

T.C.
ŞIRNAK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
BAHÇE BİTKİLERİ ANABİLİM DALI



SERA KOŞULLARINDA KURAKLIK STRESİ ALTINDA YETİŞTİRİLEN
DOMATES BİTKİSİNDE YAPRAKTAN KALSİYUM UYGULAMASININ
ETKİSİ

Yüksek Lisans Tezi

Özlem BİRGİN

ŞIRNAK- 2021

T.C.
ŞIRNAK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
BAHÇE BİTKİLERİ ANABİLİM DALI



SERA KOŞULLARINDA KURAKLIK STRESİ ALTINDA YETİŞTİRİLEN
DOMATES BİTKİSİNDE YAPRAKTAN KALSİYUM UYGULAMASININ
ETKİSİ

Yüksek Lisans Tezi

Özlem BİRGİN

ŞIRNAK- 2021

T.C.
ŞIRNAK ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
BAHÇE BİTKİLERİ ANABİLİM DALI

SERA KOŞULLARINDA KURAKLIK STRESİ ALTINDA YETİŞTİRİLEN
DOMATES BİTKİSİNDE YAPRAKTAN KALSİYUM UYGULAMASININ
ETKİSİ

(Yüksek Lisans Tezi)

Hazırlayan

Özlem BİRGİN

Danışman

Dr. Öğr. Üyesi Yelderem AKHOUNDNEJAD

ŞIRNAK- 2021

BİLİMSEL ETİĞE UYGUNLUK

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.

Tezi Hazırlayan

Özlem BİRGİN

TEZ BİLDİRİMİ

Tez içindeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğu, ayrıca tez yazım kullarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm. Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaktan yapılan bildirişlerin, çizelge ve fotoğrafların kaynak gösterilmeden kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.

Özlem BİRGİN

TEZ YAZIM KILAVUZUNA UYGUNLUK

“Sera Koşullarında Kuraklık Stresi Altında Yetiştirilen Domates Bitkisinde Yapraktan Kalsiyum Uygulamasının Etkisi” adlı yüksek lisans tezi Şırnak Üniversitesi Tez Yazım Kılavuzuna uygun olarak hazırlanmıştır.

Tezi Hazırlayan

Özlem BİRĞİN

Danışman

Dr.Öğr. Üyesi Yelderem AKHOUNDNEJAD

Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı Başkanı

Dr. Öğr. Üyesi Nevzat SEVGİN

TEŞEKKÜR

Şırnak ili Silopi ilçesinde sera koşullarında gerçekleştirmiş olduğum tez çalışmamın belirlenmesinde ve hazırlanmasında, derin bilgi ve tecrübesi ile bana her zaman yardımcı olan, yüksek lisans öğrenimim boyunca ayırdığı değerli zaman ve emek için kıymetli danışman hocam Dr. Öğr. Üyesi Yelderem AKHOUNDNEJAD'a, tezimin değerlendirilmesi sırasında yaptıkları katkılar ile birlikte fikirlerini benimle paylaşan yüksek lisans tezi jüri üyelerinden Prof. Dr. H. Yıldız DAŞGAN ve Dr. Öğr. Üyesi Yahya NAS'a, tez çalışmamın desteklenmesini sağlayan Şırnak Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri (BAP) Koordinatörlüğü'ne, laboratuvar analizleri ve uygulamalarında destek sağlayan Çukurova Üniversitesi Bahçe Bitkileri Bölümü laboratuvarına, çalışmalarım ve araştırmam boyunca, yardımlarıyla her daim yanımda olan sevgili kız kardeşlerim Seher BİRGİN ve Emel BİRGİN'e, tüm eğitim hayatım boyunca olduğu gibi yüksek lisans öğrenimimde de maddi manevi desteğini hiçbir zaman esirgemeyen, eğitime verdiği özveriye ailesine de aşıl原因an biricik babam Selahaddin BİRGİN'e ve bütün aileme sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

SERA KOŞULLARINDA KURAKLIK STRESİ ALTINDA YETİŞTİRİLEN DOMATES BİTKİSİNDE YAPRAKTAN KALSİYUM UYGULAMASININ ETKİSİ

BİRGİN, Özlem

Şırnak Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü

Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi

Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Yelderem AKHOUNDNEJAD

Nisan 2021, Sayfa:87

ÖZET

Bu çalışma 2020 yılı bahar döneminde Şırnak ili Silopi ilçesi Birlik köyünde yürütülmüştür. Araştırmada domates bitkisinin kuraklık stresi altında yapraktan uygulanan kalsiyuma karşı tepkisinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Çalışma, tesadüf blokları deneme desenine göre 4 uygulama düzeyinde [(%100 sulama (kontrol), %50 sulama, %50 sulama+ %1 kalsiyum ve %100 sulama+ %1 kalsiyum)] ve 3 tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Domates bitkisinde kalsiyum sülfat (CaSO_4) %1 oranda yapraktan püskürtülerek uygulanmış ve %50 su kısıtlaması uygulanarak bitki kuraklık stresine maruz bırakılmıştır. Böylece domates bitkilerinde %1 oranda kalsiyum sülfatın yapraktan uygulanmasının kuraklık stresini tolere edip edemeyeceği araştırılmıştır. Araştırmada yeşil aksam değerlendirmesi, yapraklardaki klorofil miktarı, yaprakta kuru madde miktarı, yaprak sıcaklığı ve yaprak oransal nem içeriği ölçülmüştür. Ayrıca meyve eni ve boyu, ortalama meyve ağırlığı, toplam meyve verimi, meyvede kuru madde miktarı, meyve eti sertliği, pH, meyve suyu EC miktarı, meyve et kalınlığı, suda çözünebilir kuru madde miktarı, tohum sayısı, yaprak ve meyvede makro ve mikro besin elementleri (Ca, K, Mg, N, Cu, Fe, Mn, Zn), toplam fenolik ve flavonoid bileşikler ve klorofil konsantrasyonu (klorofil a, b, toplam klorofil) analizleri yapılmıştır. Araştırma sonucunda kalsiyum sülfatın yapraktan uygulanmasının magnezyum konsantrasyonunu, klorofil miktarı, yaprak oransal nem içeriğini ve meyve eti sertliğini arttırdığı tespit edilmiştir. Ayrıca kuraklık stresi ve kalsiyum sülfat uygulamasının, domates bitkisi yaprak ve meyvesinde makro ve mikro besin elementi içeriklerinde, toplam fenolik ve flavonoid bileşiklerin miktarında ve klorofil konsantrasyonunda (klorofil a, b, toplam klorofil) oldukça etkili olduğu saptanmıştır. Çalışmadan elde edilen bütün bulgular değerlendirildiğinde, kalsiyum sülfatın (CaSO_4) domates bitkisinin kuraklığa toleransı açısından umut verici etkilerinin olduğunu ortaya koymuştur.

ANAHTAR KELİMELER: *Solanum lycopersicum*, kalsiyum sülfat, verim, mikro ve makro besin elementi, kuraklık

**EFFECTS OF FOLIAR APPLICATION OF CALCIUM ON TOMATO
PLANT UNDER
DROUGHT STRESS IN GREENHOUSE CONDITIONS
BİRGİN, Özlem**

**SirnakUniversityGraduate School of Natural andAppliedSciences
Department of Horticulture, Master of Science(MSc)
Supervisor: Dr. Member of Yelderem AKHOUNDNEJAD**

April 2021, Pages:87

ABSTRACT

This study was carried out in the Birlik village of Silopi district of Şırnak province in the spring term of 2020. In this study, it was aimed to determine the response of tomato plant to foliar applied calcium under drought stress. The study was carried out in 4 application levels [(100% irrigation (control), 50% irrigation, 50% irrigation + 1% calcium and 100% irrigation + 1% calcium)] and 3 replications according to randomized blocks experimental design. Calcium sulfate (CaSO_4) was applied on the tomato plant by spraying at a rate of 1% from the leaves and the plant was exposed to drought stress by applying 50% water restriction. Thus, it was investigated whether the foliar application of 1% calcium sulfate in tomato plants can tolerate drought stress. In the study, the evaluation of green parts, the amount of chlorophyll in the leaves, the amount of dry matter in the leaf, the temperature of the leaves and the relative moisture content of the leaves were measured. In addition, fruit width and length, average fruit weight, total fruit yield, the amount of dry matter in the fruit, fruit pulp firmness, pH, EC amount of fruit juice, fruit wall thickness, water-soluble dry matter amount, number of seeds, macro and micro in leaves and fruit. nutrient elements (Ca, K, Mg, N, Cu, Fe, Mn, Zn), total phenolic and flavonoid compounds and chlorophyll concentration (chlorophyll a, b, total chlorophyll) analyzes were made. As a result of the research, it was determined that the foliar application of calcium sulfate increased the magnesium concentration, the amount of chlorophyll, the relative moisture content of the leaves and the firmness of the fruit flesh. In addition, drought stress and calcium sulfate application were found to be quite

effective on macro and micro nutrient contents, total phenolic and flavonoid compounds amount and chlorophyll concentration (chlorophyll a, b, total chlorophyll) in tomato plant leaves and fruit. When all the findings obtained from the study were evaluated, it was revealed that calcium sulfate (CaSO_4) had promising effects in terms of drought tolerance of tomato plant.

Keywords: *Solanum lycopersicum*, calcium sulfate, yield, micro and macro nutrient, drought



İÇİNDEKİLER

Y

TEŞEKKÜR.....	vi
ÖZET.....	vii
ABSTRACT.....	viii
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	xii
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	xiv
SİMGELER ve KISALTMALAR.....	xv
1. GİRİŞ.....	1
2. LİTERATÜR BİLDİRİŞLERİ.....	5
3. MATERYAL VE METOD.....	14
3.1. Materyal.....	14
3.2. Metod.....	17
3.2.1 Yeşil Aksamında 0-5 Skala Değerlendirmesi (%).....	17
3.2.2. Yapraklardaki Klorofil Miktarı(SPAD):.....	18
3.2.3. Yaprakta Kuru Madde Miktarı (g/bitki).....	19
3.2.4. Yaprak Sıcaklığı (°C).....	20
3.2.5. Yaprak Oransal Nem İçeriği (YOSİ).....	21
3.2.6. Domates Meyvesinde Çap Ve Boy Ölçümleri (cm).....	21
3.2.7. Domates Meyvesinde Ortalama Meyve Ağırlığı (g/meyve).....	22
3.2.8. Toplam Meyve Verimi (kg/bitki ve kg/m ²).....	22
3.2.9. Meyvede Kuru Madde Miktarı (%).....	23
3.2.10. Meyve Eti Sertliği (kg).....	23
3.2.11. Meyve Suyunda pH Değeri.....	23
3.2.12. Meyve Suyu EC Ölçümü(ms/cm).....	24

3.2.13. Domates Meyvesinde Et Kalınlığı (mm).....	24
3.2.14. Meyve Suyunda Suda Çözünebilir Kuru Madde Miktarı (SÇKM) (%) Ölçümü.....	24
3.2.15. Meyvede Tohum Sayısı (adet/bitki).....	25
3.2.16. Domates Bitkisinde Makro-Mikro Besin Elementi Miktarları ve Analizleri.....	25
3.2.17. Su Kullanma Etkinliği (g / L).....	25
3.2.18. Sıcaklık ve Nem Verilerinin Kaydedilmesi (°C) (%).....	25
3.2.19. Toplam Fenolik ve Flavonoid Bileşiklerin Belirlenmesi (mg/g).....	26
3.2.20. Klorofil Konsantrasyonunun Belirlenmesi (mg/g).....	26
3.2.21. Verilerin Değerlendirilmesi.....	27
4.BULGULAR ve TARTIŞMA.....	28
4.1. Bitki Büyüme Parametreleri.....	28
4.1.1. Yeşil Aksam Değerlendirmesi.....	28
4.1.2 Yapraklardaki Klorofil Miktarı (SPAD) ve Yaprakta Kuru Madde Miktarı (g/bitki).....	29
4.1.3. Yaprak Sıcaklığı ve Yaprak Oransal Nem İçeriği (YOSİ).....	31
4.2. Meyve Pomolojik Analizleri.....	34
4.2.1. Domates Meyvesinde Çap ve Boy Ölçümleri (mm).....	34
4.2.2. Domates Meyvesinde Ortalama Meyve Ağırlığı (g/adet) ve Toplam Meyve Verimi (kg/m ²).....	36
4.2.3. Meyvede Kuru Madde Miktarı (%) ve Meyve Eti Sertliği (kg).....	38
4.2.4. Meyve Suyunda pH Değeri ve Meyve Suyu EC Ölçümü(ms/cm).....	40
4.2.5. Domates Meyvesinde Et Kalınlığı (mm) ve Meyve Suyunda Suda Çözünebilir Kuru Madde Miktarı (SÇKM) (%) Ölçümü.....	42
4.2.6. Domates Meyvesinde Tohum Sayısı (adet/bitki).....	43
4.3. Domates Bitkisi Yaprak ve Meyvesinde Makro-Mikro Besin Elementi Miktarları ve Analizleri.....	44

4.3.1. Yaprakta Makro Besin Elementi Miktarları (%).....	45
4.3.2. Yaprakta Mikro Besin Elementi Miktarları (ppm).....	47
4.3.3. Meyvede Makro Besin Elementi Miktarları (%).....	48
4.3.4. Meyvede Mikro Besin Elementi Miktarları (ppm).....	49
4.4. Toplam Fenolik ve Flavonoid Bileşiklerin Belirlenmesi (mg/g).....	50
4.5. Klorofil (a, b ve toplam klorofil) Konsantrasyonunun Belirlenmesi (mg/g). .	52
5. TARTIŞMA VE SONUÇ.....	54
KAYNAKLAR.....	57



ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 3.1. Deneme Serası Toprak Analiz Sonuçları.....	14
Çizelge 3. 2. Denemede Domates Yetiştiriciliği Boyunca Kullanılan Su Miktarı (bitki Litre ⁻¹).....	16
Y	
Çizelge 4.1.1. Domates Bitkisinin Yeşil Aksamına Ait Ortalama Skala Değerleri...	29
Çizelge 4.1.2. Yapraklardaki Klorofil Miktarı ve Yaprakta Kuru Madde Miktarına Ait Ortalama Ölçüm Değerleri.....	31
Çizelge 4.1.3. Yaprak Sıcaklığı ve Yaprak Oransal Nem İçeriğine Ait Ortalama Ölçüm Değerleri.....	34
Çizelge 4.2.1. Meyve Çap ve Meyve Boya Ait Ortalama Ölçüm Değerleri.....	36
Çizelge 4.2.2. Meyve Ortalama Ağırlık (g/adet) ve Toplam Meyve Verimine Ait Ortalama Ölçüm Değerleri.....	38
Çizelge 4.2.3. Meyvede Kuru Madde Miktarı (%) ve Meyve Eti Sertliğine Ait Ortalama Ölçüm Değerleri.....	40
Çizelge 4.2.4. Meyve Suyunda pH Değeri ve Meyve Suyu EC Miktarına Ait Ortalama Ölçüm Değerleri.....	41
Çizelge 4.2.5. Meyve Et Kalınlığı ve Suda Çözünebilir Kuru Madde Miktarına Ait Ortalama Ölçüm Değerleri.....	43
Çizelge 4.2.6. Domates Meyvesinde Tohum Sayısına Ait Ortalama Ölçüm Değerleri	44
Y	
Çizelge 4.3.1. Kuraklık Stresi ve Kalsiyum Uygulama Koşulları Altında Domates Bitkisinin Yeşil Aksamında Makro (%) Besin İçeriği Değerleri.....	46
Çizelge 4.3.2. Kuraklık Stresi ve Kalsiyum Uygulama Koşulları Altında Domates Yeşil Aksamında Mikro Besin İçeriği Değerleri (ppm).....	48
Çizelge 4.3.3. Kuraklık Stresi ve Kalsiyum Uygulama Koşulları Altında Domates Meyvesinde Makro Besin İçeriği Değerleri (mg 100g ⁻¹ Kuru Ağırlık).....	49
Çizelge 4.3.4. Kuraklık Stresi ve Kalsiyum Uygulama Koşulları Altında Domates Meyvesinde Mikro Besin İçeriği Değerleri (mg 100g ⁻¹ Kuru Ağırlık).....	50

Çizelge 4.4. 1. Domates Bitkisinin Toplam Fenolik ve Toplam Flavonoid Ölçüm Değerleri (mg/g).....52

Y

Çizelge 4. 5. 1. Klorofil Konsantrasyonu (klorofil a, b, toplam klorofil) Ölçüm Değerleri (mg/g).....53



ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1. Deneme Alanı Uygulama Yeri.....	
Şekil 2. Deneme Serasından Dikimi Takiben Bir Görünüm.....	15
Şekil 3. Serada Fidelerin Dikilmesi ve Etiketlendirilmesi.....	17
Şekil 4. Yapraklardaki SPAD metre okuması ile Klorofil Miktarının Tahmin edilmesi.....	18
Şekil 5. Yaprak Yaş Ve Kuru Ağırlık Ölçümü.....	19
Şekil 6. Yaprak Sıcaklığı Ölçümünden Görünüm.....	20
Şekil 7. Turgor Ağırlığının Ölçülmesi İçin Domates Yapraklarının Suda Bekletilmesi.....	21
Şekil 8. Olgunlaşan Domates Meyvelerinde Hasat İşlemi.....	22
Şekil 9. Meyve Eti Sertliğinin Belirlenmesi.....	23
Şekil 10. Meyve Suyunda ŞÇKM Ölçümü.....	24

SİMGELER ve KISALTMALAR

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

Simgeler	Açıklama
cm	: Santimetre
cm ²	: Santimetre kare
g	: Gram
g/l	: Gram/Litre
mg/l	: Miligram/Litre
Kg	: Kilogram
Da	: Dekar
Ha	: Hektar
m	: Metre
mm	: Milimetre
mm ²	: Milimetre kare
mg	: Miligram
mmol L-1	: Milimol/Litre
°C	: Santigrat derece
ppm	: Toplam Madde Miktarının Milyonda Biri
Kg/m ²	: Kilogram/Metrekare
SÇKM	: Suda Çözülebilir Kuru Madde
TÜİK	: Türkiye İstatistik Kurumu
FAO	: Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü
Ca	: Kalsiyum
CaSO ₄	: Kalsiyum Sülfat
KCL	: Potasyum Klorür
Cl	: Klor
IAA	: Indol Asetik Asit
GA3	: Gibereellik Asit
NPK	: Azot-Fosfor-Potasyum
Kg/ha	: Kilogram/Hektar

Ec	: Elektrik İletkenliği
MZI	: Yaprak Hücrelerinde Membran Zararlanmasının Belirlenmesi
NSİ	: Nispi Su İçeriği
DI	: Kısıtlı Sulama



1. GİRİŞ

Domates (*Solanum lycopersicum L.*), yaklaşık 2800 tür içeren dünyadaki en önemli sebzeleri ve ekonomik açıdan önemli ürünleri bulunduran *Solanaceae* ailesine aittir (Lahoz ve ark, 2016). Anavatanı Peru olan domates tek yıllık bir bitki olup, yurdumuzda yaklaşık 1900 yıllarda yetiştirilmeye başlanmıştır. Ülkemizde en çok üretilip tüketilen ayrıca sıcak ve ılıman iklim isteğine sahip bir sebzedir (Gebhardt ve Thomas, 2002). FAO verilerine göre 2019 yılında ülkemizde, 181.488 ha alanda toplam 12.841.990 ton ton domates üretilmiş ve dünya domates üretiminde üçüncü sırada yer almıştır (FAO, 2019). Ülkemizde yetiştiriciliği hızla artan domates hem açıkta sofralık olarak hem de örtü altında turfanda yetiştirilirken, ülkemizde bu oran açıkta yetiştiricilikte % 86 ve örtü altında % 14'ünü kapsamaktadır (Belgüzar ve ark, 2019; Keskin, 2012). Yapılan çalışmalar doğrultusunda örtüaltı domates yetiştiriciliğinde, açıkta yapılan yetiştiriciliğe oranla daha yüksek verim alındığı bilinmektedir. Ancak domates bitkisinin topraktan aldığı besin maddeleri örtüaltı yetiştiriciliğinde daha yüksek oranda olmakta ve bu durum bitki besleme ve gübrelemeye olan ihtiyacı artırmaktadır (Ertekin, 1997).

Domatesin besin değeri, kalsiyum ve karoten içeren yüksek A, B ve C vitaminleri nedeniyle oldukça yüksektir (Bose ve Som, 1990). Yüksek besin değerlerine sahip olmasıyla bilinen domatesin orta büyüklükteki (123 g) bir meyvesinde; yaklaşık %94 su, 26 kcal enerji, 1 g protein, 6 g karbonhidrat, 1,4 g toplam lif, 6 mg Ca, 0,6 mg Fe, 273 mg K, 11 mg Na, 766 IU Vitamin A, 0,07 mg tiamin, 0,06 mg riboflavin, 0,8 mg niasin ve 23 mg askorbik asit bulunmaktadır. (Gebhardt ve Thomas, 2002).

Domates (*Solanum lycopersicum L.*, syn. *Lycopersicon esculentum Mill.*), farklı koşullar altında kolayca yetiştirilebilen, kısa ömürlü ve basit genetiğe sahip bir bitkidir (Bergougnoux, 2014). Genellikle yazların kurak geçtiği bölgelerde yetiştirilen domates bitkisi yüksek su talebine sahip bir üründür. (Favati ve ark., 2009). Bu nedenle iyi yetişmek için çok miktarda suya ihtiyaç duymakta ve kuraklık stresinden olumsuz yönde etkilenmektedir (Klunklin ve Savage, 2017). Domates üzerine yapılan pek çok çalışma verimdeki azalmanın, su kullanımının azalmasıyla doğru orantılı olduğunu ortaya koymaktadır (Costa ve ark., 2007). Uzun süreli su eksikliği, bitkinin gelişimini ve fotosentezi engelleyebilmekte ve bu da biyokütle ve

verimde daha yüksek bir zarara neden olmaktadır (Shao ve ark., 2008). Özellikle sulama suyunun aşırı kullanıldığı bölgelerde su sıkıntısı ciddi bir boyuta gelmiştir (Chai ve ark., 2016). Bu nedenle, sürdürülebilir bitkisel üretim için tarımda sınırlı ve az miktarda olan mevcut suyun makul bir şekilde kullanılmasına izin verecek uygun stratejiler kullanmak zorunlu hale gelmiştir (Pereira ve ark., 2002). Ayrıca, iklim değişikliğine bağlı olarak düzensiz hava durumu ve beklenen kuraklık ihtimalinin yükselmesinin ardından, suyun daha fazla önem kazanması muhtemeldir (Trenberth, 2011).

