

T.C.
ONDOKUZ MAYIS ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



DENİZ VE ÇEŞME SUYUNDAN HAZIRLANAN SULAMA SULARININ VE
SİLİSYUMUN SUBSTRAT ORTAMINDA YETİŞTİRİLEN DOMATES BİTKİSİNDE
VERİM, KALİTE, BESLENME VE SU KULLANMA RANDIMANINA ETKİSİ

Yeter YILMAZ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

T.C.
ONDOKUZ MAYIS ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

DENİZ VE ÇEŞME SUYUNDAN HAZIRLANAN SULAMA SULARININ VE
SİLİSYUMUN SUBSTRAT ORTAMINDA YETİŞTİRİLEN DOMATES BİTKİSİNDE
VERİM, KALİTE, BESLENME VE SU KULLANMA RANDIMANINA ETKİSİ

Yeter YILMAZ

TOPRAK BİLİMİ VE BİTKİ BESLEME ANABİLİM DALI

SAMSUN
2017

Her hakkı saklıdır.

TEZ ONAYI

Yeter YILMAZ tarafından hazırlanan “**Deniz ve eşme Suyundan Hazırlanan Sulama Sularının ve Silisyumun Substrat Ortamında Yetiştirilen Domates Bitkisinde Verim, Kalite, Beslenme ve Su Kullanma Randımanına Etkisi**” adlı tez çalışması 13/07/2017 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı’nda **Yüksek Lisans Tezi** olarak kabul edilmiştir.

Danışman Prof. Dr. Ahmet KORKMAZ
Toprak Bilimi ve Bitki Besleme
Anabilim Dalı

Jüri Üyeleri

Başkan Prof. Dr. Ahmet Korkmaz
Ondokuz Mayıs Üniversitesi
Toprak Bilimi ve Bitki Besleme
Anabilim Dalı

Üye Doç. Dr. Ayhan Horuz
Ondokuz Mayıs Üniversitesi
Toprak Bilimi ve Bitki Besleme
Anabilim Dalı

Üye Yrd. Doç. Dr. Fatih Öner
Ordu Üniversitesi
Tarla Bitkileri Bölümü
Anabilim Dalı

Yukarıdaki sonucu onaylarım. .../.../2017

İmza

Prof. Dr. Bahtiyar ÖZTÜRK
Enstitü Müdürü

ETİK BEYAN

Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü tez yazım kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez içindeki bütün bilgilerin doğru ve tam olduğunu, bilgilerin üretilmesi aşamasında bilimsel etiğe uygun davrandığımı, yararlandığım bütün kaynakları atıf yaparak belirttiğimi beyan ederim.

13/07/2017

Yeter YILMAZ

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

DENİZ VE ÇEŞME SUYUNDAN HAZIRLANAN SULAMA SULARININ VE SİLİSYUMUN SUBSTRAT ORTAMINDA YETİŞTİRİLEN DOMATES BİTKİSİNDE VERİM, KALİTE, BESLENME VE SU KULLANMA RANDIMANINA ETKİSİ

Yeter YILMAZ

Ondokuz Mayıs Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Ahmet KORKMAZ

Çalışmanın amacı substrat kültüründe deniz ve çeşme suyundan hazırlanan sulama sularının ve silisyumun domates bitkisinde verim, kalite, beslenme ve su kullanma randımanına etkisini belirlemektir. Hazırlanan 4 farklı sulama suyuna 0.0-0.5-1.0-2.0 mmol/l dozlarında silisyum ilave edilmiştir. Deneme tesadüf parsellerinde 4x4 faktöriyel desenine göre 3 tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Sulama suyunda deniz suyu oranı artıkça verim, klorofil, karotenoid, aktif demir kapsamları, ve meyvede su kullanma randıman değerleri, meyvede nitrat kapsamı, yaprakta potasyum kapsamı azalmış; fakat meyvede briks, asitlik ve bitki başına çürük meyve sayısı, yaprakta fosfor kapsamı artmıştır. Sulama sularına ilave edilen silisyumun meyvede su kullanma randımanına etkisi sulama suyu çeşitlerine göre değişmiştir. Sadece deniz suyu ile sulanan domates bitkisinde 0,5mM silisyum ilavesi meyvede su kullanma randımanını önemli derecede artırmıştır. Aynı şekilde sulama suyuna ilave edilen silisyum dozu artıkça yaprakta aktif demir kapsamı artmış ve bu artış silisyum 1mM dozunda önemli bulunmuştur. Silisyumun potasyum kapsamına etkisi çeşitli sulama sularında farklı olup, tam deniz suyuna ilave edilen silisyum 1mM dozda potasyum kapsamını önemli derecede artırarak potasyum beslenmesine katkı sağlamıştır. Sulama suyunda çeşme suyu oranı artıkça domates yaprağında kükürt ve kalsiyum kapsamları önemli derecede artmış; fakat yaprakta magnezyum, sodyum ve klor kapsamları, domates meyvesinde potasyum, sodyum ve klor kapsamları önemli derecede azalmıştır.

Haziran 2017, 150 sayfa

Anahtar Kelimeler: Bitki su tüketimi, Su kullanma randımanı

ABSTRACT

Master's Thesis

THE EFFECT OF SILICIUM AND IRRIGATION WATER TYPES PREPARED FROM SEA AND TAP WATER ON YIELD, QUALITY, NUTRITION, AND WATER USE EFFICIENCY OF TOMATO PLANT GROWN IN SUBSTRATE MEDIUM

Yeter YILMAZ

Ondokuz Mayıs University
Graduate School of Sciences
Department of Soil Science and Plant Nutrition

Supervisor: Prof. Dr. Ahmet KORKMAZ

Abstract:

The purpose of study is to determine effect of silicium and irrigation water prepared from sea and tap water on yield, fruit quality, nutrition, water utilization efficiency of tomato plant grown in substrate culture. Silicium at the doses 0.0-0.5-1.0-2.0 mmol/l were added to four types of irrigation water. Experiment was conducted as arandomized complete in a 4x4 factorial plot design with 3 replicated. As sea water ratio in irrigation water increase, yield, leaves chlorophyll, carotenoid, active iron, potassium content, water utilization efficiency, fruit nitrate content, decreased, but fruit brix, acidity, the number of rotten fruit per plant, leaves phosphorus content increased. Effect of silicium added to irrigation water on water use efficiency of the fruit changed according to the irrigation water types. The addition at the dose 0.5mM, similarly at the dose 1 mM of silicium to sea water irrigation significantly increased water use efficiency in terms of fruit, active iron in leaves respectively. Effect of silicium added to the irrigation water on potassium content in leaves changed according to irrigation water types. The addition at the dose 1 mM of silicium to sea water irrigation significantly increased potassium content in leaves, contribute to plant nutrition with potassium. As ratio of tap water in irrigation water increased, sulfur, calcium content in leaves increased significantly, but leaves magnesium, sodium, chlorine contents, fruit potassium, sodium, chlorine contents decreased significantly.

June 2017, 150 pages

Key Words: Evapotranspiration, Water use efficiency,

ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR

Akademik yaşamın önemli bir basamağı olarak gördüğüm Yüksek Lisans tez çalışmamın rasyonel düşünme, sorgulama, gözlem yapma ve yorumlama gibi çoklu noktalarda bana olumlu katkılar sağladığını düşünmekteyim. Yüksek lisans çalışmamın her aşamasında yol gösteren, yardımlarını ve engin bilgilerini paylaşan danışmanım Prof. Dr. Ahmet KORKMAZ'a, yardımlarından dolayı bölüm başkanımız Sayın Prof.Dr. Coşkun Gülser'e, Tarımsal Biyoteknoloji Bölüm Başkanlığına, Araş. Gör. Güney Akınoğlu'na, Ziraat Mühendisi Dr. Betül Bayraklı'ya, Prof. Dr. Hasan Önder'e, Araş. Gör. Samet Hasan Abacı'ya ve her konuda yardımlarını ve desteğini esirgemeyen arkadaşım yüksek lisans öğrencisi İlkay Çoka'ya teşekkür eder, bana öğrenim hayatım boyunca hem maddi hem de manevi bakımdan her daim destek olan aileme şükranlarımı sunarım.

Haziran 2017, Samsun

Yeter YILMAZ

İÇİNDEKİLER DİZİNİ

ÖZET.....	i
ABSTRACT	iii
ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR.....	v
İÇİNDEKİLER DİZİNİ	vii
SİMGELER VE KISALTMALAR	xi
ŞEKİLLER DİZİNİ	xiii
ÇİZELGELER DİZİNİ	xix
1.GİRİŞ	1
2. KAYNAK ÖZETLERİ	10
2.1. Tuzun Bitki Gelişmesi ve Beslenmesine Etkileri	10
2.2. Domatesin Tuzluluğa Responsu.....	17
2.3. Domateste Potasyum, Kalsiyum, Magnezyum, Kükürt ve Borun Önemi	20
2.3.1. Potasyum (K)	20
2.3.2. Kalsiyum (Ca).....	22
2.3.3.Magnezyum (Mg)	24
2.3.4. Kükürt	25
2.3.5. Bor (B)	26
2.4. Domatesin Beslenmesi ve Meyve Kalitesi İlişkisi.....	28
2.5. Sulama Suyu Kalitesinin Domates ve Diğer Bitkilerin Gelişmesi, Verimi, Kalitesi, Beslenmesi, Bitki Su Tüketimine ve Su Kullanma Randımanına Etkisi.....	33
2.6. Silisyumun Bitki Gelişmesi, Beslenmesi ve Tuz Toleransı Üzerine Etkileri	45
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	53
3.1. Materyal	53
3.2. Yöntem.....	54
3.2.1. Meyvede yapılan analizler:	54
3.2.2. Yaprak analizleri:	55
3.2.2.1. Taze yaprakta yapılan analizler:.....	55
3.2.2.2. Kuru yaprak örneklerinde yapılan analizler:	56
3.2.3. Sulama suyunda yapılan analizler:.....	58
3.3. İstatiksel Analizler:	59
4. BULGULAR VE TARTIŞMA	60
4.1. Sulama Suyunun Özellikleri	60
4.2. Sulama Suyunun Bazı Özellikleri İle Domateste Verim, Bazı Verim Unsurları ve Kalite Özellikleri Arasındaki İlişkiler	61
4.3. Sulama Sularının ve Silisyum Dozlarının Domateste Meyve Verimi ve Diğer Verim Kriterlerine Etkisi	61

4.4. Sulama Sularının ve Silisyum Dozlarının Domates Meyvesinde Bazı Kalite Özelliklerine Etkisi	68
4.5. Sulama Suyunun Meyvede Nitrat Kapsamına Etkisi	75
4.6. Sulama Suyunun ve Silisyum Dozlarının Domates Bitkisi Su Tüketimine Etkisi.....	76
4.7. Sulama Suyu ve Silisyum Dozlarının Domates Bitkisinin Su Kullanma Randımanına Etkisi	82
4.8. Sulama Suyu ve Silisyum Dozlarının Domates Bitkisi Yaprığında Klorofilmetre Okuma Değerleri, Klorofil-a, Klorofil-b ve Toplam Klorofil Kapsamlarına Etkileri	88
4.9. Sulama Suyu ve Silisyum Dozlarının Domates Bitkisi Yaprığında Ferrik Redüktaz Enzim Aktivitesi, Karotenoid ve Aktif Demir Kapsamlarına Etkileri.....	97
4.10. Sulama Suyu ve Silisyum Dozlarının Domates Bitkisi Yaprığında Azot, Fosfor ve Potasyum Kapsamlarına Etkisi.....	101
4.11. Sulama Suyu ve Silisyum Dozlarının Domates Bitkisi Yaprığında Ca, Mg, S, Na ve Cl Kapsamlarına Etkisi	106
4.12. Sulama Suyu ve Silisyum Dozlarının Domates Bitkisinin Meyvesinde K, Ca, Na ve Cl Kapsamlarına Etkisi.....	115
5. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	122
6. KAYNAKLAR	128
ÖZGEÇMİŞ.....	151

SİMGELER VE KISALTMALAR

SİMGELER

$[(NH_4)_6Mo_7O_{24} \cdot 4H_2O]$	Amonyum Molibdat
$Ca(NO_3)_2 \cdot 4H_2O$	Kalsiyum Nitrat
$CaCl_2$	Kalsiyum Klorür
$CaSO_4$	Kalsiyum Sülfat
$CuSO_4 \cdot 5H_2O$	Bakır Sülfat
EDTA	Etilen Daimin Tetra Asetikasit
Fe(FeEDDHA)	Etilen diamino-di(O-hidroksifenilasetik)
H_2O_2	Hidrojen Peroksit
H_3BO_3	Borik Asit
HCO_3^-	Bikarbonat
HO_2	Perhidroksil Radikali
K_2O	Potasyum Oksit
K_2SO_4	Potasyum Sülfat
KH_2PO_4	Potasyum Dihidrojenfosfat
KNO_3	Potasyum Nitrat
$MgSO_4 \cdot 7H_2O$	Magnezyum Sülfat
$MnCl_2$	Mangan Klorür
Na_2SiO_3	Sodyum Silikat
NaCl	Sodyum Klorür
NH_4NO_3	Amonyum Nitrat

KISALTMALAR

$\mu mol/l$	mikromol/litre
$\mu mol/saat/gr$	Mikromol/Saat/Gram
ABA	Absisikasit
APX	Askorbat Peroksidaz
$^{\circ}C$	Santigrat Derece
CAT	Katalaz
Çs	Çeşme Suyu
DNA	Desoksiribonükleikasit
dS/m:	desisimens/metre
Ds	Deniz Suyu
EC	Electrical conductivity
ET	Evapotranspirasyon
Fe^{+2} -BPDS	Bathophenanthrolinedisulfonic Asitin Ferrus Demir Şelatı
Fe^{+3} -EDTA	Etilen Daimin Tetra Asetikasitin Ferrik Demir Şelatı
GPX	Guaiacol Peroksidaz
GR:	Glutasyon Redüktaz
H^+ -ATPaz	Hidrojen pompası
KM	Kuru Madde
KO	Kareler Ortalaması
LRWC	Yaprakta Nisbi Su Kapsamı
me	Miliekivalan
MES	2-(N-Morpholino) Ethansulfonic Acid
mg/l	miligram/litre
mM	Milimolar
mmol/l	milimol/litre

mS/cm	milisimens/santimetre
Na-BPDS	Sodyumbathophenanthrolinedisulfonic Asit
NFT	nutrient film technique
nm	Nanometre
PEPcase	Fosfofenol Pruvat
pH	hidrojen iyonlarının negatif logaritması
ppm	part per million
r	Korelasyon Katsayısı
RNA	Ribonükleik asit
SAR	Sodyum Adsorpsiyon Oranı
SCF	Avrupa Gıda Bilimsel Komitesi
SD	Serbestlik Derecesi
SDA	Süperoksit Dismutaz Aktivitesi
SKR	Su Kullanma Randımanı
SOD	Süperoksit Dismutaz
TM	Taze Madde

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1. Domates bitkisi yapraklarında potasyum noksanlık simptomları.....	21
Şekil 2.2. Domates meyvesinde potasyum noksanlık simptomu.....	21
Şekil 2.3. Domates bitkisi yapraklarında kalsiyumun noksanlık simptomları.....	24
Şekil 2.4. ve Şekil 2.5. Domates meyvesinde kalsiyumun noksanlık simptomları .	24
Şekil 2.6. Domates bitkisi yapraklarında magnezyum noksanlık simptomları.....	25
Şekil 2.7. Domates bitkisi yapraklarında kükürt noksanlık simptomu	26
Şekil 2.8. Domates bitkisi yapraklarında bor noksanlık simptomları.....	28
Şekil 2.9. Domates meyvesinde bor noksanlık simptomları.....	28
Şekil 2.10. Bitki büyümesi üzerine silisyumun yararlı etkileri.....	49
Şekil 2.11. Oksijenin mono elektron redüksiyonu ile H ₂ O'ya indirgenmesi (Acar,1999)	51
Şekil 4.1. Sulama sularının domates meyve verimine etkisi	63
Şekil 4.2. Sulama suyunun domates bitkisinde meyve sayısına etkisi	64
Şekil 4.3. Sulama suyu ve silisyum doz interaksiyonunun domateste ortalama meyve ağırlığına etkisi.....	65
Şekil 4.4. Sulama suyunun domates bitkisinin sap kuru madde miktarına etkisi	66
Şekil 4.5. Sulama suyunun domates meyvesinde briks (çözünebilir katı) oranına etkisi	70
Şekil 4.6. Sulama suyunun domates meyvesinde asitlik değeri üzerine etkisi	70
Şekil 4.7. Sulama suyuna ilave edilen silisyum dozlarının meyvede asitlik değeri üzerine etkisi	71
Şekil 4.8. Sulama suyu ve silisyum doz interaksiyonunun meyvede kuru madde oranına etkisi	72
Şekil 4.9. Sulama suyunun domates bitkisinde çürük meyve sayısına etkisi	73
Şekil 4.10. Sulama suyu ve silisyum doz intraksiyonunun domates bitkisinde toplam su tüketimine etkisi	78
Şekil 4.11. Sulama suyu ve silisyum doz interaksiyonunun domates bitkisinin dikim-meyve oluşumu arası döneminde bitki su tüketimine etkisi	80
Şekil 4.12. Sulama suyu ve silisyum doz interaksiyonunun domates bitkisinin meyve oluşumu-hasat arası döneminde bitki su tüketimine etkisi	82
Şekil 4.13. Sulama suyunun domates bitkisi sap kuru madde miktarı bakımından su kullanma randımanına etkisi	84

Şekil 4.14. Sulama suyu ve silisyum doz interaksiyonunun domates bitkisinde meyve verimi bakımından su kullanma randımanına etkisi	86
Şekil 4.15. Sulama suyu ve silisyum doz interaksiyonunun domates yaprağında klorofilmetre okuma değerlerine etkisi	90
Şekil 4.16. Sulama suyunun domates bitkisi yaprağında klorofil-a, klorofil-b ve toplam klorofil kapsamına etkisi	93
Şekil 4.17. Sulama suyuna ilave edilen silisyumun domates bitkisi yaprağında klorofil-a, klorofil-b ve toplam klorofil kapsamına etkisi.....	95
Şekil 4.18. Sulama suyunun domates bitkisi yaprağında ferrik redüktaz aktivitesine etkisi	99
Şekil 4.19. Sulama suyu ve silisyum doz interaksiyonunun domates bitkisi yaprağında karotenoid kapsamına etkisi.....	100
Şekil 4.20. Sulama suyu ve silisyum doz interaksiyonunun domates bitkisi yaprağında aktif demir kapsamına etkisi.....	101
Şekil 4.21. Sulama suyu ve silisyum doz interaksiyonunun domates bitkisi yaprağında toplam azot kapsamına etkisi	103
Şekil 4.22. Sulama suyu ve silisyum doz interaksiyonunun domates bitkisi yaprağında toplam fosfor kapsamına etkisi	104
Şekil 4.23. Sulama suyu ve silisyum doz interaksiyonunun domates bitkisi yaprağında toplam potasyum kapsamına etkisi	105
Şekil 4.24. Sulama suyu ve silisyum doz interaksiyonunun domates bitkisi yaprağında kalsiyum kapsamına etkisi	108
Şekil 4.25. Sulama suyu ve silisyum doz interaksiyonunun domates bitkisi yaprağında magnezyum kapsamına etkisi	109
Şekil 4.26. Sulama suyu ve silisyum doz interaksiyonunun domates bitkisi yaprağında kükürt kapsamına etkisi.....	111
Şekil 4.27. Sulama suyu ve silisyum doz interaksiyonunun domates bitkisi yaprağında sodyum kapsamına etkisi	112
Şekil 4.28. Sulama suyu ve silisyum doz interaksiyonunun domates bitkisi yaprağında klor kapsamına etkisi.....	114
Şekil 4.29. Sulama suyu ve silisyum doz interaksiyonunun domates bitkisi meyvesinde potasyum kapsamına etkisi	117
Şekil 4.30. Sulama suyu ve silisyum doz interaksiyonunun domates bitkisi meyvesinde sodyum kapsamına etkisi	118
Şekil 4.31. Sulama suyu ve silisyum doz interaksiyonunun domates bitkisi meyvesinde klor kapsamına etkisi.....	119

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 1.1. Topraksız kültürde kullanılacak sularda aranan kalite özellikleri	2
Çizelge 1.2. Açık ve kapalı sistemlerde kullanılacak suyun özellikleri	2
Çizelge 4.1. Deniz ve çeşme suyundan hazırlanan sulama sularının bazı kimyasal özellikleri.....	60
Çizelge 4.2. Sulama suyunun bazı özellikleri ile domatesin meyve ve sap kuru madde miktarı, kalitesi ve bazı diğer özellikleri arasındaki ilişkilerin korelasyon katsayıları (r)	60
Çizelge 4.3. Sulama sularının ve silisyum dozlarının domateste meyve verimi, meyve sayısı, ortalama meyve ağırlığı ve sap kuru madde miktarının etkisine ilişkin varyans analiz sonuçları.....	62
Çizelge 4.4. Sulama sularının ve silisyum dozlarının domateste meyve verimi, meyve sayısı, ortalama meyve ağırlığına ve sap kuru madde miktarına etkileri	62
Çizelge 4.5. Sulama sularının ve silisyum dozlarının meyvede briks, asitlik, kuru madde ve çürük meyve sayısının etkilerine ilişkin varyans analiz sonuçları.....	68
Çizelge 4.6. Sulama sularının ve silisyum dozlarının meyve de briks, asitlik, kuru madde ve çürük meyve sayısına etkileri	69
Çizelge 4.7. Sulama suyunun ve silisyum dozlarının domates bitkisinde toplam bitki su tüketimi, dikimden meyve oluşum dönemine kadar su tüketim, meyve oluşum döneminden hasata kadar su tüketiminin etkilerine ilişkin varyans analiz sonuçları	76
Çizelge 4.8. Sulama suyunun ve silisyum dozlarının domates bitkisinde toplam bitki su tüketimi, dikimden meyve oluşum dönemine kadar su tüketim, meyve oluşum döneminden hasata kadar su tüketimin etkileri	77
Çizelge 4.9. Sulama suyu ve silisyum dozlarının domates bitkisinin sap ve meyvesinde su kullanma randımanının etkisine ilişkin varyans analiz sonuçları.....	83
Çizelge 4.10. Sulama suyu ve silisyum dozlarının domates bitkisinin sap ve meyvesinde su kullanma randımanına etkisi	83
Çizelge 4.11. Sulama suyu ve silisyum dozlarının domates bitkisi yaprağında klorofilmetre okuma değerleri, klorofil-a, klorofil-b ve toplam klorofil kapsamalarının etkilerine ilişkin varyans analiz sonuçları	88
Çizelge 4.12. Sulama suyu ve silisyum dozlarının domates bitkisi yaprağında klorofilmetre okuma değerleri, klorofil-a, klorofil-b ve toplam klorofil kapsamalarına etkileri	89

Çizelge 4.13. Sulama suyunun ve silisyum dozlarının domates bitkisi yaprağında ferrik redüktaz aktivitesi, karotenoid ve aktif demir kapsamlarının etkilerine ilişkin varyans sonuçları.....	98
Çizelge 4.14. Sulama suyunun ve silisyum dozlarının domates bitkisi yaprağında ferrik redüktaz aktivitesi, karotenoid ve aktif demir kapsamlarına etkileri	98
Çizelge 4.15. Sulama suyu ve silisyum dozlarının domates bitkisi yaprağında azot, fosfor, potasyum kapsamlarının etkisine ilişkin varyans analiz sonuçları	102
Çizelge 4.16. Sulama suyu ve silisyum dozlarının domates bitkisi yaprağında azot, fosfor, potasyum kapsamlarına etkisi.....	102
Çizelge 4.17. Sulama suyu ve silisyum dozlarının domates bitkisi yaprağında Ca, Mg, S, Na ve Cl kapsamlarının etkisine ilişkin varyans analiz sonuçları	106
Çizelge 4.18. Sulama suyu ve silisyum dozlarının domates bitkisi yaprağında Ca, Mg, S, Na ve Cl kapsamlarına etkisi.....	107
Çizelge 4.19. Sulama suyu ve silisyum dozlarının domates bitkisinin meyvesinde K, Ca, Na ve Cl kapsamlarının etkisine ilişkin varyans analiz sonuçları	115
Çizelge 4.20. Sulama suyu ve silisyum dozlarının domates bitkisinin meyvesinde K, Ca, Na ve Cl kapsamlarına etkisi	116

1.GİRİŞ

Topraksız yetiştiricilikte besin eriyiklerinin hazırlanmasında ya damıtık su, ya çeşme suyu, ya da temiz doğal kaynak suyu kullanılır. Yağmur sularının kuralına uygun toplanarak kullanımı da söz konusu olabilir. Doğal su kaynakları özellikle kalsiyum, magnezyum gibi bitkilerin istediği esansiyel elementlerden bazılarını önemli miktarlarda içerebilirler. Örneğin; kireçli arazilerdeki doğal sular 100 ppm kalsiyum, 30 ppm magnezyum içerebilir, bazı doğal sularda sülfat ve klor gibi anyonları ve sodyumu önemli ölçüler de içerebilir. Bazı sularda bor miktarı oldukça yüksek olabilir. Deniz suları bazen 1000 ppm varan tuz içerikleri nedeniyle besin eriği oluşturmada kullanıma uygun değildir. Ancak Kuveyt gibi bazı zengin ülkelerde tuzdan ve diğer istenmeyen maddelerden arındırıldıktan sonra, kullanılabilir hale getirilmektedir. Besin eriyiklerinin hazırlanmasında kullanılacak suların birinci veya ikinci sınıf sulama koşulu vardır. En ideali şüphesiz birinci sınıf sular kullanmaktır. Zira ikinci sınıf sular NFT gibi bazı topraksız kültür çeşitlerinde kullanılamazlar. Üçüncü sınıf sular ise hiçbir topraksız kültür şekline uygun değildir (Blom vd, 1987).

Bilindiği gibi birinci sınıf sulama sularının EC'si 0.5 dS/m, sodyum içeriği 30, klor içeriği 50, sülfat içeriği 100 ppm kadardır. İkinci sınıf sularda ise bu değerler sırasıyla 0.5-1.0 dS/m, 30-60, 50-100 ve 100-200 ppm'e yükselir. Birinci ve ikinci sulama sularının diğer makro ve mikro elementler açısından maksimum içeriklerinin ise şöyle olması istenir; azot, fosfor, potasyum, demir, alüminyum 5.0 ppm, kalsiyum 120 ppm, magnezyum 25 ppm, bor ve çinko 0.5 ppm, manganez ve flor 1.0 ppm, bakır 0.2 ppm ve molibden 0.02 ppm'dir. Bu suların pH'sının 5.0-7.0 arasında olması gerektiği de unutulmamalıdır (Sevgican, 1999).

Topraksız kültürlerde kullanıma uygun sularla ilgili ayrıntılı bilgi Çizelge 1.1' de verilmiştir (Benoit, 1992).

Çizelge 1.1. Topraksız kültürde kullanılacak sularda aranan kalite özellikleri

Sulama suyunun özelliği	Topraksız kültür şekli	
	NFT	Substrat kültürü
EC(ms/cm 25°C)	0.5	0.5
Na ⁺ ,ppm	<34.50	<11.50
Cl ⁻ ,ppm	<53.25	<53.25
Ca ⁺⁺ ,ppm	<80.00	<120.00
Mg ⁺⁺ ,ppm	<12.00	<25.00
SO ₄ ⁻² ,ppm	<48.00	<48.00
HCO ₃ ⁻ ,ppm	<244.00	<244.00
Fe ⁺⁺ ,ppm	0.56-0.112	<0.28
B ⁺⁺⁺ ,ppm	<0.2705	<0.2705
Zn ⁺⁺ , ppm	<0.3250	<0.3250
Mn ⁺⁺ ,ppm	<0.5500	<0.5500
Cu ⁺⁺ ,ppm	<0.0635	<0.0635
F ⁻ ,ppm	<0.4750	<0.4750

Gül (2012)'e göre, topraksız tarımda kullanılacak sulama suyunun EC değerinin 0.5 dS/m'i, sodyumun 35, klorun 50, bikarbonatın 250, borun 0.5 ppm'i geçmemesi istendiğini bildirmiştir. Sulama suyunun pH değerinin 5.0-7.0 arasında olması istenir.

Kapalı sistemlerde su kalitesinin daha önemli olduğunu bildiren Gül (2012), bu nedenle açık ve kapalı sistemlere ilişkin olarak Schröder ve Lieth (2002), tarafından daha özel bir değerlendirme yapıldığını bildirmiş ve Çizelge 1.2' de verilmiştir.

Çizelge 1.2. Açık ve kapalı sistemlerde kullanılacak suyun özellikleri

Parametre	Optimal Değerler			
	Açık sistem		Kapalı sistem	
EC	<1.0ds/m		<0.4ds/m	
pH	5-6		5-6	
Toplam tuz içeriği	<500mg/l		<250mg/l	
	mmol/l	mg/l	mmol/l	mg/l
HCO ₃	<10	<610	<5	<305
Na	<3	<69	<1.3	<30
Cl	<2.8	<99.4	<1	<35.5
SO ₄ -S	<4.65	<149	<1.55	<50
	µmol/l	mg/l	µmol/l	mg/l
Zn	<10	<0.654	<5	<0.327
Fe	<17.9	<0.999	<8	<0.446
Cu	-	-	<4	<0.254
Mn	<20	<1.098	<6	<0.329
B	<40	<0.432	<23	<0.248

Tam deniz suyu bitki yetiştiriciliğini, bitkinin beslenmesini olumsuz etkileyecek düzeylerde bazı iyon ve elementleri içerebilir. Bununla birlikte seyreltilmiş deniz suyunun kültür bitkilerinin sulanmasında, kullanılma olanaklarının araştırılması önemli bir konudur. Kötü nitelikli suların kullanılması durumunda, sulama suyunda ki ve topraktaki çözünen tuzların varlığını, bitkiler üzerindeki etkilerini en aza indirmek için toprağın su, bitki ve yönetim stratejileri belirlenmelidir. Özellikle sulamada kullanılan tuzlu sular, bitkinin özelliklerine bağlı olarak, farklı dönemlerinde verdiği tepkiler dikkate alındığında kullanılabilir. Son yıllarda yapılan çalışmalarla tuzlu suların, sulama suyunun potansiyel kaynağını oluşturdukları gerçeği kabul görmeye başlamıştır. Yakın gelecekte bitki yetiştirme ve ıslahı, toprak-bitki-su yönetimi, sulama ve drenaj teknolojileri konusunda yapılan çalışmalar tuzlu suların toprak verimliliği ve çevre üzerine en az zararlı bitkisel üretimde kullanılma şansını önemli ölçüde artırmıştır (Shalhevet 1994).

Deniz suları genel olarak 54 dS/m EC'ye sahip ve bu değer 34400 ppm toplam tuza tekabül etmektedir. Deniz suyu sulamada kullanılacaksa mutlaka gelişme ortamın da tuzun yıkanması için gerekli su ve evapotranspirasyon birlikte düşünülmelidir. Tuzun hızlı bir şekilde kök gelişme ortamında birikmesinin önüne geçmek için saksıların dipleri delinerek drenaj sağlanmalıdır. Deniz suyunda kalsiyuma göre daha çok miktarlarda magnezyum bulunmaktadır. Deniz suyu ile sulamada kullanılacaksa yüksek düzeyde ihtiyaç duyulan yıkama suyundan dolayı, tüm bitki besin maddeleri, normalden daha fazla yıkanacaktır. Bu nedenle deniz suyunun kullanılması durumunda bitkilere verilecek besin maddeleri, normalde kullanılanların biraz üzerinde olması gerekir.

Gelecekte ortaya çıkması beklenen iklim değişikliklerinin, tarımsal üretimi, su kaynaklarını, olumsuz etkileyerek sınırlandıracağı ön görülmektedir. İklim değişikliklerinin en fazla olumsuz etkisi su kaynakları üzerinde görülecektir. Sıcaklık, yağış ve evapotranspirasyon gibi sulama açısından önemli sayıda öğeler değişmekte ve bunlar su kaynaklarını olumsuz yönde etkilemektedir(Soykan 1995).

Bitki gelişmesi üzerine aşırı tuzun negatif etkisi, aşağıda belirtilen üç nedenle ortaya çıkar:

1.Bitkinin su alımını azaltması(su stresi)

2.Besin alımında, bazı besin elementlerinin alınımının engellenmesi

3.Spesifik iyon etkisi(tuz stresi) (Marschner 1995.)

Yapılan bazı çalışmalarda belli oranda seyreltilmiş deniz suyu, domates bitkisinin sulanmasında kullanılmıştır. Bitkilerde köklerin çevresindeki tuzların etkileri üzerinde, yüz yılı aşkın süredir çalışılmaktadır. Tuzluluğun bitkiler üzerinde ozmotik, bitki beslenmesine ilişkin toksik etkisi bulunmaktadır (Lewit 1980). Bunlarda ilk ikisi tuzluluğun bitkiler üzerindeki ikincil etkisi iken, toksik etki birincil tuz zararı sayılmalıdır.

Tuzluluk, ozmotik ve iyonik gerilime ayrıca hormonol dengesizliğe neden olarak bitkilerde büyüme ve gelişmeyi olumsuz yönde etkilemektedir (Ashraf ve Foolad 2007). Ozmotik gerilim bitkilerde kökün çevresindeki tuz geriliminin artmasından sonra oluşmaktadır. Bu artış eşik düzeye geldiğinde gövde büyümesinde belirgin bir azalma görülmektedir. Tuzluluk etkisi ile karşı karşıya kaldıktan dakikalar sonra büyümede ki azalmanın ilk evresi gerçekleşmektedir. Bu tepki, hücre su ilişkilerinde (ozmotik etki) değişikliklere yol açan kökün çevresinde ozmotik değişimlere neden olmaktadır. Bitkinin suyu absorbe etme yeteneği giderek azalmaktadır. Böylece yaprak alanı küçülmekte yeni yaprakların gelişme hızı düşmekte ve yanan tomurcuklar daha yavaş gelişmektedir.

Bitkilerde tuzun en basit etkisi, bitki gelişme ortamındaki sudan bitkinin yararlanamaması yanında, bitki besinlerinin alınımının azalması şeklinde ortaya çıkmaktadır. Kök bölgesinde artan ozmotik potansiyelden dolayı bitkiler suyu yeteri kadar kullanamamakta ya da ortamdan aşırı miktarlarda bulunan sodyum ve klor iyonlarının neden olduğu toksik etkiden dolayı su kullanım randımanı azalmaktadır. Kök ortamında tuzlu koşullarda bitkilerin iyon dengesinin bozulmasına koşut olarak mineral madde derişimlerinde de önemli sayılabilecek oranlarda değişimler olmaktadır. Bitkiler tarafından alınan aşırı miktardaki tuz hücre fonksiyonlarını bozar, hücre ve organel zarlarında meydana gelen tahribatlar nedeniyle fotosentez, solunum ve vb. işlevlerin sekteye uğraması tuz zararının sonuçlarındandır. Kök bölgesinde aşırı tuz birikimi sonucu fizyolojik kuraklık denilen olay neticesi bitkiler zarar görür. Fizyolojik kuraklık durumunda yüksek ozmotik basınç nedeniyle bitki kökleri topraktaki mevcut suyu alamamaktadırlar (Ayyıldız 1990).

Reina vd (2005), farklı nitelikteki tuzlu sularla sulanan domates bitkisinin su kullanım randımanı ve su alımı ile ilgili çalışmalarında, tuz düzeyi arttıkça domates çeşitlerin tümünde verimde azalmaları saptamışlardır. Tuzlu koşullar altında domates su tüketiminin, kontrol konusuna göre, %40 daha az olduğu belirlenmiştir. Bitkinin su alımında, birim tuzluluk artışıyla birlikte % 3.5-5.0 arasında azalmalar olduğu belirlenmiştir.

Bitkiler terleme ile önemli miktarda suyu topraktan alıp su buharı şeklinde havaya verirler. Bu olay esnasında birçok besin elementi de suda çözünmüş olarak bitki bünyesine girer ve buradaki iletim demetleri aracılığıyla taşınırlar. Substrat kültüründe bitkinin ihtiyaç duyduğu suyun bitkinin kök bölgesine ihtiyaç duyulan miktar ve zamanında mutlaka verilmesi gerekir.

Küresel ısınmanın bir etkisi olan kuraklık, su kaynaklarını ve su kullanımını oldukça önemli hale getirmiştir. Bugün dünyada da konuşulan konuların başında küresel ısınmanın önlenmesine yönelik tartışmalar gelmektedir.

Dünyanın 2/3' ünü su oluşturmaktadır. Dünyada ki suyun %97,5'nun tuzlu sulardan yalnızca %2,5'nun tatlı sulardan oluştuğunu bildirmişlerdir. Tatlı su miktarının ise sadece %10'luk kısmı kullanılabilir, %90'lık kısmı ise buzullar, karla kaplı alanlar ve kullanılmayan sulardan oluşmaktadır. Dünyadaki su kıtlığı ve kısıtlı olan kaynaklar göz önünde bulundurulduğu takdirde tuzlu su bu durumda çok iyi bir kaynak olarak görülmektedir. En azından tarımda kullanımı %11'lik bir kâr sağlarken Dünya üzerindeki toplam suyun ise sadece % 0,425 gibi ufak bir miktarına denk gelmektedir. Ayrıca tuzlu suyun arıtılarak kullanımı kurak, buharlaşması fazla ve su kaynakları kıt olan yerlerde de tarım yapılabilmesine olanak sağlayabilir.

Tatlı suya göre % 35 daha fazla deniz suyu kullanılarak üretim yapılabilmektedir. Deniz suyunun ve deniz suyuna nazaran tuzluluk oranı düşük olmasına rağmen, içme ve kullanma suyu olarak istifade edilemeyen yeraltı sularının, tuzdan arındırılmasına yönelik teknoloji Ortadoğu'da petrol zengini ülkelere geniş ölçüde kullanılmaktadır. Dünyadaki tuz arıtma tesislerinin toplam kapasitesi, 1992 yılı verilerine göre, günde 15,6 milyon m³ (yılda 5,7 milyar m³) olup, bu kapasitenin %24,4'ü Suudi Arabistan'da, %10,6'sı Birleşik Arab Emirlikleri'nde, %9,1'i Kuveyt'te, %15,2'si Amerika Birleşik Devletleri'nde, %4,1'i Japonya'da geriye kalan %36.6 'sı ise çeşitli ülkelere dağılmış bulunmaktadır. Yüksek enerji tüketimi

nedeniyle tuzlu su arıtma tesisleri, belirtilen petrol zengini Ortadoğu ülkeleri dışında büyük kapasitelerde kullanılmamaktadır. Örneğin, zengin ve yüksek teknolojiye sahip bir ülke olan İsrail'de bile 23 bölgeye dağılmış 33 ünite ile yılda ancak 4 milyon m³ su arıtılabilmektedir. Bu miktar, İsrail'in su kullanımının binde ikisine tekamül etmektedir. (Worldwide Desalination Research and Technology Survey, 1994). Küresel iklim değişikliği sürecinde yaşanan su kaynaklarının etkin kullanım ihtiyacı, bilim insanlarını alternatif sistemlerin arayışına itmiş, deniz suyu ise yeni bir fikir olmuştur. Ülkemizin 3 tarafının denizlerle kaplı olduğu göz önünde bulundurulursa deniz suyunun tarımda kullanılması yani arıtımı ülkemiz için çok büyük bir alternatiftir. Günümüzde yaygın olarak deniz suyu arıtımı ve kullanımı istenilen seviyede olmamasından dolayı ekonomik anlamında maliyeti yüksek olsa da iklim değişikliği sürecinde, kullanılabilir suyun hızla azaldığı bir dönemde devlet teşvikleri ve kurumlar arası iş birlikleri ile desteklenip maliyet düşürülerek arıtma tesisleri artırılarak tarımda deniz suyu kullanımı yaygınlaştırılabilir. Deniz suyu ile tarım yapılabilmesi konusunda iki yaklaşım vardır. Birincisi buğday, arpa gibi bitkilerin tuza dayanıklılığı konusunda ıslahıdır. Diğer bir yaklaşım ise deniz suyunun arıtılıp kullanılmasıdır (Eliçin vd, 2010).

İklim değişikliği aynı zamanda su kalitesini de etkilemektedir. Artan su sıcaklığı su yüzeylerinde kimyasal ve biyolojik aktiviteleri etkilemekte, azalan su debisi nedeni ile su içindeki çözülmüş maddelerin konsantrasyonları artmakta ve toprak yapısında değişikliklere neden olmaktadır.

Su, günümüze kadar, tükenmeyen bir kaynak olarak kabul edilmekteydi. Ancak, su kalitesinde ve miktarında azalma ile ortaya çıkan artan su kısıtı, son yıllarda büyük sorun haline gelmeye başlamıştır. Tüm Avrupa nüfusunun %70'ine tekamül eden, Avrupa'da ki ülkelerin yarısını kapsayan alan bugün su stresi ile karşı karşıyadır (Hochstrat ve Wintgens, 2003).

Tuzluluk kontrolünde; sulama yöntemi, sulama sıklığı ve uygulanacak su miktarı çok dikkatli bir biçimde belirlenmelidir (Erözel ve Çakmak 1993).

Rhoades (1987), çimlenme, çıkış, fide dönemlerinde bitkilerin tuzluluğa hassas oldukları, bu dönemlerde iyi kaliteli sulama suları kullanılması gerektiğini,

fakat bu gelişme dönemlerinden sonra bitkilerin tuzlu su ile sulanabileceğini belirtmiştir.

Bitkilerin sulama suyunun alkaliliğine toleranslarının bitki türüne, bitkinin yaşına, gelişme ortamının tipi ve hacmine, bitki gelişme periyodunun uzunluğuna ve gelişme ortamının tamponluk kapasitesine bağlı olduğu bildirilmiştir. Araştırmacılar saksılarda bitkisel üretim için uygun substrat ortamı kullanması durumunda sulama suyunun alkaliliğinde ileri gelen verim kayıplarından azalacağını belirtmişlerdir (Whipker vd, 1996).

