikimi	44
Şekil 4.13. Kalsiyum(Ca^{+2}) Uygulanmış üşüme stresi altındaki bitkilerin yaprak ve gövde kısımlarında belirlenen Mn iyonu birikimi	45
Şekil 4.14. Potasyum (K^{+}) Uygulanmış üşüme stresi altındaki bitkilerin yaprak ve gövde kısımlarında belirlenen Ca^{+2} iyonu birikimi	46
Şekil 4.15. Potasyum (K^{+}) Uygulanmış üşüme stresi altındaki bitkilerin yaprak ve gövde kısımlarında belirlenen Cu iyonu birikimi.....	47
Şekil 4.16. Potasyum (K^{+}) Uygulanmış üşüme stresi altındaki bitkilerin yaprak ve gövde kısımlarında belirlenen Fe iyonu birikimi.....	48
Şekil 4.17. Potasyum (K^{+}) Uygulanmış üşüme stresi altındaki bitkilerin yaprak ve gövde kısımlarında belirlenen Zn iyonu birikimi.....	49
Şekil 4.18. Potasyum (K^{+}) Uygulanmış üşüme stresi altındaki bitkilerin yaprak ve gövde kısımlarında belirlenen Mg iyonu birikimi.....	50
Şekil 4.19. Potasyum (K^{+}) Uygulanmış üşüme stresi altındaki bitkilerin yaprak ve gövde kısımlarında belirlenen K^{+} iyonu birikimi.....	51
Şekil 4.20. Potasyum (K^{+}) Uygulanmış üşüme stresi altındaki bitkilerin yaprak ve gövde kısımlarında belirlenen Mn iyonu birikimi.....	52
Şekil 4.21. Kalsiyum(Ca^{+2})+Potasyum(K^{+}) Uygulanmış üşüme stresi altındaki bitkilerin yaprak ve gövde kısımlarında belirlenen Ca^{+2} iyonu birikimi.....	53
Şekil 4.22. Kalsiyum(Ca^{+2})+Potasyum(K^{+}) Uygulanmış üşüme stresi altındaki bitkilerin yaprak ve gövde kısımlarında belirlenen Mn iyonu birikimi.....	54
Şekil 4.23. Kalsiyum(Ca^{+2})+Potasyum(K^{+}) Uygulanmış üşüme stresi altındaki bitkilerin yaprak ve gövde kısımlarında belirlenen Fe iyonu birikimi.....	55

Şekil	Sayfa
Şekil 4.24. Kalsiyum(Ca^{+2})+Potasyum(K^{+}) Uygulanmış üşüme stresi altındaki bitkilerin yaprak ve gövde kısımlarında belirlenen Zn iyonu birikimi.....	56
Şekil 4.25. Kalsiyum(Ca^{+2})+Potasyum(K^{+}) Uygulanmış üşüme stresi altındaki bitkilerin yaprak ve gövde kısımlarında belirlenen Cu iyonu birikimi.....	57
Şekil 4.26. Kalsiyum(Ca^{+2})+Potasyum(K^{+}) Uygulanmış üşüme stresi altındaki bitkilerin yaprak ve gövde kısımlarında belirlenen Mg iyonu birikimi.....	58
Şekil 4.27. Kalsiyum(Ca^{+2})+Potasyum(K^{+}) Uygulanmış üşüme stresi altındaki bitkilerin yaprak ve gövde kısımlarında belirlenen K iyonu birikimi.....	59
Şekil 4.28. Kalsiyum(Ca^{+2}) Uygulanmış üşüme stresi altındaki bitkilerin yapraklarındaki MDA ve Krolofil parametrelerinin grafiği.....	60
Şekil 4.19. Potasyum(K^{+}) Uygulanmış üşüme stresi altındaki bitkilerin yapraklarındaki MDA ve Krolofil parametrelerinin grafiği.....	61
Şekil 4.20. Kalsiyum(Ca^{+2})+Potasyum(K^{+}) Uygulanmış üşüme stresi altındaki bitkilerin yapraklarındaki MDA ve Krolofil parametrelerinin grafiği.....	62
Şekil 4.31. Kalsiyum(Ca^{+2}) uygulanmış üşüme stresi altındaki domates bitkilerinin yaprağındaki CAT, APX ve SOD enzim parametrelerinin grafiği.....	64
Şekil 4.32. Potasyum(K^{+}) uygulanmış üşüme stresi altındaki domates bitkilerinin yaprağındaki CAT, APX ve SOD enzim parametrelerinin grafiği.....	65
Şekil 4.33. Kalsiyum(Ca^{+2})+Potasyum(K^{+}) uygulanmış üşüme stresi altındaki domates bitkilerinin yaprağındaki CAT, APX ve SOD enzim parametrelerinin grafiği.....	66



SİMGELER VE KISALTMALAR

Bu çalışmada kullanılmış bazı kısaltmalar ve simgeler açıklamaları ile birlikte aşağıda sunulmuştur.

Simgeler	Açıklama
%	Yüzde
°C	Santigrat derece
cm	Santimetre
G	Gram
Kg	Kilogram
ha	Hektar
L	Litre
mg	Miligram
ml	Mililitre
mmhos	MiliMhos
mmol	Milimol
mM	Milimolar
MPa	Megapascal
Nm	Nanometre
rpm	Dönüş/devir sayısı
ppm	Milyonda 1 birimlik
pH	Potansiyelinin hidrojen
µg	Mikrogram
µ g/mg T.A	mikrogram/miligram Taze ağırlıkta
mol/min/mg T.A.	mol/dak/miligram Taze ağırlık
EC	Elektriksel İletkenlik
Ca	Kalsiyum
Cl	Klor
Cu	Bakır
Fe	Demir

Simgeler**Açıklama**

K	Potasyum
Mg	Magnezyum
Mn	Mangan
N	Azot
Na	Sodyum
Zn	Çinko

Kısaltmalar**Açıklama**

ABA	Absisik asit
APX	Askorbat peroksidaz
ATP	Adenozin trifosfat
CaM	Kalmodulin
CAT	Katalaz
CaCl₂	Kalsiyum klor
CaCO₃	Kalsiyum karbonat
CaNO₃	Kalsiyum Nitrat
CO	Karbondioksit
DNA	Deoksiribo Nükleik asit
FAO	Foodand Agriculture Organization
HNO₃	Nitrik asit
H₂O₂	HidrojenPeroksit
KNO₃	Potasyum nitrat
MDA	Malondialdehit
MgCl₂	Magnezyum klorür
MgSO₄	Magnezyum sülfat
Na₂CO₃	Sodyum karbonat
NaHCO₃	Sodyum bikarbonat
Na₂NO₃	Sodyum nitrat

Kısaltmalar

Açıklama

Na₂SO₄

Sodyum sülfat

NBT

Nitroblue tetrazolium kloridin

O₂

Oksijen

RNA

Ribonükleik asit

SOD

Süperoksit dismutaz

TBA

Tiobarbütirik asit

TCA

Trikloroasetik asit

TÜİK

Türkiye İstatistik Kurumu

FAO

Gıda ve Tarım Örgütü



1. GİRİŞ

Latince “*Solanum lycopersicum*” olarak adlandırılan domates, patlıcangiller (*Solanaceae*) familyasından tropik bölgelerde çok yıllık, diğer bölgelerde tek yıllık yetiştirilen bir kültür bitkisidir. Domatesin kökeni Güney Amerika'nın batı sahillerindeki yüksek dağların yer aldığı bölgedir. Domatesin Akdeniz ve Orta Doğu ülkelerine yayılmasında Türk tacirlerin önemli rolü olduğunu belirtmektedirler.

Domates bitkisinde ilk çıkan kök'e "kazık kök" denir. Daha sonra bu kök "saçak kök" şeklini alır. Domatesin gövde si otsudur. Fide devresinde yuvarlak ve üzeri tüylerle kaplıdır. Yaşlandıkça gövde odunlaşır ve köşeli bir şekil alır. Domates bileşik yapraklıdır. Bileşik yaprağı meydana getiren lobların büyüklüğü genişlik ve dişlilik gibi farklılıkları vardır. Domatesi yaprakları 4 şekildedir. Adi yapraklar, patates yaprağına benzeyen, buruşuk yapraklı, dar dilimli yapraklı domateslerdir. Domatesin çiçekleri salkım şeklindedir bunlar basit salkım ve bileşik salkımdır. Domatesin çiçekleri boğumlardan çıkar. İlk çiçek salkımı 2. veya 4. boğum arasından çıkabileceği gibi 6. boğumdan da çıkabilir. Bir salkımda 8 ila 16 arası çiçek olmakla beraber 30' a kadar çıkabilir. Çiçekler sarı renklidir. Her boğumda veya 2-3 boğumda bir çiçek açar. Domatesin çiçeği erdişidir (Hermafrodit, erselik). Domates çiçeğinde 5 çanak yaprak, 5 taç yaprak, 5 erkek organ, 1 dişi organ bulunur. % 1 ila 5 arasında yabancı dölleme olur. Bu da dişi tepesi ile antenin farklı boyda olmasından kaynaklanır.

İklim İstekleri domates ılık ve sıcak iklim sebzesidir. Üşüme sevmez 14°C' nin altındaki sıcaklıklarda meyve bağlamaz. 2°C' nin altında bitki tamamen donar. Isı düşünce verim de düşer. 14 °C' nin altındaki sıcaklıklarda olgunlaşma düşer verim azalır. Domates yetiştiriciliği için en uygun sıcaklık 14-20 °C' dir. 38 °C' nin üstünde polenler kurur.

Domates, dünyada en çok üretilen, tüketilen ve ticarete konu olan tarım ürünlerinin başında gelmesi, insan beslenmesinde vazgeçilmez ürünlerden olması ve gıda sanayinde dondurulmuş, konserve, salça, ketçap, turşu gibi çok çeşitli kullanım alanlarına sahip olması nedeniyle önemli sebzelerin başında gelmektedir. FAO 2016 verilerine göre 1.1 milyar ton olan yaş sebze üretiminde domates 177 milyon ton ile % 13' lük paya sahiptir.

Dünya domates üretiminde 2016 yılı itibariyle 56.4 milyon tonluk üretim ile Çin ilk sırada, 18.4 milyon tonluk üretimi ile Hindistan ikinci, USA 13.03 milyon ton ile üçüncü ve 12.6 milyon tonluk üretimi ile Türkiye ise dördüncü sırada yer almaktadır. Dünyada lider konumda olan Çin, toplam dünya domates üretiminin % 31'lik kısmını karşılamaktadır.

Türkiye'de en yüksek verim, iklim avantajının ve seracılık bölgesi olmasının doğal sonucu olarak Akdeniz Bölgesi'nde alınmaktadır. Türkiye domates üretimi 2012 yılına oranla 2016 yılında % 11 oranında artmış ve 12.6 milyon tona ulaşmıştır. 2017 yılında ise domates üretimi 12.8 milyon tona ulaşmıştır.

Domates zengin bir mineral, vitamin, organik asit, esansiyel aminoasit ve besin lifi kaynağıdır. Ayrıca zengin vitamin A, vitamin C ve potasyum mineral kaynağı olup, demir ve fosfor gibi mineralleri de içerir. Domatesin kalori ve yağ oranı düşüktür, kolesterol içermeyen iyi bir besin lif kaynağıdır (Kabelka, ve Yang, 2004). Domates kendine has besin değeri sayesinde, yani likopen, beta karoten, flavanoidler içerdiğinden koruyucu bir bitki olarak görülür. 66 Glukoz ve fruktoz miktarı yüksek, eser miktarda sakkaroz bulunduran olgun taze domates meyvesindeki pektinler, ksilanlar, arabinoksilanlar ve selüloz, en önemli polisakkratlerdir. Taze domates suyundaki serbest aminoasitlerin %45'ini glutamik asit oluşturmakta, bunu aspartik asit izlemektedir. Sitrik asit en fazla bulunan organik asit iken bir miktarda malik asit bulunmaktadır. (Al-Remi, 2018, Durmuş, 2018). Domatesin tadı ve aroması üzerinde etkili olan 400'ün üzerinde madde bulunmuş, bunların 30 tanesinin aroma oluşumunda çok daha yüksek etkisinin olduğu belirlenmiştir. Domatese kırmızı rengini veren metabolit ise, başta likopen olmak üzere karotenoidlerdir. Tüm bu metabolitlerin miktarı; türler, olgunluk aşaması, iklim şartları, sıcaklık, ışık, toprak, gübreleme, sulama ve yetiştiricilik sırasında yapılan diğer işlemler, hasat ve depolama koşullarına göre farklılık gösterebilmektedir (Sönmez ve Ellialtıoğlu, 2014).

Domates birçok fitokimyasal içermektedir fakat en çok bilineni likopendir. Likopen, olgun domates meyvesinin kırmızı renge dönüşümünü sağlamakta ve önem arz etmektedir (Figueiredo ve González, 2017, Figueiredo ve González, 2016). Ayrıca likopenin yanı sıra diğer karotenler (örneğin β -karoten), C ve E vitamini ve diğer fenolik bileşikler de insan sağlığını destekleyen maddeler olduklarından dolayı sanayi

ve tüketiciler için domatesin tercih edilmesini artırmakta ve kalitesi için göz önünde bulundurulmaktadır (Lopez 2000, Aksoy 2017).

Birçok çalışma, termal olarak işlenmiş domates ürünlerinden alınan likopenin taze domateslerden likopenden daha fazla yararlanabileceğini göstermiştir. Likopen 68 biyoyararışlılığı, diyet kompozisyonundan büyük ölçüde etkilenir. Likopenin bir lipitçözünebilir bileşik olduğu göz önüne alınırsa, yağ ile tüketilmesi biyoyararlanımını artırır (Hwang, 2002). Oksidanlar; DNA, proteinler ve hücre dokularını olumsuz yönde etkileyen kimyasal ajanlara karşı savunma sırasında oluşmakta ve vücutta normal metabolizma işlevlerinde hasara yol açmaktadır yani oksidatif yıkıma neden olmaktadır. Vücutta görülen bu oksidatif yıkım belirtilerine yaşlanma, kardiyovasküler hastalıklar, bağışıklık sisteminde zayıflama gibi olumsuz durumlar gösterilebilir. Ayrıca oksidanların katarakt hastalığının temel nedeni olarak gösterildiği bazı çalışmalarda bulunmaktadır (Kopsell, 2006). Günümüzde güçlü bir antioksidan özelliği bulunan likopenin sağlık üzerine etkilerinin araştırıldığı birçok çalışma bulunmaktadır. Domateste sayılan besleyici özelliklere ilaveten domatesin yapısında bulunan β -karoten, phytoene, phytofluene gibi karotenoidler, kumarik ve klorojenik asitler gibi fenolik bileşikler, bol miktarda C vitamini (askorbik asit) ve tokoferol (E vitamini) de domatesin 69 besleyici değerini artıran yapılardır. Yapılan çalışmalarda domates üzerinde yapılan çalışmalar incelendiğinde domateste bulunan fitokimyasalların sağlık üzerinde etkilerinin belirlenmeye yönelik çalışmaların az, β -karotenin A vitaminin önemli bir öncül bileşeni olduğu ve likopen gibi, kanseri önlemede rol oynamasından dolayı daha çok olduğu görülmüştür (Navarro-González 2018, Agarwal, 2001). Son olarak domateste bulunan önemli antioksidanlardan olan flavonoidler gibi fenolik bileşiklere değinecek olursak; fenolik bileşenler; anti-alerjik, antiinflamatuar, anti-mikrobiyal ve anti-kanser özelliklere sahiptirler domates tohumunun etrafını saran ve jelatinimsi yapıdaki maddenin pıhtı veya damar tıkanıklığını (trombosit agregasyonu) gidermede, felç (inme) ve kalp krizi gibi problemlerin ortaya çıkmasını engellediği belirtilmiştir. Domatesin içerdiği zengin vitamin ve protein kaynakları gibi içeriğinden dolayı geçmişten günümüze tıbbi anlamında kullanılmıştır (Sönmez-Ellialtıoğlu, 2014) .

Kalsiyum bitki besin maddelerinin alınmasında; bitki ve toprakta bulunan toksik maddelerin çökmesinde rol oynar. Kalsiyum bitkilerde kök salgısı üzerinde etkilidir. Bitki dokularını donma-çözünme stresine karşı korur. Yeterli kalsiyumun olması durumunda bitkiler hastalıklara karşı daha dayanıklıdır. Bitkilerde protein oluşumunda ve karbonhidratların taşınmasında kalsiyum önemli rol oynar (Plaster, 1992; Çepel, 1996; Boşgelmez ve ark., 2001; Kacar ve Katkat, 2010).

Kalsiyum bakımından fakir olan topraklarda az ürün elde edilir ve üründeki protein oranı çok azalır. Bitkilerde kalsiyum noksanlığı, meristem dokuların büyümesini yavaşlatır. Sürgün ucu tomurcuklarında ve köklerin büyüme uçlarında gelişme durur ve dolayısıyla bitkinin gelişmesi de durur. Genç yapraklar deforme olur. Yaprak kenarlarında siyah ve kahverengi nekrozlar meydana gelir. Yaprak uçları daha çok kuru ya da gevrek (kolay kırılır) bir hal alır ve yaprak eninde sonunda solar ve ölür (Boşgelmez ve ark., 2001; Güzel ve ark., 2004; Gardiner ve Miller, 2008; McCauley ve ark., 2009).

Tarımı yapılan topraklar azot, fosfor, potasyum ve kalsiyum yönünden yaygın şekilde noksanlık gösterir. Anortit, plajyoklas, piroksenler, amfiboller, ojit, hornblend, apatit, kalsit, kireçtaşı, dolomit, alçı, marn ve kalsiyumlu fosfatlar gibi mineraller ve anakayalar, toprağın kalsiyum kaynaklarıdır (Çepel, 1996; Kantarcı, 2000; Boşgelmez ve ark., 2001; Özbek ve ark., 2001; Güzel ve ark., 2004). Bu minerallerin parçalanması ve ayrışması sonucunda serbest hale gelen Ca^{+2} iyonlarının büyük bir kısmı, değişim kompleksleri tarafından adsorbe edilir. Kalsiyum iyonları, granülasyonu artırarak toprak strüktürünü geliştirir. Strüktürü iyi olan topraklardan daha çok ürün sağlanır. Toprak pH'sını ayarlar. Kurak bölge topraklarında fazla bulunması halinde kalsiyum diğer bazı besin elementlerinin, özellikle mikro besin elementlerinin alınmasında antagonistik etki yapmaktadır. Örneğin toprakta gereğinden fazla kalsiyum bulunması halinde potasyum, demir, fosfor ve diğer elementler bitkilerin yararlanamayacağı formlara dönüşür (Aktaş ve Ateş, 1998; Boşgelmez ve ark., 2001).

Doğadaki her türlü abiyotik (düşük ve yüksek sıcaklıklar, besin elementlerinin eksikliği veya fazlalıkları, hava kirliliği, ağır metaller, kuraklık, tuzluluk ve radyasyon gibi) ve biyotik (virüs, bakteri, hastalık oluşturan mantar vb. ve zararlılar) kökenli stres faktörlerine karşı bitki savunma mekanizmaları geliştirmektedir. Bitkiler bu stres koşullarına karşı uyum sağlayarak büyüme ve gelişmelerine devam etmeye

çabalamaktadır. Strese girmiş bitkilerde genotipik özellikler çerçevesinde tepkiler oluşmakta, bazı bitki tür ve çeşitleri stresten az düzeyde etkilenirken, bazıları ise strese karşı ölümcül şekilde zarara uğramaktadır. Genetik temellere dayanan bu tip farklı uyum yeteneklerinin yanı sıra bitki farklı gelişme dönemleri, şiddeti, cinsi gibi faktörlerinde de bitkilerde savunma mekanizmaları üzerinde etkili olduğu bilinmektedir (Yaşar, 2003; Yaşar ve ark., 2008 a,b; Yaşar ve ark., 2010). Dünya bitkisel üretimini sınırlandıran faktörlerin başında çevresel stresler gelmektedir. Tarımsal üretimin azalmasına % 71 oranında abiyotik stres, % 29 oranında ise diğer stres faktörleri etkilidir (Boyer, 1982). Üşüme stresi bitkilerin özellikle çimlenme, sürgün verme gibi gelişimin ilk başlangıç döneminde en yoğun olarak karşılaştıkları çevresel stres etmenidir. Bitkilerin üşümeden etkilendikleri dönem sadece gelişmeye ilk başladıkları sürgün dönemi değil, aynı zamanda gelişimin ileri aşamalarında bile düşük sıcaklığın olması halinde bitkinin türüne, yaşına ve genetik yapıdan kaynaklanan tepkisine bağlı olarak, üşümeyle farklı oranlarda hasarlar oluşur. Üşüme, diğer stres faktörlerinden tuz ve kuraklıkta olduğu gibi çiçeklenme döneminde, bitkinin meyve bağlamasında ve tohum oluşturmada direk verimi ve bitkinin neslinin devamını etkileyecek olumsuz sonuçlar bırakabilir (Mock ve Eberhart, 1972).

Stres altındaki canlıların genelinde olduğu gibi bitkilerde de stres karşısında serbest oksijen radikallerini zararsız bileşiklere dönüştüren antioksidant miktarları ve antioksidant enzim aktiviteleri yüksek olduğunda, o bitkiler oksidatif zararlanmaya karşı daha dayanıklı olmaktadır. Bitkideki kloroplastlar, toksik oksijen türevlerine karşı antioksidatif savunma sistemlerine sahip olup, bu antioksidantların başında vitamin E, vitamin C, glutatyon ve karotenoidler (beta-karoten ve zeaxanthin) gelmektedir (Karanlık, 2001). Süper oksit dismutaz (SOD), askorbat peroksidaz (APX), glutatyon redüktaz (GR), katalaz (CAT) gibi enzimler serbest oksijen radikallerinin yok edilmesinde en etkin antioksidatif enzimler olarak bilinmektedirler (Cakmak ve Marschner, 1992; Cakmak, 1994; Gossett ve ark., 1994, Yaşar; 2003).

Yaprağını döken meyve türleri, kış döneminde oluşan çeşitli biyotik ve abiyotik stres şartlarında (donma, kuruma, patojen enfeksiyonu v.s) canlı kalabilmektedir. Soğuk bitkiler üzerindeki en olumsuz etkisi hücre zarı zararlarına yol açmasıdır. Bu zarar büyük ölçüde dehidrasyon nedeniyle meydana gelmektedir. Hücre zarı lipidlerinin içeriği bitkinin soğuk duyarlılığında ya da toleransında büyük önem taşımaktadır

(Mahajan ve Tuteja, 2005). Hücre zarı karakteristik olarak yüksek oranda fosfolipid, serbest ve glikozlanmış sterol ve serebrosidler (monoglikosilseramidler) içerir. Tüm hücre zarları aynı lipid çeşitlerine sahip olsa da farklı bitki türleri arasında fosfolipid, sterol ve serebrosid oranları oldukça değişiktir. Soğukla temas sırasında hücre zarının lipid içeriğinde bir dizi değişiklik meydana gelir. Öncelikle, birçok türde ortak olarak, hücre zarının fosfolipid oranında artış gözlenir. Artan soğuk stresinde, soğuğa toleransın maksimum olduğu seviyede, hücre zarındaki serebrosidlerin oranı azalır, fakat azalmanın miktarı bitki türlerine göre çeşitlilik gösterir (Uemura ve Steponkus, 1999). Soğuk stresinde ilk ve en şiddetli etkilenen organel, kloroplasttır. Tipik olarak soğuk zararının belirtileri kloroplast şişmesi, tilakoyidlerin biçim değiştirmesi ve şişmesi, nişasta granüllerinin boyutunda ve sayısında bir azalma ve kloroplast zarından periferik retikulum denilen küçük çıkıntıların oluşumudur (Kratsch ve Wise, 2000). Soğuğa en duyarlı organlar üreme organlarıdır. Soğuk, çiçek indüksiyonunu, polen üretimini ve çimlenme zamanını olumsuz etkileyebilir ve bazı duyarlı türlerde çiçek açma zamanında düşük sıcaklığa maruz kalma, kısırlığa neden olabilir. Düşük sıcaklıklardan etkilenen bitkilerde soğuğa duyarlılık, bitkinin gelişim fazına bağlıdır. Tohum, düşük nem içeriği ve dinlenme halinde (dormant) olması nedeni ile uzun süreli düşük sıcaklıklara çok toleranslıdır. Suyun tohumla buluşmasıyla birlikte tohum, soğuğa duyarlı hale gelebilir. Soğuk, suyun emilimini geciktirir ya da ilk emilimi sırasında zar bütünlüğünü bozar, elektrolit (iyon) sızıntısını artırır ve çimlenmeyi önler (Bois ve ark., 2006).

Kalsiyum (Ca^{+2}), bitkinin dış sinyallere cevabında ikincil haberci olarak yer alır (Trewavas ve Malhó, 1997). Soğuk, kuraklık, ışık, patojenler ve bitki hormonları gibi çeşitli biyotik ve abiyotik uyarıcılar sitozolik kalsiyum konsantrasyonunda geçici bir artışa neden olurlar (Knight ve Knight, 2000; Scrase-Field ve Knight, 2003). Daha sonra kalsiyum algılayıcıları, Ca^{+2} işaretlerinin protein fosforilasyonu, hücre iskeletinin yeniden düzenlenmesi ve gen ifadelerinin değişimini içeren etkilerine uyum sağlar (Rudd ve Franklin-Tong, 2001; Sanders ve ark., 2002). Bir bitkinin düşük sıcaklığa en erken cevap olaylarından biri, serbest sitozolik Ca^{+2} konsantrasyonunun geçici yükselmesidir. Serbest sitozolik Ca^{+2} konsantrasyonundaki soğukla indüklenen değişiklikler ile soğuk-cevap genleri ve soğuğa toleransın gelişimi birbiriyle ilişkilidir.

Bu gibi durumlarda dışarıdan potasyum ve kalsiyum takviyesi acil ve gerekli bir koşuldur. Bu koşul yerine getirildiğinde bitkinin stresten etkilenme derecesi azalmaktadır (Kaya ve Tuna, 2005; Nasri ve ark., 2008).

Potasyum bitkilerde fizyolojik ve biyokimyasal yönden hayati öneme sahip işlevlere sahiptir. Potasyum bu işlevlere bağlı olarak bitkilerde ürün kalitesini ve miktarını artırmaktadır. Bitkilerin büyümesinde enzimin potasyum tarafından aktivitesinin artırıldığı saptanmıştır. Enzimler, katalizörlere benzer şekilde kimyasal tepkimelere etki yaparak farklı moleküllerin birleşmesini ve kimyasal tepkimelerin oluşmasını sağlarlar. Hücrelerin potasyuma bağlı olarak aktive olan enzim miktarı ve buna bağlı kimyasal tepkime oranı artar (Lauchli ve Pflunger, 1978). Nişasta sentezini gerçekleştiren nişasta sentetaz enzim aktivitesinde K^+ 'un etkinliği belli bir düzeye değin çok yüksektir (Preusser ve ark., 1981). Bitki besin elementlerinin aktif absorpsiyonunda rol oynayan ATP' az enziminin aktive olmasında da K^+ önemli işleve sahiptir. Toprakta potasyum, potasyumlu feldispatlar (ortoklas ve mikrolin) ile mikalar (muskovit ve biyotit) gibi potasyumlu mineralleri içeren kayaların dağılıp parçalanmaları sonucu oluşur. Ayrıca toprakta ikincil ya da kil mineralleri şeklinde de bulunur (Kantarıcı, 2000; Gardiner ve Miller, 2008; Kacar ve Katkat, 2010). Potasyum bitkilerde gerçekleşen birden çok olayda temel rol oynar. Çok sayıda enzim ve koenzimlerin aktivasyonunda, fotosentez, protein oluşumu, nişasta oluşumu ve şeker transferi olaylarında bitkiler tarafından kullanılmaktadır. Hücre özsuyu ve dolayısıyla bitkinin su dengesini sağlamasını ve kuraklığa karşı dayanma gücünü artırmaktadır. Yaz kuraklığının atlatılmasında ve donlara karşı dayanıklılıkta olumlu etkiler yapmaktadır (Brady, 1990; Kantarıcı, 2000; McCauley ve ark., 2009). Potasyum, bitkilerin hastalıklara karşı dayanıklılığını artırmaktadır. Tohumun olgunlaşmasını sağlayan potasyum, bitkinin kök sisteminin gelişmesini de sağlamaktadır. Klorofil oluşumunda rol oynar; ancak klorofilin yapısında yer almaz. Bitki yapraklarındaki stoma hücrelerinin açılıp kapanmasında ve kök hücrelerinin suyu almasında düzenlemeler yapmaktadır. Toprakta bulunan fazla miktardaki azotun meydana getireceği olumsuz etkileri giderir. Potasyum erken gelişmeyi geciktirir ve fosforun erken olgunlaştırma etkisiyle ortaya çıkan yetersiz tohum dolgunluğu zararını önler. Yeterli miktarda potasyum alan bitkilerde terleme ile su kaybı azalır (Foth, 1984; Brady, 1990; Boşgelmez ve ark., 2001; McCauley ve ark., 2009; Kacar ve Katkat, 2010).

Bitkilerin topraktan K^+ formunda aldıkları potasyum bitkilerde metabolik, fizyolojik ve biyokimyasal işlevlere sahip bir makro besin elementidir. Potasyum enzim aktivitesine, fotosenteze, bitki besin elementlerinin ve fotosentez ürünlerinin taşınmalarına yardım eder, protein kapsamını artırır, turgoru ve bitki su tüketimini dengeler. Potasyumun ayrıca başka bir özelliği ise bitkilerde yatmayı önler, soğuğa, hastalık ve zararlılara karşı dayanıklılığı artırır (Kacar, 2005).

Potasyum noksanlığı kumlu, hafif tekstürlü topraklar üzerinde yetiştirilen bitkilerde daha çok görülür. Bitkilerde hemen görülebilir semptomlar ortaya çıkmaz. Önce büyüme oranında bir gerileme olur, daha sonra kloroz ve nekrozlar görülür. Yaprak kenarları önce sararır, daha sonra bu kısımlarda renk koyu kahverengine döner. Noksanlığın çok şiddetli olması halinde ise bu kısımlar siyaha döner. Potasyum noksanlığı çeken bitkilerde turgor basıncı düşer ve su stresi olunca bitkiler gevrek dokulu bir hal alır. Kuraklığa ve dona karşı dayanıklılık azalır. Bitkilerde ksilem ve floem dokularının oluşumu geriler (Aktaş ve Ateş, 1998; Boşgelmez ve ark., 2001). Toprakta fazla miktarda potasyum bulunması azot ve fosfor fazlalığının aksine, bitkilere zararlı bir etki yapmaz. Bununla birlikte fazla potasyumun bitkilerin mangan alımını olumsuz etkilediği bildirilmektedir (Boşgelmez ve ark., 2001).

Potasyumca yeterli miktarda beslenmiş bitkiler stres koşullarında da iyi bir ürün verebilmektedirler (Kemler ve Krauss, 1987). Potasyum, bitkinin kök gelişmesini sağladığı gibi gövde de sklerenkima ve parankima hücrelerinin dolayısı ile dokularının dengeli büyümesinin sağlar. Yine bitkilerin su tüketimini ayarlayıp ürün miktarını belirlediği gibi bitkinin gerek fizyolojik yapısına anılan dokularla dayanıklılık kazandırarak gerekse yeterince kolay çözünebilir bileşikler oluşturup bitkide suyun donma noktasını aşağı çekerek onların soğuktan zarar görmesini önler. Yapılan araştırmalar, bitkiye yeterince K^+ verilmesi ile dondan zarar görmelerinin önemli derecede engellendiğini ortaya koymuştur (Fırat, 1998).

Bu çalışmanın amacı üşüme stresi altındaki domates bitkilerine dışarıdan farklı dozlarda Ca^{+2} ve K^+ uygulayarak bu stres faktörünün olumsuz etkilerinin ortadan kaldırılabilirliği ya da Ca^{+2} ve K^+ un stresi azaltıcı etkisinin olup olmayacağı amaçlanmıştır. Son on yılda bu tür stres faktörlerinin etkisini azaltmak için sulama toprak iyileştirmesi ve uygun gübre kullanımı gibi çalışmalar yoğunluk kazanmıştır. Ülkemizde açıkta ya da örtü altında yapılan domates yetiştiriciliğinde üşüme ve diğer

stres faktörlerinden dolayı ciddi ürün kayıpları yaşanmaktadır. Örtü altında turfanda domates yetiştiriciliğinde seraların ısıtmasız olmasından dolayı özellikle kış aylarında sıcaklığın yetersiz olması dölleme problemlerinin yaşanmasının yanında, bitkilerde de üşümelerin olduğu görülebilmektedir. Ayrıca, açıkta yapılan yetiştiriciliklerde özellikle iç ve doğu bölgelerinde sıcaklık yetersiz olduğundan erken ilkbaharda fide dikim esnasında ve sonbahar verim döneminde bitkiler çabuk üşüdüğünden ciddi ürün kayıpları meydana gelmektedir. Bu dönemlerde meydana gelen ürün kayıplarını minimuma indirebilmek için bitkilerde üşümeye karşı toleransı geliştirecek uygulamalar araştırılarak çözüm bulunması gerekmektedir.





2. KAYNAK BİLDİRİŞLERİ

Stres bitkisel üretimde, abiyotik (düşük ve yüksek sıcaklıklar, besin elementlerinin eksikliği veya fazlalıkları, hava kirliliği, ağır metaller, kuraklık, tuzluluk ve radyasyon gibi) ve biyotik (virüs, bakteri, hastalık oluşturan mantar vb. ve zararlılar) kökenli etmenler nedeniyle bitkinin büyümesine, gelişmesine ve bunlara bağlı olarak verimde azalmalara neden olabilir (Yaşar, 2003).