Kuraklık birçok alanda bitki büyümesini ve verimini sınırlayan en önemli abiyotik faktör olarak kabul edilmektedir (Bray, 2004; Trenberth ve ark., 2014). Kuraklık, bitki gelişimini, verim miktarını, bitkilerde bulunan temel fizyolojik ve biyokimyasal süreçlerin kalitesini ve büyüklüğünü etkileyen en etkili çevresel sorunlardan biridir (Giuliani ve ark., 2016). Kuraklık, bitki dokularında mineral elementlerin birikimini gerektirebilecek normal kök gelişimini, besin alımını ve topraktaki hareketliliğini etkilemektedir (Luo ve ark., 2011). Ayrıca, küresel iklim değişikliğinin neden olduğu dengesiz yağış dağılımı ve nüfusun neden olduğu su kaynaklarının yanlış kullanımı, birçok bölgede kuraklığın sıklığını ve şiddetini artırmaktadır (Bacon 2004; Lee, 2007). Kuraklık şiddeti, yağış seviyesi, buharlaşma miktarı ve toprağın nem tutma kapasitesi gibi birçok farklı faktöre bağlıdır (Farooq et al, 2009; Farooq et al, 2014).

Kuraklık stresi, dünya genelinde tarım için büyük ölçüde bir sorun olup önemli verim kayıplarına neden olmakta ve ürün kalitesini etkilemektedir (Wang ve Frei, 2011). Kuraklık stresi, domateste bitki besin bileşiklerinin taşınımını (Bauer ve ark., 1997), kökler tarafından besin alımını ve köklerden sürgüne iletimini azaltmaktadır (Naeem ve ark., 2017). Domates çeşitlerinin çoğu, bitki gelişiminin her aşamasında kuraklığa duyarlıdır ancak erken fide gelişimi ve tohum çimlenme aşaması kuraklığa hassasiyetin en yoğun olduğu evrelerdir (Foolad ve ark., 2003).

Kuraklık stresine karşı besin çözeltilerinin püskürtülmesi gibi uygulamalar, bitkinin yaprak beslenmesinde ve domates bitkilerinde büyük etkiye sahiptir. Suda çözünebilir gübreler besin kullanılabilirliğini arttırmak için bitkilere yapraktan uygulanmaktadır (Al-Shammari ve ark., 2018a; Al-Shammari ve ark., 2018b).

Makrobesin olan kalsiyum, bitkilerin normal büyümesi ve gelişmesi için oldukça önemlidir. Çünkü membran yapılarının dengelenmesinde önemli bir rol oynamakta, besin maddelerinin alımını arttırmakta ve metabolik süreçleri harekete geçirmektedir (Tuna ve ark., 2007; Sarwat ve ark., 2013). Kalsiyumun bir diğer özelliği, hücre duvarı bütünlüğünü korumak ve hücreler arasındaki bağlanmayı sağlamaktır (Marschner, 1995). Kalsiyum ayrıca antioksidan metabolizmasını düzenleyerek zararlı stres etkilerini azaltmaktadır (Zorrig ve ark., 2012; Ahmad ve ark., 2015).

Yüksek tuzluluk, nem fazlalığı veya eksikliği, kök hastalıkları, yüksek sıcaklıklar ve topraktaki düşük Ca seviyeleri gibi Ca alımını sınırlayan koşullar, bitkilerde Ca eksikliği belirtilerine neden olabilmektedir (Saure, 2014). Bu belirtiler normal bitki büyümesi ve gelişimi için topraktaki ideal Ca seviyelerinde bile görülebilmektedir (Suzuki ve ark., 2003). Kalsiyum (Ca^{2+}) bitkilerde oldukça hareketsizdir ve kuraklık koşullarında alımı, suya sınırlı erişilebilen durumlardan etkilenmektedir (Naeem ve ark., 2017). Sınırlı su, köklerden yetersiz Ca alımının başlıca nedenlerinden biridir (Adams ve Ho 1993). Bitki dokularında düşük Ca konsantrasyonu, çeşitli fizyolojik bozuklukların ana nedenidir (Alexander and Clough, 1998). Kalsiyum eksikliği, meyve kalitesini düşürebildiği gibi çiçek burnu çürüklüğü ve birçok fizyolojik hastalıkların oluşmasına zemin hazırlayabilmektedir (Adams ve Ho, 1993). Bununla birlikte, güçlü yaprak ve kök gelişimi için bitkilerin devamlı bir Ca ihtiyacının giderilmesi gerekmektedir (Del-Amor and Marcelis 2003). Bu nedenle yaprak gübrelmesi bitkilerin beslenme durumunu geliştirmede etkili bir yol olabilmektedir (Shabbir ve ark., 2015).

Kalsiyum, domatesin büyüme ve gelişimi, kalitesi ve raf ömrü için önemli bir besindir. Kalsiyum uygulanması domates büyüme ve gelişimini arttırırken, meyve büyüme döneminde yaprak uygulaması şeklinde uygulandığında meyve kalitesini arttırmaktadır (Subiah ve Perumal, 1990). Kalsiyum, C vitamini içeriğini ve meyve kalitesini arttırmasının yanı sıra meyve sertliğini de korumaktadır (Bakshi ve ark., 2005).

Giderek yaygınlaşan tarımsal kuraklık, yetiştiricilikte sulama olanaklarını kısıtlamakta ve bu durum kuraklık stresinin olumsuz etkilerine karşı üreticileri alternatif yollar aramaya yöneltmektedir. Bu sebeple çalışmadaki amacımız sera

koşullarında yaprakdan uygulanan kalsiyum sülfatın kuraklık stresi altında yetiştirilen domates bitkisinde meydana gelebilecek olumsuz sonuçları önlemek veya en aza indirmek ve kuraklık stresinin domates üzerindeki değişim seyrini inceleyerek büyüme parametreleri üzerine en iyi sonuca ulaşabilmektir.



2. LİTERATÜR BİLDİRİŞLERİ

Tanveer ve ark. (2020), sodyum klorürün (NaCl) domates bitkisinin çimlenme ve büyüme parametreleri üzerine etkisini ve aynı zamanda iyileştirici bir madde olarak Ca^{2+} 'nin rolünü araştırmayı amaçlamışlardır. Domates tohumlarına ve fidelerine 100 mM NaCl ve iki kalsiyum konsantrasyonunda (5 ve 10 mM) uygulanmıştır. Tuzluluk, bitki gelişimini azaltırken, kalsiyum uygulaması, tuzluluğun çimlenme ve büyüme üzerindeki olumsuz etkilerini azaltmıştır. Kalsiyum konsantrasyonu arttıkça, tuzdan etkilenen bitkilerde büyüme ve çimlenme belirgin şekilde artmıştır. 10 mM kalsiyum en iyi sonuçları göstermiş ve kök taze ve kuru ağırlığını, taze ve kuru sürgün ağırlığını, bağıl su içeriği ve yaprak alanını geliştirmiştir. Ayrıca 5 mM kalsiyum, bitki boyunu ve membran stabilite endeksini arttırmıştır. Bu çalışma sonucunda, Ca^{2+} uygulamasının tuzluluk koşullarında, domates bitkisinin büyümesini arttırdığı tespit edilmiştir.

Ghanbarpour ve ark. (2019), İran'ın Darjazin kentinde yaptıkları bu çalışma ile, kimyasal ve organik karışımları yapraktan uygulayarak nar çatlamasının önlenmesi veya sınırlandırılmasını amaçlamışlardır. Denemede, 2 ve 5ml l-1 hümik asit, %3 Kalsiyum ve %1 Bor'u ayrı ayrı ve karışım halinde yapraktan uygulamışlardır. Narda 14 günlük sulama periyodunun standart sulamadan belirgin şekilde daha fazla çatlamaya neden olduğu tespit edilmiştir. Yapraktan uygulanan karışımların 14 günlük sulama sisteminde çatlamayı azalttığı gözlenmiştir. Bu nedenle, karışım halinde yapılan yaprak uygulamasının, nar meyvesinde çatlamayı azalttığı sonucuna varmışlardır.

Sajid ve ark. (2019), kalsiyumun yapraktan uygulanmasının, domates çeşitlerinin kantitatif ve kalitatif nitelikleri üzerindeki etkilerini incelenmeyi amaçlamışlardır. Domates çeşitlerine (Süper Klasik, Rio grand, Bambino ve Roma), dikimden sonra ve belirli meyve evresinde, farklı kalsiyum konsantrasyonları (% 0, 0.5, 1.0 ve 1.5) püskürtülmüştür. % 1.5 oranında püskürtülen yapraktan kalsiyum uygulaması ile bitki boyu, dal sayısı, toplam verim ve meyve sertliği önemli ölçüde artmıştır. Deneme sonucunda, çeşitler arasından Rio grand domatesinin en iyi gelişimi gösterdiği ve daha az çiçek burnu çürüklüğü ve daha iyi büyüme, verim ve kaliteye ulaşması için % 1.5 oranında kalsiyum püskürtülmesi gerektiği sonucuna varılmıştır.

Tejashvini ve Thippeshappa (2019), farklı kalsiyum düzeylerinin yapraklardan uygulanmasının hasat edilen toprağın fiziko-kimyasal özellikleri üzerine etkisini ve kalsiyum beslenmesinin meyve kalitesi ile ilişkisini araştırmışlardır. Bu deneme, Zonal Tarım ve Bahçecilik Araştırma İstasyonu (ZAHRS), Navile, Shivamogga'da sera koşullarında gerçekleştirilmiştir. Üç farklı seviyede (% 0.20, %0.50 ve % 0.80), üç kalsiyum kaynağı [CaCl_2 , CaNO_3 ve kalsiyum amonyum nitrat (CAN)] yapraklardan püskürtülerek uygulanmıştır. Elde edilen verilere göre toprakta en yüksek besin değeri, % 0,5 CAN yaprak uygulaması ile tespit edilmiştir. Verim ve meyve kalitesi parametreleri incelendiğinde kalsiyum uygulamasının, büyüme ve beslenme üzerine oldukça olumlu etkileri olduğu tespit edilmiştir.

Nizam ve ark (2019), domates bitkisinde kalsiyum nitrat ile tuz stresinin azaltılmasını amaçlamışlardır. Saksı çalışması olarak yürütülen çalışmada, Kasım 2017 - Nisan 2018 tarihler arasındaki dönemde, Dakka Sher-e-Bangla Tarım Üniversitesi'nin Bahçe Bitkileri Çiftliği'nde gerçekleştirilmiş ve bitki materyali olarak BARI Tomato-5 kullanılmıştır. Sodyum (Na) ile indüklenen beş tuzluluk seviyesi; 0, 2, 4, 6 ve 8 dS m^{-1} ve üç düzey Ca^{2+} ; 0, 5 ve 10 mM kullanılmıştır. Deney sonucunda en düşük veri 8 dS m^{-1} 'den kaydedilirken en yüksek değer kontrol bitkisinde gözlenmiştir. Mevcut sonuçlar, Ca^{2+} 'in hem tuzlu hem de tuzlu olmayan koşullarda, domates veriminin yanı sıra kaliteyi de arttırdığını göstermiştir. Bununla birlikte, en fazla bitki başına meyve (50.8 meyve/bitki) ve en yüksek bitki verimi (3.88 kg/bitki), 0 dS m^{-1} Na x 10 mM Ca^{2+} birleşik etkisinden alınırken en düşük değerler 8 dS m^{-1} x 0 mM Ca^{2+} de gözlenmiştir. Bu deneyde, Ca^{2+} 'in eksojen uygulamasının domatesteki tuz stresinin zararlı etkisini, etkili bir şekilde azaltabileceği sonucuna varılmıştır.

Alp ve Kabay (2019), yürüttükleri çalışmada kuraklığa tolerans gösteren domates genotiplerinin belirlenmesini amaçlamışlardır. Çalışmada üçer adet hibrit, standart ve yerel domates çeşidi kullanılmıştır. Denemede kullanılan domates çeşitlerinin tohumları 1:1 oranında torf+perlite karışımı içeren 2 litrelik saksılara ekilmiştir. Gerçek yaprakların oluşmasının ardından fidelere, Hoagland besin çözeltisiyle sulama yapılmıştır. Sulama işlemi, kontrol bitkilerinde çalışma bitirilinceye kadar devam etmiş ancak kuraklık uygulanan bitkilerde fide döneminde sulama tamamen kesilmiştir. Domates genotiplerinde katalaz (CAT),

süperoksitdismutaz (SOD), askorbatperoksidaz (APX) enzimlerinin aktiviteleri ve potasyum (K), kalsiyum (Ca) ve magnezyum (Mg) içeriklerindeki değişimler, sulama işleminin kesilmesinden 12 gün sonra incelenmiştir. Çalışma sonucunda, kuraklık stresine duyarlı ve tolerant domates genotiplerinin belirlenmesinde elde edilen parametrelerde farklar olduğu gözlenmiştir.

Balate ve ark. (2018), domates bitkilerinde su stresinin çiçek burnu çürüklüğüne neden olduğunu ifade etmişlerdir. Yapraktan uygulanan absisik asit uygulamasının, tarlada yetiştirilen Santa Clara domates çeşidinde; kalsiyum alımını arttırma etkisini ve çiçek burnu çürüklüğüne etkisini incelemiştir. Uygulamalar dört sulama seviyesinden (mahsulde su kaybı oluşumuna karşı mahsulün su ihtiyacının % 25, % 50, % 75 ve % 100'ü) ve iki absisik asit dozundan (0 mg L⁻¹ ve 500 mg L⁻¹) oluşmuştur. Absisik asidin uygulanması, çiçeklenmenin başlamasından 30 gün sonra, meyvelerin distal bölgesine kalsiyum bölümünü arttırmıştır. Bu işlemler sonucunda, absisik asidin uygulandığı meyvelerin distal bölgesine kalsiyum bölümünde artış, absisik asit ile işlem görmemiş bitkilere kıyasla, çiçek burnu çürüklüğünün meydana gelmesinde % 86 oranında azalma görüldüğü bildirilmiştir. Absisik asidin yapraktan uygulanmasının çiçek burnu çürüklüğünün meydana gelmesini önemli ölçüde azaltabileceği sonucuna varılmıştır.

Patanè ve ark. (2018), kalsiyum karbonat uygulamasının yarı kurak Akdeniz ikliminde, tarla koşullarında yetiştirilen domateslerin fizyolojisi, verimi ve kalitesi üzerindeki etkisini incelemiştir. Kalsiyum karbonat süspansiyonlarından oluşan yeni formülasyonlara sahip spreylere, domates de dahil olmak üzere bitkisel ürünler üzerinde yararlı etkilere sahip olabildiği düşünülmektedir. Doğu Sicilya'nın yarı kurak iklim koşullarında uygulanan kalsiyum karbonat süspansiyonunun, kısıtlı sulamada üç seviye altındaki (I50, orta; I25, orta-ağır; I0, şiddetli) domates bitkisinin fizyolojisi, verimi ve bazı kalite yönleri üzerindeki etkilerini değerlendirmek amacıyla yapılan çalışmada, süspansiyon ile işlenen bitkilerde yaprak transpirasyonu (terleme) %47 (Haziran ayının sonunda) ve %58 (Temmuz ayının başında) oranında önemli ölçüde azaltılmış olduğu tespit edilmiştir. İşlem görmüş domatesler daha iyi sertlik (+% 24), daha yüksek C vitamini içeriği (+% 15) ve toplam fenoller (+ %12) ve işlenmemiş domateslerden daha yüksek antioksidan etkisi (% 5-7) göstermiştir. Kalsiyum karbonatın uygulanması, büyük su tasarrufu sağlayıp meyvelerin

nutrasötik özelliklerini geliştirirken I50 altındaki meyve kayıplarını en aza indirmiştir.

Sajyan ve ark. (2018), tuz stresi koşullarında domates bitkisinin (*Solanum lycopersicum*) gelişimi ve üretimi üzerindeki etkilerini incelemek amacıyla, bitkiye Monopotasyum-fosfat (MKP: 0-52-34), Nano-kalsiyum gübre (Lithovit), Asetil salisilik asit (Aspirin) ve Glisinbetain uygulaması yapmışlardır. Açık alanda saksılarda yapılan denemede Sila çeşidi kullanılmış ve domates bitkilerinin tuza toleransı incelenmiştir. Tuzlu koşullarda yetiştirilen bitkilerde, Aspirin ve LİTHOVIT konsantrasyonlarının kök çapını iyileştirdiği ve Glycinebetaine dışındaki tüm ürünlerde, kontrol bitkisine kıyasla çiçek sayısında artış olduğu gözlenmiştir. Bitki veriminde en iyi değerler (% 76), meyve sayısındaki olumlu gelişme nedeniyle MKP ve LİTHOVIT konsantrasyonlarında elde edilmiştir. Çalışma sonucunda, tuz stresi koşullarında LİTHOVIT ve MKP'nin, Aspirin ve Glisinbitine kıyasla üstün etkiler gösterdiği tespit edilmiştir.

Al-Shammari ve ark. (2018) tarafından yürülen çalışmada, kuraklık stesi altında yetiştirilen domates bitkisinde yaprakтан uygulanan Tecamin flower®'un bitki gelişimi ve verim üzerine etkilerini araştırmışlardır. Çalışmada 'Bobcat', 'Finenss' ve 'Hadeer' domates genotipleri kullanılmıştır. Denemede Tecamin flower®'un yaprak uygulaması (0 ve 2.5 mL L⁻¹) iki sulama düzeyinde (tarla kapasitesine göre %50 ve %100) uygulanmıştır. 'Bobcat' genotipi, bitki veriminde en yüksek değere (3.39 kg) ve toplam verime (90.19 t ha⁻¹) sahip olurken, 'Finenss', bitki başına meyve sayısı (40.75), su kısıtlaması (75.37 kg m⁻³) ve minimum yaprak prolin içeriği (2.584 mg g⁻¹) için en yüksek değerlere ulaşmıştır. % 100 oranında sulanan bitkide, en yüksek meyve sayısı (35.27 meyve), bitki başına en fazla verim (3.53 kg), toplam verim (94.02 t ha⁻¹) ve minimum yaprak prolin içeriği (2.557 mg g⁻¹) tespit edilmiştir. Çalışma sonucunda klorofil içeriği, meyve ağırlığı, bitki başına verim, tarladaki eksik su kullanımı, toplam verimin genotip ve sulama düzeylerinden ve Tecamin flower® uygulamasından önemli ölçüde etkilendiği görülmüştür.

Ahmad ve ark. (2018), *Brassica juncea*'da (Hardal Otu), tuzun (NaCl) stres kaynaklı oksidatif hasarının azaltılmasında kalsiyum (Ca) ve çinko (Zn) 'nın etkilerini araştırmışlardır. Tuz stresi (200 mM NaCl), bazı önemli fotosentetik nitelikleri azaltırken Ca ve Zn'nin ekzojen uygulaması, büyümenin ilerlemesine

yardımcı olduğu gözlenmiştir. Ca ve Zn ilavesinin, Na/K oranını iyileştirilmiş K alımı yoluyla koruyarak tuza bağlı zararı azalttığı saptanmıştır.

Gelmez ve Müftüoğlu (2018) tarafından Çanakkale’de yürütülen çalışmada, domates fidelerine farklı dozlarda kalsiyum (Ca) uygulanmış ve farklı azot (N) kaynakları ile gübreleyerek verim ve kalite özellikleri incelenmiştir. Tohum ekim ortamına kalsiyum hidroksit $[Ca(OH)_2]$ kaynaklı dört Ca dozu (0, 100, 200 ve 300 g Ca/m^2) uygulanarak fideler yetiştirilmiştir. Çalışma sonucunda, hiçbir bitkide çiçek burnu çürüklüğüne rastlanılmadığı ancak $Ca(OH)_2$ uygulanmasının domates veriminde azalmaya neden olduğunu ifade etmişlerdir.

Naeem ve ark. (2018), mısır bitkisinin iki çeşidinde, kuraklığa toleranslı Dekalb-6525 ve kuraklığa duyarlı Yousafwala-hibridde, kuraklık stresinin (DS) ve yapraktan uygulanan Ca^{2+} 'nın büyüme, fizyolojik, biyokimyasal, verim ve tahıl besin içeriği üzerindeki etkilerini araştırmayı amaçlamışlardır. Çalışma iki aşamadan oluşup, ilk önce en iyi Ca^{2+} oranı (20, 40 ve 60 mg L^{-1}) değerlendirilmiş ve ikinci olarak, DS (kuraklık stresi) altındaki mısırın fizyo-biyokimyasal ve verim tepkilerini değerlendirmek için Ca^{2+} (40 mg L^{-1}) oranı en iyi şekilde kullanılmıştır. Uygulanan kuraklık stresi (DS), mısır gelişiminde, su durumunda, fotosentezde ve tahıl besin içeriğinde önemli bir azalmaya neden olmuştur. Çalışmanın sonucunda Ca^{2+} 'nın optimize edilmiş oranı, su kıtlığı koşulları altında mısır tahılı verimini ve kalitesini iyileştirmiş olduğu ve sınırlı su kaynağı ve mısır bitkisini güçlü hale getirmek için etkili bir uygulama olduğu saptanmıştır.

Kitayama ve ark. (2018), yürüttükleri çalışmada, Paclobutrazol’un yapraktan uygulamasının tuz stresi altındaki su ıspanağının (*Ipomoea aquatica*) fotosentetik yeteneklerini, büyüme performanslarını ve kalsiyum iyonu seviyelerini incelemeyi amaçlamışlardır. Yaprak PBZ ön işleminin (0, 17 ve 51 μM), su ıspanağındaki biyokimyasal, fizyolojik ve morfolojik değişiklikler üzerindeki etkisi, 0 veya 100 mM NaCl’ye tabi tutarak incelenmiş olup su ıspanağının, Chia Tai veya CT ticari çeşidi (yeşil gövde) ve Wild Type veya WT (kırmızı gövde) çeşitleri üzerinde kullanılmıştır. Çalışma sonucunda, “CT” su ıspanağının, tuz stresini “WT” den daha iyi tolere edebileceği ve 51 μM PBZ’nin yaprak uygulamasının, “WT” de tuz toleransı yeteneğini geliştirdiği ve Ca^{2+} ‘nın yaprak dokularını belirgin şekilde zenginleştirdiği sonucuna varmıştır.