AI-Omran vd (2012), domateste total kuru madde miktarı ve taze domates meyve verimi üzerine tuzlu sulama suyunun zararlı etkisi toplam kuru madde miktarı dikkate alınarak belirlenen su kullanma randımanını ve toplam taze domates meyve verimini dikkate alarak hesaplanan su kullanma randıman değerlerini azaltmasından ileri geldiğini bildirmişlerdir. Gao vd (2005), mısır bitkisinde su kullanma randımanı üzerine silisyumun etkisini incelemişler ve 2mM/lt silisyum asidi ile beslenen bitkilerin silisyum verilmeyen bitkilerinkine göre su kullanma randıman değerleri %20 daha yüksek bulunmuştur. Bitkiler su stresine maruz bırakıldıkları zaman silisyum ilavesi yaprakta transpirasyonu ve ksilemde su akışını azaltarak su kullanma randımanı değerinde %' 35 kadar artış sağlanmıştır. Silisyum uygulamasıyla transpirasyondaki azalmalar stomalardan tranpirasyon hızının azalmasıyla ilgili olduğu belirtilmiş. Silisyumun stomaların açılıp kapanmasını etkilediği de belirtilmiştir. 2mM/lt silisyum uygulanan bitkilerde ksilemde su akışının silisyum uygulanmayan bitkilere göre %20 daha düşük olduğu, ksilemde silisyumun depolanmasıyla suyun etkinliğinin arttığı ifade edilerek, sonuçta silisyumun su kullanma randımanını önemli derecede artırdığı belirtilmiştir.

Zhu ve Gong (2014), silisyumun köklerle su alımını artırdığını, yapraklarda su kaybını azalttığını besin dengesi sağlayarak fotosentez hızını iyileştirdiğini bildirmişlerdir. Ayrıca antioksidant enzimlerin aktivitesini ve antioksidant olmayan enzimlerin kapsamlarını artırarak tuzun okside edici etkisinden bitkiyi koruduğunu bildirmişler ve ayrıca silisyumun osmotik regilasyona katkı sağlayarak fotosentetik enzimlerin aktivitelerini artırdığını belirtmişlerdir. Araştırmacılar silisyum uygulamasının kök ve gövde de sodyum akümüülasyonunu azalttığını bildirmişlerdir.

Coşkun vd (2016), silisyumun bitkiler için esansiyel bir element olmamasına rağmen tuzluluk ve kuraklık gibi stres şartlarında bitki gelişmesine faydalı bir element olduğunu belirtmişlerdir. Silisyumun hücre duvarında süberizasyonu, lignifikasyonu ve silifikasyonu sağlayarak suyun transpirasyonunu azalttığını, tuzdan gelecek oksidatif stresi azalttığını bildirmişlerdir.

Reina-Sanchez vd (2005), domates meyve verimi, su alımı ve su kullanma randımanı üzerine tuzluluğun etkileri konusunda 4 domates çeşitinde (Floradade, L1, L5 ve L9) topraksız yetiştiricilik ve sera şartlarında yaptıkları çalışmada 0-25 -50 ve 75mM NaCl uygulamışlardır. Araştırmacılar yapılan çalışmada domates taze bitki ağırlığının %70' nin meyve, %22' nin yaprak ve %8'nin gövdeden oluştuğunu ve meyvelerin bitkinin tuza en hassas kısmı olduğunu bildirerek 4 domates çeşitinde de NaCl dozunun 1mM artmasına karşılık meyve veriminde 28 gr azalma olduğu veya EC nin 1.0 dS/m artmasına karşılık meyve veriminin de 290gr azalma görüldüğünü belirtmişlerdir. Domates verimi yönünden EC eşik değerinin 0.0-3.4 dS/m arasında değiştiği ve domateste çiçek burnu çürüklüğünün tuzlulukla arttığı bildirilmiştir. Tuzlu şartlarda gelişen domates meyvesinde hiç tuz içermeyen şartlarda yetiştirilen bitkilerinkine göre çözünebilir katı ve asit kapsamları daha yüksek bulunmuştur. Çok tuzlu şartlarda yetiştirilen bitkilerin kontrol bitkilere göre %40 daha az su tükettikleri de bildirilmiştir. Bitkinin toplam su alımı ile tuzluluk arasındaki ilişki lineer olup bu ilişkinin korelasyon katsayısı $R^2 = 0.94-1.0$ arasında bulunmuştur. Kontrol bitkilerin su kullanma randımanları tuzlu şartlarda yetiştirilen bitkilere göre daha yüksek olduğu bildirilmiş ve su kullanma randımanını 25-13 gr meyve verimi/lt arasında olduğu belirtilmiştir.

Domateste tuzluluğun artması meyvede toplam çözünebilir katı ve titre edilebilir asitliği artırmış, domates meyve suyunun pH' sını azaltmıştır (Tuzel vd, 2001; Yurtseven vd, 2005).

Sulama suyundan tuzluluğun artması taze meyve veriminin ve meyve büyüklüğünün azalmasına sebep olmuş, çiçek burnu çürüklüğünü artırmıştır (Tadesse vd, 1999;).

Al -Omran vd (2010), Suudi Arabistan' da düşük kaliteli suyun kullanılması halinde domates meyve veriminin %39,2 azaldığını bildirmişlerdir.

Domates meyvesinde toplam çözünebilir katı madde kapsamı üzerinde tuzlu sulama suyunun pozitif etkisi meyveye su taşınımının azalması sonucu toplam çözünebilir katı oranının artmasıyla ilgili olduğu belirtilmiştir (AI-Yahyai 2010).

Bu çalışmanın amacı, deniz ve çeşme suyundan hazırlanan sulama sularının ve silisyumun substrat ortamında yetiştirilen domates bitkisinde verim, kalite, beslenme ve su kullanma randımanına etkisini incelemektir.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

2.1. Tuzun Bitki Gelişmesi ve Beslenmesine Etkileri

Tuz stresi, bitkilerin büyümesini, gelişmesini, osmotik ve iyon stresine neden olarak engeller (Parida ve Das, 2005). Kök rizosferinde tuz miktarının artması ile birlikte ilk olarak osmotik stres oluşmaktadır. Oluşan bu dışsal osmotik stres, kullanılabilir su miktarında azalmasına sebep olur ve bu olay fizyolojik kuraklık olarak da adlandırılır (Tuteja, 2007). Kullanılabilir su miktarının azalması, hücre gelişmesinin azalmasına ve sürgün gelişiminin yavaşlamasına neden olur. Osmotik stresin devamında ortaya çıkan iyon stresi evresinde, ortamda artan Na ve Cl iyonlarının K, Ca ve NO_3^- gibi gerekli besin elementleri ile rekabete girmesiyle bitkilerde besin eksikliği veya besin dengesizliği meydana gelir (Hu ve Schmidhalter 2005). Dorais vd (2001), domateste yüksek tuzun çiçek burnu çürüklüğüne neden olduğunu verimi azalttığını NaCl şeklinde EC'nin artırılması durumunda domates meyvesinde ayrıca titre edilebilir asitliği K ve N kapsamını azalttığını fakat Na kapsamını artırdığını bildirmişlerdir.

Hücre duvarı, bitki hücrelerinde hücrenin en dışında bulunan, hücrenin salgıladığı polisakkaritler ve polimerlerden oluşan, hücrenin hacmini düzenlemek ve şeklini belirlemek gibi temel işlevlere sahip destek örtüsüdür. Tuz stresi koşullarında apoplastta yüksek konsantrasyonda Na^+ birikir. Biriken Na^+ , hücre duvarı yapısında bulunan pektin gibi yapısal elemanların iyonik bağlantılarını bozarak veya apoplastik enzimleri olumsuz yönde etkileyerek hücre duvarının temel işlevlerini yerine getirmesini engelleyebilir (Rengel, 1992).

Tuz stresinin bir diğer zararlı etkisi ise hücre zarı üzerinedir. Hücre zarı, çift fosfolipit tabası ile bu tabakanın içinde gömülü proteinlerden oluşan seçici geçirgen bir zardır. Tuz stresi zarın yapısındaki lipit kompozisyonunun değişimini tetikleyerek zar hasarlarının oluşumuna neden olur. Lipit kompozisyonundaki değişimler lipitlerin sentezlenmesinde görev alan enzimlerin aktivitesindeki değişimler, degradasyonlar (parçalanma, yıkılma) veya fosfolipit çeşitlerinin hidrolizi sonucu meydana gelir (Huang, 2006).

NaCl, su potansiyelinin azaltmasının yanı sıra, hücredeki iyon dengesini bozarak da bitki gelişimini etkilemektedir. Yüksek miktarda NaCl alımı hücrede Na⁺ ve Cl⁻ düzeyinin artmasına, Ca⁺², K⁺ ve Mg⁺² konsantrasyonlarının ise azalmasına sebep olur (Parida ve Das, 2005). Hücreye giren Na⁺, zar potansiyelini bozar ve anyon kanalları vasıtasıyla hücre dışındaki Cl⁻'un pasif olarak hücreye girişini kolaylaştırır (Niu vd, 1995; Tuteja, 2007).

De Koning (1992), domateste 2.5 dS/m olan EC'nin 1 birim artmasıyla meyve kuru madde kapsamında % 0,17'lik bir artış sağlandığını belirtmiştir.

Domateste 4.6-8.0mS/cm EC değerlerinde meyve büyüklüğünün azalmasından dolayı verimin azaldığı ve ayrıca 12 mS/cm EC düzeyinde ise hem meyve büyüklüğünün hem de meyve sayısının azaldığı bildirilmiştir (Adams, 1991; Gormley ve Maher, 1990; Hao vd, 2000).

Tuz stresinin hücrede fizyolojik kuraklığa sebep olabileceği, fotosentez solunum ve protein sentezi gibi fizyolojik işlevlerin ve hücresel görevlerin bozulmasına sebep olabileceği bildirilmiştir (Munns, 1993; Marschner, 1995).

Kök membranından Na tarafından Ca'un çıkarılması durumunda Na/K seçicilik alımının Na lehine etkilendiği, tuzun yüksek olduğu şartlar altında düşük Ca konsantrasyonunun membranın hücrede iyon kaybına bariyer oluşturma görevinin şiddetle etkilendiği ve bozulduğu bildirilmiştir (Boursier ve Lauchli, 1990).

Saneoka vd (2001), tuzun kök ve gövde + yaprakta K⁺ ve Ca⁺² akümülyasyonunu engellediğini, K⁺, Ca⁺² ve Mg⁺²,un yapraklara taşınımı üzerine NaCl'ün olumsuz etkisi olduğunu ve bu elementlerin noksanlığına sebep olduğunu da bildirmişlerdir.

İyon ve su alımında tuzun olumsuz etkileri nedeniyle bitkinin fotosentetik performansının ciddi şekilde etkilendiği de belirtilmiştir (Netondo vd, 2004). Araştırmacılar ayrıca birçok bitkinin osmotik strese tepkisi olarak yüksek düzeyde serbest prolin akümüle ettiğini, tuz stresinin prolin düzeyinin artmasına sebep olduğunu ve bu amino asitin dehidrasyona hassas olan membranın strüktürünü ve enzimlerin stabilitelerini koruyarak bitkiye olumlu katkı sağlayarak bitkinin dayanıklılığını artırdığını bildirmişlerdir.

Johnson vd (1992), domatese uygulanan besin çözültisinin EC'si arttıkça meyve gelişim hızının ve sonuçta osmotik etki sebebiyle meyve büyüklüğünün azaldığını ve meyveye su akışının azaldığını bildirmişlerdir.

Cuartero ve Fernandez-Munoz (1999), 150 mM NaCl uygulanan domates bitkilerinden elde edilen meyvenin hücre bölünme fazında normal geliştiğini fakat hücrenin büyüme fazı süresince tuz zararının belirgin olduğunu, meyvede suyun düşük olması sebebiyle hücrelerin büyüemediğini belirtmişlerdir.

Ehret ve Ho (1986), 17 mS/cm yüksek tuz düzeyinde 2 mS/cm tuz düzeyine göre gündüzün meyvenin gelişme hızının azaldığını bununla birlikte geceleyin düşük ve yüksek tuz düzeylerinde meyve gelişme hızının aynı olduğunu bildirmişler, meyve P konsantrasyonunun azaldığını, meyve K⁺ konsantrasyonunun arttığını ve N konsantrasyonunun etkilenmediğini de rapor etmişlerdir.

Adams ve Ho (1992), domateste 15 mS/cm aşırı tuzluluk şartlarında üst salkımda meyve tutumunun azaldığını bildirmişlerdir. Meyve tutumu üzerinde yüksek tuzluluğun etkisi polenlerin fertilitelerinden ziyade çiçeklerdeki polen taneciklerinin sayılarının azalmasıyla açıklanmıştır (Grunberg vd, 1995).

Domates bitkisinin erken dönemlerinde besin çözültisinde yüksek Na ve Cl konsantrasyonunda (EC 3.0 mS/cm NaCl) bitkide Na akümüasyonu gözlemlenmesine rağmen bitkinin K, Ca ve Mg alımı etkilenmemiştir (Dorais vd, 2000).

Domateste yapılan çok sayıda çalışmalar bitki dokusunda K kapsamının bitkinin kök ortamında Na tuzluluğu ve Na/Ca oranı arttıkça azaldığını göstermiştir. Bunun sebebinin Na/K arasındaki alım rekabeti olduğu belirtilmiş ve bu durumun gelişmede ve verimde azalmalara sebebiyet verdiği bildirilmiştir (Lopez ve Satti, 1996; Perez- Alfocea vd, 1996; Song ve Fujiyama, 1996).

NaCl tuzluluğu arttıkça 21 günlük domates bitkilerinde N alımının azaldığı bildirilmiştir (Pessarakli ve Tucker, 1988). Domateste NO₃⁻ alınımının azalması iyon alım ve taşınımında NO₃⁻ ve Cl⁻ arasındaki interaksiyondan ileri geldiği belirtilmiştir (Cram, 1983). Domateste N alımındaki azalmanın nedeni Na⁺'un hücre zarında oluşturduğu şiddetli depolarizasyona da bağlanmıştır (Suhayda vd, 1990).

Martinez ve Cerda (1989), tuzluluk arttıkça domates yapraklarında NO_3^- redüktaz enzim aktivitesinin azaldığını, Al-Rawahy vd (1990), ise NaCl ile tuz stresine maruz kalmış bitkilerde kuru madde üretiminin ve N alınımının azaldığını bildirmişlerdir. Araştırmacılar bu durumu köklerin NO_3^- absorpsiyonu üzerine NaCl'ün interferansından ileri geldiğini bildirmişlerdir. Yüksek tuz konsantrasyonun (100 mM NaCl) domateste ksilemin asparjin ve glutamin gibi amidlerce zenginleşmesine neden olduğu bunun kök ve yapraklarda tuzluluk arttıkça fosfofenol prüvat (PEPcase) ve glutamin sentetaz enzim aktivitesinin yükselmesiyle ilgili olduğu belirtilmiştir. Tuzluluk ve P beslenmesi arasındaki interaksyonunun çeşite bitkinin gelişme dönemine bitkinin substrat ortamında P konsantrasyonuna ve tuz düzeyine ve substratın bileşimine bağlı olduğu belirtilmiştir (Grattan ve Grieve, 1999). Bazı araştırmacılar tuz stresinin domates bitkisinin P ihtiyacını artırdığını bildirmişlerdir. Bu konuda Awad vd (1990), yaptıkları bir çalışmada 0.1 mM P-58 mM NaCl, 1.0 mM P-72 mM NaCl ve 10 mM P-130 mM NaCl uygulamalarında domates veriminin % 50 oranında azaldığını, araştırmacılar ayrıca gelişme ortamında aşırı P'un diğer esansiyel elementlerin yararlanma oranlarını, alımını ve yarayışlılığını, denge oranlarının bozulması sebebiyle, etkilediğini bildirmişlerdir.

Tuzlulukla mikro elementler arasındaki ilişkilerin kompleks olduğu, tuzluluk düzeylerine ve gelişme ortamının kompozisyonuna bağlı olarak tuzluluğun bitkide mikro element konsantrasyonunu artırdığı, azalttığı yada hiç etkilemediği bildirilmiştir (Grattan ve Grieve, 1999). Domateste yapılan bazı çalışmalar tuzluluğun yaprakta Mn kapsamını azalttığını ve artırdığını yada hiç etkilemediğini göstermiştir.

Zn uygulamaları tuz stresine maruz kalmış domates bitkilerinde gelişmeyi iyileştirdiği bildirilmiştir (El-Sherif vd 1990). Bazı çalışmalarda ise tuzluluğun domates sürgünlerinde Zn, Fe ve Cu konsantrasyonunu artırdığı belirtilmiştir (Grattan ve Grieve, 1999; Knight vd, 1992; Maas vd, 1972; Niazi ve Ahmed, 1984).

Substrat ortamında yüksek Ca konsantrasyonunun B absorpsiyonunu azalttığı ve B noksanlığına sebebiyet verdiği belirtilmiştir (Gupta vd, 1985).

Büyüme ve gelişme için temel elementlerden biri olan K^+ , osmotik dengenin korunmasında enzim aktivitesinin düzenlenmesinde, protein sentezinde, negatif yüklü proteinlerin nötralizasyonunda ve stomaların hareketinde rol oynar (Wu vd,

1996). Bitki hücrelerinde birçok sitozolik enzimim fonksiyonel olabilmesi belirli bir Na^+/K^+ dengesine bağlıdır (Mahajan vd, 2008). Dış ortamda Na^+ miktarının artmasıyla hücreye Na^+ 'un girişi artarken K^+ 'un hücreye alınımı azalır, buna bağlı olarak da Na^+/K^+ dengesi bozulur. Bunun sebebi, Na^+ 'un K^+ 'un bağlandığı alanlar için K^+ ile yarışmasıdır (Tester ve Davenport, 2003).

Tuz stresi, ortamda osmotik basıncı artırarak kullanılabilir su içeriğini azaltır. Bu sorunla karşı karşıya kalan bitkilerde transpirasyon ile su kaybını önlemek için meydana gelen ilk tepki, stomaların kapanmasıdır. Stomaların kapanması transpirasyonu engelleyerek stoma iletkenliğinin azalmasına sebep olur (Munns ve Tester, 2008). Stoma iletkenliğinin azalmasıyla kloroplastlara giren karbondioksit miktarı sınırlıdır (Degl'Innocenti vd, 2009) ve bu durumda asimilasyon oranı da azalır.

Cuartero ve Fernandez-Munoz (1999), tuzluluğun domates yapraklarında Na^+ kapsamını artırdığını Ca^{+2} ve K^+ kapsamını azalttığını bildirmişlerdir.

Alpaslan vd (1998), tuzluluğun buğday ve çeltik gelişimini sınırladığını, buğdayda fosfor içeriğini azalttığını, çeltikte fosfor içeriğinde artışa sebep olduğunu bazı buğday ve çeltik çeşitlerinde demir kapsamını azalttığını buna karşılık bazı buğday ve çeltik çeşitlerinde ise Fe kapsamını artırdığını bildirmişlerdir. Chavan ve Karadge (1980), tuzluluğa bağlı olarak yerfıstığı bitkisinin yaprak ve gövdesinde Ca, P ve Fe kapsamının arttığını, Mn kapsamının değişmediğini bildirmişlerdir. Hasan vd (1970), toprak tuzluluğunun mısır ve arpa bitkilerinin sap ve yapraklarında Mn ve Zn kapsamını artırdığını mısır bitkisinde Fe ve Cu kapsamını azalttığını bildirmişlerdir.

Tuzluluk birçok bitkide verimi azaltan abiyotik bir strestir (Ashraf ve Foolad, 2007). Birçok bitki özellikle glikofitler yüksek Na'a çok hassastırlar. Yüksek Na hücreler arası iyon homeostasını bozarak membran fonksiyonunun bozulmasına, metabolik aktivitenin zayıflamasına, gelişmenin inhibisyonuna neden olur (Ashraf, 2004). Bitki hücrelerinin sitosolde Na konsantrasyonunu düşük tutma kabiliyetleri varsa bu bitkilerin tuzu yüksek ortamlarda iyi geliştikleri ifade edilmiştir (Ashraf ve Harris, 2004).

Özellikle başta Ca olmak üzere K ve diğer bazı makro elementler, bitkiler üzerindeki tuzluluğun olumsuz etkilerini hafifletici özellikleriyle bilinmektedir.

Özellikle Ca, bitkide aynı membrana bağlanma bölgelerinde kendisiyle rekabete giren Na iyonlarını ayarlayıcı etkileri nedeniyle olumlu bir etkiye sahiptir ve hücre membranını tuzluluğun toksik etkilerinden korumaktadır (Busch, 1995; Ehret vd, 1990).

Tadesse vd (1999), besin ortamında yüksek EC'nin bitkinin su alımını ve Ca'un meyveye taşınımını azaltarak biberde çiçek burnu çürüklüğünü arttırdığını bildirmişlerdir.

Tuz stresi durumunda reaktif oksijene karşı korunmak için bitkilerin süperoksit dismutaz (SOD), katalaz (CAT), askorbat peroksidaz (APX), guaiacol peroksidaz (GPX) ve glutasyon redüktaz (GR) gibi antioksidant enzimleri ve enzim olmayan antioksidantları ürettiği bildirilmiştir (Blokina vd, 2003). Süperoksit dismutazın reaktif oksijeni (O_2^-) yakalayarak yok ettiği, enzimatik işlem sonucu su ve oksijen oluştuğu bildirilmiş, ayrıca tuz stresi koşullarında bitkide üretilen hidrojen peroksidin katalaz tarafından ve pek çok peroksidazlar tarafından yok edildiği özellikle peroksizom, sitosol ve mitokondride bulunan katalaz enziminin hidrojen peroksiti su ve oksijene parçaladığı da bildirilmiştir (McKersie ve Leshem, 1994).

Birçok çalışmalar orta seviyede tuzlu sulama sularının domateste verimi çok az düşürerek meyve kalitesini arttırdığını göstermiştir (Dorais vd, 2001). Orta seviyedeki tuzluluğun meyve kalitesinde sağladığı iyileştirmelerin meyvede kuru madde, şeker ve titre edilebilir asitliğin artışı ile ilişkili olduğu bildirilmiştir (De Pascale vd, 2001). Tuzluluğun domates meyvesinde askorbik asit ve likopen gibi antioksidanları arttırdığı bildirilmiştir (Dorais vd, 2008).

Yurtseven (2000), tuzluluğun bitkiye doğrudan etkisini osmotik etki ve bireysel iyon etkisi olarak ikiye ayırarak sınıflandırmış ve bireysel iyon etkisinin beslenmeye etkisi ve toksitesi şeklinde olduğunu bildirmiştir. Araştırmacı tuzluluk etkisinin tıpkı kuraklık etkisi gibi olduğunu su alımını etkileyerek bitki gelişimini yavaşlattığını ve verimde azalmalara sebep olduğunu da belirtmiştir. Ayrıca araştırmacı tuzluluğun bireysel iyon etkisinin beslenmeye etkisi ve toksik etkileri şeklinde olduğunu belirterek tuzlu koşullarda N alımının azaldığını, yüksek klor konsantrasyonunun nitrat absorpsiyonunu azalttığını, Na iyonlarının Ca alımında düzensizliğe neden olduğunu bildirmiştir. Derlemede ayrıca dış ortamdaki Ca konsantrasyonu yüksekse tuzluluğun etkisinin azaltılabileceği ortamda yüksek Na/Ca

oranının kötü etkiye sebep olduğu yetersiz Ca beslenmesinin hücre zarı fonksiyonlarına ve büyümeye ters etki yapabildiğini bildirmiştir. Ayrıca Na, Cl, SO₄ iyonlarının toksik etkileri sonucu bitki büyümesinin azalacağı veya özel hasarlara neden olacağını da belirtmiştir. Tuzluluk nedeniyle ortaya çıkan yaprak yanmasının ortamda fosfat konsantrasyonuna Ca/Na oranına ve bitki çeşitine bağlı olduğu belirtilmiş orta tuzlulukta yüksek fosfor konsantrasyonu sonucunda oluşan fosfor toksitesinin mekanizmasının henüz tam olarak ortaya konulmadığını belirtmiştir. Bitkilerin tuzluluğa karşı tepkileri bitkinin cinsine ve genetik morfolojik özelliklerine bağlı olduğu, tuza karşı dayanımlarının farklı olduğu da belirtilmiştir.

Tuz stresinde bitkilerde aşırı miktarlarda biriken Na, K'un alınımını (Siegel vd, 1980), Cl ise özellikle nitrat alınımını engelleyerek (Güneş vd, 1994; İnal vd, 1995) bitkilerin iyon dengesinde bozulmalara neden olabilmektedir. Tuz stresinden etkilenmeyen yada göreceli olarak daha az etkilenen bitkilerin dokularında Na ve Cl iyonları daha az, prolin miktarı ise daha fazladır (Flowers vd, 1977). Bitki tarafından alınan aşırı miktardaki tuzun hücre fonksiyonlarını bozması, hücre ve organel zarlarında meydana gelen tahribatlar nedeniyle fotosentez, solunum vb. işlevlerin sekteye uğraması tuz zararının başka bir sonucudur (Leopold ve Wiling, 1984). Tuzlu şartlarda yetiştirilen buğdayda tuza dayanıklılık kriteri olarak bitkinin Na ve K içeriği kullanılmaktadır (Ahsan ve Khalid, 1999). K konsantrasyonunun bitki bünyesindeki artması bitkinin tuza dayanıklılığını artırmaktadır (Hsiao ve Läuchli, 1986). Ayrıca bitkinin sahip olduğu yüksek K/Na oranının tuza dayanıklılıkla doğru orantılı olduğu bilinmektedir (Sherif vd, 1998).

Tzortzakis ve Ekonomakis (2008), topraksız yetiştiricilikte domateste verim ve meyve kalitesinin (meyve ağırlığı, toplam çözünebilir katılar, askorbit asit ve karotenoidler) ortam çeşitine bağlı olarak değiştiğini fakat meyvede EC'nin, pH'nın ve kuru madde kapsamının ortam çeşitine bağlı olarak değişmediğini bildirmişlerdir.

Aktif oksijen türleri single oksijen (O₂), süperoksit molekülü (O₂⁻), hidrojen peroksit (H₂O₂) ve hidrosil radikali (OH⁻), perhidrosil radikali (HO₂⁻) olup, bunlar moleküler oksijenin H₂O oluşturmak için enerji veya elektron transferinin gerçekleştirdiği indirgenme reaksiyonlarının ara ürünleridir (Apel ve Hirt, 2004). Stres koşulları altında artan aktif oksijen türleri zarda lipid peroksidasyonuna, protein oksidasyonuna, enzim inhibisyonuna, klorofil parçalanmasına, DNA ve RNA da

hasarlara ve hücre ölümlerine neden olurlar (Mittler, 2002). Ayrıca aktif oksijen türleri bitki gelişiminde önemli rol oynayan hormonal sinyal üretiminde, hücre duvarı polimer yapısının değişiminde, bitkinin çevreyi algılamasıyla ilgili mekanizmalarda, gen ekspirasyonlarında, metabolik ve fizyolojik düzenlemelerde kritik fonksiyonlara sahip olması nedeniyle “oksidatif sinyal molekülü” olarak da görev alırlar (Swanson ve Gilroy, 2010).

Bitkiler ve tüm aerobik canlılar için atmosferik oksijen düzeyi oldukça önemlidir. Oksijen normal koşullar altında bitki büyümesi ve gelişmesi için gerekli iken konsantrasyonu gereğinden fazla arttığı zaman ölüm ile sonuçlanabilecek hücrel hasarlar oluşmasına neden olabilir. Bunun nedeni, moleküler oksijenin hücrede sürekli indirgenerek çeşitli aktif oksijen türlerini oluşturmasıdır. Hücrel metabolizmalarda aktif oksijen türleri sürekli üretilmektedir ve bitki hücreleri normal koşullar altında bu aktif oksijen türlerinin miktarını antioksidanlar ve çeşitli korunma sistemleri ile düşük düzeyde tutmaktadır. Ancak, çevresel stres faktörlerinin (tuzluluk, kuraklık, yüksek veya düşük sıcaklık, UV, ozon gibi) etkisi altında antioksidan sistemlerin aktiviteleri azalır ve bu koşullar aktif oksijen türlerinin sentezlenmesini tetikleyerek birikimine neden olur (Breusegem vd, 2001).

Helal vd (1975), ise protein içerisine N girişiminin tuzlulukla arttığını belirtmişlerdir.

2.2. Domatesin Tuzluluğa Responsu

Domatesin tuzluluğa responsu üzerine yürütülen çalışmaların sonuçları Cuartero ve Munoz (1999) tarafından incelenmiştir. Domates bitkisi tuzluluğa orta hassasiyette bir bitkidir (Maas ve Hoffman, 1977). Bununla beraber Alian vd (2000), çeşitler arasında tuzluluğa hassasiyet yönünden önemli farklar olduğunu bildirmişlerdir. Topraksız kültürde kök bölgesindeki tuzluluğun besin çözeltisi kompozisyonunun değiştirilmesi yoluyla veya sulama sıklığıyla değiştirilebildiği ifade edilerek domatesin verim kaybına yol açmaksızın kök bölgesinde 2.5 -2.9 dS/m tuz konsantrasyonuna tolerans gösterdiği bildirilmiştir (Sonneveld ve Van der Burg, 1991). Gelişme ortamında olması gereken tuz seviyesi çeşitlerin hassasiyetlerine ve çevresel şartlara göre değişebilir (Li vd, 2001). Kök çevresinde çok yüksek düzeylerde tuz konsantrasyonunun artması meyve büyüklüğünün azalması sonucu

verim azalır (Navarro vd, 2005). Bununla birlikte çok yüksek tuz düzeylerinde bitki başına meyve sayısı da tuzlulukla etkilenmiştir. Adams ve Ho (1989), Olympios vd (2003), bitki başına meyve sayısının kök bölgesinde tuz düzeyinin 8.0 dS/m 'den daha yüksek olması halinde azaldığını bildirmişlerdir.

Domates meyve büyüklüğü üzerinde orta seviyede tuzluluğun bastırıcı etkisi meyve içerisine suyun taşınımının azalması ve sonuçta kuru madde birikim hızının artmasıyla oluştuğu ifade edilmiştir (Plaut vd, 2004). Mavrogianopoulos vd (2002), tuzluluk şartlarında domates meyvesine suyun taşınımının azalmasının nedeni tüm bitkide ozmotik basıncın dengelenmesine yöneliktir. Orta seviyede tuz stresine domatesin responsu ile ilgili çoğu çalışmada tuzluluğun etkisinin vegetatif gelişmeden ziyade taze meyvenin tuzluluğa daha fazla hassasiyetinden ileri geldiği belirtilmiştir (Katerji vd, 1998). Domatesin erken gelişme dönemlerinde tuza hassas olabileceği bildirilmiştir (Kütük vd, 2004). Örneğin, Olympios vd (2003), domatesin gelişmenin son aşamalarına göre erken dönemlerde yüksek tuzluluğa (8.7 dS/m) daha hassas bir bitki olduğunu bildirmişlerdir. Stanghellini vd (2002), domates üzerinde tuzluluğun etkisinin geri dönüşebilir bir olay olduğu ve kök bölgesinden tuzluluğun yıkanması durumunda gelişmesini yüksek tuzluluk (9.0 dS/m) nedeniyle sağlayamayan bitki organlarının yeniden gelişme gösterdiklerini belirtmişlerdir. Bazı temel besinlerin dengeli ve yeterli miktarda sağlanması şartıyla farklı tuz kaynaklarına domatesin responsu karşılaştırılırken meyve gelişmesi üzerine tuzluluğun etkileri spesifik iyon toksitesinden ziyade osmotik olarak gerçekleşmiştir (Sonneveld ve Van der Burg, 1991). Sodyum klorür tuzluluğu şartlarında domatesin sodyuma tolerans mekanizması kök, sap ve yaşlı yaprak sapının ksilem parankiması tarafından sodyumun aktif olarak itilmesi veya tutulması şeklinde olmaktadır. Bu mekanizma sodyumun fotosentez yapan genç yapraklara taşınımını engelleyerek genç yapraklarda sodyumun düşük olmasını sağlar (Shannon vd, 1987).

Bazı domates çeşitlerinin tuz toleranslarının artışını yüksek kök/gövde oranına bağlamışlar ve bu durumun saptan sodyumu uzaklaştırma kabiliyetini arttırdığını bildirmişlerdir (An vd, 2005). Bununla birlikte domatesin tuz stresi şartlarına resposunu domateste ABA konsantrasyonunun belirlediği tespit edilmiş, stres adaptasyon mekanizmasının aktivasyonu için bu ABA'nın bir sinyal vazifesi gördüğü ifade edilmiştir (Chen vd, 2003).

Domatesin biyomas ürün miktarı üzerine olumsuz etkisini gelişme ortamında kalsiyumun arttırılması ile iyileştirildiği belirtilmiştir (Grattan ve Grieve, 1999). Flores vd (2001) ve Ben-Oliel vd (2004), tuz stresi şartlarında sağlanan total azottaki amonyum miktarı arttıkça bitki dokularında azot asimilasyon hızının, demir düzeyinin, klorofil kapsamını arttırdığını ve tuz zararının azaldığını bildirmişlerdir. Tuza toleranslı çeşitlerin ıslahı sadece besin alım kabiliyeti ve biyokimyasal indikatörlerin seçimiyle değil aynı zamanda moleküler markerların ve genetik transformasyonların tespitine odaklanılmıştır (Cuartero vd, 2006;). Borsani vd (2001), domateste tuz toleransı için ihtiyaç duyulan bitki genlerini belirlemek için mutasyonu kullanmıştır. Buna rağmen gen aktarımı yoluyla tuza toleranslı çeşitlerin geliştirilmesi henüz başarısızdır (Foolad, 2004).

Domatesin gelişmesini ve ürün performansını arttırmak için diğer çalışmalar sıcak havalarda nisbi rutubetin arttırılmasına ve tuza toleranslı domates çeşitlerinin anaçları üzerinde yapılan aşılamalara yöneliktir (Estan vd, 2005). Bazı kök anaçları üzerine yapılan domates aşılama sonuçları tuzluluğa toleransın arttırılması sodyumun ve klorürün sapsız sapsız kök sistemlerinin sodyum ve klorürü uzaklaştırma kabiliyeti ile ilgili bulunmuştur (Estan vd, 2005). Son zamanlarda Stevens vd (2006), domatesin tuz toleransını arttırmak için köklere 0.1 mM salisilik asit uygulamış, salisilik asit uygulanan bitkilerin uygulanmayan bitkilere göre tuz stresi şartlarında daha hızlı geliştikleri ve hayatta kaldıkları görüldüğünü bildirmişlerdir. Domatesi verim ve gelişmesinin aksine meyve kalitesi orta tuzluluk düzeyleriyle artmıştır. Yapılan çalışmalar tuzluluğun meyve tadını ve domates meyvesinde antioksidan maddeler içeriğini arttırdığını göstermiştir.

2.3. Domateste Potasyum, Kalsiyum, Magnezyum, Kükürt ve Borun Önemi

2.3.1. Potasyum (K)

Domates bitkisinin ağır meyve yükü ile birlikte hızlı büyümesinden dolayı potasyum ihtiyacı oldukça fazladır (Chapagain ve Wiesman, 2004). Yüksek potasyum ihtiyacını karşılamak için domates kök bölgesinde düşük potasyum şartlarında potasyum alabilmek için etkin mekanizmalar geliştirir (Rubio vd, 2004). Bu mekanizmalar kök bölgesinde düşük potasyum şartlarında genlerle yönetilir ve bu genler sayesinde kök uyarılarıyla ya da çevredeki mineralin kökte algılanmasıyla bu potasyum alım mekanizması gerçekleşir (Wang vd, 2002). Bu genlerin potasyumun yeterli olduğu durumlarda potasyum beslenmesi ile ilişkisi olmadığı görülmüştür.

Havanın rutubeti yüksek olduğunda, havanın standart rutubet seviyesine göre sürgün uçlarının yakınındaki genç yaprakların potasyum konsantrasyonunun azaldığı belirtilmiş bu gibi şartlarda yaprak genişlemesi, verim ve birinci sınıf meyve üretim oranı önemli derecede azalmıştır (Mulholland vd, 2001). Domateste potasyumun yeterli miktarda verilmediği şartlarda sodyum, potasyumun rolünü üstlenir. Walker vd (2000)'e, göre potasyumu noksan besin çözeltisi içerisinde domates bitkilerinin gelişmesi durumunda gelişmenin 4.5 mM potasyum uygulanan bitkilere göre çok ciddi bir şekilde baskılandığı belirtilmiştir. Yapılan çalışmada domatese 1.0-5.0 mM NaCl uygulandığında bitkilerin gelişmeleri 4.5 mM potasyum uygulanan bitkilerin gelişmelerine benzer olmuştur.



Şekil 2.1. Domates bitkisi yapraklarında potasyum noksanlık belirtileri



Şekil 2.2. Domates meyvesinde potasyum noksanlık belirtisi

Potasyum kapsamı düşük olması sebebiyle peat ve peat-kum karışımı içeren yetiştirme ortamlarında aşırı sulama nedeniyle gelişen domateste potasyum noksanlığının hızlı geliştiği ifade edilmiştir. Ayrıca aşırı potasyum uygulamalarının magnezyumun alınımını azaltabileceği belirtilerek, potasyum uygulamasının magnezyum noksanlığına sebep olmaması için Needham (1973) toprak ortamında potasyum / magnezyum oranının 2:1 olarak tutulması gerektiğini bildirmiştir. Domateste floem özsuyunun potasyumca zengin olduğu ve floem özsuyunun bitki içerisinde aşağı ve yukarı taşınabildiği belirtilmiş, bu yüzden genç yaprakların ve meyvelerin potasyum içeriklerinin zengin olduğu ifade edilmiştir (Mengel ve Kirkby, 2001).

Besin çözeltisinde yetersiz potasyum konsantrasyonu durumunda bitki gelişmesi gerilemiş, meyve tutumu üzerinde negatif etki görülmüştür (Bestford ve Maw,1975).

Domateste yüksek verime ilaveten kaliteyi arttırabilmek için potasyum beslenme düzeyinin yüksek olmasını isteyen bir bitkidir (Munson, 1985).

Besin çözeltilisinde potasyum konsantrasyonu 4.6 – 7.2 ve 9.7 mM seviyelerinde arttırıldığında yetiştirilen domates meyvesinde tam kızarmayan domates sayısında azalma görülmüş, bu azalma doz sırasına göre %40, %21 ve %12 oranında bulunmuştur (Dorais vd, 2001).

Bryson ve Barker (2002) peat gelişme ortamında maksimum domates bitkisi gelişimini sağlamak için potasyum konsantrasyonunun 4.1 mM olması gerektiğini rapor etmiştir. Bununla birlikte Bar-Tal ve Pressman (1996), potasyum konsantrasyonunun 2.5 mM'dan 10 mM 'a arttırılması durumunda pazarlanabilir verim miktarında %14 azalmaya sebep olduğunu belirtmiştir.

Kaliteli ve optimum verim elde edebilmek için Voogt ve Sonneveld (1997), besin çözeltilisinde potasyum konsantrasyonunun 6.1mM olması gerektiğini rapor etmiştir. Hidroponik yetiştiricilikte domates için potasyum seviyelerinin 2.56 – 5.12 mM arasında olması gerektiği de bildirilmiştir (Jones, 1999).

2.3.2. Kalsiyum (Ca)

Son yapılan çalışmalar, domatesin kök bölgesinde kalsiyum seviyesinin düşük olması vejetatif gelişmeyi nadiren kısıtlayıcı bir faktördür (del Amor ve Marcelis, 2006) yine de domatesin kalsiyum beslenmesi özel bir dikkat gerektirir. Çünkü bu besin fizyolojik bir bozukluk olan çiçek burnu çürüklüğü oluşumu ile yakından ilgilidir. Bu çiçek burnu çürüklüğü meyvenin kalitesini ve pazarlanabilirliğini azaltır (Grattan ve Grieve 1999). Çiçek burnu çürüklüğü domates meyvesinin uç kısımlarındaki kalsiyumun lokal olarak noksan oluşundan meydana gelir ve bu alanlarda kalsiyum eksikliği dokunun yapısının bozulmasına neden olur (Adams, 2002). Çeşit dahil değişik faktörler, kök bölgesinde kalsiyum, amonyum, potasyum, magnezyum, tuz ve su stresi, oksijen yarıyışlılığı, havanın nispi rutubeti, havanın sıcaklığı bu çiçek burnu çürüklüğünün oluşumunu artırabilir ya da azaltabilir (Navarro vd, 2005). Çiçek burnu çürüklüğünün oluşumunda birçok faktörün rolü olup bu fizyolojik bozukluğun meyvedeki kritik kalsiyum konsantrasyonu ile ilişkisi olduğuna dair tam bir bilgi mevcut değildir (Ho ve White, 2005). Hao ve Papadopoulos (2004)'e göre 3.75 mM kalsiyum içeren besin ortamında çiçek burnu

çürüklüğü görülen meyve oluşumu kök bölgesinde magnezyum düzeyinin artmasıyla lineer bir şekilde artış göstermiştir. Bununla beraber 7.5 mM kalsiyum bulunan ortamda magnezyum konsantrasyonu ile çiçek burnu çürüklüğü görülen meyve sayısı etkilenmemiştir. Yine de Ho ve White tarafından bildirildiği üzere kök bölgesinde veya gelişme ortamında besin düzeyinin idaresi çiçek burnu çürüklüğünün azaltılmasında etkili bir ölçü olmamıştır. Çünkü manipulasyonlar meyve dokularında apoplastik kalsiyum konsantrasyonunu dolaylı olarak etkilerler. Bu yüzden bazı araştırmacılar çiçek burnu çürüklüğünü önlemek için genç meyvelere kalsiyumun direk olarak püskürtülmesini önermişlerdir.

Aşırı terleme ve sıcaklık seviyeleri su alımını artırır böylece ksilem yoluyla yapraklara kalsiyum taşınımı artış gösterir (Taylor vd, 2004). Yine de bu tür koşullar altında suyun meyvelere iletimi yapraklarla rekabetinden dolayı azalır. Böylece kalsiyumun meyveye taşınımı aynı zamanda kısıtlanır. Bundan dolayı meyvede çiçek burnu çürüklüğü oranında artış görülür (Adams, 2002). Diğer yandan serada havanın rutubetinde yükselme transpirasyonu azaltarak domates yapraklarında kalsiyum noksanlığına sebebiyet verebilir. Bu da verim kaybına ve meyve kalitesinin azalmasına neden olabilir (Hamer, 2003). Domates yetiştiriciliğinde kalsiyum uygulanması ile ilgili diğer bir konu son zamanlarda bazı fungal hastalıkların görülmesi üzerine kalsiyumun etkisini belirlemeye yöneliktir.