Bitkiler, doğadaki her türlü biyotik ve abiyotik kökenli stres faktörlerine karşı bazı savunma mekanizmaları geliştirmekte, olumsuz koşullara uyum sağlayarak büyüme ve gelişmelerine devam etmeye çabalamaktadırlar. Herhangi bir stres faktörü ile karşı karşıya kalan bitkilerde de genotipik özellikler çerçevesinde tepkiler oluşmakta, bazı bitki tür ve çeşitleri bir stresten az düzeyde etkilenirken, bazıları ise ölümcül biçimde zarara uğramaktadır. Genetik temellere dayanan bu tip farklı uyum yeteneklerinin yanı sıra herhangi bir bitkinin farklı gelişme dönemleri, stresin cinsi, şiddeti, uygulama süresi gibi faktörlerin de bitkilerin geliştirdiği savunma mekanizmaları üzerinde etkili olduğu bilinmektedir (Yasar, 2003). Bitkilerin herhangi bir çevresel strese cevabı, sinyal iletimi (transdüksiyon) denilen bir dizi reaksiyonla meydana gelir. Düşük sıcaklık sinyal iletimi muhtemelen hücre zarında yerleşmiş olan reseptör tarafından soğuk sinyalinin algılanmasıyla başlar. Bu algılayıcı protein sıcaklık değişiminin sonucu olarak hücre zarının mikrodomanlarındaki fiziksel faz geçişlerini bulma eğilimindedir (Murata ve Los, 1997).

Genetik varyasyon içinde bitkiler üşümeye karşı tohum bağlama, sürgün verme ve gelişim faaliyetlerinde olduğu gibi plazma membran fonksiyonunda ve fotosentez gibi fizyolojik olaylar bakımından da farklı tepkiler gösterirler. Buradan hareketle, duyarlı tür düzeyinde bile olsa üşüme tuz ve kuraklık gibi stres etmenlerine karşı bitkileri daha toleranslı duruma getirecek uygulamaların yapılması ve araştırılmasının gerekli olduğu belirtilmiştir (Yasar ve ark. 2010, 2011, 2013, 2014, 2016, 2017).

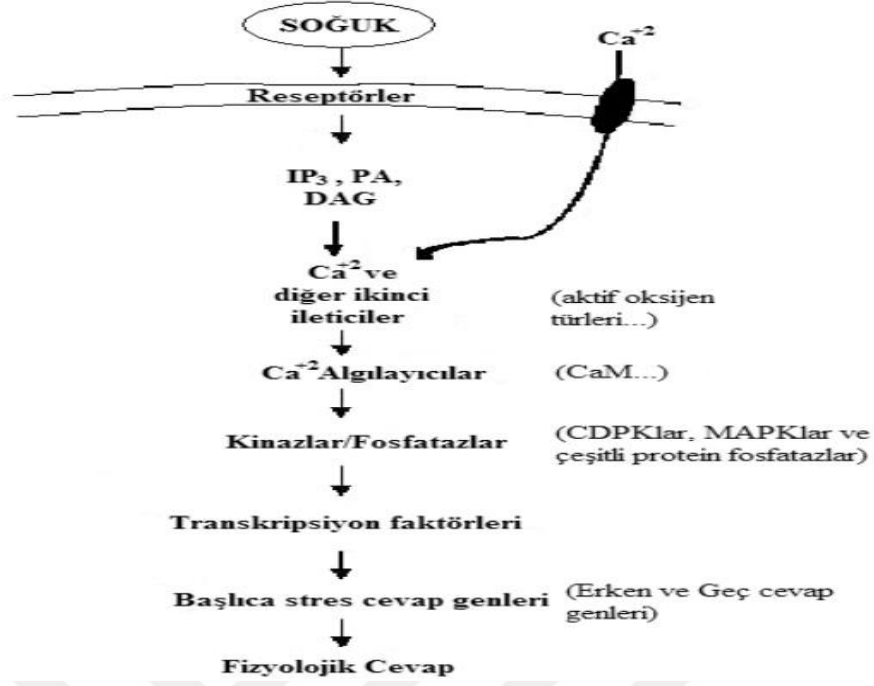
Yine soğuk stresi koşullarında K^+ ve Ca^{+2} besin elementinin oranında azalmaların meydana geldiğini pek çok araştırmacı ortaya koymuştur (Yasar ve ark, 2010, 2013).

Soğuk, bitkilerin biyosentetik aktivitelerini azaltır, fizyolojik işlemlerin normal fonksiyonlarını engeller ve sonuçta, ölüme götüren kalıcı zararlara neden olabilir. Çeşitli bitki türleri soğuk ya da donma toleransı derecelerini düşük fakat donma derecesinde olmayan sıcaklıklara belirli bir süre maruz kalarak artırma yeteneğine sahiptirler, bu olay “soğuk uyumu veya soğuk aklimasyonu” olarak bilinir (Thomashow, 1999).

Kritik sıcaklığın altında membran lipidleri kristal-likit hale dönüşür ve bu değişim sonucu, membranın por ve kanallarındaki permeabilite artar. Bu durumda hücre içi çözelti dengesi bozulur ve üşümeden dolayı hasara uğramış hücre ve organellerin membranlarında, iyon ve diğer çözeltilerin sızması ve ayrıca proton transport mekanizmasında da bozulmalar görülür (Yoshida ve ark., 1979).

Soğuğa karşı “tolerans” şeklinde cevap geliştiren türler ise, düşük sıcaklıklarda ekstraselüler alanlarda bir miktar buz oluşturarak cevap verirler (Levitt, 1980; Steponkus, 1984; Sakai ve Larcher, 1987). Düşük sıcaklık sırasında soğukla indüklenebilen gen ifadelerinin analizi, ifadeleri farklı zamanlarda meydana gelen en az iki gurubun var olduğunu gösterir. İlk grupta, düşük sıcaklığa cevapta, ifade hızlı ve geçicidir. Erken cevap genleri olarak adlandırılan bu genlerin indüksiyonu yeni proteinlerin sentezini gerektirmez, sinyal elemanları zaten hazırdır. İkinci grupta ise, geç cevap genleri yer alır. COR genlerini de içeren bu genlerin ifadeleri soğuk uygulaması sırasında giderek artar ve uzun süre sürdürülür (Mahajan ve Tuteja, 2005).

Soğuk stresiyle indüklenmiş hücre zarı mikrodomanlarındaki katılaşma aktin hücre iskeletinin yeniden düzenlenmesine sebep olabilir. Soğuk uyumu sırasında bu yeniden düzenlenmeyi Ca^{+2} kanallarının aktivasyonu, sitozolik Ca^{+2} düzeyinin artması ve soğukla düzenlenen COR (cold-regulated gen) genlerinin ifadesinin tetiklenmesi takip eder (Orvar ve ark., 2000; Chinnusamy ve ark., 2006) (Şekil 2.1). Ayrıca, reseptör protein kinazlar soğuk algılayıcıları gibi rol oynayabilirler (Heino ve Palva, 2003). Stres iletiminde zar fosfolipidleri, inositol-1,4,5-trifosfat (IP3), fosfotidik asit (PA) ve diaçilgliserol (DAG) gibi önemli stres iletim moleküllerini oluşturmaktadır. Bu moleküller tonoplastta Ca^{+2} kanallarının açılmasında görev alırlar (Kacperska, 2004) (Şekil 2.1).



Şekil 2.1. Bitkilerde soğuk stresinin algılanması ve stres iletimi (Mahajan ve Tuteja, 2005'ten modifiye edilerek alınmıştır).

Soğukla indüklenmiş bir Ca^{+2} sinyal ya da işareti, kalsiyum bağlı özel proteinler tarafından tanınırlar. Kalmodulin (CaM) ökaryotlarda en iyi korunmuş Ca^{+2} bağlı proteinlerden biridir. CaM'ın kendi başına katalitik aktivitesi yoktur, fakat Ca^{+2} bağlanması üzerine çeşitli hücresel işlevlerde yer alan çok sayıda hedef proteinleri aktive eder (Snedden ve Fromm, 2001). Düşük sıcaklıkları içeren çevresel uyarıcılar, CaM ve CaM-benzer proteinleri kodlayan genlerin hızlı transkripsiyonunu başlatır (Van der Luit ve ark., 1999)

Düşük sıcaklığa maruz kalma, dokuda Ca^{+2} 'da geçici bir artışa neden olmaktadır (Puhakainen, 2004). Bu süreçte apoplasttan sitoplazma sıvısına Ca^{+2} akışı meydana gelmektedir. Plasma membranlarında bulunan Ca^{+2} kanalları sıcaklık düşüşüne karşı sensör görevi yaparlar (Smallwood ve Bowles, 2002).

Kalsiyum-bağlı protein kinazlar soğuk toleransının kazanılması sırasında Ca^{+2} sinyallerine aracı olmada önemli bir role sahip olabilirler (Cheng ve ark., 2002; Ludvig ve ark., 2004). Kalsiyumun bitki tarafından alınması ve taşınması üzerinde su son derece önemli bir faktördür. Kalsiyumun kök etki alanına taşınımındaki ana mekanizma olan kitle akışı, ancak suyun olduğu koşullarda gerçekleşmektedir. Aynı zamanda, kök tarafından alınmış olan Ca^{+2} 'nın taşınmasında da su en temel etkidir. Dolayısıyla su

hareketinin olmadığı koşullarda bitkilerin Ca^{+2} eksikliği göstermesi kaçınılmaz bir durumdur. Bitkideki su hareketi transprasyonla yakından ilgilidir. Transprasyon oranının düştüğü koşullarda toprakta yeterli Ca^{+2} olsa bile bitkiler bundan yararlanamamakta ve Ca^{+2} eksikliği belirtileri ortaya çıkmaktadır (Kacar ve Katkat, 2007).

Kalsiyum en fazla kullanılan üçüncü bitki besin elementidir. Bitki hücre duvarının tamamlayıcı bir parçasıdır ve bu yüzden hücre duvarı yapısını düzenleyen bitki besin elementi olarak bilinmektedir (Plaster, 1992; McCauley ve ark., 2009). Kalsiyum'un bitkilerde kalite kriterlerini arttırmasını sağlayan en önemli özelliklerinden birisi de bitkide total ve hücre duvarlarına bağlı olarak bulunan kalsiyum pektat bileşiğinin oranıdır. Yapılan araştırmalar kalsiyumun hasat öncesi veya sonrası uygulamalarının bu bileşiğin miktarını arttırdığı yönündedir (Conway ve ark, 1995; Sidiqi ve Bangerth, 1995). Başta domates, karpuz, kavun ve biber olmak üzere bir çok bitkide kalsiyum noksanlığında fizyolojik bozukluklar ortaya çıkmaktadır. Bu duruma toprakta yeterli kalsiyum bulunmaması yanında sulama ve Ca/N, Ca/Mg, Ca/K dengesizlikleri de neden olabilmektedir. Bu nedenle dengeli gübrelemeye önem verilmelidir (Taylor ve Locascio, 2004).

Kalsiyumun bitkide etkilediği fizyolojik olaylar şunlardır: Su ve suyun alınışı, membran yapısı, stomatal fonksiyonlar, hücre bölünmesi, hücre duvarlarının sentezi, biyotik ya da abiyotik stres faktörlerinden dolayı zarar gören bitkilerin hasarlarını direkt ya da indirekt yollarla tamirini sağlamaktır (Taiz ve Zaiger, 2006).

Kullanılabilir su miktarının azalması, hücre genişlemesinin azalmasına ve sürgün gelişiminin yavaşlamasına neden olur. Osmotik stresin devamında ortaya çıkan iyon stresi evresinde, ortamda artan Na ve Cl iyonlarının K^{+} , Ca^{+2} ve NO^{-3} gibi gerekli besin elementleri ile rekabete girmesiyle bitkilerde, besin eksikliği veya besin dengesizliği meydana gelir (Hu ve Schmidhalter, 2005).

Hücre plasma membranı vasıtasıyla K^{+} 'un taşınımı H^{+} -ATPaz aktivitesi ile olduğundan, donma/erime stresi süresince H^{+} -ATPaz fonksiyonunda değişim olduğu belirtilmektedir. Çam yapraklarından saflaştırılan plasma membranlarında H^{+} -ATPaz aktivitesi ölümcül donma/erime stresinden sonra kaybolduğu belirlenmiştir (Pukacki ve Pukacka, 1987).

Yeteri kadar potasyum alamayan bitkilerin dondan daha fazla etkilendikleri ve zarar gördükleri saptanmıştır. Uygulanan potasyum miktarına ve dolayısıyla yaprakların potasyum içeriklerine bağlı olarak patates bitkisinde don zararlanması önemli derecede azalır. (Grewal ve Singh, 1980).

Malatya'da Hacıhaliloğlu kayısı çeşidine ait ağaçlarda NPK gübrelenmesinin dona dayanım üzerine etkisinin araştırıldığı çalışmada, azotlu gübrelenmenin kontrole göre dona dayanımı azalttığı, potasyumlu gübrelenmenin ise azotlu ve fosforlu gübrelenmeye göre don toleransında önemli artış sağladığı tespit edilmiştir (Muradoğlu, 1998).

P, B, Mn ve Zn'nin değişik uygulamalarının sürgünlerde pişkinleşmeye katkı sağlayarak soğuğa dayanıklılığı artırdığı belirlenmiştir (Burak, 1989).



3. MATERYAL VE YÖNTEM

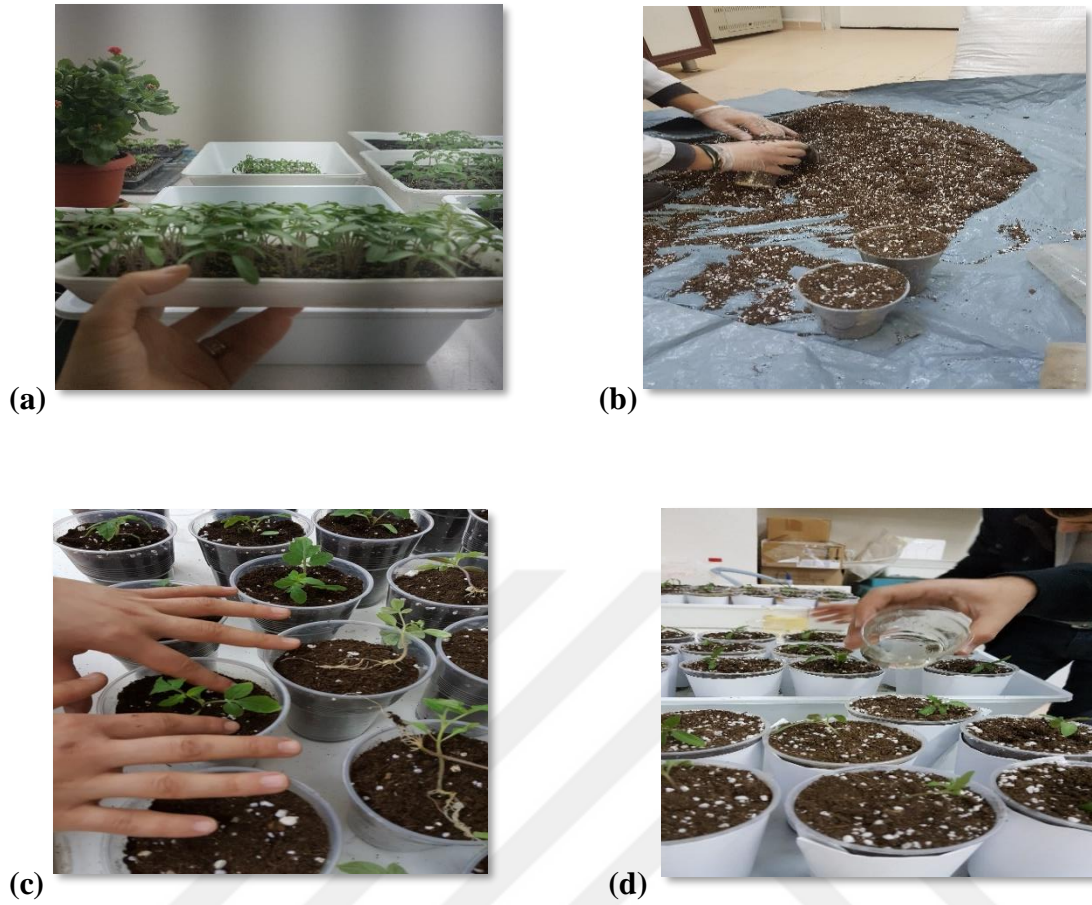
3.1. Materyal

3.1.1. Bitki materyali

Çalışmada, sırık tip olan Adamset F1 hibrit domates (*Solanum lycopersicum*) çeşidine ait fideler kullanılarak üşüme stresi üzerine dışarıdan farklı dozlarda Ca^{+2} ve K^{+} uygulayarak bu stres faktörünün olumsuz etkilerinin ortadan kaldırılabilirliği ya da Ca^{+2} ve K^{+} un stresi azaltıcı etkisinin olup olmayacağını, amaçlayan bu deneme Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü Fizyoloji laboratuvarında yürütülmüştür. Deneme normal atmosferin sağlandığı split klimalı iklim odasında yapılmıştır (Şekil 3.1).



Şekil 3.1. Çalışmada kullanılan domates çeşidine ait tohum.



Şekil 3.2. Pomzada çimlendirilmiş fidelerin 1 kg hacmindeki saksılarda alınma aşamaları a.Küçük taneli ponza ile doldurulmuş 40x25x5 cm köpüklü çimlendirme kaplarındaki fideler, b. 1 kg hacmindeki saksılar için torf+perlit ortamın hazırlanışı c, d. Bitkilerin 1 kg hacmindeki saksılarda alınmış hali.

Çizelge 3.1. Üşüme stresi uygulanmış domates fidelerine Kalsiyumca zenginleştirilmiş besin solüsyonu içerikleri (ppm)

Elementler	Uyg. 1 Kontrol	Uyg.2	Uyg.3	Uyg.4	Uyg.5
Azot (N)	186	186	186	186	186
Fosfor(P)	31	31	31	31	31
Potasyum(K)	135	135	135	135	135
Magnezyum(Mg)	49.28	49.28	49.28	49.28	49.28
Kalsiyu(Ca)	200	250	300	350	400
Kükürt(S)	66	66	66	66	66
Demir(Fe)	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3
Mangan(Mn)	0.031	0.031	0.031	0.031	0.031
Bor(B)	0.205	0.205	0.205	0.205	0.205
Bakır(Cu)	0.015	0.015	0.015	0.015	0.015
Çinko(Zn)	0.023	0.023	0.023	0.023	0.023

Çizelge 3.2. Üşüme stresi uygulanmış domates fidelerine potasyumca zenginleştirilmiş besin solüsyonu içerikleri (ppm)

Elementler	Uyg. 1 Kontrol	Uyg.2	Uyg.3	Uyg.4	Uyg.5
Azot (N)	186	186	186	186	186
Fosfor(P)	31	31	31	31	31
Potayum(K)	136	156	176	196	216
Magnezyum(Mg)	49.28	49.28	49.28	49.28	49.28
Kalsiyu(Ca)	200	200	200	200	200
Kükürt(S)	66	66	66	66	66
Demir(Fe)	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3
Mangan(Mn)	0.031	0.031	0.031	0.031	0.031
Bor(B)	0.205	0.205	0.205	0.205	0.205
Bakır(Cu)	0.015	0.015	0.015	0.015	0.015
Çinko(Zn)	0.023	0.023	0.023	0.023	0.023

Çizelge 3.3. Üşüme stresi uygulanmış domates fidelerine Kalsiyum ve Potasyumca zenginleştirilmiş besin solüsyonu içerikleri (ppm)

Elementler	Uyg. 1 Kontrol	Uyg.2	Uyg.3	Uyg.4	Uyg.5
Azot (N)	186	186	186	186	186
Fosfor(P)	31	31	31	31	31
Potayum(K)	136	156	176	196	216
Magnezyum(Mg)	49.28	49.28	49.28	49.28	49.28
Kalsiyu(Ca)	200	250	300	350	400
Kükürt(S)	66	66	66	66	66
Demir(Fe)	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3
Mangan(Mn)	0.031	0.031	0.031	0.031	0.031
Bor(B)	0.205	0.205	0.205	0.205	0.205
Bakır(Cu)	0.015	0.015	0.015	0.015	0.015
Çinko(Zn)	0.023	0.023	0.023	0.023	0.023

Kullanılan besin solüsyonları (Hoagland ve Arnon, 1938).’e göre hazırlanmıştır.

3.2. Yöntem

Deneme, normal atmosferin sağlandığı split klimalı iklim odasında, torf-ponza-perlit içeriğiyle hazırlanan karışımlarla yapılmıştır.

Bu amaçla, domates tohumları, elekten geçirilen küçük taneli ponza ile doldurulmuş 40x25x5 cm köpüklü çimlendirme kaplarına ekilerek ve musluk suyu ile sulanmıştır. Köpüklü çimlendirme kaplarının her birine 0,5 cm çapında toplam 6 adet üç kaptaki toplamda 18 deliğe sahip olup, sulama suyunun drenesi sağlamıştır. Sulama suyunun fazlası süzüldükten sonra köpüklü çimlendirme kapları, 25±2°C sıcaklık % 70-80 neme sahip iklim odasına yerleştirilerek, üzerleri A4 kâğıtlarıyla örtülüp düzenli

olarak her gün kontrol edilip ve ponza nemini muhafaza edecek şekilde sulanmaya devam edilmiştir. Kotiledon yaprakları yatay duruma gelen ve ilk gerçek yaprakları görülmeye başlayan fidelerde sulama, fidelerin daha iyi gelişebilmesi için Hoagland besin çözeltisiyle devam edilmiştir. (Hoagland ve Arnon, 1938).



Şekil 3.3. Küçük taneli ponza ile doldurulmuş 40x25x5 cm köpüklü çimlendirme kapları ve Hoagland besin çözeltisi.

Üşüme stresinin uygulanacağı aşamada bitkiler, kontrollü iklim odasında 16/8 saatlik aydınlık/karanlık fotoperiyotta, 20 °C sıcaklıkta, % 65 nemde, 400 $\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ ışık yoğunluğunda 1 kg hacmindeki saksılarda Hoagland besin solüsyonu ile sulanarak torf+perlit ortamında yetiştirilmiştir. Besin solüsyonuna Ca'nın 200 ppm, 250 ppm, 300 ppm, 350 ppm, 400 ppm dozları ile K⁺un 136, 156, 176, 196 ve 216 ppm'lik dozlarının ve ayrıca her ikisinin birlikte (Ca⁺² +K⁺); 200 ppm Ca⁺² +136ppm K⁺, 250ppm Ca⁺² +156 ppm K⁺, 300 ppm Ca⁺² +176 ppm K⁺, 350 ppm Ca⁺² +196 ppm K⁺, 400 ppm Ca⁺² + 216 ppm K⁺ uygulanmıştır. Bitkiler 4-5 yapraklı duruma geldiklerinde 12 saat 10 °C (gündüz) ve 12 saat 5 °C (gece)' ye ayarlanmış inkübatöre alınmış ve inkübatöre alınmadan önce bitkiler sulanmıştır. Bitkiler 15 gün süreyle üşüme stresi altında kaldıktan sonra örnek alma işlemi yapılmıştır.

Alınan bu örneklerde, temel bazı büyüme parametreleri (yaprak sayısı (adet), yaprak ağırlığı (g), gövde ağırlığı (g), bitki boyu (cm) ve boğum araları mesafe (cm)), üşüme dayanım skalası, bazı biyokimyasal parametreler (klorofil, MDA (Malondialdehit), K, Ca, Fe, Zn, Cu, Mn ve Mg içerikleri, Antioksidatif enzim aktiviteleri (Katalaz, Askorbat Peroksidaz, Süperoksit dismutaz) ve Renk değerleri belirlenmiştir.

3.2.1. Temel bazı büyüme parametrelerinin belirlenmesi

Yaprak ağırlığı, gövde ağırlığını belirlenmesi 4 tekerrürlü olarak 1/10.000 lik hassas dijital terazi ile tartılmış. Gövde çapı kumpas ile mm olarak ölçülmüştür. Bitkinin boyu, cetvel ile cm olarak ölçülerek yaprak adet sayısı olarak belirlenmiştir.

3.2.2. 1-5 Skalası ile değerlendirme

Bitkilerde morfolojik olarak ortaya çıkan zararlanmanın derecesini ortaya koyabilmek amacıyla bir skala oluşturulmuştur. Bunun için zararlanma derecesine göre bitkilere 1-5 arasında puan verilmiştir. Üşüme stresi denemesinde domates bitkilerine aşağıda belirtilen semptomlara göre 1'den 5'e kadar puan verilmiştir (Üzal, 2009).

- 1: Bitkilerin üşüme stresinden hiç etkilenmemesi (kontrol bitkileri)
- 2: Yapraklarda lokal sararma ve kıvrılma
- 3: Yapraklarda sararma ve % 25 oranında nekrotik lekelenmeler
- 4: Yapraklarda % 50-75 oranında nekrotik leke göstermesi ve ölümlerin görülmesi
- 5: Yapraklarda % 75-100 oranında şiddetli nekrozlar ve bitkinin tamamen ölmesi

3.2.3. Mineral element analizleri

Bitkilerden örnekler alınarak -84°C 'deki derin dondurucuda muhafaza edilmiştir. İyon analizleri için saklanan her bir yaprak, gövde ve kök örneğinden 150- 200 mg arası tartılarak, üzerine 10 ml 0,1 N HNO_3 (nitrik asit) ilave edilmiş olup 7 gün boyunca kapalı plastik kutularda oda sıcaklığında ışık görmeyen bir ortamda bekletilen bu örnekler, 7 günün sonunda çalkalayıcı ile 1 (gün) çalkatılanmıştır. K, Ca, Fe, Zn, Cu, Mn ve Mg içerikleri ise, Kacar (1994)'e göre Atomik Absorbsiyon cihazında okutulmuş. Bu ölçümler sonunda, yaş yaprak örneğindeki iyon miktarı $\mu\text{g}/\text{mg}$ taze ağırlık olarak belirlenmiştir. (Taleisnik ve ark. 1997)



a)

b)

c)

Şekil 3.4. Mineral element analizleri a. Tartımı yapılan yaprak, gövde ve kök örneği, b. 10 ml 0,1 N HNO₃ (nitrik asit) ilavesi, c. Örneklerin 7 günün sonunda çalkalayıcı ile 1 (gün) çalkatılma işlemi

3.2.4. Klorofil analizi

Bitkilerin en uç kısmından itibaren ilk dört yaprağı alınarak analiz yapılmaya kadar -84°C'deki dondurucuda saklanmıştır. -84°C' de donmuş olan yaprak örneklerinden 150-200 mg alınarak, %80'lik etanol içerisinde konulmuş olup 80°C'deki su banyosunda 20 dakika süreyle bekletildikten sonra 654 nm'de absorbans değerleri spektrofotometrik olarak okutulmuştur (Luna ve ark., 2000). Bu ölçümler sonunda, yaş yaprak örneğindeki toplam klorofil miktarı aşağıdaki formül (Eş. 3.1) kullanılarak µg/mg T.A olarak belirlenmiştir:

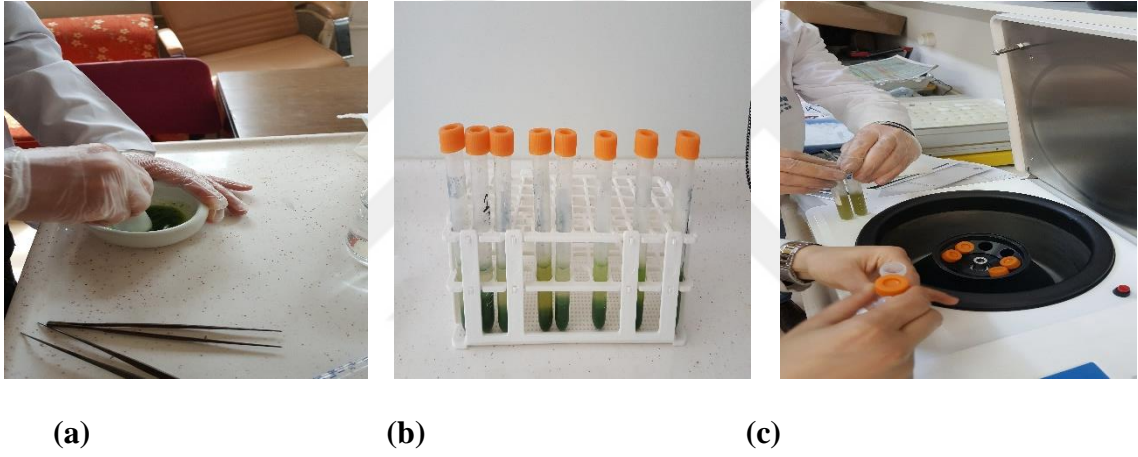
$$\text{Toplam klorofil} = \text{Absorbans değerleri} \times 1000/39.8 \times \text{örnek miktarı}$$



Şekil 3.5. Klorofil analizinde yapılan işlemler a. Örneklerin %80'lik etanol içerisinde bekletilme aşaması, b. Sıcak su banyosunda bekletilme aşaması, c. Spektrofotometrede okumanın yapılması

3.2.5. Lipid peroksidasyonu

Hücre zarlarındaki tahribat sonucunda lipitlerin oksidasyonu sonucunda ortaya çıkan bir ürün olan MDA miktarının belirlenmesi Lutts ve ark. (1996)'nın yöntemine göre yapılmıştır. Yaprak örneklerinden, 150-200 mg tartılarak alınmıştır. Bunun üzerine 5 ml % 0.1'lik trikloroasetik asit (TCA) ilave edilip, bu karışım 12500 rpm devir hızında 20 dakika süreyle santrifüj edilmiştir. 5 ml. lik ekstrakttan 3 ml süpernatant alınıp; bunun üzerine içinde % 20 tiobarbütirik asit (TBA) bulunan 3 ml % 0,1'lik TCA ilave edilerek elde edilen karışım 95 °C'deki sıcak su banyosunda 30 dakika bekletilip, bunun ardından spektrofotometrede A532 ve A600 nm'de absorbans değerleri okunmuştur.



Şekil 3.6. Lipid peroksidasyonu aşamaları a. alınan yaprak örneklerinin havanda ezilme aşaması, b. yapılan ezilme işleminin tüplere alınması, c. Karışımın 12500 rpm devir hızında 20 dakika süreyle santrifüj edilmesi işlemi.

3.2.6. Antioksidan enzim aktiviteleri

Üşüme stresi ile bitkilerde oluşan enzim aktivitelerindeki değişimi incelemek için 1 gr taze yaprak örneği sıvı azot içerisinde porselen havanlarda ezildikten sonra, içine 0.1 mM Na-EDTA bulunan 50 mM, 10 ml. lik fosfat tampon çözeltisi (pH: 7.6) ile homojenize edilmiş ve homojenize edilen örnekler 15 dk 15000 g'da santrifüj edildikten sonra elde edilen santrifügantlar enzim analizlerinde kullanılmıştır. Enzim aktivitelerinin belirleneceği örnekler, ölçüm yapılmaya kadar +4 °C sıcaklıkta tutulmuş olup, ölçümler Analytic Jena 40 model spektrofotometrede yapılmıştır. SOD aktivitesi,

NBT'nin (nitro blue tetrazolium kloridin) ışık altında O_2 tarafından indirgenmesi yöntemine göre, APX aktivitesi, 290 nm'de ($E=2.8 \text{ mM cm}^{-1}$) askorbatın oksidasyonu, GR aktivitesi, 340 nm'de ($E=6.2 \text{ mM cm}^{-1}$) NADPH'nin oksidasyonu, CAT, H_2O_2 'nin 240nm'de ($E=39.4 \text{ mM cm}^{-1}$) parçalanma oranı ölçülerek yapılmıştır. (Çakmak ve Marschner, 1992).



(a)



(b)



(c)



(d)



(e)



(f)



(g)



(h)

Şekil 3.7. Spektrofotometrik Enzim Aktiviteleri analizleri yapıma aşamaları a, b. örneğin sıvı azotta öğütülme aşamaları, c. öğütülmüş örneği tüpe alınması, d, e. örneğin süzülme ve kar içinde bekletilme aşaması, f. santrifüj edilme aşaması, g. süpernetanın alınma aşaması, h. spektrofotometrede okumanın yapılması.

3.2.7. Renk değeri

Hasat edilen domates bitkilerinin her birinden iki yaprak alınarak L*, a*, b*, h, C renk değerleri, Renk Ölçüm Cihazında, direkt okuma ile belirlenmiştir. (Batu ve ark., 1997). L* değeri; rengin parlaklığında meydana gelen değişimleri, a* değeri; yeşilden kırmızıya, b* değeri ise; maviden sarıya renk değişimini göstermektedir. b*'nin negative değerleri mavi rengi, pozitif değerleri sarı rengi; a*'nın pozitif değerleri kırmızı rengi, negative değerleri ise yeşil rengi göstermektedir. Rengin temel bileşenlerini belirleyen hue değeri ise aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır. (Zorlugenç ve Fenercioğlu, 2012).

$$\text{Hue} = H = \arctan (b/a)$$



Şekil 3.8 Renk Ölçüm Cihazında, direkt okuma ile belirlenmesi

3.2.8. Değerlendirmelerin yapılması

Yapılan deneme şansa bağlı tesadüf parselleri deneme desenine göre 4 tekerrürlü olup her tekerrürde 15 bitki bulunduracak şekilde kurulmuştur. Bitki gelişim parametreleri, enzim ve iyon verilerinin istatistik analizleri SAS Insitue (1985) paket programı kullanılarak yapılmıştır.