Abdel-Wahab (2018), yaprakтан uygulanan kalsiyum uygulamasının, aşılı domates fidelerinin kalitesi üzerine etkilerini araştırmıştır. Kahire Üniversitesi'nin Ziraat Fakültesi'nde yapılan bu çalışmada, yapraktan kalsiyum uygulaması 2014 güz ve 2015 bahar döneminde uygulanmıştır. Yabani domates *Solanum pennellii* 'LA716'(anaç) üzerine aşılannmış Castlerock (çelik) kullanılmıştır. Anaç tohumları, kalem tohumlarından 15 gün önce, iki farklı tarihte ekilmiştir: 14 Ocak veya 25 Haziran 2014 ve 15 Ocak veya 28 Haziran 2015 tarihlerinde. Çelik ve anaç fidelerine, bir litre suya 1 g Ca oranında, 3 kez kalsiyum (küresel şelatlı kalsiyum% 12) ile püskürtülerek uygulanmıştır. Çalışma sonuçlarında, her iki mevsimde taze sürgün ve kök ağırlıklarının, kış aşılama tarihine göre yaz aşılama tarihinde, önemli derecede yüksek olduğu gözlenmiştir. Ca tarafından yapılan yaprak uygulaması, taze sürgün ve kök ağırlıklarında, SPAD ölçümlerinde, fotosentezde ve stoma iletkenliğinde Ca ile muamele edilmemiş bitkiye göre daha fazla artış sağlandığı tespit edilmiştir. Genel olarak yaprak kalsiyum uygulamasının, ekili domates ve yabani türler arasında aşılama başarısının yüzdesini ve fide kalitesini de arttırdığı sonucuna varılmıştır.

Daldal (2018), bu çalışma ile domates bitkisinin kalsiyum içeriğini artırarak meyvelerde çiçek burnu çürüklüğü (ÇBÇ) düzeyinin azaltılması, verim ve verim özellikleri üzerine etkisinin incelenmesini amaçlamıştır. İki aşamadan oluşan çalışmada, bitkisel materyal olarak sanayi domatesi çeşidi kullanılmıştır. Birinci aşamada, domates fideleri, farklı kalsiyum kaynakları (Ca(OH)_2 ve CaSO_4) ve dozları (0, 100, 200, 300 gCa/m^2) uygulanarak yetiştirilirken ikinci aşamada, yetiştirilen fideler saksılara dikilerek taban gübresi olarak triple süperfosfat, potasyum sülfat, kalsiyum amonyum nitrat, üst gübresi olarak kalsiyum nitrat uygulanmıştır. Fide yetiştirme aşamasında kalsiyum sülfat uygulamasının meyve ağırlığını, meyve çapını, meyve boyunu arttırdığı ayrıca meyve sayısının arttığı, çiçek açtıktan sonra meyve oluşumunun daha hızlı olduğu ve hasat süresinin erken başlayıp daha uzun sürdüğü tespit edilmiştir. Çalışma sonuçlarında, fide yetiştirme aşamasında 100 gCa/m^2 dozunda kalsiyum sülfat uygulanmasının ÇBÇ görülen meyve sayısını azalttığı, kalsiyum hidroksit uygulanan fidelerde ise ÇBÇ olan meyveye rastlanmadığı ve bitki boyunda artış olduğu saptanmıştır. Domates yetiştiriciliği yapılan alanlarda mevcut kalsiyum eksikliğinde; fide yetiştirme ortamına 100 gCa/m^2 dozunda kalsiyum sülfat

uygulanması halinde, meyvelerde çiçek burnu çürüklüğü görülme olasılığının azaldığı tespit edilmiştir.

Naeem ve Ahmad (2017), yapraktan uygulanan Ca'nın mısır bitkisinde, kuraklık stresine toleransı, osmolit birikimi ve antioksidan savunma sistemi üzerine çalışmışlardır. Kuraklık stresinin ve yaprağa uygulanan kalsiyumun (Ca^{2+}) büyüme, su durumu, osmolit birikimi ve antioksidan savunma sistemi üzerindeki etkisi iki mısır hibridinde değerlendirilmiştir (Kuraklığa toleranslı Dekalb-6525 (DK-6525) ve kuraklığa duyarlı Yousafwala Hybrid (YH) değerlendirilmiştir). Ca^{2+} 'nın yapraktan uygulanması, sürgün kuru madde % 49, nispi su içeriği % 18, toplam serbest amino asitler % 15 ve glisinekrin % 25 birikiminde artışa yol açtığı gibi süperoksit dismutaz % 37, katalaz % 24 ve askorbat peroksidaz % 49 aktivitelerinin yanı sıra, su eksikliği koşullarında her iki hibride de malondialdehit içeriğinde % 24 bir azalma meydana gelmiştir. Çeşit DK-6525, kalsiyum miktarı ve sulama düzenlerinden bağımsız olarak, büyüme hızını, su durumunu ve osmolit içeriğini ve antioksidan aktivitelerini YH'den daha yüksek tutmuştur. Bu çalışmada, Ca^{2+} 'nın ideal miktarının, bitkileri nem eksikliği koşullarında geliştirmek ve güçlü hale getirmek için etkili olduğu sonucuna varılmıştır.

Sönmez ve Gülser (2017), bu çalışmada kalsiyum nitrat ($Ca(NO_3)_2$) ve humik asit (HA) uygulamalarının etkilerini belirlemeyi amaçlamışlardır. 300 cm³'lük saksılara 60 mM NaCl ilave edilmiş ve Demre'nin çeşitli biber tohumları ekilmiştir. Bu deneme, ekimden sonra sekizinci haftada sona ermiştir. Çalışma sonucunda $Ca(NO_3)_2$ uygulamalarının, tuz stresi altındaki biber fidesinin N ve P içeriğini ($p < 0.05$) ve K, Ca, Mn ve Zn içeriğini ($p < 0.01$) önemli ölçüde etkilediği gözlenmiştir.

Klunklin ve Savage (2017), su stresi koşulları altında yetiştirilen ticari domateslerin fiziksel ve kimyasal özelliklerini değerlendirmeyi amaçlamışlardır. Sera ortamında, dört farklı domates çeşidi (İnkalar, Marmande, Scoresby Cüce ve Pencere Kutusu Kırmızı), sulak ve kuraklık stresi koşulları altında yetiştirilmiş ve hasat edilen meyvelerin fiziksel ve kimyasal özellikleri ve antioksidan içerikleri karşılaştırılmıştır. Çeşitler arasında kalite özelliklerinde (kuru madde, toplam çözülebilir katı maddeler ve pH parametreleri gibi) önemli farklılıklar tespit edilmiştir. Yapılan çalışmada su stresi koşullarına maruz bırakılan domates bitkisinde, herhangi bir kalite özelliğinde azalma olmadığı saptanmıştır.

Piñero ve ark. (2017), iklim değışikliği durumunda tuzlu su miktarını azaltmak için yapraktan Ca uygulamalarından etkilenen tatlı biberin meyve kalitesi üzerine etkisini, tuzlu suyun ve yüksek CO₂ etkilerinin dengelenebilir olup olmadığını araştırmışlardır. Deneme sonucunda yaprakta Ca miktarı pazarlanabilir verimi etkilememiştir. Tuzluluk oranı toplam verimi olumsuz etkilemiş ancak CO₂ uygulandığında bunun üstesinden gelinmiştir.

Budak ve Erdal (2016), yapraktan kalsiyum uygulamasının farklı domates çeşitlerinde (Daylos, Bufalo, Tybif, şimşek, Newton ve Ty12Rz) verim, meyve kalitesi ve bitkinin mineral beslenmesine etkisini belirlemeyi amaçlamışlardır. Sera koşullarında yürütölen çalışmada, içerisinde Ca bulunan CaCl₂ 2H₂O çözeltisi 3 farklı dozda (% 0.0, % 0.25 ve % 0.50); çiçeklenme başlangıcında, meyve tutumu ve hasat öncesinde olmak üzere 3 defa yapraktan uygulanmıştır. Yaprak analizlerine göre Ca uygulamasına tepki veren tek çeşidin TY12Rz olduğu görölmüş ve dolayısıyla bu çeşidin Ca'ya daha hassas olduğu sonucuna varılmıştır. Yapılan uygulamaların domates meyvesinde Ca içerdiğine etkisi olmadığı saptanmıştır.

Altuntaş (2016), domateste Pro-Ca uygulamalarının bitki büyümesi, besin element alımı ve meyvede kalite üzerine etkisini araştırmayı amaçlamıştır. Bu denemede, Prohexadione Kalsiyum (Pro-Ca)'un uygulama dozları; 5 mg/l, 15 mg/l, 30 mg/l, 45 mg/l olarak ayarlanmış ve Pro-Ca uygulamalarının her bir dozu, 1 litre suda eritilip yapraklara püskürtölerek, bitkilere 3 farklı (çiçeklenmeden önce, çiçeklenme ve meyve dönemi ve hasat dönemi) zamanda uygulanmıştır. Yapraklardaki besin element içeriklerine bakılarak, Pro-Ca uygulama dozlarının besin element alımı üzerine etkileri incelenmiştir. Yapılan analizler sonucunda, tüm Pro-Ca dozlarının meyve kalitesi ve bitki gelişimi üzerine olumlu etkileri olduğu belirlenmiştir. Deneme sonucuna göre, domates yetiştiriciliğinde Pro-Ca kullanımının meyve kalitesini olumlu yönde etkilediği ve yüksek dozların bazı ölçümlerde iyi sonuç vermesine karşın 15 mg/l Pro-Ca dozda en iyi sonucun alındığı saptanmıştır.

Manaa ve ark. (2014), salisilik asit (SA 0.01 mM) ve kalsiyum sülfatın (CaSO₄ 5 mM) yapraktan uygulanmasının, tuz stresine (100 mM NaCl) maruz bırakılan iki domates çeşidinde (cv. Süper Marmande ve cv. Red River) bazı metabolik değışkenleri (toplam klorofil, karotenoidler, çözebilir şekerler, prolin ve

lipid peroksidasyonu) üzerindeki etkisini araştırmayı amaçlamışlardır. SA veya Ca'nın eksojen (dış) uygulaması, sadece NaCl'in varlığında bitki tutumunu geliştirmiştir. İlgili fizyolojik değişkenler dūřünölen çeşide göre değişmekle birlikte, sonuç olarak; Ca²⁺ ve SA'nın, NaCl varlığında bitkinin yaşadığı stresi azaltmak için etkileşime girebileceği gözlenmiştir.

Sun ve ark. (2013), bu çalışma ile domates bitkisine üç farklı dozda uygulanan Ca gübresinin (0, 100 ve 200 mg Ca kg⁻¹ toprak), çiçek burnu çürüklüğü oranı üzerindeki etkilerini araştırmışlardır. İklim kontrollü bir cam sera içerisinde saksılarda yetiştirilen domates bitkilerine, kısmi kök bölgesi kuruluğu (PRD) ve kısıtlı sulama (DI) erken çiçeklenme döneminde uygulanmıştır. Uygulamalar sonucunda, DI işlemine kıyasla, PRD'nin çiçek burnu çürüklüğü oranını önemli ölçüde azalttığı ve meyvede Ca alımının artmasına katkıda bulunduğu tespit edilmiştir.

Köksal ve Erdal (2013), farklı dozlarda yapraktan kalsiyum uygulamasının standart karanfil çeşitlerinin (Turbo ve Baltico) verim, kalite parametreleri üzerindeki etkilerinin incelenmesini amaçlamışlardır. Bu amaçla 0, %0.125, %0.250 ve %0.500 Ca içeren CaCl₂, 2H₂O çözeltilisi hazırlanarak 15 gün arayla 3 defa yapraktan uygulama yapılmıştır. İncelenen parametrelerin geneli istatistiksel olarak önemli bulunmuş ve sap kalınlığı, kuru madde ağırlığı ve vazo ömründe, Ca uygulamalarıyla artış gözlenmiştir.

3. MATERYAL VE METOD

Araştırma Şırnak ili Silopi ilçesi Birlik köyünde (37° 15' 02.7", 42° 31' 20.7") bulunan 3000m² topraklı serada yürütülmüştür.



Şekil 1. Deneme Alanı Uygulama Yeri

3.1. Materyal

Denemede bitkisel materyal olarak Aziz F1 domates çeşidi kullanılmıştır. Çalışma 4 aylık üretim sezonunu boyunca gerçekleşmiştir.

Deneme kurulmadan önce 0-30 cm derinlikten toprak örnekleri alınarak analizleri yapılmıştır. Toprak analiz sonuçları Çizelge 3.1' de verilmiştir.

Çizelge 3.1. Deneme Serası Toprak Analiz Sonuçları

Analiz	Değerler
Saturasyon (%)	78
pH	7,64
Toplam Tuz (%)	0.0386
Organik Madde (%)	1.1066
Kireç (%)	10,4473
Fosfor (P2O5) kg/da	1,0305
Potasyum (K20) kg/da	117,5696

Çalışmada kullanılan domates fideleri sıra arası 100 cm ve sıra üzeri 25 cm olacak şekilde dikilmiştir. Fideler 3 Mart 2020 tarihinde dikilmiştir. Denemede dekara saf olarak 110 kg ha⁻¹ N, 190 kg ha⁻¹ K₂O, 20 kg ha⁻¹ MgO ve 30 kg ha⁻¹ CaO fertigasyon ile modifiye edilerek verilmiştir (Günay, 2005).

Çalışmada 4 farklı uygulama (%100 sulama (kontrol), %50 sulama, %50 sulama+ %1 kalsiyum ve %100 sulama+ %1 kalsiyum) denenmiştir. Deneme, tesadüf blokları deneme desenine göre 3 tekerrürlü ve her tekerrürde 15 domates bitkisi olacak şekilde yürütülmüştür.

Denemede, kalsiyum kaynağı olarak Kalsiyum Sülfat (CaSO₄) kullanılmış ve uygulama dozu %1 oranında yapraktan gerçekleştirilmiştir. Uygulama 16 litrelik sırt pompası ile yapraktan püskürtülerek yapılmıştır. Kalsiyum uygulaması dikimden 40 gün sonra 10 Nisan'da yapılmış ve her 20 günde bir uygulamaya devam edilmiştir. Kuraklık stresi domates bitkisine, fide dikiminden 30 gün sonra uygulanmıştır. Şekil 2'de kısıtlı su uygulamasını da kapsayan denemeden genel bir görüntü sunulmaktadır.



Şekil 2. Deneme Serasından Dikimi Takiben Bir Görünüm

Günlük olarak buharlaşma kazanından (Class Apan) okunan buharlaşma değerlerine göre bitkilere uygulanacak sulama suyu miktarı aşağıdaki eşitlik yardımı ile hesaplanmıştır. Çalışmada damla sulama sisteminde debisi 2 L/h olan ve 50 cm

aralıklarla yerleştirilmiş ve çapı 16 mm olan “Tam Plastik” marka damla sulama lateralleri kullanılmıştır. Ayrıca deneme boyunca kullanılan su miktarı Çizelge 3.2’de verilmiştir.

Denemede bitkilere verilen sulama suyu miktarı aşağıdaki formül yardımıyla belirlenmiştir.

$$IR = A * E_{pan} * k_{cp} * P$$

IR :Uygulanan Su Miktarı (m³)

A : Parsel büyüklüğü (da)

E_{pan} : Buharlaşma miktarı (mm)

k_{cp} : Bitkinin (domates) katsayı (0.80)

P-örtü : Bitki örtüsü %

P-örtü : Bitki taç genişliği (cm) / Sıra aralığı (cm)

Ölçüm ve analizler Şırnak ve Çukurova üniversitelerinin ziraat fakültesi bahçe bitkileri laboratuvarlarında yapılmıştır.

Çizelge 3. 2. Denemede Domates Yetiştiriciliği Boyunca Kullanılan Su Miktarı (bitki Litre⁻¹)

Uygulama	Stresten Önce *	Stresten Sonra**	Toplam Su
Kontrol (%100)	21 (L)	79,80 (L)	100,8 (L)
Kuraklık stresi (%50)	21 (L)	39,9 (L)	60.9 (L)

* Stresten Önce (03.03.2020-08.04.2020). **Stresten Sonra (14.04.2020-21.06.2020)



Şekil 3. Serada Fidelerin Dikilmesi ve Etiketlendirilmesi

3.2. Metod

3.2.1 Yeşil Aksamında 0-5 Skala Değerlendirmesi (%)

Domates bitkilerinin, kuraklık stresinden zararlanma derecesine göre 0- 5 arasında puan verilmiştir. Bu amaçla daha önce Daşgan ve ark. (2010), tarafından geliştirilen ve kullanılan skala esas alınmıştır.

Değerlendirme meyve hasadından önce yapılmıştır.

0: Yeşil aksamları kuraklık stresinden etkilenmeyen bitkiler

1: %0 ile %20 yeşil aksamları kuraklık stresinden etkilenmiş bitkiler

2: %20 ile %40 yeşil aksamları kuraklık stresinden etkilenmiş bitkiler

3: %40 ile %60 yeşil aksamları kuraklık stresinden etkilenmiş bitkiler

4: %60 ile %80 yeşil aksamları kuraklık stresinden etkilenmiş bitkiler

5: %80 ile %100 yeşil aksamaları kuraklık stresinden etkilenmiş bitkiler

3.2.2. Yapraklardaki Klorofil Miktarı(SPAD):

Domates bitkisinin yapraklarındaki klorofil miktarlarını tespit etmek için havanın kapalı olmadığı 09:00-11:00 saatleri arasında SPAD metre Minolta 502 cihazıyla ölçüm yapılmıştır. Tesadüfi seçilen beş domates bitkisinin tepe noktasından aşağı doğru yaklaşık 3. ve 6. yapraklar arasında 3'er tekerrür olacak şekilde yapraklardaki klorofil miktarı ölçülerek ortalaması alınmıştır.



Şekil 4. Yapraklardaki SPAD metre okuması ile Klorofil Miktarının Tahmin edilmesi

3.2.3. Yaprakta Kuru Madde Miktarı (g/bitki)

Denemenin üçüncü hasat aşamasında, her bir tekerrürden tüm uygulamaları temsilen 3 bitkide, taze ağırlıklar kayıt altına alınmıştır. Alınan taze yaprakların ağırlığı kaydedilerek 65°C etüvde kurutulmuş ve yaprak kuru madde miktarı hassas terazide tartıldıktan sonra kaydedilmiştir.



Şekil 5. Yaprak Yaş Ve Kuru Ağırlık Ölçümü

3.2.4. Yaprak Sıcaklığı (°C)

Domates meyvesinin yaprak sıcaklıkları, günün 09.00-10.00 saatleri arasında, Testo marka 104-IR model infrared termometre yardımıyla bitkilerin üstten 4. yapraklarından ölçülmüştür. Ölçümler denemenin üçüncü hasat sırasında yapılmış ve °C cinsinden kaydedilmiştir.



Şekil 6. Yaprak Sıcaklığı Ölçümünden Görünüm

3.2.5. Yaprak Oransal Nem İçeriği (YOSİ)

Domates bitkisinde tepeden gövdeye doğru 4-5. yapraklar alınarak taze ağırlıkları ölçülmüş ve ölçüm yapıldıktan sonra belirli miktarda su ile doldurulmuş plastik bardakların içinde 4 saat bekletilmiştir (Şekil 7). Suda bekletilen domates yaprakları 4 saat sonra sudan çıkartılarak turgor ağırlıkları ölçülmüştür. 65 °C sıcaklığındaki etüvde 48 saat kurutulduktan sonra ağırlıkları hassas terazide tartılmıştır.

Oransal Su İçeriği (%) = (Taze Ağırlık – Kuru Ağırlık) / (Turgor Ağırlık – Kuru Ağırlık) x 100



Şekil 7. Turgor Ağırlığının Ölçülmesi İçin Domates Yapraklarının Suda Bekletilmesi

3.2.6. Domates Meyvesinde Çap Ve Boy Ölçümleri (cm)

Beşinci hasat döneminde rastgele seçilen 5 meyvenin her tekerrüründeki çap ve boy ölçümlerinin ortalaması alınmıştır. Ekvatorial bölgeden meyve çapı, çiçek çukuru ile sap çukuru arasındaki bölgeden ise meyve boyu ölçümleri 0.01 mm hassasiyette bir dijital kumpas yardımı ile ölçülmüştür.

3.2.7. Domates Meyvesinde Ortalama Meyve Ağırlığı (g/meyve)

Hasat döneminde tüm uygulamaları temsilen her tekerrürden tesadüfi seçilen 5'er meyve hasat edilerek hassas terazide tartılmış ve ortalaması alınmıştır.

3.2.8. Toplam Meyve Verimi (kg/bitki ve kg/m²)

Domates meyveleri Mayıs Haziran ayı boyunca hasat edilmiştir. Ardından uygulamalara göre her tekerrür için ağırlık tartılmış ve sayıları alınmıştır.



Şekil 8. Olgunlaşan Domates Meyvelerinde Hasat İşlemi

3.2.9. Meyvede Kuru Madde Miktarı (%)

Beşinci hasat aşamasında 4 uygulamadan hasat edilen meyvelerden 5 meyve tartıldıktan sonra dörde bölünmüştür. Kuruması için etüve konulan meyveler, sabit kuru ağırlığa ulaşincaya kadar bekletilmiştir. Meyvelerin tam olarak kurumasından sonra 0.1 g hassasiyetinde bir terazide tartılarak kuru madde miktarı kaydedilmiştir.

3.2.10. Meyve Eti Sertliği (kg)

Beşinci hasat döneminde tüm uygulamaları temsil edecek şekilde her tekerrürden 5 meyve alınarak penetrometre yardımıyla meyve eti sertliği kg cinsinden ölçülmüştür.