Ehret vd (2002), domates yapraklarını küllemeyi azaltmak için püskürtülen kalsiyum tuzlarının etkisinin kükürt kadar etkili olduğunu bildirmişlerdir. Kalsiyumun yaprak yoluyla verilmesi durumunda domateste küllemenin baskılanması hem ozmotik konsantrasyonu hem de spesifik iyon etkisiyle açıklanmıştır. Ayrıca artan kalsiyum uygulamaları domateste bakteriyel solgunluğa sebep olan *Ralstonia solanacearum* bakterisine direnci arttırmıştır. Bir hayli yüksek dirence sahip çeşitlerin kalsiyumu yüksek oranda aldıkları belirtilmiştir (Yamazaki vd, 2000).



Şekil 2.3. Domates bitkisi yapraklarında kalsiyumun noksanlık belirtileri



Şekil 2.4. ve Şekil 2.5. Domates meyvesinde kalsiyumun noksanlık belirtileri

2.3.3. Magnezyum (Mg)

Domatesin kök bölgesinde magnezyumun yüksek düzeyleri domates için faydalıdır. Adams vd (2002), tarafından bildirildiği üzere NFT’de yetiştirilen domatesin kök zonun da magnezyum konsantrasyonunu 4 mM olması durumunda yapraklarda noksanlık belirtileri görülmüş. Bununla birlikte Magnezyum düzeyinin 6 mM ’a artırılması ile tüm mevsim boyunca noksanlık belirtilerinin görülmediği tespit edilmiştir. Benzer sonuçlar kaya yünü ortamında yetiştirilen domateste Hao ve Papadopoulos (2003,2004) tarafından elde edilmiştir.



Şekil 2.6. Domates bitkisi yapraklarında magnezyum noksanlık belirtileri

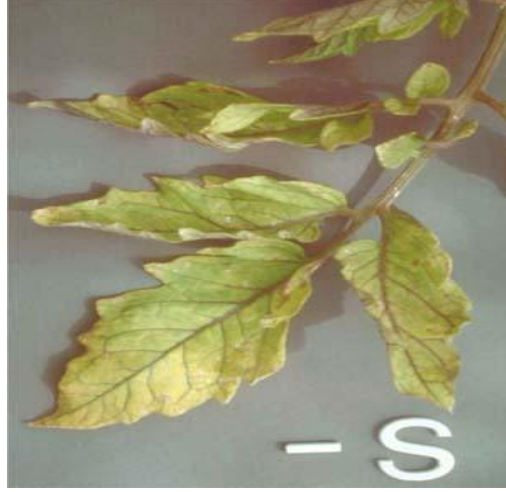
Ward ve Miller (1969), domateste yaprak magnezyum içeriği %0,30 olduğunda noksanlığın görülebileceğini, %0,15'te ise şiddetli noksanlığın ortaya çıktığını bildirmişlerdir. Diğer yandan magnezyum noksanlığının ortaya çıkmasında potasyum/magnezyum antagonizmi de önemli olup oran 25'i aştığı zaman şiddetli kloroz görülmektedir (Winsor vd, 1965).

Magnezyum noksanlığının kumlu topraklarda uygulanan yüksek potasyum sebebiyle potasyum/magnezyum oranının $>4,0$ olması halinde görüldüğü belirtilmiş, bu magnezyum noksanlığının 1 litrede 2,6 gram magnezyum sülfat içeren çözeltinin domates yapraklarına birkaç defa püskürtülerek önlenildiği belirtilmiştir (Needham, 1973).

2.3.4. Kükürt

Kükürt organik maddenin yapısına giren bir elementtir. Bitkilerin kükürt kapsamı hemen hemen fosfor kapsamı ile aynı düzeyde olmasına rağmen, kükürt gübrelemesi bitki gelişmesinde fosfor gübrelemesi kadar öneme sahip değildir. Bunun nedeni kükürdün toprakta fosfor kadar sıkı tutulmaması ve kolay alınması, ayrıca atmosferde bulunan kükürt dioksit gazının yapraklardan emilerek kullanılması ve diğer makro besinlerin gübrenmesinde kullanılan gübrelerin ayrıca kükürt içermeleridir. Zirai mücadele ilaçlarının bir bölümünün kükürt içermesi de bitkilere dolaylı olarak kükürt sağlar. Bitkilerde kükürt noksanlığı olduğu takdirde, azot noksanlığına benzeyen belirtiler görülür. Yani yapraklarda homojen bir sararma

vardır. Kükürt noksanlığını azot noksanlığından ayıran taraf, sararmanın önce genç yapraklarda görülmesidir



Şekil 2.7. Domates bitkisi yapraklarında kükürt noksanlık symptomu

Topraksız ortamda ya da su kültürü ortamlarında düşük kükürt konsantrasyonu nedeniyle domateste kükürt noksanlığı görüldüğü belirtilmiştir (Sainju vd, 2003).

2.3.5. Bor (B)

Pazarlanabilir taze domates yetiştiriciliğinde bor noksanlığı verim ve meyve kalitesini azaltan yaygın bir problemdir (Davis vd, 2003). Smith ve Combrink (2004) tarafından bildirildiği üzere kök zonunda ki çok düşük bor düzeyleri domates yapraklarının kırılğan ve solgun yeşil görünüm almasına, çiçek bozukluğuna, meyvelerin sağlamlıktan yoksun olmasına ve meyvelerin depolanma süresince dayanıklılıklarının azalmasına sebep olmuştur. Araştırmacılar ayrıca kuvars kumu ortamında geliştirilen bitkilere verilen besin çözeltisinde 0.02 mg/l B seviyesinde yukarıda belirtilen symptomların görüldüğünü fakat 0.16 mg/l B düzeyinde domates gelişmesinin optimum olduğunu, 0.64 mg/l 'ye kadar bor düzeylerinin toksitite symptomlarına sebep olmadığını bildirmişlerdir. Ayrıca Smith ve Combrink (2005) yaptıkları çalışmada optimal düzeyin altında bor uygulanması durumunda meyve tutumunun özellikle döllemenin azaldığını ifade etmişlerdir.

Diğer bir çalışmada görülmüştür ki litrede 300 mg bor bulunan çözeltinin yapraktan uygulanması bazı fizyolojik bozuklukların daha az görünmesini sağlamıştır (Huang ve Snapp, 2004a, 2004b).

Davis vd (2003), tarafından bildirildiğine göre deniz kumunda gelişen domatese mannitol ile şelatlanmış B'un besin çözeltisinde litrede 1 mg olması halinde ya da litrede 1.87 mg B bulunan çözeltinin yapraktan uygulanması durumunda bitki gelişimi ve bitki dokusunda P, Ca ve B konsantrasyonu artmıştır. Yukarıdaki çalışmada araştırmacılar domateste yapraktan uygulanan B'un meyvede bor ve potasyum konsantrasyonunu, uygulanmayan bitkilere göre arttırmış, B'un öncelikle yapraklardan meyveye taşındığını ve ayrıca B'un etkisiyle bitki içinde potasyum taşınımının arttığını belirtmişlerdir. Kök bölgesinde yüksek B düzeylerinin Ca, Mg, Na, Zn ve B alımını arttığı da Smith ve Combrink (2004), tarafından rapor edilmiştir. Domateste B beslenmesi ile ilgili araştırmalarda bor ile tuzluluk ve ayrıca bor ile su stresi arasındaki interaksiyonlar da incelenmiştir. Ben-Gal ve Shani (2002, 2003) yaptıkları çalışmada bor noksanlığı ve tuz ya da su stresi koşulları altında domatesin gelişiminin baskılandığını, tuzlu ya da su stresi şartlarında bor uygulamalarına domatesin responsunun Liebig'in Minimum Yasası ile ifade edildiğini bildirmişlerdir. Diğer bir ifadeyle tuzluluk şartlarında yada su stresi şartları altında bor uygulamalarının da artırılması gerektiği belirtilmiştir. Ayrıca Ben-Gal ve Shani (2002), domatesin bor beslenmesine ürün responsu bitki dokularındaki bor düzeyinden ziyade sulama suyundaki ve toprak çözeltisindeki bor konsantrasyonu ile ilişkili olduğunu bildirmişlerdir. Alpaslan ve Güneş (2001), toprakta 5 ppm ve daha fazla borun toksisite simptomlarına sebep olduğunu bildirmişlerdir.



Şekil 2.8. Domates bitkisi yapraklarında bor noksanlık belirtileri



Şekil 2.9. Domates meyvesinde bor noksanlık belirtileri

2.4. Domatesin Beslenmesi ve Meyve Kalitesi İlişkisi

Ürün kalitesi çeşitli faktörlere bağlı olan kompleks bir özelliktir. Ürün kalitesi ölçülebilir kalite özellikleri ile birlikte kişisel ve duyuşsal karakteristik özellikleri de içerir. Son 10 yıldır ürün kalite özellikleri önemli olup dünya çapında artan bir şekilde önemini korumaktadır. Bu yüzden pek çok araştırma beslenmenin ürün kalitesi ile ilişkisine yöneliktir.

Yeterli miktarda potasyum uygulamaları domates meyvesinde titre edilebilir asitliği arttırmıştır. Böylece domatesin duyuşsal kalite özelliği önemli bir şekilde

artmıştır (Davis ve Hobson 1981). Topraksız kültürde domates yetiştiriciliğinde düşük potasyum uygulamaları sonucu domates meyvesinde olgunlaşma bozuklukları görülmüştür (Adams, 2002). Hartz vd (2005)'in, raporuna göre potasyum gübre dozu arttıkça meyve rengi iyileşmiş aynı zamanda sararma ve meyvedeki diğer olgunlaşma bozuklukları giderilmiştir. Potasyumun aksine domatese verilen azotun üç kat arttırılması halinde meyvede şeker kapsamının azalarak meyve kalitesi kötüleşmiştir (Davies ve Winsor, 1967). Parisi vd (2006), hektara 250 kg azot uygulamalarının pH, çözünebilir katı, glikoz ve fruktoz kapsamı, indirgen şekerin toplam katılara oranı gibi birçok kalite özelliklerinin bozulmasına neden olduğunu bildirmişlerdir. Azotun bir kısmının amonyum formunda verilmesi halinde, nitrat beslenmesine kıyasla meyvede şeker ve organik asit kapsamını arttırarak meyve kalitesi artmıştır (Flores vd, 2003). Heeb vd (2005b), amonyum ya da organik azot gibi indirgenmiş azot formlarının uygulanması halinde meyve lezzetinin arttığını rapor etmişlerdir. Fosforla ilgili olarak domatese uygulanan fosforlu gübre dozlarındaki değişimler meyvede çözünebilir katı oranını, meyve pH'sını, domates meyve suyunun asiditesini ve meyve rengini önemli bir şekilde etkilememiştir (Oke vd, 2005). Yine de domates meyve kalitesi üzerine fosforun etkilerine ilişkin bilgiler oldukça sınırlıdır.

Kalsiyum eksikliği fizyolojik bir bozukluk olan çiçek burnu çürüklüğüne neden olduğundan domatesin meyve kalitesi üzerinde anahtar bir role sahiptir. Ayrıca kalsiyum dozunun arttırılması domatesteki gövdede çatlakların görülme durumunu ve meyvede diğer fizyolojik bozuklukları azaltabilir (Lichter vd, 2002). Bu gibi olumsuzluklar meyve üzerinde pürüzlü bir yüzeyin oluşması sonucu, meyvenin depolarda saklanabilirliğini tehlikeye soktuğu belirtilmiştir (Huang ve Snapp, 2004a). Huang ve Snapp (2004b), tarlada domatese 50mM CaCl₂ içeren çözeltinin püskürtülmesi halinde meyve çatlaklığının azaltıldığını bildirmişlerdir. Magnezyum domates meyvesinin kalitesi üzerine doğrudan etkili bir element değildir. Yine de şiddetli magnezyum noksanlığında domates meyve büyüklüğünün azaldığı görülmüştür. Bununla birlikte tavsiye edilenin üzerinde magnezyum uygulamalarındaki artış, şayet kalsiyum aynı oranda arttırılmaz ise, bitkilere toksik olmamasına rağmen, çiçek burnu çürüklüğüne sebebiyet vermiştir (Hao ve Papadopoulos, 2004).

İz elementlere gelince domates meyve kalitesi üzerinde bor oldukça büyük bir öneme sahiptir. Bununla birlikte diğer mikro element eksikliğinin, bitki metabolizmasındaki dengesizlikler sonucu meyve kalitesinin bozulmasına neden olacağı belirtilmiştir. Huang ve Snapp (2004a), yetersiz bor uygulamalarının meyve çatlamlarına neden olduğunu, domatese yaprak yoluyla yapılan bor uygulamalarının meyvede görülen birçok bozuklukları azalttığını bildirmişlerdir. Düşük bor beslenmesi durumunda domates meyvesinin sağlamlığı azalmış ve depolama süresi kısalmıştır (Smith ve Combrink, 2004). Araştırmacılar ayrıca besin çözeltisinde bor seviyesini 0,16 mg/l olması durumunda domatesteki meyve tutumunun, gelişimin, meyve renginin ve ayrıca meyvede toplam çözünebilir katı oranının, dayanıklılık ve raf ömrünün optimum seviyelerde olduğunu da belirtmişlerdir.

Bireysel besinlere ilaveten domates kök bölgesinde toplam tuz konsantrasyonu meyve kalitesi için önemli bir faktördür. Kök bölgesinde tuzluluğun orta seviyelerde artırılması domatesin meyve kalitesini arttırmıştır (Savas, 2001). Domates kalitesi üzerine tuzluluğun olumlu etkisi meyve suyunda titre edilebilir asit konsantrasyonunun ve şekerin yüksek oluşundan ve ayrıca meyvede kuru madde kapsamının artmasından ileri gelmektedir (Gough ve Hobson, 1990). Yüksek tuzluluğun domates meyvesinde toplam çözünebilir katı oranını ve titre edilebilir asitliği arttırmasına rağmen meyvelerin 15°C'de 2 hafta saklanmasından sonra bu farkın gözden kaybolduğu belirtilmiştir (Cramer vd, 2001).

Domates meyvesinin sağlamlığı üzerinde tuzluluğun etkilerine ilişkin raporlar tartışmalı bulunmuştur. Schwarz vd (2001), kök bölgesinde tuz düzeyinin artmasıyla domates meyve sağlamlığının arttığını buna rağmen Krauss vd (2006), ise tuzluluğun meyve sağlamlığını azalttığını bildirmişlerdir. Cuartero ve Munoz (1999), domates kök bölgesinde 10 dS/ m'nin üzerinde yüksek tuz düzeylerinde meyve sağlamlığının azaldığını rapor etmişlerdir. Diğer çalışmalarda ise kırmızı meyve renginin ve raf ömrünün tuzlulukla arttığı bildirilmiştir (Botella vd, 2000). Ayrıca tuzluluğun lekeli olgunlaşma, yaprak kuruması ve meyvede çatlamların tuzlulukla azaldığı belirtilmiştir. Diğer yandan domates meyvesinde aşırı kalsiyum fazlalığı nedeniyle lekeler görülebileceği bu lekelerin giderilmesinde tuzluluğun önemli etki sağladığı, tuzluluğun bu etkisinin meyveye kalsiyum taşınımının tuzlulukla azalmasından ileri geldiği de belirtilmiştir. Tuzluluğun bu etkisinin özellikle bitkilerin yüksek tuza

maruz kalmaları durumunda ortaya çıktığı da bildirilmiştir. Bunlara ilaveten besin çözeltilisinde toplam tuz konsantrasyonunda artış C vitamini, likopen ve beta-karoten konsantrasyonunu arttırmıştır. De Pascale vd, (2001), domates meyvesinde toplam karotenoid ve likopen konsantrasyonunun tuzluluğun orta seviyede artırılmasıyla arttığını fakat tuzluluğun 3 kat artırılması durumunda ise azaldığını bildirmişlerdir. Tuzlulukla kuru domates meyvesinde şeker kapsamının arttığı da belirtilmiştir. Tuzlulukla domates meyvesinde titre edilebilir asidindeki ve şeker kapsamındaki artışın nedeni meyvede su kapsamının azalmasından dolayı olduğu da bildirilmiştir. Tuz stresine maruz bırakılmış domatesin meyvesinde C vitamini ve beta-karoten konsantrasyonundaki artışın nedeni de meyvede su kapsamının azalmasından ileri geldiği de bildirilmiştir. Bununla birlikte NaCl'ye maruz bırakılmış domateste meyvede çözünebilir katı oranındaki artışın nedeni de meyveye su taşınımının azalmasına bağlanmıştır. Yine de domatesin tadının tuzlulukla iyileştiği bildirilmiştir. Tuzlulukla meyve kalitesindeki iyileşmenin nedeni meyvedeki şeker, organik asit ve aminoasit kapsamındaki artışla ilgili bulunmuştur. Orta seviyede tuzluluğun domates meyve kalitesini arttırdığı da belirtilmiştir. Besin çözeltilisinde tuzluluk konsantrasyonu tavsiye edilenin üzerinde artırıldığında birinci sınıf domates meyve oranında çoğu araştırmacılar artış sağlandığını bildirmişlerdir (Adams ve Ho, 1989; Adams 1991). Bununla birlikte besin çözeltilisi tuzluluğu domates meyve ağırlığında azalmaya sebebiyet vermiş (Chretien vd, 2000) ve çiçek burnu çürüklüğü görülen meyve sayısını arttırmıştır (Schwarz vd, 2001). Sonuç olarak bazı durumlarda birinci sınıf meyve yüzdesi üzerine tuzluluğun uygun etkisi küçük meyvelerin ve çiçek burnu çürüklüğü görülen meyvelerin yüzde oranının artmasıyla etkisizleştiği belirtilmiştir (Chretien vd, 2000). Orta tuzluluğa domatesin maruz bırakılması halinde meyve kalitesi iyileşmiş, ürün azalmış fakat domates ürünündeki bu azalma diğer meyveli sebzelere göre daha az olmuştur (Savvas, 2001). Bundan dolayı topraksız yetiştiricilikte domates besin çözeltilisinde tavsiye edilen tuzluluk düzeyi iki zıt etkinin arasında kalarak karar verilmelidir. Domates için uygun tuzluluk düzeyi normal besin çözeltilisinde 2.6 dS/m olan elektriksel iletkenlik değerini 3.5-3.7 dS/m değerlerine yükseltecek şekilde besin çözeltilisine tuz ilavesiyle ayarlanması gerektiği belirtilmiştir (Sonneveld ve Straver, 1994). Santamarina vd (2004), göre gece boyunca yüksek EC'ye sahip gündüzün ise düşük EC'ye sahip besin çözeltilisi uygulamaları meyve verimini etkilemeksizin meyve kalitesini

iyileştirmiştir. Yine de substrat besin programlarında tuz uygulamaları faydalı olmakla beraber özellikle substrat kültüründe çoğu ticari domates yetiştiriciliğinde uygun olmadığı da belirtilmiştir.

Domates bitki gelişimi ve kaliteyi önemli ölçüde arttıran potasyuma çok miktarda ihtiyaç duyar. Kalsiyum ve magnezyum, potasyum ile antagonistik etkileşim göstermekte, amonyum ise potasyum alımını engellemektedir. Potasyum noksanlığı demir noksanlığını da ortaya çıkarmaktadır. İlk dönemlerde bitki gelişimi, daha sonraki gelişim evrelerinde de düzenli meyve olgunluğunu sağlamak için gereklidir. Bitkilerin yüksek potasyum ve potasyum/azot oranı ile beslenmesi durumunda, ortamda fazla miktarda potasyum ve azotun bulunmasıyla tuz artmakta, gelişme yavaşlayıp verim azalabilmektedir. Yüksek potasyum meyve şeklini düzeltir, büyüklüğünü azaltır, lekeli olgunluk gibi olgunlaşma bozukluklarını ortadan kaldırır ancak kalsiyum ve magnezyum alımını engellediği için kaliteyi olumsuz etkileyebilir (Papadopoulos, 1998).

Kalsiyum alımı düşük sıcaklık, tuzlu ve kuru yetiştirme ortamı ile yüksek oransal nemde azalmakta; ayrıca antagonistik etki yüzünden yüksek tuz potasyum, sodyum, magnezyum ve amonyum alımını engellemektedir. Genç sürgün ve köklerin meristem dokusuna kalsiyum sağlanması herhangi bir nedenle kısa bir süre bile engellense lokal noksanlık ve uçtan geriye doğru ölüm gözlenebilmektedir. Çiçek burnu çürüklüğü kalsiyum noksanlığı ile yakından ilgilidir ve bu sorunun nedenleri karmaşık olup çoğunlukla ksilemdeki su hareketi ile taşınan kalsiyumun bitkiye alınması ve dağılımını sağlayan su stresi de bu etkenler arasında yer almaktadır (Papadopoulos, 1998).

Besin çözeltisindeki K/Ca/Mg oranlarının meyve kalitesi üzerine etkisinin araştırıldığı bir çalışmada, yüksek miktardaki potasyumun meyvede kuru madde miktarını arttırdığı, yüksek kalsiyumun ise verimi arttırdığı, çiçek burnu çürüklüğünü azalttığı bildirilmektedir. Antioksidan aktivitesi ise çeşitler arasında farklılık göstermiş en yüksek değer Lunarossa domates çeşidinde ve yüksek Mg içeren çözeltide elde edilmiştir (Fanasca vd, 2006).

2.5. Sulama Suyu Kalitesinin Domates ve Diğer Bitkilerin Gelişmesi, Verimi, Kalitesi, Beslenmesi, Bitki Su Tüketimine ve Su Kullanma Randımanına Etkisi

Boari vd (2015), sulama suyundaki aşırı tuzluluğun verim üzerindeki kötü etkisini azaltmak amacıyla domateste bir çalışma yapmışlardır. Araştırmacılar transpirasyon hızındaki azalmanın tuzluluğun zararlı etkisini hafiflettiğini belirterek, bu amaçla domatesin yapraklarında transpirasyonu önlemek amacıyla kaolin içeren çözelti hazırlamışlar ve yapraklara püskürtülen kaolinin domates bitkisinde tuzluluğa tolerans sağladığını bildirmişlerdir. Yapılan çalışmada sulama suyunun tuzluluğu 0.5-5.0-10 dS/m olup bitkilere kaolin spreyle püskürtülmüş, kontrol bitkilere kaolin püskürtülmemiştir. Sulama suyunun tuzluluğu artıkça domates meyve verimi azalmış, fakat tuzlu sulama suyuyla sulanan bitkilerde, meyve kalitesi, kuru madde kapsamı ve toplam çözünebilir katı içerikleri açısından iyi oldukları görülmüştür. Araştırmacılar tuzluluğun çiçek burnu çürüklüğünü arttırdığını da belirtmişlerdir. Yapılan çalışmada 3 yılın ortalaması olarak yapraklara kaolin püskürtülmesi total ağırlığı %12.7, ekonomik ürünü %17.7, meyve ağırlığını %8.1, hasat indeksini %10.3 oranında artırmış ve ayrıca buna karşın meyvelerde güneş yanıklığını %76.4 oranında azaltmıştır. Buna ilaveten araştırmacılar, yapraklara kaolin püskürtülmesinin böcek zararını azalttığını, çözünebilir katı oranını iyileştirdiğini ve su kullanma randımanını %19.7 oranında artırdığını da bildirmişlerdir. Uygulanan kaolin, sulama suyundaki tuzun zararlı etkisini hafifleterek, meyve ürününe, su kullanma randımanı üzerine katkı sağlamış ve bitkinin tuzluluğa toleransını artırmıştır. Domatesi böcek, güneş zararından ve sıcaklık stresinden koruyarak fayda sağladığını bildirmişlerdir.

Feleafel ve Mirdad (2014) tarafından, tuzlu su şartlarında domatesin üretkenliğini ve domates bitkisinin su kullanım randımanını iyileştirilmesi amacıyla yaptıkları çalışmada humik asit uygulamışlardır. Araştırmacılar yapılan çalışmada N-P₂O₅-K₂O 'yu 0-0-0 mg/l(kontrol); 200-200-200 mg/l; 150-300-150 mg/l;100-400-100 mg/l dozlarında humik asiti 0 (kontrol)-750 ve 1500 mg/l dozlarında uygulamışlardır. Yapılan çalışmada sulama suyunun tuzluluğu 3.8 dS/m dir. 150-300-150 mg/l N-P-K içeren besin çözeltisi ile yetiştirilen domates bitkilerinde, yaprağın alanı, kök ve gövdesi, kuru madde miktarı, meyve kütlesi, hektara meyve verimi ve su kullanma randımanı yüksek değerde bulunmuş, fakat meyve kalitesinde (toplam çözünebilir katı, meyvede kuru madde, pH ve EC değerleri) azalma görülmüştür. Bununla birlikte 100-400-100 mg/l oranlarında N-P-K içeren

besin çözültüsüyle yetiştirilen domates bitkilerinde, salkım başına meyve sayısı, yaprağın total kuru madde miktarı, meyvede kuru madde miktarı ve meyvenin EC' si çok yüksek değerde bulunmuştur. Humik asitin, doz seviyesi 1500 mg/lt arttıkça yaprağın alanı, bitki başına meyve sayısı, meyvede kuru madde, hektara verim, su kullanma randımanı, kontrole göre artmıştır. Domates bitkilerinin tuz stresine karşı zararlı etkisinden korumak için en iyi uygulamanın, humik asitin 750 mg/lt seviyesinde N-P-K'nın 150-300-150 mg/lt olduğu belirtilmiştir. Domates üretiminde orta seviyede tuzlu suyun sulamada kullanılması sonucu oluşan problemleri azaltmak için fosfor içeriği yüksek N-P-K besin çözültüsü yanında humik asit uygulamasının tavsiye edilebileceğini de bildirmişlerdir.

Al-Omran vd (2010), tarafından, Suudi Arabistan' da sulamada düşük kaliteli su kullanılması domates veriminde %39,2 azalmaya sebep olduğunu bildirmişlerdir. Sera da tuzlu suyun kullanılması halinde domatesin, kök bölgesinde tuzluluğun özellikle orta mevsimde arttığı, bunun aşırı buharlaşmadan kaynaklandığı bildirilmiştir (Shibli, 1993).

Keren (2000)'e göre, aşırı tuzun toprağın fiziksel ve kimyasal özelliklerini değiştirerek, iyon toksisitesine neden olduğunu ve osmotik etki sağlayarak bitki gelişimini etkilediğini, ayrıca bitki dokularında katyon dengesizliğine sebep olduğunu bildirmiştir.

Campos vd (2006), tarafından verimde azalmaya yol açmadan domates bitkisinin maksimum EC si 2.5 dS/m olan toprakta yetiştirilebileceği ifade edilmiştir.

Boamah vd (2011), EC değerleri 1.7 -2.3-3.4- ve 5.0 dS/m olan sulama sularının domatesteki kullanılması halinden domates veriminde sırasıyla %0-%10-%25 ve %50 verimde azalma olduğunu bildirmişlerdir.

Scholberg ve Locascio (1999), domatesteki damla sulamada 4 dS/m EC değerine sahip tuzlu suyun kullanılması, domatesin meyve sayısında, veriminde, ortalama meyve ağırlığında azalmaya sebebiyet verdiğini bildirmişlerdir.

Mohammad vd (1998), besin çözültüsünde fosfor çözültüsünün artırılması halinde domatesin kök gelişiminin, kök yüzey alanının, kök uzunluğunun arttığını belirtmişlerdir.

Awad vd (1990), domatese verilen besin çözültisinde fosfor düzeyinin artırılması durumunda domates bitkisinin yüksek düzeyde NaCl'e tolerans sağladığını bildirmişlerdir.

Salama (2009), humik asitin tuzlu toprakta domates bitkisinde tuzluluğun negatif etkisini önlediğini bildirmiştir.

Soil First Consulting (800-732-8873 soilfirst.com) sulama suyu kalitesi ile ilgili olarak yazdığı raporda sulama suyunun ideal pH' sının 5.5-6.0 arasında olması gerektiğini >7.0'dan büyük olması durumunda problemlere sebep olabileceğini belirtmiştir. Sulama suyunun arzu edilen EC sinin 1.5 dS/m' den düşük olması gerektiği, 1.5 dS/m' den büyük ise potansiyel problemlere sebep olabileceği 3.0dS/m' den büyük olması halinde bitki de yanmalara sebep olabileceği belirtilmiştir. Sodyum absorpsiyon oranının 6' dan düşük olması arzu edilmekte, 6' dan büyük olması halinde yanıklıklara sebep olabileceği belirtilmiştir. Sulama suyunun arzu edilen kalsiyum içeriğinin 40-120 ppm arasında, magnezyum içeriğinin 6.0-24 ppm arasında, potasyum içeriğinin 5.0-10 ppm, sodyum içeriğinin 0.0-50 ppm, demir içeriğinin 2.0-5.0 ppm arasında, toplam alkaliliğinin 1.0-100 ppm arasında, karbonat içeriğinin 50 ppm' den düşük, bikarbonatın 120 ppm' den düşük, klorürün 140 ppm' den düşük, sülfatın 400 ppm' den düşük, toplam tuz konsantrasyonunun 960 ppm' den düşük, bor içeriğinin 0.2-0.8 ppm olması gerektiği, ideal katyon anyon oranının 1:1 olması gerektiği de belirtilmiştir. Ayrıca sulama suyunun sülfat içeriğinin 400 ppm' den büyük olması halinde bitki gelişme ortamında asitlik oluşturabileceği, toplam tuz konsantrasyonunu 1900 ppm' den fazla olması halinde bitkilerde yanmalara sebep olabileceği de bildirilmiştir.

Bitkilerin terleme ile sadece su kaybettikleri, sulama suyundaki tuzun yıkanma olmadığı takdirde bitki kök gelişme ortamında biriktiğini belirterek, bitkide tuzun fizyolojik tuza sebep olduğunu, kök gelişme ortamında osmotik potansiyeli artırdığını, spesifik iyon toksitesine sebep olduğunu, yaprakları yaktığını, besin element alımında interferans oluşturduğunu bildirmişlerdir. Ayrıca sulama suyunun EC' si artıkça günlük bitki su tüketiminin azaldığını belirterek, bitkinin günlük su tüketimi ile sulama suyunun EC si arasında r^2 'si 0.55 olan, $ET=0.157/(0.0349+0.000125 EC^{2.88})$ ilişkinin bulunduğunu bildirmişlerdir. Araştırmacılar raporda buğday, soya, mısır, ayçiçeği ve yonca bitkilerinde bitki su tüketimi artıkça

verimin arttığı sonucunu bulduklarını da belirtmişlerdir. Araştırmacılar bitkilerin tuz toleranslarının, yem bitkileri > tarla bitkileri> sebzeler> meyveler şeklinde sıralandığını belirterek meyvelerin tuz toleranslarının az olduğunu bildirmişlerdir. Sulama suyundaki sodyumun toprakta sodikleşmeye, kabuk oluşumuna, infiltrasyonun azalmasına, hidrolik iletkenliğinin düşmesine, pH' yı artırarak besin element alımında, interferanslara neden olduğunu, bitkinin bodur kalmasına yol açtığı, yapraklarda toksisiteye ve yanmaya sebep olduğunu bildirmişlerdir. Araştırmacılar suyun sodyum zararının, sulama suyunun SAR değerine bağlı olduğunu belirterek, sulama suyunun SAR değeri 1.0-9.0 arasında ise sodyum zararı düşük, 10.0-17.0 arasında ise orta, 18.0-25.0 arasında ise yüksek, ≥ 26 ise sodyum zararının çok yüksek olduğunu belirtmişlerdir. Ayrıca araştırmacılar sulama suyunun EC değerinin SAR değerine nispeten artması halinde suyun toprakta infiltrasyon probleminin azaldığını da belirtmişlerdir. Araştırmacılar klorürün düşük miktarda esansiyel element olduğunu belirterek, sulama suyunun EC'sine katkı verdiğini, sulama suyunda yüksek konsantrasyonlarda bulunması halinde hassas bitkileri etkilediğini, yağmurlama sulamada yaprakların yanmasına neden olduğunu da bildirmişlerdir. Ve araştırmacılar sulama suyundaki klorürün 70' ppm den daha az olması halinde bütün bitkiler için güvenilir olduğunu, 70.0-140.0 ppm arasında ise hassas bitkilerde zarar verdiğini, 141.0-350.0 ppm arasında ise orta toleranslı bitkilerde zarar verdiğini, 350 ppm' den fazlaysa ciddi problemlere yol açtığını belirtmişlerdir. Araştırmacılar düşük miktarda borun esansiyel element olduğunu belirterek sulama suyunda ki borun 1.0-2.0 ppm den fazla olması halinde hassas bitkilere toksik olabileceğini, düşük konsantrasyonlarda 1.0 ppm den düşük olması gerektiğini bildirmişlerdir. Sulama suyunun bikarbonat içeriği yüksek ve pH' sı 8.5'un üzerinde olması halinde, kalsiyum ve magnezyumun çözünebilir mineral formlarına dönüştüğünü, ortamda sodyumun başat duruma geçmesine ve bitki gelişme ortamında sodikliğe sebep olduğunu da bildirmişlerdir. Sulama suyundaki yüksek pH' nın fosfor, demir ve çinko yararlılığını etkileyerek bitki alımında problemler oluşturabileceğini ve sulama suyundaki aşırı sodyumun kalsiyum ve magnezyum noksanlığına yol açtığı bildirilmiştir (Bauder vd, (troj.bauder@colostate.edu 970-491-4923).

Tavousi vd (2015), tarafından narda yaptıkları bir çalışmada sulama suyunun tuzluluğundan ortaya çıkan stresin, nar ağacının su kullanma randımanını azalttığını belirtmişlerdir.

Tuz konsantrasyonunda ki artış bitkide sodyum ve klor akümülyasyonunu artırmış, potasyum ve kalsiyum gibi diğer katyonların içeriğini azaltmıştır(Wang ve Han 2007).

Sodyumun yüksek düzeyde olması, bitki hücrelerine ve hücre metabolizmasına zararlı olup, bitki gelişmesinin aşırı miktarda reaktif oksijen türlerinin artmasına ve bitki gelişmesinin azalmasına sebep olur (Mahajan ve Tuteja 2005).

Liang (1999), tuz stresi altında ki bitkilerin, aşırı miktarda reaktif oksijen türleri (süperoksit anyonu, hidroksil, hidrojen peroksit ve single oksijen) üreterek, su eksikliğinden zarar görürler.

Chen vd (2016), sorgum bitkisinin, potasyum noksanlığı şartlarında gelişmesinin ve bitkideki suyun azaldığını, fakat silisyum ilavesiyle bu azalmaların giderildiğini belirtmişlerdir. Araştırmacılar silisyum uygulamasıyla, ksilemde potasyum konsantrasyonunun önemli derecede arttığını, osmotik potansiyelinin azaldığını ve bunun hidrolik iletkenliğini arttırdığını belirtmişlerdir. Araştırmacılar potasyum noksanlık şartlarında silisyum ilavesinin ksilemde potasyum akümülyasyonunu artırarak bitkinin suyunu arttırdığını bildirmişlerdir. Potasyum stomaların açılıp kapanmasında önemli rol oynayarak yaprakta terlemeyi ve bitkinin su içeriğini kontrol ettiği de belirtilmiştir. Kök ksileminde potasyum akümülyasyonu osmotik su absorpsiyonunda artış sağlanmıştır.

Romero-Aranda (2006), silisyum uygulamasının tuz stresi altındaki domates yapraklarının su kapsamını arttırdığını bildirmişlerdir.

Liu vd (2014), kuraklık ve tuz stresleri şartlarında silisyumun kök hidrolik iletkenliğini artırarak bitkinin su içeriğini arttırdığını bildirmişlerdir.

Sezen vd (2010), farklı substrat ortamlarında su düzeylerinin domatesin meyve verimi ve kalitesi üzerine etkilerini incelemişlerdir. Meyvede çözünebilir katı oranı yarayışlı suyun artmasıyla azalmıştır.

Ünlükara vd (2010), patlıcanın gelişmesi ve su tüketimi üzerine sulama suyunun tuzluluğunun etkisini sera şartlarında araştırmışlardır. Araştırmacılar 1.5-2.5-

3.5-5.0-7.0 dS/m düzeylerinde EC' ye sahip sulama suyu uygulamışlar ve kontrol olarak da çeşme suyu kullanmışlardır. Patlıcanın su tüketimi ve su kullanma randımanı, sulama suyunun tuzluluğunun artmasıyla önemli derecede azalmıştır. Tuzluluk patlıcan yapraklarında potasyum kapsamını azaltmış, klor kapsamını arttırdığını bildirmişlerdir.

AI-Harbi vd (2015), domateste sulama suyunun tuzluluğu, bitkinin farklı gelişme dönemlerinde ve su kullanım randımanına etkisi araştırılmak amacıyla yaptıkları çalışmada tuzlu sulama suyunun domatesin meyve verimini ve su kullanma randımanını azalttığını bildirmişlerdir. Tuzlu sulama suyu ilk gelişme dönemlerinde domates verimini % 22, ikinci gelişme dönemlerinde % 24 oranında azaltmıştır.

Domates bitkinin bütün fizyolojik dönemlerinde tuzluluğa orta toleranslı bir bitki olarak sınıflandırılmıştır (Lim ve Ogata 2005).

Domates bitkisinde maksimum ürün için kök zonundan alınan toprak ekstraktının ve sulama suyunun elektriksel iletkenlik değerinin 2.5 dS/m' den büyük olmaması gerektiği bildirilmiştir (Maas, 1986).

12 dS/m EC' ye sahip sulama suyu domates meyve veriminde kontrole göre (1.2 dS/m) %49.7 oranında önemli derecede azalmaya sebebiyet vermiştir. 2.4 dS/m EC değerine sahip olan su verimi etkilememiştir(Alsadon vd, 2009).

Olympios vd (2003) göre, domateste sulama suyunun EC si 1.5 dS/m' den 3.2 dS/m' ye arttığında vejetatif gelişme etkilenmemiş fakat meyve ürünü %45 azalmıştır.

Maggio vd (2007), 9.0 dS/m EC değerine kadar sulama suyunun EC' sinde 1.0 dS/m artışa karşılık domates kuru madde miktarında % 6'lık bir azalma olduğunu, 9.0 dS/m' den sonra sulama suyunun EC'sinde 1.0 dS/m artışa karşılık verimde % 1.4 azalma görüldüğünü bildirmişlerdir.

Munns (2002), tuzlu şartlarda domates meyvesinde iyon ve organik moleküllerin akümüle olduğunu belirtmiştir.

Tuz bitki gelişmesini 2 şekilde etkileyerek inhibe eder: 1.bitkilerin su alımını azaltır 2. gövde ve yaprak üzerinde aşırı terleme sonucu hücrelerde aşırı tuz birikimi yaprak hücrelerinin yanmasına sebebiyet verir (Greenway ve Munss1980).

Rahil vd (2013), kontrol olarak taze su uygulamışlar ve domates bitkisinde meyve verimi üzerine artan EC' lere sahip sulama suyunun her gün, iki günde ve 3 günde bir verilmesi halinde etkisini incelemişlerdir. Araştırmacılar tuzlu sulama suyuyla her gün sulanan domates bitkisinde meyve verimi iki günde bir ve üç günde bir sulanan bitkilere göre daha yüksek bulunduğunu bildirmişlerdir. Tuzlu su sulama amacıyla kullanılacaksa bitkinin kök bölgesindeki tuz seviyesini minimum da tutmak gerektiğine dikkat edilmesini bildirmişlerdir.

Zhai vd (2015), tuzlu suyun meyve yoğunluğunu, çözünebilir katı, vitamin C, şeker asit oranını artırarak domates kalitesini iyileştirdiğini bildirmişlerdir. 5.5 dS/m EC' ye sahip tuzlu sulama suyu yaprak alan indeksini ve klorofil kapsamını 3.0-4.0-4.5-5.0 dS/m EC değerlerine sahip sulama sularına göre daha çok azaltmıştır. Yapılan çalışmada domates kalitesiyle sulama suyunun kalitesi arasında pozitif ilişkiler belirlenmiştir. Domates meyve verimi sulama suyunun tuzluluğu arttıkça azalmış. 5.5 dS/m sulama suyu birinci yıl verimde %22.4- %31.1 oranında, ikinci yıl % 12.6-% 28, üçüncü yıl % 11.7-27.3 oranında kontrole göre azaltmıştır. Çiçek burnu çürüklüğünde önemli artışa yol açan kritik EC seviyesinin 3.0-4.0 dS/m olduğu bildirilmiştir. Tuzlu sulama suyu şartlarında yetiştirilen domateste, çiçek burnu çürüklüğü görülen meyve sayısındaki artış nedeniyle, kontrole göre ekonomik meyve ürünün verimi birinci yıl %8.9-%33.8 oranında, ikinci yıl % 5.1-%30.4 oranında, üçüncü yıl % 10.1-%32.3 oranında azaldığını belirtmişlerdir.

Mousavi vd (2008), 1:1 kum perlit karışımında 10lt saksılarda genç zeytin çeşitlerine, Hoangland's besin çözeltisi içerisinde de 0.0-40-80-120 ve 160 mM sodyum klorür içerecek şekilde artan dozlarda besin çözeltisi uygulanmıştır. Sonuçlar göstermiştir ki zeytinde klorofil-a, klorofil-b ve toplam klorofil tuz seviyesi 40 mM seviyesinde artmasıyla önemli derecede azalmıştır. Tuz stresi zeytinde su potansiyelini önemli derecede azaltmış, sodyum klor konsantrasyonunu ve sodyum/potasyum oranını artırmış 80 mM NaCl seviyesine kadar potasyum kapsamını azaltmıştır. Tuz seviyesi arttıkça yaprak, gövde ve köklerde potasyum, magnezyum, kalsiyum, fosfor ve azot konsantrasyonu önemli derecede azalttığını bildirmişlerdir.