4. BULGULAR

Üşüme stresi altındaki Domates bitkisinde kalsiyum (Ca^{+2}), potasyum (K^{+}) ve kalsiyum + potasyum ($Ca^{+2} + K^{+}$) uygulanarak domates bitkilerindeki morfolojik ve biyokimyasal etkilerinin araştırıldığı bu çalışmada, bitkilerin üşümeye olan toleransının nasıl etkilendiği belirlenmeye çalışılmıştır. Çalışma sonunda alınan örneklerde, bazı bitki gelişim parametreleri, üşümeye tolerans skala değerleri, iyon, MDA, klorofil, Renk ve bazı enzim(SOD, CAT ve APX) aktiviteleri belirlenmiştir.

4.1 Bitki Gelişimi İle İlgili Özellikler

4.1.1. Temel bazı büyüme parametreleri

15 günlük üşüme stresi altındaki domates bitkilerine kalsiyum uygulanarak bitkilerin strese olan tolerans durumları belirlenmeye çalışılmıştır. Üşüme stresi ile birlikte Ca^{+2} uygulanan bitkilerin kontrol grubuna kıyasla, gövde ağırlıklarında (g) istatistiksel olarak önemli düşüşlerin olduğu görülmektedir. Gövde ağırlığı bakımından en yüksek değer kontrol (9.03) grubunda ölçülürken üşüme stresine tabi tutulan Ca^{+2} nın farklı dozlarına sahip uygulamalar arasında ise istatistiksel olarak fark bulunmayıp aynı grupta yer almışlardır. Gövde çapı bakımından kontrol ve üşüme stresine tabi tutulmuş Ca^{+2} uygulamaları arasında farklılıkların olmadığı görülmüştür. Kontrol ve tüm uygulamalar istatistiksel olarak aynı grupta yer almıştır.

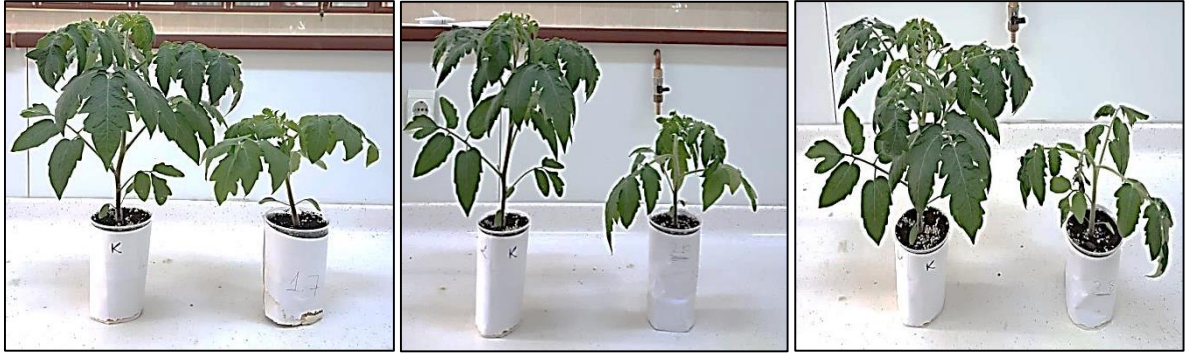
Çizelge 4.1. Kalsiyum uygulanmış üşüme stresi altındaki domates bitkilerinin bazı büyüme ve gelişme parametreleri.

Uygulama	Gövde çapı Mm	Gövde ağı (g)	Yaprak ağı (g)	Yap.Sayısı (adet)	Bitki boyu (cm)
Kontrol	6.03 a	9.03 a	27.37 a	8.82 a	26.75 a
200 ppm Ca^{+2}	4.92 c	2.88 c	7.64 b	5.08 b	13.88 c
250 ppm Ca^{+2}	5.25 b	3.14 bc	7.99 b	5.42 b	14.58 bc
300 ppm Ca^{+2}	5.20 b	3.38 b	7.71 b	5.08 b	14.79 bc
350 ppm Ca^{+2}	5.32 b	3.29 b	6.01 c	5.25 b	14.47 bc
400 ppm Ca^{+2}	5.44 b	3.40 b	4.82 c	5.08 b	15.22 b
P Değeri	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

Aynı sütunda aynı harfi alan ortalamalar arasındaki fark $P \leq 0.05$ 'e göre önemsizdir.

Yaprak ağırlığı bakımından en yüksek değer kontrol (27.37 g) grubunda ölçülürken en düşük değer ise 400 ppm Ca^{+2} uygulamasında ölçülmüştür. Yaprak ağırlığı bakımından Ca^{+2} uygulamaları arasında farklılıkların olduğu görülmüştür. Yaprak sayısı bakımından en yüksek değer kontrol (8.82 adet) ölçülürken Ca^{+2} uygulamaları arasında istatistiki olarak fark bulunmayıp aynı grupta yer almışlardır. Bitki boyu bakımından en yüksek değer kontrol (26.75 cm) grubunda ölçülürken en düşük değer ise 200 ppm Ca^{+2} (13.88 cm) uygulamasında belirlenmiştir. 250 ppm Ca^{+2} ve 300 ppm Ca^{+2} ise aynı istatistiksel grupta yer almıştır. Bitki boyu bakımından üşüme stresine tabi tutulan Ca^{+2} uygulamaları arasında genel olarak farklılıklar olduğu görülmüştür (Çizelge 4.1).

**a**



b

c

d



e

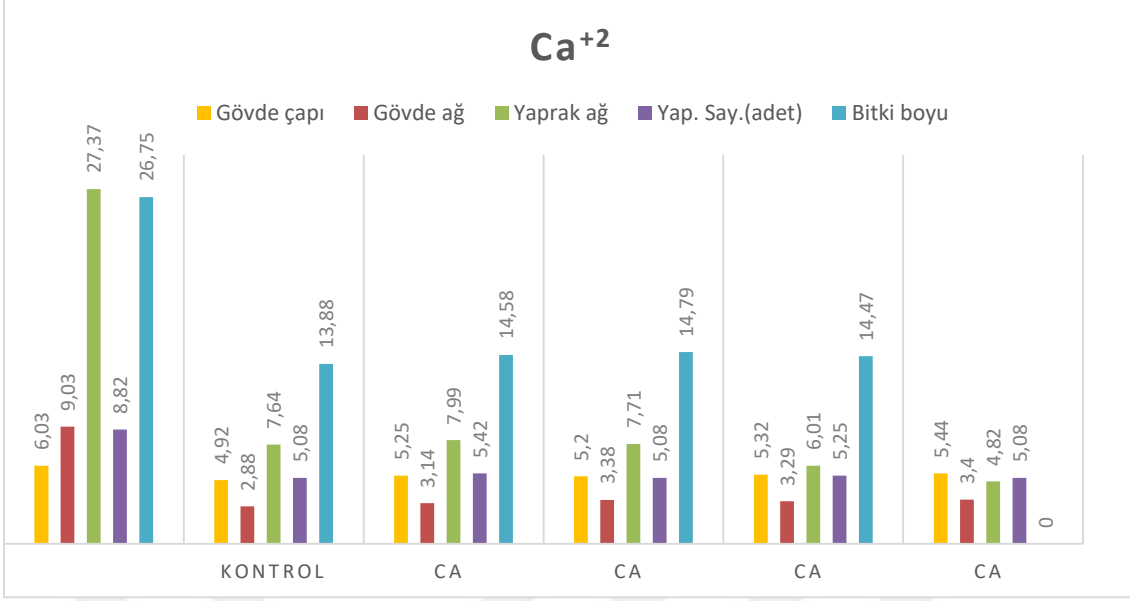


f



g

Şekil 4.1. Kalsiyum uygulanmış üşüme stresi altındaki domates bitkilerinin görüntüleri
 a. Her bir uygulamanın temsil eden örnek b. Kontrol ve 1. Uygulama c. Kontrol ve 2. Uygulama d. Kontrol ve 3. Uygulama e. Kontrol ve 4. Uygulama f. Kontrol ve 5. Uygulama g. Kontrol grubun genel görüntüsü



Şekil 4.2. Kalsiyum uygulanmış üşüme stresi altındaki domates bitkilerinin bazı büyüme ve gelişme parametreleri grafiği.

15 günlük üşüme stresi sonucunda kontrol grubuna kıyasla, diğer tüm üşüme stresine tabi tutulmuş K⁺ uygulamalarının gövde ağırlıklarında (g) istatistiksel olarak önemli düşüşlerin olduğu görülmektedir. Gövde ağırlığı bakımından en yüksek değer kontrol (13.92) grubunda ölçülürken üşüme stresine tabi tutulan K⁺ un farklı dozlarına sahip uygulamalar arasında farklılıklar gözlenmiştir. Gövde ağırlığı bakımından en düşük değer 196 ppm K⁺ (5.91) ve 216 ppm K⁺ (5.63) uygulamalarında belirlenmiştir. Gövde çapı bakımından kontrol ve üşüme stresine tabi tutulmuş K⁺ uygulamaları arasında farklılıkların olmadığı görülmüştür. Kontrol ve tüm uygulamalar istatistiksel olarak aynı grupta yer almıştır. Yaprak ağırlığı bakımından kontrol ve uygulamalar arasında genel olarak farklılıklar görülmüştür. En yüksek değer kontrol (33.14 g) grubunda ölçülürken K⁺ uygulamaları arasında farklılıkların olduğu görülmüştür. En düşük değer 156 ppm K⁺ (10.93) uygulamasında belirlenmiştir.

Çizelge 4.2. Potasyum uygulanmış üşüme stresi altındaki domates bitkilerinin bazı büyüme ve gelişme parametreleri.

Uygulama	Gövde çapı	Gövde ağı (g)	Yaprak ağı (g)	Yap.Say.(adet)	Bitki boyu (cm)
Kontrol	7.37 a	13.92 a	33.14 a	8.67 a	37.89 a
136 ppm K ⁺	6.18 b	7.44 b	12.47 b	6.25 bc	28.75 bc
156 ppm K ⁺	6.18 b	8.10 b	10.93 b	5.25 d	30.92 b
176 ppm K ⁺	6.50 b	7.34 b	11.74 b	6.25 bc	27.92 c
196 ppm K ⁺	6.43 b	5.91 c	12.97 b	5.83 cd	24.96 d
216 ppm K ⁺	6.49 b	5.63 c	11.82 b	6.83 b	22.32 d
P Değeri	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

Aynı sütunda aynı harfi alan ortalamalar arasındaki fark $P \leq 0.05$ 'e göre önemsizdir.

Yaprak sayısı bakımından istatistiksel olarak fark bulunmuş en yüksek değer kontrol (8,67 adet) ölçülürken, en düşük değeri ise 156 ppm K⁺ uygulaması almıştır. Bitki boyu bakımından en yüksek değer kontrol (37.89 cm) ölçülürken en düşük değer 216 ppm K⁺ (22.32) uygulamasında görülmüştür (Çizelge 4.2).



a



b



c



d



e

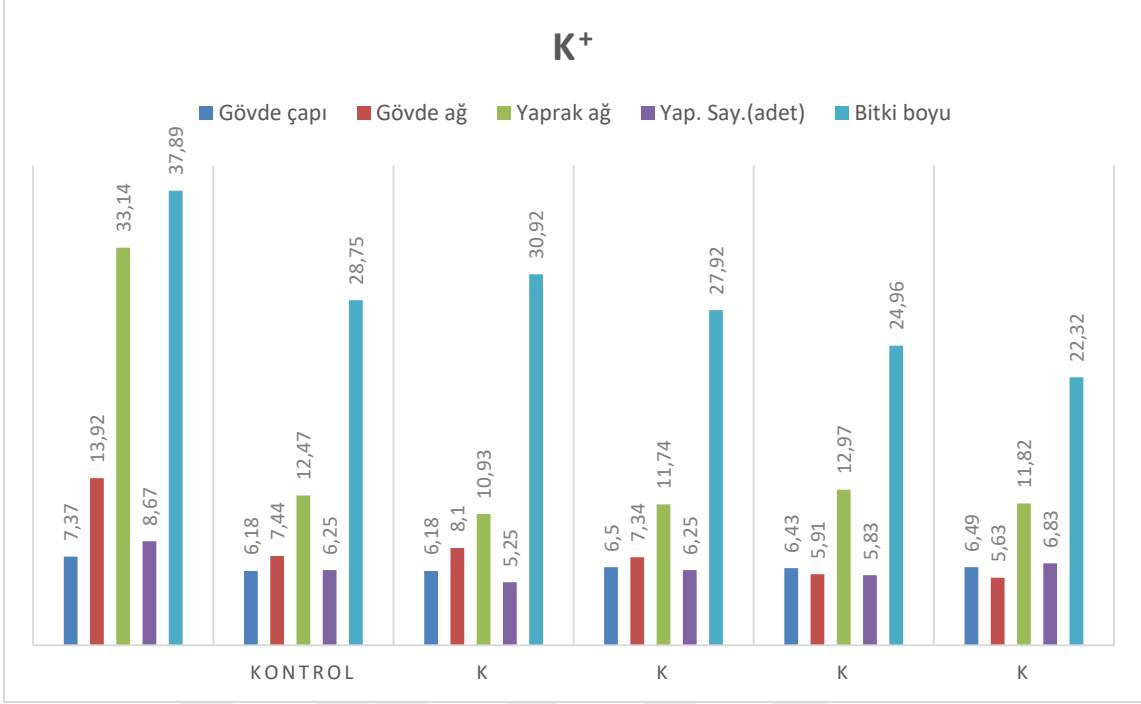


f



g

Şekil 4.3. Potasyum uygulanmış üşüme stresi altındaki domates bitkilerinin görüntüleri
 a. Her bir uygulamanın temsil eden örnek b. Kontrol ve 1. Uygulama c. Kontrol ve 2. Uygulama d. Kontrol ve 3. Uygulama e. Kontrol ve 4. Uygulama f. Kontrol ve 5. Uygulama, g. Kontrol grubun genel görüntüsü



Şekil 4.4. Potasyum uygulanmış üşüme stresi altındaki domates bitkilerinin bazı büyüme ve gelişme parametreleri grafiği.

15 günlük üşüme stresi sonucunda kontrol grubuna kıyasla, diğer tüm üşüme stresine tabi tutulmuş $\text{Ca}^{+2}+\text{K}^{+}$ uygulamalarının gövde ağırlıklarında (g) istatistiksel olarak önemli düşüşlerin olduğu görülmektedir. Gövde ağırlığı bakımından en yüksek değer kontrol (8.29) grubunda ölçülürken üşüme stresine tabi tutulan $\text{Ca}^{+2}+\text{K}^{+}$ un farklı dozlarına sahip uygulamalar arasında ise istatistiksel olarak fark bulunmayıp aynı grupta yer almışlardır. Gövde çapı bakımından kontrol ve üşüme stresine tabi tutulmuş $\text{Ca}^{+2}+\text{K}^{+}$ uygulamaları arasında farklılıkların olmadığı görülmüştür. Kontrol ve tüm uygulamalar istatistiksel olarak aynı grupta yer almıştır. Yaprak ağırlığı bakımından en yüksek değer kontrol (25.17 g) grubunda ölçülürken $\text{Ca}^{+2}+\text{K}^{+}$ uygulamaları arasında farklılıkların olduğu görülmüştür. Yaprak ağırlığı bakımından kontrolden sonra yüksek değer 200 ppm $\text{Ca}^{+2}+136$ ppm K^{+} (7,19) uygulamasında görülmüş ve diğer uygulamalar 250 ppm $\text{Ca}^{+2}+156$ ppm K^{+} , 300 ppm $\text{Ca}^{+2}+176$ ppm K^{+} , 350 ppm $\text{Ca}^{+2}+196$ ppm K^{+} , 400 ppm $\text{Ca}^{+2}+216$ ppm K^{+} arasında fark bulunmayıp istatistiksel olarak aynı grupta yer almışlardır.

Çizelge 4.3. Kalsiyum+Potasyum uygulanmış üşüme stresi altındaki domates bitkilerinin bazı büyüme ve gelişme parametreleri.

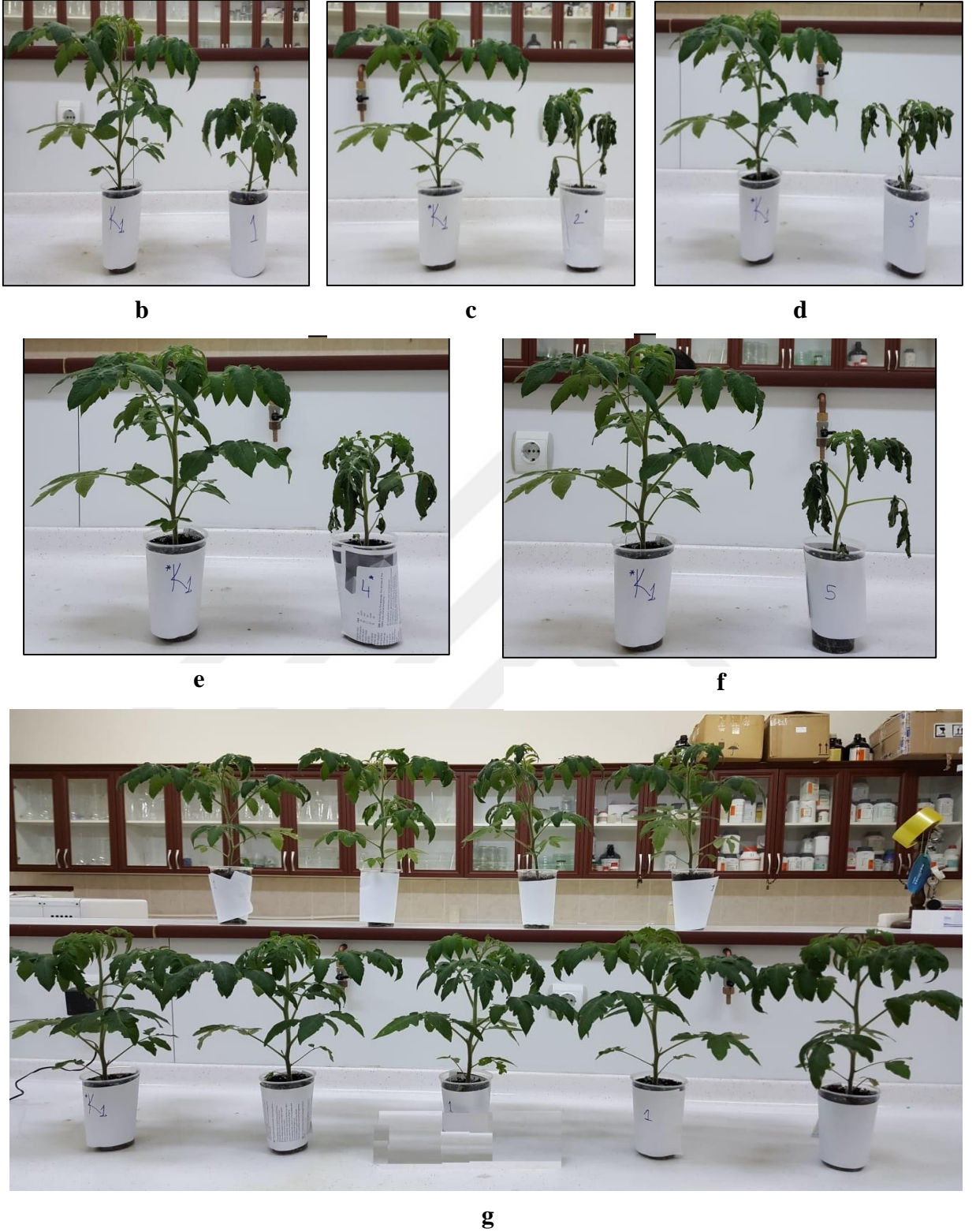
Uygulama	Gövde çapı (mm)	Gövde ağı. (g)	Yaprak ağı. (g)	Yap.Say. (adet)	Bitki boyu (cm)
Kontrol	6.14 a	8.29 a	25.17 a	9.67 a	25.32 a
200ppm Ca ²⁺ +136ppm K ⁺	5.78 a	2.98 b	7.19 b	7.11 b	13.56 c
250ppm Ca ²⁺ +156ppm K ⁺	5.49 a	2.99 b	4.78 c	6.89 b	13.46 c
300ppm Ca ²⁺ +176ppm K ⁺	5.40 a	2.65 b	4.14 c	6.89 b	13.27 c
350ppm Ca ²⁺ +196ppm K ⁺	5.48 a	3.05 b	4.31 c	7.11 b	14.28 b
400ppm Ca ²⁺ +216ppm K ⁺	5.00 a	2.46 b	3.69 c	6.89 b	12.98 c
P Değeri	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

Aynı sütunda aynı harfi alan ortalamalar arasındaki fark $P \leq 0.05$ 'e göre önemsizdir.

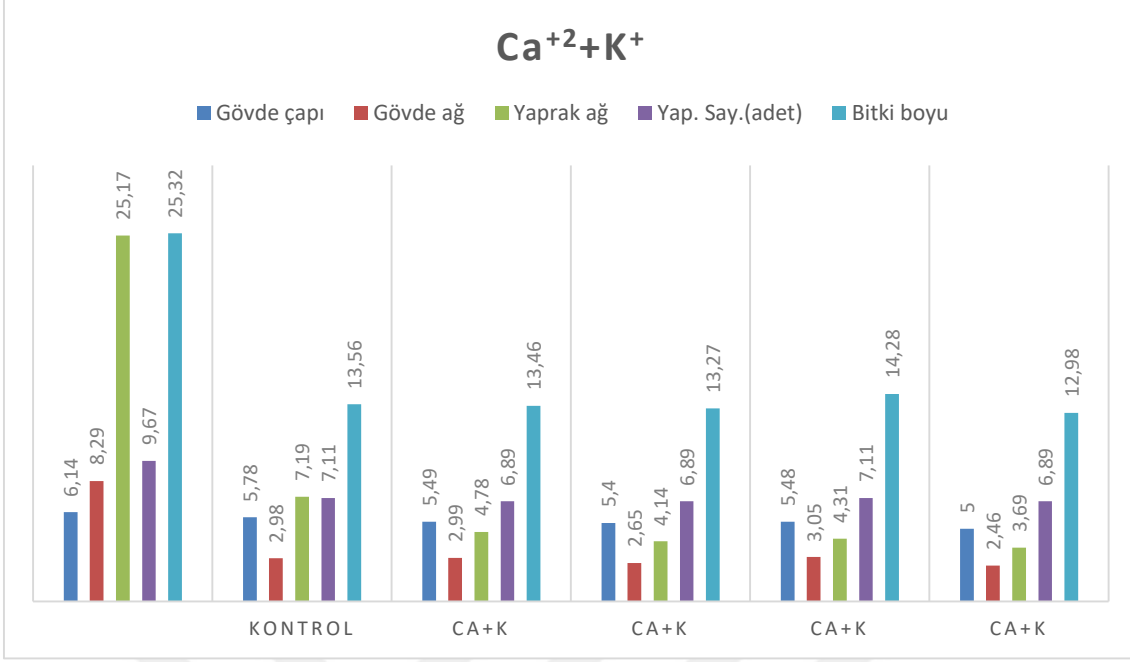
Yaprak sayısı bakımından en yüksek değer kontrol (9.67 adet) ölçülürken Ca²⁺+K⁺ uygulamaları arasında istatistiksel olarak fark bulunmamış aynı grupta yer almışlardır. Bitki boyu bakımından en yüksek değer kontrol (25.32 cm) ölçülürken kontrolü takip eden grup 350 ppm Ca²⁺+196 ppm K⁺ (14.28) uygulaması olmuştur. Diğer uygulamalar arasında istatistiksel fark bulunmamış ve aynı grupta yer almışlardır (Çizelge 4.3).



a



Şekil 4.5. Kalsiyum + Potasyum uygulanmış üşüme stresi altındaki domates bitkilerinin görüntüleri a. Her bir uygulamanın temsil eden örnek b. Kontrol ve 1. Uygulama c. Kontrol ve 2. Uygulama d. Kontrol ve 3. Uygulama e. Kontrol ve 4. Uygulama f. Kontrol ve 5. Uygulama g. Kontrol grubun genel görüntüsü



Şekil 4.6. Kalsiyum+Potasyum uygulanmış üşüme stresi altındaki domates bitkilerinin bazı büyüme ve gelişme parametreleri grafiği.

4.1.2. Yapraklardaki semptomlara göre skala değerlendirmesi

Bitkilerde morfolojik olarak ortaya çıkan zararlanmanın derecesini ortaya koymak amacıyla yapılan skala oluşturma yönteminde belirtildiği şekilde fidelere 1 ile 5 arası puan verilmiştir (Çizelge 4.4), (Çizelge 4.5), (Çizelge 4.6).

Çizelge 4.4. Potasyum uygulanmış üşüme stresi altındaki domates bitkilerinin yapraklarındaki semptomlara göre üşümeye dayanım skalası (puan)

Uygulama	Skala Değerleri
Kontrol (Standart hoagland)	1
136 ppm K ⁺	2.25
156 ppm K ⁺	2,25
176 ppm K ⁺	2.16
196 ppm K ⁺	2.33
216 ppm K ⁺	2.01

Puanlaması yüksek olan skala değerleri, üşüme stresinden en çok etkilenen uygulamadır. Skala değerlerine bakıldığında üşüme stresinde en az etkilenen bitkilerin 216 ppm K⁺ uygulamasında olduğu görülmektedir. Bunu sırasıyla 176 ppm K⁺, 136 ppm K⁺, 156 ppm K⁺, 196 ppm K⁺ uygulamaları izlemektedir (Çizelge 4.4).

Çizelge 4.5. Kalsiyum uygulanmış üşüme stresi altındaki domates bitkilerinin yapraklarındaki semptomlara göre üşümeye dayanım skalası (puan)

Uygulama	Skala değeri
Kontrol (Standart hoagland)	1
200 ppm Ca ⁺²	2
250 ppm Ca ⁺²	2.58
300 ppm Ca ⁺²	3.08
350 ppm Ca ⁺²	3.41
400 ppm Ca ⁺²	4.41

Puanlaması yüksek olan skala değerleri, üşüme stresinden en çok etkilenen uygulamadır. Skala değerlerine bakıldığında üşüme stresinden en az etkilenen bitkilerin 200 ppm Ca⁺² uygulamasında olduğu görülmektedir. Bunu sırasıyla 250 ppm Ca⁺², 300 ppm Ca⁺², 350 ppm Ca⁺² uygulamaları izlemektedir. Morfolojik olarak en fazla zararlanma gören uygulama ise 400 ppm Ca⁺² uygulamasıdır (Çizelge 4.5).

Çizelge 4.6. Kalsiyum+Potasyum uygulanmış üşüme stresi altındaki domates bitkilerinin yapraklarındaki semptomlara göre üşümeye dayanım skalası (puan)

Uygulama	Skala değeri
Kontrol (Standart hoagland)	1
200 ppm Ca ⁺² +136 ppm K ⁺	2.11
250 ppm Ca ⁺² +156 ppm K ⁺	2.66
300 ppm Ca ⁺² +176 ppm K ⁺	3.33
350 ppm Ca ⁺² +196 ppm K ⁺	4.11
400 ppm Ca ⁺² +216 ppm K ⁺	4.33

Puanlaması yüksek olan skala değerleri, üşüme stresinden en çok etkilenen uygulamadır. Skala değerlerine bakıldığında üşüme stresinden en az etkilenen bitkilerin 200 ppm Ca⁺²+136 ppm K⁺ uygulamasında olduğu görülmektedir. Bunu sırasıyla 250 ppm Ca⁺²+156 ppm K⁺, 300 ppm Ca⁺²+176 ppm K⁺, 350 ppm Ca⁺²+196 ppm K⁺ uygulamaları izlemektedir. Morfolojik olarak en fazla zararlanma gören uygulama ise 400 ppm Ca⁺²+216 ppm K⁺ uygulamasıdır (Çizelge 4.6).

4.1.3. Mineral element analizler

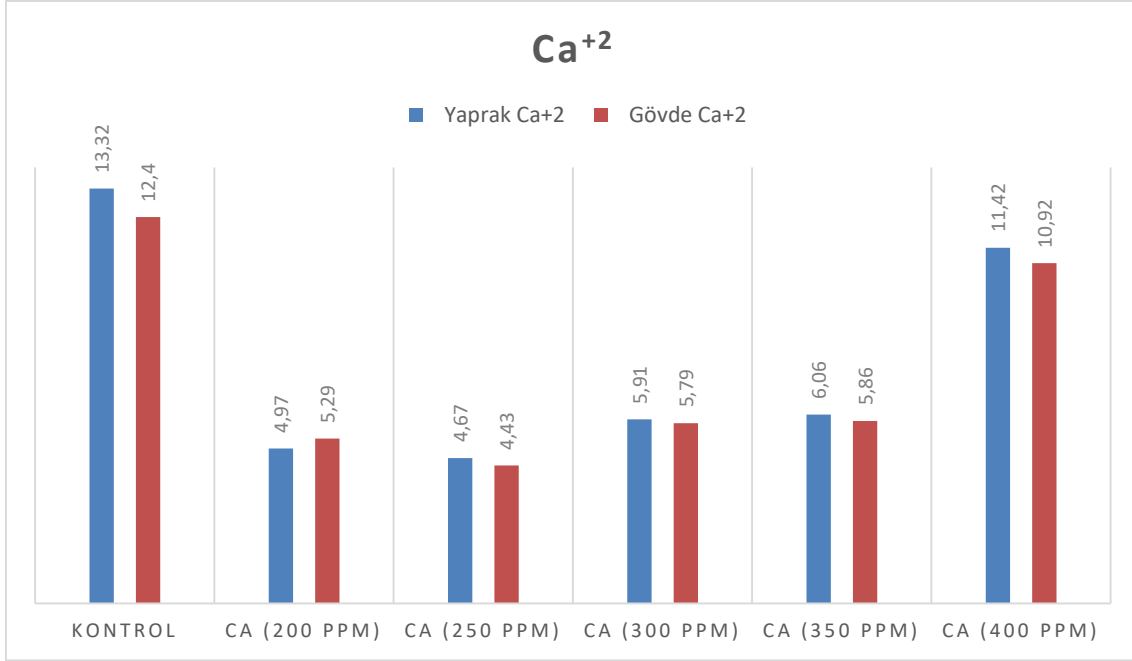
Domates bitkilerine üşüme stresi ile birlikte farklı dozlarda Ca^{+2} ve uygulamaları sonucunda yapraktaki ve gövde Ca^{+2} oranı bakımından elde edilen veriler Çizelge 4.7’de ve Şekil 4.7’de verilmiştir.

Çizelge 4.7. Kalsiyum (Ca^{+2}) Uygulanmış üşüme stresi altındaki bitkilerin yaprak ve gövde kısımlarında belirlenen Ca^{+2} iyonu birikimleri (μ g/mg T.A.)

UYGULAMA	Yaprak Ca^{+2}	Gövde Ca^{+2}	Ortalama
Kontrol	13.32 a	12.40 a	12.86 a
200 ppm Ca^{+2}	4.97 b	5.29 b	5.13c d
250 ppm Ca^{+2}	4.67 b	4.43 b	4.55 d
300 ppm Ca^{+2}	5.91 b	5.79 b	5.85 c
350 ppm Ca^{+2}	6.06 b	5.86 b	5.96 c
400 ppm Ca^{+2}	11.42 a	10.92 a	11.17 b
Ortalama	7.72 a	7.44 a	

*: Duncan (P<0.01).

Çalışmada Ca^{+2} iyonu açısından yapılan analizler sonucunda uygulamalar arasında yaprak ve gövde de Ca^{+2} iyonu üzerine etkileri yönünden farklılık istatistiksel olarak oldukça önemli (P<0.001) bulunmuştur. Üşüme stresine tabi tutulan bitkilerin gövde ve yapraklarında kontrole göre Ca^{+2} iyonu miktarında artış ve düşüşlerin olduğu görülmektedir. Yapraktaki Ca^{+2} iyonu incelendiğinde en düşük değer (200, 250, 300, 350) ppm Ca^{+2} uygulamalarında gözlenirken en yüksek değer kontrol (13.32 μ g/mg T.A) ve 400 ppm Ca^{+2} (11.42 μ g/mg T.A) uygulamasından elde edilmiş ve istatistiksel olarak aynı grupta yer almıştır. Gövde de ki Ca^{+2} miktarı incelendiğinde en yüksek değer kontrol (12.40 μ g/mg T.A) grubu ve 400 ppm Ca^{+2} (10.92 μ g/mg T.A) uygulamasından elde edilirken en düşük değer (250,200,300,350) ppm Ca^{+2} uygulamalarında sırasıyla (4.43- 5.29- 5.79 ve 5.86 μ g/mg T.A) değerleri saptanmış ve istatistiksel olarak aynı grupta yer almıştır.



Şekil 4.7. Kalsiyum(Ca²⁺) Uygulanmış üşüme stresi altındaki bitkilerin yaprak ve gövde kısımlarında belirlenen Ca²⁺ iyonu birikimi.

Domates bitkilerine üşüme stresi ile birlikte farklı dozlarda Ca²⁺ ve uygulamaları sonucunda yapraktaki ve gövde Cu oranı bakımından elde edilen veriler Çizelge 4.8’de ve Şekil 4.8’de verilmiştir.