Şekil 9. Meyve Eti Sertliğinin Belirlenmesi

3.2.11. Meyve Suyunda pH Değeri

Çalışmamızda, beşinci hasat yapıldıktan sonra hasat olgunluğuna ulaşan domates meyveleri arasından 5 meyve seçilmiş ve bu meyvelerden 100 ml civarında domates suyu alınarak pH metre ile değerler okunmuştur.

3.2.12. Meyve Suyu EC Ölçümü(ms/cm)

Beşinci hasat döneminde her tekerrürden seçilen 5 meyveden birer dilim alınmış ve meyve suyu çıkarılmıştır. Yaklaşık 100 ml miktarda domates suyu alınarak EC metre ile ölçülmüş ve değerler kaydedilmiştir.

3.2.13. Domates Meyvesinde Et Kalınlığı (mm)

Uygulamaları temsilen her tekerrürden 5'er domates meyvesi seçilmiş ve ekvatorial bölgeden ikiye bölünen meyvelerin et kalınlığı 0,01 mm hassasiyetinde bir dijital kumpas ile ölçülmüştür. Ölçülen meyve et kalınlıkları ortalamaları hesaplanarak kaydedilmiştir.

3.2.14. Meyve Suyunda Suda Çözünebilir Kuru Madde Miktarı (SÇKM) (%) Ölçümü

Beşinci hasat döneminde her tekerrürden seçilen 5 meyveden birer dilim alınarak meyve suyu çıkarılmıştır. Çıkarılan meyve suyu bir el refraktometresi yardımı ile okunmuş ve SÇKM'si % olarak kaydedilmiştir.



Şekil 10. Meyve Suyunda SÇKM Ölçümü

3.2.15. Meyvede Tohum Sayısı (adet/bitki)

Çalışmamızın beşinci hasat döneminde her tekerrürden alınan 5 domates meyvesinde tohumlar sayılarak ortalamaları alınmıştır.

3.2.16. Domates Bitkisinde Makro-Mikro Besin Elementi Miktarları ve Analizleri

Denemenin 45. gününde yaprak örnekleri büyüme ucundan aşağıya doğru 4-6 yapraklardan alınmıştır. Bu yapraklarda Azot (N), fosfor (P), potasyum (K), magnezyum (Mg), kalsiyum (Ca), sodyum (Na), demir (Fe), mangan (Mn), bakır (Cu) ve çinko (Zn) analizleri yapılmıştır. Seradan alınan yapraklar saf su ile yıkanarak etüvde 60°C'de kurutulmuştur. Kurutulmuş ve öğütülmüş yaprak örnekleri 550°C'de 6-7 saat süreyle yakılmıştır. Elde edilen kül % 3.3'lük (hacim/hacim) HCl asitte çözülerek filtre edildikten sonra atomik absorpsiyon spektrometrede K, Ca, Mg ve Na okumaları emisyon modunda, Fe, Mn, Zn ve Cu okumaları ise absorbans modunda okunmuştur. Fosfor analizleri ise hazırlanan ekstrakt kullanılarak Barton yöntemine göre spektrofotometre ile gerçekleştirilmiştir. Yapraklardaki azot konsantrasyonları ise Kjeldal yöntemine göre yaş yakma ile belirlenmiştir.

3.2.17. Su Kullanma Etkinliği (g / L)

Denemede bitkilere verilen su miktarı kaydedilmiştir. Toplam meyve verimi, harcanan toplam su miktarına oranlanarak 'Su kullanma etkinliği' hesaplanmıştır. Bu durumda denemedeki domates meyvelerinin farklı uygulamalarda birim sudan ne kadar domates meyvesi üretebildikleri belirlenmiştir (Akhoundnejad, 2011).

Su Kullanma Etkinliği (g / L) = Verim (g / bitki) / Verilen Su (L / bitki)

3.2.18. Sıcaklık ve Nem Verilerinin Kaydedilmesi (°C) (%)

Deneme esnasında sera içerisindeki ortalama gece ve gündüz sıcaklık ve nem değerleri günlük olarak termometre cihazıyla kaydedilmiştir. Sera içi ortalama

gece sıcaklığı 20 °C, ortalama gündüz sıcaklığı 26 °C ve ortalama nem değeri %65 olarak tespit edilmiştir.

3.2.19. Toplam Fenolik ve Flavonoid Bileşiklerin Belirlenmesi (mg/g)

Toplam fenolik madde miktarının belirlenmesinde Folin Ciocaltaeu yöntemi kullanılmıştır (Singleton ve Rossi, 1965). Çalışmaya konu olan domates yaprakları kurutulup öğütüldükten sonra 2 gram tartılarak üzerine 5 ml metanol % 75'lik (% 0.1 formik asit içeren) ilave edilmiştir. Homojenizasyon işlemi Ultra Turrax, 6000 rpm hızda, Ultrasonik su banyosu (25 C, 10 dakika), Santrifüj işlemi (2500 rpm, 10 dakika, oda sıcaklığında) gerçekleştirilmiştir. Bitki örnekleri supernatant (üst faz) bir tüpe alınarak, ekstraksiyon işlemi iki kere tekrarlanmış ve ekstraktlar bir yerde toplanmıştır. Son hacim metanol ile 10 ml'ye ayarlanmış ve 100 ml ekstrakt bir tüpe alınmış ve üzerine 900 ml saf su ilave edildikten sonra, 5 ml FCR (0.2 M) eklenerek kuvvetlice çalkalanmıştır. 8 dakika bekleme süresinden sonra 5 ml sodyum karbonat (% 7.5) ilave edilip 20s vortekste karıştırılmıştır. Bu karışım oda sıcaklığında 2 saat karanlıkta bekletilmiş ve Spektrofotometre ile absorbans okuması 765 nm'de gerçekleştirilmiştir. Sonuç hesaplama mg gallik asit/g örnek olarak saptanmıştır. Toplam flovonoidlerin belirlenmesinde, Molina-Quijada ve ark. (2010) tarafından belirtilen yöntem izlenmiştir. 1 ml ekstrat, 4 ml de iyonize su ve 0.3 ml %5 'lik NaNO₂ ile karıştırılmış, 5 dk sonra 0.3 ml %10'luk AlCl₃ ve 2 ml 1 M NaOH eklenmiştir. Son hacim üzerinden 10 ml de iyonize su eklenerek 415 nm'de okuma yapılmıştır.

3.2.20. Klorofil Konsantrasyonunun Belirlenmesi (mg/g)

Klorofil konsantrasyonları Daşgan (2003)'a göre belirlenmiştir. Bitkilerin taze yaprak örnekleri 100-200 mg tartılarak 10 ml aseton (%80'lik) ilave edilmiş ve homojenize edilmiştir. Elde edilen ekstraksiyonda absorbans değerleri U.V. spektrofotometresinde 663 nm, 652 nm, 645 nm ve 470 nm'de okumalar yapılmıştır. Hesaplamalar verilen formüllere göre yapılmıştır.

$$\text{Klorofil a} = (12.7 * A_{663} - 2.7 * A_{645}) (v/(1000*w))$$

$$\text{Klorofil b} = (22.9 * A_{645} - 4.68 * A_{663}) (v/(1000*w))$$

Toplam klorofil = $(27.8 * A_{652}) (v/(1000*w))$

3.2.21. Verilerin Değerlendirilmesi

Denemeden elde edilen veriler JUMP istatistik paket programında varyans analizleri yapılmış ve ortalamalar arasındaki farklılıklar LSD testine göre karşılaştırılmıştır.



4.BULGULAR ve TARTIŞMA

4.1. Bitki Büyüme Parametreleri

4.1.1. Yeşil Aksam Değerlendirmesi

Denemede kalsiyum kaynağı olarak Kalsiyum Sülfat (CaSO_4) %1 dozundada yapraktan uygulanmıştır. Kalsiyum uygulaması fide dikiminden 40 gün sonra 10 Nisan'da yapraktan püskürtme şeklinde yapılmış ve her 20 günde bir uygulamaya devam edilmiştir. Kuraklık stresi domates bitkisine, fide dikiminden 30 gün sonra uygulanmıştır. Kuraklık stresi sonucunda bitkilerde açığa çıkan zararlanmanın görsel bir ifadesi olan 0-5 skala değerlendirme, domates bitkisinin kuraklık şartlarında gösterdiği tepkinin genel bir değerlendirme olarak ele alınmıştır. Değerlendirmede "0" değeri kontrol bitkisi için kullanılmış ve kuraklık stresinden zararlanma derecesine göre 0- 5 arasında puan verilmiştir. Skala değeri arttıkça bitkide meydana gelen zararlanma da artış göstermiştir. Kuraklık koşullarında yapraktan Ca uygulaması yapılan domates bitkisinde, görsel skala değerlendirme bakımından ortaya çıkan değişimlere ait ortalama değerler Çizelge 4.1.1'de sunulduğu gibidir. Değerler incelendiğinde 1.65 değer olarak en az zararlanma ile kontrol bitkisine yakın bir gelişme gösteren %100 Sulama+Kalsiyum uygulaması olmuştur. Bununla birlikte yeşil aksam gelişiminde kontrol ve diğer uygulamalara kıyasla istatistiksel olarak en yüksek değere %50 Sulama uygulaması (4.16) sahip olmuştur. %50 Sulama + Kalsiyum uygulamasında skala değeri 2.09 olmuştur.

Kuraklık stresi bitkinin tolerans durumuna bağlı olarak büyümeyi engellemekte, verim ve kalitenin azalmasına neden olmakla birlikte bitkinin yeşil aksamında zararlanmaya sebebiyet vermektedir. Bitkiye yapraktan uygulanan CaSO_4 'ın yeşil aksam üzerinde olumlu etkileri tespit edilmiştir.

Kabay ve Şensoy, 2016 yılında fasulye üzerine yaptıkları çalışmada, yeşil aksam (0-5 görsel skala) değerlerinin kuraklığa hassas çeşitlerde daha düşük saptandığını belirtmişlerdir. Farklı kavun genotiplerinin kuraklığa tolerans bakımından genotipsel farklılığın araştırıldığı bir çalışmada 0-5 görsel skala değerlerinin kuraklığa toleransı belirlemede etkin olarak kullanılabileceği

bildirilmiştir (Kuşvuran ve Abak 2012). Çilek bitkisi üzerine yapılan bir araştırmada Ca'lı gübreler yapraktan uygulanmış ve Ca'lı gübrelerin genç yapraklar üzerinde olumlu etkileri olduğu bildirilmiştir (Karp ve ark, 2002).

Çizelge 4.1.1. Domates Bitkisinin Yeşil Aksamına Ait Ortalama Skala Değerleri

Uygulama	Yeşil Aksam
Kontrol (%100 Sulama)	0.60 c
%50 Sulama	4.16 a
%50 Sulama + Kalsiyum	2.09 b
%100 Sulama + Kalsiyum	1.65 b
LSD	0.81
p	0.001

* $p \leq 0.05$ Düzeyinde önemli. ** $p \leq 0.01$ Düzeyinde önemli

4.1.2 Yapraklardaki Klorofil Miktarı (SPAD) ve Yaprakta Kuru Madde Miktarı (g/bitki)

Tesadüfi seçilen beş domates bitkisinin tepe noktasından aşağı doğru yaklaşık 5. yapraktan, 3'er tekerrür olacak şekilde SPAD metre Minolta 502 cihazıyla yapraklardaki klorofil miktarı belirlenmiştir. Klorofil miktarına ait elde edilen ortalama veriler Çizelge 4.1.2' de sunulmuştur. Yapılan farklı uygulamaların yaprak klorofil miktarı üzerindeki etkisi, istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Çizelge 4.1.2 incelendiğinde klorofil miktarına en çok etki eden uygulama 53.93 değer ile %100 Sulama+Kalsiyum uygulaması olurken; Kontrol, %50 Sulama + Kalsiyum ve %50 Sulama uygulamalarında bu değerler sırasıyla 45.63, 45.80 ve 47.67 olmuştur. %100 Sulama+Kalsiyum, %50 Sulama + Kalsiyum ve %50 Sulama uygulamalarında kontrole göre klorofil miktarı ortalamalarına ait değerlerin % değişim oranları hesaplanmıştır. Değerler incelendiğinde her uygulamada kontrole kıyasla yaprak klorofil miktarında artış olduğu görülmüştür. %100 Sulama+Kalsiyum, %50 Sulama + Kalsiyum ve %50 Sulama uygulamalarında kontrole göre %'lik artma oranları sırasıyla %18, %10 ve %4 olarak hesaplanmıştır.

Elde edilen veriler doğrultusunda, kontrole kıyasla %100 Sulama+Kalsiyum uygulamasının, yaprak klorofil miktarında önemli bir etkiye sahip olduğunu söyleyebiliriz.

Stres altındaki mısır bitkisinde; ozmotik uyumsuzluk, genel metabolizma bozuklukları, yaprak klorofil miktarı üzerine olumsuz etki yapmakta ve bu olumsuz etki klorofil sentezinde gerileme ve klorofil parçalanması şeklinde ortaya çıkmaktadır (Köşkeröglü, 2006). Yağmur (2008), asma anaçlarında uyguladıkları su stresinin klorofil miktarında azalmalara neden olduğunu ve bu durumun genel olarak klorofil membranlarının zarar görmesi nedeniyle oluştuğunu savunmaktadır.

Sivakumar ve Srividhya (2016) kuraklık stresinin domates bitkisine etkilerini inceledikleri çalışmada, klorofil içeriğinin kuraklığa karşı hassas olan bitkilerde kuraklığa tolerant olanlara kıyasla daha fazla düştüğünü tespit etmişlerdir. Güzel A., (2006) yaptığı çalışmada, hem kuraklık stresi altında hem de stressiz koşullarda yetiştirilen domates bitkisinin, klorofil içeriğinde azalma olduğunu bildirmiştir. Akat ve Özzambak (2013), örtü altında stres koşullarda yetiştirilen lavanta bitkisinde kalsiyum uygulamasının, yaprak klorofil miktarında olumlu etki gösterdiğini belirtmişlerdir.

Domates bitkisinde kuraklık stresi ve yaprakta Ca uygulamasının yaprakta kuru madde miktarı üzerine etkisini incelemek için, tüm uygulamaları temsilen her tekerrürden 3 bitkide taze yaprak örnekleri alınarak hassas terazide tartılmıştır. Taze ağırlıkları kaydedilen yapraklar, 65°C'de ayarlı etüvde 48 saat tutulmuş ve kuru madde miktarı tartılarak kaydedilmiştir. Yapılan farklı uygulamaların yaprakta kuru madde miktarı üzerindeki etkisi önemli görülmüştür. Çizelge 4.1.2 incelendiğinde Kontrol, %100 Sulama+Kalsiyum, %50 Sulama + Kalsiyum ve %50 Sulama uygulamalarında edilen değerler sırasıyla; 14.92, 15.16, 15.70 ve 14.11 olmuştur. Kontrole oranla en yüksek değere %50 Sulama + Kalsiyum uygulamasında (15.70) ulaşılmıştır. %100 Sulama+Kalsiyum, %50 Sulama + Kalsiyum ve %50 Sulama uygulamalarında kontrole göre yaprakta kuru madde miktarı değerlerindeki değişim oranı % olarak hesaplanmıştır. Değerler incelendiğinde kontrole kıyasla en yüksek artış %5 oranı ile %50 Sulama + Kalsiyum uygulamasında görülmüştür. Kontrole kıyasla %50 Sulama uygulamasında %5 oranında azalma gözlenirken %100 Sulama+Kalsiyum uygulamasında ise %2 artış olmuştur.

Araştırmacılar, kuraklık koşullardan en fazla etkilenen organların yapraklar olduğunu bildirirken, hücre bölünmesi ve büyümesinde meydana gelen azalmanın bitkilerde yaprak kuru madde miktarı değerlerinde düşüşe neden olduğunu belirtmişlerdir (Rezene ve ark., 2013). Kabay ve Şensoy (2016) çalışmalarında, kuraklık koşullarında yetiştirdikleri fasulye bitkisinin yaprakta kuru madde miktarı değerlerinin, kontrol bitkilerine yakın değerlerde sonuç verdiğini bildirmişlerdir. Kavun bitkisinin kuraklığa toleransının incelendiği çalışmada yeşil aksamda yaprak kuru madde miktarı değerlerinin geniş bir varyasyon gösterdiği belirtilirken, bamyada bitkisinde ise olumsuz etki bıraktığı bildirilmiştir (Kuşvuran ve Abak 2012, Kuşvuran ve ark. 2008).

Çizelge 4.1.2. Yapraklardaki Klorofil Miktarı ve Yaprakta Kuru Madde Miktarına Ait Ortalama Ölçüm Değerleri

Uygulama	Yaprak Klorofil Miktarı	Yaprakta Kuru Madde Miktarı (g/bitki)
Kontrol (%100 Sulama)	45.63 b	14.92 ba
%50 Sulama	47.67 ba	14.11 b
%50 Sulama + Kalsiyum	45.80 b	15.70 a
%100 Sulama + Kalsiyum	53.93 a	15.16 a
LSD	6.27	1.01
p	0.0539	0.043

* $p \leq 0.05$ Düzeyinde önemli. ** $p \leq 0.01$ Düzeyinde önemli

4.1.3. Yaprak Sıcaklığı ve Yaprak Oransal Nem İçeriği (YOSİ)

Domates bitkisinin yaprak sıcaklıkları, günün erken saatlerinde, dijital termometre yardımıyla bitkilerin üstten 4. yapraklarından ölçülmüş ve değerler °C cinsinden kaydedilmiştir. Bitkide yaprak sıcaklığına ait ortalama değerler Çizelge 4.1.3' de gösterilmiştir. Değerler incelendiğinde kontrol uygulamasına ait sıcaklık değeri 31.60 °C olarak tespit edilirken; %100 Sulama+Kalsiyum, %50 Sulama + Kalsiyum ve %50 Sulama uygulamalarında değerlerler sırasıyla 33.43, 35.60 ve

34.73 °C olarak kaydedilmiştir. %50 Sulama kısıtlamasına maruz bırakılan uygulamalarda sıcaklık değerlerinin yüksek olduğu gözlenmiştir. Verilen parametreler doğrultusunda kontrol bitkisine kıyasla en düşük sıcaklık değeri kontrol (31.60 °C) uygulamasında tespit edilirken en yüksek sıcaklık değerine %50 Sulama + Kalsiyum (35.60 °C) uygulamasında ulaşılmıştır. %100 Sulama+Kalsiyum, %50 Sulama + Kalsiyum ve %50 Sulama uygulamalarında kontrole göre yaprak sıcaklık değerlerindeki artma oranı % olarak hesaplanmıştır. Değerler incelendiğinde kontrole kıyasla en yüksek artış %12.6 oranı ile %50 Sulama + Kalsiyum uygulamasında görülmüştür. Bu durumda çalışmamızda kuraklık stresine maruz kalan bitkilerde Ca uygulamasının yaprak sıcaklığını düşürücü bir etkide bulunmadığını söyleyebiliriz. Kontrole kıyasla %50 Sulama uygulamasında %9.9 oranında artış gözlenirken %100 Sulama+Kalsiyum uygulamasında ise %5.7 artış olmuştur. Bu durumda kuraklık stresine maruz kalan bitkilerin daha yüksek sıcaklık oranlarıyla tepki gösterdiği sonucuna ulaşabiliriz.

Genel itibariyle kuraklık stresine maruz bırakılan bitkilerde suyun kısıtlanmasından kaynaklı stomalarda kapanma eğilimi olduğu ve bu durumun transpirasyonun azalmasına etki ederek yaprak sıcaklığında artışa sebep olmaktadır. Bitkilerin ideal ortamlardan stresli ortamlara girdiğinde özellikle su stresinde, stomaların kapanmasından dolayı yaprak sıcaklıklarında artışlar olmaktadır. Bu duruma paralel olarak denememizde de kuraklık stresi uygulanan bitkilerde yaprak sıcaklığının arttığı tespit edilmiştir.

Domates bitkisinde yaprakta görülen yüksek sıcaklık, dehidrasyon stresini meydana getirmekte ve bu stres etkisi ile bitki büyüme ve üretimi sınırlanmaktadır. Ancak kalsiyum, yüksek sıcaklığın olumsuz etkilerini azaltmak için besin alımının yanı sıra, enzimatik ve hormonal düzenlemelerde büyük ölçüde rol almaktadır (Ahmad ve ark., 2015). Domates üzerine yapılan bir çalışmada stomaların kapandığı durumda yaprak sıcaklığının yükseldiği tespit edilmiştir (Vermeulen ve ark., 2007). Plastik serada kuraklık koşullarında yetiştirilen biber bitkisinin incelendiği çalışmada, su kısıtlamasının yaprak sıcaklığını artırdığı belirtilmiştir (Pıtır., 2015).

Bu bölümde kontrol ve stres dikimde kalsiyum uygulamasının yaprak oransal nem içeriği üzerine etkisi incelenmiştir. Domates bitkisinden alınan

yaprakların taze ağırlıkları hesaplandıktan sonra yapraklar 4 saat suda bekletilmiş ve sudan çıkartılan yaprakların turgor ağırlıkları ölçülmüştür. Ardından 65 °C sıcaklığındaki etüvde 48 saat kurutulduktan sonra ağırlıkları hesaplanarak ortalamaları alınmıştır. Yaprak oransal su içeriğine ait ortalama değerler çizelge 4.1.3' de sunulduğu gibidir. Veriler incelendiğinde Kontrol, %100 Sulama+Kalsiyum, %50 Sulama + Kalsiyum ve %50 Sulama uygulamalarında edilen değerler sırasıyla; 61.95, 72.66, 66.78 ve 64.13 olmuştur. Kontrole oranla en yüksek değere %100 Sulama+Kalsiyum uygulamasında (72.66) ulaşılmıştır. Bitkide kuraklığa dayanımı olumlu yönde etkileyen, en önemli özelliklerden biri yaprak su potansiyelinin yüksek olmasıdır. Bu bakımdan bitkilerin kuraklığa dayanımının incelenmesinde etkili bir parametre olarak görülmektedir. %100 Sulama+Kalsiyum, %50 Sulama + Kalsiyum ve %50 Sulama uygulamalarında kontrole göre yaprak oransal su içeriği değerlerindeki artma oranı % olarak hesaplanmıştır. Değerler incelendiğinde kontrole kıyasla en yüksek artış %17 oranı ile %100 Sulama+Kalsiyum uygulamasında görülmüştür. Bu durumda çalışmamızda kuraklık stresine maruz kalan bitkilerde Ca uygulamasının, yaprak oransal nem içeriğini artırıcı yönde etkisinin bulunduğunu söyleyebiliriz. Kontrole göre %50 Sulama uygulamasında %4 oranında artış gözlenirken %50 Sulama + Kalsiyum uygulamasında ise %8 artış tespit edilmiştir.