Mozafariyan vd (2013), domates te 0.0-25-50 mM sodyum klorürün gelişme ve fotosentez parametreleri üzerine etkisini araştırmışlardır. 50mM sodyum

klorür muamelesinde taze gövde ağırlığı önemli derecede azalma göstermiştir. Fotosentez hızı, stoma iletkenliği ve suyun etkinliği 50 mM sodyum klorür seviyesinde önemli derecede azalmış, bu tuz seviyesinde fotosentez hızı kontrole göre % 53 oranında azalmış. Fotosentetik su tüketim etkinliği ise % 29 oranında kontrole göre azalma gösterdiğini bildirmişlerdir.

Shahabi vd (2005), sulama suyundaki bikarbonat kapsamının bazı elma çeşitlerinde beslenme bozuklukları üzerinde etkisini belirlemek amacıyla yapmış oldukları çalışmada 0.0-5.0-10-15 ve 30 me/lt bikarbonat içeren sulama suyu uygulamışlardır. 120 gün sonra alınan yaprak örneklerinde 0.0-5.0-10-15 ve 30 me/lt bikarbonat içeren sulama suları klorofil kapsamını sırasıyla %4-%6,5-%18,2 -%35,6 ve %59,4 oranında azaltmıştır. Bikarbonat seviyesi arttıkça elma yapraklarında azot, fosfor ve potasyum konsantrasyonları artış göstermiş, fakat demir, magnezyum ve manganez konsantrasyonları azalma göstermiştir. Yaprakta kalsiyum, bakır ve çinko seviyeleri etkilenmemiştir. Araştırmacılar sulama suyunda bikarbonat iyonunun 5 me/lt' den fazla bulunması halinde sulamada uzun süre kullanabilmek için sülfirik asit ile nötralize edilmesi gerektiğini bildirmişlerdir.

Nourgholipour vd (2011), mısırın kuru madde verimi, demir alımı ve fotokimyasal etkinliği üzerine sulama suyu suyunun asitleştirilmesinin ve demirli gübrenin etkilerini belirlemek amacıyla yaptıkları çalışma da, asitleştirilmiş sulama suyu mısırın kuru madde verimini, fosfor ve demir alımını önemli derecede etkilemiş, fakat klorofil indeksine etkisi önemli bulunmamıştır.

Tavakkoli vd (2016), gerbera menekşesinde gelişme ve fizyolojik özellikler üzerine sulamada kullanılan suyun oluşturduğu alkalilik stresinin ve gelişme ortamının etkilerini incelemiştir. Araştırmacılar sulama suyunun alkaliliğinden ileri gelen stres şartlarında sodyum bikarbonat miktarı 0'dan 40 mM seviyesine artırıldığında bitki gelişiminin fotosentez performans indeksinin, glutamin sentetaz aktivitesinin, yaprakta nisbi su kapsamının(LRWC), klorofil-a, klorofil-b ve toplam klorofil kapsamı ile karotenoid kapsamının önemli derecede azaldığını belirtmişlerdir. Araştırmacılar sulama suyundan oluşan alkalilik stresinden dolayı bitkinin vejetatif gelişmesinde ki nisbi su kapsamında glutamin sentetaz enzim aktivitesi ve fotosentetik pigmentlerdeki azalma, hindistan cevizi iplikçilerinden oluşan substrat ortamında, diğer ortamlara göre daha düşük bulunmuştur.

Araştırmacılar uygun substrat kullanılması halinde sulama suyunda ki yüksek sodyum bikarbonattan dolayı sulama suyundaki aşırı alkaliliğın sebep olduğunu ve stresin giderileceğı ifade etmişlerdir.

Alkalilik sulama suyunda bilinmesi gereken önemli bir kalite parametresi olup gelişme ortamının pH' sını etkiler (Petersen 1996).

Bikarbonat ve karbonat sulama suyunun alkaliliğine sebep olan ana iyonlardır, yüksek alkaliliğe sahip su, gelişme ortamının pH' sını kötü etkileyerek kök hücre yapısını bozar, besin element alımını interfere eder, besin noksanlıkların sebebiyet verir ve dolayısıyla bitki gelişimini azalttığını belirtmiştir (Yang ve 2009).

Sulama suyunda yüksek bikarbonattan ileri gelen alkalilik nedeniyle, ortamın pH' sı yükselmekte, bu nedenle demirin yarayışlılığın da azalmadan dolayı demir noksanlığıyla ilgili olarak yapraklarda kloroza sebebiyet verebilmektedir (Römheld 2000).

Demir klorozunun ana sebebi fotosentetik pigmentlerde azalma olduğu, yapraklarda karotenoidlerin klorofile nazaran daha yüksek değerlere çıktığı ve kloruzlu yaprakların bu nedenle (karotenodin nisbi oranı arttığı için) sarı renk gösterdiğini belirtmişlerdir (Morales vd, 1998).

Valdez- Aguilar ve Reed (2007), cezayir menekşesinde 6.8 mM sodyum bikarbonat içeren sulama suyu uygulandığında klorofil kapsamında % 10 azalma olduğunu bildirmiştir.

Mohsenian vd (2012), 10 mM sodyum bikarbonat içeren alkaliliğın yüksek sulama suyu, yaprağın nisbi su kapsamında azalmaya sebep olduğunu bildirmişlerdir.

Yaprakta nisbi su kapsamındaki azalma suyun yarayışlılığın sınırlanması sonucu olup bu bitki gelişiminin azalmasına neden olduğunu bildirmiştir (Marschner 1995).

Karaivazoğlou vd (2005), sulama suyundaki klorürün tütün bitkisinin boyu ve yaprak sayısındaki zararlı etkisi klor konsantrasyonu litrede 40 mg'ın üstünde, dikimden 30 gün sonra görüldüğünü bildirmişlerdir. Sulama suyunda klorün zararlı etkisi klor konsantrasyonu litrede 40 mg kadar ise nitrat formundaki azotla önlenemediği bildirilmiştir. Zira araştırıcılar klorün çiçeklenme, yapraklarda klorofil

kapsamı gibi bazı özellikler üzerindeki etkisinin kullanan azot formuna göre değiştiğini belirtmişlerdir.

Tuzluluk nedeniyle bitkilerde görülen zararlı etkiler yapraklarda klor ve sodyumun aşırı birikiminden dolayı yaprakta kalsiyum, magnezyum ve potasyum konsantrasyonundaki azalmadan ileri geldiğini bildirmişlerdir (Zekri ve Parsons 1990).

Yaprakta aşırı sodyum konsantrasyonunun fotosentez ve terlemeyi de negatif etkilediği de bildirilmiştir (Behboudian 1986).

Tuzluluğun zararlı etkisinin sodyumla potasyum arasındaki antogonistik etkiden dolayı potasyum noksanlığı sebebiyle oluştuğu belirtilmiştir (Levitt 1980).

Ali vd (2004), bitki gelişmesi ve verimi üzerine tuzluluğun zararlı etkisinin 1. osmotik etkiden 2. iyon toksitesinden 3.besin dengesizliğine sebep olarak fotosentetik etkinlikte azalma olduğunu bildirmişlerdir. Araştırmacılar çeltikte tuzlulukla yaprakta klorofilin, bitki başına verimin, kardeşlenmenin, fertilitenin azaldığını da bildirmişlerdir.

Nohut ve soya fasulyesinin de sodyum klorür konsantrasyonu 0.05m/l' den fazla olduğunda bitki gelişiminin azot fiksasyonu ve bitki dokusunda azot kapsamının azaldığı bildirilmiştir (Elsheikh ve Wood 1990).

İnal (2002), tuz uygulamasının bitkinin kalsiyum kapsamını, fosfor, azot ve kalsiyum alımını azalttığını bildirmiştir.

Turhan ve Atilla (2004), sodyum klorür seviyesi 500 ppm' den, 2000 ppm'e kadar arttıkça çilek bitkisinde sodyum, klor, magnezyum, kalsiyum kapsamında artış, buna karşın potasyum ve fosfor kapsamında azalmaya neden olduğunu bildirmişlerdir.

Badr ve Talaab (2008), domates bitkisinde düşük tuz düzeyinde domatesin, artan azot dozuna domatesin pozitif respons verdiğini, buna karşın yüksek tuz düzeyine artan azotun etkisiz kaldığını ve verimi kötü etkilediğini bildirmişlerdir. Araştırmacılar tuzluluk seviyesinin artması sonucu potasyum, kalsiyum, magnezyum konsantrasyonunun azaldığını, yaprakta sodyumun akümüle olduğunu da bildirmişlerdir. Tuz stresine maruz kalmış bitkilerin yeterli miktarda gübre ile gübrelendiklerinde iyi performans gösterdikleri de belirtilmiştir.

Del Amor vd (2001), domates bitkisinin özellikle fide döneminde tuzluluğa daha hassas olduklarını bildirmişlerdir.

Afshari vd (2011), sulama suyunun tuzluluğunu ve pH' sını domates bitkisinin bazı besin elementlerin absorpsiyonu ve verimi üzerine etkilerini araştırmışlardır. Tuzluluk ve pH artıkça yaprakta fosfor, kalsiyum ve potasyum kapsamı, bitkinin kuru ağırlığı, yaprak alanı, bitki boyu azalma göstermiş. Yaprakta sodyum kapsamı önemli derecede artmıştır. Tuzluluk ve pH da ki artış yapraktaki sodyum kapsamındaki artışa, bitki gelişiminde azalmaya sebebiyet verdiğini bildirmişlerdir.

Roosta (2011), sulama suyunun alkaliliğinin bitki gelişmesi için önemli olduğunu belirterek 5.0-6.0-7.0 ve 8.0 pH değerlerine sahip sulama suyunun marulda etkisini incelemiş, pH 5'te fotosentezin etkin olması sebebiyle bitkilerin iyi geliştiği, pH 7' ye yükselmesiyle yaprakta magnezyum kapsamının arttığını, pH 8' de azaldığını, pH nın yükselmesiyle demir, mangan ve çinko konsantrasyonunun azaldığını bildirmiştir. Yüksek pH ve karbonat içerikli sulama sularının pH'nı 5'e düşürmek için asit kullanılmasının faydalı olacağını da belirtmiştir.

Valdez-Aguilar ve Reed (2007), 10mM sodyum bikarbonat içeren sulama suyunun kontrole göre klorofil konsantrasyonunu ve gövde kuru madde miktarını %10 azalttığını bildirmişlerdir. Araştırmacılar sulama suyundaki EC değeri 1.7 dS/m ise domatesteki verimin %100'ünün, 2.3 dS/m ise verimin %90'ının, 3.4 dS/m ise verimin %75'inin, 5.0 dS/m ise verimin %50'sinin alındığını ve domates bitkisinin tuza orta toleranslı, bora toleranslı bitki olduğunu bildirmişlerdir.

Marchese vd (2008), domates meyvesi üzerinde negatif etki, sulama suyunun EC değerinin 2.5-3.0 dS/m'nin üzerinde olması halinde, gövde ve yaprak üzerindeki negatif etkisinin 4.5-5.0 dS/m'in üzerinde olması halinde ve kök gelişimi üzerindeki negatif etkinin ise 6.0 ds/m'nin üzerinde görüldüğünü bildirmişlerdir.

Reina- Sanchez vd (2005), sulama suyunun EC'si 5.0-6.0 dS/m olduğunda domates meyve verimindeki azalmanın %10, 8 dS/m olduğunda %30, 10 dS/m olduğunda %40 olduğunu bildirmişlerdir.

Kahlaoui vd (2011), domatesin gelişme ortamında domatesin su ihtiyacının %70'nin su verilmesi halinde tuzlu sulama suyunun domatesi kötü etkilediğini

bildirmişlerdir. Araştırmacılar tuzlu su ile sulanması durumunda bitkinin su ihtiyacının altında verilen tuzlu sulama suyunun toprakta tuzluluğu artırdığı da bildirilmiştir. Araştırmacılar tuzlu sulama suyunun çiçek sayısını, meyve sayısını, meyve büyüklüğü, meyve verimini azalttığını, domates meyvesinde titre edilebilir asitliği ve çözünebilir katı oranını arttırdığını, çiçek burnu çürüklüğünü arttırdığını, buna karşın meyve büyüklüğünün ve meyve veriminin pH'nı azalttığını da bildirmişlerdir.

Bor düşük konsantrasyonlar da bitki için esansiyel bir element olup, yüksek konsantrasyonlar da ise bitki gelişmesini ve verimi sınırlayan bir elementtir. Bor ve tuzluluğun domates üzerine etkisinin belirlemek üzerine yapılan araştırmada tuz düzeyleri 1.0-3.0-6.0 ve 9.0 dS/m ve bor düzeyleride 0.028-0.185- 0.37 -0.74- 1.11 ve 1.48 mol/m³ uygulanmıştır. Aşırı bor verimi ve domates bitkisinde terlemeyi azaltmıştır. Bor ve tuz birlikte uygulandıklarında bu etki kısmen azalmıştır. Tuzlu ve borlu sulama suyu bitkinin su kullanımını etkilemiştir. Yaprakta bor kapsamının artmasıyla verimde azalma olmakla birlikte tuzluluğun artışı, bor akümülyasyonunun azalmasına yol açmıştır.

Gulati vd (1980), en yüksek verimin domateste sulama suyundaki bor seviyesinin 1.5 ppm olması durumunda elde edildiğini, buğdayda ise 3.0 ppm olması durumunda elde edildiğini bildirmişlerdir.

Kaya vd (2009), bor kapsamı yüksek sulama suyuna, fosforlu gübre ilave edildiğinde domates bitkisinde meyve verimi ve gelişmesi üzerinde yüksek borun, zararlı etkisinin giderildiğini bildirmişlerdir.

Francois (1984), domates bitkisinde toprak çözeltisinde 0.1mM bor artışının meyve veriminde %3.7'lik azalmaya neden olduğunu bildirmişlerdir.

Sulama suyunda tuzluluk (sodyum, kalsiyum, magnezyum, klor ve sülfat), alkalilik ile birlikte (karbonat ve bikarbonat) besin alımında ve osmotik basınç üzerindeki etkisinden dolayı bitki de daha çok toksik etki gösterirler (Valdez-Aguilar, 2009).

Sera şartlarında tuzlu su kullanımı domates bitkisinin kök bölgesinde özellikle vejetatif gelişmenin orta dönemlerinde tuzluluğu önemli derecede arttırmıştır (Shibli 1993).

Boamah vd (2011), EC değerleri 1.7- 2.3-3.4-5.0 dS/m seviyelerinde olan sulama sularının domates veriminde sırasıyla %0-10-25 ve 50'lik azalmaya neden olduğunu bildirmişlerdir.

Scholberg ve Locascio (1999), 4 dS/m tuzluluğa sahip suyun damla sulama tarzında kullanması hainde meyve sayısında, meyve veriminde, ortalama meyve ağırlılığında azalmaya sebep olmuştur. Araştırmacılar N, P, K ve humik asitin tuzlu sulama suyun kullanılması durumunda fosforun yarayışlı ve alış formuna katkı sağladığı bildirmiştir.

Feleafel ve Mirdad (2014), domateste tuzlu sulama suyu kullanıldığında tuzun meyve verimi, kalitesi, bitkinin su kullanma randımanı üzerindeki zararlı etkisinin 750 ya da 1500 mg/lt humik asit ile birlikte 1:2:1 NP₂O₅K₂O 'ya sahip besin çözeltisi uygulandığında giderildiğini bildirmişlerdir.

2.6. Silisyumun Bitki Gelişmesi, Beslenmesi ve Tuz Toleransı Üzerine Etkileri

Domates bitkisi üzerinde uyarıcı bir etkisi olan diğer bir element silisyumdur. Silisyumun bitki gelişimi üzerine faydalı etkisi amorf silika (SiO₂.nH₂O) ve opal phytolit formlarında silisyum birikmesinden dolayı hücre duvarının sağlamlaştırılmasıyla alakalı olduğu ifade edilmiştir (Epstein, 1999). Miyake ve Takahashi (1978), silisyumun domates için mutlak gerekli bir element olduğunu bildirmiştir. Buna rağmen domatesin silisyumu uzaklaştıran bir bitki olduğu şeklinde bir sınıflama yapılmış, köklerde silisyum konsantrasyonunun gövdeye göre daha yüksek olduğu ifade edilmiştir (Heine vd, 2005).

Dannon ve Wydra (2004)'e göre besin solüsyonuna silisyumun ilavesi hidroponik kültürde yetiştirilen domateste *Ralstonia solanacearum* tarafından sebep olan bakteriyel solgunluğun görülme durumunu azaltmıştır. Son zamanlarda domates bitkisinin gelişimi üzerine NaCl tuzluluğunun zararlı etkisini silisyumun azalttığı tespit edilmiştir (Stamatakis vd, 2003). NaCl tuzuna maruz kalmış domates bitkisinin gelişmesi üzerinde silisyumun uyarıcı etkisi, sodyum ve klor alımının azaltılmasına (Stamatakis vd, 2003), bitkinin su statüsünün iyileştirilmesine (Romero-Aranda vd, 2006), süperoksit dismutaz ve katalaz enzim aktivitelerinin artışına atfedilmiştir. Zira süperoksit dismutaz ve katalaz enzimleri bitki dokusunu tuzun oksidatif zararından koruduğu da belirtilmiştir (Al-Aghabary vd, 2004). Ayrıca silisyumun

NaCl tuzuna maruz kalmış domates bitkisinde net fotosentezi artırdığı tespit edilmiştir. Silisyumun bu etkisi yaprak klorofil kapsamının artışı ve fotosistem 2'nin fotokimyasal etkinliğinin artırılmasıyla ilişkili bulunmuştur (Romero-Aranda vd, 2006).

Toprakta yetiştirilen domates bitkilerinde silisyum yetersizliği nadiren gözükür. Çünkü yer kabuğunda silisyum oldukça yüksektir. Bununla beraber hidroponik yetiştiricilikte ve inert substrat ortamında yapılan yetiştiricilikte sulama suyunun silisyum konsantrasyonuna bağlı olarak besin çözeltisine mutlaka belirli miktarda silisyum ilave edilmelidir. Şayet sulama suyunda silisyum konsantrasyonu düşük ise domates besin çözeltisine 1.0-2.0 mM ekstra ilave edilen silisyumun faydalı olduğu belirtilmiştir. Stamatakis vd (2003), topraksız kültürde besin çözeltisine 2.25 mM silisyum ilavesinin tuzluluğa maruz bırakılmamış domates bitkisinde çiçek burnu çürüklüğü görülen meyve sayısını azalttığını bildirmişlerdir.

Silisyum esansiyel bir element olmamakla beraber Wattanapayapkul vd (2011), siliyumlu gübrelere bitkilerde birçok pozitif etkileri olduğunu, silisyumun tuz stresini, metal toksitesini, kuraklık stresini, radyasyon zararını azaltarak, çeşitli hastalıkları engelleyerek, besin dengesizliğini, yüksek sıcaklık ve don zararını önleyerek faydalı etkiler gösterdiğini bildirmiştir. Liang vd (1996), silisyum ilavesinin yaprak hücrelerinde plazma membranının geçirgenliğini azaltarak kloroplastlar üzerinde NaCl'ün zararlı etkisinin azaltıldığını kloroplastların yapılarının daha iyi olduğunu bildirmişlerdir. Mohaghegh vd (2011), bitkilerin silisyum kapsamlarıyla katalaz ve askorbat peroksidaz enzim aktivitesi arasında pozitif korelasyonun bulunduğunu bildirmişler ve silisyumun antioksidan enzimlerin aktivitelerini artırarak hıyar bitkisinde hastalığa ve oksidatif strese dayanıklılığı arttırarak hıyar bitkisinin gelişimini artırdığını belirtmişlerdir. Amirossadat vd (2012), topraksız yetiştiricilikte torf-perlit ortamına hıyar bitkisine uygulanan besin çözeltisinde 0-25-50-75 ve 100 mg/L olacak şekilde sodyum silikat uygulamıştır. Besin çözeltisinin EC'sini NaCl kullanarak 2.5-3.5 ve 4.5 dS/m olacak şekilde ayarlamıştır. Hıyarda tuz stresinin azaltılması üzerine silisyumun etkisini araştıran araştırmacılar bu çalışmada sodyum silikatın tuz stresine karşı bitkide dayanıklılığı arttırdığı silikatın klorofil kapsamını arttırdığını, fakat bitkinin boyunu azalttığını tespit etmişlerdir.

Adatia ve Besford (1986), hıyarın topraksız yetiştiriciliğinde silisyumun pozitif rolü olduğunu ortaya koymuşlardır. Savvas vd (2007), hidroponik olarak yetiştirilen gül bitkisinde kök bölgesinde NaCl konsantrasyonu arttıkça gülün vejetatif ağırlığının, bitki başına çiçek sayısının, ortalama çiçek ağırlığının azaldığını bildirmişlerdir. Araştırmacılar değişik tuz düzeylerinde silisyum uygulaması arttıkça vejetatif gelişmenin arttığını, bitkinin daha iyi geliştiğini, bitki başına çiçek sayısının özellikle düşük tuz düzeylerinde silisyum uygulamasıyla arttığını bildirmişlerdir. Bununla birlikte silisyum uygulamasıyla tuzun zararlı etkisinin önlenmesinde tam başarı sağlanamadığını da belirtmişlerdir. Araştırmacılar yaptıkları bu çalışmada kök ortamında silisyum konsantrasyonu arttıkça Na ve Cl'ün gülün genç kısımlarına taşınımının azaldığını da bildirmişlerdir.

Voogt (1988), topraksız yetiştiricilikte silisyum ilavesinin bitkilerde mildiyö ve mangan toksitesini önlediğini belirterek silisyumun yapraktan veya damla sulama şeklinde kök ortamına verilmesi gerektiğini bildirmiştir. Yazar ayrıca silisyumlu gübrelerin çözünebilir olmasını, besin çözeltisinde stabil kalması gerektiğini bir diğer besin elementleri ile interferans yapmaması ve pahalı olmaması gerektiğini de bildirmiştir.

Hattori vd (2005), silisyumun özellikle stres şartlarında bitki gelişimini ve verimini artırmak amacıyla uygulanması gerektiğini bildirmişlerdir.

Besin dengesizliğinin iyileştirilmesi, mineral toksitesinin azaltılması, bitki dokusunun mekanik özelliklerinin iyileştirilmesi, tuz, metal toksitesi, besin dengesizliği, yatma, kuraklık, radyasyon, yüksek sıcaklık, don ve ultraviyole ışınları gibi strese sebep olan şartlarda bitki gelişiminin artırılması amacıyla silisyum uygulamalarının önem taşıdığı bildirilmiştir (Ma ve Yamaji, 2006). Biel vd (2008), silisyumun bitkilerde koruyucu rolünün hücre içerisinde polysilicic asitin akümüasyonu ile ilişkili olduğunu bildirmişlerdir. Matichenkov vd (2000), bitki dokusunda polysilicic asitin konsantrasyonunun artışıyla birlikte bitkilerin stres şartlarına toleranslarının arttığını bildirmişlerdir. Silisyum ilavesi yaprak hücrelerinin plazma membranlarının geçirgenliğini azaltarak kloroplastların yapılarını iyileştirdiği, NaCl stresinin verdiği zararı azalttığı bildirilmiştir (Liang vd, 2003). Al-Aghabary vd (2004), tarafından yapılan çalışma sonuçları domatestede silisyumun süperoksit dismutaz ve katalaz aktivitesini artırarak NaCl stresinin verdiği zararı

önlediğini bildirmişlerdir. Liang vd (2003), tuz stresine maruz kalmış bitkilerin köklerinde silisyumun süperoksit dismütaz, katalaz ve glutation redüktaz enzim aktivitelerini artırdığını göstermişlerdir. Molassiotis vd (2005), tuz stresi altında süperoksit dismütaz aktivitesinin arttığını rapor etmişlerdir. Zhu (2001), ise silisyum ilavesiyle tuz stresi altında hıyar bitkisinin süperoksit dismütaz, guaiacol peroksitaz ve askorbat peroksidaz enzimlerinin aktivitelerini artırdığını bildirmişlerdir. Söylemezoğlu vd (2009), üzümde bor toksitesi, tuz stresi, bor toksitesi-tuz stresi koşullarında silisyum uygulamalarının süperoksit dismütaz ve katalaz enzim aktivitelerini azalttığını fakat askorbat peroksidaz enzim aktivitesini artırdığını bildirmişlerdir.

Hwang vd (2005), topraksız yetiştiricilikte kayayünü ortamında yetiştirilen Pinocchio gülünün gelişiminin ve çiçek kalitesinin potasyum silikat uygulamalarıyla arttığını bildirmiştir. Ayrıca hidroponik kültürde gerbera yetiştiriciliğinde besin çözeltisine silisyum ilavesinin çiçek kalitesini arttırdığı ve faydalı olduğunu belirtmişlerdir.

Birçok çalışmalar çok az miktarda silisyum ilavesi sonucu buğdayın, meskit (Mesquite), gerbera çiçeği (papatyagil), gülün, kabağın, arpanın, zinnianın (papatyagil), tuza toleransının önemli derecede arttığını göstermiştir (Kamenidou vd, 2009).

Reezi vd (2009), silisyum uygulamasının tuz stresine maruz kalmış gül bitkisinde malondialdehit kapsamını azalttığını, çiçek sayısını artırdığını, NaCl'ün silisyum olmadan uygulanması durumunda yaprak alanının azaldığını fakat, NaCl silisyumla birlikte uygulandığında tuz zararının kontrol edildiğini bildirmişlerdir.

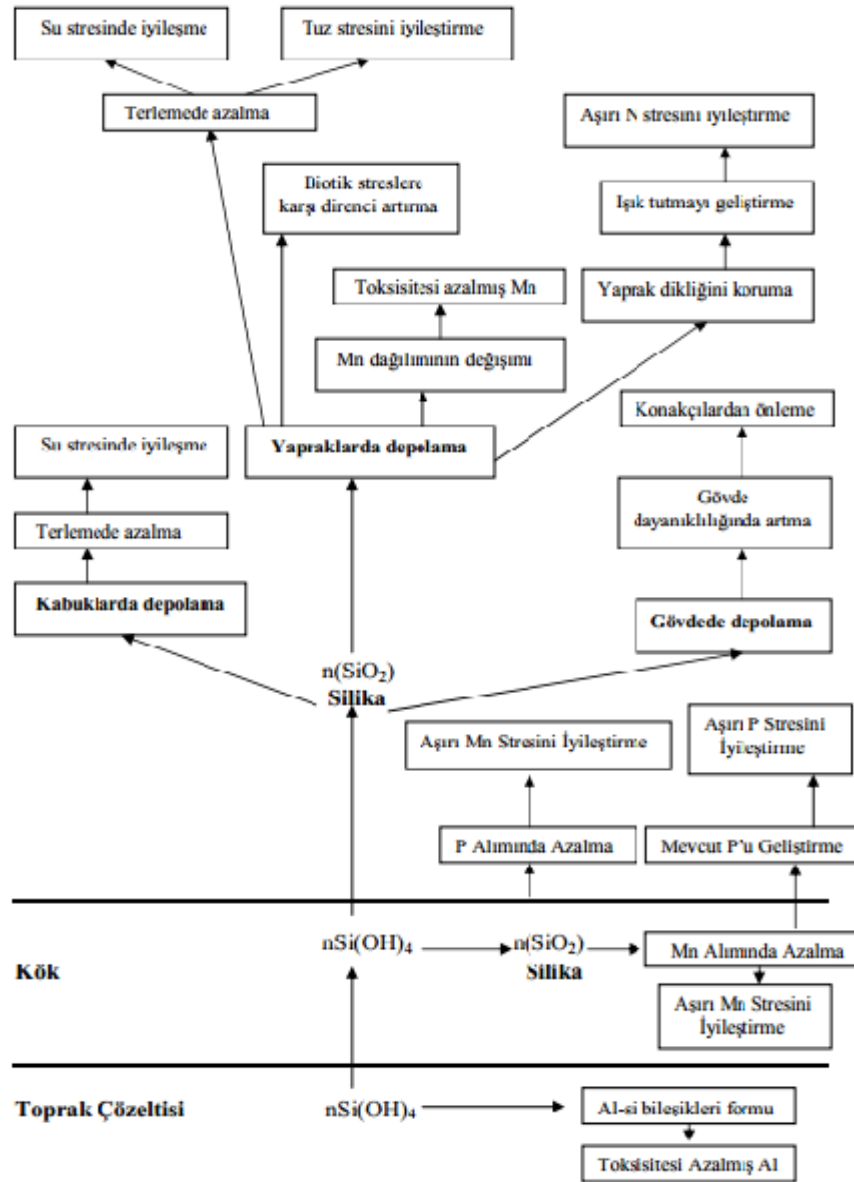
Silisyumun Na alınımını azaltarak veya antioksidan enzim aktivitesini artırarak bitkide tuz stresini önlediği belirtilmiştir (Zhu vd, 2004a; 2004b).

Silisyum yeryüzünde en bol bulunan ikinci elementtir. Bitki beslenmesi üzerindeki rolü iyi anlaşılmamış bir çok metabolik, fizyolojik aktivitelerde önemli roller oynayan bir elementtir (Epstein, 1994).

Silisyumun bitkilerde Mn toksitesi (Shi vd 2005), Al toksitesi (Soldos vd, 2003), kadmiyum toksitesi (Liang vd, 2005), tuz stresi (Aranda vd, 2005) ve kuraklık stresine (Gong vd, 2005) karşı bitki direncini veya toleransını artırdığı belirtilmiştir. Yeterince silisyum alan bitkilerin mantari hastalıklara ve böcek zararlarına karşı

dayanıklılık gösterdikleri Mn ve Fe alınımını azaltarak silisyumun bitkiyi bu elementlerin toksik etkisinden koruduğu bildirilmiştir (Ma vd, 2001).

Domates ve hıyar (Miyake ve Takahaski, 1983) soya fasülyesi (Miyake ve Takahaski, 1985) ve çilek (Miyake ve Takahaski, 1986) için silisyumun gerekliliği kabul edilmiştir. Ma ve Takahaski (2002), silisyumun pamuk, buğday, yerfıstığı, kakao, elma, tütün ve kavun gibi diğer bitki türlerinin de büyümelerine yararlı etki sağladığı belirtilmiştir (Şekil 2.10)



Şekil 2.10. Bitki büyümesi üzerine silisyumun yararlı etkileri

Bradbury ve Ahmad (1990), yüksek toprak tuzluluğu olan alanlarda silisyum dioksit kullanımının yararlı olduğunu bildirmişlerdir.

Silisyumun yetersiz olması durumunda hıyarda yapraklarda yaşlanma, domateste genç yapraklarda şekil bozuklukları, dışa doğru kıvrılarak sarılma, yaprakta incelme, yüksek steriliteli küçük başakçık oluşumu, yaprak gövde ve köklerde fungal ve bakteri hastalıkları ve böcek zazarlanmalarında artış görülmüştür (Singh vd, 2005).

Silisyumun yüksek dozlarda uygulanması ile bitkilerde oluşabilecek zararlar nadirdir. Ayçiçeği bitkisinde yüksek oranda uygulanan Si çiçeklerin deforme olmasına bitki büyümesinin gerilemesine sebep olmuştur (Mattson, 2012). Aşırı silisyum uygulamasının toprakta Zn'nun yararışlılığını azaltabileceğini ve bitkilerde Zn noksanlığına sebep olabileceği belirtilmiştir (IRRI, 1981).

Epstein, (1999); Matichenkov vd (1999), 1840'dan bu yana çok sayıda çalışmaların Si gübrelemesini çeltik, arpa, buğday, mısır, şeker kamışı, hıyar, domates ve turunçgillerde büyüme ve verim üzerine olumlu etki sağladığını belirtmişlerdir.

Birçok bitki türünde silisyumun köklerin endodermal hücrelerinde birikmesi sonucu, fosforun kökten ksileme olan radyal taşınımının oluşturulan bariyer sebebiyle, bitkilerin fosfor alınımının azaldığı belirtilmiştir (Lux vd, 2003).

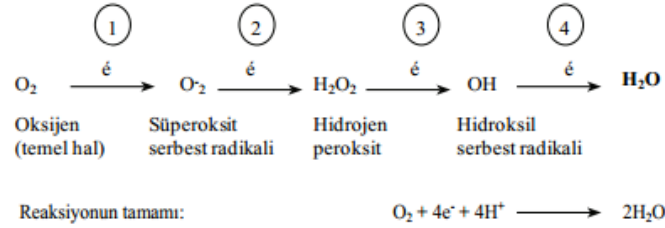
Tuna vd (2008), tam besin solüsyonunda ve tuz stresi altında (100 mM NaCl) gelişen buğday bitkisine 0.25 ve 0.5 mM Na₂SiO₃ ilavesinin tuzluluğun bitki kuru madde ve klorofil içeriği üzerindeki negatif etkilerini kaldırdığını ifade etmişlerdir. Ayrıca, silisyum ilavesiyle yapraklarda prolin içeriği ve membran permeabilitesinin azaldığını bildirmişlerdir.

Horuz ve Korkmaz (2014), silisyum gübrelemesiyle çeltik dane veriminde sağlanan ortalama artışın EC'si 3.55 dS/m olan toprakta % 55,5; EC'si 10.8 dS/m olan toprakta ise % 2,31 olduğunu bildirmişler, tuz * silisyum interaksiyonunun dört toprakta önemli olduğunu ve optimum silisyum dozunun toprakların tuz seviyelerine göre değiştiğini belirtmişlerdir. Toprakların EC seviyeleri arttıkça yararışlı silisyum kapsamında ve silisyum gübrelemesinin çeltik dane veriminde sağladığı artışlarda azalma görüldüğünü de bildirmişlerdir. Ayrıca silisyumlu gübreleme ile danenin

K/Na, Ca/Na, Mg/Na ve P/Na oranlarının genellikle arttığını silisyumlu gübrelemenin toprakta tuzluluk ve alkaliliğin zararlarını azaltan pratik bir uygulama olabileceği bildirilmiştir.

Horuz vd (2013), Samsun'un Bafra ve Terme İlçelerinden alınan çeltik topraklarının % 83'ünde silisyumlu gübreleme ile çeltik dane veriminin önemli derecede arttığını (% 1,56-% 45,85) bildirmişlerdir. Ayrıca toprakların değişik dozlarda silisyuma ihtiyaç duydukları da belirtilmiştir.

Silisyum dioksitin çeltik kavuzunda depolanması, transpirasyonu azaltır ve su stresini önler. Ayrıca silisyum, tuz stresi şartlarında etileni uyarmak suretiyle yaprakların süperoksit dismutaz aktivitesini (SDA) artırarak hücrede lipidlerin peroksidasyonuna sebep olan reaktif oksijen türlerini (süperoksit radikali $\cdot O_2^-$, H_2O_2 ve OH) baskılamaktadır (Alexieva et al 2003; Edreva 2005). Bu olay süperoksit olarak adlandırılan reaktif oksijen türlerinin H^+ -ATPaz (H^+ pompası) tarafından protonlanarak H_2O 'ya indirgenmesiyle gerçekleştirilmektedir (Şekil 2.11).



Şekil 2.11. Oksijenin mono elektron redüksiyonu ile H_2O 'ya indirgenmesi (Acar,1999)

Bu sayede bitkiler için hayati öneme sahip plazma membranlarının fonksiyonu, strüktürel yapısı ve dengesi korunmaktadır (Munns ve Tester, 2008)

Shi vd (2016), silisyumun bitkilerde kuraklığa toleransı arttırdığını, fakat mekanizmasının hala anlaşılmadığını belirtmişlerdir. Araştırmacılar yaptıkları çalışmada sulama suyuna 2.5 mM silisyum ilavesinin domatestede kuraklığın gelişme ve fotosentez üzerine olumsuz etkisini önleyerek, gelişmeyi ve fotosentezi arttırdığını, su stresi altında bitkinin su içeriğini artırdığını bildirmişlerdir. Araştırmacılar su stresi altında domatestede kök hidrolik iletkenliğinin azaldığını, fakat silisyum ilavesiyle kök hidrolik iletkenliğinin arttığını belirtmişlerdir. Silisyum ilavesinin süperoksit dismutaz ve katalaz enzim aktivitesini ve köklerde stres şartlarında

askorbik asit ve glutasyon seviyesinin artırdığını belirterek, silisyumun domates bitkisinde su alımını ve kök hidrolik iletkenliğini artırdığını, su stresine tolerans sağladığını bildirmişlerdir. Silisyumun kök hücre membranların da kuraklıktan ileri gelen oksitatif zararı azaltarak kök hidrolik iletkenliğini arttırdığı da bildirilmiştir. Kaya vd (2007), mısır bitkisinde silisyum ilavesinin potasyum ve kalsiyum içeriğini arttırdığını bitkilerde mineral dengenin korunmasında önemli rol oynadığını bildirmişlerdir.

Çeltik yapraklarında silisyum depolanması kütikula yoluyla transpirasyonu azaltarak, silisyumun kuraklığa toleransı artırdığı belirtilmiştir (Matoh vd, 1991). Bununla birlikte Gao vd (2006), mısır bitkisinde silisyum ilavesinin yaprakta kütiküler transpirasyonu etkilemediği fakat stomadan terlemeyi azalttığını bildirmişlerdir.

Tuz stresine maruz kalmış arpa köklerinde silisyum ilavesi sodyum ve klor düzeyini azaltmış, fakat potasyum içeriğini arttırarak, silisyumun bitkiye tuz toleransını arttırmıştır

(Liang ve Ding 2002).

Güneş vd (2007a ; 2007b), domates bitkisinde silisyumun köklerden gövdeye sodyumun, klorun ve borun taşımını azalttığını rapor etmişlerdir. Ayrıca araştırmacılar arpa bitkisinde de silisyum ilavesinin gövdede sodyum ve bor konsantrasyonunu azalttığını belirtmişlerdir.

Tuza maruz kalmış domates, hıyar ve mısır bitkilerinde silisyum ilavesi süperoksit dismütaz aktivitesini artırmış, hidrojen peroksit seviyesini azaltmıştır (Moussa 2006).

Nasseri vd (2012), tuz stresi şartlarında çemen otu bitkisinde gelişme ve fizyolojik parametreler üzerine silisyumun etkisinin araştırmışlardır. Yapılan çalışmada deneme 4x2 faktöriyel deneme deseninde kurulmuş, sulama suyunda EC 4 seviyede, silisyum 2 seviyede uygulanmıştır. Sulama suyunda sodyum klorür seviyeleri 0-60-120-180mm ve silisyum seviyeli 0.0-1/5 mM olup Na_2SiO_3 formundadır. Araştırmacılar silisyumun yapraklarda nisbi su kapsamını, klorofil-a ve klorofil-b kapsamını yükseltmesi sonucu bitkinin tuza toleransını artırdığını bildirmişlerdir.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

Saksı Denemesi: 3lt lik saksılara 1:1 torf, perlit karışımından 1100 gr substrat koyulmuş, tarla kapasitesinde saksıların toplam ağırlığı 2800 gr dır. Denemede deniz suyu, çeşme suyu ile seyreltilerek aşağıda belirtilen 4 farklı sulama suyu yapılmıştır:

1-) Tam deniz suyu 2-) ½ deniz suyu + ½ çeşme suyu 3-) ¼ deniz suyu + ¾ çeşme suyu 4-) Tam çeşme suyu (kontrol)

Her sulama suyuna silisyum formunda 0.0-0.5-1.0-2.0 mM silisyum ilave edilmiştir. Tesadüf parsellerinde 4x4 faktöriyel deneme planında yürütülen çalışmada her muamele 3 tekerrürlü yapılmıştır.

Denemede Tybiff Aq Tohum domates çeşiti fideleri 07/04/2016 tarihinde her saksıya 1'er tane domates fidesi dikilmiştir. Denemede domatese dikimden hasata kadar (70 gün) aşağıda bileşimi verilen ve Alparslan vd (1998), tarafından bildirilen besin çözeltisi uygulanmıştır:

1.25mM KH ₂ PO ₄	15µM Fe (FeEDDHA)
4.25mM Ca(NO ₃) ₂ ·4H ₂ O	10µM Mn (MnCl ₂)
1.25mM NH ₄ NO ₃	5µM Zn (ZnSO ₄ ·7H ₂ O)
4.0mM KNO ₃	30µM B (H ₃ BO ₃)
2.0mM MgSO ₄ ·7H ₂ O	0.75µM Cu (CuSO ₄ ·5H ₂ O)
1.75mM K ₂ SO ₄	0.5µM Mo [(NH ₄) ₆ Mo ₇ O ₂₄ ·4H ₂ O]

Domates bitkisine dikimden ilk meyve oluşum dönemine kadar her gün 150 ml besin çözeltisi 300ml sulama suyu, ilk meyve oluşumundan hasata kadar ise her gün 300ml besin çözeltisi, 600ml sulama suyu verilmiştir. Domatese sulama suyu ve besin çözeltisi verildikten sonra her saksı serbest dreneja bırakılmış, takip edilerek saksıdan su akışı bitince, tarla kapasitesinde iken saksılar tartılmıştır. Ertesi günü tekrar sulama yapmadan saksıların tartımları alınarak, günlük su kaybından hareketle bitkinin günlük su tüketimi belirlenmiştir. Günlük su tüketimi dikkate alınarak

dikimden ilk meyve oluşumuna kadar ve ilk meyve oluşumundan hasata kadar geçen zaman periyodunda bitkinin toplam su tüketimi hesap edilmiştir. Denemede bitki yapraklarının klorofil kapsamları klorofilmetre ile ölçülmüştür. Ayrıca hasata yakın taze yaprak örnekleri alınarak, taze yaprak örneklerinde aktif demir, klorofil-a, klorofil-b ve toplam klorofil, karotenoid ve ferrik redüktaz aktivitesi belirlenmiştir.

Son hasat 16 Haziran 2016 tarihinde yapılarak sulama suyu çeşiti ve silisyum dozlarına göre taze domates meyve verimi, meyve sayısı belirlenmiştir. Ayrıca her muamele için ortalama meyve ağırlığı tespit edilmiştir. Meyve hasatı yapılırken çiçek burnu çürüklüğü gösteren domates meyveleri sayılmıştır. Ayrıca her saksı da ki bitkiler kesilerek kağıt torbalara konulmuş, 65°C derecede kurutularak sulama suyu çeşiti ve silisyum dozlarına göre sap verimi kuru madde olarak belirlenmiştir. Ayrıca hasat döneminde yaprak örnekleri alınmış 65°C derecede kurutularak öğütülmüş ve kuru yaprak örneklerinde azot, fosfor, potasyum, kalsiyum, magnezyum, kükürt, sodyum ve klor belirlenmiştir. Sulama suyu ve silisyum dozlarına göre her muamele için domates meyve örnekleri 65°C de kurutularak meyvede kuru madde, potasyum, kalsiyum, sodyum ve klor belirlenmiştir. Ayrıca taze domates meyvesinde briks(suda çözünebilir katı), asitlik ve nitrat belirlenmiştir.