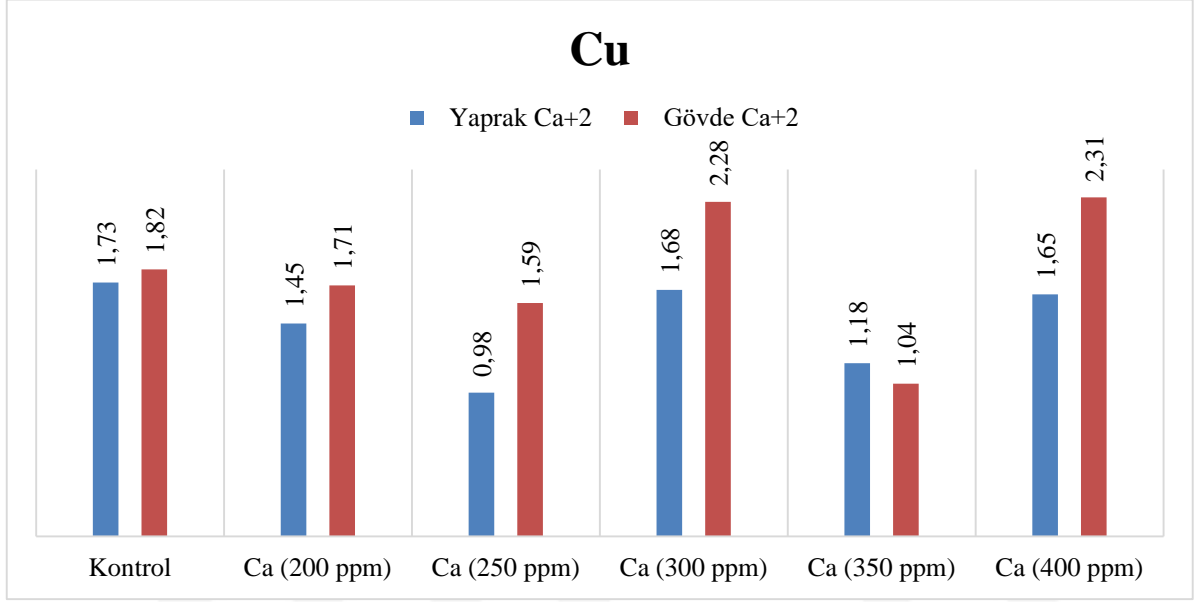
Çizelge 4.8. Kalsiyum(Ca²⁺) Uygulanmış üşüme stresi altındaki bitkilerin yaprak ve gövde kısımlarında belirlenen Cu iyonu birikimleri (µ g/mg T.A.)

UYGULAMA	Yaprak Cu	Gövde Cu	Ortalama
Kontrol	1.73 a	1.82 a-c	1.77 a
200 ppm Ca ²⁺	1.45 a	1.71 bc	1.57 a
250 ppm Ca ²⁺	0.98 a	1.59 cd	1.28 a
300 ppm Ca ²⁺	1.68 a	2.28 ab	1.98 a
350 ppm Ca ²⁺	1.18 a	1.04 d	1.11 a
400 ppm Ca ²⁺	1.65 a	2.31 a	1.98 a
Ortalama	1.45 b	1.79 a	

*: Duncan (P<0.01).

Çalışmada Cu iyonu açısından yapılan analizler sonucunda uygulamalar arasında yaprak ve gövde de Cu iyonu üzerine etkileri yönünden farklılık istatistiksel olarak oldukça önemli (P<0.001) bulunmuştur. Üşüme stresi uygulanmış yapraktaki Cu iyonu incelendiğinde en düşük değer 250 ppm Ca²⁺ (0.98 µ g/mg T.A) grubunda gözlenirken

en yüksek değer kontrol .200 ppm Ca^{+2} (1.73 μ g/mg T.A) uygulamasından elde edilmiştir. Uygulamalar istatistiksel olarak aynı grupta yer almıştır. Üşüme stresi uygulanmış gövde de ki Cu miktarı incelendiğinde en yüksek değer 400 ppm Ca^{+2} (2,31 μ g/mg T.A) ve en düşük değer 350 ppm Ca^{+2} (1.04 μ g/mg T.A) bulunmuştur. Uygulamalar istatistiksel olarak farklı gruplarda yer almıştır.



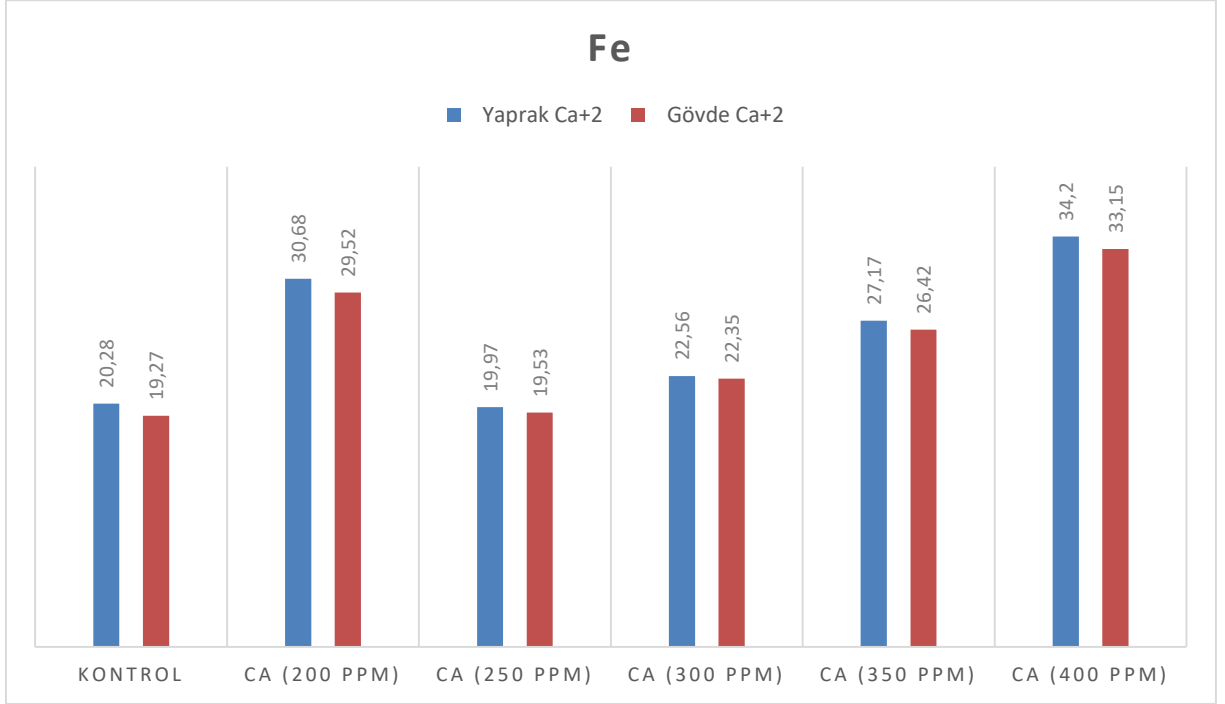
Şekil 4.8. Kalsiyum(Ca^{+2}) Uygulanmış üşüme stresi altındaki bitkilerin yaprak ve gövde kısımlarında belirlenen Cu iyonu birikimi.

Domates bitkilerine üşüme stresi ile birlikte farklı dozlarda Fe uygulamaları sonucunda yaprak ve gövde de ki Fe oranı bakımından elde edilen veriler Çizelge 4.9’da ve Şekil 4.9’de verilmiştir.

Çizelge 4.9. Kalsiyum(Ca^{+2}) Uygulanmış üşüme stresi altındaki bitkilerin yaprak ve gövde kısımlarında belirlenen Fe iyonu birikimleri (μ g/mg T.A.)

Uygulama	Yaprak Fe	Gövde Fe	Ortalama
Kontrol	20.28 d	19.27 d	19.77 d
200 ppm Ca^{+2}	30.68 ab	29.52 ab	30.09 b
250 ppm Ca^{+2}	19.97 d	19.53 d	19.74 d
300 ppm Ca^{+2}	22.56 cd	22.35 cd	22.45 d
350 ppm Ca^{+2}	27.17 bc	26.42 bc	26.79 c
400 ppm Ca^{+2}	34.20 a	33.15 a	33.67 a
Ortalama	25.80 a	25.04 b	

Çalışmada Fe iyonu açısından yapılan analizler sonucunda uygulamalar arasında yaprak ve gövde de Fe iyonu üzerine etkileri yönünden farklılık istatistiki olarak oldukça önemli ($P < 0.001$) bulunmuştur. Bütün bitkilerin gövde ve yapraklarında kontrole göre Fe iyonu miktarında artış ve düşüşlerin olduğu görülmektedir. Yapraktaki Fe iyonu incelendiğinde en düşük değer 250 ppm Ca^{+2} (19.97 μ g/mg T.A) grubunda gözlenirken en yüksek değer 400 ppm Ca^{+2} (34.20 μ g/mg T.A) uygulamasından elde edilmiştir. Gövedede ki Fe miktarı incelendiğinde en yüksek değer 400 ppm Ca^{+2} (33.15 μ g/mg T.A) uygulamasından elde edilirken gövde de en düşük değer Kontrol ve 250 ppm Ca^{+2} uygulamalarında sırasıyla (19.27 ve 19.53 μ g/mg T.A) değerleri saptanmış ve istatistiki olarak aynı grupta yer almıştır.



Şekil 4.9. Kalsiyum(Ca^{+2}) Uygulanmış üşüme stresi altındaki bitkilerin yaprak ve gövde kısımlarında belirlenen Fe iyonu birikimi

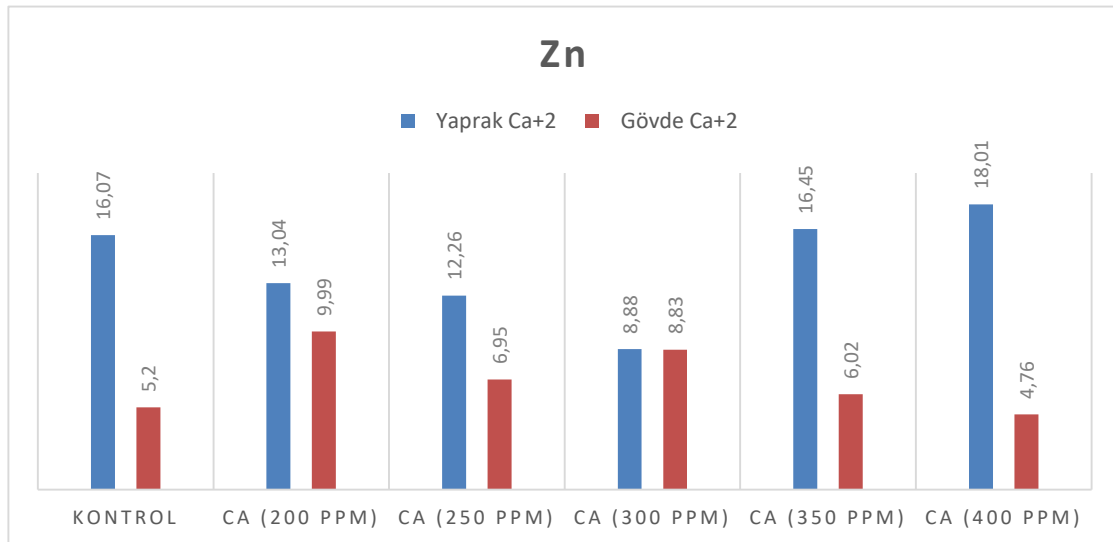
Domates bitkilerine üşüme stresi ile birlikte farklı dozlarda Ca^{+2} ve uygulamaları sonucunda yapraktaki ve gövde Zn oranı bakımından elde edilen veriler Çizelge 4.10'da Şekil 4.10'de verilmiştir.

Çizelge 4.10. Kalsiyum(Ca²⁺) Uygulanmış üşüme stresi altındaki bitkilerin yaprak ve gövde kısımlarında belirlenen Zn iyonu birikimleri (µ g/mg T.A.)

Uygulama	Yaprak Zn	Gövde Zn	Ortalama
Kontrol	16.07 b	5.20 d	10.63 b
200 ppm Ca ²⁺	13.04 c	9.99 a	11.51 a
250 ppm Ca ²⁺	12.26 c	6.95 c	9.60 cb
300 ppm Ca ²⁺	8.88 d	8.83 b	8.85 c
350 ppm Ca ²⁺	16.45 b	6.02 cd	11.23 a
400 ppm Ca ²⁺	18.01 a	4.76 d	11.38 a
Ortalama	14.11 b	6.96 b	

*: Duncan (P<0.05).

Çalışmada Zn iyonu açısından yapılan analizler sonucunda uygulamalar arasında yaprak ve gövde de Zn iyonu üzerine etkileri yönünden farklılık istatistiki olarak oldukça önemli (P<0.001) bulunmuştur. Bütün bitkilerin gövde ve yapraklarında kontrole göre Zn iyonu miktarında artış ve düşüşlerin olduğu görülmektedir. Yapraktaki Zn iyonu incelendiğinde en düşük değer 300 ppm Ca²⁺ (8.88 µ g/mg T.A) grubunda gözlenirken en yüksek değer 400 ppm Ca²⁺ (18.01 µ g/mg T.A) uygulamasından elde edilmiştir. Uygulamalar arasında istatikselsel olarak farklı gruplarda yer almıştır. Gövde de ki Zn miktarı incelendiğinde en yüksek değer 200 ppm Ca²⁺ (9.99 µ g/mg T.A) uygulamasından elde edilirken gövde de en düşük değer 400 ppm Ca²⁺ ve kontrol grubu uygulamalarında sırasıyla (4.76 ve 5.20 µ g/mg T.A) değerleri saptanmış ve istatistiki olarak aynı grupta yer almıştır.



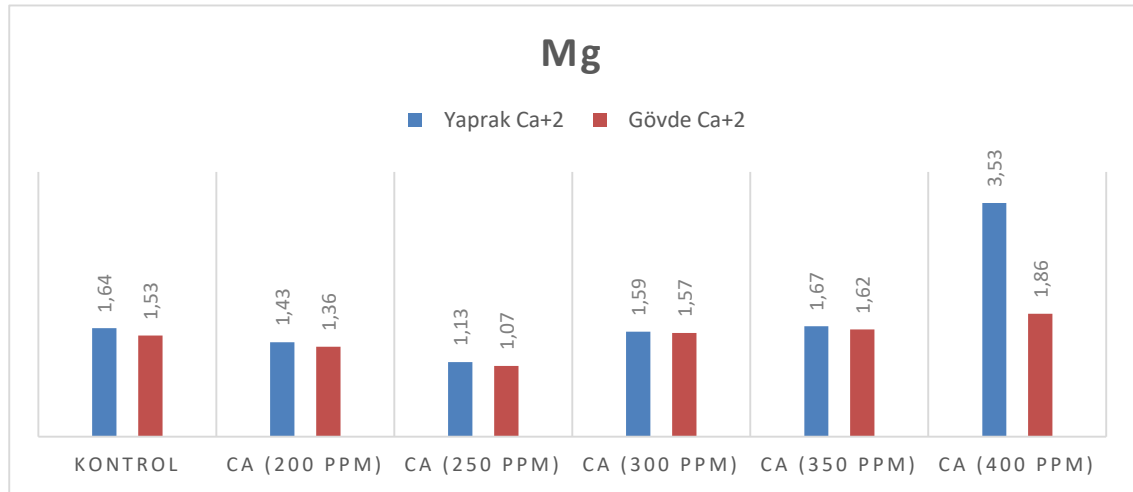
Şekil 4.10. Kalsiyum(Ca²⁺) Uygulanmış üşüme stresi altındaki bitkilerin yaprak ve gövde kısımlarında belirlenen Zn iyonu birikimi.

Domates bitkilerine üşüme stresi ile birlikte farklı dozlarda Ca^{+2} ve uygulamaları sonucunda yapraktaki ve gövde Mg oranı bakımından elde edilen veriler Çizelge 4.11’de ve Şekil 4.11’de verilmiştir.

Çizelge 4.11. Kalsiyum(Ca^{+2}) Uygulanmış üşüme stresi altındaki bitkilerin yaprak ve gövde kısımlarında belirlenen Mg iyonu birikimleri (μ g/mg T.A.)

Uygulama	Yaprak Mg	Gövde Mg	Ortalama
Kontrol	1.64 b	1.53 ab	1.59 b
200 ppm Ca^{+2}	1.43 b	1.36 ab	1.40 cb
250 ppm Ca^{+2}	1.13 b	1.07 b	1.09 c
300 ppm Ca^{+2}	1.59 b	1.57 ab	1.58 b
350 ppm Ca^{+2}	1.67 b	1.62 ab	1.64 b
400 ppm Ca^{+2}	3.53 a	1.86 a	2.79 a
Ortalama	1.83 a	1.50 b	

Çalışmada Mg iyonu açısından yapılan analizler sonucunda uygulamalar arasında yaprak ve gövde de Mg iyonu üzerine etkileri yönünden farklılık istatistiksel olarak oldukça önemli ($P < 0.001$) bulunmuştur. Bütün bitkilerin gövde ve yapraklarında kontrole göre Mg iyonu miktarında artış ve düşüşlerin olduğu görülmektedir. Yapraktaki Mg iyonu incelendiğinde en düşük değer 250 ppm Ca^{+2} (1.13μ g/mg T.A) grubunda gözlenirken en yüksek değer 400 ppm Ca^{+2} (3.53μ g/mg T.A) uygulamasından elde edilmiştir. Kontrole göre istatistiksel olarak artışlar olmuştur. Gövde de ki Mg miktarı incelendiğinde en düşük değer 250 ppm Ca^{+2} (1.07μ g/mg T.A) uygulamasından elde edilirken gövde de en yüksek değer 400 ppm Ca^{+2} uygulamasında yer almıştır. İstatistiksel olarak farklı grupta olduğu gözlemlenmiştir.



Şekil 4.11. Kalsiyum(Ca^{+2}) Uygulanmış üşüme stresi altındaki bitkilerin yaprak ve gövde kısımlarında belirlenen Mg iyonu birikimi

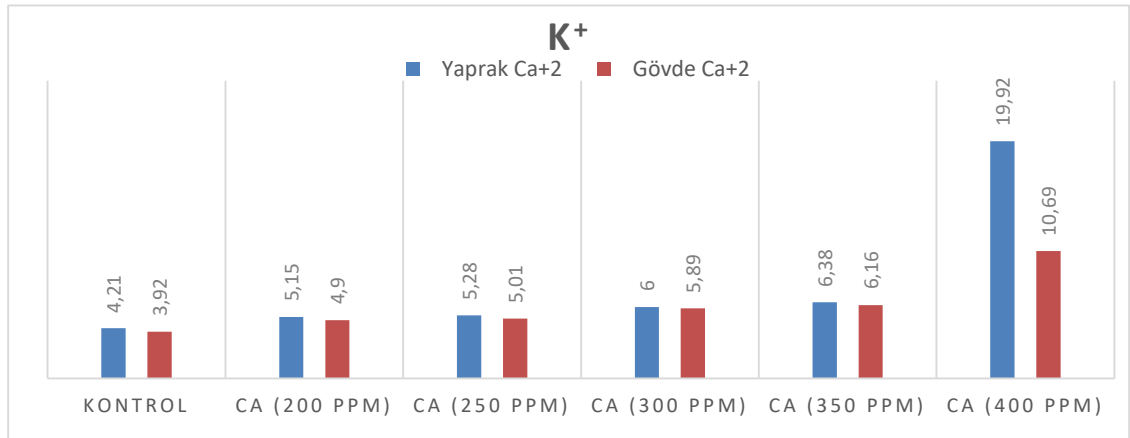
Domates bitkilerine üşüme stresi ile birlikte farklı dozlarda Ca^{+2} ve uygulamaları sonucunda yapraktaki ve gövde K oranı bakımından elde edilen veriler Çizelge 4.12’de Şekil 4.12’de verilmiştir.

Çizelge 4.12. Kalsiyum(Ca^{+2}) Uygulanmış üşüme stresi altındaki bitkilerin yaprak ve gövde kısımlarında belirlenen K iyonu birikimleri (μ g/mg T.A.)

Uygulama	Yaprak K^{+1}	Gövde K^{+1}	Ortalama
Kontrol	4.21 b	3.92 d	4.06 c
200 ppm Ca^{+2}	5.15 b	4.90 c	5.03 cb
250 ppm Ca^{+2}	5.28 b	5.01 c	5.15 cb
300 ppm Ca^{+2}	6.00 b	5.89 b	5.94 b
350 ppm Ca^{+2}	6.38 b	6.16 b	6.27 b
400 ppm Ca^{+2}	19.92 a	10.69 a	15.31 a
Ortalama	6.02 b	7.73 a	

*: Duncan ($P<0.05$).

Çalışmada K iyonu açısından yapılan analizler sonucunda uygulamalar arasında yaprak ve gövde de K iyonu üzerine etkileri yönünden farklılık istatistiki olarak oldukça önemli ($P<0.001$) bulunmuştur. Bütün bitkilerin gövde ve yapraklarında kontrole göre K iyonu miktarında artış ve düşüşlerin olduğu görülmektedir. Yapraktaki K iyonu incelendiğinde en düşük değer kontrol (4.21 μ g/mg T.A) grubunda gözlenirken en yüksek değer 400 ppm Ca^{+2} (19.92 μ g/mg T.A) uygulamasından elde edilmiştir. İstatiksel olarak farklı gruplarda olduğu gözlemlenmiştir. Gövde deki K miktarı incelendiğinde en düşük değer Kontrol (3.92 μ g/mg T.A) grubunda gözlenirken en yüksek değer 400 ppm Ca^{+2} (10.69 μ g/mg T.A) uygulamasından elde edilmiştir. İstatiksel olarak farklı gruplarda yer almıştır.



Şekil 4.12. Kalsiyum(Ca^{+2}) Uygulanmış üşüme stresi altındaki bitkilerin yaprak ve gövde kısımlarında belirlenen K^{+} iyonu birikimi.

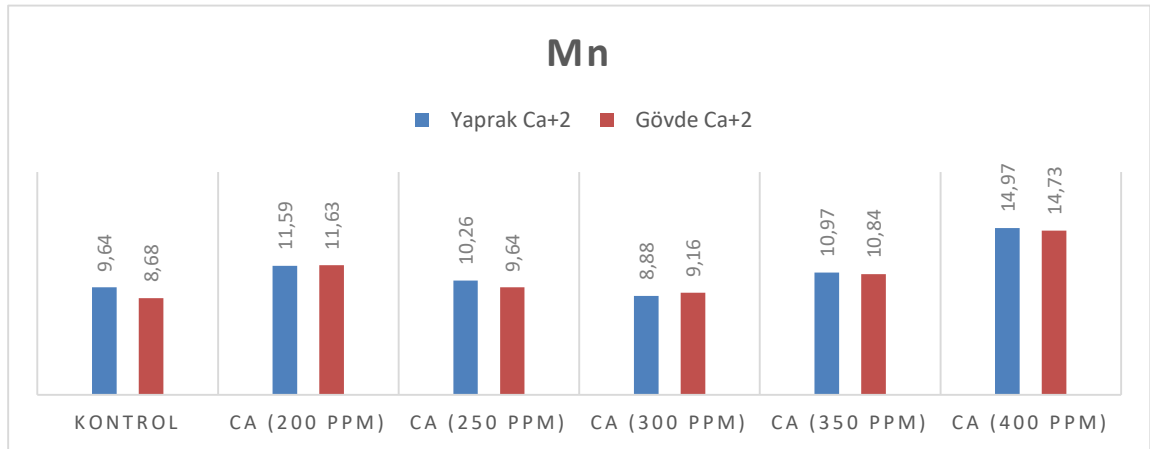
Domates bitkilerine üşüme stresi ile birlikte farklı dozlarda Ca^{+2} ve uygulamaları sonucunda yapraktaki ve gövde Mn oranı bakımından elde edilen veriler Çizelge 4.13'te Şekil 4.13'de verilmiştir.

Çizelge 4.13. Kalsiyum(Ca^{+2}) Uygulanmış üşüme stresi altındaki bitkilerin yaprak ve gövde kısımlarında belirlenen Mn iyonu birikimleri ($\mu\text{ g/mg T.A.}$)

Uygulama	Yaprak Mn	Gövde Mn	Ortalama
Kontrol	9.16 c	8.68 d	9.16 d
200 ppm Ca^{+2}	11.60 b	11.63 b	11.61 b
250 ppm Ca^{+2}	9.95 bc	9.64 cd	9.95 dc
300 ppm Ca^{+2}	9.01 c	9.16 d	9.02 d
350 ppm Ca^{+2}	10.90 ab	10.84 bc	10.91 cb
400 ppm Ca^{+2}	14.84 a	14.73 a	14.85 a
Ortalama	6.02 b	7.73 a	

*: Duncan ($P < 0.05$).

Çalışmada Mn iyonu açısından yapılan analizler sonucunda uygulamalar arasında yaprak ve gövde de Mn iyonu üzerine etkileri yönünden farklılık istatistiki olarak oldukça önemli ($P < 0.001$) bulunmuştur. Bütün bitkilerin gövde ve yapraklarında kontrole göre Mn iyonu miktarında artış ve düşüşlerin olduğu görülmektedir. Yapraktaki Mn iyonu incelendiğinde en düşük değer 300 ppm Ca^{+2} ($8.88 \mu\text{ g/mg T.A.}$) grubunda gözlenirken en yüksek değer 400 ppm Ca^{+2} ($14.97 \mu\text{ g/mg T.A.}$) uygulamasından elde edilmiştir. Gövde de ki Mn miktarı incelendiğinde en yüksek değer 400 ppm Ca^{+2} ($14.73 \mu\text{ g/mg T.A.}$) uygulamasından elde edilirken gövde de en düşük değer Kontrol, 300 ppm Ca^{+2} 250 ppm Ca^{+2} uygulamalarında sırasıyla ($8.68 - 9.16$ ve $9.64 \mu\text{ g/mg T.A.}$) değerleri saptanmış ve istatistiki olarak aynı grupta yer almıştır.



Şekil 4.13. Kalsiyum(Ca^{+2}) Uygulanmış üşüme stresi altındaki bitkilerin yaprak ve gövde kısımlarındaki Mn iyonu birikimi.

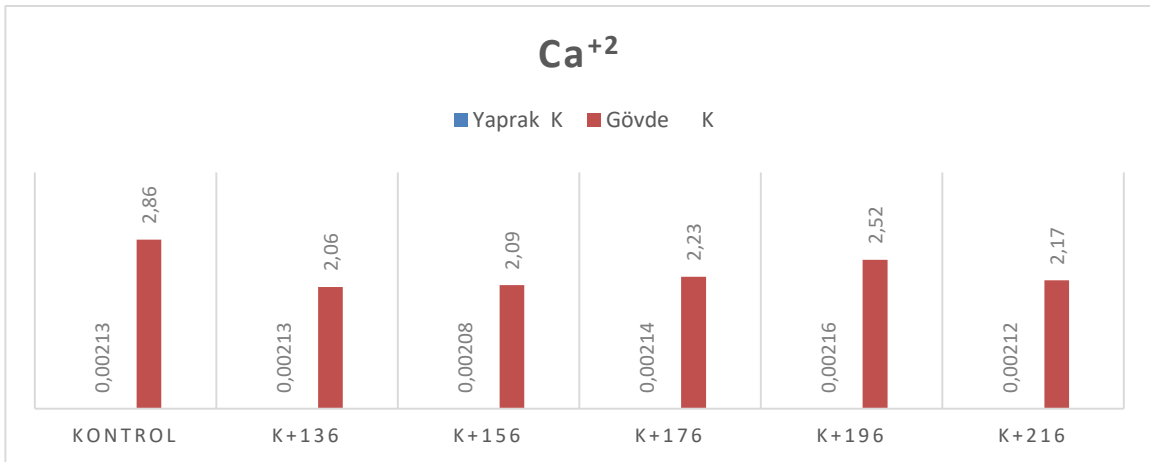
Domates bitkilerine üşüme stresi ile birlikte farklı dozlarda K ve uygulamaları sonucunda yapraktaki ve gövde Ca^{+2} oranı bakımından elde edilen veriler Çizelge 4.14'te Şekil 4.14'de verilmiştir.

Çizelge 4.14. Potasyum (K^+) Uygulanmış üşüme stresi altındaki bitkilerin yaprak ve gövde kısımlarında belirlenen Ca^{+2} iyonu birikimleri ($\mu\text{g}/\text{mg T.A.}$)

UYGULAMA	Yaprak Ca^{+2}	Gövde Ca^{+2}	Ortalama
Kontrol	0,00213 a	2,86 a	1,43 a
136 ppm K^+	0,00213 a	2,06 c	1,03 a
156 ppm K^+	0,00208 a	2,09 c	1,04 a
176 ppm K^+	0,00214 a	2,23 c	1,11 a
196 ppm K^+	0,00216 a	2,52 b	1,26 b
216 ppm K^+	0,00212 a	2,17 c	1,08 a
Ortalama	0,00 b	2,32 a	

*: Duncan ($P<0.01$).

Çalışmada Ca^{+2} iyonu açısından yapılan analizler sonucunda uygulamalar arasında yaprak ve gövde de Ca^{+2} iyonu üzerine etkileri yönünden farklılık istatistiki olarak oldukça önemli ($P<0.001$) bulunmuştur. Bütün bitkilerin gövde ve yapraklarında kontrole göre Ca iyonu miktarında artış ve düşüşlerin olduğu görülmektedir. Yapraktaki Ca^{+2} iyonu incelendiğinde en düşük değer 216 ppm K^+ grubunda gözlenirken en yüksek değer 196 ppm K^+ uygulamasından elde edilmiştir. Uygulamalar arasında istatikselsel olarak aynı grupta yer almıştır. Gövde deki Ca^{+2} miktarı incelendiğinde en düşük değer 136 ppm K^+ uygulamasından elde edilirken gövde de en yüksek değer Kontrol grubundan sonra 196 ppm K^{+2} uygulamasında saptanmış ve istatistiki olarak farklı grupta yer almıştır.



Şekil 4.14. Potasyum (K^+) Uygulanmış üşüme stresi altındaki bitkilerin yaprak ve gövde kısımlarında belirlenen Ca^{+2} iyonu birikimi.

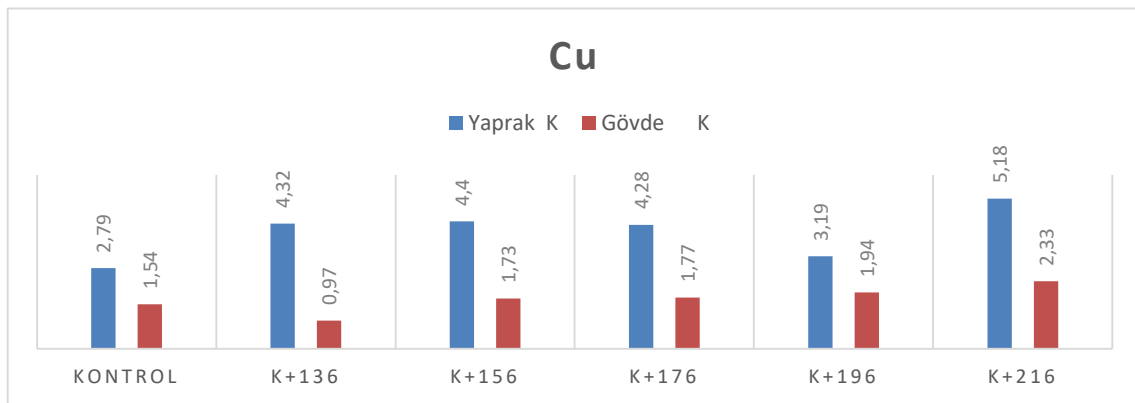
Domates bitkilerine üşüme stresi ile birlikte farklı dozlarda K^+ ve uygulamaları sonucunda yapraktaki ve gövde Cu oranı bakımından elde edilen veriler Çizelge 4.15'te Şekil 4.15'da verilmiştir.

Çizelge 4.15 Potasyum (K^+) Uygulanmış üşüme stresi altındaki bitkilerin yaprak ve gövde kısımlarında belirlenen Cu iyonu birikimleri (μ g/mg T.A.)

UYGULAMA	Yaprak Cu	Gövde Cu	Ortalama
Kontrol	2.79 c	1,54 ab	2.16 c
136 ppm K^+	4.32 ab	0.97 b	2.64 cb
156 ppm K^+	4.40 ab	1.73 ab	3.07 ba
176 ppm K^+	4.28 ab	1.77 ab	3.03 ba
196 ppm K^+	3.19 bc	1.94 ab	2.57 cb
216 ppm K^+	5.18 a	2.33 a	3.76 a
Ortalama	4.03 a	1.71 b	

*: Duncan ($P<0.01$).

Çalışmada Cu iyonu açısından yapılan analizler sonucunda uygulamalar arasında yaprak ve gövde de Cu iyonu üzerine etkileri yönünden farklılık istatistiki olarak oldukça önemli ($P<0.001$) bulunmuştur. Bütün bitkilerin gövde ve yapraklarında kontrole göre Cu iyonu miktarında artış ve düşüşlerin olduğu görülmektedir. Yapraktaki Cu iyonu incelendiğinde en düşük değer kontrol (2.79 μ g/mg T.A) grubundan sonra 196 ppm K^+ (3.19 μ g/mg T.A) grubunda gözlenirken en yüksek değer 216 ppm K^+ (5.18 μ g/mg T.A) uygulamasından elde edilmiştir. İstatiksel olarak uygulamalar arasında farklılık gözlemlenmiştir. Gövde de en yüksek değer 216 ppm K^+ (2.33 μ g/mg T.A) uygulamasında en düşük 136 ppm K^+ (0.97 μ g/mg T.A) uygulamasında saptanmış ve istatistiki olarak farklı grupta yer almıştır.



Şekil 4.15. Potasyum (K^+) Uygulanmış üşüme stresi altındaki bitkilerin yaprak ve gövde kısımlarında belirlenen Cu iyonu birikimi.