Domates bitkisinde uygulanan su stresi çalışmasında, yaprak oransal su içeriği değerlerinin yüksek çıktığı belirtilmiştir (Sanchez-Rodriguez ve ark., 2010). Kuraklık stresi uygulanan fasulye genotiplerinin yaprak oransal su içeriği değerleri kuraklığa hassas çeşitlerde düşük çıktığı bildirilmiştir (Kabay ve Şensoy 2016). Akat ve Özzambak (2013), örtü altında tuzlu koşullarda yetiştirilen lavanta bitkisinde kalsiyum uygulamasının, yaprak oransal nem içeriğinde tuzun olumsuz etkisini hafiflettiğini belirtmişlerdir. Plastik serada kuraklık koşullarında yetiştirilen biber bitkisinin incelendiği çalışmada, yaprak su potansiyelinde azalma olduğu belirtilmiştir (Pıtır, 2015).

Çizelge 4.1.3. Yaprak Sıcaklığı ve Yaprak Oransal Nem İçeriğine Ait Ortalama Ölçüm Değerleri

Uygulama	Yaprak Sıcaklığı (°C)	YOSİ (%)
Kontrol (%100 Sulama)	31.60 c	61.95 ^{öd}
%50 Sulama	34.73 ab	64.13
%50 Sulama + Kalsiyum	35.60 a	66.78
%100 Sulama + Kalsiyum	33.43 bc	72.66
LSD	2.07	ÖD
p	0.0146	0.335

* $p \leq 0.05$ Düzeyinde önemli. ** $p \leq 0.01$ Düzeyinde önemli ÖD: Önemli Değil

4.2. Meyve Pomolojik Analizleri

4.2.1. Domates Meyvesinde Çap ve Boy Ölçümleri (mm)

Bu bölümde meyve boyu ve meyve çapı ölçümlerinden elde edilen değerler sunulmuştur. Domates bitkisinde yapraktan uygulanmış kalsiyum sülfatın meyve çapına olan etkisinin belirlenebilmesi için 3. hasatta her tekerrürden 5 meyve alınarak meyve çapları ölçülmüş ve ortalamaları hesaplanmıştır. Seçilen meyvelerin çap ölçümleri, ekvatorial bölgeden 0.01 mm hassasiyetinde bir kumpas yardımıyla yapılmıştır. Meyve çapına ait elde edilen ortalama veriler çizelge 4.2.1' de sunulmuştur. Ortalama meyve çapı değerleri, Kontrol, %50 Sulama, %50 Sulama +Kalsiyum ve %100 Sulama+Kalsiyum uygulamalarında sırasıyla; 71.62, 67.69, 68.17 ve 68.71 mm olarak belirlenmiştir. Veriler incelendiğinde uygulamalar arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur. %100 Sulama+Kalsiyum, %50 Sulama + Kalsiyum ve %50 Sulama uygulamalarında kontrole göre yaprak sıcaklık değerlerindeki artma oranı % olarak hesaplanmıştır. Veriler incelendiğinde kontrole kıyasla %50 Sulama ve %50 Sulama+Kalsiyum uygulamalarında %5 oranında azalma görülürken %100 Sulama+Kalsiyum uygulamasında azalma oranı %4 olarak tespit edilmiştir.

Budak (2015), yürütmüş olduğu çalışmada, sera koşullarında yetiştirilen domates bitkisine yapraktan uygulanan Ca' nın, meyve çapında artış sağladığını tespit etmiştir. Kiraz ve nar bitkileri üzerinde yapılan çalışmalarda, yapraktan kalsiyum uygulamalarının meyve çapını önemli ölçüde artırdığı saptanmıştır (Ramezani ve ark., 2009, Ekinci ve ark., 2007). Yapılan bir diğer çalışmada da kalsiyum uygulamasının meyve çapında artış sağladığı bildirilmiştir (Sungur ve Müftüoğlu., 2004). Kıran ve ark., (2017) farklı patlıcan genotiplerinin kuraklık koşullarındaki performanslarını inceledikleri çalışmada, meyve çapının su noksanlığından olumsuz etkilendiğini belirtmişlerdir.

Hasat olgunluğuna ulaşan meyveler arasından, her tekerrürden 5 domates meyvesi seçilerek dijital kumpas ile meyve boyları ölçülmüştür. Meyve boyuna ait hesaplanan ortalama değerler çizelge 4.2.1'de sunulmuştur. Veriler incelendiğinde, uygulamalar arasında istatistiksel olarak bir fark bulunmamıştır. Ortalama meyve boyu değerleri kontrol, %50 Sulama, %50 Sulama + Kalsiyum ve %100 Sulama + Kalsiyum uygulamalarında sırasıyla 56.51, 54.36, 56.10 ve 55.50 mm olarak belirlenmiştir. Çalışmamızda en yüksek meyve boyu değeri kontrolde (56.51 mm) görülürken en düşük değer %50 Sulama (54.36 mm) uygulamasında tespit edilmiştir. %50 Sulama, %50 Sulama + Kalsiyum ve %100 Sulama+Kalsiyum uygulamalarında kontrole göre meyve boyu değerlerindeki değişim oranı % olarak hesaplanmıştır. Veriler incelendiğinde kontrole kıyasla %50 Sulama, %50 Sulama + Kalsiyum ve %100 Sulama+Kalsiyum uygulamalarında sırasıyla; %4, %0.7 ve %2 düzeyinde azalma meydana gelmiştir.

Domates üzerine yapılan çalışmada kalsiyum uygulamasının meyve boyunu arttırdığı bildirilmiştir (Daldal, 2018). Sera koşullarında yapraktan kalsiyum uygulamasının domates çeşitlerinin gelişim ve verim üzerine etkisinin incelendiği çalışmada, domatesin bitki başına meyve veriminin tüm çeşitlerde yapraktan Ca uygulamalarına bağlı olarak arttığı bildirilmiştir. Bu artış değerleri üzerine bitkinin önemli kalite kriterlerinden olan en ve boy ölçütlerinin etkili olduğu vurgulanmıştır (Budak, 2015). Pıtır (2015), serada biber bitkisi üzerine yaptığı çalışmada, su kısıtlaması meydana geldiğinde meyve boyu ortalamasının azaldığını tespit etmiştir.

Çizelge 4.2.1. Meyve Çap ve Meyve Boya Ait Ortalama Ölçüm Değerleri

Uygulama	Meyve çap (mm)	Meyve boy (mm)
Kontrol (%100 Sulama)	71.62 ^{öd}	56.51 ^{öd}
%50 Sulama	67.69	54.36
%50 Sulama + Kalsiyum	68.17	56.10
%100 Sulama + Kalsiyum	68.71	55.50
LSD	ÖD	ÖD
p	0.711	0.24

ÖD: Önemli Değil

4.2.2. Domates Meyvesinde Ortalama Meyve Ağırlığı (g/adet) ve Toplam Meyve Verimi (kg/m²)

Tüm uygulamaları temsilen her tekerrürden tesadüfi seçilen 5'er meyve hasat edilerek hassas terazide tartılmış ve ortalaması alınmıştır. Hesaplamalar sonucunda istatistiksel değerler Çizelge 4.2.2'de g/adet cinsinden sunulmuştur. Veriler incelendiğinde en yüksek ortalama değer 167.14 g/adet ile kontrol uygulamasında, en düşük değer ise %50 Sulama uygulamasında (152.85 g/adet) görülmüştür. %50 Sulama + Kalsiyum ve %100 Sulama + Kalsiyum uygulamalarında elde edilen ortalama değerler sırasıyla 156.58 g/adet, 159.01 g/adet olmuştur. Elde edilen değerler doğrultusunda uygulamalar arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur. %100 Sulama+Kalsiyum, %50 Sulama + Kalsiyum ve %50 Sulama uygulamalarında kontrole göre meyve ortalama ağırlığında görülen değişim oranı % olarak hesaplanmıştır. Elde edilen değerler incelendiğinde kontrole kıyasla; %50 Sulama, %50 Sulama+Kalsiyum ve %100 Sulama+Kalsiyum uygulamalarında sırasıyla %8.5, %6.3 ve %4.9 oranlarında azalma tespit edilmiştir.

Nar bitkisi üzerine yapılan bir çalışmada, kalsiyum klorür uygulamasının ortalama meyve ağırlığını önemli derecede arttırdığı saptanmıştır (Ramezian ve ark., 2009). Plastik serada kuraklık koşullarında yetiştirilen biber bitkisinin incelendiği çalışmada, uygulanan sulama suyu miktarı azaldıkça meyve ortalama ağırlığının da azaldığı tespit edilmiştir (Pıtır, 2015).

Domates meyveleri Mayıs, Haziran ayı boyunca hasat edilmiş ve uygulamalara göre her tekerrür için ağırlıkları tartılarak ortalamaları alınmıştır. Domates meyvesinde elde edilen toplam verime ait ortalama değerler Çizelge 4.2.2'de belirtildiği gibidir. Hesaplamalar sonucunda değerler istatistiksel olarak farklı bulunmuştur. Toplam meyve verimine ait en yüksek ortalama değer 7.830 kg/m² ile Kontrol uygulamasında, en düşük değer ise %50 Sulama uygulamasında 4.710 kg/m² tespit edilmiştir. %100 Sulama + Kalsiyum ve %50 Sulama + Kalsiyum uygulamasında elde edilen değerler sırasıyla 7.790 kg/m² ve 6.410 kg/m² olmuştur. Kontrole göre %100 Sulama+Kalsiyum, %50 Sulama + Kalsiyum ve %50 Sulama uygulamalarında meyve verim değerlerinde görülen % değişim hesaplanmıştır. Değerler incelendiğinde kontrole kıyasla %100 Sulama + Kalsiyum uygulamasında %0.5 oranında azalma görülürken, %50 Sulama'da bu oran %40 olmuştur. Ancak, %50 Sulama + Kalsiyum uygulaması ile kontrole göre verim azalması %18 düzeylerine indirilmiştir. Ayrıca, %50 Sulama + Kalsiyum uygulaması, domates verimini tek başına %50 Sulama'ya göre %36 artırmıştır (Çizelge 4.2.). Bu durumda kuraklık stresine maruz kalan bitkilerin daha düşük verim ile tepki gösterdiği sonucuna ulaşabiliriz.

Domateste uygulanan su stresi denemesinde verim ve meyve kalitesinde azalma olduğu gözlenmiş ayrıca yapılan bir diğer çalışmada kuraklık stresinin bitki büyümesini etkilediği ve verimi düşürdüğü bildirilmiştir (Sanchez ve Rodriguez, 2010., Ahmad ve ark, 2018). Pıtır, M., (2015) biber bitkisinde farklı su kısıtlamalarının meyve veriminde düşüslere sebep olduğunu tespit etmiştir. Rab ve Hag (2012) tarafından yapılan bir araştırmada yapraktan CaCl₂ uygulamasının domatesin bitki başına meyve verimini artırdığı saptanmıştır. Domates bitkisinde Ca'nın yapraktan uygulandığı çalışmada verim ve kalitede artış olduğuna yönelik sonuçlar elde edilmiştir (Yang ve ark., 2012). Sajid ve ark., (2019) domateste yapraktan kalsiyum uygulamasının toplam meyve verimini önemli ölçüde artırdığını bildirmişlerdir. Mısır üzerine yapılan bir çalışmada, kuraklık stresi koşullarında Ca uygulamasının tahıl verimini ve kalitesini iyileştirmiş olduğu belirtilmiştir (Naeem ve ark., 2018). Ekinci ve Kavdır (2002), farklı dozlarda uyguladıkları kalsiyumun domates meyvesinde verimi arttırdığı, çatlamayı ve çürük meyve sayısını azalttığını

belirtmişlerdir. Domates fidelerine farklı dozlarda uygulanan kalsiyumun verimde azalmaya neden olduğu tespit edilmiştir (Gelmez ve Müftüoğlu., 2018).

Çizelge 4.2.2. Meyve Ortalama Ağırlık (g/adet) ve Toplam Meyve Verimine Ait Ortalama Ölçüm Değerleri

Uygulama	Meyve ortalama ağırlık (g/adet)	Toplam Meyve Verimi (kg/m ²)
Kontrol (%100 Sulama)	167.14 ^{öd}	7.830 a
%50 Sulama	152.85	4.710 c
%50 Sulama + Kalsiyum	156.58	6.410 b
%100 Sulama + Kalsiyum	159.01	7.790 a
LSD	ÖD	0.91
p	0.784	0.0150

* $p \leq 0.05$ Düzeyinde önemli. ** $p \leq 0.01$ Düzeyinde önemli ÖD: Önemli Değil

4.2.3. Meyvede Kuru Madde Miktarı (%) ve Meyve Eti Sertliği (kg)

Beşinci hasat döneminde dört uygulamadan (Kontrol, %100 Sulama+Kalsiyum, %50 Sulama + Kalsiyum, %50 Sulama) hasat edilen meyvelerden 5 meyve alınmış ve taze ağırlıkları 0.1 g hassasiyetindeki terazide tartılmıştır. Meyveler tartıldıktan sonra dörde bölünerek kuruması için etüve konulmuş ve sabit kuru ağırlığa ulaşmaya kadar etüve bekletilmiştir. Meyvelerin tam olarak kurumasından sonra 0.1 g hassasiyetindeki terazide tartılarak kuru madde miktarı kaydedilmiştir. Meyvede kuru ağırlık miktarına ait ortalama değerler çizelge 4.2.3'deki gibidir. Veriler incelendiğinde uygulamalar arasında farklılıklar istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur. Elde edilen ortalama değerler sırasıyla; Kontrol, %50 Sulama, %50 Sulama + Kalsiyum ve %100 Sulama + Kalsiyum uygulamalarında 8.09, 7.53, 8.19 ve 8.0 olmuştur. Kontrole kıyasla en yüksek kuru madde miktarı %50 Sulama + Kalsiyum (8.19) uygulamasında olurken, en düşük değer ise %50 Sulama (7.53) 'de görülmüştür. Kontrole göre %100 Sulama+Kalsiyum, %50 Sulama + Kalsiyum ve %50 Sulama uygulamalarında

meyve kuru madde miktarı değerlerinde görülen % değişim hesaplanmıştır. Hesaplamalar sonucunda kontrol uygulamasına kıyasla %50 Sulama+Kalsiyum uygulamasında %1 oranında artış tespit edilmiştir. %50 Sulama uygulamasında %7 oranında ciddi bir azalma görülürken %100 Sulama+Kalsiyum uygulamasında ise azalma oranı %1 düzeyinde saptanmıştır.

Domates ve sorgum bitkisinde yapılan bir çalışmada Ca içeren gübrelerin kuru madde miktarında artış sağladığını vurgulamışlardır (Murthada ve ark, 1988). Karanfil bitkisi üzerine yapılan bir araştırmada, yapraktan kalsiyum uygulamasının verim ve kalite parametreleri üzerindeki etkileri incelenmiş ve meyve kuru madde miktarında artış gözlenmiştir (Köksal ve Erdal, 2013). Tuza toleransı yüksek ticari patlıcan anaçları üzerine yapılan çalışmada, farklı deneme alanlarında kuraklık ve tuz stresi altında meyve kalite özellikleri incelenmiştir. Kuraklık ve tuz stresi koşullarındaki bitkilerden elde edilen meyvelerde meyve kuru madde miktarının artış gösterdiği bildirilmiştir (Kıran ve ark, 2018)

Beşinci hasat döneminde tüm uygulamaları temsil edecek şekilde her tekerrürden 5 meyve alınarak penetrometre yardımıyla meyve eti sertliği kg cinsinden ölçülmüştür. Meyve eti sertliğine ait elde edilen ortalama değerler Çizelge 4.2.3'de sunulmuştur. Elde edilen değerler incelendiğinde uygulamalar arasında farklılıklar istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur. Çizelge 4.2.3 incelendiğinde meyve eti sertliğine ait en yüksek ortalama değer %100 Sulama + Kalsiyum (12.58) uygulamasında görülürken, en düşük ise %50 Sulama uygulamasında (10.03) görülmüştür. Kontrol ve %50 Sulama+ Kalsiyum uygulamalarında ulaşılan ortalama değerler sırasıyla 11.82 ve 11.57 olmuştur. Kontrole kıyasla %100 Sulama + Kalsiyum, %50 Sulama + Kalsiyum ve %50 Sulama uygulamalarında meyve eti sertliği değerlerine ait değişim % olarak hesaplanmıştır. Hesaplamalar sonucunda kontrole göre en yüksek artma oranı %100 Sulama+Kalsiyum uygulamasında (%6.4) tespit edilmiştir. Ancak kontrole kıyasla %50 Sulama + Kalsiyum ve %50 Sulama uygulamalarında sırasıyla %2.1 ve %12.9 oranlarında azalma tespit edilmiştir.

Sajid ve ark (2019), domates üzerine yaptıkları çalışmada, yapraktan kalsiyum uygulamasının meyve eti sertliğini önemli ölçüde artırdığını bildirmişlerdir. Tarla koşullarında yetiştirilen domates bitkisinde Ca uygulaması sonucunda

domateslerin daha iyi sertlik gösterdiği belirtilmiştir (Patanè ve ark., 2018). Ekinici ve Kavdır (2002), domates bitkisinde yaptıkları çalışmada, farklı dozlarda Ca uygulaması ve çalışma sonucunda kalsiyum uygulamalarının meyve eti sertliği üzerinde olumlu etki bıraktığını savunmuşlardır.

Çizelge 4.2.3. Meyvede Kuru Madde Miktarı (%) ve Meyve Eti Sertliğine Ait Ortalama Ölçüm Değerleri

Uygulama	Meyvede Kuru Madde Miktarı (%)	Meyve Eti Sertliği (kg)
Kontrol (%100 Sulama)	8.09 ^{öd}	11.82 a
%50 Sulama	7.53	10.03 b
%50 Sulama + Kalsiyum	8.19	11.57 a
%100 Sulama + Kalsiyum	8.0	12.58 a
LSD	ÖD	1.31
p	0.118	0.016

* $p \leq 0.05$ Düzeyinde önemli. ** $p \leq 0.01$ Düzeyinde önemli ÖD: Önemli Değil

4.2.4. Meyve Suyunda pH Değeri ve Meyve Suyu EC Ölçümü(ms/cm)

Çalışmamızda, 5. hasat yapıldıktan sonra hasat olgunluğuna ulaşan domates meyveleri arasından 5 meyve seçilmiş ve bu meyvelerden 100 ml civarında domates suyu alınarak pH metre ile değerler okunmuştur. Meyve suyunda pH içeriğine ait elde edilen ortalama değerler Çizelge 4.2.4'de gösterilmiştir. Hesaplamalar sonucunda değerler istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur. En yüksek değer %100 Sulama + Kalsiyum'da (4.34) görülürken en düşük değer ise %50 Sulama + Kalsiyum (4.23) uygulamasında görülmüştür. Kontrol ve %50 Sulama uygulamasında pH içeriğine ait ortalama değerler aynı bulunmuştur (4.25). Kalsiyum, %50 Sulama + Kalsiyum ve %50 Sulama uygulamalarında kontrole göre meyve suyunda pH içeriğinin ortalamalarına ait değerlerin % değişim oranları hesaplanmıştır. Hesaplamalar sonucunda farklı uygulamaların pH üzerindeki etkisi önemsiz bulunmuştur. Kontrole kıyasla %50 Sulama + Kalsiyum uygulamasında

%0.5 oranında azalma görülmüştür. Kontrole göre %50 Sulama uygulamasında bir değişim görülmezken Kalsiyum uygulamasında %0.2 oranında artış tespit edilmiştir.

Yapılan bir çalışmada cam sera ve saksılarda yetiştirilen patlıcan bitkisi, kuraklık ve tuz stresi koşullarında meyve kalite özellikleri bakımından incelenmiş ve meyve pH düzeyinde azalma olduğu bildirilmiştir (Kıran ve ark., 2018).

5. hasat döneminde her tekerrürden seçilen 5 meyveden birer dilim alınarak meyve suyu çıkarılmıştır. Yaklaşık 100 ml miktarda domates suyu alınarak EC metre ile ölçülmüş ve ortalama değerler kaydedilmiştir. Meyve suyu EC miktarına ait elde edilen ortalama değerler çizelge 4.2.4’de sunulmuştur. Yapılan farklı uygulamaların meyve suyu Ec miktarı üzerindeki etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Hesaplanan ortalama değerler; Kontrol, %100 Sulama + Kalsiyum, %50 Sulama + Kalsiyum ve %50 Sulama uygulamalarında sırasıyla 5.43, 4.46, 4.28 ve 4.10 olarak hesaplanmıştır. Kontrol uygulamasında (5.43) en yüksek değere ulaşılırken, en düşük değer %50 Sulama uygulamasında (4.10) görülmüştür. Meyve suyu Ec miktarı ortalamalarına ait değerlerin kontrole göre %100 Sulama + Kalsiyum, %50 Sulama + Kalsiyum ve %50 Sulama uygulamalarında % değişim oranları hesaplanmıştır. Kontrole kıyasla %50 Sulama uygulamasında %24.5 oranında azalma olmuştur. %100 Sulama + Kalsiyum ve %50 Sulama + Kalsiyum uygulamalarında ise kontrol uygulamasına göre azalma oranı sırasıyla % 17.9 ve %21.2 olarak hesaplanmıştır.