3.2. Yöntem

3.2.1. Meyvede yapılan analizler:

Briks (suda çözünebilir katı): Taze meyve örneği blendirde püre haline getirilmiş ve bir damla domates suyu, refraktometreye damlatılarak çözünebilir katı oranı yüzde olarak belirlenmiştir.

Asitlik: 1gr domates meyve püresi alınmış, erlende sulandırılarak uygun indikatör kullanarak ayarlı sodyum hidroksit ile titre edilerek belirlenmiş ve sonuçlar me/100 gr taze madde olarak hesaplanmıştır.

Nitrat: Türk Standartlar Enstitüsünün (TSE) 6183' nolu metoduna göre kadmiyum asetat çözeltisi ve çinko tozu kullanarak nitratın nitrite indirgenmesinden sonra Griess reagent kullanılarak renk oluşturulmuş ve 538 nanometre dalga boyunda spektrofotometrik olarak belirlenmiştir. Ve sonuçlar mg nitrat azotu/kg TM olarak verilmiştir.

Kalsiyum Tayini: Ögütülmüş kuru meyve örnekleri 1.0N hidroklorik asit ile ekstrakte edilmiş, 50ml balonlara süzölmüş ve tamamlanmıştır. Hidroklorik asit ile kuru meyveden çıkarılan ekstrakt süzökte kalsiyum EDTA (versanat) ile titre edilerek belirlenmiştir ve sonuçlar kuru meyvede yüzde olarak hesaplanmıştır (Kacar ve İnal 2008).

Sodyum ve Potasyum Tayini: Ögütülmüş kuru meyve örnekleri 4:1 oranında nitrik perklorikasit karışımında yaş yakılmış, süzölmüş ve son hacim 50ml balonlarda tamamlanmıştır. Yaş yakılan kuru meyve örneklerinde sodyum ve potasyum, atomik absorpsiyon spektrofotometre ile emisyon modunda belirlenmiş ve sonuçlar yüzde olarak verilmiştir (Kacar ve İnal 2008).

Klor Tayini: Ögütülmüş kuru meyve örnekleri kül fırınında yakıldıktan sonra saf su ile çözülmüş, 100ml balonlara tamamladıktan sonra süzölmüş ve süzökte klor gümüş nitratla titre edilerek belirlenmiştir. Ve sonuçlar kuru meyve de yüzde olarak verilmiştir (Kacar ve İnal 2008).

3.2.2. Yaprak analizleri:

3.2.2.1. Taze yaprakta yapılan analizler:

Aktif Demir: Taze yaprak örnekleri alındıktan sonra 4 saat içerisinde belirlenmiştir. Yaprak örnekleri 1-2 mm inceliğinde parçalanmış, 2gr parçalanmış örnek üzerine 20ml 1N hidroklorikasit ilave edilmiş. 24 saat sonra süzölmüş ve süzökte aktif demir atomik absorpsiyon spektrofotometre ile belirlenmiştir. Ve sonuçlar ppm olarak ifade edilmiştir(Takkar ve Kaur. 1984).

Klorofil-a, klorofil-b, toplam klorofil ve karotenoid: Arnon (1946) ve Withan vd (1971), tarafından bildirildiği gibi 0.2gr taze yaprak örneği alınmış, 0.1 gr magnezyumoksit, 0.25 gr ince kum ve 25 ml %80'lik aseton ilave edilerek ezilmiş, süzölmüş ve süzöğün 645-663 ve 480 nanometre dalga boylarında absorbansları ölçölmüş ve aşağıdaki formüllerde belirtildiği gibi klorofil-a, klorofil-b, toplam klorofil ve karotenoid belirlenmiş ve sonuçlar mg/ g TM olarak ifade edilmiştir.

Klorofil-a mg/g TM = $[12.70 * A_{663} - 2.69 * A_{645}] * V / 1000 * w$

Klorofil-b mg/g TM = $[22.90 * A_{645} - 4.68 * A_{663}] * V / 1000 * w$

Toplam klorofil mg/g TM = $[20.2 * A_{645} + 8.02 * A_{663}] * V / 1000 * w$

Karotenoid mg/g TM = $A_{480} * V / 250 * w$

A_{663} = 663 nm'deki absorbans değeri

A_{645} = 645 nm'deki absorbans değeri

A_{480} = 480 nm'deki absorbans değeri

V = son hacim, ml

w = örnek miktarı, gr TM

Yaprak ferrik demir şelat redüktaz aktivitesi: Ojeda vd (2004), tarafından bildirildiği gibi 0.1 gr TM örneği tüplere alınmış, üzerine 2ml 0.2mM kalsiyum sülfat ilave edilerek 5dk çalkalanmış, ve ardından kalsiyum sülfat örnekten uzaklaştırılmıştır. Kalan örnek üzerine 2ml çözelti [5mM MES buffer, 2-(N-Morpholino) ethansulfonic acid, (ph=5.5), 0.1 mM Fe⁺³- EDTA, 10mM CaSO₄ ve 0.3mM Na-BPDS (sodyumbathophenanthrolinedisulfonic asit)] ilave edilmiş ve 23°C derecede 1 saat karanlık su banyosunda bekletilmiştir. Aynı işlemler örneksiz olarak kontrol için de uygulanmış ve enzim aktivitesi Fe⁺²-BPDS formunda spektrofotometrik olarak 535 nm de ölçülen absorbans değerlerine göre aşağıdaki formüle göre hesap edilmiştir:

Enzim aktivitesi, $\mu\text{mol/saat/gr TM} = A_{535} * 2 * 1000 / 22.14 * w$

A_{535} = 535'deki absorbans değeri

2 ml = son hacim

w = örnek miktarı, gr TM

22.14 = spesifik katsayı

3.2.2.2. Kuru yaprak örneklerinde yapılan analizler:

Azot: Kacar ve İnal (2008), tarafından bildirildiği gibi Kjeldahl yöntemine göre örnek katalizör tuz karışımı eşliğinde sülfirik asit ile yakılmış, borik asit içerisine

azot damlatılmasından sonra örneklerdeki azot ayarlı hidroklorik asit ile titre edilerek belirlenmiştir. Ve sonuçlar kuru maddede yüzde olarak verilmiştir.

Fosfor: Kacar ve İnal (2008), tarafından bildirildiği gibi, yaprak örnekleri 4:1 oranında nitrikasit perklorik asit karışımıyla yaş yakıldıktan sonra örneklerdeki fosfor barton yöntemine göre spektrofotometrik olarak 430nm dalga boyunda belirlenmiştir. Ve sonuçlar kuru maddede yüzde olarak verilmiştir.

Potasyum: Kacar ve İnal (2008), tarafından bildirildiği gibi yaprak örnekleri 4:1 oranında nitrikasit perklorik asit karışımıyla yaş yakıldıktan sonra örneklerdeki potasyum atomik absorpsiyon spektrofotometresi ile emisyon modunda belirlenmiştir. Ve sonuçlar kuru maddede yüzde olarak verilmiştir.

Kalsiyum: Kacar ve İnal (2008), tarafından bildirildiği gibi yaprak örnekleri 4:1 oranında nitrikasit perklorik asit karışımıyla yaş yakıldıktan sonra örneklerdeki kalsiyum EDTA (versanat) ile kompleksleşme reaksiyonuna dayanarak titrasyonla belirlenmiştir. Ve sonuçlar kuru maddede yüzde olarak verilmiştir.

Magnezyum: Kacar ve İnal (2008), tarafından bildirildiği gibi yaprak örnekleri 4:1 oranında nitrikasit perklorik asit karışımıyla yaş yakıldıktan sonra örneklerdeki magnezyum EDTA (versanat) ile kompleksleşme reaksiyonuna dayanarak titrasyonla belirlenmiştir. Ve sonuçlar kuru maddede yüzde olarak verilmiştir.

Kükürt: Kacar ve İnal (2008), tarafından bildirildiği gibi yaprak örnekleri 4:1 oranında nitrikasit perklorik asit karışımıyla yaş yakıldıktan sonra örneklerdeki kükürt türbidimetrik olarak spektrofotometre olarak 430nm dalga boyunda belirlenmiştir. Ve sonuçlar kuru maddede yüzde olarak verilmiştir.

Sodyum: Kacar ve İnal (2008), tarafından bildirildiği gibi yaprak örnekleri 4:1 oranında nitrikasit perklorik asit karışımıyla yaş yakıldıktan sonra örneklerdeki sodyum atomik absorpsiyon spektrofotometresi ile emisyon modunda belirlenmiştir. Ve sonuçlar kuru maddede yüzde olarak verilmiştir.

Klor: Öğütülmüş kuru yaprak örnekleri kül fırınında yakıldıktan sonra saf su ile çözülmüş, 100ml balonlara tamamladıktan sonra süzölmüş ve süzükte klor gümüş

nitratla titre edilerek belirlenmiştir. Ve sonuçlar kuru meyvede yüzde olarak verilmiştir (Kacar ve İnal 2008).

3.2.3. Sulama suyunda yapılan analizler:

pH: Sağlam (2008)'a göre pH metre ile ölçülmüştür.

Elektriksel kondaktivite(EC): Sağlam (2008)'a göre EC metre ile ölçülmüştür ve sonuçlar 25°C sıcaklıkta ds/m olarak verilmiştir.

Karbonat ve Bikarbonat: Sağlam (2008)'a göre, hidoklorik asit ile titre edilerek belirlenmiştir. Ve sonuçlar me/lit olarak verilmiştir.

Sülfat: Kacar (1994)'a göre türbidimetrik olarak spektrofotometre olarak 430nm dalga boyunda belirlenmiştir. Ve sonuçlar me/lit olarak verilmiştir.

Klor: Sağlam (2008)'a göre, gümüş nitrat ile çökelme reaksiyonuna dayanan titrimetrik yöntem ile belirlenmiştir. Ve sonuçlar me/lit olarak verilmiştir.

Bor: Bayraklı (1987)'ya göre azometin-H yöntemi ile spektrofotometrik olarak 430nm dalga boyunda belirlenmiştir. Ve sonuçlar ppm olarak verilmiştir.

Kalsiyum ve Magnezyum: Sağlam (2008)'a göre, EDTA (versanat) ile kompleksleşme reaksiyonu ile titrimetrik olarak belirlenmiştir. Ve sonuçlar me/lit olarak verilmiştir.

Sodyum: Sağlam (2008)'a göre, atomik absorpsiyon spektrofotometresi ile emisyon modunda belirlenmiştir. Ve sonuçlar me/lit olarak verilmiştir.

Sodyum adsorpsiyon oranı(SAR): me/lit olarak sodyum, kalsiyum ve magnezyum değerleri aşağıdaki formüle koyularak hesaplanmıştır:

$$SAR= Na/ \sqrt{(Ca + Mg/2)}$$

3.3. İstatiksel Analizler:

Domates bitkisine farklı deniz ve çeşme suyu ile silisyum uygulanması sonucu tesadüf parsellerinde faktöriyel deneme desenine göre elde edilen veriler SPSS 17.1 paket programında (ANOVA) varyans analizine tabi tutulmuş ve ortalamalar Duncan testine göre $P<0.05$ seviyesinde karşılaştırılmıştır. Ayrıca bitkide ve meyvede elde edilen bazı özellikler arasındaki ilişkileri belirlemek amacıyla regresyon analizi yapılmıştır.

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

4.1. Sulama Suyunun Özellikleri

Denemede uygulanan sulama sularının (tam deniz suyu, ½ deniz suyu + ½ çeşme suyu, ¼ deniz suyu + ¾ çeşme suyu ve tam çeşme suyu) bazı kimyasal analizleri Çizelge 4.1’ de verilmiştir.

Çizelge 4.1. Deniz ve çeşme suyundan hazırlanan sulama sularının bazı kimyasal özellikleri

Sulama suyu özelliği	Tam deniz suyu	½ deniz suyu + ½ çeşme suyu	¼ deniz suyu + ¾ çeşme suyu	Tam çeşme suyu
pH	8.05	8.20	8.0	7.70
EC _{25°C} , dS/m	62.40	37.20	18.70	0.70
CO ₃ ²⁻ , me/lt	0.46	0.25	0.03	0.00
HCO ₃ ⁻ , me/lt	6.13	5.12	4.69	3.56
Cl ⁻ , me/lt	316.40	168.10	89.20	8.70
SO ₄ ²⁻ , me/lt	6.40	7.30	4.80	0.80
Ca ⁺⁺ , me/lt	10.90	7.25	5.40	3.40
Mg ⁺⁺ , me/lt	62.14	36.59	20.10	2.32
Na ⁺ , me/lt	220.70	89.80	43.05	0.75
B, ppm	1.42	1.07	0.91	0.71
SAR	36.54	19.20	12.10	0.44

Tam deniz suyunun, ½ deniz suyu + ½ çeşme suyunun ve ¼ deniz suyu + ¾ çeşme suyunun tüm özellikleri hem topraksız yetiştiricilik, hem de genel tarımsal sulama için uygun değildir. Çeşme suyunun pH değeri(pH 5.0-7.0 arası ideal) ve EC değeri(EC 0.5 dS/m ideal) ideal seviyenin çok az üstünde bulunmuştur. Çeşme suyunun bikarbonat içeriği düşük, klor içeriği ve magnezyum çok yüksek değil, bor seviyesi çok az yüksek, kalsiyum, sodyum, sülfat ve SAR değeri ideal seviyelerde bulunmuştur.

Topraksız tarımda başarının ilk şartı kaliteli bir su kaynağına sahip olmaktır. Suyun EC (elektriksel geçirgenlik) ve pH değeri ile sodyum, klor, kalsiyum, magnezyum, sülfat, bikarbonat ve bor içeriğinin bilinmesi gerekir. EC değerinin 0.5 dS/m, sodyum 35, klor 50, sülfatın 50, bikarbonatın 250, borun 0.5 mg/Lt geçmemesi istenir. Bu amaçla 5.0-7.0 pH değerine sahip sular rahatlıkla kullanılabilir (Gül, 2012).

Anonymous (2017), sulama suyu kalitesi ile ilgili olarak yazdığı raporda sulama suyunun ideal pH sınırı 5.5-6.0 arasında olması gerektiğini >7.0’ dan büyük

olması durumunda problemlere sebep olabileceğini belirtmiştir. Sulama suyunun arzu edilen EC sinin 1.5 dS/m' den düşük olması gerektiği, 1.5 dS/m' den büyük ise potansiyel problemlere sebep olabileceği, 3.0 dS/m den büyük olması halinde bitki de yanmalara sebep olabileceği belirtilmiştir. Sodyum adsorpsiyon oranının (SAR'ın) 6.0' dan düşük olması arzu edilmekte, 6.0' dan büyük olması halinde yanıklıklara sebep olabileceği belirtilmiştir. Sulama suyunun arzu edilen kalsiyum içeriğinin 40-120 ppm arasında, magnezyum içeriğinin 6.0-24 ppm arasında, potasyum içeriğinin 5.0-10 ppm, sodyum içeriğinin 0.0-50 ppm, demir içeriğinin 2.0-5.0 ppm arasında, toplam alkaliliğinin 1.00-100ppm arasında, karbonat içeriğinin 50 ppm' den düşük, bikarbonatın 120 ppm' den düşük, klorürün 140 ppm' den düşük, sülfatın 400 ppm'den düşük, toplam tuz konsantrasyonunun 960 ppm' den düşük, bor içeriğinin 0.2-0.8 ppm olması gerektiği, ideal katyon anyon oranının 1:1 olması gerektiği de belirtilmiştir. Ayrıca sulama suyunun sülfat içeriğinin 400 ppm' den büyük olması halinde bitki gelişme ortamında asitlik oluşturabileceği, toplam tuz konsantrasyonunun 1900' ppm den fazla olması halinde bitkilerde yanmalara sebep olabileceği de bildirilmiştir.

4.2. Sulama Suyunun Bazı Özellikleri İle Domateste Verim, Bazı Verim Unsurları ve Kalite Özellikleri Arasındaki İlişkiler

Sulama suyunun bazı özellikleri ile domateste meyve verimi, sap kuru madde miktarı, briks (çözünebilir katı oranı), asitlik, çürük meyve sayısı, klorofil-a, klorofil-b ve toplam klorofil, karotenoid, ve yaprakta aktif demir kapsamı, toplam bitki su tüketimi ve meyvede su kullanma randımanı arasındaki ilişkilerin korelasyon katsayıları Çizelge 4.2' de verilmiştir.

Çizelge 4.2. Sulama suyunun bazı özellikleri ile domatesin meyve ve sap kuru madde miktarı, kalitesi ve bazı diğer özellikleri arasındaki ilişkilerin korelasyon katsayıları (r)

Sulama suyu özelliği	Meyve verimi, gr	Sap kuru madde, gr KM	Briks, %	Klorofil-a, mg/g TM	Klorofil-b, mg/g TM	Toplam klorofil, mg/g TM	Karotenoid, mg/gTM	Aktif demir, ppm	Toplam bitki su tüketimi (ET), lt	Meyvede SKR, gr/lt
pH	-0.840**	-0.613*	0.805**	-0.729**	-0.775**	-0.744**	-0.773**	-0.751**	-0.671**	-0.847**
EC dS/m	-0.941**	-0.964**	0.699**	-0.780**	-0.814**	-0.795**	-0.735**	-0.637**	-0.981**	-0.894**
CO ₃ ⁼ , me/lt	-0.836**	-0.923**	0.453	-0.836**	-0.853**	-0.846**	-0.707**	-0.525*	-0.957**	-0.811**
HCO ₃ ⁼ , me/lt	-0.953**	-0.912**	0.771**	-0.646**	-0.710**	-0.667**	-0.677**	-0.636**	-0.967**	-0.922**
Cl ⁻ , me/l	-0.928**	-0.983**	0.630**	-0.708**	-0.748**	-0.723**	-0.679**	-0.588*	-0.981**	-0.870**
SO ₄ ⁼ , me/lt	-0.794**	-0.586**	0.862**	-0.591*	-0.652**	-0.611**	-0.626**	-0.755**	-0.784**	-0.909**
Ca ⁺⁺ , me/l	-0.902**	-0.986**	0.587*	-0.675**	-0.720**	-0.692**	-0.665**	-0.528*	-0.981**	-0.870**
Mg ⁺⁺ , me/l	-0.940**	-0.982**	0.650**	-0.757**	-0.796**	-0.773**	-0.715**	-0.616*	-0.981**	-0.891**
Na ⁺ , me/l	-0.885**	-0.985**	0.565**	-0.691**	-0.724**	-0.705**	-0.643**	-0.524*	-0.968**	-0.816**
B ,ppm	-0.927**	-0.979**	0.643**	-0.737**	-0.778**	-0.753**	-0.691**	-0.600*	-0.980**	-0.871**
SAR	-0.934**	-0.974**	0.676**	-0.725**	-0.769**	-0.742**	-0.703**	-0.600*	-0.979**	-0.884**

Çizelgenin de incelenmesinden anlaşılacağı gibi sulama suyunun belirlenen özellikleri ile domateste meyve verimi, sap kuru madde miktarı, klorofil-a, klorofil-b ve toplam klorofil, karoteneid, aktif demir, bitkinin toplam su tüketimi ve meyvede su kullanma randımanı (WUE) arasındaki ilişkilerin korelasyon katsayıları (r) negatif ve önemli bulunmuştur. Diğer bir ifade ile sulama suyunun belirlenen tüm özelliklerine ilişkin değerler artıkça domateste meyve verimi, sap kuru madde miktarı, klorofil-a, klorofil-b, toplam klorofil, karoteneid, aktif demir kapsamları, bitkinin toplam su tüketimi ve meyvede su kullanma randıman (WUE) değerleri çok azalma göstermiştir. Buna karşın sulama suyundaki karbonat içeriği hariç, belirlenen diğer özellikleri ile briks (çözünebilir katı oranı) arasındaki ilişkilerin korelasyon katsayısı (r) pozitif ve önemli bulunmuştur. Sulama suyunun pH, EC, karbonat, bikarbonat, sülfat, klor, sodyum, kalsiyum, magnezyum, bor ve SAR değerleri artıkça meyvede briks (çözünebilir katı oranı) artmıştır. Benzer şekilde sulama suyunun pH, EC, karbonat, bikarbonat, sülfat ve magnezyum kapsamlarıyla meyvede asitlik arasındaki ilişkilerin korelasyon katsayıları (sırasıyla $r=0.625^{**}$, $r=0.583^*$, $r=0.562^*$, $r=0.529^*$, $r=0.626^{**}$ ve $r=0.500^*$) pozitif ve önemli bulunmuştur. Sulama suyunun pH, EC, karbonat, bikarbonat, sülfat ve magnezyum kapsamları arttıkça meyvede asitlik değerleri artış göstermiştir. Aynı şekilde sulama suyunun pH değerleri ve sülfat kapsamları ile çürük meyve sayısı arasındaki ilişkilerin korelasyon katsayıları (sırasıyla $r=0.572^*$, $r=0.504^*$) pozitif ve önemli bulunmuştur. Diğer bir ifade ile sulama suyunun pH değeri ve sülfat kapsamları artıkça bitki başına çürük domates meyve sayısı artmıştır. Zira deniz suyu domates meyvesine kalsiyum taşınımını içerdiği sodyumun ve magnezyumun yüksek olması sebebiyle azaltmış olabilir.

4.3. Sulama Sularının ve Silisyum Dozlarının Domateste Meyve Verimi ve Diğer Verim Kriterlerine Etkisi

Sulama sularının ve silisyum dozlarının domateste meyve verimi, meyve sayısı, ortalama meyve ağırlığına ve sap kuru madde miktarının etkilerine ilişkin varyans analiz sonuçları Çizelge 4.3' de ve elde edilen değerler ise Çizelge 4.4' de verilmiştir .

Çizelge 4.3. Sulama sularının ve silisyum dozlarının domateste meyve verimi, meyve sayısı, ortalama meyve ağırlığı ve sap kuru madde miktarının etkisine ilişkin varyans analiz sonuçları

Özellik	Varyasyon							
	Sulama Suyu		Silisyum Dozu		Sulama Suyu*Silisyum Dozu		Hata	
	SD	KO	SD	KO	SD	KO	SD	KO
Meyve verimi g, TM/bitki	3	7314505.18**	3	31420.97	9	11644.38	32	10540.15
Meyve sayısı	3	717.58**	3	14.97	9	13.57	32	13.18
Ort. Meyve ağırlığı g, TM/bitki	3	7350.68**	3	37.67	9	48.84*	32	18.42
Sap kuru madde g, KM/bitki	3	11147.09**	3	15.51	9	33.61	32	36.25

*0.05 düzeyinde önemli ** 0.01 düzeyinde önemli

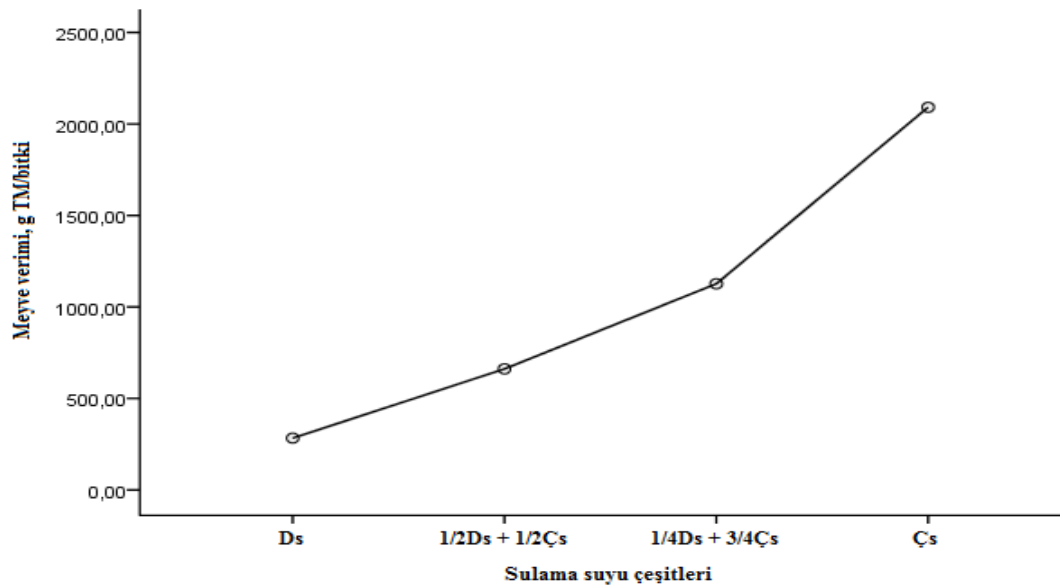
Çizelge 4.4. Sulama sularının ve silisyum dozlarının domateste meyve verimi, meyve sayısı, ortalama meyve ağırlığına ve sap kuru madde miktarına etkileri

Etkili olduğu özellik	Sulama Suyu	Si dozları, mM				Ortalama
		0.0	0.5	1.0	2.0	
Meyve verimi g, TM/bitki	Deniz suyu	289.67	362.68	254.10	225.87	283.08D
	½ deniz suyu+ ½ çeşme suyu	618.15	660.35	674.30	692.43	661.31C
	¼ deniz suyu+ ¾ çeşme suyu	1181.43	1203.33	1078.87	1042.47	1126.53B
	Çeşme suyu	2051.40	2226.05	1971.77	2115.17	2091.10A
	Ortalama	1035.16	1113.11	994.76	1018.98	
Meyve sayısı	Deniz suyu	15.67	14.00	14.33	13.33	14.33C
	½ deniz suyu+ ½ çeşme suyu	30.00	28.33	23.33	29.00	27.67B
	¼ deniz suyu+ ¾ çeşme suyu	31.33	32.33	30.33	34.33	32.08A
	Çeşme suyu	24.67	29.00	28.33	30.33	28.08B
	Ortalama	25.42	25.92	24.08	26.75	
Ortalama meyve ağırlığı g, TM/bitki	Deniz suyu	19.76fg	27.28d-f	17.93g	17.90g	20.72D
	½ deniz suyu+ ½ çeşme suyu	20.58fg	23.34e-g	29.75de	23.88e-g	24.39C
	¼ deniz suyu+ ¾ çeşme suyu	37.72c	38.01c	34.62cd	30.39c-e	35.19B
	Çeşme suyu	75.03ab	78.82ab	69.34b	77.67a	74.72A
	Ortalama	38.27	41.36	37.91	37.46	
Sap kuru madde g, KM/bitki	Deniz suyu	12.83	17.37	16.16	18.29	16.16D
	½ deniz suyu+ ½ çeşme suyu	50.46	53.86	54.83	54.42	53.39C
	¼ deniz suyu+ ¾ çeşme suyu	77.44	74.19	79.88	71.51	75.75B
	Çeşme suyu	89.86	81.25	85.03	81.79	84.48A
	Ortalama	57.65	56.67	58.98	56.50	

Her iki çizelgenin birlikte incelenmesinden anlaşılacağı gibi meyve verimi üzerine sulama sularının etkisi 0.01 düzeyinde önemli, fakat silisyum dozlarının ve sulama suyusilisyum dozu interaksiyonun meyve verimine etkisi istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur. Meyve sayısı üzerine sulama sularına etkisi 0.01 düzeyinde önemli bulunmuştur, fakat meyve sayısı üzerine silisyum dozlarının ve sulama suyusilisyum dozu interaksiyonun etkileri önemsizdir. Ayrıca ortalama meyve ağırlığı üzerine sulama suyu çeşitlerinin etkisi 0.01 düzeyinde, sulama suyusilisyum dozu interaksiyonun etkisi ise 0.05 düzeyinde önemli bulunmuştur,

fakat ortalama meyve ağırlığı üzerine silisyum dozlarının etkisi önemsizdir. Sap kuru madde miktarı üzerine sulama sularının etkisi 0.01 düzeyinde önemli bulunmuştur, fakat silisyum dozlarının ve sulama suyusilisyum dozu interaksiyonun etkileri önemsiz bulunmuştur.

Deniz suyu ile sulanan domates bitkisinin meyve verimi 283,08 g/bitki iken, $\frac{1}{2}$ deniz suyu + $\frac{1}{2}$ çeşme suyu ile sulanan domates bitkisinin meyve verimi 661,30 g/bitki, $\frac{1}{4}$ deniz suyu + $\frac{3}{4}$ çeşme suyu ile sulanan domates bitkisinin meyve verimi 1126,11 g/bitki, çeşme suyu ile sulanan domates bitkisinin meyve verimi ise 2091,05 g/bitki bulunmuştur. Deniz suyuna ilave edilen çeşme suyu miktarı arttıkça domates bitkisinin meyve veriminde önemli derecede artış olmuştur. Diğer bir ifade ile sulama suyunda deniz suyu oranı arttıkça meyve verimi önemli derecede azalma göstermiştir (Şekil 4.1).

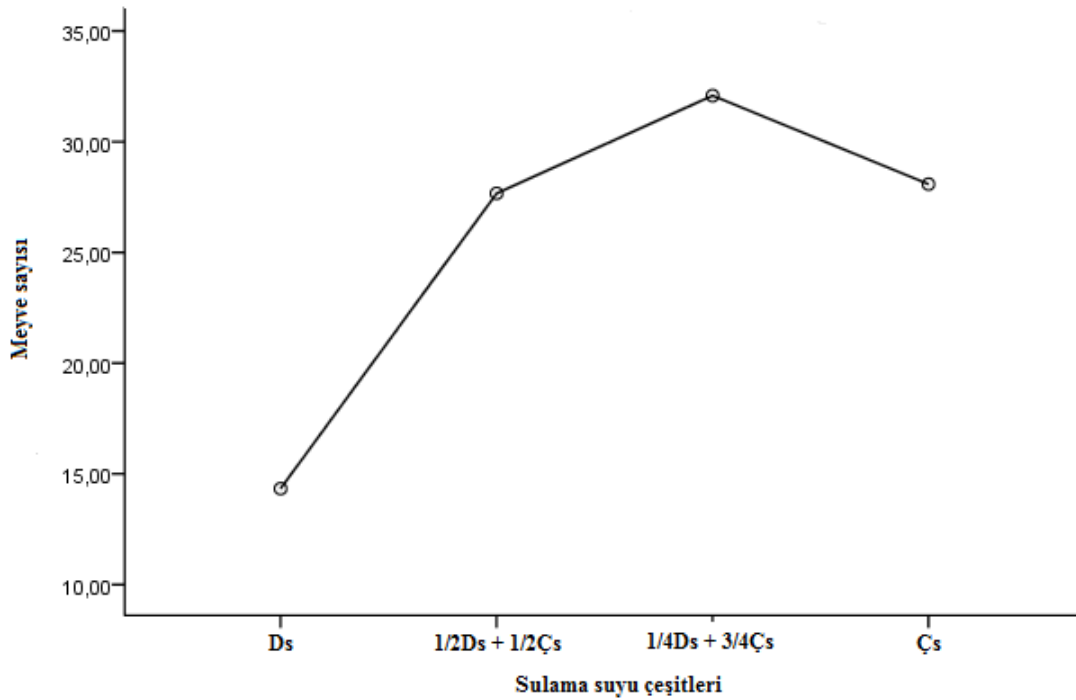


Şekil 4.1. Sulama sularının domates meyve verimine etkisi

Deniz suyu ile sulanan domates bitkisinin meyve sayısı 14.38 iken, $\frac{1}{2}$ deniz suyu + $\frac{1}{2}$ çeşme suyu ile sulanan domates bitkisinin meyve sayısı 27.65, $\frac{1}{4}$ deniz suyu + $\frac{3}{4}$ çeşme suyu ile sulanan domates bitkisinin meyve sayısı 32.05, çeşme suyu ile sulanan domates bitkisinin meyve sayısı 28.05 bulunmuştur. Elde edilen sonuçlardan görülmektedir ki $\frac{1}{4}$ deniz suyu + $\frac{3}{4}$ çeşme suyu içeren sulama suyu içerdiği tuzun etkisi ile meyve tutumunu en yüksek değerde olmasını sağlamıştır.

Gül (2008), yüksek EC'li sulama suyu veya besin çözeltisi uygulamasının domates yetiştiriciliğinde vejetatif ve generatif gelişmeyi dengeleyerek meyve tutumunu teşvik ettiğini bildirmiştir.

Bununla birlikte deniz suyuna ilave edilen çeşme suyu miktarı arttıkça domates bitkisinin meyve sayısında önemli derecede artış olmuştur (Şekil 4.2).



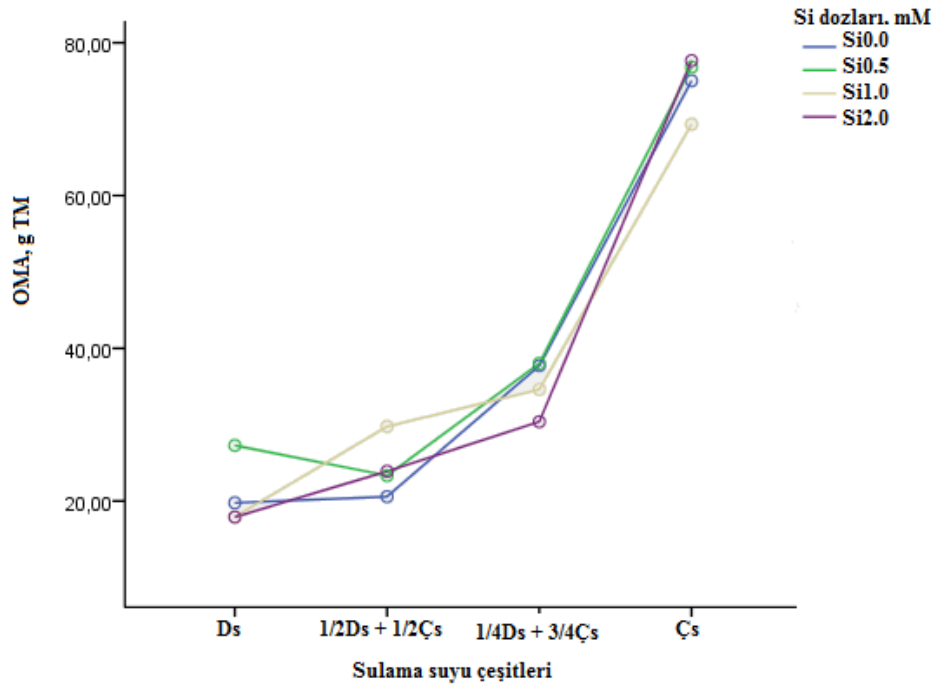
Şekil 4.2. Sulama suyunun domates bitkisinde meyve sayısına etkisi

Domatesin bitkisinin su ihtiyacının %70'nin tuzlu sulama sularıyla verilmesi halinde domates meyvesinin kötü etkilediği görülmüştür (Kahlaoui vd (2011)). Araştırmacılar tuzlu su ile sulanması durumunda bitkinin su ihtiyacının altında verilen tuzlu sulama suyunun toprakta tuzluluğu artırdığı da bildirilmiştir. Araştırmacılar tuzlu sulama suyunun çiçek sayısını, meyve sayısını, meyve büyüklüğünü, meyve verimini azalttığını, domates meyvesinde titre edilebilir asitliği, çözünebilir katı oranını, çiçek burnu çürüklüğünü artırdığını, buna karşın meyve büyüklüğünün ve meyve veriminin pH değerini azalttığını da bildirmişlerdir.

Deniz suyu ile sulanan domates bitkisinin ortalama meyve ağırlığı 20,72 g, 1/2 deniz suyu + 1/2 çeşme suyu ile sulanan domates bitkisinin ortalama meyve ağırlığı 24,39 g, 1/4 deniz suyu + 3/4 çeşme suyu ile sulanan domates bitkisinin ortalama meyve ağırlığı 35,14 g, çeşme suyu ile sulanan domates bitkisinin ortalama meyve ağırlığı 74,77 g bulunmuştur.

Deniz suyuna ilave edilen çeşme suyu miktarı arttıkça domates bitkisinin ortalama meyve ağırlığı önemli derecede artış olmuştur.

Artan silisyum dozlarının ortalama meyve ağırlığına etkisi sulama suyuna göre farklı bulunmuştur. Deniz suyu ile sulanan domates bitkisinde ortalama meyve ağırlığı 0.5mM dozunda, ½ deniz suyu + ½ çeşme suyu ile sulanan domates bitkisinde ortalama meyve ağırlığı 1.0mM dozunda silisyum uygulaması ile artış görülmüştür. Diğer bir ifade ile deniz suyu ve ½ deniz suyu + ½ çeşme suyu ile birlikte uygulanan silisyumun (sırasıyla 0.5mM ve 1.0mM dozlarında) domates bitkisinde oluşan meyvelerin ortalama meyve ağırlığını artırarak deniz suyunun tuzluluk etkisine karşılık tolerans sağlamıştır. Fakat ¼ deniz suyu + ¾ çeşme suyu ile birlikte uygulanan silisyumun ortalama meyve ağırlığına etkisi istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur (Şekil 4.3).

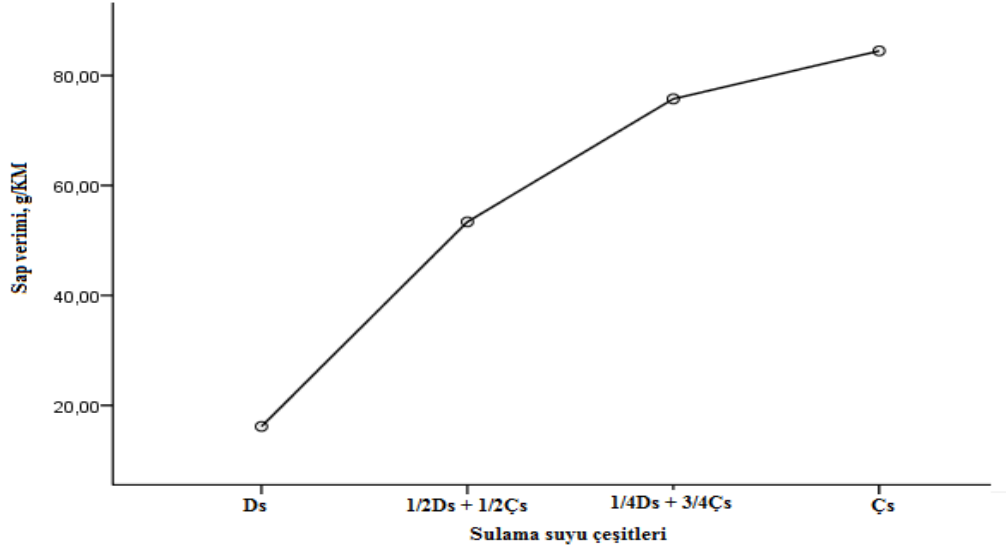


Şekil 4.3. Sulama suyu ve silisyum doz etkisinin domateste ortalama meyve ağırlığına etkisi

Besin çözeltisinin tuzluluğundaki artış domates meyve ağırlığında azalmaya sebebiyet vermiştir (Chretien vd, 2000).

Sap kuru madde miktarı deniz suyu ile sulanan domates bitkisinde 16,16 g KM bitki⁻¹, ½ deniz suyu + ½ çeşme suyu ile sulanan domates bitkisinde 53,39 g KM bitki⁻¹, ¼ denizi

suyu + $\frac{3}{4}$ çeşme suyu ile sulanan domates bitkisinde 75,76 g KM bitki⁻¹, çeşme suyu ile sulanan domates bitkisinde 84,48 g KM biki⁻¹ bulunmuştur. Deniz suyuna ilave edilen çeşme suyu miktarı arttıkça domates bitkisinin sap kuru madde miktarı önemli derecede artış olmuştur (Şekil 4.4).



Şekil 4.4. Sulama suyunun domates bitkisinin sap kuru madde miktarına etkisi

Bu artış deniz suyuna çeşme suyu ilave edilmesi sonucu elde edilen sulama sularının EC, CO₃⁼, HCO₃⁻, Cl⁻, SO₄⁼, Ca⁺⁺, Mg⁺⁺, Na⁺, B konsantrasyonu ve sodyum adsorpsiyon oranı(SAR) değerlerinin azalmasıyla ilişkilidir.

Marchese vd (2008) göre, domates meyvesi üzerinde negatif etki sulama suyunun EC değerinin 2.5-3.0 dS/m'nin üzerinde olması halinde, gövde ve yaprak üzerindeki negatif etkisinin 4.5-5.0 dS/m'in üzerinde olması halinde ve kök gelişimi üzerindeki negatif etkinin ise 6.0 dS/m'nin üzerinde görüldüğünü bildirmişlerdir.

Domates bitkisi tam deniz suyu ile sulanması durumunda çeşme suyu ile elde edilen meyve veriminin %13.53'ü, meyve sayısının %51'i, ortalama meyve ağırlığının %27.71'i, sap kuru madde miktarının %19.13'ü elde edilmiştir. Diğer bir ifade ile domates bitkisi tam deniz suyu ile sulanması durumunda meyve verimi %86.47 oranında, meyve sayısı %48.73, ortalama meyve ağırlığı %72.29, sap kuru madde miktarının %80.87 oranında önemli derecede azalma göstermiştir. Domates bitkisi $\frac{1}{2}$ deniz suyu + $\frac{1}{2}$ çeşme suyu ile sulanması durumunda meyve verimi %68.4, meyve sayısı %1.4, ortalama meyve ağırlığı %67.4, sap kuru madde miktarı %36.80 oranında azalma göstermiştir. Domates bitkisi $\frac{1}{4}$ deniz suyu + $\frac{3}{4}$

çeşme suyu ile sulanması durumunda meyve verimi %46.15, ortalama meyve ağırlığı %53.00, sap kuru madde miktarı %10.32 oranında azalma göstermiştir. Sulama suyundaki çeşme suyu oranı artıkça meyve verimi, ortalama meyve ağırlığı, meyve sayısı ve sap kuru madde miktarında azalmaların oranında düşüş görülmüştür. Buna karşın domates bitkisi ¼ deniz suyu + ¾ çeşme suyu ile sulanması durumunda çeşme suyuna göre meyve sayısında artış sağlanmış, bu artış %14.3 bulunmuştur.