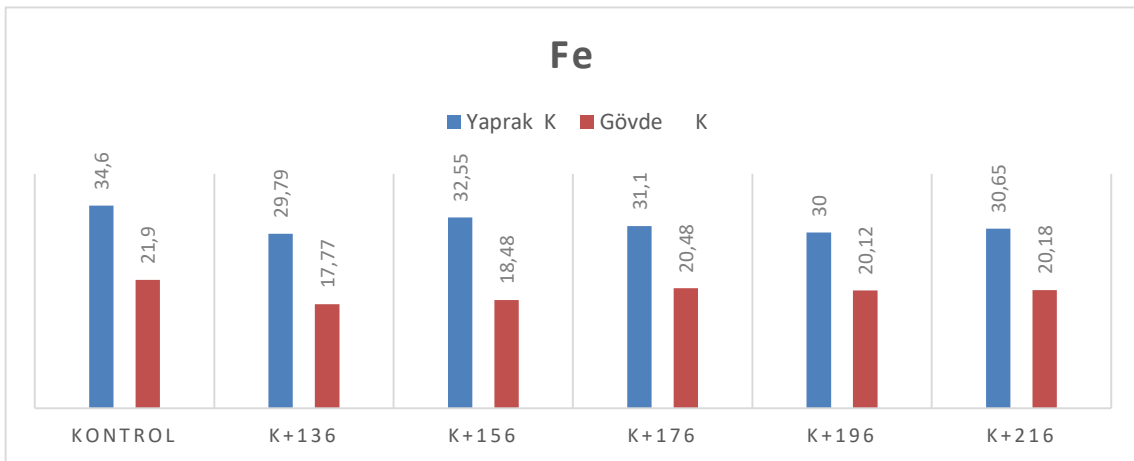
Domates bitkilerine üşüme stresi ile birlikte farklı dozlarda K⁺ ve uygulamaları sonucunda yapraktaki ve gövde Fe oranı bakımından elde edilen veriler Çizelge 4.16'da Şekil 4.16'da verilmiştir.

Çizelge 4.16. Potasyum (K⁺) Uygulanmış üşüme stresi altındaki bitkilerin yaprak ve gövde kısımlarında belirlenen Fe iyonu birikimleri (µ g/mg T.A.)

Uygulama	Yaprak Fe	Gövde Fe	Ortalama
Kontrol	34.60 a	21.90 a	28.25 a
136 ppm K ⁺	29.79 b	17.77 b	23.78 b
156 ppm K ⁺	32.55 ab	18.48 ab	25.51 b
176 ppm K ⁺	31.10 b	20.48 ab	25.79 b
196 ppm K ⁺	30.00 b	20.12 ab	25.06 b
216 ppm K ⁺	30.65 b	20.18 ab	25.41 b
Ortalama	31.44 a	19.82 b	

*: Duncan (P<0.01).

Çalışmada Fe iyonu açısından yapılan analizler sonucunda uygulamalar arasında yaprak ve gövde de Fe iyonu üzerine etkileri yönünden farklılık istatistiki olarak oldukça önemli (P<0.001) bulunmuştur. Bütün bitkilerin gövde ve yapraklarında kontrole göre Fe iyonu miktarında artış ve düşüşlerin olduğu görülmektedir. Yapraktaki Fe iyonu incelendiğinde en düşük değer 136 ppm K⁺ (29.79 µ g/mg T.A) grubunda gözlenirken en yüksek değer kontrol (34.60 µ g/mg T.A) uygulamasından elde edilmiştir. Gövde de en yüksek değer kontrol (21.90 µ g/mg T.A) grubu ve en düşük değer sırasıyla 136 ppm K⁺ (17.77 µ g/mg T.A) ve 156 ppm K⁺ (18.48 µ g/mg T.A) değerleri saptanmış ve istatistiki olarak aynı grupta yer almıştır.



Şekil 4.16. Potasyum (K⁺) Uygulanmış üşüme stresi altındaki bitkilerin yaprak ve gövde kısımlarında belirlenen Fe iyonu birikimi.

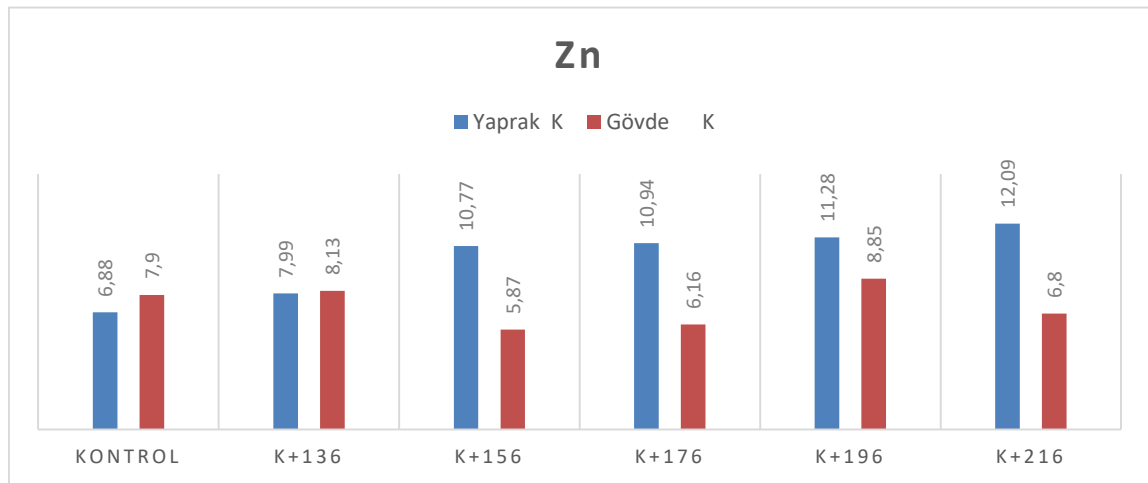
Domates bitkilerine üşüme stresi ile birlikte farklı dozlarda K⁺ ve uygulamaları sonucunda yapraktaki ve gövde Zn oranı bakımından elde edilen veriler Çizelge 4.17’de Şekil 4.17’da verilmiştir.

Çizelge 4.17. Potasyum (K⁺) Uygulanmış üşüme stresi altındaki bitkilerin yaprak ve gövde kısımlarında belirlenen Zn iyonu birikimleri (µ g/mg T.A.)

Uygulama	Yaprak Zn	Gövde Zn	Ortalama
Kontrol.	6.88 d	7,90 ab	7.39 c
136 ppm K ⁺	7.99 c	8.13 ab	8.06 c
156 ppm K ⁺	10.77 b	5.87 b	8.31 cb
176 ppm K ⁺	10.94 b	6.16 ab	8.55 cb
196 ppm K ⁺	11.28 ab	8.85 a	9.44 ba
216 ppm K ⁺	12.09 a	6.80 ab	10.07 a
Ortalama	9.99 a	7.29 b	

*: Duncan (P<0.05).

Çalışmada Zn iyonu açısından yapılan analizler sonucunda uygulamalar arasında yaprak ve gövde de Zn iyonu üzerine etkileri yönünden farklılık istatistik olarak oldukça önemli (P<0.001) bulunmuştur. Bütün bitkilerin gövde ve yapraklarında kontrole göre Zn iyonu miktarında artış ve düşüşlerin olduğu görülmektedir. Yapraktaki Zn iyonu incelendiğinde en düşük değer kontrol (6.88 µ g/mg T.A) grubunda gözlenirken en yüksek değer 216 ppm K⁺ (12.09 µ g/mg T.A) uygulamasından elde edilmiştir. Gövde de en yüksek değer 196 ppm K⁺ (8.85 µ g/mg T.A) grubunda gözlenirken en düşük değer 156 ppm K⁺ (5.87 µ g/mg T.A)



Şekil 4.17. Potasyum (K⁺) Uygulanmış üşüme stresi altındaki bitkilerin yaprak ve gövde kısımlarında belirlenen Zn iyonu birikimi.

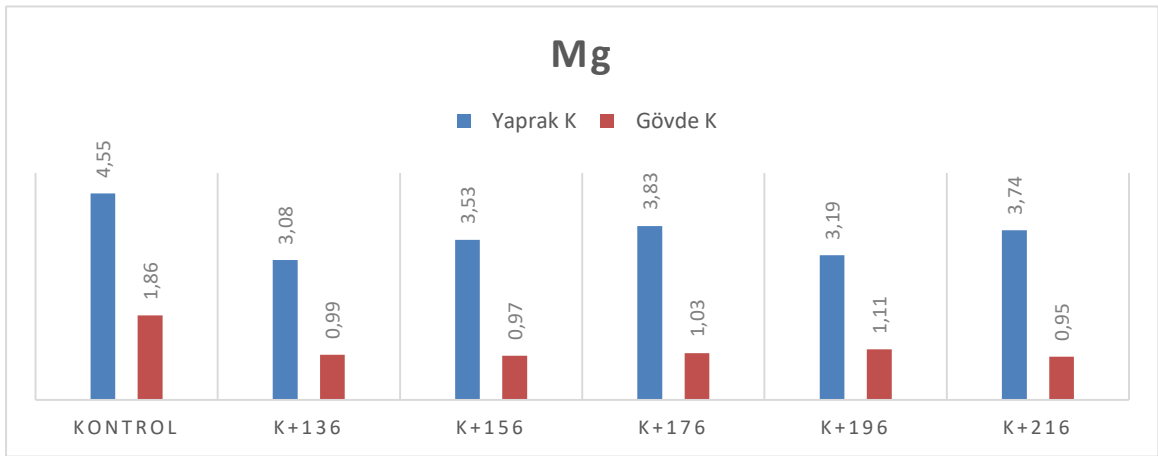
Domates bitkilerine üşüme stresi ile birlikte farklı dozlarda K⁺ ve uygulamaları sonucunda yapraktaki ve gövde Mg oranı bakımından elde edilen veriler Çizelge 4.18’de Şekil 4.18’de verilmiştir.

Çizelge 4.18. Potasyum (K⁺) Uygulanmış üşüme stresi altındaki bitkilerin yaprak ve gövde kısımlarında belirlenen Mg iyonu birikimleri (µ g/mg T.A.)

Uygulama	Yaprak Mg	Gövde Mg	Ortalama
Kontrol	4.55 a	1.86 a	3.20 a
136 ppm K ⁺	3.08 d	0.99 b	2.04 d
156 ppm K ⁺	3.53 bc	0.97 b	2.25 cb
176 ppm K ⁺	3.83 b	1.03 b	2.43 b
196 ppm K ⁺	3.19 cd	1.11 b	2.15 dc
216 ppm K ⁺	3.74 b	0.95 b	2.36 cb
Ortalama	3.65 a	1.15 b	

*: Duncan (P<0.05).

Çalışmada Mg iyonu açısından yapılan analizler sonucunda uygulamalar arasında yaprak ve gövde de Mg iyonu üzerine etkileri yönünden farklılık istatistiki olarak oldukça önemli (P<0.001) bulunmuştur. Bütün bitkilerin gövde ve yapraklarında kontrole göre Mg iyonu miktarında artış ve düşüşlerin olduğu görülmektedir. Yapraktaki Mg iyonu incelendiğinde en yüksek değer Kontrol(1,86 µ g/mg T.A) grubunda gözlenmiş en düşük değer ise 136 ppm K⁺ uygulamasında gözlemlenmiştir. İstatistiksel olarak farklı grupta yer almışlardır. Gövde de en yüksek değer Kontrol (1,86 µ g/mg T.A) grubunda gözlenirken en düşük değer 216 ppm K⁺ (0,95 µ g/mg T.A) değerleri saptanmış ve diğer uygulamalarla istatistiki olarak aynı grupta yer almıştır.



Şekil 4.18. Potasyum (K⁺) Uygulanmış üşüme stresi altındaki bitkilerin yaprak ve gövde kısımlarında belirlenen Mg iyonu birikimi.

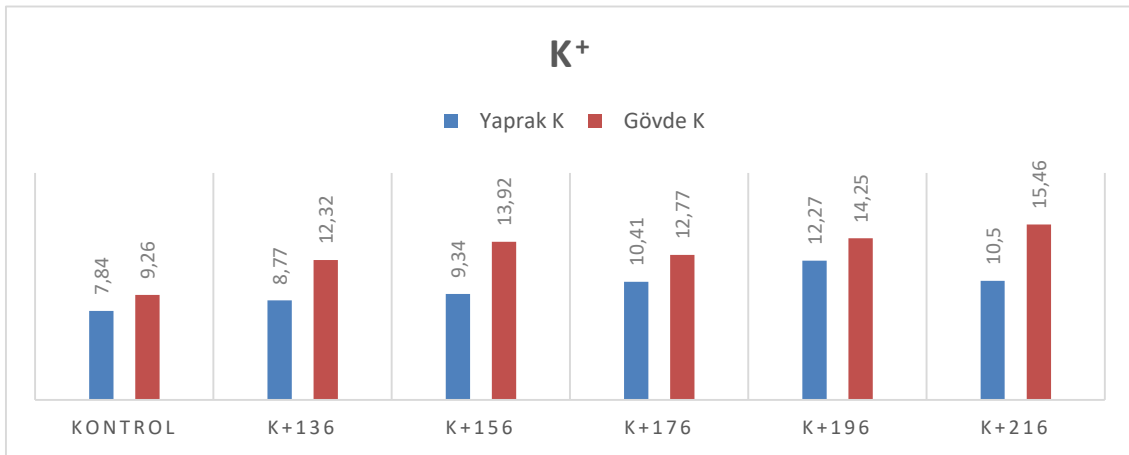
Domates bitkilerine üşüme stresi ile birlikte farklı dozlarda K^+ ve uygulamaları sonucunda yapraktaki ve gövde K^+ oranı bakımından elde edilen veriler Çizelge 4.19'da Şekil 4.19'de verilmiştir.

Çizelge 4.19. Potasyum (K^+) Uygulanmış üşüme stresi altındaki bitkilerin yaprak ve gövde kısımlarında belirlenen K iyonu birikimleri (μ g/mg T.A.)

Uygulama	Yaprak K	Gövde K	Ortalama
Kontrol.	7.84 d	9.26 d	8.55 d
136 ppm K^+	8.77 c	12.32 c	10.54 c
156 ppm K^+	9.34 c	13.92 b	11.59 b
176 ppm K^+	10.41 b	12.77 c	11.63 b
196 ppm K^+	12.27 a	14.25 b	12.98 a
216 ppm K^+	10.50 b	15.46 a	13.26 a
Ortalama	9.85 b	13.00 a	

*: Duncan ($P < 0.05$).

Çalışmada K^+ iyonu açısından yapılan analizler sonucunda uygulamalar arasında yaprak ve gövde de K^+ iyonu üzerine etkileri yönünden farklılık istatistik olarak oldukça önemli ($P < 0.001$) bulunmuştur. Bütün bitkilerin gövde ve yapraklarında kontrole göre K^+ iyonu miktarında artış ve düşüşlerin olduğu görülmektedir. Yapraktaki K^+ iyonu incelendiğinde en düşük değer kontrol (7.84 μ g/mg T.A) grubunda gözlenirken en yüksek değer 196 ppm K^+ (12,27 μ g/mg T.A) uygulamasından elde edilmiştir. Gövde de en yüksek değer 216 ppm K^+ (15.46 μ g/mg t.a) ve en düşük değer kontrol grubu (9.26 μ g/mg T.A) olmuştur.



Şekil 4.19. Potasyum (K^+) Uygulanmış üşüme stresi altındaki bitkilerin yaprak ve gövde kısımlarında belirlenen Ca^{+2} iyonu birikimi.

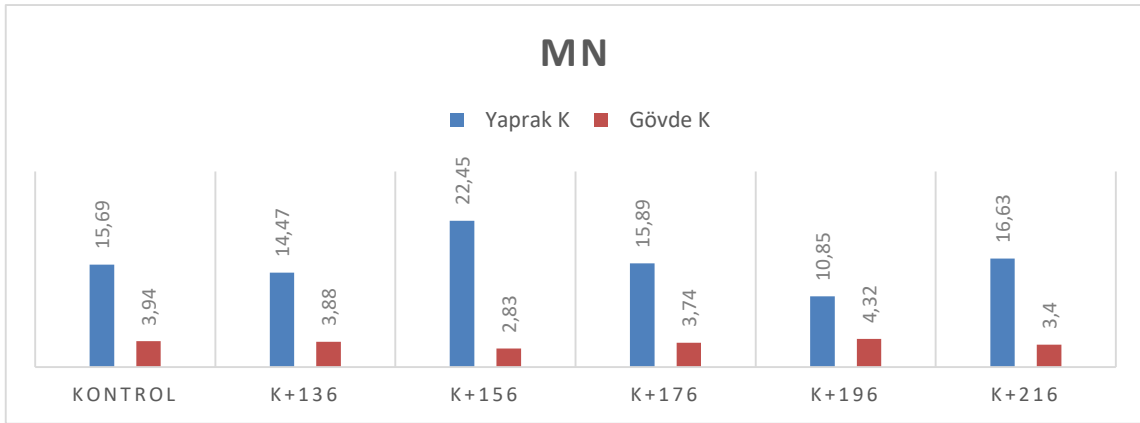
Domates bitkilerine üşüme stresi ile birlikte farklı dozlarda K⁺ ve uygulamaları sonucunda yapraktaki ve gövde Mn oranı bakımından elde edilen veriler Çizelge 4.20’de Şekil 4.20’de verilmiştir.

Çizelge 4.20. Potasyum (K⁺) Uygulanmış üşüme stresi altındaki bitkilerin yaprak ve gövde kısımlarında belirlenen Mn iyonu birikimleri (µ g/mg T.A.)

Uygulama	Yaprak Mn	Gövde Mn	Ortalama
Kontrol	15.69 b	3.94 ab	9.82 b
136 ppm K ⁺	14.47 b	3.88 ab	9.18 b
156 ppm K ⁺	22.45 a	2.83 b	12.64 a
176 ppm K ⁺	15.89 b	3.74 ab	9.81 b
196 ppm K ⁺	10.85 c	4.32 a	7.59 c
216 ppm K ⁺	16.63 b	3.40 ab	10.02 b
Ortalama	16.00 a	3.69 b	

*: Duncan (P<0.05).

Çalışmada Mn iyonu açısından yapılan analizler sonucunda uygulamalar arasında yaprak ve gövde de Mn iyonu üzerine etkileri yönünden farklılık istatistiki olarak oldukça önemli (P<0.001) bulunmuştur. Bütün bitkilerin gövde ve yapraklarında kontrole göre Mn iyonu miktarında artış ve düşüşlerin olduğu görülmektedir. Yapraktaki Mn iyonu incelendiğinde en düşük değer 196 ppm K⁺ (10.85 µ g/mg T.A) grubunda gözlenirken en yüksek değer 156 ppm K⁺ (22.45 µ g/mg T.A) uygulamasından elde edilmiştir. Gövde de en yüksek değer 196 ppm K⁺ (4.32 µ g/mg T.A) grubunda gözlenirken en düşük değer 156 ppm K⁺ (2.83 µ g/mg T.A) değerleri saptanmış ve istatistiki olarak farklı grupta yer almıştır.



Şekil 4.20. Potasyum (K⁺) Uygulanmış üşüme stresi altındaki bitkilerin yaprak ve gövde kısımlarında belirlenen Mn iyonu birikimi.

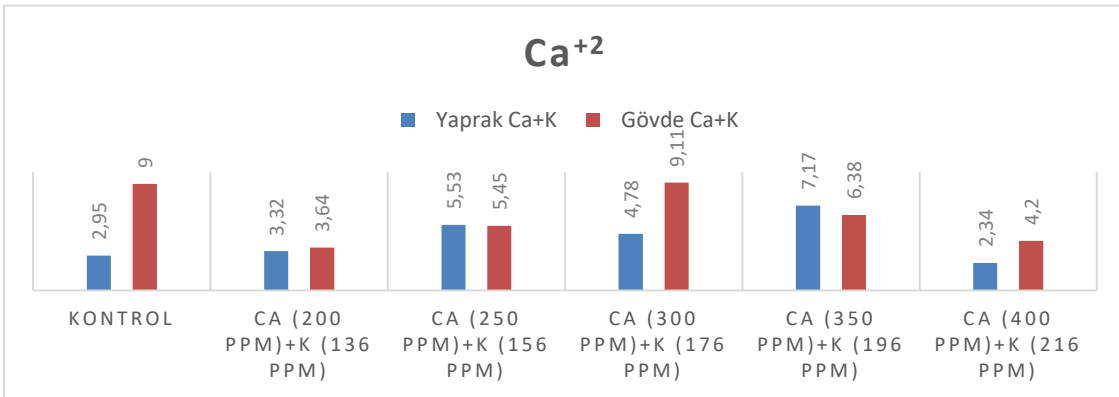
Domates bitkilerine üşüme stresi ile birlikte farklı dozlarda Ca^{+2} + K^{+} uygulamaları sonucunda yapraktaki ve gövde Ca^{+2} oranı bakımından elde edilen veriler Çizelge 4.21’de Şekil 4.21’de verilmiştir.

Çizelge 4.21. Kalsiyum(Ca^{+2})+Potasyum(K^{+}) Uygulanmış üşüme stresi altındaki bitkilerin yaprak ve gövde kısımlarında belirlenen Ca^{+2} iyonu birikimleri ($\mu\text{g}/\text{mg}$ T.A.)

UYGULAMA	Yaprak Ca^{+2}	Gövde Ca^{+2}	Ortalama
Kontrol	2.95 c	9.00 a	12.86 a
200 ppm Ca^{+2} +136 ppm K^{+}	3.32 c	3.64 c	5.13 dc
250 ppm Ca^{+2} +156 ppm K^{+}	5.53 b	5.45 b	4.55 d
300 ppm Ca^{+2} +176 ppm K^{+}	4.78 b	9.11 a	5.85 dc
350 ppm Ca^{+2} +196 ppm K^{+}	7.17 a	6.38 b	5.96 c
400 ppm Ca^{+2} +216 ppm K^{+}	2.34 c	4.20 c	11.17 b
Ortalama	7.72 a	7.44 a	

*: Duncan ($P<0.01$).

Çalışmada Ca^{+2} iyonu açısından yapılan analizler sonucunda uygulamalar arasında yaprak ve gövde de Ca^{+2} iyonu üzerine etkileri yönünden farklılık istatistik olarak oldukça önemli ($P<0.001$) bulunmuştur. Bütün bitkilerin gövde ve yapraklarında kontrole göre Ca^{+2} iyonu miktarında artış ve düşüşlerin olduğu görülmektedir. Yapraktaki Ca^{+2} iyonu incelendiğinde en düşük Kontrol grubu ve 200 ppm Ca^{+2} +136 ppm K^{+} ve 400 ppm Ca^{+2} +216 ppm K^{+} grubunda gözlenirken en yüksek değer 350 ppm Ca^{+2} +196 ppm K^{+} uygulamasından elde edilmiştir. Gövde de ki en yüksek değer kontrol (12.40 $\mu\text{g}/\text{mg}$ T.A) grubu ve 300 ppm Ca^{+2} +176 ppm K^{+} elde edilirken en düşük değer 200 ppm Ca^{+2} +136 ppm K^{+} (4.43 $\mu\text{g}/\text{mg}$ T.A) ve 350 ppm Ca^{+2} +196 ppm K^{+} uygulamalarında saptanmıştır.



Şekil 4.21. Kalsiyum(Ca^{+2})+Potasyum(K^{+}) Uygulanmış üşüme stresi altındaki bitkilerin yaprak ve gövde kısımlarında belirlenen Ca^{+2} iyonu birikimi.

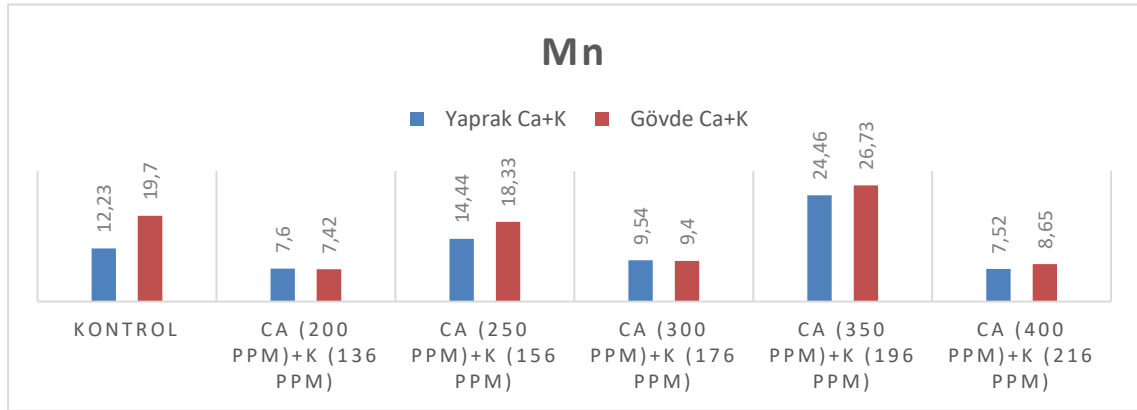
Domates bitkilerine üşüme stresi ile birlikte farklı dozlarda $\text{Ca}^{+2}+\text{K}^{+}$ ve uygulamaları sonucunda yapraktaki ve gövde Mn oranı bakımından elde edilen veriler Çizelge 4.22'de Şekil 4.22'de verilmiştir.

Çizelge 4.22. Kalsiyum(Ca^{+2})+Potasyum(K^{+}) Uygulanmış üşüme stresi altındaki bitkilerin yaprak ve gövde kısımlarında belirlenen Mn iyonu birikimleri (μ g/mg T.A.)

Uygulama	Yaprak Mn	Gövde Mn	Ortalama
Kontrol	12.23 bc	19.70 b	5.97 bc
200 ppm Ca^{+2} +136 ppm K^{+}	7.60 d	7.42 c	3.48 e
250 ppm Ca^{+2} +156 ppm K^{+}	14.44 b	18.33 b	5.49 c
300 ppm Ca^{+2} +176 ppm K^{+}	9.54 cd	9.40 c	6.94 a
350 ppm Ca^{+2} +196 ppm K^{+}	24.46 a	26.73 a	6.78 ab
400 ppm Ca^{+2} +216 ppm K^{+}	7.52 d	8.65 c	3.27 e
Ortalama	4.35 b	6.30 a	

*: Duncan ($P < 0.05$).

Çalışmada Mn iyonu açısından yapılan analizler sonucunda uygulamalar arasında yaprak ve gövde de Mn iyonu üzerine etkileri yönünden farklılık istatistiki olarak oldukça önemli ($P < 0.001$) bulunmuştur. Bütün bitkilerin gövde ve yapraklarında kontrole göre Mn iyonu miktarında artış ve düşüşlerin olduğu görülmektedir. Yapraktaki Mn iyonu incelendiğinde en düşük değer 400 ppm Ca^{+2} +216 ppm K^{+} (7.52 μ g/mg T.A) ve 200 ppm Ca^{+2} +136 ppm K^{+} (7.60 μ g/mg T.A) grubunda gözlenirken en yüksek değer 350 ppm Ca^{+2} +196 ppm K^{+} (7.17 μ g/mg T.A) uygulamasından elde edilmiştir. Gövde de ki Mn iyonu incelendiğinde en yüksek değer kontrol (9 μ g/mg T.A) ve 300 ppm Ca^{+2} +176 ppm K^{+} (9.11 μ g/mg T.A) uygulamasından elde edilirken en düşük değer 200 ppm Ca^{+2} +136 ppm K^{+} , 300 ppm Ca^{+2} +176 ppm K^{+} (9.40 μ g/mg T.A) ve 400 ppm Ca^{+2} +216 ppm K^{+} uygulamalarında gözlemlenmiş olup istatistiki olarak aynı grupta yer almıştır.



Şekil 4.22. Kalsiyum(Ca^{+2})+Potasyum(K^{+}) Uygulanmış üşüme stresi altındaki bitkilerin yaprak ve gövde kısımlarında belirlenen Mn iyonu birikimi.

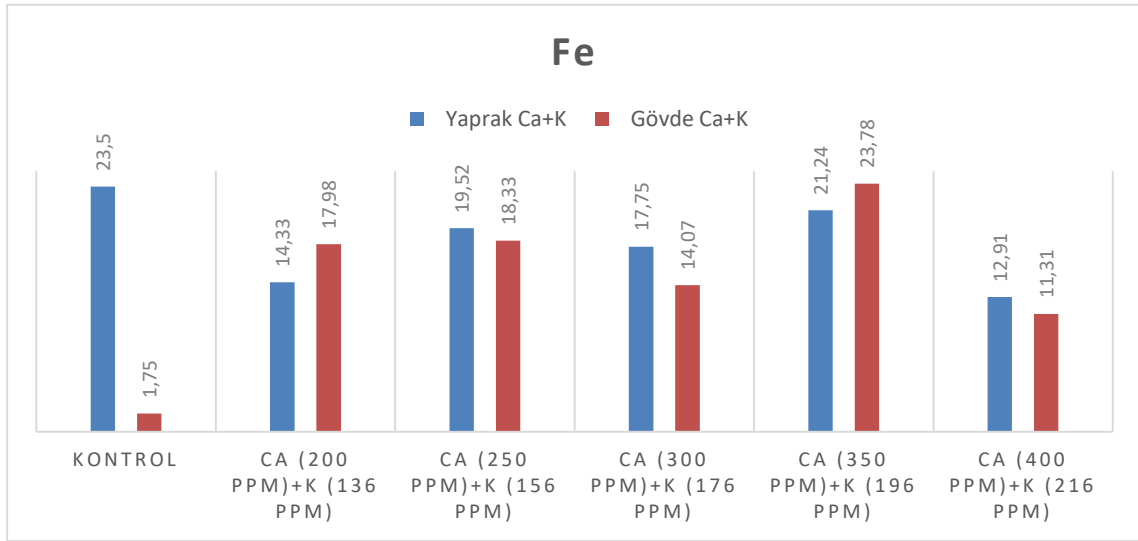
Domates bitkilerine üşüme stresi ile birlikte farklı dozlarda $\text{Ca}^{+2}+\text{K}^{+}$ ve uygulamaları sonucunda yapraktaki ve gövde Fe oranı bakımından elde edilen veriler Çizelge 4.23'te Şekil 4.23'de verilmiştir.

Çizelge 4.23. Kalsiyum(Ca^{+2})+Potasyum(K^{+}) Uygulanmış üşüme stresi altındaki bitkilerin yaprak ve gövde kısımlarında belirlenen Fe iyonu birikimleri (μ g/mg T.A.)

Uygulama	Yaprak Fe	Gövde Fe	Ortalama
Kontrol	23.50 a	1.75 d	12.63 e
200 ppm Ca^{+2} +136 ppm K^{+}	14.33 d	17.98 b	16.16 bc
250 ppm Ca^{+2} +156 ppm K^{+}	19.52 bc	18.33 b	18.92 b
300 ppm Ca^{+2} +176 ppm K^{+}	17.75 c	14.07 bc	15.91 c
350 ppm Ca^{+2} +196 ppm K^{+}	21.24 ab	23.78 a	22.51 a
400 ppm Ca^{+2} +216 ppm K^{+}	12.91 d	11.31 c	12.11 e
Ortalama	18.21 a	14.54 b	

*: Duncan ($P<0.05$).

Çalışmada Fe iyonu açısından yapılan analizler sonucunda uygulamalar arasında yaprak ve gövde de Fe iyonu üzerine etkileri yönünden farklılık istatistiki olarak oldukça önemli ($P<0.001$) bulunmuştur. Bütün bitkilerin gövde ve yapraklarında kontrole göre Fe iyonu miktarında artış ve düşüşlerin olduğu görülmektedir. Yapraktaki Fe iyonu incelendiğinde en düşük değer 400 ppm Ca^{+2} +216 ppm K^{+} (12.91 μ g/mg T.A) ve 200 ppm Ca^{+2} +136 ppm K^{+} (14.33 μ g/mg T.A) gruplarında gözlenirken en yüksek değer kontrol (23.50 μ g/mg T.A) uygulamasından elde edilmiştir. Gövde de ki en yüksek değer 350 ppm Ca^{+2} +196 ppm K^{+} (23.78 μ g/mg T.A) uygulamasından elde edilirken en düşük değer Kontrol (1.75 μ g/mg T.A) uygulamasında saptanmıştır.



Şekil 4.23. Kalsiyum(Ca^{+2})+Potasyum(K^{+}) Uygulanmış üşüme stresi altındaki bitkilerin yaprak ve gövde kısımlarında belirlenen Fe iyonu birikimi.

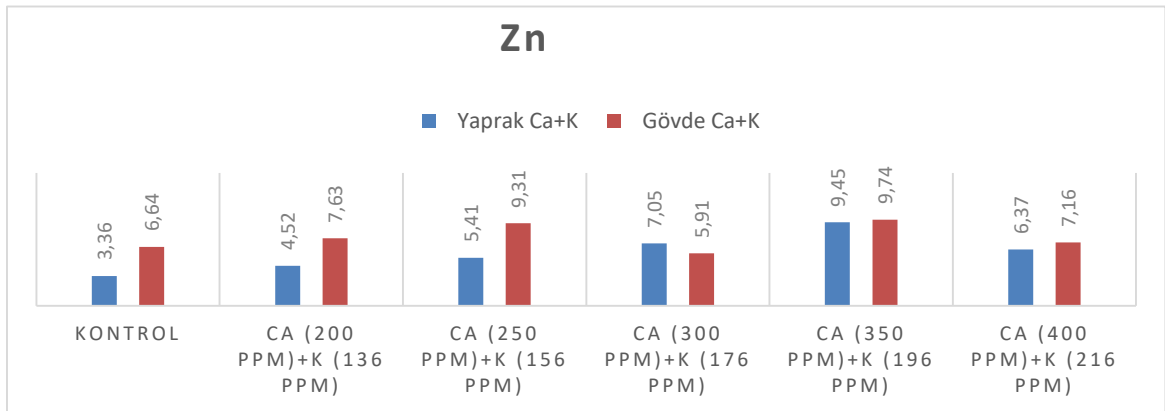
Domates bitkilerine üşüme stresi ile birlikte farklı dozlarda Ca+K ve uygulamaları sonucunda yapraktaki ve gövde Zn oranı bakımından elde edilen veriler Çizelge 4.24'de Şekil 4.24'de verilmiştir.