Çizelge 4.2.4. Meyve Suyunda pH Değeri ve Meyve Suyu EC Miktarına Ait Ortalama Ölçüm Değerleri

Uygulama	Meyve suyu pH	Meyve Suyu EC
Kontrol (%100 Sulama)	4.25 ^{öd}	5.43 a
%50 Sulama	4.25	4.10 b
%50 Sulama + Kalsiyum	4.23	4.28 b
%100 Sulama + Kalsiyum	4.34	4.46 b
LSD	ÖD	0.37
p	0.57	0.0005

* $p \leq 0.05$ Düzeyinde önemli. ** $p \leq 0.01$ Düzeyinde önemli ÖD: Önemli Değil

4.2.5. Domates Meyvesinde Et Kalınlığı (mm) ve Meyve Suyunda Suda Çözünebilir Kuru Madde Miktarı (SÇKM) (%) Ölçümü

Uygulamaları temsilen her tekerrürden 5'er domates meyvesi seçilmiş ve ekvatorial bölgeden ikiye bölünen meyvelerin et kalınlığı 0,01 mm hassasiyetinde bir dijital kumpas ile ölçülmüştür. Meyve et kalınlığına ait ortalama değerler Çizelge 4.2.5' de sunulmuştur. Meyve et kalınlığına ait ortalama değerler; Kontrol, %100 Sulama + Kalsiyum, %50 Sulama + Kalsiyum ve %50 Sulama uygulamalarında sırasıyla 9.58, 8.79, 8.12 ve 8.72 g olarak belirlenmiştir. Yapılan farklı uygulamaların meyve et kalınlığı üzerindeki etkisi önemsiz bulunmuştur. %100 Sulama+Kalsiyum, %50 Sulama + Kalsiyum ve %50 Sulama uygulamalarında kontrole göre meyve ağırlık ortalamalarına ait değerlerin oranı % olarak hesaplanmıştır. Değerler incelendiğinde her uygulamada kontrole göre kıyasla meyve et kalınlığında azalma olduğu görülmüştür. %100 Sulama + Kalsiyum, %50 Sulama + Kalsiyum ve %50 Sulama uygulamalarında kontrole göre % azalma oranları sırasıyla %8.2, %14 ve %9 olarak hesaplanmıştır.

Yapraktan kalsiyum uygulamasının ve kuraklık stresinin meyve SÇKM'si (suda çözünebilir kuru madde miktarı) üzerine etkisini belirlemek için 5.hasat döneminde her tekerrürden 5 domates meyvesi seçilerek meyve suyu çıkarılmış ve meyve suyunda SÇKM içerikleri refraktometre ile belirlenip ortalama değerler kaydedilmiştir. Meyve SÇKM içeriğine ait ortalama değerler çizelge 4.2.5' de istatistiksel hesaplamaları ile verilmiştir. Değerler arasında istatistiksel olarak fark görülmemiştir. Çizelge incelendiğinde; Kontrol, %100 Sulama + Kalsiyum, %50 Sulama + Kalsiyum ve %50 Sulama uygulamalarında elde edilen veriler sırasıyla 4.57, 4.63, 4.67 ve 5.43 olmuştur. Kontrol uygulamasına kıyasla en yüksek değer % 5.43 oran ile %50 Sulama uygulamasında tespit edilmiştir. %100 Sulama + Kalsiyum, %50 Sulama + Kalsiyum ve %50 Sulama uygulamalarında, suda çözünebilir kuru madde miktarı ortalamalarına ait değerlerin kontrole kıyasla % değişim oranları hesaplanmıştır. Kontrole göre değişim oranı %19 oranında artış ile en fazla %50 Sulama uygulamasında görülmüştür. Kuraklık stresinin domates meyvesinde, suda çözünebilir kuru madde miktarında olumsuz bir etkisinin bulunmadığı sonucuna varabiliriz. %100 Sulama + Kalsiyum ve %50 Sulama +

Kalsiyum uygulamalarında kontrole göre sırasıyla %1 ve %2 oranlarında artış olduğu tespit edilmiştir. Yapraktan Ca uygulamasının suda çözünebilir kuru madde miktarına olan etkisi, kuraklık koşullarında uygulanan Ca ile benzerlik göstermiştir.

Ramezian ve ark (2009) nar bitkisi üzerine yaptıkları çalışmada, kalsiyum klorür uygulamasının suda çözünebilir kuru madde içeriğini (SÇKM) arttırdığını bildirmişlerdir. Rab ve Haq (2012), domateste yapraktan kalsiyum klorür uygulamasının, meyve verim ve kalite üzerine etkisini inceledikleri araştırmada, Ca'nın bitkideki toplam suda çözünebilir kuru madde miktarını artırdığını belirtmişlerdir. Yapılan çalışmalar denememizle paralellik göstermiştir.

Çizelge 4.2.5. Meyve Et Kalınlığı ve Suda Çözünebilir Kuru Madde Miktarına Ait Ortalama Ölçüm Değerleri

Uygulama	Meyve et kalınlığı	SÇKM (%)
Kontrol (%100 Sulama)	9.58 ^{öd}	4.57 ^{öd}
%50 Sulama	8.72	5.43
%50 Sulama + Kalsiyum	8.12	4.67
%100 Sulama+Kalsiyum	8.79	4.63
LSD	ÖD	ÖD
p	0.432	0.191

ÖD: Önemli Değil

4.2.6. Domates Meyvesinde Tohum Sayısı (adet/bitki)

Beşinci hasatta tüm uygulamalardan ve her tekerrürden alınan 5 domates meyvesinde tohumlar sayılarak ortalamaları alınmıştır. Meyve tohum sayısına ait elde edilen ortalama değerler çizelge 4.2.6'da sunulmuştur. Hesaplanan ortalama değerler; Kontrol, %100 Sulama + Kalsiyum, %50 Sulama + Kalsiyum ve %50 Sulama uygulamalarında sırasıyla 40.00, 26.66, 47.33 ve 45.00 olarak hesaplanmıştır. %50 Sulama + Kalsiyum uygulamasında (47.33) en yüksek değere ulaşılrken, en düşük değer %100 Sulama+Kalsiyum uygulamasında (26.66) görülmüştür. Yapılan farklı uygulamaların meyve tohum sayısı üzerindeki etkisi

istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur. Domates meyvesinde tohum sayısı ortalamalarına ait değerlerin kontrole göre %100 Sulama + Kalsiyum, %50 Sulama + Kalsiyum ve %50 Sulama uygulamalarında % değişim oranları hesaplanmıştır. Kontrole kıyasla %100 Sulama + Kalsiyum uygulamasında %33.35 oranında azalma tespit edilmiştir. %50 Sulama ve %50 Sulama + Kalsiyum uygulamalarında ise kontrol uygulamasına göre sırasıyla % 12.5 ve %18.32 oranlarında artış olduğu saptanmıştır.

Çizelge 4.2.6. Domates Meyvesinde Tohum Sayısına Ait Ortalama Ölçüm Değerleri

Uygulama	Meyvede Tohum Sayısı
Kontrol (%100 Sulama)	40.00 ^{öd}
%50 Sulama	45.00
%50 Sulama + Kalsiyum	47.33
%100 Sulama+Kalsiyum	26.66
LSD	ÖD
p	0.94

ÖD: Önemli Değil

4.3. Domates Bitkisi Yaprak ve Meyvesinde Makro-Mikro Besin Elementi Miktarları ve Analizleri

Denemenin 45. Gününde domates bitkisinde yaprak örnekleri büyüme ucundan aşağıya doğru 4-6 yapraklardan alınmıştır. Bu yapraklarda kuraklık stresi ve kalsiyum uygulamalarının potasyum (K), kalsiyum (Ca), magnezyum (Mg), Azot (N), bakır (Cu), demir (Fe), mangan (Mn) ve çinko (Zn) analizleri yapılarak yaprak ve meyvedeki makro-mikro besin elementi konsantrasyonları üzerine etkileri incelenmiştir.

4.3.1. Yaprakta Makro Besin Elementi Miktarları (%)

Domates bitkisinde uygulanan sulama kısıtlaması ve kalsiyum uygulamalarının yaprakta, makro besin elementi ortalamaları üzerine etkileri çizelge

4.3.1'de sunulduğu gibidir. Domates bitkisinin yeşil aksamında makro besin elementleri (Ca, K, Mg, N) değerleri tek çizelgede % olarak belirtilmiştir.

Araştırmada elde edilen sonuçlara göre yeşil aksamda en yüksek potasyum değeri kontrol (%9.51) uygulamasında, en düşük değer ise sadece %100 Sulama + Kalsiyum (%4.31) uygulamasında gözlenmiştir. Kuraklık stres uygulamasında ise (%6.34) değeri elde edilmiştir (Çizelge 4.3.1). Kalsiyum uygulamasının düşük gelmesinde muhtemel sebep antagonistlik kaynaklı olabilir. Ayrıca potasyum besin elementi, bitkide görülen stres faktörüne karşı oldukça önemli elementlerdendir. Meyvelerin pazarlanması ve tüketici tercihleri gibi kalite parametrelerini belirleyen ve konsantrasyonları insan sağlığı için hayati önem taşıyan bitki besinlerinden potasyum büyük öneme sahiptir. (Lester ve ark, 2010). Potasyum (K) meyveyi, bitkilerin meyvelerinde C vitamini konsantrasyonu ve pigmentleri (likopen ve beta-karoten) önemli ölçüde etkiler (Ramírez et al, 2012).

Denememizde en yüksek Ca değeri %100 Sulama + Kalsiyum (%9.70) uygulamasında olurken en düşük ise sadece %50 Sulama (%7.43) uygulamasında tespit edilmiştir. Kontrol uygulamasında ise (%8.73) değeri elde edilmiştir (Çizelge 4.3.1). Hücrelerin optimum koşulların altında sıcaklığa maruz kalması, zarda hasara neden olmaktadır. Kalsiyum, zarın ısı toleransını büyütmektedir (Starck ve ark, 1995). Optimal Ca içeriği ve organlardaki uygun dağılım, dış koşullardan kaynaklanan birçok olumsuz durumun neden olduğu fizyolojik bozuklukların görülme sıklığını ve şiddetini önlemektedir (Poovaiah, 1993; Starck ve ark, 1995).

Domates bitkisinde farklı uygulamalar (Kuraklık stresi, kalsiyum uygulamaları) istatistiki anlamda etkili olmuştur. En yüksek Mg konsantrasyonu %50 Sulama + Kalsiyum (%0.94) uygulamasında ve en düşük değer ise %50 sulamada (%0.71) tespit edilmiştir. Kontrol değeri ise (%0.88) olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.3.1). Kuraklık stresine maruz kalan domates bitkisinde Ca yararlı rol oynamaktadır. Çalışmamızda domates bitkisinin kuraklık stresi ve Ca 'nın yapraklara uygulanması, yapraklarda klorofil seviyesini pozitif etkileyerek artırmakta ayrıca daha yüksek Mg çözünür şekerlerin sentezini arttırmaktadır.

Araştırmada 4 farklı uygulamanın azot konsantrasyonunda en yüksek değer kalsiyum (%4.44) uygulamasında ve en düşük değer ise %50 kuraklık stresinde

(%3.11) tespit edilmiştir (Çizelge 4.3.1). Bitkiler strese girince yeşil aksamda fotosentez azalmakta ve buna karşın yeşil aksamında ise azot miktarı düşmektedir. Wahocho ve ark., (2017) kavunu üzerine yaptıkları çalışmada önemli olumlu tepkiler gösterdiğini belirtmişlerdir. 50 kg N ha⁻¹ ile N seviyesinde elde edilen bitkisel özellikler en uzun gövde boyu ve 333 kg ha⁻¹ NPK uygulamasında daha fazla dal üretmek olmuştur. Bu çalışmada N (azot) gübresinin ilk ekimde etkisi olduğu kanıtlanmıştır. Olaniyi, (2008) kavun üzerine araştırmasında daha yüksek büyüme parametrelerine rağmen 80 kg N'lik tek uygulamalarda gözlemlenmiştir ve önemli ölçüde farklı olmuştur.

Standart karanfil çeşitleri üzerine yapılan çalışmada, farklı dozlarda yapraktan kalsiyum uygulamasının besin elementi içerikleri üzerindeki etkileri incelenmiş ve bitkinin makro besin elementlerinden Ca, K, N ve P içeriklerinde artış tespit edilmiştir (Köksal ve Erdal, 2013).

Çizelge 4.3.1. Kuraklık Stresi ve Kalsiyum Uygulama Koşulları Altında Domates Bitkisinin Yeşil Aksamında Makro (%) Besin İçeriği Değerleri

Uygulama	Ca	K	Mg	N
Kontrol (%100 Sulama)	8.73 b	9.51 a	0.88 b	4.44 a
%100 Sulama+Kalsiyum	9.70 a	4.31 c	0.81 c	4.49 a
%50 Sulama + Kalsiyum	8.32 c	7.40 b	0.94 a	3.41 b
%50 Sulama	7.43 d	6.38 b	0.71 c	3.11 b
LSD 0.05	0.26	0.04	0.02	0.28
p	≤0.0001***	0.0004** *	0.003***	≤0.0001** *

*** p≤0.0001 Düzeyinde önemli

4.3.2. Yaprakta Mikro Besin Elementi Miktarları (ppm)

Kalsiyum ve kuraklık stres uygulamalarının domates bitkisinin yeşil aksamında mikro besin elementleri içeriği her 4 uygulamada farklı tepkiler göstermektedir. Sulama kısıtlaması ve kalsiyum uygulamalarının mikro besin elementi ortalamaları üzerine etkileri çizelge 4.3.2'de sunulduğu gibidir. Domates

bitkisinin yeşil aksamında mikro besin elementleri (Cu, Fe, Mn, Zn) tek çizelgede ppm olarak belirtilmiştir.

Elde edilen sonuçlara göre domates bitkisinin yeşil aksamında Cu içeriği değeri önemsiz görülmüştür. Ayrıca Fe değerlerine baktığımızda en yüksek değer (112 ppm) ve en düşük ise (98 ppm) olarak tespit edilmiştir. Kontrol uygulamasında ise (93 ppm) değeri elde edilmiştir. Mn değerleri kontrol göre en yüksek seviye %50 Sulama + Kalsiyum uygulamasında (168 ppm) ve en düşük ise %100 Sulama + Kalsiyum uygulamasında (152 ppm) olarak belirlenmiştir. Domates bitkisinin yeşil aksamında Zn konsantrasyonunu incelediğimizde kontrol (24.33 ppm) uygulamasında iyi seviyelerde olduğu tespit edilmiştir. Buna göre %50 Sulama (16 ppm) en düşük seviyede olmuştur (Çizelge 4.3.2). Genel olarak domates bitkisinin yeşil aksamı strese girdikçe mikro element açısından düşüşler görülmektedir. Buda kuraklık artıkça element üzerine etki yapmıştır. Ayrıca kalsiyum bazı elementlerde strese karşı önleyici olabilmektedir.

Maltaş ve Kaplan (2015), serada yetiştirilen domates bitkisinin beslenme durumunu araştırmak için yürütülen çalışmada alınan yaprak örneklerinin N, P, Ca ve Mg kapsamı genelde iyi durumda olmasına rağmen, K kapsamının bütün örneklerde yetersiz düzeyde olduğu tespit edilmiştir. Örneklerin çoğunluğu mikro element (Fe, Zn, Mn ve Cu) içerikleri yönünden yeterli olsa da, bir kısmının özellikle Fe (%45.8) ve Zn (%29.4) bakımından noksan oldukları belirlenmiştir. Bu durum gübrelemede yaprak analizlerinden yeterli düzeyde yararlanılmadığına işaret etmektedir. Biber bitkisinde yapılan çalışmada, makro ve mikro besin elementi miktarları su kısıtlaması meydana geldiğinde ortalamalarda azalma olduğu tespit edilmiştir (Pıtır, 2015).

Çeliktöpus ve Özekici (2020), çilek üzerine yaptıkları çalışmada farklı sulama seviyelerinin yaprakta incelenen tüm mikro besin element içeriklerinde önemli farklılıklar oluşturduğunu saptamışlardır. Kısıntılı sulamanın yaprak Zn ve Mn içeriklerini olumsuz etkilediğini tespit etmişlerdir.

Çizelge 4.3.2. Kuraklık Stresi ve Kalsiyum Uygulama Koşulları Altında Domates Yeşil Aksamında Mikro Besin İçeriği Değerleri (ppm)

Uygulama	Cu	Fe	Mn	Zn
Kontrol (%100 Sulama)	3.63 a	93.00 c	145 bc	24.33 a
%100 Sulama+Kalsiyum	3.47 a	98.00 b	143 c	23.00 b
%50 Sulama + Kalsiyum	3.19 a	112.3 a	168 a	18.00 c
%50 Sulama	2.1 b	73.00 d	152 b	16.00 d
LSD 0.05	0.51	1.99	8.88	0.57
p	0.0020*	≤0.0001*	≤0.0001*	≤0.0001*

*** $p \leq 0.0001$ Düzeyinde önemli

4.3.3. Meyvede Makro Besin Elementi Miktarları (%)

Araştırmada elde edilen sonuçlara göre domatesin meyvesinde en yüksek potasyum değeri (K) kontrol uygulamasında ($130.96 \text{ mg } 100\text{g}^{-1}$) ve en düşük değer ise % 50 sulamada ($90.74 \text{ mg } 100\text{g}^{-1}$) belirlenmiştir (Çizelge 4.3.3). Ayrıca k besin elementi strese karşı oldukça önemli elementlerdendir. Denememizde domatesin meyvesinde Ca değerine baktığımızda en yüksek değer %100 sulama+Kalsiyum uygulamasında ($55.37 \text{ mg } 100\text{g}^{-1}$) ve en düşük ise %50 sulamada ($40.21 \text{ mg } 100\text{g}^{-1}$) belirlenmiştir (Çizelge 4.3.3). Ca değeri kontrol uygulamasında ise ($41.22 \text{ mg } 100\text{g}^{-1}$) olarak saptanmıştır. Domates bitkisinde farklı uygulamalar (kuraklık stresi, kalsiyum uygulamalar) Mg üzerinde istatistiksel anlamda etkili olmuştur. En yüksek Mg konsantrasyonu %50 Sulama uygulamasında ($19.30 \text{ mg } 100\text{g}^{-1}$) ve en düşük değer ise kalsiyum uygulamasında ($8.21 \text{ mg } 100\text{g}^{-1}$) tespit edilmiştir. Kontrol değeri ise ($16.27 \text{ mg } 100\text{g}^{-1}$) olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.3.3). Araştırmada 4 farklı uygulamanın azot içeriğine baktığımızda en yüksek değer %100 sulama+Kalsiyum ($6.23 \text{ mg } 100\text{g}^{-1}$) ve en düşük ise %50 sulamada ($3.46 \text{ mg } 100\text{g}^{-1}$) belirlenmiştir (Çizelge 4.3.3). Domates meyvesinde en yaygın bulunan makro besin elementlerinden potasyumun ardından azot gelmektedir. N bitkide protein sentezi sağladığı için büyüme ve verimde oldukça etkili olmaktadır.

Çizelge 4.3.3. Kuraklık Stresi ve Kalsiyum Uygulama Koşulları Altında Domates Meyvesinde Makro Besin İçeriği Değerleri ($\text{mg } 100\text{g}^{-1}$ Kuru Ağırlık)

Uygulama	Ca	K	Mg	N
Kontrol (%100 Sulama)	41.22 b	130.96 a	16.27 ab	4.70 c
%100 Sulama+Kalsiyum	55.37 a	122.96 a	8.21 c	6.23 a
%50 Sulama + Kalsiyum	40.22 b	110.96 a	11.22 bc	5.79 b
%50 Sulama	40.21 b	90.74 b	19.30 a	3.46 d
LSD 0.05	0.022	0.082	0.048	0.19
p	≤0.0001*	0.0020*	0.0209*	≤0.0001*

*** $p \leq 0.0001$ Düzeyinde önemli

4.3.4. Meyvede Mikro Besin Elementi Miktarları (ppm)

Domates meyvesinde Zn konsantrasyonu mikro element olarak incelediğimizde %50 Sulama + Kalsiyum ($16.66 \text{ mg } 100\text{g}^{-1}$) uygulamasında iyi seviyelerde olduğu tespit edilmiştir. Buna göre %100 Sulama + Kalsiyum ($11.00 \text{ mg } 100\text{g}^{-1}$) en düşük seviyede belirlenmiştir. Ayrıca Fe değerlerine baktığımızda kontrol en yüksek değer olarak uygulamasında ($15.17 \text{ mg } 100\text{g}^{-1}$), en düşük ise ($9.20 \text{ mg } 100\text{g}^{-1}$) olarak tespit edilmiştir. Mn değerleri ise, kontrol uygulamasına göre en yüksek değer %50 Sulama uygulamasında ($6.32 \text{ mg } 100\text{g}^{-1}$) ve %50 Sulama + Kalsiyum uygulamasında ise ($4.36 \text{ mg } 100\text{g}^{-1}$) en düşük seviye olarak belirlenmiştir. (Çizelge 4.3.4). Bjelić ve diğerleri, (2005) bakırın çok çeşitli etkileri olduğu (sıcaklık, nem, hasat zamanı vb.) ayrıca sera ve açık alanda farklı konsantrasyonu tespit edilmiştir. Bu nedenle araştırmacılar, domatesteki bakır içeriğinin büyük ölçüde stabil olduğu sonucuna varmışlardır. Demir, bitkide en bol bulunan mikro elementtir. Domatesin kalitesine önemli etkisi olan demir elementi, metabolik süreçlere dahil olduğu için fotosentez ve solunumda önemli bir rol oynamaktadır. Demirin bitkide immobil (hareketsiz) halde bulunması ya da bitki (floem) boyunca yavaş transfer edilmesi karakteristik bir durumdur. Bu nedenle çoğunlukla kökte ve genç yapraklarda kalmaktadır. Bu da, domates bitkisinde Fe elementinin düşük ve kararsız içeriğine neden olmaktadır (Bjelić ve diğerleri, 2005).

Çeliktöpus ve Özekici (2020), çilek üzerine yaptıkları çalışmada farklı sulama seviyelerinde meyve ve yapraklardaki mikro besin element içerikleri (Fe, Cu,

Mn, ve Zn) üzerine etkilerini incelemiştir. Meyvelerde sadece Fe ve Zn içeriklerinde önemli değişikliklere neden olduğu saptanmıştır.