Yapılan çalışmada domates meyve sayısı ve ortalama meyve ağırlığı ile meyve verimi arasında ki ilişkilerin korelasyon katsayıları sırasıyla $r=0,602^*$ ve $r=0,927^{**}$ önemli bulunmuştur. Diğer bir ifade ile meyve sayısı ve ortalama meyve ağırlığı artıkça meyve verimi artış göstermiştir. Ayrıca domates meyve sayısı ve ortalama meyve ağırlığı ile sap kuru madde miktarı arasında ki ilişkilerin korelasyon katsayıları sırasıyla $r=0,848^{**}$ ve $r=0,745^{**}$ önemli bulunmuştur. Sap kuru madde miktarı artıkça ortalama meyve ağırlığı ve meyve sayısı artış göstermiştir.

Yapılan çalışmada yaprakların klorofil-a, klorofil-b, toplam klorofil, aktif demir ve karotenoid kapsamı ile meyve verimi arasındaki ilişkilerin korelasyon katsayıları sırasıyla $r=0,746^{**}$, $r=0,790^{**}$, $r=0,762^{**}$, $r=0,703^{**}$ ve $r=0,771^{**}$ bulunmuştur. Klorofil-a, klorofil-b, toplam klorofil, karotenoid ve aktif demir kapsamı artıkça domates meyve verimi artış göstermiştir. Domates meyvesinde sodyum kapsamı ile meyve verimi arasında ki ilişkinin korelasyon katsayısı $r=-0,830^{**}$ olup, meyvede sodyum kapsamı artıkça meyve verimi önemli derecede azalma göstermiştir. Aynı şekilde meyvede klor kapsamı ile meyve verimi arasında ki ilişkinin korelasyon katsayısı $r=-0,676^{**}$ olup, meyvede klor kapsamı artıkça meyve verimi azalma göstermiştir.

Yaprakta aktif demir, klorofil-a, klorofil-b, toplam klorofil, karotenoid, azot, fosfor, potasyum, sodyum, magnezyum, kükürt ve klor kapsamı ile sap kuru madde miktarı arasındaki ilişkilerin korelasyon katsayıları sırasıyla $r=0,525^*$, $r=0,701^{**}$, $r=0,732^{**}$, $r=0,715^{**}$, $r=0,627^{**}$, $r=-0,029$, $r=-0,738^{**}$, $r=0,696^{**}$, $r=-0,951^{**}$, $r=0,785^{**}$, $r=0,345$ ve $r=-0,938^{**}$ önemli bulunmuştur. Yaprakta sodyum, klor, magnezyum ve fosfor kapsamı artıkça sap kuru madde miktarı önemli derece de azalma göstermiştir. Yaprakta fosfor kapsamı ile sap kuru madde miktarı negatif ve önemli ilişkinin nedeni olarak, tuzluluk oranı yüksek olan suların sulamada kullanılması halinde yaprakta fosfor kapsamının artmasından ileri geldiği düşünülmektedir. Zira yaprakta sodyum kapsamı ile yaprakta fosfor kapsamı arasındaki ilişkinin korelasyon katsayısı $r=0,775^{**}$ bulunmuştur. Diğer bir ifade ile domates yaprağında

sodyum kapsamı arttıkça yaprakta fosfor kapsamı önemli derecede artmıştır. Yaprakta aktif demir, klorofil-a, klorofil-b, toplam klorofil ve karotenoid kapsamı arttıkça sap kuru madde miktarı artış göstermiştir.

Yaprakta azot fosfor, potasyum, sodyum, kalsiyum, magnezyum, klor, kükürt, aktif demir kapsamları ile domates meyve verimi arasında ki ilişkilerin korelasyon katsayıları ise sırasıyla $r=0,012$, $r=-0,416$, $r=0,652^{**}$, $r=-0,818^{**}$, $r=0,731^{**}$, $r=-0,734^{**}$, $r=-0,914^{**}$ $r=0,512^{*}$ ve $r=0,703^{**}$ önemli bulunmuştur. Bu ilişkilerin korelasyon katsayılarından anlaşılacağı üzere domates meyve verimi, yaprakta sodyum, magnezyum ve klor kapsamı arttıkça azalmıştır. Bu azalmanın yaprakta sodyum, magnezyumun ve klorürün toksiteye neden olacak derece de yüksek oluşudur. Yapılan çalışmada meyve verimi ile yaprakta azot kapsamı arasındaki ilişkinin korelasyon katsayısı önemli bulunmamıştır. Yaprakta fosfor kapsamı ile meyve verimi arasında önemsiz, fakat negatif ilişki görülmüştür, bu ilişkinin nedeni olarak deniz suyunun kullanması durumunda yaprakta hem sodyum hem de fosfor kapsamının artması olarak düşünülmüştür. Yaprakta potasyum kapsamı arttıkça meyve verimi artış göstermiştir.

4.4. Sulama Sularının ve Silisyum Dozlarının Domates Meyvesinde Bazı Kalite Özelliklerine Etkisi

Sulama sularının ve silisyum dozlarının meyve de briks (çözünebilir katı oranı), asitlik, kuru madde ve çürük meyve sayısının etkisine ilişkin varyans analiz sonuçları Çizelge 4.5’ de ve elde edilen değerler Çizelge 4.6’ da verilmiştir.

Çizelge 4.5. Sulama sularının ve silisyum dozlarının meyvede briks, asitlik, kuru madde ve çürük meyve sayısının etkilerine ilişkin varyans analiz sonuçları

Özellik	Varyasyon							
	Sulama Suyu		Silisyum Dozu		Sulama Suyu*Silisyum Dozu		Hata	
	SD	KO	SD	KO	SD	KO	SD	KO
Meyvede briks	3	23.41 ^{**}	3	1.12	9	0.86	32	0.95
Meyvede asitlik, me/100	3	9.49 ^{**}	3	2.02 ^{**}	9	0.41	32	0.35
Meyvede kuru madde, %	3	65.67 ^{**}	3	1.90 [*]	9	1.41 [*]	32	0.71
Meyve de çürük meyve sayısı	3	60.17 ^{**}	3	2.72	9	1.33	32	2.44

*0.05 düzeyinde önemli ** 0.01 düzeyinde önemli

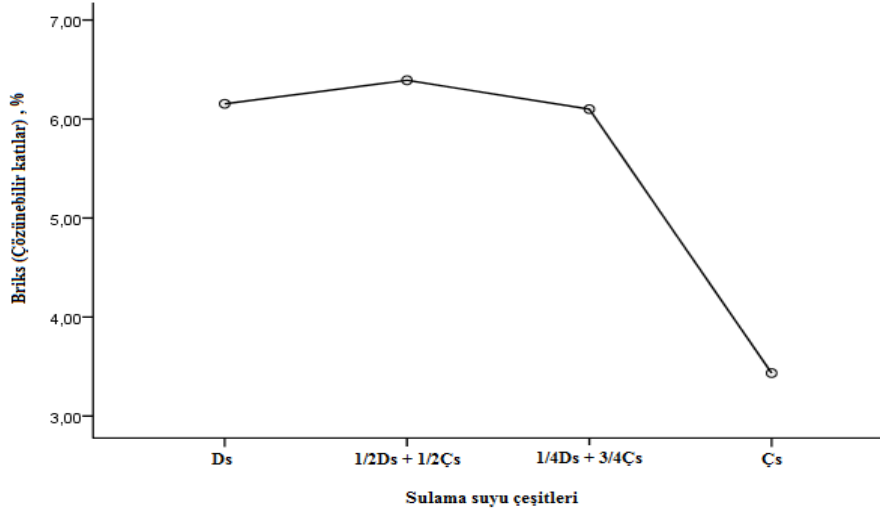
Çizelge 4.6. Sulama sularının ve silisyum dozlarının meyve de briks, asitlik, kuru madde ve çürük meyve sayısına etkileri

Etkili olduğu özellik	Sulama Suyu	Si dozları, mM				Ortalama
		0.0	0.5	1.0	2.0	
Meyvede briks	Deniz suyu	5.73	6.15	6.07	6.67	6.15A
	½ deniz suyu+ ½ çeşme suyu	5.73	6.67	7.40	6.07	6.39A
	¼ deniz suyu+ ¾ çeşme suyu	6.13	5.27	5.97	7.03	6.1A
	Çeşme suyu	3.33	3.33	3.73	3.33	3.43B
	Ortalama	5.23	5.28	5.79	5.78	
Meyvede asitlik me/100g	Deniz suyu	4.11	4.94	4.60	4.75	4.60B
	½ deniz suyu+ ½ çeşme suyu	4.48	5.88	5.98	5.68	5.50A
	¼ deniz suyu+ ¾ çeşme suyu	2.87	2.29	3.60	3.79	3.64C
	Çeşme suyu	3.49	3.25	3.89	4.03	3.67C
	Ortalama	3.74B	4.59A	4.52A	4.56A	
Meyvede kuru madde, %	Deniz suyu	10.09b-d	10.64bc	10.15b-d	10.99a-c	10.47B
	½ deniz suyu+ ½ çeşme suyu	10.35bc	11.56ab	12.23a	11.04ab	11.29A
	¼ deniz suyu+ ¾ çeşme suyu	8.79de	8.41e	9.41c-e	10.85a-c	9.36C
	Çeşme suyu	5.92f	5.86f	6.39f	5.72f	5.97D
	Ortalama	8.79B	9.11AB	9.54A	9.65A	
Meyve de çürük meyve sayısı	Deniz suyu	1.00	1.33	0.00	0.33	0.67B
	½ deniz suyu+ ½ çeşme suyu	4.00	5.67	4.67	4.00	4.58A
	¼ deniz suyu+ ¾ çeşme suyu	2.67	4.67	3.33	5.00	3.92A
	Çeşme suyu	0	0.33	0.33	0.00	0.17B
	Ortalama	1.92	3.00	2.08	2.33	

Her iki çizelgenin birlikte incelenmesinden anlaşılacağı gibi meyvede briks üzerine sulama suyunun etkisi 0.01 düzeyinde önemli bulunmuş, fakat silisyum dozlarının ve sulama suyusilisyum dozu interaksiyonunun etkisi ise önemsiz bulunmuştur. Meyvede asitlik üzerine sulama suyu ve silisyum dozlarının etkisi 0.01 düzeyinde önemli, fakat sulama suyusilisyum dozu interaksiyonunun etkisi önemsiz bulunmuştur. Domates meyvesinde kuru madde oranı üzerine sulama suyu etkisi 0.01 düzeyinde önemli, silisyum dozunun ve sulama suyusilisyum dozu interaksiyonunun etkisi 0.05 düzeyinde önemli bulunmuştur. Domates bitkisinde çürük meyve sayısı üzerine sulama suyu etkisi 0.01 düzeyinde önemli, fakat silisyum dozlarının ve sulama suyusilisyum dozu interaksiyonunun etkisi önemsiz bulunmuştur.

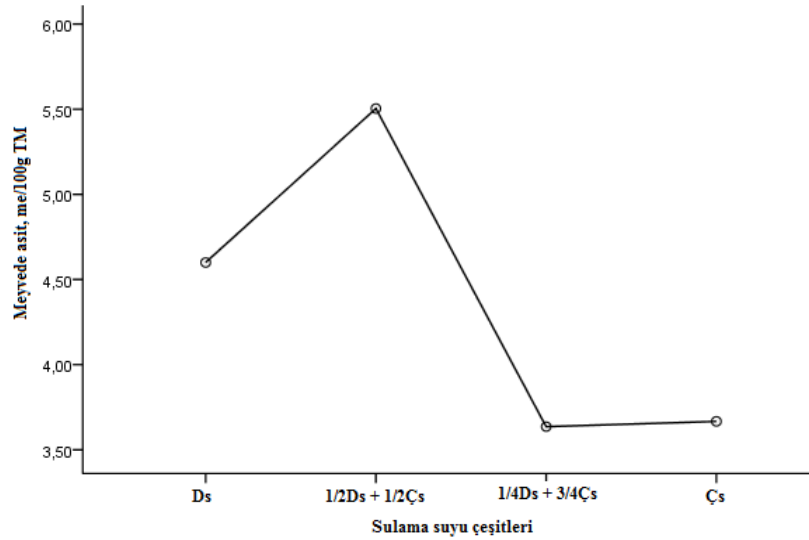
Deniz suyu ile sulanan domates bitkisinin meyve de briks değeri %6.16, ½ deniz suyu + ½ çeşme suyu ile sulanan domates bitkisinin meyvede briks değeri %6.39, ¼ denizi suyu + ¾ çeşme suyu ile sulanan domates bitkisinin meyve briks değeri %6.10, çeşme suyu ile sulanan domates bitkisinin meyvede briks değeri %3.43 olup değişik oranlarda deniz suyu içeren sulama sularına göre çeşme suyu ile sulanan domates meyvesinde briks değeri önemli derecede düşük bulunmuştur. Deniz suyu içeren sulama sularıyla sulanan domates meyvesinde briks değerinin yüksek olması deniz suyunda ki tuz içeriğinin yüksek oluşu, sodyumun ve

magnezyumun deniz suyunda yüksek oluşu domates meyvesine kalsiyumun taşınımını engellemesiyle ilgili olduğu düşünülmüştür. Diğer bir ifade ile deniz suyu içeren sulama sularıyla sulanan domates bitkisinin meyvesinde briks değeri çeşme suyu ile sulanan bitkilere göre önemli derecede artış göstermiştir (Şekil 4.5).



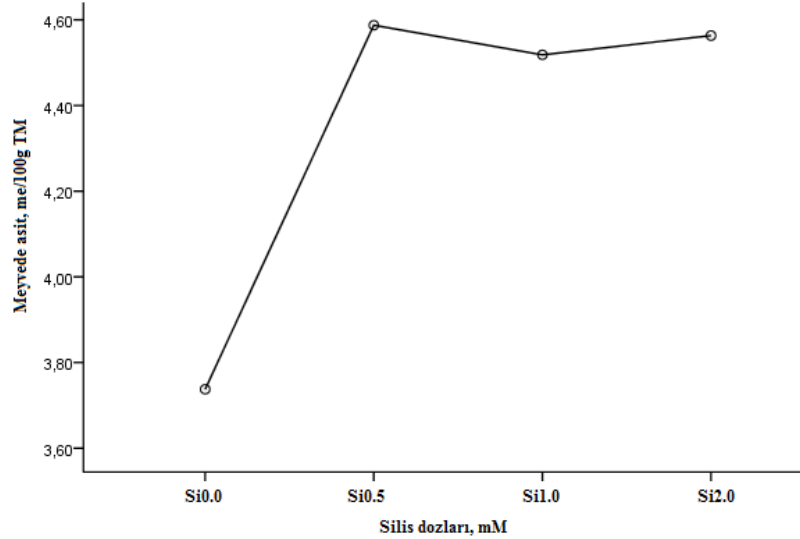
Şekil 4.5. Sulama suyunun domates meyvesinde briks(çözünabilir katı) oranına etkisi

Sulama suyunda deniz suyu oranı artıkça çeşme suyuna göre domates meyvesinde asitlik önemli derecede artış göstermiştir (Şekil 4.6).



Şekil 4.6. Sulama suyunun domates meyvesinde asitlik değeri üzerine etkisi

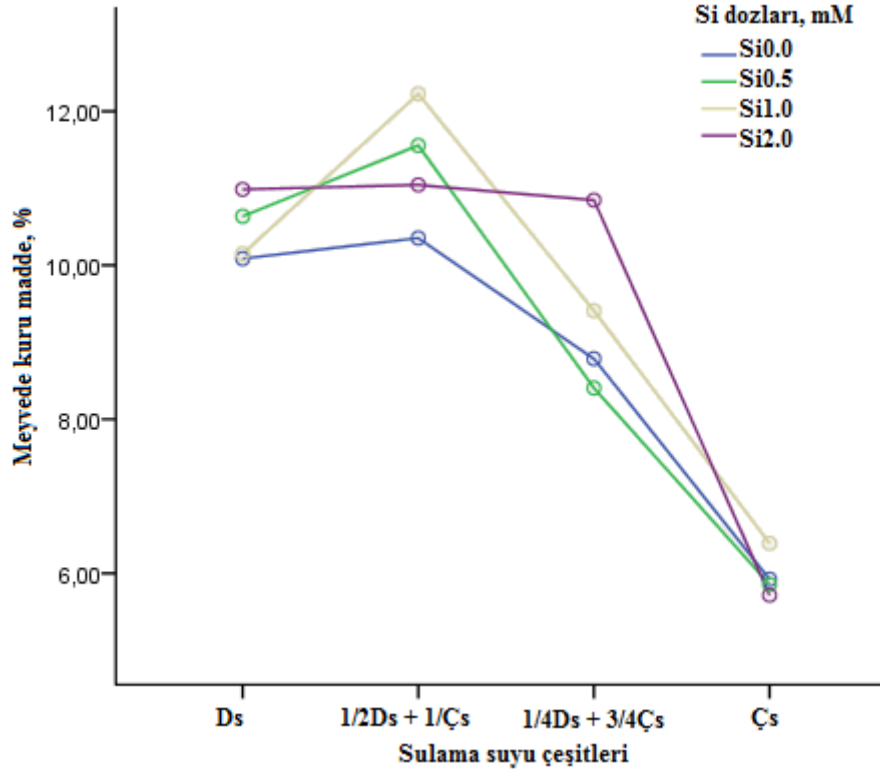
En yüksek asitlik 5.51 mek/100g TM olup, ½ deniz suyu + ½ çeşme suyu ile sulanan domates bitkisi meyvelerinde görülmüştür. Sulama sularına ilave edilen silisyum dozu arttıkça domates meyvesinde asitlik önemli derecede artmıştır (Şekil 4.7).



Şekil 4.7. Sulama suyuna ilave edilen silisyum dozlarının meyvede asitlik değeri üzerine etkisi

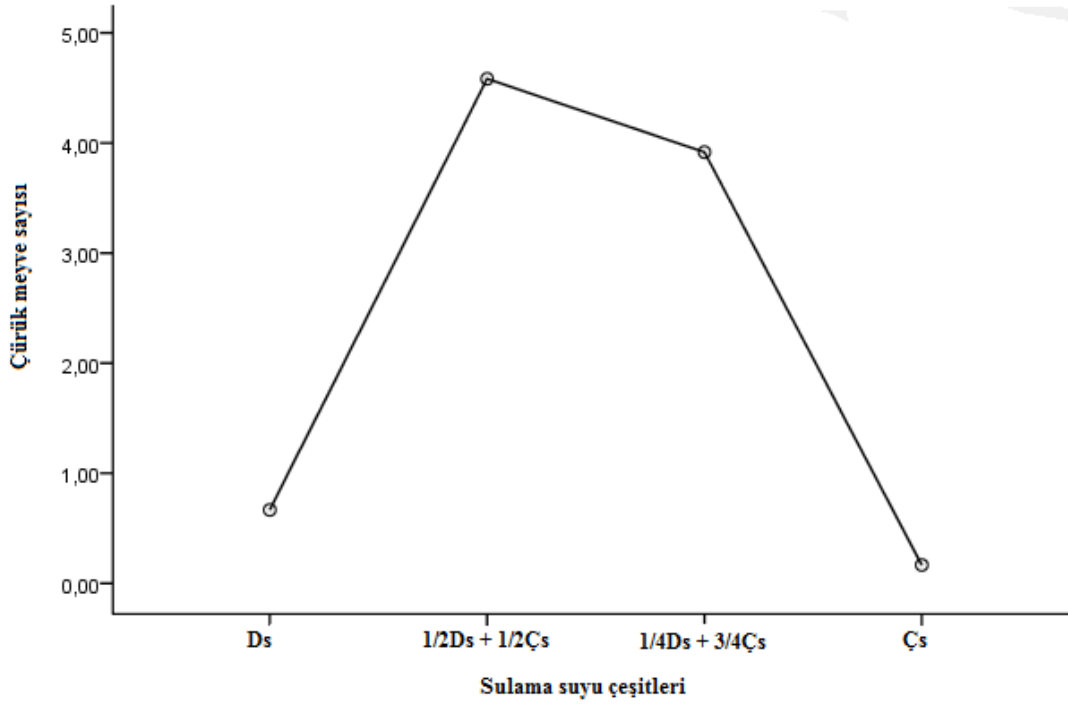
Fakat meyve de asitlik bakımından silisyum dozları arasında önemli düzeyde fark bulunmamıştır.

Sulama suyunda deniz suyu oranı arttıkça çeşme suyuna göre domates meyvesinin kuru madde oranı önemli derecede artış göstermiştir. Çeşme suyu ile sulanan bitkilerin meyvede kuru madde oranı %5.97 iken, çeşme suyuna ¼ oranında deniz suyu ilave edilmesi halinde meyvede kuru madde oranı %9.37'e, ½ deniz suyu ilave edilmesi halinde %11.29'a yükselmiştir. Domates meyvesinde en yüksek kuru madde oranı %12.23 olup, çeşme suyuna ½ oranında deniz suyu ilave edilmesi halinde görülmüştür. Deniz suyu ile sulanan bitkilerin meyvede kuru madde oranı ½ deniz suyu + ½ çeşme suyu ile sulanan bitkilerin meyvede kuru madde oran değerlerine göre düşük bulunmuştur. Sulama suyuna ilave edilen silisyum dozu arttıkça ortalama meyvede kuru madde oranı artmış, fakat silisyum meyvede kuru madde oranına etkisi sulama suyuna göre değişmiştir (Şekil 4.8).



Şekil 4.8. Sulama suyu ve silisyum doz interaksiyonunun meyvede kuru madde oranına etkisi

Çeşme suyuna ilave edilen deniz suyu oranları $\frac{1}{4}$ ve $\frac{1}{2}$ olduğunda bitkilerin meyvesinde ki çürük sayısında önemli derecede artış gözlenmiştir. Fakat tam deniz suyu ile sulanan bitkilerde çürük meyve sayısı artış göstermemiş, çeşme suyuyla sulanan bitkilerin ki gibi aynı olmuştur. Buna neden deniz suyu ile sulanan bitkilerin meyve sayılarının az ve meyve çapının küçük oluşudur (Şekil 4.9).



Şekil 4.9. Sulama suyunun domates bitkisinde çürük meyve sayısına etkisi

Besin çözeltisindeki tuzluluğundaki artış domates bitkisinde çiçek burnu çürüklüğü görülen meyve sayısını arttırmıştır (Schwarz vd, 2001).

Domates meyvesinde briks değerleri ile bitki başına çürük meyve sayısı arasındaki ilişkinin korelasyon katsayısı $r=0,616^*$ bulunmuştur. Domates meyvesinde briks değeri arttıkça bitki başına çürük meyve sayısında artış gözlemlenmiştir. Domates meyvesinde briks değeri ile meyvede kuru madde arasındaki ilişkinin korelasyon katsayısı $r=0,958^{**}$ bulunmuştur. Domates briks değeri arttıkça meyvede kuru madde oranı artmıştır. Meyvede briks değeri ile meyvede asitlik arasında ki ilişkinin korelasyon katsayısı $r=0,529^*$ bulunmuştur. Aynı şekilde domates meyvesinde ki briks değeri arttıkça meyvede asitlik artış göstermiştir. Bitki başına çürük meyve sayısı ile meyve de kuru madde oranı arasında ki ilişkinin korelasyon katsayısı $r=0,610^*$ olup, meyvede kuru madde oranı arttıkça bitki başına çürük meyve sayısı artmıştır. Aynı şekilde bitki başına çürük meyve sayısı ile meyvede Ca, arasındaki ilişkinin korelasyon katsayısı $r=-0,257$ olup önemli olmamakla birlikte meyve de Ca kapsamı azaldıkça çürük meyve sayısında artış görülmüştür. Domates meyvesinde briks değeri ile meyve verimi arasındaki ilişkinin korelasyon katsayısı $r=-0,799^{**}$ olup, meyve verimi arttıkça domates meyvesinde briks değeri azalma göstermiştir.

Feleafel ve Mirdad (2014)' göre, tuzlu su şartlarında domates üretkenliğini ve domates bitkisinin su kullanım randımanını iyileştirilmesi amacıyla yaptıkları çalışmada humik asidi uygulamışlardır. Araştırmacılar yapılan çalışmada N-P₂O₅-K₂O'yu 0-0-0 mg/l(kontrol); 200-200-200 mg/l; 150-300-150 mg/l; 100-400-100 mg/l dozlarında humik asiti 0(kontrol)-750 ve 1500 mg/l dozlarında uygulamışlardır. Yapılan çalışmada sulama suyunun tuzluluğu 3.8 dS/m dir. 150-300-150 mg/l N-P-K içeren besin çözeltisi ile yetiştirilen domates bitkilerinde yaprak alanı, kök ve gövde kuru madde miktarı, meyve kütlesi, hektara meyve verimi ve su kullanma randımanı en yüksek değerde bulunmuş, fakat meyve kalitesinde (toplam çözünebilir katı, meyvede kuru madde, pH ve EC değerleri) azalma görülmüştür. Bununla birlikte 100-400-100 mg/l oranlarında N-P-K içeren besin çözeltisiyle yetiştirilen domates bitkilerinde bir bitkideki salkım başına meyve sayısı, yaprak ve total kuru madde miktarı, meyvede kuru madde miktarı ve meyve EC si en yüksek değerde bulunmuştur. Humik asit dozu 1500 mg/l seviyesine arttıkça yaprak alanı, bitki başına meyve sayısı, meyvede kuru madde, hektara verim, su kullanma randımanı, kontrole göre artmıştır. Domates bitkilerinin tuz stresine zararlı etkisinden korumak için en iyi uygulamanın humik asitin 750 mg/l seviyesinde N-P-K ın 150-300-150 mg/l olduğu da belirtilmiştir. Domates üretiminde orta seviyede tuzlu suyun sulamada kullanılması sonucu oluşan problemleri azaltmak için fosfor içeriği yüksek N-P-K besin çözeltisi yanında humik asit uygulamasının tavsiye edilebileceğini de bildirmişlerdir. Birçok çalışmalar orta seviyede tuzlu sulama sularının domateste verimi çok az düşürerek meyve kalitesini artırdığını göstermiştir (Dorais vd, 2001). Orta seviyedeki tuzluluğun meyve kalitesinde sağladığı iyileştirmelerin meyvede kuru madde, şeker ve titre edilebilir asitliğin artışı ile ilişkili olduğu bildirilmiştir (De Pascale vd, 2001). Tuzluluğun domates meyvesinde askorbik asit ve likopen gibi antioksidanları artırdığı bildirilmiştir (Dorais vd, 2008).

De Koning (1992)' göre, domateste 2.5 dS/m olan EC'nin 1 birim artmasıyla meyve kuru madde kapsamında % 0,17'lik bir artış sağlandığını belirtmiştir.

Yüksek tuzluluğun domates meyvesinde toplam çözünebilir katılar oranını ve titre edilebilir asitliği artırmasına rağmen, meyvelerin 15 °C'de 2 hafta saklanmasından sonra bu farkın gözden kaybolduğu belirtilmiştir (Cramer vd, 2001).

Domates meyve büyüklüğü üzerinde orta seviyede tuzluluğun bastırıcı etkisi meyve içerisine suyun taşınımının azalması ve sonuçta kuru madde birikim hızının artmasıyla oluştuğu ifade edilmiştir (Plaut vd, 2004).

Bireysel besinlere ilaveten domates kök bölgesinde toplam tuz konsantrasyonu meyve kalitesi için önemli bir faktördür. Kök bölgesinde tuzluluğun orta seviyelerde artırılması domatesin meyve kalitesini arttırmıştır (Kraus vd, 2006). Domates kalitesi üzerine tuzluluğun olumlu etkisi meyve suyunda titre edilebilir asit konsantrasyonunun ve şekerin yüksek oluşundan ve ayrıca meyvede kuru madde kapsamının artmasından ileri gelmektedir (Krauss vd, 2006). Yüksek tuzluluğun domates meyvesinde toplam çözünebilir katı oranını ve titre edilebilir asitliği arttırmasına rağmen meyvelerin 15°C'de 2 hafta saklanmasından sonra bu farkın gözden kaybolduğu belirtilmiştir (Cramer vd, 2001).

4.5. Sulama Suyunun Meyvede Nitrat Kapsamına Etkisi

Çeşme suyu ile sulanan domates bitkisinde oluşan meyvelerin nitrat kapsamı 43.79 mg/kg TM iken, çeşme suyuna ¼ oranında deniz suyu ilave edilerek elde edilen sulama suyu ile sulanan bitkide meyvede nitrat kapsamı 30.45 mg/kg TM düşmüş, çeşme suyuna ½ oranında deniz suyu ilave edilerek elde edilen sulama suyu ile sulanan bitkinin meyvesinde nitrat kapsamı 33.30 mg/kg TM düşmüş, tam deniz suyu ile sulanan bitkilerin meyvesinde nitrat kapsamı 25.68 mg/kg TM düşmüştür. Tuzlu deniz suyu ile sulama domates meyvesinde nitrat kapsamını önemli derecede azaltmıştır. Meyvede nitrat kapsamında ki azalmanın nedeni sulama sularında deniz suyu oranının artması sonucu artan klor kapsamıdır. Elde edilen verilere göre domates meyvesinde nitrat kapsamı çok düşük olup kabul edilebilir maksimum sınır değerinin altında(<150mg nitrat/kg TM) bulunmuştur. Domateste meyvede kabul edilebilir maksimum sınır nitrat için 150 mg/kg taze madde olduğu belirtilmiştir(Anonymous, 1998). Norman vd (2009), sebzeleri nitrat içeriklerine göre aşağıdaki gibi sınıflandırmıştır.

Nitrat içeriği (mg/kg TM)	Değerlendirme
< 200	Çok düşük
200-500	Düşük
500-1000	Orta
1000-2500	Yüksek
>2500	Çok yüksek

Avrupa gıda bilimsel komitesi (Scientific ComMittee for food, SCF), insanların günlük kabul edilebilir nitrat alımlarının 0.0-3,7 mg/kg ağırlık olduğunu, buna göre 60 kg ağırlığında bir kişinin maksimum 219 mg günlük NO₃ alabileceği belirtilmiştir. Dünya Sağlık Örgütü (WHO) standartlarına göre domates meyvesinde nitrat içeriğinin 300 mg/kg TM olduğu belirtilmiştir. Santamaria (2006), sağlıklı sebzelerde nitrat içeriğinin 200 mg/kg TM'nin altında olması gerektiğini belirtmiştir.

NaCl tuzluluğu arttıkça 21 günlük domates bitkilerinde N alımının azaldığı bildirilmiştir (Pessarakli ve Tucker, 1988). Domateste NO₃⁻ alınımının azalması iyon alımın ve taşınımında NO₃⁻ ve Cl⁻ arasındaki interaksiyondan ileri geldiği belirtilmiştir (Cram, 1983). Domateste N alımındaki azalmanın nedeni Na⁺'un hücre zarında oluşturduğu şiddetli depolarizasyona da bağlanmıştır (Suhayda vd, 1990).

Martinez ve Cerda (1989), tuzluluk arttıkça domates yapraklarında NO₃⁻ redüktaz enzim aktivitesinin azaldığını, Al-Rawahy vd (1990), ise NaCl ile tuz stresine maruz kalmış bitkilerde kuru madde üretiminin ve N alımının azaldığını bildirmişlerdir.

4.6. Sulama Suyunun ve Silisyum Dozlarının Domates Bitkisi Su Tüketimine Etkisi

Sulama suyunun ve silisyum dozlarının domates bitkisinde toplam bitki su tüketimi, dikimden meyve oluşum dönemine kadar su tüketimi ve meyve oluşum döneminden hasata kadar su tüketimlerinin etkisine ilişkin varyans analiz sonuçları Çizelge 4.7' de ve elde edilen değerler ise Çizelge 4.8' de verilmiştir.

Çizelge 4.7. Sulama suyunun ve silisyum dozlarının domates bitkisinde toplam bitki su tüketimi, dikimden meyve oluşum dönemine kadar su tüketim, meyve oluşum döneminden hasata kadar su tüketiminin etkilerine ilişkin varyans analiz sonuçları

Özellik	Varyasyon							
	Sulama Suyu		Silisyum Dozu		Sulama Suyu*Silisyum Dozu		Hata	
	SD	KO	SD	KO	SD	KO	SD	KO
Toplam bitki su tüketimi	3	899.28**	3	1.07	9	3.57*	32	1.53
Dikimden meyve oluşumuna kadar tüketimi su tüketimi	3	21.38**	3	0.21	9	0.46*	32	0.21
Meyve oluşumundan hasata kadar bitki su tüketimi	3	619.23**	3	0.72	9	2.79**	32	0.99

*0.05 düzeyinde önemli ** 0.01 düzeyinde önemli

Çizelge 4.8. Sulama suyunun ve silisyum dozlarının domates bitkisinde toplam bitki su tüketimi, dikimden meyve oluşum dönemine kadar su tüketim, meyve oluşum döneminden hasata kadar su tüketiminin etkileri

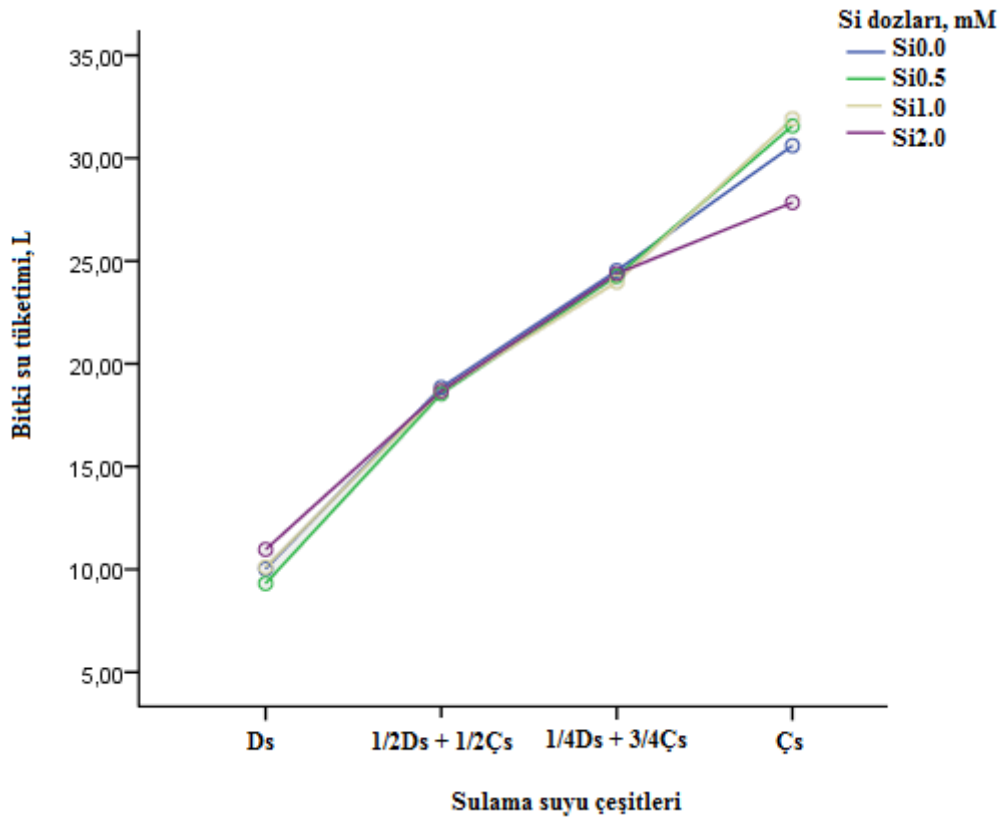
Etkili olduğu özellik	Sulama Suyu	Si dozları, mM				Ortalama
		0.0	0.5	1.0	2.0	
Toplam bitki su tüketimi	Deniz suyu	10.02e	9.31e	10.10e	10.97e	10.10D
	½ deniz suyu+ ½ çeşme suyu	18.84d	18.54d	18.69d	18.67d	18.69C
	¼ deniz suyu+ ¾ çeşme suyu	24.53c	24.26c	23.98c	24.39c	24.29B
	Çeşme suyu	30.61a	31.57a	31.90a	27.84b	30.48A
	Ortalama	20.99	20.92	21.17	20.47	
Dikimden meyve oluşumuna kadar bitki su tüketimi	Deniz suyu	3.83h	4.01gh	3.92h	3.72h	3.87D
	½ deniz suyu+ ½ çeşme suyu	5.41d-f	4.90f	4.79fg	4.55f-h	4.91C
	¼ deniz suyu+ ¾ çeşme suyu	5.39d-f	4.99ef	6.05cd	5.75de	5.55D
	Çeşme suyu	6.97ab	7.61a	7.06ab	6.60bc	7.06A
	Ortalama	5.39	5.38	5.46	5.16	
Meyveden hasat oluşumuna kadar bitki su tüketimi	Deniz suyu	6.19e	6.46e	6.63e	7.25e	6.63D
	½ deniz suyu+ ½ çeşme suyu	13.43d	13.64d	13.89d	1.12d	13.77C
	¼ deniz suyu+ ¾ çeşme suyu	19.14c	19.27c	17.93c	18.64c	18.74B
	Çeşme suyu	23.64a	23.96a	24.84a	21.24b	23.42A
	Ortalama	15.60	15.83	15.82	15.31	

Her iki çizelgenin birlikte incelenmesinden anlaşılacağı gibi toplam su tüketimi ve dikimden meyve oluşumuna kadar bitki su tüketimi üzerine sulama suyu çeşitlerinin etkisi 0.01 düzeyinde önemli bulunmuş, fakat silisyum dozlarının etkisi önemsizdir, bununla birlikte sulama suyu silisyum dozu interaksiyonunun etkisi ise 0.05 düzeyinde önemli bulunmuştur. Meyve oluşumundan hasata kadar geçen zamanda bitki su tüketimi üzerine sulama suyu ve sulama suyu silisyum dozu interaksiyonunun etkisi 0.01 düzeyinde önemli, fakat silisyum dozunun etkisi önemsiz bulunmuştur.

Domates bitkisine verilen sulama suyu çeşme suyu oranının artması sonucu domates bitkisinin toplam su tüketiminde önemli artış sağlanmıştır. Tam deniz suyu ile sulanan domates bitkisinin toplam su tüketimi 10.1lt iken, ½ deniz suyu + ½ çeşme suyu ile sulanan domates bitkisinde 18.69 lt , ¼ deniz suyu + ¾ çeşme suyu ile sulanan domates bitkisinde 24.29 lt, çeşme suyu ile sulanan domates bitkisinde 30.48lt bulunmuştur. Sulama suyu deniz suyu oranı arttıkça bitkinin su tüketimi önemli derecede azalma göstermiştir.

Ünlükara vd (2010) göre, patlıcanın gelişmesi ve su tüketimi üzerine sulama suyu tuzluluğunun etkisini sera şartlarında araştırmışlardır. Araştırmacılar 1.5-2.5-3.5-5.0-7.0 dS/m düzeylerinde EC ye sahip sulama suyu uygulamışlar ve kontrol olarak da çeşme suyu kullanmışlardır. Patlıcanın su tüketimi ve su kullanma randımanı, sulama suyunun tuzluluğunun artmasıyla önemli derecede azalmıştır. Tuzluluk patlıcan yapraklarında potasyum kapsamını azaltmış, klor kapsamını artırmıştır.

Sulama sularına ilave edilen silisyumun ortalama toplam su tüketimine etkisi önemsiz bulunmuş, fakat silisyum dozlarının toplam su tüketimine etkisi sulama sularına göre değişmiştir. Deniz suyu, $\frac{1}{2}$ deniz suyu + $\frac{1}{2}$ çeşme suyu, $\frac{1}{4}$ deniz suyu+ $\frac{3}{4}$ çeşme suyundan oluşan sulama sularına artan dozlarda ilave edilen silisyumun bitki su tüketimine etkisi önemsiz bulunmuş, fakat tam çeşme suyundan oluşan sulama suyuna ilave edilen 2mM bitki su tüketimini önemli derecede azalmıştır. Bu azalmanın nedeni olarak, silisyumun bitkide terlemeyi azaltmış olabileceği düşünülmüştür (Şekil 4.10).



Şekil 4.10. Sulama suyu ve silisyum doz intraksiyonunun domates bitkisinde toplam su tüketimine etkisi

Shi vd (2016) göre, silisyumun bitkilerde kuraklığa toleransı artırdığını fakat mekanizmasının, hala anlaşılmadığını belirtmişlerdir. Araştırmacılar yaptıkları çalışmada sulama suyuna 2.5mM silisyum ilavesinin domateste kuraklığın gelişme ve fotosentez üzerine olumsuz etkisini önleyerek gelişmeyi ve fotosentezi artırdığını su stresi altında bitkinin su içeriğini artırdığını bildirmişlerdir. Araştırmacılar su stresi altında domateste kök hidrolik iletkenliğinin azaldığını, fakat silisyum ilavesiyle kök hidrolik iletkenliğinin artırdığını belirtmişlerdir. Silisyum ilavesinin süperoksit, dismutaz, katalaz enzim aktivitesini

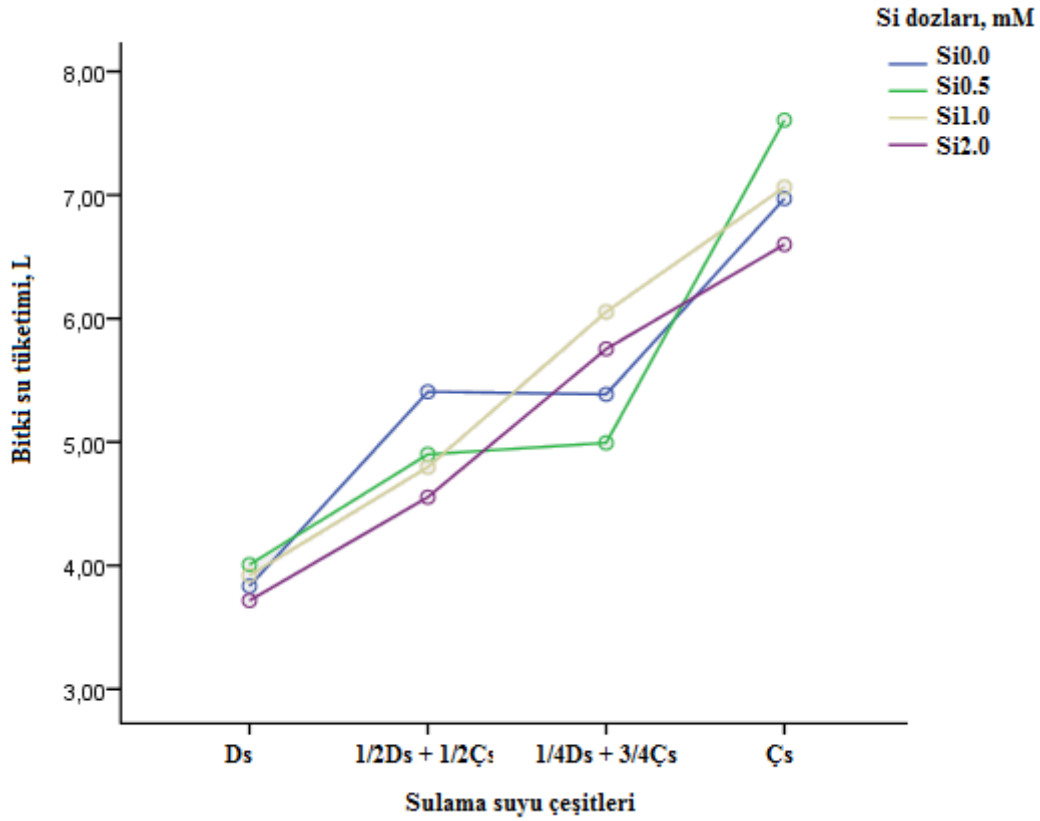
ve köklerde stres şartlarında askorbik asit ve glutasyon seviyesinin artırdığını belirterek araştırmacılar silisyumun domates bitkisinde su alımını ve kök hidrolik iletkenliğini artırarak su stresine tolerans sağladığını bildirmişlerdir. Silisyumun kök hücre membranlarında kuraklıktan ileri gelen oksidatif zararı azaltarak kök hidrolik iletkenliğini artırdığı da bildirilmiştir. Kaya vd (2006), mısır bitkisinde silisyum ilavesinin potasyum ve kalsiyum içeriğini artırdığını bitkilerde mineral dengenin korunmasında önemli rol oynadığını bildirmişlerdir.