Çizelge 4.24. Kalsiyum(Ca²⁺)+Potasyum(K⁺) Uygulanmış üşüme stresi altındaki bitkilerin yaprak ve gövde kısımlarında belirlenen Zn iyonu birikimleri (µ g/mg T.A.)

Uygulama	Yaprak Zn	Gövde Zn	Ortalama
Kontrol	14.40 b	22.84 a	18.62 b
200 ppm Ca ²⁺ +136 ppm K ⁺	5.49 d	8.79 b	7.14 c
250 ppm Ca ²⁺ +156 ppm K ⁺	18.39 ab	20.50 a	19.45 ab
300 ppm Ca ²⁺ +176 ppm K ⁺	8.14 cd	9.41 b	8.77 c
350 ppm Ca ²⁺ +196 ppm K ⁺	23.27 a	22.90 a	23.09 a
400 ppm Ca ²⁺ +216 ppm K ⁺	13.52 bc	7.80 b	10.66 c
Ortalama	13.87 a	15.37 a	

*: Duncan (P<0.05).

Çalışmada Zn iyonu açısından yapılan analizler sonucunda uygulamalar arasında yaprak ve gövde de Zn iyonu üzerine etkileri yönünden farklılık istatistiksel olarak oldukça önemli (P<0.001) bulunmuştur. Bütün bitkilerin gövde ve yapraklarında kontrole göre Zn iyonu miktarında artış ve düşüşlerin olduğu görülmektedir. Yapraktaki Zn iyonu incelendiğinde en düşük değer 200 ppm Ca²⁺+136 ppm K⁺ (5.49 µ g/mg T.A) grubunda gözlenirken en yüksek değer 350 ppm Ca²⁺+196 ppm K⁺ (23.27 µ g/mg T.A) uygulamasından elde edilmiştir. Gövde de ki Zn iyonu incelendiğinde en yüksek değer kontrol (22.84 µ g/mg T.A) 250 ppm Ca²⁺+156 ppm K⁺ (20.50 µ g/mg T.A) 350 ppm Ca²⁺+196 ppm K⁺ (22.90 µ g/mg T.A) uygulamalarında elde edilirken istatistiksel olarak aynı grupta yer almıştır. En düşük değer 200 ppm Ca²⁺+136 ppm K⁺, uygulamasında yer almıştır.



Şekil 4.24. Kalsiyum(Ca²⁺)+Potasyum(K⁺) Uygulanmış üşüme stresi altındaki bitkilerin yaprak ve gövde kısımlarında belirlenen Zn iyonu birikimi.

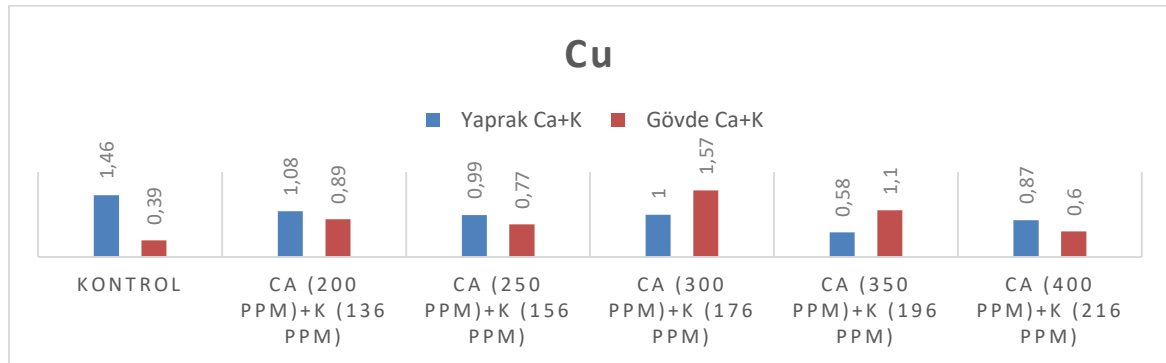
Domates bitkilerine üşüme stresi ile birlikte farklı dozlarda $\text{Ca}^{+2}+\text{K}^{+}$ ve uygulamaları sonucunda yapraktaki ve gövde Cu oranı bakımından elde edilen veriler Çizelge 4.25’de Şekil 4.25’de verilmiştir.

Çizelge 4.25. Kalsiyum(Ca^{+2})+Potasyum(K^{+}) Uygulanmış üşüme stresi altındaki bitkilerin yaprak ve gövde kısımlarında belirlenen Cu iyonu birikimleri (μ g/mg T.A.)

Uygulama	Yaprak Cu	Gövde Cu	Ortalama
Kontrol	1.46 a	0.39 b	0.92 ab
200 ppm Ca^{+2} +136 ppm K^{+}	1.08 ab	0.89 ab	0.98 ab
250 ppm Ca^{+2} +156 ppm K^{+}	0.99 ab	0.77 ab	0.88 ab
300 ppm Ca^{+2} +176 ppm K^{+}	1.00 ab	1.57 a	1.29 a
350 ppm Ca^{+2} +196 ppm K^{+}	0.58 b	1.10 ab	0.84 ab
400 ppm Ca^{+2} +216 ppm K^{+}	0.87 b	0.60 b	0.73 b
Ortalama	0.99 a	0.89 a	

*: Duncan ($P<0.05$).

Çalışmada Cu iyonu açısından yapılan analizler sonucunda uygulamalar arasında yaprak ve gövde de Cu iyonu üzerine etkileri yönünden farklılık istatistiksel olarak oldukça önemli ($P<0.001$) bulunmuştur. Bütün bitkilerin gövde ve yapraklarında kontrole göre Cu iyonu miktarında artış ve düşüşlerin olduğu görülmektedir. Yapraktaki Cu iyonu incelendiğinde en düşük değer 350 ppm Ca^{+2} +196 ppm K^{+} (0.58 μ g/mg T.A) 400 ppm Ca^{+2} +216 ppm K^{+} (0.87 μ g/mg T.A) uygulamalarında gözlenirken en yüksek değer kontrol (1.46 μ g/mg T.A) uygulamasından elde edilmiştir. Gövdede ki en yüksek değer 300 ppm Ca^{+2} +176 ppm K^{+} (1.57 μ g/mg T.A) uygulamasından elde edilirken en düşük değer kontrol (0.39 μ g/mg T.A) ve 400 ppm Ca^{+2} +216 ppm K^{+} (0.60 μ g/mg T.A) grubunda saptanmıştır. İstatiksel olarak uygulamalar arasında farklılık gözlemlenmiştir.



Şekil 4.25. Kalsiyum(Ca^{+2})+Potasyum(K^{+}) Uygulanmış üşüme stresi altındaki bitkilerin yaprak ve gövde kısımlarında belirlenen Cu iyonu birikimi.

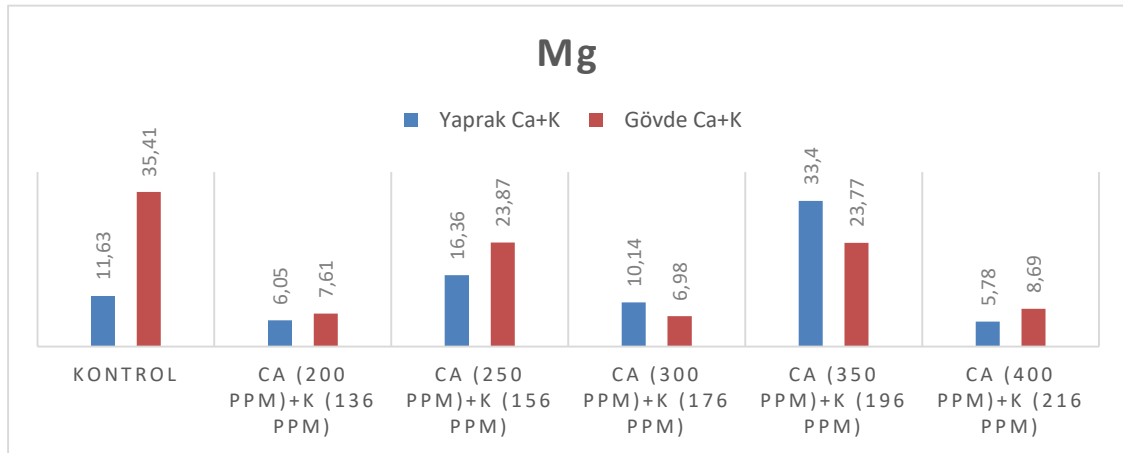
Domates bitkilerine üşüme stresi ile birlikte farklı dozlarda $\text{Ca}^{+2}+\text{K}^{+}$ ve uygulamaları sonucunda yapraktaki ve gövde Mg oranı bakımından elde edilen veriler Çizelge 4.26'da Şekil 4.26'de verilmiştir.

Çizelge 4.26. Kalsiyum(Ca^{+2})+Potasyum(K^{+}) Uygulanmış üşüme stresi altındaki bitkilerin yaprak ve gövde kısımlarında belirlenen Mg iyonu birikimleri (μ g/mg T.A.)

Uygulama	Yaprak Mg	Gövde Mg	Ortalama
Kontrol	11.63 c	35.41 a	23.52 d
200 ppm Ca^{+2} +136 ppm K^{+}	6.05 d	7.61 c	6.83 a
250 ppm Ca^{+2} +156 ppm K^{+}	16.36 b	23.87 b	20.12 c
300 ppm Ca^{+2} +176 ppm K^{+}	10.14 c	6.98 c	8.56 a
350 ppm Ca^{+2} +196 ppm K^{+}	33.40 a	23.77 b	28.59 b
400 ppm Ca^{+2} +216 ppm K^{+}	5.78 d	8.69 c	7.24 a
Ortalama	13.89 b	17.72 a	

*: Duncan ($P<0.05$).

Çalışmada Mg iyonu açısından yapılan analizler sonucunda uygulamalar arasında yaprak ve gövde de Mg iyonu üzerine etkileri yönünden farklılık istatistiki olarak oldukça önemli ($P<0.001$) bulunmuştur. Bütün bitkilerin gövde ve yapraklarında kontrole göre Mg iyonu miktarında artış ve düşüşlerin olduğu görülmektedir. Yapraktaki Mg iyonu incelendiğinde en düşük değer 200 ppm Ca^{+2} +136 ppm K^{+} (6.05μ g/mg T.A) ve 400 ppm Ca^{+2} +216 ppm K^{+} (5.78μ g/mg T.A) grubunda gözlenirken en yüksek değer 350 ppm Ca^{+2} +196 ppm K^{+} (33.40μ g/mg T.A) uygulamasından elde edilmiştir. Gövde de ki en yüksek değer Kontrol (35.41μ g/mg T.A) uygulamasından elde edilirken en düşük değer 300 ppm Ca^{+2} +176 ppm K^{+} (6.98μ g/mg T.A) grubunda saptanmıştır.



Şekil 4.26. Kalsiyum(Ca^{+2})+Potasyum(K^{+}) Uygulanmış üşüme stresi altındaki bitkilerin yaprak ve gövde kısımlarında belirlenen Mg iyonu birikimi.

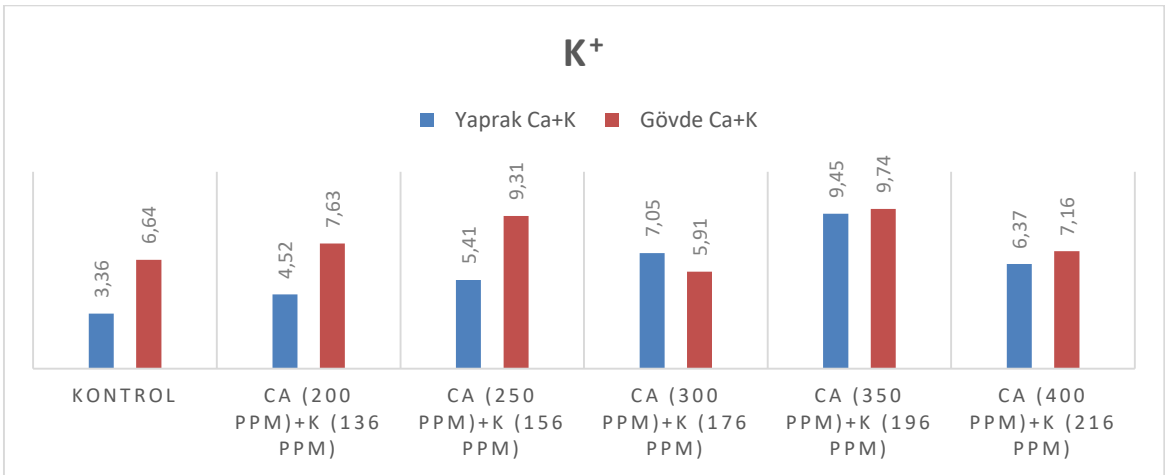
Domates bitkilerine üşüme stresi ile birlikte farklı dozlarda $\text{Ca}^{2+}+\text{K}^+$ ve uygulamaları sonucunda yapraktaki ve gövde K^+ oranı bakımından elde edilen veriler Çizelge 4.27’de Şekil 4.27’de verilmiştir.

Çizelge 4.27. Kalsiyum(Ca^{2+})+Potasyum(K^+) Uygulanmış üşüme stresi altındaki bitkilerin yaprak ve gövde kısımlarında belirlenen K^+ iyonu birikimleri (μ g/mg T.A.)

Uygulama	Yaprak K	Gövde K	Ortalama
Kontrol	3.36 f	6.64 c	5.00 d
200 ppm Ca^{2+} +136 ppm K^+	4.52 e	7.63 bc	6.07 c
250 ppm Ca^{2+} +156 ppm K^+	5.41 d	9.31 ab	7.36 b
300 ppm Ca^{2+} +176 ppm K^+	7.05 b	5.91 c	6.48 c
350 ppm Ca^{2+} +196 ppm K^+	9.45 a	9.74 a	9.60 a
400 ppm Ca^{2+} +216 ppm K^+	6.37 c	7.16 c	6.77 cb
Ortalama	6.02 b	7.73 a	

*: Duncan ($P<0.05$).

Çalışmada K^+ iyonu açısından yapılan analizler sonucunda uygulamalar arasında yaprak ve gövde de K^+ iyonu üzerine etkileri yönünden farklılık istatistik olarak oldukça önemli ($P<0.001$) bulunmuştur. Bütün bitkilerin gövde ve yapraklarında kontrole göre K^+ iyonu miktarında artış ve düşüşlerin olduğu görülmektedir. Yapraktaki K^+ iyonu incelendiğinde en düşük değer kontrol (3.36 μ g/mg T.A) grubunda gözlenirken en yüksek değer 350 ppm Ca^{2+} +196 ppm K^+ (9.45 μ g/mg T.A) uygulamasından elde edilmiştir. Gövde de ki K^+ miktarı incelendiğinde en yüksek değer 350 ppm Ca^{2+} +196 ppm K^+ (9.45 μ g/mg T.A) uygulamasından elde edilirken gövde de en düşük değer 300 ppm Ca^{2+} +176 ppm K^+ (5.91 μ g/mg T.A) değeri saptanmıştır.



Şekil 4.27. Kalsiyum(Ca^{2+})+Potasyum(K^+) Uygulanmış üşüme stresi altındaki bitkilerin yaprak ve gövde kısımlarında belirlenen K^+ iyonu birikimi.

4.1.4. Lipid peroksidasyonu (MDA içeriği) ve klorofil bakımından ortaya çıkan değişimler

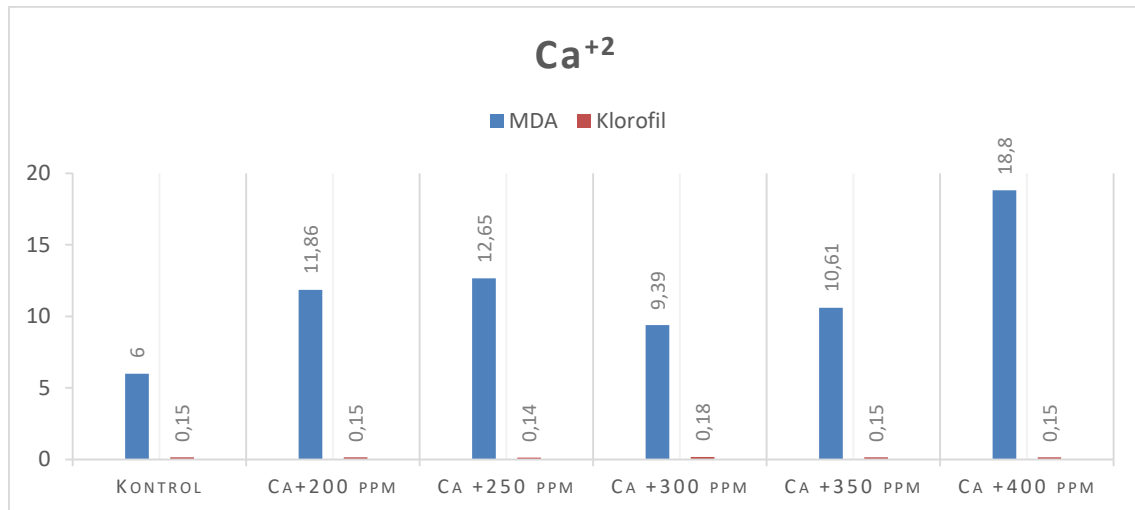
15. gün sonunda Kalsiyum (Ca^{+2}) uygulanan bitkilerinin yapraklarında belirlenen lipid peroksidasyonu ve klorofil miktarları Çizelge 4.28'te verilmiştir.

Çizelge 4.28. Kalsiyum (Ca^{+2}) Uygulanmış üşüme stresi altındaki yaprakların MDA ve Klorofil içerikleri ($\mu\text{ mol/g T.A.}$)

UYGULAMA	MDA	Klorofil
Kontrol	6.00 e	0.15 a
200 ppm Ca^{+2}	9.39 d	0.15 a
250 ppm Ca^{+2}	12.65 b	0.14 a
300 ppm Ca^{+2}	11.86 b	0.18 a
350 ppm Ca^{+2}	10.61 c	0.15 a
400 ppm Ca^{+2}	18.80 a	0.15 a
P Değeri	0.0000*	0.0000*

***: ($p < 0.001$); **: ($p < 0.01$); *: ($p < 0.05$); Ö.D: Önemli Değil

Üşüme stresi kaynaklı oksidatif zararın belirtisi olan hücre zarındaki zarar ya da lipid peroksidasyonun yan ürünü olan MDA miktarları incelendiğinde kontrole göre üşüme stresi uygulamalarının hepsinde artışların olduğu belirlenmiştir. Kontrole göre en yüksek artış 400 ppm Ca^{+2} da. en düşük artış ise 200 ppm Ca^{+2} da gözlemlenmiştir. Klorofil miktarları incelendiğinde tüm uygulamalar aynı istatistiksel grup aralığında çıkmıştır.



Şekil 4.28. Kalsiyum(Ca^{+2}) Uygulanmış üşüme stresi altındaki bitkilerin yapraklarındaki MDA ve Klorofil parametrelerinin grafiği.

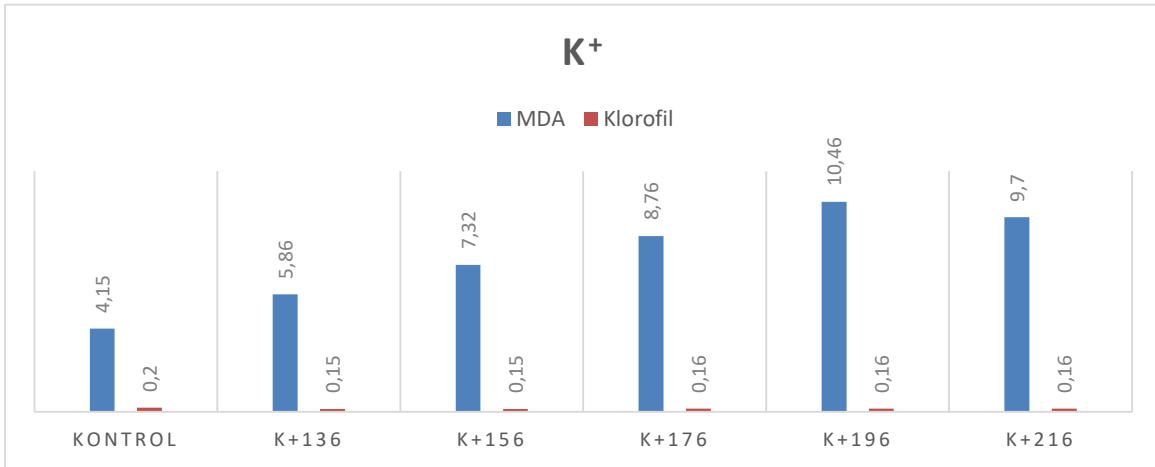
15. gün sonunda Potasyum(K⁺) uygulanan bitkilerin yapraklarında belirlenen lipid peroksidasyonu ve klorofil miktarları Çizelge 4.29'te verilmiştir.

Çizelge 4.29. Potasyum(K⁺) Uygulanmış üşüme stresi altındaki yaprakların MDA ve Klorofil içerikleri (µ mol/g T.A.)

UYGULAMA	MDA	Klorofil
Kontrol	4.15 e	0.204 a
136 ppm K ⁺	7.32 c	0.150 c
156 ppm K ⁺	9.70 ab	0.153 bc
176 ppm K ⁺	8.76 b	0.156 bc
196 ppm K ⁺	10.46 a	0.161 bc
216 ppm K ⁺	5.86 d	0.164 b
P Değeri	0.0000*	0.0000*

***: (p<0.001); **: (p<0.01); *: (p<0.05); ⁰.D: Önemli Değil

Üşüme stresi kaynaklı oksidatif zararın belirtisi olan hücre zarındaki zarar ya da lipid peroksidasyonun yan ürünü olan MDA miktarları incelendiğinde kontrole göre üşüme stresi uygulamalarının hepsinde artışların olduğu belirlenmiştir. Bu artışlar üşüme stresi ile birlikte verilen potasyum dozu arttıkça, 136 ppm K⁺ 156 ppm K⁺ 176 ppm K⁺ 196 ppm K⁺ ve 216 ppm K⁺ uygulamaları kontrole göre artışlar gözlemlenmiştir. MDA miktarları esas alınarak üşüme stresinden olumsuz etkisinden en fazla etkilenen uygulamanın 196 ppm K⁺ uygulaması olduğu görülmektedir. Klorofil miktarları incelendiğinde kontrol grubuna göre düşüşlerin olduğu dikkati çekmektedir. Klorofil miktar değeri en yüksek olan uygulama istatistiksel olarak 216 ppm K⁺ uygulamasında yer almıştır. Kontrole grubuna kıyasla en düşük değer 136 ppm K⁺ uygulamasında ölçülmüştür (Şekil 4.29).



Şekil 4.29. Potasyum(K⁺) Uygulanmış üşüme stresi altındaki bitkilerin yapraklarındaki MDA ve Klorofil parametrelerinin grafiği.

15. gün sonunda Kalsiyum(Ca^{+2})+Potasyum(K^{+}) uygulanan bitkilerin yapraklarında belirlenen lipid peroksidasyonu ve klorofil miktarları Çizelge 4.30'te verilmiştir.

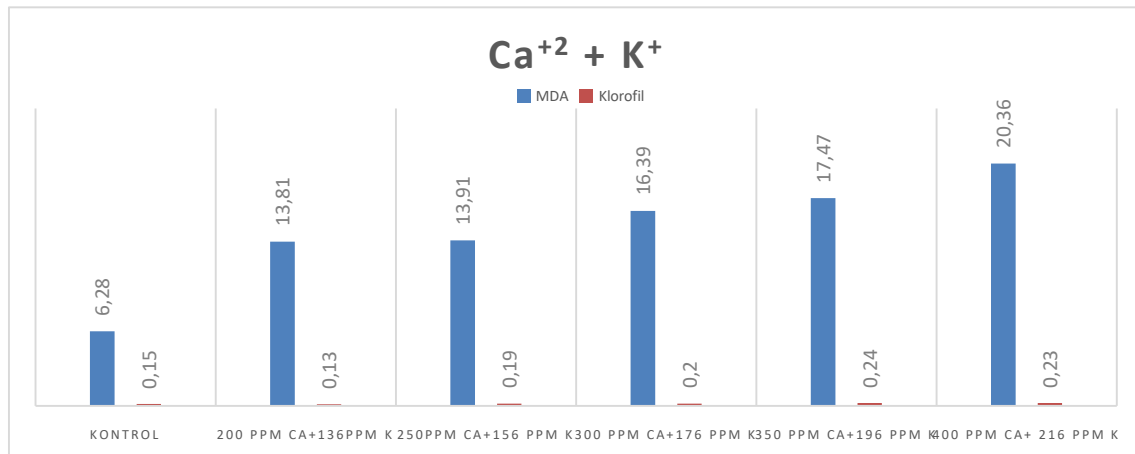
Çizelge 4.30. Kalsiyum(Ca^{+2})+Potasyum(K^{+}) Uygulanmış üşüme stresi altındaki bitki yapraklarının MDA ve Klorofil içerikleri ($\mu\text{ mol/g T.A.}$)

UYGULAMA	MDA	Klorofil
Kontrol	6.28 d	0.15 d
200 ppm Ca^{+2} +136 ppm K^{+}	13.81 c	0.13 d
250 ppm Ca^{+2} +156 ppm K^{+}	13.91 c	0.19 c
300 ppm Ca^{+2} +176 ppm K^{+}	16.39 bc	0.20 bc
350 ppm Ca^{+2} +196 ppm K^{+}	17.47 ab	0.24 a
400 ppm Ca^{+2} +216 ppm K^{+}	20.36 a	0.23 ab
P Değeri	0.0000*	0.0000*

***: ($p < 0.001$); **: ($p < 0.01$); *: ($p < 0.05$); Ö.D: Önemli Değil

Üşüme stresi kaynaklı oksidatif zararın belirtisi olan hücre zarındaki zarar ya da lipid peroksidasyonun yan ürünü olan MDA miktarları incelendiğinde kontrole göre üşüme stresi uygulamalarının hepsinde artışların olduğu belirlenmiştir. Bu artışlar üşüme stresi ile birlikte verilen Kalsiyum+Potasyum dozu arttıkça, artışlar gözlemlenmiştir. MDA miktarları esas alınarak üşüme stresinin olumsuz etkisinden en fazla etkilenen uygulamanın 400 ppm Ca^{+2} + 216 ppm K^{+} olduğu görülmektedir.

Klorofil miktarları incelendiğinde kontrol grubuna göre artış ve düşüş olduğu dikkati çekmektedir. Klorofil miktar değeri en yüksek olan uygulama istatistiksel olarak 350 ppm Ca^{+2} +196 ppm K^{+} uygulamasında yer almıştır. Kontrole grubuna kıyasla en düşük değer 200 ppm Ca^{+2} +136ppm K^{+} uygulamasında ölçülmüştür.



Şekil 4.30. Kalsiyum(Ca^{+2})+Potasyum(K^{+}) Uygulanmış üşüme stresi altındaki bitkilerin yapraklarındaki MDA ve Klorofil parametrelerinin grafiği.

4.1.5. Antioksidant enzim aktiviteleri

Üşüme uygulaması ile birlikte farklı dozlarda Ca^{+2} uygulanan domates bitkilerinde katalaz, askorbat peroksidaz ve süperoksit dismutaz enzimlerinin aktivitelerine bakılmış ve elde edilen veriler Çizelge 4.31’de verilmiştir.

Çizelge 4.31. Kalsiyum(Ca^{+2}) uygulanmış üşüme stresi altındaki domates bitkilerinin yaprağındaki Katalaz (CAT). Askorbat peroksidaz (APX). Süperoksit dismutaz enzim aktiviteleri (SOD) (mol/min/mg T.A.)

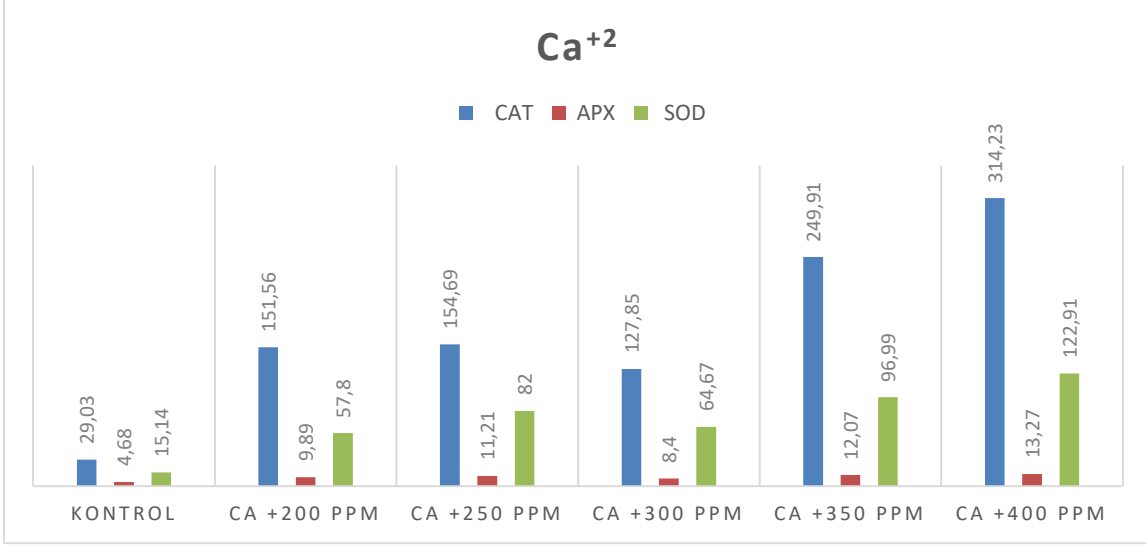
UYGULAMA	CAT	APX	SOD
Kontrol	29.03 e	4.68 f	15.14 f
200 ppm Ca^{+2}	151.56 c	8.40 e	57.80 e
250 ppm Ca^{+2}	154.69 c	11.21 c	82.00 c
300 ppm Ca^{+2}	127.85 d	9.89 d	64.67 d
350 ppm Ca^{+2}	249.91 b	12.07 b	96.99 b
400 ppm Ca^{+2}	314.23 a	13.27a	122.91 a
P Değeri	0.0000*	0.0000*	0.0000*

$p \leq 0.05$ 'e göre önemsizdir.

Uygulaması sonrası 15. günde üşüme stresi uygulanan bitkilerin katalaz enzimi aktivitesinde kontrol bitkilerine göre önemli değişimler saptanmıştır. Kontrol grubuna kıyasla tüm uygulamalarda katalaz enzimi aktivitesi artış göstermiştir. En yüksek CAT değeri 400 ppm Ca^{+2} uygulamasında ölçülürken en düşük değer ise 200 ppm Ca^{+2} uygulamasında ölçülmüştür. Kalsiyum dozu arttıkça CAT aktivitesinin arttığı görülmüştür (Şekil 4.31).

Askorbat peroksidaz enzimi aktivitesi bakımından uygulamalar incelendiğinde kontrole göre üşüme uygulamalarının tümünde yükselişlerin olduğu görülmektedir. Kontrol grubuna kıyasla en yüksek APX aktivite değeri 400 ppm Ca^{+2} uygulamasında ölçülürken en düşük değer ise 200 ppm Ca^{+2} uygulamasında ölçülmüştür. Kalsiyum dozu arttıkça APX aktivitesinin arttığı görülmüştür (Şekil 4.31).

Süperoksit dismutaz enzimi incelendiğinde kontrole göre üşüme uygulamalarının tümünde yükselişlerin olduğu görülmektedir. Süperoksit dismutaz enzimi en yüksek değer 400 ppm Ca^{+2} uygulamasında ölçülürken. en düşük değer ise 200 ppm Ca^{+2} uygulamasında ölçülmüştür. Kalsiyum dozu arttıkça SOD aktivitesinin arttığı görülmüştür (Şekil 4.31).



Şekil 4.31. Kalsiyum(Ca²⁺) uygulanmış üşüme stresi altındaki domates bitkilerinin yaprağındaki CAT, APX ve SOD enzim parametrelerinin grafiği.

Üşüme uygulaması ile birlikte farklı dozlarda K⁺ uygulanan domates bitkilerinde katalaz, askorbat peroksidaz ve süperoksit dismutaz enzimlerinin aktivitelerine bakılmış ve elde edilen veriler Çizelge 4.32’de verilmiştir.

Çizelge 4.32. Potasyum(K⁺) Uygulanmış üşüme stresi altındaki bitkilerin yaprağındaki Katalaz (CAT). Askorbat peroksidaz (APX). Süperoksit dismutaz enzim aktiviteleri (SOD) (mol/min/mg T.A.)