Çizelge 4.3.4. Kuraklık Stresi ve Kalsiyum Uygulama Koşulları Altında Domates Meyvesinde Mikro Besin İçeriği Değerleri (mg 100g-1 Kuru Ağırlık)

Uygulama	Cu	Fe	Mn	Zn
Kontrol (%100 Sulama)	2.00 a	15.17 a	5.51 b	12.33 a
%100 Sulama+Kalsiyum	2.23 a	12.23 b	4.59 c	11.00 b
%50 Sulama + Kalsiyum	1.50 b	11.31 c	4.36 d	16.66 c
%50 Sulama	1.23 b	9.20 d	6.32 a	17.33 c
LSD 0.05	0.26	0.28	0.17	1.09
p	0.0004*	≤0.0001*	≤0.0001*	≤0.0001*

*** $p \leq 0.0001$ Düzeyinde önemli

4.4. Toplam Fenolik ve Flavonoid Bileşiklerin Belirlenmesi (mg/g)

Araştırmamızda 4 farklı uygulamanın (Kontrol, %100 Sulama + Kalsiyum, %50 Sulama + Kalsiyum, %50 Sulama) toplam fenolik bileşikleri üzerine etkileri incelenmiştir. %100 Sulama+Kalsiyum (9.59mg/g) uygulamasında en düşük ve en yüksek değer ise %50 kuraklık stresinde (12.60 mg/g) tespit edilmiştir (Çizelge 4.4). Bitkilerde yaygın bir şekilde bulunan fenolik bileşikler, sekonder metabolizma ürünlerinden olup, ekolojik ve fizyolojik olaylarda görev alırlar (Okunlola ve ark., 2017). Bitkide fenolik bileşiklerin en önemli özelliklerinden birisi, antioksidan aktivite göstermeleridir. Hücrelerde metabolizma olayları sonucu, reaktif oksijen türleri oluşur. Fenolik bileşiklerin antioksidan aktiviteleri, oksidasyon sonucu oluşan serbest radikallere hidrojen vererek onları söndürmesinden ileri gelmektedir (Es-Safi ve ark., 2007). Fenolik bileşikler, lipid alkoksil radikallerini yakalayarak, lipid peroksidasyonunu inhibe eder (Michalak, 2006). Domates bitkisinin toplam flavonoid bileşikleri farklı uygulamalar (Kuraklık stresi, kalsiyum uygulamaları) arasında istatistiki anlamda etkili olmuştur. En yüksek toplam flavonoid bileşikleri %50 Sulama (96.17 mg/g) ve en düşük değer ise %100 Sulama + Kalsiyum

uygulamasında (69.42 mg/g) tespit edilmiştir. Kontrol değeri ise 73.87 mg/g olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.4).

Flavonoidlerin içerdikleri yapısal ve elektrokimyasal özelliklerin lipid peroksidasyonunu baskıladığı, lipid oksidasyonunu indirgeyerek membran yapısını koruyan antioksidan etkinliklerinde rol oynadığı ileri sürülmektedir (Eren ve ark., 2018). Lipid peroksidasyonunun indirgenmesi, flavonoidler tarafından reaktif oksijen türlerinin temizlenmesinden ve lipid peroksidasyonu süresince üretilen lipid radikallerinin azaltılmasından kaynaklanmaktadır. Antioksidan aktivite, fenolik çeşitlerinde bulunan hidroksil grupların sayısı, konumu ve molekülün yapısına bağlı olarak gerçekleşmektedir (Kalefetoğlu ve Ekmekçi, 2005). Fenolik bileşikler içerisinde yer alan flavonoidler, reaktif oksijen türlerini temizleyebilirler. Bitkiler kuraklık stresinden ve kalsiyum elementi uygulamasından kaynaklanan oksidatif hasarı azaltmak için farklı adaptasyon mekanizmalarına sahiptirler. Gerçekleştirilen bu çalışmada, kuraklık stresi toplam fenolik bileşikler ve flavanoid miktarında artışa neden olmuştur.

Çizelge 4.4. 1. Domates Bitkisinin Toplam Fenolik ve Toplam Flavonoid Ölçüm Değerleri (mg/g)

Uygulama	Toplam fenolik	Toplam Flavonoid
Kontrol (%100 Sulama)	10.22 c	73.87 c
%100 Sulama+Kalsiyum	9.59 c	69.42 d
%50 Sulama + Kalsiyum	11.35 b	81.49 b
%50 Sulama	12.60 a	96.17 a
LSD 0.05	1.10	2.03
p	0.0025	p<0.001

* $p \leq 0.05$ Düzeyinde önemli. ** $p \leq 0.01$ Düzeyinde önemli

4.5. Klorofil (a, b ve toplam klorofil) Konsantrasyonunun Belirlenmesi (mg/g)

Araştırmamızda domates bitkisinde 4 farklı uygulamanın (Kontrol, %100 Sulama + Kalsiyum, %50 Sulama + Kalsiyum, %50 Sulama) klorofil a, b ve toplam klorofil miktarı üzerine etkileri incelenmiştir. Sulama kısıtlaması ve kalsiyum uygulamalarının klorofil a miktarı üzerine etkileri çizelge 4.5.'de sunulduğu gibidir. Klorofil a içeriğinin, kalsiyum uygulaması yapılmadan sadece kuraklık uygulamasının yapıldığı uygulamada (%50 Sulama), kuraklık şiddeti arttıkça kontrole kıyasla artış görülmüştür. Elde edilen veriler incelendiğinde en yüksek klorofil a içeriği, (%50 Sulama uygulamasında (2.63 mg/g) bulunurken en düşük değer %100 sulama+Kalsiyum 'da (1.31 mg/g) görülmüştür. Klorofil b içeriğine ait ortalama değerler incelendiğinde, kontrole göre en düşük içerik %100 sulama+Kalsiyum (0.40 mg/g) uygulamasında ve en yüksek değer %50 Sulama + Kalsiyum (0.64 mg/g) 'da tespit edilmiştir. Kontrole ait klorofil b içeriği ise 0.40 mg/g olmuştur. Kuraklık uygulamasının yapıldığı domates bitkilerinde klorofil b miktarı kontrole kıyasla artış göstermiştir. Domates bitkisinin klorofil (a, b ve toplam klorofil) konsantrasyonu farklı uygulamalar (Kuraklık stresi, kalsiyum uygulamaları) arasında istatistiki anlamda önemli bulunmuştur. Su stresinin bitkilerde fotosentezin engellenmesi sonucu klorofil içeriği ve bileşenlerinde çeşitli değişikliklere neden olmasının yanısıra fotosentetik düzende de zararlanmaların ortaya çıktığını

bildirmişlerdir (Sankar ve ark. 2008). Ashraf ve Arfan (2005), kuraklık stresi altında bamyada bitkisinin klorofil miktarını belirlemiş ve stresle beraber klorofil miktarının arttığını bildirmişlerdir.

Çizge 4. 5. 1. Klorofil Konsantrasyonu (klorofil a, b, toplam klorofil) Ölçüm Değerleri (mg/g).

Uygulama	klorofil a	klorofil b	Toplam klorofil
Kontrol (%100 Sulama)	1.39 b	0.42 b	1.74 b
%100 Sulama+Kalsiyum	1.31 b	0.40 b	1.55 c
%50 Sulama + Kalsiyum	2.27 a	0.64 a	2.68 a
%50 Sulama	2.63 a	0.59 a	2.54 a
LSD 0.05	0.44	0.11	0.17
p	0.0009	0.0048	<0.001

* $p \leq 0.05$ Düzeyinde önemli. ** $p \leq 0.01$ Düzeyinde önemli

5. TARTIŞMA VE SONUÇ

2020 yılında Şırnak ili Silopi ilçesi Birlik köyünde yapılan çalışmamızda, sera koşullarında domates bitkisinin yapraktan kalsiyum uygulamasının kuraklık stresi altındaki etkileri araştırılmış, bu amaçla kurulan denememizde parsellerde 4 farklı uygulama (Kontrol, %50 Sulama, %50 Sulama+kalsiyum, %100 sulama+Kalsiyum) yapılmıştır.

Uygulamalar sonucunda yeşil aksam değerlendirmesi, yapraklardaki klorofil miktarı, yaprak yaş ve kuru ağırlığı, yaprak sıcaklığı, yaprak oransal nem içeriği, meyve çap ölçümleri, meyve boy ölçümleri, meyve ortalama ağırlığı, toplam meyve verimi, meyve yaş ve kuru ağırlığı, meyve eti sertliği, pH, meyve suyu Ec miktarı, meyve et kalınlığı, suda çözünebilir kuru madde miktarı, tohum sayısı, domates bitkisi yaprak ve meyvesinde makro ve mikro besin elementi analizleri (Ca, K, Mg, N, Cu, Fe, Mn, Zn), toplam fenolik ve flavonoid bileşiklerin belirlenmesi ve klorofil konsantrasyonu üzerine etkileri incelenmiştir.

Çalışmamızda elde ettiğimiz bulgulara göre kuraklık koşullarında Ca uygulaması, yaprak ve meyve üzerinde farklı etkiler göstermiştir. Kuraklık stresine maruz bırakılan bitkilerde, su kısıtlaması hücre membranlarında dayanıklılığı azaltarak birçok olumsuz durumu ortaya çıkarmıştır. Domates bitkisine uygulanan %50 sulama uygulaması sonucunda yeşil aksam üzerinde önemli boyutta zararlanma meydana gelirken hiç su kısıtlaması uygulanmayan kontrol (%100 sulama) uygulamasında ise bitkilerin normal gelişimlerini tamamlayarak kuraklık stresinden etkilenmediği tespit edilmiştir. Bununla birlikte %100 sulama+Kalsiyum uygulaması yaprak klorofil miktarı üzerinde istatistiksel olarak fark yaratmış ve en yüksek değere ulaşılmıştır. %50 Sulama+Kalsiyum uygulaması yaprak yaş ve kuru ağırlık değerine diğer uygulamalara oranla daha fazla etki göstermiştir. İdeal ortamlardan stresli ortamlara giren bitkiler özellikle kuraklık koşullarında, stomaların kapanmasından dolayı yüksek yaprak sıcaklığına sebep olmuştur. Çalışmamızda kuraklık stresi uygulanan bitkilerin yaprak sıcaklığında artışlar tespit edilmiş ve kontrole göre yaprak sıcaklığına en çok etki eden uygulama %50 Sulama + Kalsiyum olmuştur. Çiçeklenmeden hasada kadar geçen süre içerisinde %100 sulama+Kalsiyum uygulaması yaprak oransal nem içeriği değerinde artış sağlamıştır.

Kuraklık ve kalsiyum uygulamalarının meyve çapı ve meyve boyu üzerinde etkisi araştırıldığında elde edilen değerler istatistiksel olarak fark oluşturmazken %50 sulama uygulamasında belirgin bir etki saptanmış ve en düşük değerlere ulaşılmıştır. Ölçümü yapılan ortalama meyve ağırlığı ve toplam meyve verim değerleri incelendiğinde kontrol uygulamalarına göre azalış göstermişlerdir. Özellikle %50 sulama uygulamasında bitkinin noksan beslenmesinden kaynaklı meyveler yeterli gelişim gösterememiş ve standart ağırlığa ulaşamamışlardır. Ayrıca %50 su kısıtlamasında kuraklık stresini atlatamayan bitkilerde, verim seviyesi ileri derecede azalmıştır. Meyve yaş ve kuru ağırlığında %50 Sulama+Kalsiyum uygulaması diğer uygulamalara kıyasla en iyi etkiyi göstermiştir. Meyve eti sertliğinde %100 sulama+Kalsiyum uygulaması kontrole oranla daha iyi etki ederek en yüksek meyve eti sertliğine sahip olmuştur. Meyve suyunda pH değeri incelendiğinde kontrole oranla %100 sulama+Kalsiyum uygulamasının daha fazla etki gösterdiği saptanmıştır. Meyve suyu EC miktarı kontrole kıyasla diğer uygulamalarda azalma göstermiş ve en düşük değer %50 Sulama uygulamasında tespit edilmiştir. Meyve et kalınlığına ait veriler istatistiksel anlamda değersiz bulunmuş ve bununla beraber en düşük değer %50 Sulama + Kalsiyum uygulamasında olmuştur. Domates bitkisinde suda çözünebilir kuru madde miktarı (SÇKM) istatistiksel olarak anlamsız bulunmuştur. Kuraklık ve kalsiyum uygulamalarının tohum sayısı üzerine etkisi araştırıldığında, %50 Sulama+Kalsiyum uygulaması diğer uygulamalara oranla daha fazla etki göstermiştir. Ayrıca su kısıtlaması uygulanan bitkilerin meyvelerinde tohum sayısının artış gösterdiği saptanmıştır.

Yapraklardaki makro besin elementi (Ca, K, Mg, N) miktarları incelendiğinde, Ca ve N konsantrasyonlarının %50 Sulama uygulamasında azalma gösterdiği tespit edilirken en iyi tepkinin ise %100 sulama+Kalsiyum uygulamasında olduğu görülmüştür. K içeriği incelendiğinde, kontrole oranla diğer uygulamalarda ciddi bir azalma meydana gelmiştir. %100 sulama+Kalsiyum uygulamasının N içeriğinde olumlu etki yaptığı gözlenirken %50 Sulama uygulamasında bu durum tam tersi olmuştur. Yapraklardaki mikro besin elementleri miktarları incelendiğinde (Cu, Fe, Mn, Zn), %50 Sulama uygulamasında Fe ve Zn konsantrasyonlarının önemli düzeyde azaldığı saptanmıştır. Fe ve Mn içeriklerinde %50 Sulama+Kalsiyum uygulaması önemli bir etkiye sahip olurken yapraktaki Cu ve Zn oranları diğer uygulamalarda kontrol düzeyinin altında değer göstermiştir.

Kuraklık stresi ve yaprakdan Ca uygulaması domates meyvesindeki bazı makro besin elementlerini istatistiksel anlamda olumlu etkilerken bazılarında da olumsuz tepkiler göstermiştir. Meyvedeki makro besin elementi miktarları incelendiğinde (Ca, K, Mg, N), K içeriği stresten olumsuz etkilenmiş ve kotrole göre ciddi azalmalar göstermiştir. Ayrıca %100 sulama+Kalsiyum uygulamasının Mg konsantrasyonunda önemli derecede düşüşe sebep olması dikkati çekmiştir. Bu durumun artan meyve iriliğine bağlı olarak Mg 'un dokularda seyrelme göstermesiyle ilgili olduğu düşünülmektedir. Ca ve N içeriklerinde en iyi etkiyi gösteren uygulama %100 sulama+Kalsiyum olmuştur. Meyvedeki mikro besin elementi (Cu, Fe, Mn, Zn) miktarları değerlendirildiğinde, Cu ve Fe konsantrasyonlarının %50 Sulama uygulamasında azalma gösterdiği tespit edilirken Cu elementinde en etkili uygulama %100 sulama+Kalsiyum 'da gözlenmiştir. Mn ve Zn içeriklerinde ise %50 Sulama uygulaması önemli düzeyde etki göstermiştir.

Araştırmamızda domates bitkisinin toplam fenolik ve toplam flavonoid bileşikleri, farklı uygulamalar arasında (%100 sulama+Kalsiyum, %50 Sulama + Kalsiyum, %50 Sulama) istatistiksel anlamda etkili olmuştur. %50 Sulama uygulamasının toplam fenolik ve flavonoid miktarında artışa neden olduğu tespit edilirken %100 Sulama+Kalsiyum uygulamasında azalma meydana gelmiştir. Domates bitkisinde klorofil konsantrasyonu (klorofil a, b, toplam klorofil) ortalama değerleri istatistiksel anlamda önemli bulunmuş ve en düşük değerler %100 sulama+Kalsiyum uygulamalarında tespit edilmiştir.

Genel olarak bu çalışmanın sonuçları göz önüne alındığında %1 CaSO₄ uygulamasının yaprak klorofil miktarında oldukça yararlı olacağı düşünülmektedir. Sera koşullarında yapılan tez çalışması dikkate alındığında suda çözünebilir kuru madde miktarının yüksek olması istendiği domateslerde %50 Sulama uygulamasının SÇKM miktarını artıracığı öngörülmektedir. %1 düzeyinde kalsiyum sülfat kullanılan %100 sulama+Kalsiyum uygulamasının verim için daha uygun olacağı düşünülmektedir. Ayrıca %1 CaSO₄ uygulamasının domateste meyve eti sertliğini olumlu düzeyde etkilediği ve bu durumun meyvenin raf ömrünün uzamasına yardımcı olacağı düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

- Abdel-Wahab, A., 2018. Impact of Calcium Foliar Application on Quality Improvement of Grafted Tomato Seedlings. *Journal of Horticultural Science & Ornamental Plants* 10 (2): 91-96, 2018. DOI: 10.5829/idosi.jhsop.2018.91.96
- Adams, P., Ho, L., C., 1993. Effects of environment on the uptake and distribution of Calcium in Tomato and on the incidence of blossom-end rot. *Plant and Soil* 154: 127–132.
- Ahmad, P., Sarwat, M., Bhat, N., A., Wani, M., R., Kazi, A., G., Tran, L-SP., 2015. Alleviation of cadmium toxicity in *Brassica juncea* L.(Czern. & Coss.) by calcium application involves various physiological and biochemical strategies. *PLoS One*. 10:e0114571.
- Ahmad, P., Alyemeni, M., N., Ahanger, M., A., Wijaya, L., Alam, P., Kumar, A., Ashraf, M., 2018. Upregulation of antioxidant and glyoxalase systems mitigates NaCl stress in *Brassica juncea* by supplementation of zinc and calcium. *Journal of Plant Interactions*, 13:1, 151-162. <https://doi.org/10.1080/17429145.2018.1441452>
- Ahmad, Z., Anjum, S., Waraich , E. A., Ayub, M. A., Ahmad, T., Tarık, R. M. S., Ahmad, R., and Iqbal, M.A., 2018. Growth, physiology, and biochemical activities of plant responses with foliar potassium application under drought stress – a review. *Journal of Plant Nutrition*, 41:13, 1734-1743, DOI:10.1080/01904167.2018.1459688
- Akat, H., Özzambak, M.E., 2013. Örtü Altı Tuzlu Koşullarda Yetiştirilen *Limonium Sinuatum* Bitkisinde Kalsiyum Uygulamalarının Stres Parametreleri Üzerine Etkileri. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi Journal of Tekirdag Agricultural Faculty*. 2013 10 (1)
- Alexander, S., E., Clough, G., H., 1998. Spunbonded rowcover and calcium fertilization improve quality and yield in bell pepper. *Hort Sci* 33: 1150–1152.
- Altuntaş, Ö., 2016. Prohexadione-Ca Uygulamalarının Domateste Bitki Büyümesi Besin Element Alımı ve Meyve Kalitesi Üzerine Etkileri. *YYÜ TAR BİL DERG (YYU J AGR SCI)* 2016, 26(1): 98-105

- Al-Shammari, A., M., Abood, M., A., Hamdi, G., J., 2018. Tecamin Flower® Foliar Application To Alleviate Water Deficit Effects On Growth, Yield And Water Use Efficiency Of Tomato. *Journal of Agricultural Science* 115–120. doi: 10.15159/jas.18.10
- Al-Shammari, A.M.A., Abood, M.A., Hamdi, G.J. 2018a. Foliar application of Tecamin max® to alleviate water deficit on vegetative growth and yield of okra. – *Int. J. Vegetable Sci.*, 7 p. (in press), doi: 10.1080/19315260.2018. 1509922.
- Al-Shammari, A.M.A., Abood, M.A., Hamdi, G.J. 2018b. Effect of foliar application of Tecamin flower on some vegetative growth characters of tomato plant under water stress conditions. – *Syrian J. Agric. Res.*, 5(2):35–44.
- Alp, Y., Kabay, T., 2019. The Effect of Drought Stress on Antioxidative Enzyme and Nutrient Exchange in Some Tomato Genotypes. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi* 6(1): 71–77, 2019. <https://doi.org/10.30910/turkjans.515352>
- Ashraf, M., Arfan, M. (2005): Gas exchange characteristics and water relations in two cultivars of *Hibiscus esculentus* under waterlogging. - *Biologia Plantarum* 49(3): 459-462. <https://doi.org/10.1007/s10535-005-0029-2>
- Bacon, M., A., 2004. Water use efficiency in plant biology. *Water Use Effic Plant Biol* 45:329
- Bakshi, P., Masoodi, F., A., Chauhan, G., S., Shah, T., A., 2005. Role of calcium in post-harvest life of temperate fruits: A review. *J of Food Sci and Technol Mysore* 42:1–8.
- Balate, C.A., Souza, D.G., Resende, L.V., Freitas, S.T., 2018. Effect of abscisic acid on the calcium content for controlling blossom-end rot in tomato under water stres. *Pesq. Agropec. Trop.*, Goiânia, v. 48, n. 4, p. 414-419. www.agro.ufg.br/pat.
- Bauer, D., Biehler, K., Fock, H., Carrayol, E., Hirel, B., Migge, A., Becker, T.W., 1997. A role for cytosolic glutamine synthetase in the remobilization of leaf nitrogen during water stress in tomato. *Physiol. Plant.* 99, 241–242.
- Belgüzar, S., Yanar, Y., Aysan, Y., 2019. Determination of the presence of *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis* on tomato seedlings used in Tokat province.

Bitki Koruma Bülteni / Plant Protection Bulletin, 2019, 59 (2) : 33-37.
<http://dergipark.gov.tr/bitkorb>

Bergougnoux, V., 2014. The history of tomato: from domestication to biopharming. *Biotechnol Adv.* 2014;32:170–89.

Bjelić, V., Moravčević, D. J., Beatović, D. (2005): Effect of greenhouse conditions on Zn, Fe and Cu Content in Tomato Fruits. - *Journal of Agricultural Sciences* 50(2): 101-105 <https://doi.org/doi/1450-8109/2005/1450-81090502101B.pdf>

Bose TK and MG Som, 1990. *Vegetable crops in India*. Naya Prakash, Calcutta-Six, India., 687-691.

Bray, E., A., 2004. Genes commonly regulated by water-deficit stress in *Arabidopsis thaliana*. *Journal of Experimental Botany*, 55, 2331–2341.