Çeltik yapraklarında silisyum depolanması kütikül yoluyla transpirasyonu azaltarak, silisyumun kuraklığa toleransı artırdığı belirtilmiştir (Matoh vd, 1991). Bununla birlikte Gao vd 2006, mısır bitkisinde silisyum ilavesinin yaprakta kütiküler transpirasyonu etkilemediği fakat stomadan terlemeyi azalttığını bildirmişlerdir.

Artan dozlarda silisyum ilave edilmiş sulama sularıyla sulanarak yetiştirilen domates bitkisinin yaprağında klor kapsamı ile bitkinin toplam su tüketimi arasındaki ilişkinin korelasyon katsayısı $r=-0,957^{**}$ olup, yaprakların klor içeriği arttıkça bitkinin toplam su tüketiminde azalma görülmüştür. Aynı şekilde domates yapraklarının sodyum ve magnezyum kapsamıyla bitkinin toplam su tüketimi arasındaki ilişkilerin korelasyon katsayısı sırasıyla $r=-0,928^{**}$ ve $r=-0,801^{**}$ bulunmuştur. Fakat buna karşın yaprakta potasyum ve kalsiyum kapsamı ile bitkinin toplam su tüketimi arasındaki ilişkilerin korelasyon katsayıları sırasıyla $r=0,727^{**}$ ve $r=0,504^{*}$ bulunmuştur. Diğer bir ifade ile yaprakta sodyum ve magnezyum kapsamı arttıkça bitkinin toplam su tüketimi önemli derecede azalma göstermiş fakat yaprakta potasyum ve kalsiyum kapsamı arttıkça bitkinin toplam su tüketimi önemli derecede artış göstermiştir. Yaprakların klor ve sodyum kapsamlarının yüksek olması halinde bitki su tüketimindeki azalmanın sebebi olarak sodyum ve klorürün su alınımında azalmaya sebebiyet verdiği düşünülmüştür.

Domates bitkisine verilen deniz suyunda çeşme suyu oranının artması sonucu domates bitkisinin dikimden meyve oluşumuna kadar geçen dönemde su tüketiminde önemli artış sağlanmıştır. Tam deniz suyu ile sulanan domates bitkisinin dikimden meyve oluşumuna kadar geçen dönemde su tüketimi 3.87 lt iken, $\frac{1}{2}$ deniz suyu + $\frac{1}{2}$ çeşme suyu ile sulanan domates bitkisinde 4.92 lt, $\frac{1}{4}$ deniz suyu + $\frac{3}{4}$ çeşme suyu ile sulanan domates bitkisinde 5.55 lt, çeşme suyu ile sulanan domates bitkisinde 7.06 lt bulunmuştur. Sulama sularına ilave edilen silisyumun dikimden meyve oluşumuna kadar geçen dönemde ortalama su tüketimine

etkisi önemsiz olmakla birlikte bu dönemde silisyumun bitki su tüketimine etkisi sulama sularında farklı bulunmuştur. Farklı özelliklerdeki sulama sularına ilave edilen silisyum dozu arttıkça dikimden meyve oluşumuna kadar geçen dönemde su tüketiminde önemsiz olmakla birlikte azalma görülmüştür (Şekil 4.11).



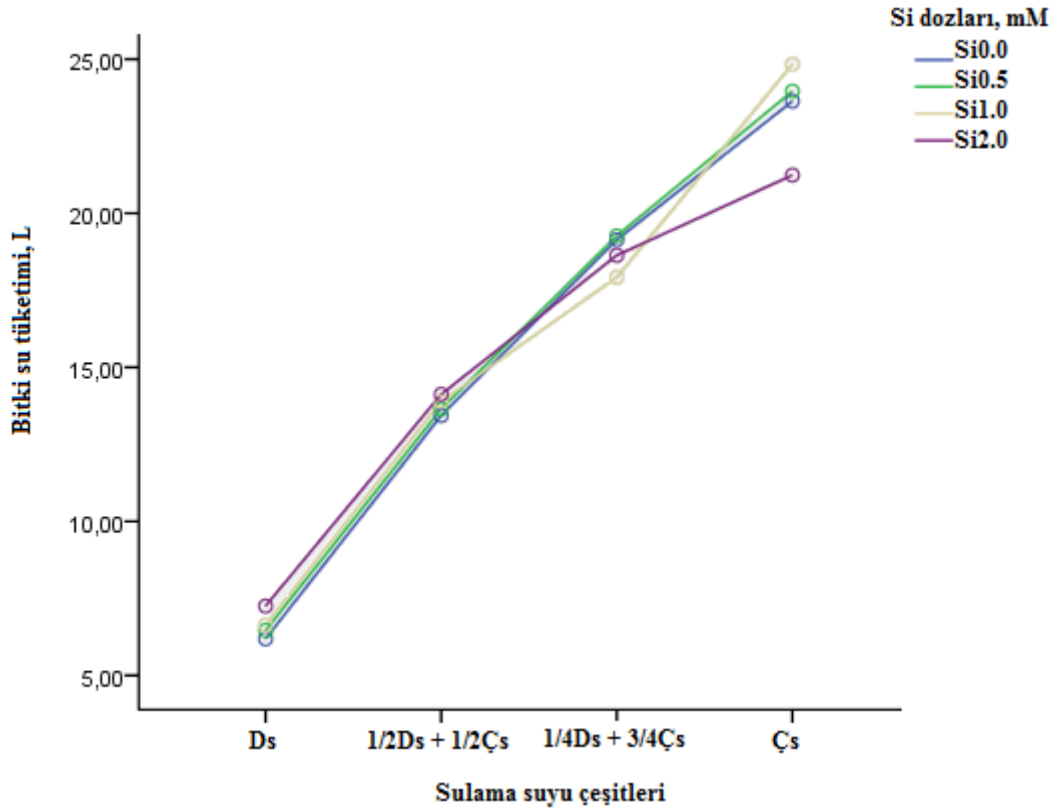
Şekil 4.11. Sulama suyu ve silisyum doz etkisinin domates bitkisinin dikim-meyve oluşumu arası dönemde bitki su tüketimine etkisi

AI-Omran vd (2012) göre domateste total kuru madde miktarı ve taze domates meyve verimi üzerine tuzlu sulama suyunun zararlı etkisi toplam kuru madde miktarı dikkate alınarak belirlenen su kullanma randımanını ve toplam taze domates meyve verimini dikkate alarak hesaplanan su kullanma randıman değerlerini azaltmasından ileri geldiğini bildirmişlerdir.

Yaprakta klor, sodyum, magnezyum ve fosfor kapsamı ile dikimden meyve oluşumuna kadar geçen dönemde tüketilen su miktarı arasında ki ilişkinin korelasyon katsayıları sırasıyla $r=-0,920^{**}$, $r=-0,833^{**}$, $r=-0,770^{**}$ ve $r=-0,510^*$ önemli bulunmuştur. Diğer bir ifade ile yaprakta klor, sodyum, magnezyum ve fosfor kapsamı arttıkça dikimden meyve oluşumuna

kadar geçen dönemde tüketilen su miktarı azalmıştır. Buna karşın, yaprakta potasyum ve kalsiyum kapsamları ile dikimden meyve oluşumuna kadar geçen dönemde tüketilen su miktarı arasındaki ilişkilerin korelasyon katsayıları sırasıyla $r=0,680^{**}$ ve $r=0,595^*$ önemli bulunmuştur. Diğer bir ifade ile yaprakların potasyum ve kalsiyum kapsamları arttıkça dikimden meyve oluşumuna kadar geçen dönemde tüketilen su miktarı artmıştır.

Domates bitkisine verilen sulama suyunda çeşme suyu oranının artması sonucu meyve oluşumu-hasat arası dönemde su tüketiminde önemli artış sağlanmıştır. Tam deniz suyu ile sulanan domates bitkisinin toplam su tüketimi 11.25 lt iken, $\frac{1}{2}$ deniz suyu + $\frac{1}{2}$ çeşme suyu ile sulanan domates bitkisinde 13.77 lt , $\frac{1}{4}$ deniz suyu + $\frac{3}{4}$ çeşme suyu ile sulanan domates bitkisinde 18.74 lt, çeşme suyu ile sulanan domates bitkisinde 23.42 lt bulunmuştur. Sulama sularına ilave edilen silisyumun belirtilen dönemde bitki su tüketimine etkisi önemsiz olmakla birlikte silisyumun bu dönemde bitki su tüketimine etkisi farklı sulama sularında farklı bulunmuştur. Deniz suyu, $\frac{1}{2}$ denizi suyu + $\frac{1}{2}$ çeşme suyu, $\frac{1}{4}$ deniz suyu+ $\frac{3}{4}$ çeşme suyundan oluşan sulama sularına artan dozlarda ilave edilen silisyumun bitki su tüketimine etkisi önemsiz bulunmuş, fakat tam çeşme suyundan oluşan sulama suyuna ilave edilen 2mM silisyum bitki su tüketimini önemli derecede azaltmıştır. Bu azalmanın nedeni olarak, silisyumun bitkide terlemeyi azaltmış olabileceği düşünülmüştür (Şekil 4.12).



Şekil 4.12. Sulama suyu ve silisyum doz etkisinin domates bitkisinin meyve oluşumu-hasat arası döneminde bitki su tüketimine etkisi

Yaprakta klor, sodyum, fosfor ve magnezyum kapsamalarıyla domates bitkisinin meyve oluşumu-hasat arası dönemde tükettiği su miktarı arasındaki ilişkilerin korelasyon katsayıları sırasıyla $r=-0,955^{**}$, $r=-0,929^{**}$, $r=-0,667^{**}$ ve $r=-0,803^{**}$ önemli bulunmuştur. Diğer bir ifade ile yaprakta klor, sodyum, fosfor ve magnezyum kapsamaları arttıkça meyve oluşumu-hasat arası dönemde domatesin su tüketiminde azalma görülmüştür. Buna karşın yaprakta potasyum ve kalsiyum kapsamalarıyla meyve oluşumu-hasat arası dönemde tüketilen su miktarı arasındaki ilişkilerin korelasyon katsayıları sırasıyla $r=0,726^{**}$ ve $r=0,487$ önemli bulunmuştur.

4.7. Sulama Suyu ve Silisyum Dozlarının Domates Bitkisinin Su Kullanma Randımanına Etkisi

Sulama suyu ve silisyum dozlarının domates bitkisinin sap ve meyvesinde su kullanma randımanının etkisine ilişkin varyans analiz sonuçları Çizelge 4.9’da ve elde edilen değerler ise Çizelge 4.10’ da verilmiştir.

Çizelge 4.9. Sulama suyu ve silisyum dozlarının domates bitkisinin sap ve meyvesinde su kullanma randımanının etkisine ilişkin varyans analiz sonuçları

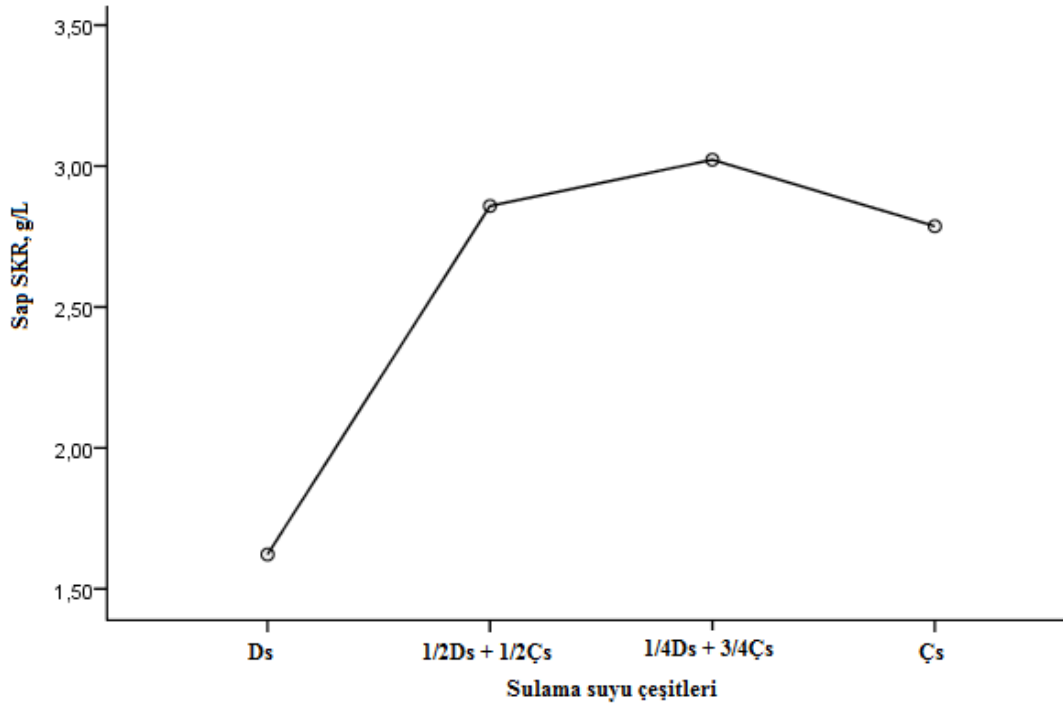
Özellik	Varyasyon							
	Sulama Suyu		Silisyum Dozu		Sulama Suyu*Silisyum Dozu		Hata	
	SD	KO	SD	KO	SD	KO	SD	KO
Sap SKR	3	4.94**	3	0.041	9	0.12	32	0.12
Meyve SKR	3	4155.59**	3	100.68	9	113.52*	32	44.02

*0.05 düzeyinde önemli ** 0.01 düzeyinde önemli

Çizelge 4.10. Sulama suyu ve silisyum dozlarının domates bitkisinin sap ve meyvesinde su kullanma randımanına etkisi

Etkili olduğu özellik	Sulama Suyu	Si dozları, mM				Ortalama
		0.0	0.5	1.0	2.0	
Sap SKR	Deniz suyu	1.29	1.93	1.60	1.66	1.62B
	½ deniz suyu+ ½ çeşme suyu	2.68	2.91	2.93	2.91	2.86A
	¼ deniz suyu+ ¾ çeşme suyu	3.16	3.06	2.90	2.97	3.02A
	Çeşme suyu	2.94	2.59	2.66	2.95	2.79A
	Ortalama	2.52	2.62	2.53	2.62	
Meyve SKR	Deniz suyu	26.59fg	41.41c-e	25.29fg	20.66g	28.49D
	½ deniz suyu+ ½ çeşme suyu	32.84ef	35.63ef	36.40d-f	37.11d-f	35.49C
	¼ deniz suyu+ ¾ çeşme suyu	48.42cd	46.62c	45.25c-e	41.69c-e	46.24B
	Çeşme suyu	76.68a	68.98ab	61.79b	76.45a	70.98A
	Ortalama	46.13	48.91	42.18	43.98	

Her iki çizelgenin incelenmesinden anlaşılacağı gibi domates bitkisinin saptaki su kullanma randımanı üzerine sulama suyu etkisi 0.01 düzeyinde önemli, silisyum dozunun ve sulama suyu x silisyum doz interaksiyonunun etkileri istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur. Aynı şekilde domates meyvesinde de su kullanma randımanı üzerine sulama suyunun etkisi 0.01 düzeyinde önemli, silisyum dozunun etkisi önemsiz, fakat sulama suyu x silisyum doz interaksiyonunun etkisi 0.05 düzeyinde önemli bulunmuştur. Domates bitkisine verilen sulama suyunda çeşme suyu oranının artması sonucu domates bitkisinin saptaki su kullanma randımanının da önemli derecede artış görülmüştür (Şekil 4.13).



Şekil 4.13. Sulama suyunun domates bitkisi sap kuru madde miktarı bakımından su kullanma randımanına etkisi

Tam deniz suyu ile sulanan domates bitkisinin sapta su kullanma randımanı deniz suyu 1,62g/lt iken, ½ deniz suyu + ½ çeşme suyu ile sulanan domates bitkisinde 2.86 g/lt, ¼ deniz suyu + ¾ çeşme suyu ile sulanan domates bitkisinde 3.02 g/lt, çeşme suyu ile sulanan domates bitkisinde 2.79 g/lt bulunmuştur. Farklı sulama sularında silisyum dozunun sapta su kullanma randımanına etkisi benzer bulunmuştur.

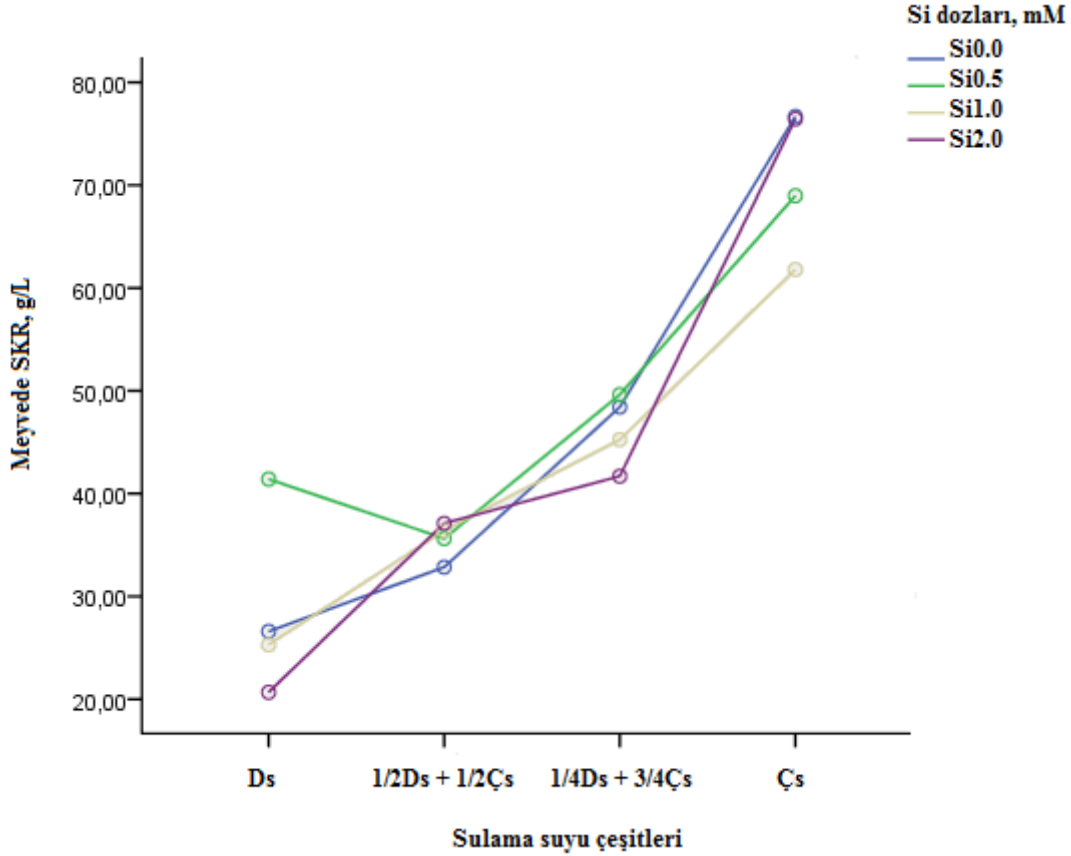
Domates bitkisinin yaprağında sodyum, magnezyum, klor ve fosfor kapsamlarıyla sapta su kullanma randımanı arasındaki ilişkilerin korelasyon katsayıları sırasıyla $r=-0,870^{**}$, $r=-0,697^{**}$, $r=-0,753^{**}$ ve $r=-0,912^{**}$ bulunmuştur. Diğer bir ifade ile yaprakta sodyum, magnezyum, klor ve fosfor kapsamı artıkça sapta su kullanma randımanı önemli derecede azalma göstermiştir. Buna karşı yaprakta potasyum ve kalsiyum kapsamlarıyla sapta su kullanma randımanı arasındaki ilişkileri korelasyon katsayıları sırasıyla $r=0,550^*$ ve $r=0,188$ bulunmuştur. Domates bitkisinin yaprağında klorofil-a, klorofil-b, toplam klorofil ile sapta kuru madde miktarı yönünden su kullanma randımanı arasındaki ilişkilerin korelasyon katsayıları sırasıyla $r=0,383$, $r=0,387$ ve $r=0,389$ olup bu ilişkiler önemli bulunmamakla birlikte yaprakta klorofil- a, klorofil-b ve toplam klorofil artıkça sapta su kullanma randımanı artış eğilimi göstermiştir. Aynı şekilde yaprağın klorofil-a, klorofil-b, toplam klorofil ve

karotenoid kapsamları ile meyvede su kullanma randımanı arasındaki ilişkilerin korelasyon katsayıları sırasıyla $r=0,581^*$ $r=0,646^{**}$ $r=0,601^*$ ve $r=0,645^{**}$ bulunmuştur. Diğer bir ifade ile yaprakta klorofil-a, klorofil-b, toplam klorofil ve karotenoid kapsamları arttıkça meyvede su kullanma randımanı artış göstermiştir.

Domates bitkisine verilen sulama suyunda çeşme suyu oranının artması sonucu domates bitkisinin meyvesinde su kullanma randımanının da önemli derecede artış görülmüştür. Diğer bir ifade ile sulama suyunda deniz suyu oranı arttıkça domates bitkisinin meyve ve sapa su kullanma randımanı önemli derecede azalma göstermiştir.

Ünlükara vd (2010) göre, patlıcanın gelişmesi ve su tüketimi üzerine sulama suyunun tuzluluğunun etkisini sera şartlarında araştırmışlardır. Araştırmacılar 1.5-2.5-3.5-5.0-7.0 dS/m düzeylerinde EC ye sahip sulama suyu uygulamışlar ve kontrol olarak da çeşme suyu kullanmışlardır. Patlıcanın su tüketimi ve su kullanma randımanı, sulama suyunun tuzluluğunun artmasıyla önemli derecede azalmıştır. Tuzluluk patlıcan yapraklarında potasyum kapsamını azaltmış, klor kapsamını artırmıştır.

Tam deniz suyu ile sulanan domates bitkisinin meyvede su kullanma randımanı deniz suyu 28.52 g/lit iken, $\frac{1}{2}$ deniz suyu + $\frac{1}{2}$ çeşme suyu ile sulanan domates bitkisinde 35.5 g/ Lt, $\frac{1}{4}$ deniz suyu + $\frac{3}{4}$ çeşme suyu ile sulanan domates bitkisinde 46.25 g/lit, çeşme suyu ile sulanan domates bitkisinde 70.97 g/lit bulunmuştur. Sulama sularına ilave edilen silisyumun meyvede su kullanma randımanına etkisi sulama suyuna göre değişmiştir. Tam deniz suyu ile sulanan domates bitkisinde 0,5mM silisyum ilavesi meyvede su kullanma randımanını önemli derecede artırmıştır. Tam deniz suyuna 0,5mM silisyum ilavesi sonucu kontrolde 26.6 g/lit olan su kullanma randımanı değeri 41.41g/lit değerinde artış göstermiştir (Şekil 4.14).



Şekil 4.14. Sulama suyu ve silisyum doz etkileşiminin domates bitkisinde meyve verimi bakımından su kullanma verimliliğine etkisi

Gao vd (2005) göre, mısır bitkisinde su kullanma verimliliği üzerine silisyum etkisini incelemişler ve 2mM/lit silisyum ile beslenen bitkilerin silisyum verilmeyen bitkilerinkine göre su kullanma verimliliği değerleri %20 daha yüksek bulunmuştur. Bitkiler su stresine maruz bırakıldıkları zaman silisyum ilavesi yaprakta transpirasyonu ve ksilemden su akışını azaltarak su kullanma verimliliği değerinde % 35'e kadar artış sağlanmıştır. Silisyum uygulamasıyla transpirasyondaki azalmalar stomalardan transpirasyon hızının azalmasıyla ilgili olduğu belirtilmiştir. Silisyumun stomaların açılıp kapanmasını etkilediği de belirtilmiştir. 2mM/lit silisyum uygulanan bitkilerde ksilemden su akışının silisyum uygulanmayan bitkilere göre %20 daha düşük olduğu, ksilemde silisyum depolanmasıyla suyun etkinliğinin arttığı ifade edilerek, sonuçta silisyumun su kullanma verimliliğini önemli derecede artırdığı belirtilmiştir.

Zhu ve Gong. (2014) göre, silisyumun köklerle su alımını artırdığını, yapraklarda su kaybını azalttığını besin dengesi sağlayarak fotosentez hızını iyileştirdiğini bildirmişlerdir.

Ayrıca antioksidant enzimlerin aktivitesini ve antioksidant olmayan enzimlerin kapsamlarını artırarak tuzun okside edici etkisinden bitkiyi koruduğunu bildirmişler ve ayrıca silisyumun osmotik regülasyona katkı sağlayarak fotosentetik enzimlerin aktivitelerini artırdığını belirtmişlerdir. Araştırmacılar silisyum uygulamasının kök ve gövdede sodyum akümülyasyonunu azalttığını bildirmişlerdir.

Coşkun vd (2016) göre, silisyumun bitkiler için esansiyel bir element olmamasına rağmen tuzluluk ve kuraklık gibi stres şartlarında bitki gelişmesine faydalı bir element olduğunu belirtmişlerdir. Silisyumun hücre duvarında süberizasyonu lignifikasyonu ve silifikasyonu sağlayarak suyun transpirasyonunu azalttığını, tuzdan gelecek oksidatif stresi azalttığını bildirmişlerdir.

Reina-Sanchez vd (2005) göre, domates meyve verimi, su alımı ve su kullanma randımanı üzerine tuzluluğun etkileri konusunda 4 domates çeşitinde (Floradade,L1,L5 ve L9) topraksız yetiştiricilik ve sera şartlarında yaptıkları çalışmada 0.0-25 -50 ve 75mM NaCl uygulamışlardır. Araştırmacılar yapılan çalışmada domates taze bitki ağırlığının %70 nin meyve, %22 nin yaprak ve %8 nin gövdeden oluştuğunu belirtmişler ve meyvelerin bitkinin tuza en hassas kısmı olduğunu bildirerek 4 domates çeşitinde de NaCl dozunun 1mM artmasına karşılık meyve veriminde 28gr azalma olduğu veya EC nin 1dS/m artmasına karşılık meyve veriminde 290gr azalma görüldüğünü belirtmişlerdir. Domates verimi yönünden EC eşik değerinin 0.0-3.4 dS/m arasında değiştiği ve domateste çiçek burnu çürüklüğünün tuzlulukla arttığı bildirilmiştir. Tuzlu şartlarda gelişen domates meyvesin de hiç tuz içermeyen şartlarda yetiştirilen bitkilerinkine göre çözünebilir katı ve asit kapsamı daha yüksek bulunmuştur. Çok tuzlu şartlarda yetiştirilen bitkilerin kontrol bitkilere göre %40 daha az su tükettikleri de bildirilmiştir. Bitkinin toplam su alımı ile tuzluluk arasındaki ilişki liner olup bu ilişkinin korelasyon katsayısı $R^2= 0.94-1.0$ arasında bulunmuştur. Kontrol bitkilerin su kullanma randımanları tuzlu şartlarda yetiştirilen bitkilere göre daha yüksek olduğu bildirilmiş ve su kullanma randımanını 25-13 gr meyve verimi/lt arasında olduğu belirtilmiştir.

Domates yaprağında klor, magnezyum ve sodyum kapsamlarıyla meyvede su kullanma randımanı değerleri arasındaki ilişkilerin korelasyon katsayıları sırasıyla $r=-0,865^{**}$, $r=0,708^{**}$ ve $r=-0,726^{**}$ bulunmuştur. Aynı şekilde domates meyvesinde sodyum ve klor kapsamlarıyla meyvede su kullanma randımanı değerleri arasındaki ilişkilerin korelasyon katsayıları sırasıyla $r=-0,840^{**}$ ve $r=-0,607^*$ bulunmuştur. Diğer bir ifade ile yaprak ve

meyvede klor ve sodyum kapsamı artıkça meyvede su kullanma randımanında azalma görülmüştür. Buna karşın yaprakta potasyum ve kalsiyum kapsamlarıyla meyvede su kullanma randımanı arasındaki ilişkilerin korelasyon katsayıları sırasıyla $r=0,503^*$ ve $r=0,616^*$ bulunmuştur. Meyve verimi ile meyvede su kullanma randımanı arasındaki ilişkinin korelasyon katsayısı $r=0,931^{**}$ bulunmuştur.

4.8. Sulama Suyu ve Silisyum Dozlarının Domates Bitkisi Yaprığında Klorofilmetre Okuma Değerleri, Klorofil-a, Klorofil-b ve Toplam Klorofil Kapsamlarına Etkileri

Sulama suyu ve silisyum dozlarının domates bitkisi yaprığında klorofilmetre okuma değerleri, klorofil-a, klorofil-b ve toplam klorofil kapsamlarının etkilerine ilişkin varyans analiz sonuçları Çizelge 4.11’ de ve elde edilen değerler Çizelge 4.12’de verilmiştir.

Çizelge 4.11. Sulama suyu ve silisyum dozlarının domates bitkisi yaprığında klorofilmetre okuma değerleri, klorofil-a, klorofil-b ve toplam klorofil kapsamlarının etkilerine ilişkin varyans analiz sonuçları

Özellik	Varyasyon							
	Sulama Suyu		Silisyum Dozu		Sulama Suyu*Silisyum Dozu		Hata	
	SD	KO	SD	KO	SD	KO	SD	KO
Klorofilmetre	3	1991.889**	3	265.063**	9	214.802**	32	61.105
Klorofil-a mg/g	3	0.97**	3	0.22**	9	0.07	32	0.04
Klorofil-b, mg/g	3	0.177**	3	0.033*	9	0.010	32	0.008
Toplam klorofil, mg/g	3	1.97**	3	0.41**	9	0.13	32	0.08

*0.05 düzeyinde önemli

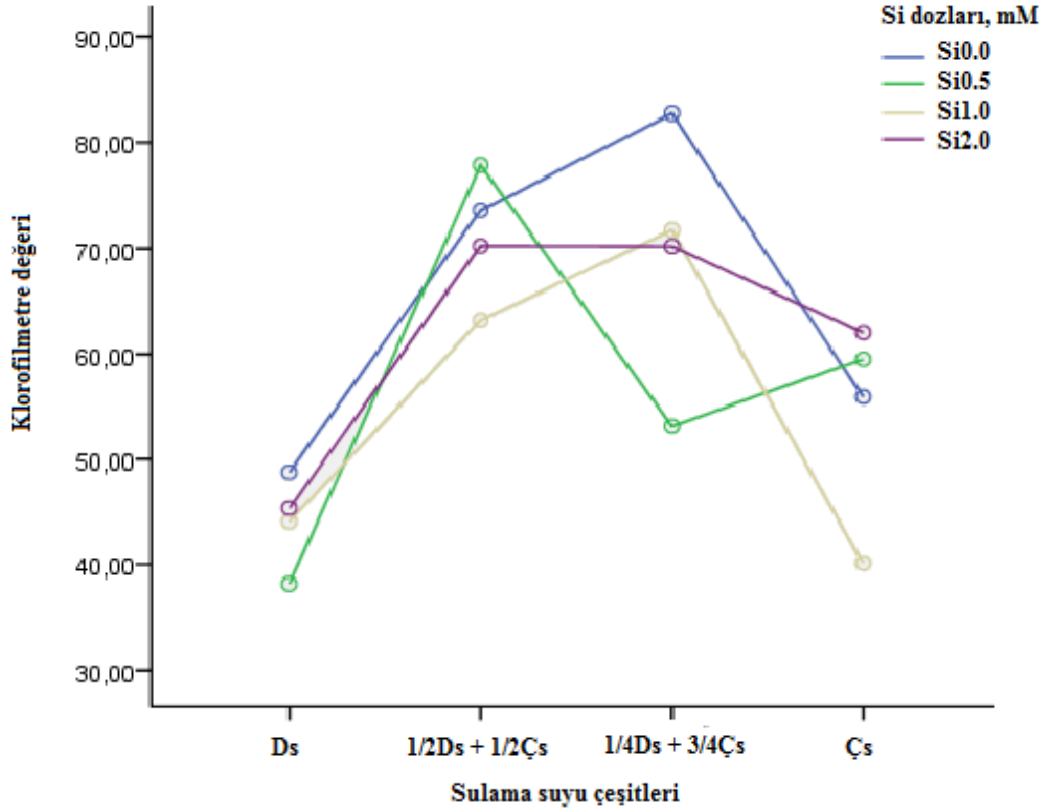
** 0.01 düzeyinde önemli

Çizelge 4.12. Sulama suyu ve silisyum dozlarının domates bitkisi yaprağında klorofilmetre okuma değerleri, klorofil-a, klorofil-b ve toplam klorofil kapsamlarına etkileri

Etkili olduğu özellik	Sulama Suyu	Si dozları, mM				Ortalama
		0.0	0.5	1.0	2.0	
Klorofilmetre	Deniz suyu	48.81d-h	38.24h	44.13f-h	45.35e	44.13C
	½ deniz suyu+ ½ çeşme suyu	73.57ab	77.83a	63.17b-d	70.74a	71.20A
	¼ deniz suyu+ ¾ çeşme suyu	82.73a	53.18d-g	71.70ab	70.20a	69.45A
	Çeşme suyu	55.90c-f	59.53b-e	40.13gh	61.97b	54.38B
	Ortalama	65.25A	57.19BC	54.78C	61.94AB	
Klorofil-a, mg/g	Deniz suyu	0.98	0.46	0.84	1.09	0.84B
	½ deniz suyu+ ½ çeşme suyu	0.89	0.79	0.88	0.85	0.85B
	¼ deniz suyu+ ¾ çeşme suyu	1.16	1.17	1.29	1.48	1.28A
	Çeşme suyu	1.14	1.30	1.56	1.54	1.39A
	Ortalama	1.04BC	0.93C	1.14AB	1.24A	
Klorofil-b, mg/g	Deniz suyu	0.41	0.20	0.34	0.43	0.35C
	½ deniz suyu+ ½ çeşme suyu	0.35	0.32	0.39	0.36	0.36C
	¼ deniz suyu+ ¾ çeşme suyu	0.49	0.46	0.51	0.58	0.51B
	Çeşme suyu	0.51	0.55	0.70	0.62	0.59A
	Ortalama	0.44AB	0.38B	0.49A	0.50A	
Toplam klorofil, mg/g	Deniz suyu	1.39	0.66	1.19	1.52	1.19B
	½ deniz suyu+ ½ çeşme suyu	1.23	1.12	1.27	1.22	1.21B
	¼ deniz suyu+ ¾ çeşme suyu	1.66	1.63	1.81	2.06	1.79A
	Çeşme suyu	1.65	1.85	2.26	2.17	1.98A
	Ortalama	1.48BC	1.31C	1.63AB	1.74A	

Her iki çizelgenin birlikte incelenmesinden anlaşılacağı gibi domates yaprağında klorofilmetre okuma değerleri üzerine sulama suyu, silisyum dozunun ve sulama suyusilisyum dozu interaksiyonunun etkileri 0.01 düzeyinde önemli bulunmuştur. Aynı şekilde domates yaprağında klorofil-a, klorofil-b ve toplam klorofil kapsamları üzerine sulama suyu çeşitlerinin etkisi 0.01 düzeyinde önemli bulunmuş, aynı şekilde silisyum dozlarının etkisi sırasıyla 0.01, 0.05 ve 0.01 düzeylerinde önemli bulunmuşlardır. Yaprakta klorofil-a, klorofil-b ve toplam klorofil kapsamları üzerine sulama suyusilisyum dozu interaksiyonunun etkisi önemli bulunmamıştır.

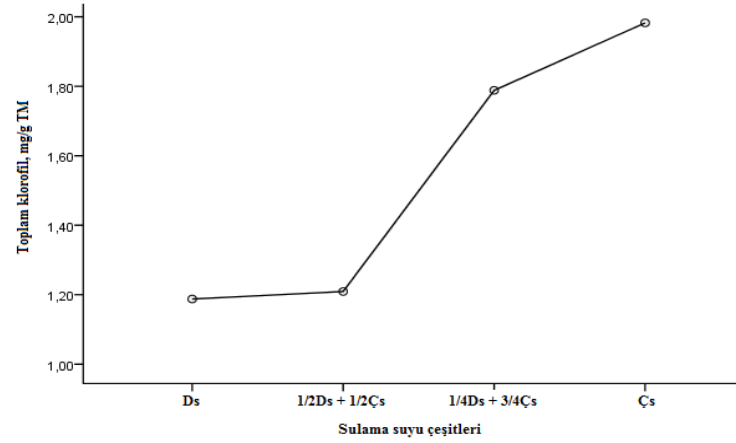
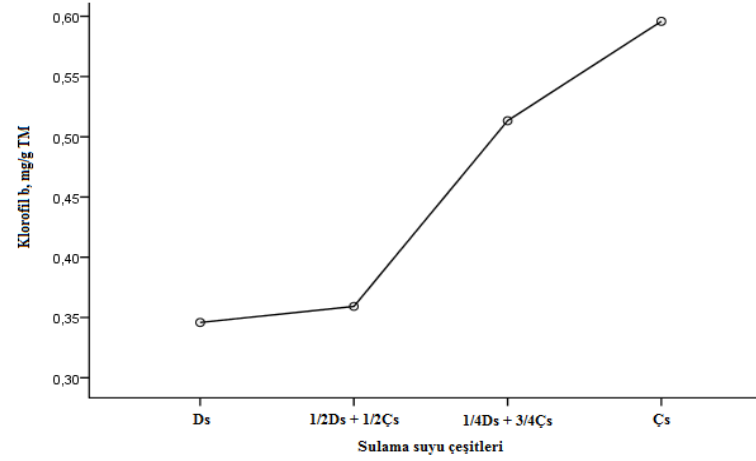
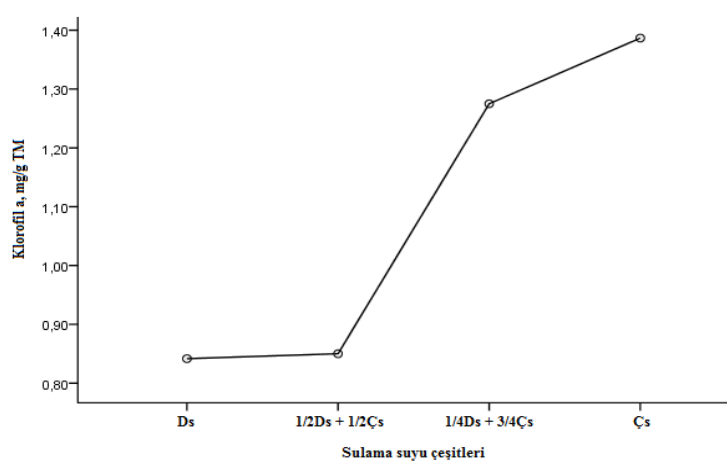
Sulama sularında deniz suyuna ilave edilen çeşme suyu oranı artıkça domates bitkisi yaprağında klorofilmetre okuma değerleri önemli derecede artmıştır. Tam deniz suyu ile sulanan bitkilerin yaprağında klorofilmetre okuma değeri ortalama 44.13 iken, ½ deniz suyu + ½ çeşme suyu ile sulanan bitkilerin yaprağında 71.33, ¼ deniz suyu + ¾ çeşme suyu ile sulanan bitkilerin yaprağında 69.47 ve çeşme suyu ile sulanan bitkilerin yaprağında ise 53.64 bulunmuştur. Sulama suyuna silisyum ilavesi klorofilmetre okuma değerlerini çeşitli sulama sularında farklı etkilemiştir. Şekil 4.15' de verilmiştir.