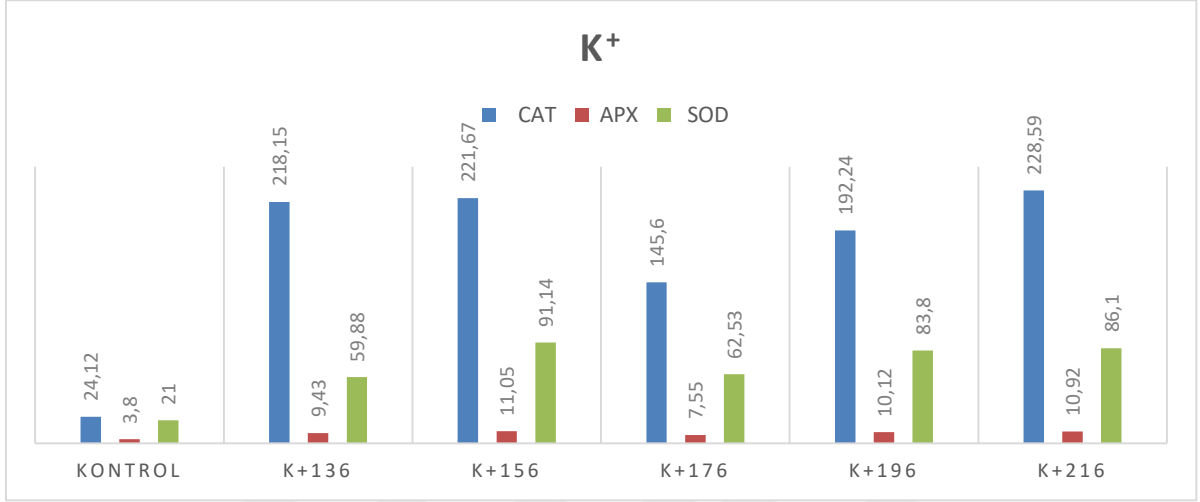
UYGULAMA	CAT	APX	SOD
Kontrol	24.12 d	3.8 e	21 d
136 ppm K ⁺	218.15 a	9.43 c	59.88 c
156 ppm K ⁺	221.67 a	11.05 a	91.14 a
176 ppm K ⁺	228.59 a	10.92 ab	86.10 b
196 ppm K ⁺	192.24 b	10.12 bc	83.80 b
216 ppm K ⁺	145.60 c	7.55 d	62.53 c
P Değeri	0.0000*	0.0000*	0.0000*

Aynı sütunda aynı büyük harfi alan ortalamalar arasındaki fark p≤0.05’e göre önemsizdir.

Uygulaması sonrası 15. günde üşüme uygulanan bitkilerin katalaz enzimi aktivitesinde kontrol bitkilerine göre önemli değişimler saptanmıştır. Kontrol grubuna kıyasla tüm uygulamalarda katalaz enzimi aktivitesi artış göstermiştir. En düşük CAT değeri 216 uygulamasında ölçülürken, diğerleri aynı aralıkta bulunmuştur (Şekil 4.32).

Askorbat peroksidaz enzimi aktivitesi bakımından uygulamalar incelendiğinde kontrole göre üşüme uygulamalarının tümünde yükselişlerin olduğu görülmektedir. Üşüme stresi uygulanmış gruplar arasında en yüksek APX aktivite değeri 156 ppm K⁺ uygulamasında ölçülürken, en düşük değer ise 216 ppm K⁺ uygulamasında ölçülmüştür (Şekil 4.32).

Süperoksit dismutaz enzimi incelendiğinde kontrole göre üşüme uygulamalarının tümünde yükselişlerin olduğu görülmektedir. Süperoksit dismutaz enzimi en yüksek değer 156 ppm K⁺ uygulamasında ölçülürken, en düşük değer ise 216 ppm K⁺ uygulamasında ölçülmüştür. Potasyum dozu arttıkça SOD aktivitesinin azaldığı görülmüştür (Şekil 4.32).



Şekil 4.32. Potasyum(K⁺) uygulanmış üşüme stresi altındaki domates bitkilerinin yaprağındaki CAT, APX ve SOD enzim parametrelerinin grafiği.

Üşüme uygulaması ile birlikte farklı dozlarda Ca²⁺+K⁺ uygulanan domates bitkilerinde katalaz, askorbat peroksidaz ve süperoksit dismutaz enzimlerinin aktivitesine bakılmış ve elde edilen veriler Çizelge 4.33'te verilmiştir.

Çizelge 4.33. Kalsiyum(Ca²⁺)+Potasyum(K⁺) Uygulanmış üşüme stresi altındaki bitkilerin yaprağındaki Katalaz (CAT), Askorbat peroksidaz (APX), Süperoksit dismutaz enzim aktiviteleri (SOD) (mol/min/mg T.A.)

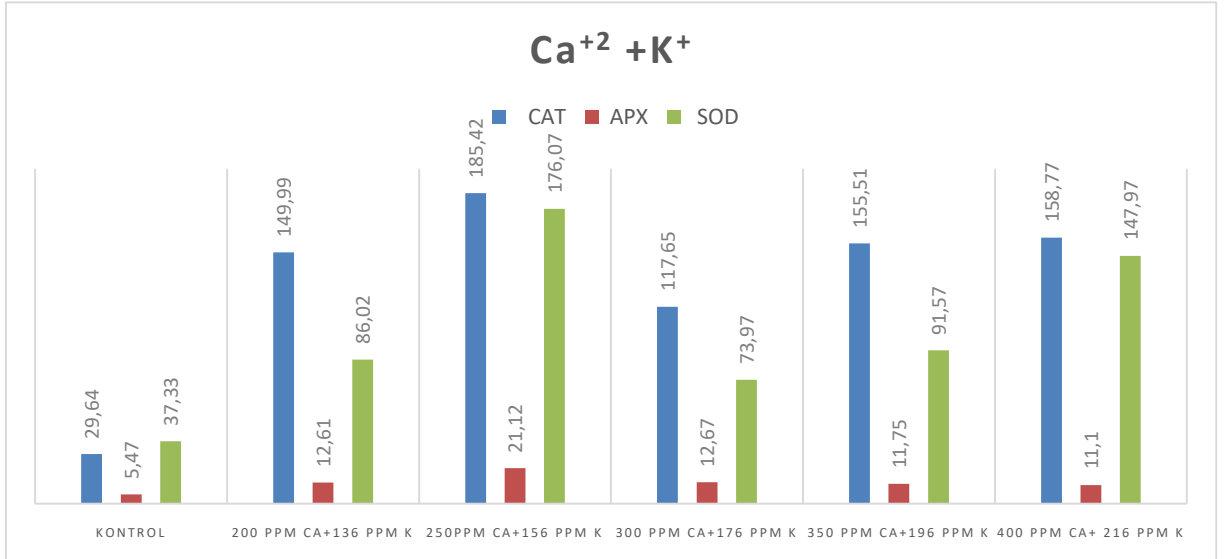
UYGULAMA	CAT	APX	SOD
Kontrol	29.64 e	5.47 c	37.33 e
200 ppm Ca ²⁺ +136 ppm K ⁺	149.99 c	12.61 b	86.02 c
250 ppm Ca ²⁺ +156 ppm K ⁺	185.42 a	21.12 a	176.07 a
300 ppm Ca ²⁺ +176 ppm K ⁺	117.65 d	12.67 b	73.97 d
350 ppm Ca ²⁺ +196 ppm K ⁺	155.51 bc	11.75 b	91.57 c
400 ppm Ca ²⁺ +216 ppm K ⁺	158.77 b	11.10 b	147.97 b
P Değeri	0.0000*	0.0000*	0.0000*

Aynı sütunda aynı büyük harfi alan ortalamalar arasındaki fark p≤0.05'e göre önemsizdir.

Uygulaması sonrası 15. günde üşüme uygulanan bitkilerin katalaz enzimi aktivitesinde kontrol bitkilerine göre önemli değişimler saptanmıştır. Kontrol grubuna kıyasla tüm uygulamalarda katalaz enzimi aktivitesi artış göstermiştir. En yüksek CAT değeri 250 ppm Ca^{+2} +156 ppm K^{+} uygulamasında ölçülürken en düşük değer ise 300 ppm Ca^{+2} +176 ppm K^{+} uygulamasında ölçülmüştür. Ca^{+2} + K^{+} dozu arttıkça CAT aktivitesinin arttığı görülmüştür (Şekil 4.33).

Askorbat peroksidaz enzimi aktivitesi bakımından uygulamalar incelendiğinde kontrole göre üşüme uygulamalarının tümünde yükselişlerin olduğu görülmektedir. Kontrol grubuna kıyasla en yüksek APX aktivite değeri 250 ppm Ca^{+2} +156 ppm K^{+} uygulamasında ölçülürken. en düşük değer ise 400 ppm Ca^{+2} + 216 ppm K^{+} uygulamasında ölçülmüştür. Ca^{+2} + K^{+} dozu arttıkça APX aktivitesinin arttığı görülmüştür (Şekil 4.33).

Süperoksit dismutaz enzimi incelendiğinde kontrole göre üşüme uygulamalarının tümünde yükselişlerin olduğu görülmektedir. Süperoksit dismutaz enzimi en yüksek değer 250 ppm Ca^{+2} +156 ppm K^{+} uygulamasında ölçülürken en düşük değer ise 300 ppm Ca^{+2} +176 ppm K^{+} uygulamasında ölçülmüştür. Ca^{+2} + K^{+} arttıkça SOD aktivitesinin arttığı görülmüştür (Şekil 4.33).



Şekil 4.33. Kalsiyum(Ca^{+2})+Potasyum(K^{+}) uygulanmış üşüme stresi altındaki domates bitkilerinin yaprağındaki CAT, APX ve SOD enzim parametrelerinin grafiği.

4.1.6 Renk analizleri

Çalışmada renk değerleri renk ölçer vasıtasıyla tespit edilmiştir. Yapılan analizler sonucunda Ca^{+2} , K^{+} , $Ca^{+2}+K^{+}$ yapraklarında ölçümlenen L, ab, h, c değerleri gözlemlenmiştir.

Araştırmada üzerinde çalışılan domates bitkisinin renk değerleri olan “L*”, “a”, “b”, “h” ve “c” açısından karşılaştırılmasında domates yapraklardan elde edilen bulgular Çizelge 4.34'te verilmiştir. Yapılan ölçümler sonucunda çeşitler açısından “L*”, “a” ve “b” açısından istatistiki olarak bitkiler arasında oldukça önemli ($P<0.001$) farklılık bulunmuştur.

Çizelge 4.34. Kalsiyum(Ca^{+2}) uygulanmış üşüme stresi altındaki bitkilerin yapraklarındaki Renk değerleri.

Genotip No	L	Farklılık (*)	a*	Farklılık (*)	b*	Farklılık (*)	h	Farklılık(*)	c	Farklılık (*)
Kontrol	31.8	C	-10.35	a	10.48	b	134.69	a	14.73	b
200 ppm Ca^{+2}	35.53	A	-13.93	b	17.37	a	128.85	b	22.27	a
250 ppm Ca^{+2}	35.30	Ab	-14.09	b	17.73	a	128.63	b	22.65	a
300 ppm Ca^{+2}	35.13	Ab	-13.84	b	17.34	a	128.79	b	22.20	a
350 ppm Ca^{+2}	34.76	B	-13.71	b	16.75	a	129.41	b	21.66	a
400 ppm Ca^{+2}	34.88	B	-13.59	b	16.97	a	128.84	b	21.75	a

*: Duncan ($P<0.01$).

L* değerine bazında değerlerine bakıldığında uygulamalar arasında 200 ppm Ca^{+2} (35.53) en yüksek bulunurken. 350 ppm Ca^{+2} (34.76) en düşük değer olarak bulunmuştur.

“a” değeri açısından değerlerine bakıldığında kontrolden grubundan sonra 200 ppm Ca^{+2} (-13.93) en yüksek değer olarak bulunurken. 400 ppm Ca^{+2} uygulaması (-10.35) en düşük değer olarak bulunmuştur. Kontrol dışındaki uygulamalar arasında istatistiksel olarak aynı grupta yer almıştır.

“b” değeri açısından değerlerine bakıldığında 250 ppm Ca^{+2} (17.73) en yüksek değer olarak bulunurken. kontrolden sonra en düşük değer 350 ppm Ca^{+2} (16.75) olarak bulunmuştur. Kontrole kıyasla elde edilen veriler istatistiki olarak aynı grupta yer almıştır.

“h” değeri açısından değerlerine bakıldığında kontrol grubundan sonra 400 ppm Ca^{+2} (128.84) en yüksek değer olarak bulunurken. 250 ppm Ca^{+2} (128.63) en düşük değer olarak bulunmuştur. Kontrole kıyasla elde edilen veriler istatistiki olarak aynı grupta yer almıştır.

“c” değeri açısından değerlerine bakıldığında kontrolden grubundan sonra 250 ppm Ca²⁺ (22.65) en yüksek değer olarak bulunurken. 350 ppm Ca²⁺ uygulaması (21.66) en düşük değer olarak bulunmuştur.

Araştırmada üzerinde çalışılan domates bitkisinin renk değerleri olan “L*”, “a*”, “b*”, “h*” ve “c*” açısından karşılaştırılmasında domates yapraklardan elde edilen bulgular Çizelge 4.35’de verilmiştir. Yapılan ölçümler sonucunda çeşitler açısından “L*”, “a*”, “b*”, “h*” ve “c*” açısından istatistiki olarak bitkiler arasında önemli (p<0.01) farklılık bulunmuştur.

Çizelge 4.35. Potasyum(K⁺) uygulanmış üşüme stresi altındaki bitkilerin yapraklarındaki Renk değerleri.

Uygulama	L	Farklılık (*)	a*	Farklılık (*)	b*	Farklılık (*)	h	Farklılık (*)	c	Farklılık (*)
Kontrol	32.06	B	-10.53	a	11.07	c	133.76	a	15.28	c
136 ppm K ⁺	35.21	A	-13.12	b	15.68	ab	130.25	c	20.45	ab
156 ppm K ⁺	34.89	A	-13.28	b	16.16	a	129.73	c	20.93	a
176 ppm K ⁺	34.80	A	-12.47	b	14.27	ab	131.35	bc	18.96	ab
196 ppm K ⁺	33.87	A	-10.71	a	11.54	c	133.13	ab	15.76	c
206 ppm K ⁺	34.60	A	-12.27	b	13.35	bc	131.80	abc	17.89	bc

*: Duncan (P<0.01).

L* değerine bazında değerlerine bakıldığında uygulamalar arasında farklılık istatistiksel olarak aynı iken 136 ppm K⁺ (35.53) en yüksek bulunmuş. kontrolden sonra 196 ppm K⁺ (34.76) en düşük değer olarak bulunmuştur.

“a” değeri açısından değerlerine bakıldığında kontrolden grubundan sonra 196 ppm K⁺ (-10.71) en yüksek değer olarak bulunurken. istatistiksel olarak diğer uygulamalarda farklılık aynı iken 156 ppm K⁺ uygulaması (-13.28) en düşük değer olarak bulunmuştur.

“b” değeri açısından değerlerine bakıldığında uygulamalara arasında istatistiksel olarak farklılık bulunurken 156 ppm K⁺ (16.16) en yüksek değer olarak gözlemlenmiş. kontrolden sonra en düşük değer 196 ppm K⁺ (11.54) olarak bulunurken kontrolle istatistiksel olarak aynı grupta yer almıştır.

“h” değeri açısından değerlerine bakıldığında kontrol grubundan sonra 196 ppm K⁺ (133.13) en yüksek değer olarak bulunurken. 156 ppm K⁺ (129.73) en düşük değer olarak bulunmuştur. İstatistiki olarak uygulamalar farklı grupta yer almıştır.

“c” değeri açısından değerlerine bakıldığında 156 ppm K⁺ (20.93) en yüksek değer olarak bulunurken. 196 ppm K⁺ uygulaması (15.76) en düşük değer olarak bulunmuştur.

Araştırmada üzerinde çalışılan domates bitkisinin renk değerleri olan “L*”, “a”, “b”, “h” ve “c” açısından karşılaştırılmasında domates yapraklardan elde edilen bulgular Çizelge 4.36’da verilmiştir. Yapılan ölçümler sonucunda çeşitler açısından “L*”, önemli ($p<0.05$) farklılık. “a”, “b” ve “c” açısından daha önemli ($p<0.01$) olurken “h” oldukça istatistiki olarak bitkiler arasında oldukça önemli ($p<0.001$) farklılık bulunmuştur.

Çizelge 4.36. Kalsiyum(Ca^{+2})+Potasyum(K^{+}) Uygulanmış üşüme stresi altındaki bitkilerin yapraklarındaki Renk değerleri.

Uygulama	L	Fark (*)	a*	Fark(*)	b*	Fark (*)	h	Fark(*)	c	Fark(*)
Kontrol	33.44	ab	-10.94	ab	11.0	b	135.0	a	15.52	b
200 ppm Ca^{+2} +136 ppm K^{+}	32.69	b	-10.27	a	10.56	b	134.26	a	14.73	b
200 ppm Ca^{+2} +136 ppm K^{+}	35.56	a	-12.97	c	14.99	a	130.9	b	19.82	a
200 ppm Ca^{+2} +136 ppm K^{+}	34.99	ab	-12.28	bc	14.02	a	131.2	b	18.63	a
200 ppm Ca^{+2} +136 ppm K^{+}	35.51	a	-13.29	c	15.81	a	130.06	b	20.65	a
200 ppm Ca^{+2} +136 ppm K^{+}	34.56	ab	-12.53	bc	14.40	a	131.03	b	19.10	a

*: Duncan ($P<0.01$).

L* değerine bazında değerlerine bakıldığında uygulamalar arasında 250 ppm Ca^{+2} +156 ppm K^{+} , 350 ppm Ca^{+2} +196 ppm K^{+} istatikselsel olarak aynı grupta yer alırken. kontrol, 300 ppm Ca^{+2} +176 ppm K^{+} ve 400 ppm Ca^{+2} +216 ppm K^{+} istatikselsel olarak aynı grupta yer alarak değerselsel olarak 400 ppm Ca^{+2} +216 ppm K^{+} (34.56) en düşük değer olarak bulunmuştur.

“a” değeri açısından değerlerine bakıldığında 200 ppm Ca^{+2} +136 ppm K^{+} (-10.27) en yüksek değer olarak bulunurken, 250 ppm Ca^{+2} +156 ppm K^{+} (-12.97) ve 350 ppm Ca^{+2} +196 ppm K^{+} uygulaması (-13.29) en düşük değer olarak bulunmuştur.

“b” değeri açısından değerlerine bakıldığında 350 ppm Ca^{+2} +196 ppm K^{+} (15.81) en yüksek değer olarak bulunurken, istatikselsel açıdan aynı grupta yer alırken. En düşük değer 200 ppm Ca^{+2} +136 ppm K^{+} (10.56) ve kontrol (11.0) istatikselsel olarak aynı grupta yer almıştır.

“h” değeri açısından değerlerine bakıldığında kontrol grubundan sonra 200 ppm Ca^{+2} +136 ppm K^{+} (134.26) en yüksek değer olarak bulunurken, istatikselsel olarak aynı grupta yer almıştır. 250 ppm Ca^{+2} +156 ppm K^{+} , 300 ppm Ca^{+2} +176 ppm K^{+} , 400 ppm Ca^{+2} +216 ppm K^{+} ve 350 ppm Ca^{+2} +196 ppm K^{+} istatikselsel olarak aynı grupta yer alırken en düşük değerlere sahip olmuşlardır.

“c” değeri açısından değerlerine bakıldığında 350 ppm Ca^{+2} +196 ppm K^+ (20.65) en yüksek değer olarak bulunurken. istatistiksel açıdan aynı farklılıkları almıştır. 200 ppm Ca^{+2} +136 ppm K^+ uygulaması (14.73) en dşk değer olarak bulunmuştur. Kontrol ve 200 ppm Ca^{+2} +136 ppm K^+ uygulaması istatistiksel olarak aynı grupta yer almıştır.



5. TARTIŞMA VE SONUÇ

Üşüme stresi uygulanmış Domates (*Solanum lycopersicon*) bitkisine, kalsiyum (Ca^{+2}), potasyum (K^{+}) ve kalsiyum + potasyumca zenginleştirilmiş ($\text{Ca}^{+2}+\text{K}^{+}$) besin solüsyonları uygulanarak bitkilerindeki morfolojik ve biyokimyasal etkilerinin araştırıldığı bu çalışmada, bitkilerin üşümeye olan toleransının nasıl etkilendiği belirlenmeye çalışılmıştır. Çalışma sonunda alınan örneklerde, bazı bitki gelişim parametreleri, üşümeye tolerans skala değerleri, iyon, MDA, klorofil, Renk ve bazı enzim(SOD, CAT ve APX) aktiviteleri belirlenmiştir.

Büyüme parametreleri bakımından kontrol bitkilerine göre gelişmelerinde ciddi düşüşlerin olduğu görülmüştür. Fakat kalsiyum dozlarına göre değerlendirildiğinde gövde çapı, gövde ağırlığı ve bitki boyu bakımından en düşük değerler 200 ppm Ca^{+2} dozunda çıkmıştır. Bu sonuçlara bakıldığında en çok etkilenen bitkiler 200 ppm lik Ca^{+2} dozu olduğu görülmekte, ancak bitki görünümüne ve skala değerleri incelendiğinde üşüme stresinden en az etkilenen ve yaprakları en canlı duran bitkiler bu uygulamaya ait bitkiler olduğu görülmüştür. Öncelikle böyle çalışmalarda skalanın ve görüntü almanın ne kadar önemli olduğunu belirtmemiz gerekir. Büyüme parametreleri düşük çıkmasına rağmen bitkiler neden diğer uygulamalardakinden daha canlı kalmıştır? Bunun cevabını vermemiz gerekir. Bu çalışmada 200 ppm lik Ca^{+2} dozunun uygun doz olduğunu ve bu dozda yetiştirilen bitkiler üşüme stresi altında hem büyümeyi kontrol altında tutmuşlardır. Hem de Ca^{+2} ile alınımında rekabette olan K^{+} alınımını engellememiştir. Ortamda fazla olan Ca^{+2} , Fe'nin bağlanmasına sebep olabilir ve dolayısıyla bitkideki iyon dengesi bozulmuş olabilir. Yapılan bazı çalışmalarda toprakta gereğinden fazla kalsiyum bulunması halinde potasyum, demir, fosfor ve diğer elementler bitkilerin yararlanamayacağı formlara dönüştüğü belirtilmiştir (Boşgelmez ve ark., 2001; Aktaş ve Ateş, 2005). Kalsiyum (Ca^{+2}), bitkinin dış sinyallere cevabında ikincil haberci olarak yer alır (Trewavas ve Malhó, 1997). Soğuk, kuraklık, ışık, patojenler ve bitki hormonları gibi çeşitli biyotik ve abiyotik uyarıcılar sitozolik kalsiyum konsantrasyonunda geçici bir artışa neden olurlar (Knight ve Knight, 2000; Scrase-Field ve Knight, 2003). Daha sonra kalsiyum algılayıcıları, Ca^{+2} işaretlerinin protein fosforilasyonu, hücre iskeletinin yeniden düzenlenmesi ve gen ifadelerinin değişimini

içeren etkilerine uyum sağlar (Rudd ve Franklin-Tong, 2001; Sanders ve ark., 2002). Bir bitkinin düşük sıcaklığa en erken cevap olaylarından biri, serbest sitozolik Ca^{+2} konsantrasyonunun geçici yükselmesidir. Serbest sitozolik Ca^{+2} konsantrasyonundaki soğukla indüklenen değişiklikler ile soğuk-cevap genleri ve soğuğa toleransın gelişimi birbiriyle ilişkilidir. Bu gibi durumlarda dışarıdan potasyum ve kalsiyum takviyesi acil ve gerekli bir koşuldur. Bu koşul yerine getirildiğinde bitkinin stresten etkilenme derecesi azalmaktadır (Kaya ve Tuna, 2005; Nasri ve ark. 2008). İyi bir kalsiyum (Ca^{+2}) beslenmesi bitkilerin stresi algılamada ve strese karşı savunma mekanizmalarını tetiklemede önemli bir fizyolojik rol üstlenmektedir (Çakmak, 2015). Toğay ve ark (2016) bezelyede yaptıkları çalışmada tüm bezelye hat ve çeşitleri kışlık çeşitler olmasına karşın soğuk uygulamasıyla gelişmelerinde azalmaların olduğu görülmüş, ancak düşük sıcaklık altında hatlar genel anlamda aynı performansı göstermişler. Yaşar ve ark. (2017) fasulyede yaptıkları çalışmada toleranslı çeşitlerin üşüme stresine karşı daha iyi bir tolerans gösterdikleri görülmüştür.

Bizim çalışmamızda, üşüme stresi altında yetiştirilen bitkilere potasyumca zenginleştirilmiş besin solüsyonu verildiğinde de Ca^{+2} uygulamalarına benzer sonuçlarla karşılaşmaktayız. Ancak burada potasyum dozu arttıkça bitki boyunda azalma olmuş fakat diğer uygulamalara kıyasla 216 ppm lik K^{+} dozunda yetişen bitki yaprakları düşük sıcaklıktan daha az etkilenmiştir. Skala değerleri daha yüksek bulunmuştur. Potasyumun 216 ppm lik dozunun 200 ppm kalsiyum dozuyla daha uygun olduğu görülmüş. Bu dozlarda özellikle mikro element dengesinin sağlanmasında ve korunmasında uygun dozlar olduğu görülmüştür. Potasyum enzim aktivitesine, fotosenteze, bitki besin elementlerinin ve fotosentez ürünlerinin taşınmalarına yardım eder, protein kapsamını artırır, turgoru ve bitki su tüketimini dengeler. Potasyumun ayrıca başka bir özelliği ise bitkilerde yatmayı önler, soğuğa, hastalık ve zararlılara karşı dayanıklılığı artırır (Kacar, 2005). Yeteri kadar potasyum alamayan bitkilerin dondan daha fazla etkilendikleri ve zarar gördükleri saptanmıştır. Grewal ve Singh, (1980) patates bitkisinde yapmış oldukları çalışmada, potasyum miktarına ve dolayısıyla yaprakların potasyum içeriklerine bağlı olarak patates bitkisinde don zararlanması önemli derecede azaldığını belirtmişlerdir. Yine, Yiğit ve Güleryüz, (1995) Kütahya vişnesinde potasyum sülfat gübrelemesinin soğuğa dayanım üzerindeki etkilerini incelediği çalışmada, potasyumun bitkilerdeki dayanıklılığı karbonhidrat metabolizmasını etkileyerek arttırdığı, uygun

dozlarda uygulanan K^+ 'lu gübrelerin bitki dokusunda şeker birikimini ve osmotik basıncı artırmak suretiyle donma noktasını daha düşük sıcaklıklara çektiğini belirlemişlerdir.

$Ca^{+2}+K^+$ nın farklı dozlarının uygulanmasıyla da bitkilerin üşüme stresine tepkilerinde önemli etkilerinin pek olmadığı görülmüştür. Bu uygulamalarda en iyi görünen bitkiler 200 ppm Ca^{+2} +136 ppm K^+ uygulamasında görülmüştür. Ancak buradaki bitkiler 216 ppm K^+ uygulamasındaki yada 200 ppm Ca^{+2} uygulamasındaki kadar iyi görünmemiştir. Daha çok üşüme zararı görülmüştür. 200 ppm Ca^{+2} dozu uygun olmuş fakat 136 ppm K^+ dozu düşük olmuştur. Tek başına K^+ dozları uygulandığında 200 ppm Ca^{+2} dozu sabit tutulurken 216 ppm K^+ dozu üşüme stresine karşı bitkileri daha iyi korumuştur. Potasyum, bitkinin kök gelişmesini sağladığı gibi gövde de sklerenkima ve parankima hücrelerinin dolayısı ile dokularının dengeli büyümesinin sağlar. Yine bitkilerin su tüketimini ayarlayıp ürün miktarını belirlediği gibi bitkinin gerek fizyolojik yapısına anılan dokularla dayanıklılık kazandırarak gerekse yeterince kolay çözünebilir bileşikler oluşturup bitkide suyun donma noktasını aşağı çekerek onların soğuktan zarar görmesini önler. Yapılan araştırmalar, bitkiye yeterince K^+ verilmesi ile dondan zarar görmelerinin önemli derecede engellendiğini ortaya koymuştur (Fırat, 1998). Potasyumun bitkilerdeki dayanıklılığı karbonhidrat metabolizmasını etkileyerek arttırdığı, uygun dozlarda uygulanan K^+ 'lu gübrelerin bitki dokusunda şeker birikimini ve osmotik basıncı artırmak suretiyle donma noktasını daha düşük sıcaklıklara çektiğini belirlemiştir (Yiğit ve Gülerüz, 1995).

Ca^{+2} birikimi bakımından bitkilerin kök ve gövdelerindeki miktarlarına bakılmıştır. Kontrol bitkilerinin Ca^{+2} birikimleri yüksek çıkmıştır. Üşüme stresi altında bitkilerin solunumları ve dolayısıyla tüm metabolik sistemde yavaşlama olduğu için, özellikle su kaybı az olduğu için düşük sıcaklık altındaki bitkilerin besin alımları düşmüştür. Buna paralel olarakta gelişmeleri ve besin elementi içerikleri de kontrol bitkilerine göre düşük bulunmuştur. Fakat üşüme stresi uygulanmış bitkilerin Ca^{+2} birikimi en yüksek doz olan 400 ppm olan Ca^{+2} dozunda bulunmuştur. Diğer dozlarda Ca^{+2} dozu ardışık olarak artmasına rağmen değişmemiştir. Aynı çıkmıştır. 400 ppm lik kalsiyum dozu çok fazla geldiği için K^+ alınımını iyice baskılayarak alımını engellemiş ve kendisi yani kalsiyum çok fazla alınmıştır. Toprakta gereğinden fazla kalsiyum bulunması halinde potasyum, demir, fosfor ve diğer elementler bitkilerin

yararlanamayacağı formlara dönüşür (Boşgelmez vd., 2001). Düşük sıcaklığa maruz kalan bitkilerin dokularında Ca^{+2} 'da geçici bir artış meydana gelebilir (Puhakainen, 2004). Çünkü, böyle durumlarda apoplasttan sitoplâzma sıvısına Ca^{+2} akışı meydana gelmekte ve plasma membranlarında bulunan Ca^{+2} kanalları sıcaklık düşüşüne karşı sensör görevi yapmaktadırlar (Smallwood ve Bowles, 2002). Ayrıca, kalsiyum bitki besin maddelerinin alınmasında; bitki ve toprakta bulunan toksik maddelerin çökmesinin yanında bitkilerde protein oluşumunda ve karbonhidratların taşınmasında kalsiyum önemli rol oynar (Plaster, 1992; Çepel, 1996; Boşgelmez vd., 2001; Kacar ve Katkat, 2010).

Kalsiyumun farklı dozlarının üşüme stresi altındaki bitkilere uygulanmasıyla bitkilerin gövde ve yapraklarındaki besin elementi içerikleri anlamlı sonuçlar vermemiştir. Potasyum + kalsiyum uygulamasındaki besin elementi sonuçları içinde aynı şeyleri söylemek mümkündür. Ancak üşüme stresi uygulanmış domates bitkilerine potasyumca zenginleştirilmiş besin solüsyonu uygulandığında özellikle 216 ppm lik dozu besin elementlerinin alımında önemli bir denge oluşturduğu görülmektedir. Bitkilerde iyon dengesinin oluşması bitkilerin üşüme stresinden daha iyi korunduğunu göstermektedir. Potasyum veya kalsiyum eksikliğinde oluşan durum, bitkide ozmoregülasyonu bozulmakta ve enzim aktivasyonu engellenmekte, metabolizma olumsuz etkilenmektedir. Böyle bir durumda dışarıdan potasyum takviyesi yapıldığı takdirde, bitkinin stresten etkilenmesi azalmaktadır (Kaya ve Tuna, 2006).

Üşüme stresi uygulanmış bitkilerin üşüme zararına bağlı olarak hücrede meydana getirdiği lipid peroksidasyonun yan ürünü olan MDA miktarları incelendiğinde kontrole göre üşüme stresi uygulamalarının hepsinde artışların olduğu belirlenmiştir. Kontrole göre en yüksek artış 400 ppm Ca^{+2} uygulamasında meydana gelirken, en düşük artış ise 200 ppm Ca^{+2} uygulamasında gözlemlenmiştir. Yine, farklı dozlarda potasyum uygulanmış domates bitkilerinin üşüme stresi altındaki MDA miktarları kontrole göre tüm uygulamalarda artışların olduğu görülmüştür. Fakat en fazla artış 196 ppm K^{+} uygulamasında olurken, en düşük artış 216 ppm lik K^{+} uygulamasında görülmüştür. Benze şekilde diğer bir uygulama şekli olan Ca^{+2} ve K^{+} dozlarının her ikisinin birden artırılarak üşüme stresi ile birlikte uygulandığı çalışmada yine benzer sonuçlar elde edilmiştir. Burada da 200 ppm Ca^{+2} + 136 ppm K^{+} dozundaki MDA miktarı daha düşük bulunurken, 400 ppm Ca^{+2} + 216 ppm K^{+} dozunda MDA

miktarı daha yüksek çıkmıştır. Burada kalsiyumun 200 ppm lik dozunun tek başına uygulandığında olumlu etki yaptığını görmekteyiz. Yine potasyumun tek başına 216 ppm lik dozu daha olumlu etki yapmıştır. Fakat 400 ppm Ca^{+2} +216 ppm K^{+} dozu olumsuz sonuç vermiştir. Demek ki burada kalsiyumun yüksek dozunun etkisi daha fazla olmuş ve potasyumun alımında engelleyerek olumlu etkisini baskılamıştır. Kalsiyumun uygun dozunda potasyum dozu düşük dahi olsa daha olumlu etki yaptığı ve bitkiyi üşüme zararından daha iyi koruduğu anlaşılmaktadır. Belki kalsiyum + potasyum dozları 200 + 216 ppm şeklinde olmuş olsaydı daha iyi sonuçlar olabilirdi. Kalsiyum ve potasyum iyonlarının üşüme stresine karşı etkilerini incelediğimizde, bitki büyüme ve gelişme parametrelerin de ve bitkilerin üşüme stresinden etkilenme derecesini gösteren gelişme skalasını incelediğimizde de aynı dozların olumlu ve olumsuz etkilerinin olduğunu görmekteyiz. 200 ppm Ca^{+2} dozunda bitkilerin üşümeden daha az etkilendiği hem gelişim parametrelerinden görülmekte ve hem de skala ve bitkilerin görüntülerinden anlaşılmaktadır. İyon dengesizliğinin ve köklerde hücre zarı geçirgenliği bozulmasının bitkinin beslenme rejimini etkileyerek, metabolik olaylarda kullanılan temel bazı elementlerin alımını önlediğini, bunun da fizyolojik sorunların ortaya çıkmasına neden olacağını ileri sürmektedirler (Villora ve ark. 1997). Dondurucu olmayan düşük sıcaklık (DS) koşullarında en önemli zararlanma membranlarda ortaya çıkar; membran permeabilitesi artar ve solütlerin sızmasıyla iyon dengesi bozulur (Parkin vd., 1989).