Budak, Z., Erdal, İ., 2016. Yapraktan kalsiyum uygulamasının farklı sera domates çeşitlerinde verim, meyve kalitesi ve mineral beslenmesine etkisi. *Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Dergisi* 4 (1) 1 – 10.

Budak, Z., 2015. Sera koşullarında yapraktan kalsiyum uygulamasının domates çeşitlerinin gelişim, verim ve mineral beslenmesine etkisi. (Yüksek Lisans Tezi) Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

Chai, Q., Gan, Y., Zhao, C., Xu, H., Waskom, R.M., Niu, Y., Siddique, K.H.M., 2016. Regulated deficit irrigation for crop production under drought stress. A review. *Agron. Sustain. Dev.* 36, 3. <https://doi.org/10.1007/s13593-015-0338-6>.

Costa, J., M., Ortuno, M., F., Chaves, M., M., 2007. Deficit irrigation as a strategy to save water: physiology and potential application to horticulture. *J. Integr. Plant Biol.* 49, 1421–1434.

Çeliktöpe, E., Özekici, B., 2020. Çilek Meyve ve Yaprak Mikro Besin Elementlerinin Farklı Sulama Seviyeleri ile Biyoaktivatör Uygulamasına Tepkileri. Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü, 01330, Adana, Türkiye 1<https://orcid.org/0000-0002-5355-1717> 2<https://orcid.org/0000-0002-5851-4122>. DOI: 10.29133/yyutbd.624059

- Daldal, N., 2018. Çiçek Burnu Çürüklüğünün Azaltılması Üzerine Domates Fidelerinin Kalsiyum Sülfat Ve Kalsiyum Hidroksit Katılan Ortamda Yetiştirilmesinin Etkisi (Yüksek Lisans Tezi) Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
- Daşgan, H.Y., Kuşvuran, Ş., Abak, K., and Sarı, N., 2010. Screening and saving of local vegetables for their resistance to drought and salinity. UNDP Project MDGF-1680 UN Joint Programme on enhancing the capacity of Turkey to Adapt to climate change. Final Report.
- DAŞGAN, H., Y., 2003. Bazı domates Genotiplerinin Demir (Fe) Eksikliği Stresi Altında Gösterdikleri Fizyolojik Tepkiler . Türkiye IV. Ulusal Bahçe Bitkileri Kongresi (ss.419-422). Antalya, Türkiye
- Del Amor, F., Marcelis, L., 2003. Regulation of nutrient uptake, water uptake and growth under calcium starvation and recovery. J Hort Sci Biotechnol. 78:343–349.
- Ekinci, N., Kavdır, Y. 2002. Değişik formlarda ve düzeylerde kalsiyum uygulamalarının domates kalitesi üzerine etkileri. II. Bahçe Ürünlerinde Muhafaza ve Pazarlama Sempozyumu. Çanakkale.
- Ekinci, N., Delice, A., Gür, E., Özdüven, F., 2007, Değişik dozlarda kalsiyum uygulamalarının 0900 Ziraat kiraz çeşidinin kalite kriterleri üzerindeki etkileri. Türkiye V. Ulusal Bahçe Bitkileri Kongresi Erzurum, 464-468.
- Eren, G. B., Ince, E., Gurer, O. H. (2018): In vitro antioxidant/prooxidant effects of combined use of flavonoids. - Natural Product Research 32(12): 1446-1450. <https://doi.org/10.1080/14786419.2017.1346637>
- Ertekin, Ü., 1997. Örtüaltı Domates Yetiştiriciliği. TEKFEN Tarımsal Üretim ve Pazarlama A. Ş. Antalya, 158 s.
- Es-Safi, N. E., Ghidouche, S., Ducrot, P.H. (2007): Flavonoids: hemisynthesis, reactivity, characterization and free radical scavenging activity. - Molecules 12(9): 2228-2258. <https://doi.org/10.3390/12092228>
- FAO, 2019. FAO Statistical Database <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>.

- Farooq M., Wahid A., Kobayashi N., Fujita D. & Basra S.M.A., 2009. Plant drought stress: effects, mechanisms and management. In *Agronomy for Sustainable Development*, pp. 185–212. Springer, Netherlands.
- Farooq M., Hussain M. & Siddique K.H.M., 2014. Drought stress in wheat during flowering and grain-filling periods. *Critical Reviews in Plant Sciences* 33, 331–349.
- Favati, F., Lovelli, S., Galgano, F., Miccolis, V., Di Tommaso, T., Candido, V., 2009. Processing tomato quality as affected by irrigation scheduling. *Scientia Horticulturae* 122, 562–571. doi:10.1016/j.scienta.2009.06.026
- Foolad, M., R., Zhang, L., P., Subbiah, P., 2003. Genetics of drought tolerance during seed germination in tomato: inheritance and QTL mapping. *Genome*, 46 (2003), pp. 536-545
- Gebhardt, S., E., Thomas, R., G., 2002. *Nutritive Value of Foods*. USDA Agricultural Research Services, Home and Garden Bulletin Number: 72, Washington, USA. 97p.
- Gelmez, C., Müftüoğlu, N., M., 2018. Farklı Kalsiyum Dozları ve Azotlu Gübrelerin Domateste Verim ve Verim Özellikleri Üzerine Etkisi. *Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 2018:4,2, 134-148
- Ghanbarpour, E., Rezaei, M., Lawson, S., 2019. Reduction of Cracking in Pomegranate Fruit After Foliar Application of Humic Acid, Calcium-boron and Kaolin During Water Stress. *Erwerbs-Obstbau* 61:29–37. <https://doi.org/10.1007/s10341-018-0386-6>
- Giuliani, M.M., Gatta, G., Nardella, E., Tarantino, E. 2016. Water saving strategies assessment on processing tomato cultivated in Mediterranean region. – *Ital. J. Agron.*, 11(738):69–76, doi: 10.4081/ija.2016.738.
- Günay, A., 2005 *Özel Sebze Yetiştiriciliği II. Bölüm, Domates yetiştiriciliği*, 318-343.
- Güzel A., 2006. Mersin Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Ana Bilim Dalı Yüksek lisans tezi.

- Kabay, T., Şensoy, S., 2016. Kuraklık stresinin bazı fasulye genotiplerinde oluşturduğu enzim, klorofil ve iyon değişimleri. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 26(3), 380-395.
- Kalefetoğlu, T., Ekmekçi, Y. (2005): The effects of drought on plants and tolerance mechanisms. - *Gazi University Journal of Science*. 18(4): 723-740.
- Karp, K., Starast, M., Kaldmae, H., Hietaranta, T., Linna, M., M., Palonen, P., Parikka, P., 2002. Department of Horticulture, Estonia Agricultural University, 51014 Tartu, Estonia. Proceedings of the Fourth International Strawberry Symposium, Tampere, Finland, July 9-14, 2000, volume 2. *Acta-Horticulturae.No.567(Vol.2)*, 459-462; 3 ref.
- Keskin, G., 2012. Tomatoes and Tomato Paste Situation - Forecast: 2012/2013. Agricultural Development Institute, Teps Publication No: 219, Ankara.
- Kıran, S., Kuşvuran, Ş., Ateş, Ç., Ellialtıoğlu, Ş., 2017. Aşılı ve Aşısız Patlıcan Bitkilerinin Su Noksanlığı Koşullarındaki Bazı Fizyolojik Özellikleri ve Verim Parametrelerine İlişkin İncelemeler. *Toprak Su Dergisi*, 2017, 6 (2): (18-25). <https://doi.org/10.21657/topraksu.339827>
- Kıran, S., Kuşvuran, Ş., Ateş, Ç., Ellialtıoğlu, ŞŞ., 2018. Tuzluluk ve su noksanlığı stresi altında yetiştirilen farklı patlıcan anaç/kalem kombinasyonlarında bazı meyve kalite özelliklerine ait değişimler. *Derim* 35(2): 111-120.
- Kitayama, M., Tisarum, R., Theerawitaya, C., Samphumphung, T., Takagaki, M., Kirdmanee, C., Cha-um, S., 2018. Foliar paclobutrazol application promotes photosynthetic abilities and growth performances and calcium ion levels, in salt-stressed water spinach (*Ipomoea aquatica*).
- Klunklin, W., Savage, G., 2017. Effect on Quality Characteristics of Tomatoes Grown Under Well-Watered and Drought Stress Conditions. *Foods* 2017, 6(8), 56; <https://doi.org/10.3390/foods6080056>
- Köksal, F., Erdal, İ., 2013. Standart Karanfil Çeşitlerinde Yapraftan Kalsiyum Uygulamasının, Verim, Kalite ve Besin Elementi İçeriğine Etkisi. *Süleyman Demirel*

Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 8 (2):1-10, 2013 ISSN 1304-9984, Araştırma Makalesi.

Köşkeroglu, S., 2006. Tuz ve Su Stresi Altındaki Mısır (*Zea mays* L.) Bitkisinde Prolin Birikim Düzeyleri ve Stres Parametrelerinin Araştırılması. Yüksek Lisans Tezi, 106 sayfa, Muğla Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Anabilim Dalı, Muğla.

Kuşvuran, S., Abak, K., 2012. Kavun genotiplerinin kuraklık stresine tepkileri. Çukurova Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi 28-5. Adana.

Kuşvuran, S., Yaşar, F., Abak, K., Ellialtıoğlu, S., 2008. Tuz stresi altında yetiştirilen tuza tolerant ve duyarlı *Cucumis* sp.'nin bazı genotiplerinde lipid peroksidasyonu, klorofil ve iyon miktarlarında meydana gelen değişimler. Tarım Bilimleri Dergisi, 18 (1), 13-20.

Lahoz, I., Pérez-de-Castro, A., Valcárcel, M., Macua, J.I., Beltránd, J., Rosellóc, S., Cebolla-Cornejo, J., 2016. Effect of water deficit on the agronomical performance and quality of processing tomato. *Sci. Hortic.* 2016, 200, 55–65. [Google Scholar] [CrossRef]

Lee, H., 2007. Contribution of working groups I, II and III to the fourth assessment report of the intergovernmental panel on climate change Climate Change: Synthesis report104 (Geneva, Switzerland)

Lester, G. E., Jifon, J. L., Makus, D. J. 2010. Impact of potassium nutrition on postharvest fruit quality: melon (*Cucumis melo* L.) case study. - *Plant Soil* 335: 117-131. <https://doi.org/10.1007/s11104-009-0227-3>

Luo, Y., X., Zhao, R., Zhou, X., Zuo, J., Zhang and Y. Li. 2011. Physiological acclimation of two psammophytes to repeated soil drought and rewatering. *Acta Physiol. Plant.*, 33: 79-91.

Maltaş, A., Ş., Kaplan, M., 2015. Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi (2015) 28(1): 33-38.

Manaa, A., Gharbi, E., Mimouni, H., Wasti, S., Aschi-Smiti, S., Lutts, S., Ahmed, H., 2014. Simultaneous application of salicylic acid and calcium improves salt tolerance

in two contrasting tomato (*Solanum lycopersicum*) cultivars. South African Journal of Botany 95 (2014) 32–39. www.elsevier.com/locate/sajb

- Marschner, H., 1995. Mineral Nutrition of Higher Plants Academic Press, London (1995)
- Michalak, A. (2006): Phenolic compounds and their antioxidant activity in plants growing under heavy metal stress. Polish Journal of Environmental Studies 15(4): 523-530.
- Murthada, H. M., Maranville, J. W., Clark, R. B. 1988., Calcium deficiency in sorghum grown in controlled environments in relation to nitrate/ammonium ratio and nitrogen source. Agronomy Journal, 80(1), 125-130.
- Naeem, M., Naeem, M., S., Ahmad, R., Ahmad, R., 2017. Foliar-Applied Calcium Induces Drought Stress Tolerance In Maize By Manipulating Osmolyte Accumulation And Antioxidative Responses. Pak. J. Bot., 49(2): 427-434.
- Naeem, M., Naeem, M., S., Ahmad, R., Ihsan, M., Z., Ashraf, M., Y., Hussain, Y., Fahad, S., 2018. Foliar calcium spray confers drought stress tolerance in maize via modulation of plant growth, water relations, proline content and hydrogen peroxide activity. Archives of Agronomy and Soil Science, 64:1, 116-131. DOI: 10.1080/03650340.2017.1327713
- Nizam, R., Hosain, T., Hossain, E., Islam, M., Haque, A., 2019. Salt stress mitigation by calcium nitrate in tomato plant. Asian J. Med. Biol. Res. 2019, 5 (1), 87-93. doi: 10.3329/ajmbr.v5i1.41050.
- Okunlola, G. O., Olatunji, O. A., Akinwale, R. O., Tariq, A., Adelusi, A. A. (2017): Physiological response of the three most cultivated pepper species (*Capsicum* spp.) in Africa to drought stress imposed at three stages of growth and development. - Scientia Horticulturae. 224: 198-205. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2017.06.020>
- Patanè, C., Pellegrino, A., Silvestro, I., 2018. Effects of calcium carbonate application on physiology, yield and quality of field-grown tomatoes in a semi-arid Mediterranean climate. Crop & Pasture Science, 69, 411–418. <https://doi.org/10.1071/CP17424>.
- Pereira, L.S., Oweis, T., Zairi, A., 2002. Irrigation management under water scarcity. Agric. Water Manag. 57, 175–206.

- Pıtır, M., 2015. Biber yetiştiriciliğinde farklı su kısıtlarının meydana getirdiği fizyolojik, morfolojik ve kimyasal değişikliklerin belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı <http://hdl.handle.net/20.500.11776/992>.
- Piñero, M., C., Pérez-Jiménez, M., López-Marín, J., Amor, F., 2017. Fruit quality of sweet pepper as affected by foliar Ca applications to mitigate the supply of saline water under a climate change scenario.
- Poovaiah, B., W., 1993. Biochemical and molecular aspects of calcium action. - Acta Horticulture 326: 139-147. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.1993.326.14>
- Rab A, Haq S, 2012. Foliar Application of calcium chlorid and borax influences plant growth, yield, and quality of tomato (*Lycopersicon Esculentum* Mill.) fruit. Turkish Journal of Agriculture and Forestry 36: 695-701.
- Ramezani, A., Rahemi, M., Vazifeshenas, M.R., 2009. Effects of Foliar Application of Calcium Chloride and Urea on Quantitative and Qualitative Characteristics of Pomegranate Fruits. *Scientia Horticulturae*, 121, 171-175.
- Ramiérez, S. L. F., Dí'az, S. F. R., Muro, E. J. (2012): Relation between soilless tomato quality and potassium concentration in nutritive solution. *Acta Horticulture* 947: 215-222. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2017.06.020>
- Rezene, Y., Gebeyehu, S., Zelleke, H., 2013. Morpho-physiological response to post-flowering drought stress in small red seeded common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) genotypes. *Journal of Plant Studies* 2(1): 36-41.
- Sajid, M., Ullah, I., Rab, A., Shah, S., T., Wahid, F., Ahmad, N., Ahmad, I., Ali, A., Basit, A., Bibi, F., Ahmad, M., 2019. Foliar application of calcium improves growth, yield and quality of tomato cultivars. *Pure Appl. Biol.*, 9(1): 10-19, March, 2020 <http://dx.doi.org/10.19045/bspab.2020.90002>
- Sajyan, T.K., Shaban, N., Rizkallah, J., Sassine, Y.N., 2018. Effects of Monopotassium-phosphate, Nano-calcium fertilizer, Acetyl salicylic acid and Glycinebetaine application on growth and production of tomato (*Solanum lycopersicum*) crop under salt stress. *Agronomy Research* 16(3), 872-883. <https://doi.org/10.15159/AR.18.079>.

- Sanchez-Rodriguez, E., Rubio-Wilhelmi, M., Cervilla, LM., Blasco, B., Rios, JJ., Rosales, MA., Ruiz, JM., 2010. Genotypic differences in some physiological parameters symptomatic for oxidative stress under moderate drought in tomato plants. *Plant Science*, 178(1), 30-40
- Sankar, B., Abdul Jaleel, C., Manivannan, P., Kishore, K. A., Somasundaram, R., Panneerselvan, R. (2008): Relative Efficacy of Water Use in Five Varieties of *Abelmoschus esculentus* (L.) Moench. Under Water Limited Conditions. - *Colloids Surfaces Bio interfaces*. 62: 125-129. <https://doi.org/10.1016/j.colsurfb.2007.09.025>
- Sarwat, M., Ahmad, P., Nabi, G., Hu, X., 2013. Ca²⁺ signals: the versatile decoders of environmental cues. *Crit Rev Biotechnol*. 33:97–109.
- Saure, M., 2014. Why calcium deficiency is not the cause of blossom-end rot in tomato and pepper fruit: a reappraisal. *Scientia Horticulturae*, v. 174, n. 1, p. 65-89, 2014.
- Shabbir, R., Ahsraf, M., Waraich, E., Ahmad, R., 2015. Combined effects of drought stress and NPK foliar spray on growth, physiological processes and nutrient uptake in wheat. *Pak J Bot*. 47:1207–1216.
- Shao, H., B., Song, W., Y., Chu, L., Y., 2008. Advances of calcium signals involved in plant anti-drought. *C. R. Biol.*, 331: 587-596.
- Sivakumar, R., Srividhya, S., 2016. Impact of Drought on Flowering, Yield and Quality Parameters in Diverse Genotypes of Tomato (*Solanum lycopersicum* L.). *Advances in Horticultural Science*, 30(1), 3-11.
- Singleton, V. L., Rossi, J. A. (1965): Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic- phosphotungstic acid reagents. - *American Journal of Enology and Viticulture* 16: 144-158.
- Sönmez, F., Gülser, F., 2017. Effects of humic acid and Ca(NO₃)₂ on nutrient contents in pepper (*Capsicum annuum*) seedling under salt stress. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section B — Soil & Plant Science*, 66:7, 613-618. <https://doi.org/10.1080/09064710.2016.1205654>
- Starck, Z., Siwiec, A., Chotuj, D., 1995. Distribution of calcium in tomato plants in response to heat stress and plant growth regulators. F. Baluska et al. (eds.), *Structure*

and Function of Roots, 305-310. Kluwer Academic Publishers. Springer, Dordrecht. ISBN 978-90-481-4402-0. <https://doi.org/10.1007/978-94-017>

Subiah, K., Perumal, R., 1990. "Effect of Calcium sources concentration, stages and number of spray on physico-chemical properties of tomato fruit". South Indian Horticulture 38(01): 20-27.

Sun, Y., Feng, H., Liu, F., 2013. Comparative effect of partial root-zone drying and deficit irrigation on incidence of blossom-end rot in tomato under varied calcium rates. J Exp Bot. 2013 Apr; 64(7):2107-16. doi: 10.1093/jxb/ert067.

Sungur, A., Müftüoğlu, N.M. 2004. Farklı kalsiyum kaynak ve dozlarının domates fidesinin bazı özellikleri üzerine etkisi. V. Sebze Tarımı Sempozyumu, 21-24 Eylül 2004, 231-234, Çanakkale.

Suzukı, K., Shono, M., Egawa, Y., 2003. Localization of calcium in the pericarp cells of tomato fruits during the development of blossomend rot. Protoplasma, v. 222, n. 3, p. 149-156, 2003.

Tanveer, K., Gilani, S., Hussain, Z., Ishaq, R., Adeel, M., Ilyas, N., 2020. Effect of salt stress on tomato plant and the role of calcium. Journal of Plant Nutrition, 43:1, 28-35, DOI: 10.1080/01904167.2019.1659324

Tejashvini, A., ve Thippeshappa, G., N., 2019. Effect of Foliar Application of Different Sources and Levels of Calcium on Physico-Chemical Properties of Harvested Soil and Correlation of Calcium Nutrition with Fruit Quality. Int.J.Curr.Microbiol.App.Sci (2019) 8(2): 1447-1455. <https://doi.org/10.20546/ijcmas.2019.802.168>

Trenberth, K.E., 2011. Changes in precipitation with climate change. Clim. Change Res. Lett. 47, 123–138.

Trenberth, K., E., Dai, A., Van Der Schrier, G., Jones, P.D., Barichivich, J., Briffa K.R. & Sheffield, J., 2014. Global warming and changes in drought. Nature Climate Change, 4, 17–22.

- Tuna, A., L., Kaya, C., Ashraf, M., Altunlu, H., Yokas, I., Yagmur, B., 2007. The effects of calcium sulphate on growth, membrane stability and nutrient uptake of tomato plants grown under salt stress. *Environ Exp Bot.* 59:173–178.
- Vermeulen, K., Steppe, K., Janssen, K., Bleyaert, P., Dekock, J., Aerts, J., Berckmans, D., ve Lemeur, R., 2007. Solutions to Overcome Pitfalls of Two Automated Systems for Direct Measurement of Greenhouse Tomato Water Uptake in HortTechnology. *Cilt: 17, Sayı 2, sy: 220-226.* <https://doi.org/10.21273/HORTTECH.17.2.220>
- Yağmur, Y., 2008. Farklı Asma (*Vitis vinifera* L.) Çeşitlerinin Kuraklık Stresine Karşı Bazı Fizyolojik ve Biyokimyasal Tolerans Parametrelerinin Araştırılması. Yüksek Lisans Tezi, 108 sayfa, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Anabilim Dalı, Bornova-İzmir.
- Yang L, Qu H, Zhang Y, Li F, 2012. Effects of partial root-zone irrigation on physiology, fruit yield and quality and water use efficiency of tomato under different calcium levels. *Agricultural Water Management* 104: 89-94.
- Zorrig, W., Shahzad, Z., Abdelly, C., Berthomieu, P., 2012. Calcium enhances cadmium tolerance and decreases cadmium accumulation in lettuce (*Lactuca sativa*). *Afr J Biotechnol.* 11:8441–8448.
- Wahocho, N. A., Maitlo, AA, Baloch QB, Kaleri AA, Rajput LB, Talpur NA, Sheikh ZA, Mengal FH, Wahocho SA (2017): Effect of varying levels of nitrogen on the growth and yield of muskmelon (*Cucumis melo* L.). - *Journal of Basic and Applied Sciences.* 13: 448-453.
- Wang, Y., Frei, M., 2011. Stressed food – the impact of abiotic environmental stresses on crop quality. *Agric Ecos Environ.* 2011;141:271–86.