Stres altındaki bitkilerde oluşan ROS leri membran lipidlerinin peroksidasyonuna neden olmakta ve hücre zarında hasara yol açmakta (Sreenivasulu ve ark 2000, Yasar ve ark 2008), böylece ortaya çıkan iyon sızması da Tıprıdamaz ve Ellialtıoğlu (1994) tarafından abiyotik strese toleransları için bir gösterge olarak kullanılmıştır. Bunun yanında lipid peroksidasyonu ürünü olan malondialdehit'in miktarının belirlenmesi, oksidatif zararın en basit göstergesi olarak kullanılmaktadır (Yaşar 2003; Yasar ve ark., 2006, 2008; 2010; Uzal, 2017). Bizim yaptığımız çalışmada da MDA miktarında diğer parametrelere paralel olarak üşüme stresi uygulanan bitkilerin MDA miktarları kontrole göre artmış, ancak uygun Ca^{+2} ve K^{+} dozlarında azalmaların olduğu da görülmüştür. Klorofil birikimlerinde de benzer durumlar görülmüştür. K^{+} dozları arttıkça bitkilerin yapraklarındaki klorofil miktarlarında artışlar olmuştur. Bitkinin üşüme stresinden etkilenme düzeyi ile

yapraklarda ölçülen MDA miktarı arasında ilişki bulunduğu görülmüştür. Stresten kaynaklı hücrelerin zararlanma derecesini gösteren MDA miktarlarının 200 ppm Ca^{+2} uygulamasında düşük, 400 ppm Ca^{+2} dozunda yüksek çıkması diğer parametrelerle uyumlu olmuştur ve çalışma kendi içinde doğruluğunu test etmiştir. Bizim çalışmamızda görüldüğü gibi potasyumun uygun dozlarının üşüme stresi altında bile olsa hücrede iyon dengesini sağlayarak bitkiyi stresin olumsuz etkisinden koruyabilmektedir. Aynı zamanda diğer koruyucu faktörlerden olan klorofil pigmentlerinde artışına sebep olmaktadır. Kritik sıcaklığın altında membran lipidleri kristal-likit hale dönüşür ve bu değişim sonucu, membranın por ve kanallarındaki permeabilite artar. Bu durumda hücre içi çözelti dengesi bozulur ve üşümeden dolayı hasara uğramış hücre ve organellerin membranlarında, iyon ve diğer çözeltilerin sızması ve ayrıca proton transport mekanizmasında da bozulmalar görülür (Yoshida vd., 1979).

Soğuk uygulaması ile birlikte farklı dozlarda Ca^{+2} uygulanan domates bitkilerinde katalaz, askorbat peroksidaz ve süperoksit dismutaz enzimlerinin aktivitelerine bakılmıştır. Domates bitkilerine 15 günlük üşüme stresi ile birlikte Ca^{+2} uygulandıktan sonra alınan bitki örneklerinin yapraklarındaki CAT enzim aktivitesi kontrol bitkilerine kıyasla önemli derecede yükseldikleri görülmüştür. Ancak bu yükseliş Ca^{+2} dozlarına göre farklılıklar göstermiştir. En yüksek CAT değeri 400 ppm Ca^{+2} uygulamasında ölçülürken en düşük değer ise 200 ppm Ca^{+2} uygulamasında ölçülmüştür. Kalsiyum dozu arttıkça CAT aktivitesinin arttığı görülmüştür. Aynı şekilde üşüme stresi ile birlikte potasyum uygulamalarının yapıldığı bitkilerin CAT enzim aktiviteleride kontrol bitkilerine göre önemli artışların olduğu görülmüştür. Ancak bu artışlarda üşüme + Ca^{+2} uygulamalarının tersine bir seviyeye kadar potasyum dozu artışına paralel olarak CAT enzim aktivitesinde artış gözlemlenirken, 196 ppm K^{+} ve 216 ppm K^{+} dozlarında düşmeye başlamıştır. Özellikle 200 ppm Ca^{+2} dozu ve 216 ppm K^{+} dozlarının uygulandığı bitkiler üşüme stresi altında daha iyi performans göstermişler ve stres zararından daha iyi korunmuşlardır. Tüm uygulamalardaki bitkiler aynı çeşide ait bitkiler olduğu için strese daha fazla maruz kalmış bitkilerin enzim aktiviteleri daha yüksek çıkmıştır. Buradan da anlaşılıyor ki kalsiyumun ve potasyumun uygun dozları bitkiyi üşüme stresine karşı koruyucu farklı önlemlerin aldıklarıdır. Bu durumda bitkilerin enzim aktivitelerini yükseltme gereği duymadıklarını göstermiştir. Bugüne kadar pek çok araştırmacı farklı tür ve çeşitlerle yapmış oldukları stres çalışmasında

genelde stres altındaki bitkilerin antioksidant enzim aktiviteleri çeşidin genetik yapısına bağlı olarak özellikle toleranslı çeşitlerde yükselme olduğu görülür. Bitkilerin stresten zararlanmamasının en önemli nedenini antioksidatif enzimlerin aktive olmasıyla bitki hücrelerini oluşturan radikal oksijen türevlerinin zararlı etkisinden korumalarından kaynaklı olduğunu savunmuşlardır (Gosset ve ark. 1994; Hernandez ve ark., 1995; Shalata ve Tal 1998; Sreenivasulu ve ark. 2000; Yaşar 2003; Yaşar ve ark 2006, 2007, 2008, 2014, 2016). Ancak, bizim çalışmamızdan elde ettiğimiz antioksidant enzim aktiviteleri sonuçları ile MDA, Klorofil ve toplam bitki yaş ağırlıklarının sonuçlarını ve özellikle iyon birikimlerini bir bütün olarak değerlendirdiğimizde, kalsiyumun ve potasyumun uygun dozlarının bitkileri üşüme stresinin olumsuz etkisinden nisbeten koruduğunu ve bitkiler strese girmediklerinden ya da çok az girdiklerinden dolayı antioksidant enzimlerin aktivitelerinde diğer (uygun olmayan) dozlara kıyasla düşüşlerin olduğunu söyleyebiliriz.

Sonuç olarak üşüme stresi altındaki domates bitkilerine uygun dozlarda kalsiyum ve potasyum uygulandığında, bu iyonlar domates bitkilerini stresin olumsuz etkilerinden koruduğunu daha az stresten etkilendiğini özellikle elde ettiğimiz MDA ve antioksidant enzim aktiviteleri sonuçlarından görebiliyoruz. MDA miktarları artan uygulamalarda antioksidant enzim aktiviteleri de artmış, MDA miktarının azaldığı uygulamalarda enzim aktiviteleri diğerlerine göre daha az çıkmıştır. Stres düzeyi düşük olan bitkilerin antioksidant enzim aktiviteleride düşük çıkmıştır. Bu sonuçlar bitkilerin üşüme stresinden etkilenme durumunu gösteren skala değerleri ve görsellerle benzerlik göstermiştir.



KAYNAKLAR

- Agarwal, A., et al., 2001. Lycopene content of tomato products: its stability, bioavailability and in vivo antioxidant properties. *Journal of Medicinal Food*, **4**(1): 9-15.
- Aksoy, H.M., 2017. Pseudomonas putida-Induced response in phenolic profile of tomato seedlings (Solanum lycopersicum L.) infected by Clavibacter michiganensis subsp. michiganensis. *Biological Control*, **105**: 6-12.
- Aktaş M., Ateş A., 1998. *Bitkilerde Beslenme Bozuklukları Nedenleri Tanınmaları*. Nurol Matbaacılık A.Ş., Ostim-Ankara.
- Aktaş, M., Ateş, M. 2005. *Bitkilerde Beslenme Bozuklukları: Nedenleri ve Tanınmaları*. Engin yayınevi.
- Al-Remi, F., 2018 Domates Bitkisi Ve in Vitro Mikro Çoğaltımı (Tomato Plant and Its In Vitro Micropropagation). *Journal of Engineering Technology and Applied Sciences*, **3**(1): 55-73.
- Bois, J.F., Winkel, T., Lhomme, J.P., Raffail-lac, J.P., Rocheteau, A. 2006. Re-sponse of some Andean cultivars of qui-noa (Chenopodium quinoa Willd.) to temperature: effects on germination, phenology, growth and freezing. *Eur. J. Argon*. **25**: 299-308.
- Boşgelmez A., Boşgelmez İ İ., Savaşçı S., Paslı N., 2001. *Ekoloji – II (Toprak)*. Başkent Klîşe Matbaacılık, Kızılay-Ankara. 1054.
- Boyer, JS., 1982. Plant productivity and environment potential for increasing crop plant productivity, *Science*, **218**(4571): 443-448.
- Brady, NC., 1990. *The Nature and Properties of Soils*, 10. Macmillan Publishing Company, 10, New York, USA. 550.
- Burak, M., 1989. *Marmara Bölgesi'nde Yetiştirilen Önemli Bazı Şeftali Çeşitlerinin Dona Dayanımları Üzerinde Araştırmalar*. (Doktora Tez Projesi). Atatürk Bahçe Kültürleri Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Yalova.
- Cheng, S-H., Willmann, M.R., Chen, H-C., Sheen, J. 2002. Calcium signalling through protein kinases, The Arabidop-sis calcium- dependent protein kinase gene family. *Plant Physiol*, **129**: 469-485.
- Chinnusamy, V., Zhu, J., Zhu., J.K. 2006. Gene regulation during cold acclimation in plants. *Physiol Plantarum* **126**: 52- 61.
- Conway, W.S., C.E. Sams, A.E. Watada, H. Hyodo. 1995. Relationship between total and cell wall bound calcium in apples following postharvest pressure infiltration of calcium chloride. *Acta Horticulturae*, **398**: 31-39
- Çakmak, I., Marschner, H., 1992. Magnesium defficiency and higlight intensity enhance activities of superoxide dismutase, ascorbate peroxidase and glutathione reductase in bean leaves. *Plant Physiol*, **98**: 1222-1226.
- Çakmak, İ., 2015. Bitkilerin Stres Koşullarına Dayanıklılığında Mineral Beslenmenin Önemi. *1.Ulusal Bitki Fizyolojisi Sempozyumu*. 17-21 Eylül 2015, Erzurum. Türkiye
- Çepel N., 1996. *Toprak ilmi*. 3945. İ.Ü Orman Fakültesi 438, İstanbul. 276.
- Durmuş, M., 2018 *Domates Bitkisinde Biyoteknolojik Çalışmalar ve GDO Tanısı* (yüksek lisans tezi basılmamış). Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Tarımsal Biyoteknoloji Anabilim Dalı, Samsun. Türkiye.

- Fageria, V. D. 2001. Nutrient Interactions In Crop Plants. *Journal of Plant Nutrition*, **24** (8): 1269-1290.
- Fırat, B., 1998. *Bitki Nasıl Beslenir*. Atlas Kitapevi Yayınları, 335, Konya. 292.
- Figueiredo-González, M., 2017. Further insights on tomato plant: Cytotoxic and antioxidant activity of leaf extracts in human gastric cells. *Food and Chemical Toxicology*, **109**: 386-392.
- Figueiredo-Gonzalez, M., Valentao P., and Andrade P.B., Tomato plant leaves: From by-products to the management of enzymes in chronic diseases. *Industrial crops and products*, **94**: 621-629.
- Foth, H.D., 1984. *Fundamentals of Soil Science*. John Wiley and Sons,7, New York. 208.
- Gardiner, D. T., Miller R. W. 2008. *Soils in Our Environment*. Pearson/Prentice Hall, Upper Saddle Hill, 7, Ne Jersey, USA. 624.
- Gossett, D.R., Millhollon, E.P., Lucas, M.C., 1994. Antioxidant response to NaCl stress in salt-tolerant and salt-sensitive cultivars of cotton. *Crop Sci.*, **34**: 706-714.
- Grewal, J. S., Singh, S. N., 1980. Effect of potassium nutrition on frost damage and yield of potato plants on alluvial soils of Punjab (India). *Plant and Soil* **57**: 105 – 110.
- Güzel, N. Gülüt, K.Y., Büyük, G., 2004. *Toprak Verimliliği ve Gübreler*. Ç.Ü., Ziraat Fakültesi, 80, Adana. 654.
- Hawker, J.S., H. Marschner and W.J.S., Downton, 1974. Effect of sodium and potassium on starch synthesis in leaves. *Aust. J. Plant Physiol*, **1**: 491-501
- Heino, P., Palva, E.T., 2003. *Signal transduction in plant cold acclimation, Plant responses to abiotic stress. Topics Current Genetics*. One edition, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, German. 302.
- Hernandez, J.A., Olmos, E., Corpas, F.J., Sevilla, F., Del Rio, L.A., 1995. Salt – induced oxidative stress in chloroplast of pea plants. *Plant Science*, **105**: 151-167.
- Hoagland, D.R., Arnon, D.I., 1938. *The Water Culture Method for Growing Plants Without Soil*. One edition, Circ., Calif., Agr., Exp., Sta., U.S.A. 347.
- Hu, Y., Schmidhalter, U., 2005. Drought and salinity: a comparison of their effects on mineral nutrition of plants. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*, **168**(4): 541-549.
- Hwang, E.-S., P.E. Bowen, Can the consumption of tomatoes or lycopene reduce cancer risk? *Integrative cancer therapies*, 2002. 1(2): p. 121-132. *Journal of Plant Nutrition*. 27 (1): 123-129.
- Kabelka, E., W. Yang., D.M. Francis, 2004. Improved tomato fruit color within an inbred backcross line derived from *Lycopersicon esculentum* and *L. hirsutum* involves the interaction of loci. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, **129**(2): 250-257.
- Kacar, B., 2005. Potasyumun bitkilerde işlevleri ve kalite üzerine etkileri. *Ege Üniversitesi'nin 50. Kuruluş Yılı Etkinlikleri*. 3-4 Ekim 2005, Eskişehir, 20-31
- Kacar, B., Katkat, V., 2010 *Bitki Besleme*. Nobel Yayın Dağıtım Tic. Ltd. Şti, 5, Kızılay-Ankara.
- Kacar, B. Katka, A.V., 2007. *Bitki besleme*. Nobel Yayın, 849, Ankara.
- Kacperska, A., 2004. Sensor type in signal transduction pathways in plant cells responding to abiotic stressors: do they depend on stress intensity? *Physiol Plantarum*, **122**: 159-168.

- Kantarıcı, M.D., 2000. *Toprak İlimi*. İÜ Toprak İlimi ve Ekoloji Anabilim Dalı, 4261, İstanbul. 420.
- Kaya, C., L., Tuna., D., Higgs, 2006. Effect of silicon on plant growth and mineral nutrition of maize grown under water stress conditions. *Journal of Plant Nutrition*, **29** (8): 1469-1480.
- Kemler, G., Krauss A., 1987. Potasyum ve Stres Toleransı. *Bitkisel Üretimde N-K İnteraksiyonu Uluslararası Gübre Semineri*. 6-7 Ekim 1987, Antalya.
- Knight, H. ve Knight, M.R. (2000). Imaging spatial and cellular characteristic of low temperature calcium signature after cold acclimation in Arabidopsis. *J. Exp. Bot.*, **51**:1679-1686.
- Kopsell, D.A., Kopsell, D.E., 2006. Accumulation and bioavailability of dietary carotenoids in vegetable crops. *Trends in plant science*, **11**(10): 499-507.
- Kratsch, H.A., Wise, R.R., 2000. The ultrastructure of chilling stress. *Plant Cell Environ*, **23**: 337-350.
- Lauchli, A., Pflüger, R., 1978. *Potassium Transport Through Plant Cell Membranes And Metabolic Role Of Potassium In Plants*. In: Potassium research- Review and Trends. Potash Inst. Bern, : 111-163.
- Levitt, J. 1980. *Responses of Plants to Environmental Stresses: Chilling, freezing, and high temperature stresses*. New York and London Academic Press, 10, California. 497
- Lopez, J., et al. 2000. Color and lycopene content of several commercial tomato varieties at different harvesting dates. *VII International Symposium on the Processing Tomato* 542.
- Ludvig, A.A., Romeis, T., Jones, J.D.G. 2004. *CDPK-mediated signalling pathways, specificity and cross-talk*. *J. Exp. Bot.* **55**, 181-188.
- Luna, C., Seffino, L.G., Arias, C., Taleisnik, E., 2000. Oxidative stress indicators as selection tools for salt tolerance in *Chloris gayana* *Plant Breeding* **119**: 341-345.
- Lutts, S., Kinet, J.M., Bouharmont, J., 1996. NaCl- Induced senescence in leaves of rice (*Oryza sativa* L.) cultivars differing in salinity resistance. *Annals of Botany*, **78**: 389-398.
- Mahajan, S., Tuteja, N., 2005. Cold, salinity and drought stresses: an overview. *Arch. Biochem. Biophys*, **444**: 139-158.
- Martinez-Ghersa, M. A., Olszyk, D., Radosevich, S. R., 2008. Growth and yield responses of Italian ryegrass (*Lolium multiflorum*) to diclofop-methyl and ozone. *Weed Research*, **48** (1): 68-77.
- McCauley, A., Jones, C., Jacobsen, J., 2009 . *Nutrient management module 9* Montana State University Extension Service, Publication, 4449-9, 1-16.
- Muradoğlu, F., 1998. *Bazı Kayısı Çeşitlerinin Dona Dayanıklılık Durumlarının Saptanması Ve Kayıılarda Dona Tolerans İle Bitki Besin Elementleri Arasındaki İlişkinin İncelenmesi Üzerine Bir Araştırma*. Y.Y.Ü, Fen Bilimleri Enstitüsü, Van
- Murata, N., Los, D.A. 1997. Membrane fluidity and temperature perception. *Plant Physiol.* **115**: 875-879.
- Nasri, M., zahedi, H., moghadam, H.R.T., ghooshcı, F., paknejad, F., 2008. Investigation of Water Stress on Macro Elements in Rapeseed Genotypes Leaf (*Brassica napus*). *American Journal of Agricultural and Biological Sciences*, **3** (4): 669-672.

- Navarro-González, I., J. García-Alonso, and M.J. Periago, 2018. Bioactive compounds of tomato: Cancer chemopreventive effects and influence on the transcriptome in hepatocytes. *Journal of Functional Foods*, **42**: 271-280.
- Orvar, B.L., Sangwan, V., Omann, F., Dhindsa, R., 2000. Early steps in cold sensing by plant cells: the role of actin cytoskeleton and membrane fluidity. *Plant Journal*, **23**: 785-794.
- Özbek, H., Kaya, Z., Gök, M., Kaptan, H., 2001. *Toprak Bilimi*. 5. ÇÜ Ziraat Fakültesi Genel Yayın No 73, Ders Kitapları A-16, Adana.
- Parkin, K.L., Marangoni, A., Jackman, R.L., Yada, R.Y. ve Stanley, D.W. 1989. Chilling injury. A review of possible mechanisms. *Journal of Food Bi-ochem*, **13**:127-153.
- Plaster, E J., 1992. *Soil Science and Management*. 2nd Edition, Delmar Publishers Inc., Albany, New York, USA.
- Preusser, E., F. A. Khalil., H. Göring, 1981. Regulation of activity of the granule bound starch synthetase by monovalent cations. *Biochem. Physiol. Pflanz*. 176: 744-752.
- Puhakainen, T., 2004. *Physiological And Molecular Analyses Of Cold Acclimation Of Plants*. Department of Biological and Environmental Sciences, Genetics Faculty of Biosciences, University of Helsinki, Finland.
- Pukacki, P., Pukacka, S., 1987. Freezing stress and membrane injury of Norway spruce (*Picea abies*) tissue. *Physiol. Plant.*, 69: 156- 160.
- Rudd, J.J. ve Franklin-Tong, V.E. (2001). Unravelling response-specificity in Ca²⁺ signalling pathways in plant cells. *New Phytol.*, **151**: 7-33.
- Sakai, A., Larcher, W., 1987. *Frost survival of plants. Responses and adaptations to freezing stress*. Springer- Verlag, Berlin, Heidelberg, 321.
- Sanders, D., Pelloux, J., Brownlee, C. ve Harper, J.F. (2002). Calcium at the crossroads of signalling. *Plant Cell*. **14**: 401-S417.
- Scruse-Field, S. ve Knight, M.R. (2003). Calcium; just a chemical switch?. *Curr. Opin. Plant Biol.*, **6**: 1-7.
- Shalata, A., Tal, M., 1998. The Effect of Salt Stress on Lipid Peroxidation and Antioxidants in The Leaf of the Cultivated Tomato and Its Wild Salt-Tolerant Relative *Lycopersicon pennellii*. *Physiology Plant*, **104**: 169-174.
- Sidiqui, S., F. Bangerth. 1995. Differential effect of calcium and strontium on flesh firmness and properties of cell walls in apples. *Journal of Horticultural Science*, **70**(6): 949-953.
- Smallwood, M., Bowles, D.J., 2002. Plants in a cold climate. *Phil. Trans. R. Soc. Lond. B* **357**: 831-847.
- Snedden, W.A., Fromm, H., 2001. Calmodulin as a versatile calcium signal transducer in plants. *New Phytologist*. **151**: 35-66.
- Sönmez, B., 1990. Tuzlu ve sodyumlu topraklar. *T. O. K. B. Köy Hizmetleri Şanlıurfa Araşt. Enst. Müd. Yayınları* **62**: 60.
- Sönmez, K., Ellialtıoğlu, Ş.Ş., 2014. Domates, karotenoidler ve bunları etkileyen faktörler üzerine bir inceleme. *Derim*, **31**(2): 107-130.
- Sreenivasulu, N., Grimm, B., Wobus, U., Weschke, W., 2000. Differential response of Antioxidant compounds to salinity stress in salt-tolerant and salt-sensitive Seedling of fox-tail millet (*Setaria italica*). *Physiology Plant*, **109**: 435- 442.
- Steponkus, P. L., 1984. Role of the plasma membrane in freezing injury and cold acclimation, *Annual Review of Plant Physiology*, **35**: 543-584.

- Taiz, L., and E. Zeiger., 2006. Plant Physiology. 4th ed. *Sinauer Associates, Inc. Publishers*, Massachusetts.
- Taleisnik, E., Peyran, G., Arias, C., 1997. Respose of *Chlorisgayana* Cultivars to Salinity. 1. Germination and Early Vegetatif Growth.. *Tropical Grassland*,**31**: 232-240.
- Taylor, M.D., Locascio, S.J., 2004. Blossom-End Rot: A Calcium Deficiency. *Journal of plant nutrition*, **27**: 123-139.
- Thomashow, M.F., 1999. Plant cold acclima-tion: Freezing tolerance genes and regulatory mechanisms. Ann. Rev. *Physiology and Molecular Biology of Plants*, **50**: 571-599.
- Tıprıdamaz, R., Ellialtıoğlu, Ő., 1994. *Domates Genotiplerinde Tuza Dayanıklılığın uzalBelirlenmesinde Değişik Tekniklerin Kullanımı*. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakóltesi Yayınları, Yayın No: 1358, Bilimsel Araştırma ve İnceleme 752, 21s.of four major olive cultivars (*Olea europea*. L.). *Plant and Soil*, **106**: 105-111.
- Trewavas, A.J. ve Malhó, R. (1997). Signal perception and transduction: The origin of the phenotype. *Plant Cell*, **9**: 1181-1195.
- Uemura, M., Steponkus, P.L., 1999. Cold acclimation in plants: relation between lipid composition and cryostability of the plasma membrane. *Journal of Plant Research*, **112**: 245-254.
- Uzal O Togay Y., Yaşar F., Togay N., Yildirim B., 2016. Determination of physiological and biochemical reactions of different pea varieties and lines under chilling stress. *Oxidation Communications*, **39**: 3098-3107.
- Uzal Ö., 2017 "The Effect Of GA3 Applications At Different Doses On Lipidperoxidation, Chlorophyll, And Antioxiğant Enzyme Activiyies In Pepper Plants Under Salt Stress", *Fresenius Environmental Bulletin*, vol.26, no.8, pp.5283-5288.
- Üzal, Ö., 2009. *Tuz Stresi Altında Yetiştirilen Bazı Çilek ÇeŐitlerinde Jasmonik Asitin Bitki Gelişimi ve Antioksiğant Enzim Aktiviteleri Üzerine Etkisi*. (Doktora Tezi). Yüzüncü Yıl Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü, Van.
- Villora, G., Pulgar, G., Moreno, d.a Ve Romero, L., 1997. Salinity Treatments and Their Effect on Nutrient Concentration in Zucchini Plants (*Cucurbitia pepo* L. var. *moschata*). *Aust. J.Exp. Agric.* , **37**: 605-608.
- Yasar, 2007. Effects of salt stres on ion and lipid peroxidation content in green beans genotypes. *Asian Journal of Chemistry*, **19(2)**: 1165-1169.
- Yasar, 2007. Effects of salt stres on ion and lipid peroxidation content in green beans genotypes. *Asian Journal of Chemistry*, **19 (2)**: 1165-1169.
- Yasar, F. 2003. *Investigation Of Some Antioxiğan Tenzyme Activities İn Eggplant Genotypes Grown Under Salt Stress İn Vivo And İn Vitro*. Yuzuncu Yil University, Institute of Natural and Applied Sciences, PhD Thsis, pp139, Van-Turkey.
- Yasar, F., Ellialtıoğlu S., Yıldız, K., 2008a. Effect of Salt Stress on Antioxiğant Defense Systems, Lipid Peroxidation, and Chlorophyll Content in Green Bean, *Russian Journal of Plant Physiology*, **55**, 782-786.
- Yasar, F., Ellialtıoğlu S., Yıldız, K., 2008a. Effect of Salt Stress on Antioxiğant Defense Systems, Lipid Peroxidation, and Chlorophyll Content in Green Bean, *Russian Journal of Plant Physiology*, **55**: 782-786.

- Yasar, F., Uzal, O., Yasar, O., 2016. Antioxdant Enzyme Activities And Lipid Peroxidation Amount of Pea Varieties (*Pisum sativum* sp. Arvense L.) Under Salt Stress. *Fresenius Environmental Bulletin*, vol.2, 37-42.
- Yasar, F., Uzal, O., Yasar, O., 2016. Antioxdant Enzyme Activities And Lipid Peroxidation Amount of Pea Varieties (*Pisum sativum* sp. Arvense L.) Under Salt Stress. *Fresenius Environmental Bulletin*, 2: 37-42.
- Yaşar F., Üzal Ö., Köse Ş., Yaşar Ö., Ellialtıoğlu S., 2014 "Enzyme activities of certain pumpkin (*Cucurbita* spp) species under drought stress", *Fresenius Environmental Bulletin*, vol. 23: 1093-1099.
- Yaşar, F., Ellialtıoğlu Ş., Özpaya, T., Üzal Ö., 2007b. Karpuz (*Citrullus lanatus*) Genotiplerinde, Tuz Stresinden Kaynaklanan Oksidatif Zararlanmanın Zamana Göre Değişimi ve Skala İle İlişkisinin Belirlenmesi. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 12: 59-64.
- Yaşar, F., Ellialtıoğlu, Ş., Gürbüz Kılıç, Ö., Üzal, Ö., 2007a. Fasulye Genotiplerinin (*Phaseolus vulgaris* L.) Artan Tuz Konsantrasyonu ve Farklı Zamanlardaki Gelişim Performansları. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 12: 54-58.
- Yaşar, F., Özpaya, T., Üzal, Ö., Ellialtıoğlu, Ş., 2006. Karpuzun Tuz Stresine Olan Tepkisinin Belirlenmesi. *6. Sebze Tarımı Sempozyumu*. 19-22 Eylül 2006. Kahramanmaraş. 250-252.
- Yaşar, F., Uzal, Ö., Özpaya, T., 2010. Changes of the lipid peroxidation and chlorophyll amount of green bean genotypes under drought stress, *African Journal of Agricultural Research* Vol. 5(19): 2705-2709.
- Yaşar, F., Üzal, Ö., Özpaya, T., Ellialtıoğlu, Ş., 2008b. Tuz Stresinin Karpuzda (*Citrullus lanatus* (Thunb) Mansf.) Antioksidatif Enzim (SOD, CAT, APX ve GR Aktivitesi Üzerine Etkisi, *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Bilimleri Dergisi (YYU J AGR SCI)*, 18, 51-55.
- Yaşar, F., Üzal, Ö., Özpaya, T., Ellialtıoğlu, Ş., 2008b. Tuz Stresinin Karpuzda (*Citrullus lanatus* (Thunb) Mansf.) Antioksidatif Enzim (SOD, CAT, APX ve GR Aktivitesi Üzerine Etkisi, *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Bilimleri Dergisi (YYU J AGR SCI)*, 18: 51-55.
- Yaşar, F., Üzal, Ö., Yaşar, Ö., 2013. Identification of Ion Accumulation and Distribution Mechanisms in Watermelon Seedling (*Citrullus lanatus* (Thunb) Mansf.) Grown Under Salt Stres. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*. Vol. 23: 209-214.
- Yaşar, F., Üzal, Ö., Yaşar, Ö., 2013. Identification of Ion Accumulation and Distribution Mechanisms in Watermelon Seedling (*Citrullus lanatus* (Thunb) Mansf.) Grown Under Salt Stres. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 23: 209-214.
- Yiğit, D., Güler yüz, M., 1995. Farklı doz ve derinliklerde uygulanan potasyum sülfat gübresinin Kütahya vişne çeşidinin soğuğa dayanımına etkisi üzerinde bir araştırma. *II. Bahçe Bitkileri Kongresi I*, Ekim 1995, Adana. 253-258.
- Yoshida, S., Niki, T., Sakai, A., 1979. *Low Temperature in Crop Plants*. Academic press, 1, New York. 275-290.
- Zorlugenç, F. K., Fenercioğlu, H., 2012. Ozmotik Dehidrasyon Uygulamasının Trabzon Hurması Meyvelerinin Kuruma Davranışı ve Ürün Kalitesi Üzerine Etkileri, *Ç.Ü Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 28 (5): 149-159.

ÖZ GEÇMİŞ

1990 yılında Van'da doğdu. İlk ve orta öğrenimini Van'da tamamladı. Yüzüncü Yıl Üniversitesi Ziraat Fakültesi'nden Ziraat Mühendisi olarak mezun oldu. Kırsal Kalkınma Uzmanı ve Ziraat Mühendisi olarak mesleki çalışmalarına devam ediyor.



T.C
VAN YÜZÜNCÜ YIL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
LİSANSÜSTÜ TEZ ORJİNALLİK RAPORU

Tarih: 06 / 02 / 2020

Tez Başlığı / Konusu:

ÜŞÜME STRESİ ALTINDAKİ DOMATES (*Solanum lycopersicon* L.)
BİTKİLERİNE FARKLI DOZLARDA KALSİYUM (Ca²⁺) VE POTASYUM
(K⁺) UYGULAMALARININ ETKİSİNİN BELİRLENMESİ

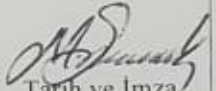
Yukarıda başlığı/konusu belirlenen tez çalışmamın Kapak sayfası, Giriş, Ana bölümler ve Sonuç bölümlerinden oluşan toplam 56 sayfalık kısmına ilişkin, 06 / 02 / 2020 tarihinde şahsım/tez danışmanım tarafından TURNİT intihal tespit programından aşağıda belirtilen filtreleme uygulanarak alınmış olan orijinallik raporuna göre, tezimin benzerlik oranı % 5 (Sıfır) dir.

Uygulanan filtreler aşağıda verilmiştir:

- Kabul ve onay sayfası hariç,
- Teşekkür hariç,
- İçindekiler hariç,
- Simge ve kısaltmalar hariç,
- Gereç ve yöntemler hariç,
- Kaynakça hariç,
- Alıntılar hariç,
- Tezden çıkan yayınlar hariç,
- 7 kelimedenden daha az örtüşme içeren metin kısımları hariç (Limit inatch size to 7 words)

Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Lisansüstü Tez Orijinallik Raporu Alınması ve Kullanılmasına İlişkin Yönergeyi inceledim ve bu yönergede belirtilen azami benzerlik oranlarına göre tez çalışmamın herhangi bir intihal içermediğini; aksinin tespit edileceği muhtemel durumda doğabilecek her türlü hukuki sorumluluğu kabul ettiğimi ve yukarıda vermiş olduğum bilgilerin doğru olduğunu beyan ederim.

Gereğini bilgilerinize arz ederim.

06/02/2020

Tarih ve İmza

Adı Soyadı: Muhammed Siddik BAŞTIN

Öğrenci No: 149101099

Anabilim Dalı: BAHÇE BİTKİLERİ

Programı:

Statüsü: Y. Lisans Doktora

DANIŞMAN ONAYI
UYGUNDUR


Prof. Dr. Fikret YAŞAR

(Unvan, Ad Soyad, İmza)


(Unvan, Ad Soyad, İmza)
Prof. Dr. Şenol ŞENSOY
Enstitü Müdürü