Şekil 4.15. Sulama suyu ve silisyum doz etkileşiminin domates yaprağında klorofilmetre okuma değerlerine etkisi

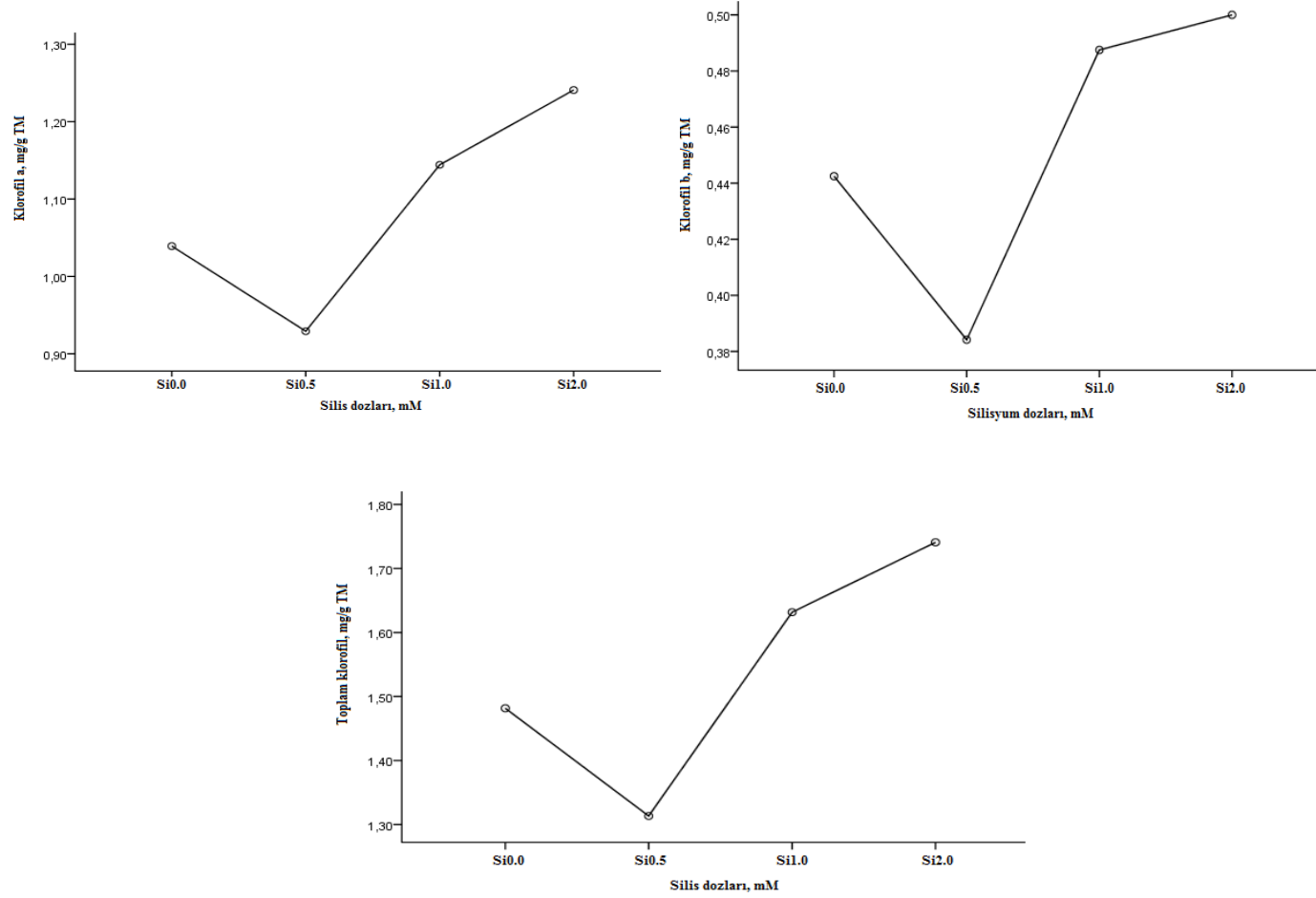
Klorofilmetre okuma değerleriyle klorofil-a, klorofil-b, toplam klorofil ve karotenoid arasındaki ilişkilerin korelasyon katsayıları önemsiz bulunmuştur. Aynı şekilde klorofilmetre okuma değerleriyle yaprakta sodyum ve klor kapsamları arasındaki ilişkilerin korelasyon katsayıları sırasıyla $r=-0,489$ ve $r=-0,285$ bulunmuştur.

Sulama sularında deniz suyuna ilave edilen çeşme suyu oranı arttıkça domates bitkisi yaprağında klorofil-a, klorofil-b ve toplam klorofil kapsamları önemli derecede artmıştır. Klorofil-a, klorofil-b ve toplam klorofil değerleri tam deniz suyu ile sulanan bitkilerde sırasıyla 0.84, 0.35 ve 1.19 mg/g TM iken, $\frac{1}{2}$ deniz suyu + $\frac{1}{2}$ çeşme suyu ile sulanan bitkilerde sırasıyla 0.85, 0.36 ve 1.21 mg/g TM, $\frac{1}{4}$ deniz suyu + $\frac{3}{4}$ çeşme suyu ile sulanan bitkilerde sırasıyla 1.27, 0.51 ve 1.79 mg/g TM, çeşme suyu ile sulanan bitkilerde ise sırasıyla 1.39, 0.59 ve 1.98 bulunmuştur (Şekil 4.16).



Şekil 4.16. Sulama suyunun domates bitkisi yaprağında klorofil-a, klorofil-b ve toplam klorofil kapsamına etkisi

Aynı şekilde sulama sularına ilave edilen silisyum dozu artıkça domates bitkisi yaprağında klorofil-a, klorofil-b ve toplam klorofil kapsamaları önemli derecede artış göstermiştir. Silisyum uygulamaları ile sağlanan bu artışlar klorofil-a ve toplam klorofil üzerinde daha belirgin bulunmuştur. Silisyum dozunun klorofil-a, klorofil-b ve toplam klorofil üzerine etkisi farklı sulama sularında benzer bulunmuştur (Şekil 4.17).



Şekil 4.17. Sulama suyuna ilave edilen silisyumun domates bitkisi yaprağında klorofil-a, klorofil-b ve toplam klorofil kapsamına etkisi

Tavakkoli vd (2016) göre, gerbera menekşesinde gelişme ve fizyolojik özellikler üzerine sulamada kullanılan suyun oluşturduğu alkalilik stresinin ve gelişme ortamının etkilerini incelemiştir. Araştırmacılar sulama suyunun alkaliliğinden ileri gelen stres şartlarında sodyum bikarbonat miktarı 0'dan 40 mM seviyesine artırıldığında bitki gelişiminin fotosentez performans indeksinin, glutamin sentetaz aktivitesinin yaprakta nisbi su kapsamının (LRWC), klorofil-a, klorofil-b ve toplam klorofil kapsamı ile karotenoid kapsamının önemli derecede azaldığını belirtmişlerdir. Araştırmacılar sulama suyundan oluşan alkalilik stresinden dolayı bitkinin vejetatif gelişmesinde ki nisbi su kapsamında glutamin sentetaz enzim aktivitesinde ve fotosentetik pigmentlerdeki azalma Hindistan cevizi iplikçilerinden oluşan substrat ortamında, diğer ortamlara göre daha düşük bulunmuştur. Araştırmacılar uygun substrat kullanılması halinde sulama suyunda ki yüksek sodyum bikarbonattan dolayı diğer bir ifade ile sulama suyundaki aşırı alkaliliğin sebep olduğu stresin giderileceği ifade etmişlerdir.

Dannon ve Wydra (2004) göre, besin solüsyonuna silisyumun ilavesi hidroponik kültürde yetiştirilen domateste *Ralstonia solanacearum* tarafından sebep olan bakteriyel solgunluğun görülme durumunu azaltmıştır. Son zamanlarda domates bitkisinin gelişimi üzerine NaCl tuzluluğunun zararlı etkisini silisyumun azalttığı tespit edilmiştir (Stamatakis vd, 2003). NaCl tuzuna maruz kalmış domates bitkisinin gelişmesi üzerinde silisyumun uyarıcı etkisi, sodyum ve klor alımının azaltılmasına (Stamatakis vd, 2003), bitkinin su statüsünün iyileştirilmesine (Romero-Aranda vd, 2006), süperoksit dismutaz bu enzimler ve katalaz enzim aktivitelerinin artışına atfedilmiştir. Zira süperoksit dismutaz ve katalaz enzimleri bitki dokusunu tuzun oksidatif zararından koruduğu da belirtilmiştir (Al-aghaby vd, 2004). Ayrıca silisyumun NaCl tuzuna maruz kalmış domates bitkisinde net fotosentezi arttırdığı tespit edilmiştir. Silisyumun bu etkisi yaprak klorofil kapsamının artışı ve fotosistem II' nin fotokimyasal etkinliğinin artırılmasıyla ilişkili bulunmuştur (Romero-Aranda vd, 2006).

Domates bitkisinin yaprağında aktif demir kapsamı ile klorofil-a, klorofil-b ve toplam klorofil arasındaki ilişkilerin korelasyon katsayıları sırasıyla $r=0,761^{**}$, $r=0,814^{**}$ ve $0,778^{**}$ bulunmuştur. Diğer bir ifade ile yaprakta aktif demir kapsamı arttıkça domates bitkisi yaprağında klorofil-a, klorofil-b ve toplam klorofil kapsamı önemli derecede artış göstermiştir. Buna karşın yaprağın sodyum kapsamı ile klorofil-a,-b ve toplam klorofil

arasındaki ilişkilerin korelasyon katsayıları ise sırasıyla $r=-0,681^{**}$, $r=-0,701^{**}$ ve $r=-0,690^{**}$ bulunmuştur. Diğer bir ifade ile yaprakta sodyum kapsamı artıkça klorofil-a, klorofil-b ve toplam klorofil kapsamları önemli derecede azalma göstermiştir. Aynı şekilde yaprakta magnezyum kapsamı ile klorofil-a, klorofil-b ve toplam klorofil arasındaki ilişkilerin korelasyon katsayıları ise sırasıyla $r=-0,574^*$, $r=-0,597^*$ ve $r=-0,584^*$ bulunmuştur. Aynı şekilde yaprakta klor kapsamı ile klorofil-a, klorofil-b ve toplam klorofil kapsamları arasındaki ilişkilerin korelasyon katsayıları sırasıyla $r=-0,734^{**}$, $r=-0,761^{**}$ ve $r=-0,744^{**}$ bulunmuştur. Diğer bir ifade ile yaprakların klor ve magnezyum kapsamları artıkça klorofil-a, klorofil-b ve toplam klorofil kapsamları önemli derecede azalma göstermiştir. Yaprakta potasyum kapsamı ile klorofil-a, klorofil-b ve toplam klorofil arasındaki ilişkilerin korelasyon katsayıları ise sırasıyla $r=0,602^*$, $r=0,641^{**}$ ve $r=0,620^*$ bulunmuştur. Diğer bir ifade ile yaprakta potasyum kapsamı artıkça yaprakta klorofil-a, klorofil-b ve toplam klorofil kapsamları önemli derecede artış göstermiştir. Aynı şekilde yaprakta kalsiyum kapsamı ile klorofil-a, klorofil-b ve toplam klorofil arasındaki ilişkilerin korelasyon katsayıları sırasıyla $r=0,477$, $r=0,469$ ve $r=0,476$ olup pozitif ve önemsiz bulunmuşlardır. Diğer bir ifade ile yaprakta kalsiyum kapsamı artıkça klorofil-a, klorofil-b ve toplam klorofil kapsamları artış eğilimi göstermişlerdir. Yaprakta ferrik redüktaz enzim aktivitesi ile klorofil-a, klorofil-b ve toplam klorofil kapsamları arasındaki ilişkilerin korelasyon katsayıları önemli bulunmamıştır.

4.9. Sulama Suyu ve Silisyum Dozlarının Domates Bitkisi Yaprığında Ferrik Redüktaz Enzim Aktivitesi, Karotenoid ve Aktif Demir Kapsamlarına Etkileri

Sulama suyunun ve silisyum dozlarının domates bitkisi yaprağında ferrik redüktaz enzim aktivitesi, karotenoid ve aktif demir kapsamlarının etkilerine ilişkin varyans analiz sonuçları Çizelge 4.13’de ve elde edilen değerler Çizelge 4.14’de verilmiştir.

Çizelge 4.13. Sulama suyunun ve silisyum dozlarının domates bitkisi yaprağında ferrik redüktaz aktivitesi, karotenoid ve aktif demir kapsamlarının etkilerine ilişkin varyans sonuçları

Özellik	Varyasyon							
	Sulama Suyu		Silisyum Dozu		Sulama Suyu*Silisyum Dozu		Hata	
	SD	KO	SD	KO	SD	KO	SD	KO
FRA, µmol/saat/gr TM	3	8440.78**	3	1470.62	9	2903.5	32	1832.24
Karoteneid, mg/g TM	3	0.044**	3	0.003	9	0.008**	32	0.003
Aktif demir, ppm	3	101.95**	3	6.53**	9	12.39**	32	0.96

*0.05 düzeyinde önemli ** 0.01 düzeyinde önemli

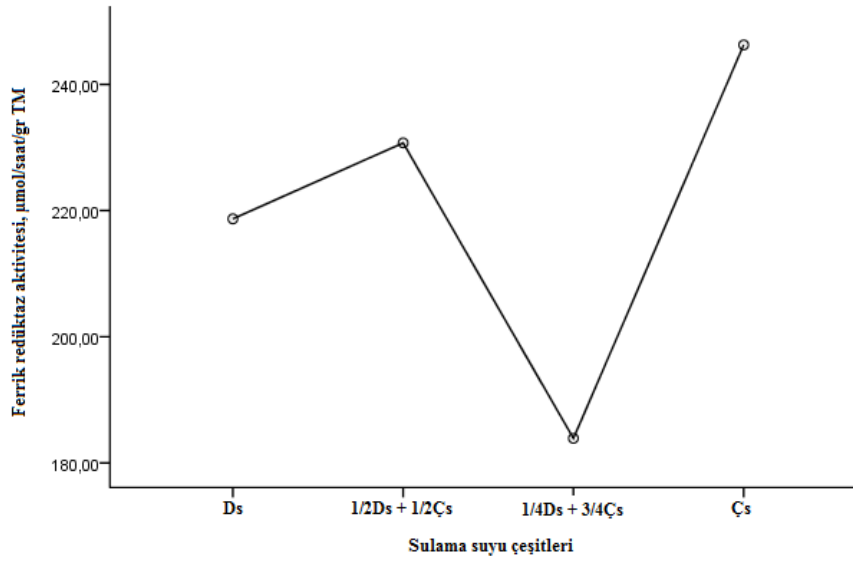
Çizelge 4.14. Sulama suyunun ve silisyum dozlarının domates bitkisi yaprağında ferrik redüktaz aktivitesi, karotenoid ve aktif demir kapsamlarına etkileri

Etkili olduğu özellik	Sulama Suyu	Si dozları, mM				Ortalama
		0.0	0.5	1.0	2.0	
FRA, µmol/saat/gr TM	Deniz suyu	213.53	202.8	218.70	239.71	218.69AB
	½ deniz suyu+ ½ çeşme suyu	274.02	216.81	245.12	186.94	230.72A
	¼ deniz suyu+ ¾ çeşme suyu	215.89	175.77	158.62	185.35	183.89B
	Çeşme suyu	232.41	282.09	205.11	265.42	246.26A
	Ortalama	233.96	219.35	206.89	219.35	
Karoteneid, mg/g TM	Deniz suyu	0.159cd	0.095d	0.146cd	0.185b-d	0.146C
	½ deniz suyu+ ½ çeşme suyu	0.147cd	0.157cd	0.146cd	0.146cd	0.149C
	¼ deniz suyu+ ¾ çeşme suyu	0.206bc	0.194b-d	0.208bc	0.243bc	0.213B
	Çeşme suyu	0.201bc	0.394a	0.241bc	0.262b	0.274A
	Ortalama	0.178	0.209	0.185	0.209	
Aktif demir, ppm	Deniz suyu	12.97c-e	11.47e-g	11.70e-g	10.70fg	11.71C
	½ deniz suyu+ ½ çeşme suyu	9.93gh	10.37f-h	8.87h	10.07gh	9.81D
	¼ deniz suyu+ ¾ çeşme suyu	12.03d-f	13.87c	13.50cd	13.97c	13.34B
	Çeşme suyu	14.27c	14.10c	21.67a	16.70b	16.68A
	Ortalama	12.30B	12.45B	13.93A	12.86B	

Her iki çizelgenin birlikte incelenmesinden anlaşılacağı gibi domates yaprağında ferrik redüktaz aktivitesi üzerine sulama suyunun etkisi 0.01 düzeyinde önemli, silisyum dozu ve sulama suyusilisyum dozu interaksiyonunun etkisi önemsiz bulunmuştur. Domates yaprağında karotenoid üzerine sulama suyu ve sulama suyusilisyum dozu interaksiyonunun etkisi 0.01 düzeyinde önemli bulunmuş, fakat silisyum dozunun etkisi önemsiz bulunmuştur. Domates yaprağında aktif demir kapsamı üzerine sulama suyunun, silisyum dozunun ve sulama suyusilisyum dozu interaksiyonunun etkisi 0.01 düzeyinde önemli bulunmuştur.

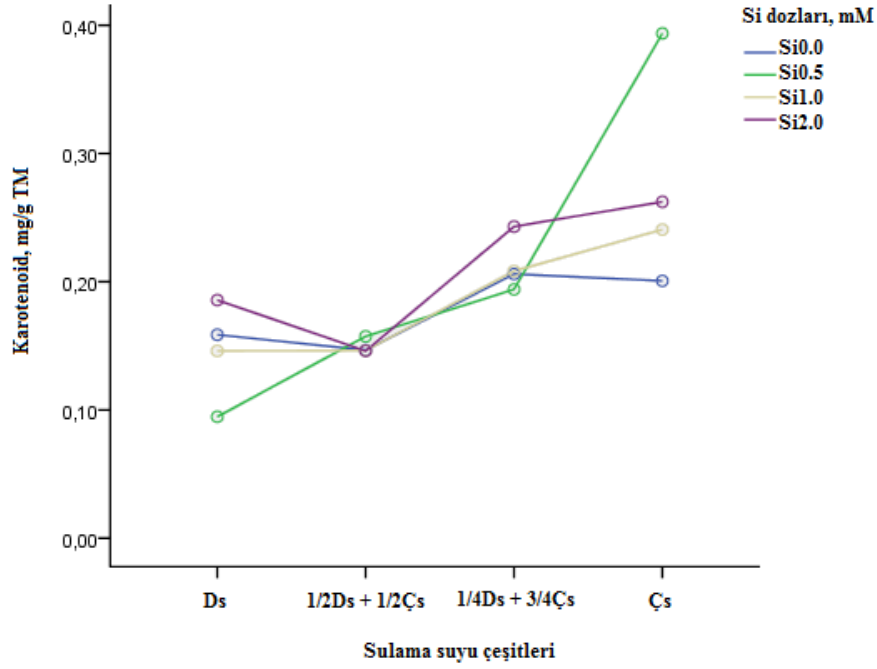
Deniz suyuna ilave edilen çeşme suyu oranı artıkça domates yaprağında ferrik redüktaz aktivitesi düzgün olmamakla birlikte artış eğilimi göstermiştir. Tam deniz suyu ile sulanan bitkilerde yaprakta ferrik redüktaz aktivitesi 218.68 mikromol/saat/g TM iken, çeşme suyu ile sulanan bitkilerde 246.26 mikromol/saat/g TM bulunmuştur. Çeşme suyu ile sulanan

bitkilerin yaprağında aktif demir kapsamının en yüksek değerde olması bu sularla sulanan bitkilerin yapraklarında ferrik redüktaz aktivitesinin yüksek oluşuyla ilgili olabilir. Zira deniz suyuna ilave edilen sulama sularıyla sulanan bitkilerin yapraklarında aktif demir kapsamı ve ferrik redüktaz aktivitesi çeşme suyuyla sulanan bitkilerinkine göre düşük bulunmuştur (Şekil 4.18).



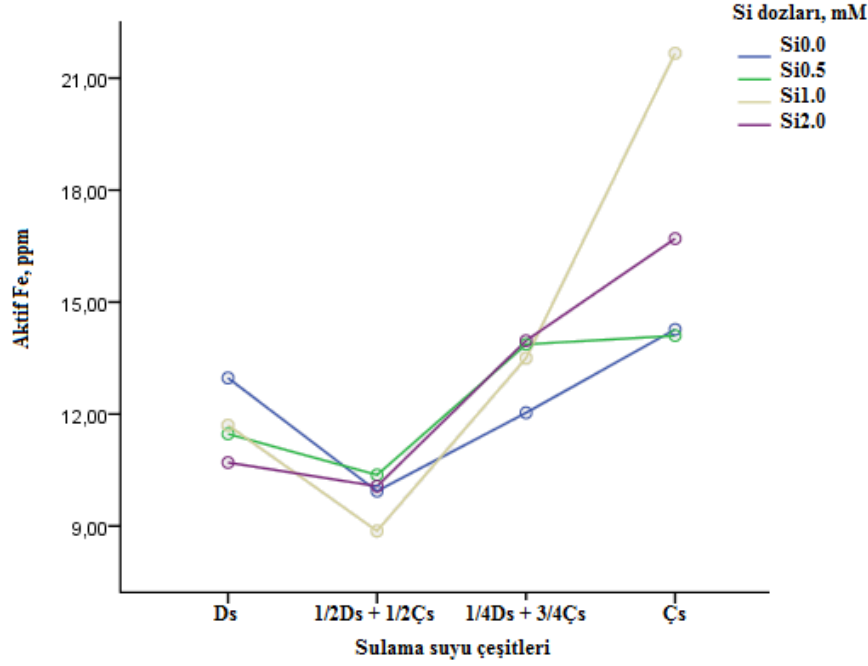
Şekil 4.18. Sulama suyunun domates bitkisi yaprağında ferrik redüktaz aktivitesine etkisi

Deniz suyuna ilave edilen çeşme suyu oranı artıktça domates bitkisi yaprağında karotenoid kapsamı önemli derecede artmıştır. Tam deniz suyu ile sulanan bitkilerde karotenoid kapsamı 0.147 mg/g TM iken $\frac{1}{2}$ deniz suyu + $\frac{1}{2}$ çeşme suyu ile sulanan bitkilerde 0.149 mg/g TM, $\frac{1}{4}$ deniz suyu + $\frac{3}{4}$ çeşme suyu ile sulanan bitkilerde 0.213 mg/g TM, çeşme suyu ile sulanan bitkilerde ise 0.275 mg/g TM bulunmuştur. Karotenoid kapsamına silisyumun etkisi farklı sulama sularında farklı bulunmuştur. Silisyum ilavesi sadece çeşme suyuna 0.5mM silisyum dozunda ilave edildiğinde karotenoid kapsamını önemli derecede artırdığı görülmüştür. En yüksek karotenoid değeri 0.394 mg/g olup, çeşme suyuna 0,5mM silisyum ilave edilmesi halinde elde edilmiştir. Diğer sulama sularına ilave edilen silisyumun karotenoid kapsamına etkisi önemsiz bulunmuştur. (Şekil 4.19)



Şekil 4.19. Sulama suyu ve silisyum doz interaksyonunun domates bitkisi yaprağında karotenoid kapsamına etkisi

Deniz suyuna ilave edilen çeşme suyu oranı arttıkça domates yaprağında aktif demir kapsamı önemli derecede artmıştır. Aynı şekilde sulama suyuna ilave edilen silisyum dozu arttıkça yaprakta aktif demir kapsamı artmış ve bu artış silisyumun 1mM dozunda önemli bulunmuştur. Silisyumun etkisi aktif demir kapsamına etkisi farklı sulama sularında farklı bulunmuştur. Tam deniz suyuna ilave edilen silisyum dozu arttıkça yaprakta aktif demir kapsamı azalma göstermiş, bu azalma 2mM silisyum dozunda önemli bulunmuştur. $\frac{1}{2}$ deniz suyu + $\frac{1}{2}$ çeşme suyuna ilave edilen silisyumun aktif demir kapsamına etkisi önemsiz bulunmuştur. Buna karşın $\frac{1}{4}$ deniz suyu + $\frac{3}{4}$ çeşme suyuna ilave edilen silisyumun aktif demir kapsamını önemli derecede artırmış ve bu artış 0.5 ve 2 mM silisyum dozlarında önemli bulunmuştur. Aynı şekilde çeşme suyuna ilave edilen silisyum aktif demir kapsamını önemli derecede artırmış ve bu artış 1 ve 2mM silisyum dozlarında önemli bulunmuştur (Şekil 4.20).



Şekil 4.20. Sulama suyu ve silisyum doz etkisinin domates bitkisi yaprağında aktif demir kapsamına etkisi

Yaprakta aktif demir kapsamı ile karotenoid kapsamı arasındaki ilişkinin korelasyon katsayısı $r=0,541^*$ olup, yaprakta aktif demir kapsamı arttıkça karotenoid kapsamı önemli derecede artmıştır. Yaprakta aktif demir kapsamı ile yaprakta potasyum kapsamı arasındaki ilişkinin korelasyon katsayısı $r=0,514^*$ olup, yaprakta potasyum arttıkça aktif demir kapsamı önemli derecede artış göstermiştir. Buna karşın yaprakta aktif demir kapsamı ile yaprakta sodyum ve magnezyum kapsamı arasındaki ilişkilerin korelasyon katsayıları sırasıyla $r=-0,375$ ve $r=-0,343$ bulunmuştur. Yaprakta karotenoid kapsamı ile yaprakta sodyum ve magnezyum kapsamı arasındaki ilişkilerin korelasyon katsayıları sırasıyla $r=-0,595^*$ ve $r=-0,498$ bulunmuştur.

4.10. Sulama Suyu ve Silisyum Dozlarının Domates Bitkisi Yapraklarında Azot, Fosfor ve Potasyum Kapsamlarına Etkisi

Sulama suyu ve silisyum dozlarının domates bitkisi yaprağında azot, fosfor, potasyum kapsamının etkilerine ilişkin varyans analiz sonuçları Çizelge 4.15’de ve elde edilen değerler Çizelge 4.16’da verilmiştir.

Çizelge 4.15. Sulama suyu ve silisyum dozlarının domates bitkisi yaprağında azot, fosfor, potasyum kapsamlarının etkisine ilişkin varyans analiz sonuçları

Özellik	Varyasyon							
	Sulama Suyu		Silisyum Dozu		Sulama Suyu*Silisyum Dozu		Hata	
	SD	KO	SD	KO	SD	KO	SD	KO
Azot, %	3	0.134	3	1.48**	9	0.68**	32	0.101
Fosfor, %	3	0.126**	3	0.009**	9	0.007**	32	0.001
Potasyum, %	3	1.68**	3	0.92**	9	0.21**	32	0.04

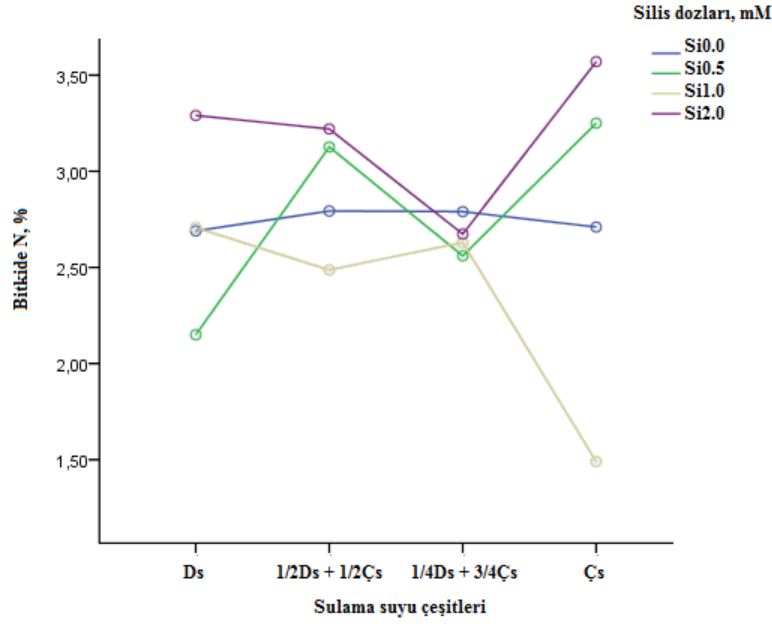
*0.05 düzeyinde önemli ** 0.01 düzeyinde önemli

Çizelge 4.16. Sulama suyu ve silisyum dozlarının domates bitkisi yaprağında azot, fosfor, potasyum kapsamlarına etkisi

Etkili olduğu özellik	Sulama Suyu	Si dozları, mM				Ortalama
		0.0	0.5	1.0	2.0	
Azot, %	Deniz suyu	2.69b	2.15f	2.71b-f	3.29ab	2.71
	½ deniz suyu+ ½ çeşme suyu	2.79b	3.13a-d	2.49ef	3.22a-c	2.91
	¼ deniz suyu+ ¾ çeşme suyu	2.79b	2.56d-f	2.63c-f	2.67b-f	2.66
	Çeşme suyu	2.71b	3.25ab	1.49g	3.57a	2.76
	Ortalama	2.75B	2.77B	2.33C	3.19A	
Fosfor, %	Deniz suyu	0.49a	0.35c	0.43b	0.45b	0.43A
	½ deniz suyu+ ½ çeşme suyu	0.22ef	0.19f	0.19f	0.21ef	0.20C
	¼ deniz suyu+ ¾ çeşme suyu	0.21f	0.19f	0.35c	0.20f	0.24B
	Çeşme suyu	0.21f	0.24d-f	0.26de	0.27d	0.25B
	Ortalama	0.28B	0.24C	0.31A	0.28B	
Potasyum, %	Deniz suyu	0.52e	0.41e	1.69b	0.59e	0.80C
	½ deniz suyu+ ½ çeşme suyu	1.27cd	1.15d	1.44b-d	1.38b-d	1.31B
	¼ deniz suyu+ ¾ çeşme suyu	1.32b-d	1.48b-d	1.58cd	1.37b-d	1.44B
	Çeşme suyu	1.32b-d	1.71b	2.16a	1.57bc	1.69A
	Ortalama	1.11B	1.19B	1.72A	1.23B	

Her iki çizelgenin incelenmesinden de anlaşılacağı üzere domates bitkisinde yaprakta azot kapsamı üzerine sulama suyunun etkisi önemsiz, silisyum dozunun ve sulama suyu x silisyum dozu interaksiyonunun etkisi 0.01 düzeyinde önemli bulunmuştur. Domates bitkisinde yaprakta fosfor ve potasyum kapsamı üzerine sulama suyu, silisyum dozunun ve sulama suyu x silisyum interaksiyonunun etkileri 0.01 düzeyinde önemli bulunmuştur.

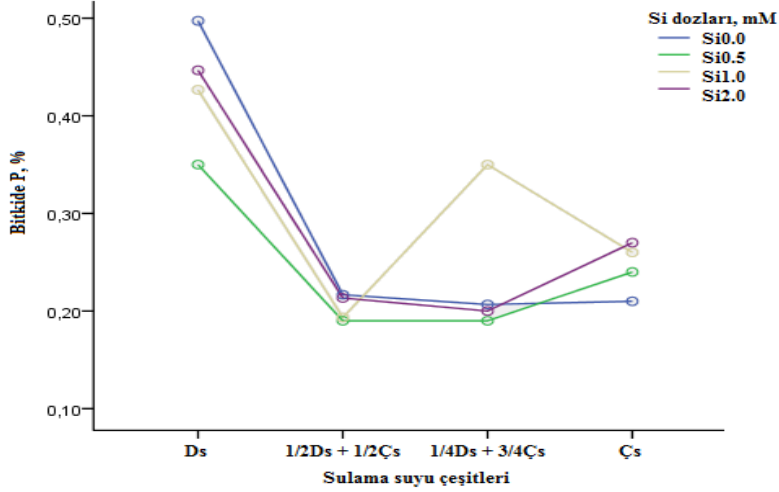
Domates yaprağında azot kapsamı üzerine silisyumun etkisi çeşitli sulama sularında farklı bulunmuştur. ¼ deniz suyu + ¾ çeşme suyu ile sulanan bitkilerde yaprakta azot kapsamına silisyumun etkisi önemsiz olmakla birlikte diğer sulama sularına ilave edilen silisyumun azot kapsamına etkisi düzenli bulunmamıştır. Sulama sularına 2mM silisyum ilave edilmesi halinde yaprakta azot kapsamı artış eğilimi göstermiştir (Şekil 4.21).



Şekil 4.21. Sulama suyu ve silisyum doz etkisinin domates bitkisi yaprağında toplam azot kapsamına etkisi

Yapılan çalışmada hasat sonu domates bitkisinden alınan yaprak örneklerinde azot kapsamı tam deniz suyu ile sulanan bitkilerde %2.10-3.30 arasında, 1/2 deniz suyu + 1/2 çeşme suyu ile sulanan bitkilerde %2.10-3.23 arasında, 1/4 deniz suyu+ 3/4 çeşme suyu ile sulanan bitkilerde %2.53-2.80 ve çeşme suyu ile sulanan bitkilerde ise %1.5-3.56 arasında bulunmuştur. Hochmuth vd (2004) göre, yaprakta azot kapsamı %2-3 arasında ise domatesin azotça yeterli beslendiğini bildirmiştir. Buna göre yapılan çalışmada 1mM silisyum ilave edilmiş çeşme suyuyla sulanan bitkilerin azotça yeterli beslenmedikleri anlaşılmaktadır. Bununla birlikte yaprakların azot kapsamı ile meyve ve sap verimi arasında önemli bir ilişki bulunmamıştır.

Domates yaprağında fosfor kapsamı, sulama suyunda ki deniz suyu oranı azaldıkça azalmıştır. Zira tam deniz suyu ile sulanan bitkide fosfor kapsamı %0.43 iken, 1/2 deniz + 1/2 çeşme suyu ile sulanan bitkide %0.20 , 1/4 deniz suyu + 3/4 çeşme suyu ile sulanan bitkide %0.23 ve çeşme suyu ile sulanan bitkide %0.24 bulunmuştur. Tam deniz suyu ile sulanan bitkilerde fosfor kapsamının yüksek olması sodyumun fosfor alımını artırması ile ilgili olabileceği düşünülmüştür. Silisyum fosfor kapsamının etkisi sulama sularına göre farklı bulunmuştur (Şekil 4.22).



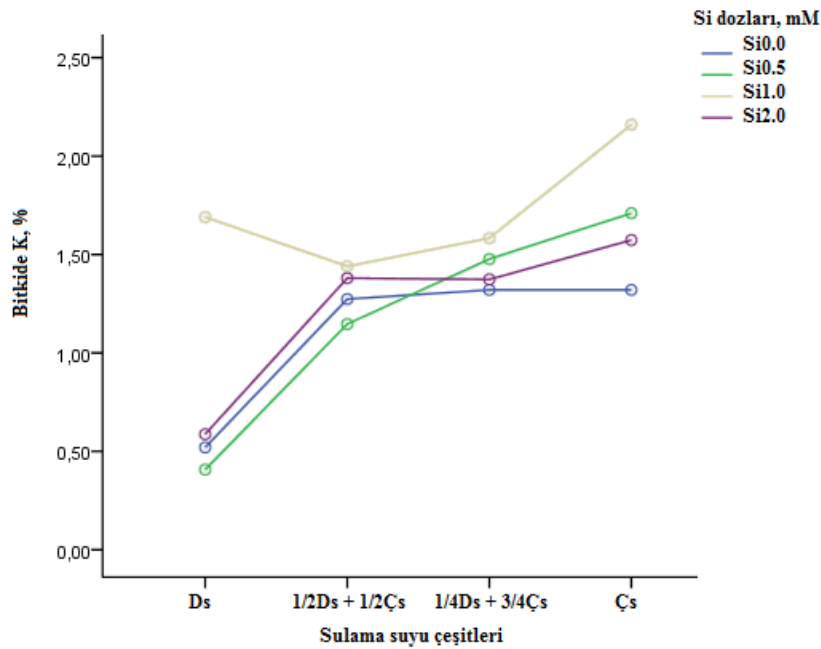
Şekil 4.22. Sulama suyu ve silisyum doz interaksiyonunun domates bitkisi yaprağında toplam fosfor kapsamına etkisi

Zira yaprakta fosfor kapsamı ile yaprakta sodyum, magnezyum ve klor kapsamaları arasındaki ilişkilerin korelasyon katsayıları sırasıyla $r=0,756^{**}$, $r=0,631^{**}$ ve $r=0,640^{**}$ bulunmuştur. Diğer bir ifade ile yaprakta sodyum, magnezyum ve klor kapsamaları artıkcça yaprakta fosfor kapsamı önemli derecede artmıştır.

Yapılan çalışmada hasat sonu alınan yaprak örneklerinde fosfor kapsamı tam deniz suyu ile sulanan bitkilerde %0.35-0.5 arasında, $\frac{1}{2}$ deniz suyu + $\frac{1}{2}$ çeşme suyu ile sulanan bitkilerde %0.19-0.22 arasında, $\frac{1}{4}$ deniz suyu + $\frac{3}{4}$ çeşme suyu sulanan bitkilerde %0.19-0.35 arasında ve çeşme suyuyla sulanan bitkilerde %0.21-0.27 arasında bulunmuştur. Hochmuth vd (2004), yaprakta fosfor kapsamı %0,2-0,4 arasında ise domatesin fosfor bakımından yeterli beslendiğini bildirmiştir. Buna göre yapılan çalışmada sulama suyunda çeşme suyu oranı artıkcça fosfor kapsamının azaldığı, fosfor noksanlık riski ortaya çıkmıştır. Bununla birlikte yaprakta fosfor kapsamı ile meyve verimi ve sap kuru madde miktarı arasındaki ilişkilerin korelasyon katsayıları sırasıyla $r=-0,416$ ve $r=-0,738^{**}$ bulunmuştur. Diğer bir ifade ile yaprakta fosfor kapsamı azaldıkça sap kuru madde miktarı ve meyve verimi artmıştır. Bu durum tuzlu sulama sularıyla sulanan bitkilerin meyve ve sap kuru madde miktarlarının düşük fakat yaprakta fosfor kapsamalarının yüksek olmasından ileri geldiği düşünülmektedir.

Domates yaprağında potasyum kapsamı, sulama suyundaki deniz suyu oranı azaldıkça önemli derecede artmıştır. Zira tam deniz suyu ile sulanan bitkide potasyum kapsamı %0.80 iken, $\frac{1}{2}$ deniz suyu + $\frac{1}{2}$ çeşme suyu ile sulanan bitkide potasyum kapsamı %1.31, $\frac{1}{4}$ deniz

suyu + $\frac{3}{4}$ çeşme suyu ile sulanan bitkide %1.44 ve çeşme suyu ile sulanan bitkide %1.70 bulunmuştur. Sulama suyuna ilave edilen silisyum bitkide potasyum kapsamını artırmış, bu artış 1mM silisyum dozunda önemli bulunmuştur. Silisyumun potasyum kapsamına etkisi çeşitli sulama sularında farklı olup, tam deniz suyuna ilave edilen silisyum 1mM dozda potasyum kapsamını önemli derecede artırarak potasyum beslenmesine katkı sağlamıştır. Fakat $\frac{1}{2}$ deniz suyu + $\frac{1}{2}$ çeşme suyuna ve $\frac{1}{4}$ deniz suyu + $\frac{3}{4}$ çeşme suyuna ilave edilen silisyumun potasyum kapsamına etkisi önemsiz bulunmuştur. Buna karşın çeşme suyuna ilave edilen silisyum bitkinin potasyum kapsamını önemli derecede artırmış, bu artış 1 mM silisyum dozunda istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Zira çeşme suyuna silisyum ilave edilmediğinde bitkinin potasyum kapsamı %1.32 iken, 0.5mM silisyum ilave edildiğinde %1.71'e, 1mM silisyum ilave edildiğinde %2.16'a, 2mM silisyum ilave edildiğinde %1.57'e artış göstermiştir(Şekil 4.23).



Şekil 4.23. Sulama suyu ve silisyum doz interaksiyonunun domates bitkisi yaprağında toplam potasyum kapsamına etkisi

Yapılan çalışmada hasat sonu alınan yaprak örneklerinde potasyum kapsamı tam deniz suyu ile sulanan bitkilerde %0.40-1.69 arasında, $\frac{1}{2}$ deniz suyu + $\frac{1}{2}$ çeşme suyu ile sulanan bitkilerde %1.15-1.44 arasında, $\frac{1}{4}$ deniz suyu + $\frac{3}{4}$ çeşme suyu sulanan bitkilerde %1.32-1.58 arasında ve çeşme suyuyla sulanan bitkilerde %1.32-2.16 arasında bulunmuştur. Hochmuth vd (2004), yaprakta potasyum kapsamı %1,5-2,5 arasında ise domatesin potasyum

bakımından yeterli beslendiğini bildirmiştir. Buna göre yapılan çalışmada sulama suyunda deniz suyu oranı artıkça potasyum kapsamının azaldığı, potasyum noksanlık riskinin ortaya çıktığı görülmüştür. Silisyum ilavesi bitkinin potasyum beslenmesine katkı sağlayarak bitkide potasyum kapsamını artmış, bu riskin kısmen silisyum ilavesiyle azaltılabileceği gözükmektedir. Bununla birlikte yaprakların potasyum kapsamı ile birlikte meyve verimi ve sap kuru madde miktarı arasındaki ilişkilerin korelasyon katsayıları sırasıyla $r=0,652^{**}$ ve $r=0,696^{**}$ bulunmuştur. Diğer bir ifade ile yaprakta potasyum kapsamı artıkça sap kuru madde miktarı ve meyve verimi önemli derecede artmıştır.

Afshari vd (2011), sulama suyunun tuzluluğunu ve pH sını domates bitkisinin bazı besin elementlerin absorpsiyonu ve verimi üzerine etkilerini araştırmışlardır. Tuzluluk ve pH artıkça yaprakta fosfor, kalsiyum ve potasyum kapsamı, bitki kuru ağırlığı, yaprak alanı, bitki boyu azalma göstermiş. Yaprakta sodyum kapsamı önemli derecede artmıştır. Tuzluluk ve pH da ki artış yapraktaki sodyum kapsamındaki artışa bitki gelişiminde azalmaya sebebiyet vermiştir.

4.11. Sulama Suyu ve Silisyum Dozlarının Domates Bitkisi Yaprığında Ca, Mg, S, Na ve Cl Kapsamlarına Etkisi

Sulama suyu ve silisyum dozlarının domates bitkisi yaprığında Ca, Mg, S, Na ve Cl kapsamının etkilerine ilişkin varyans analiz sonuçları Çizelge 4.17’de ve elde edilen değerler ise Çizelge 4.18’de verilmiştir.

Çizelge 4.17. Sulama suyu ve silisyum dozlarının domates bitkisi yaprığında Ca, Mg, S, Na ve Cl kapsamının etkisine ilişkin varyans analiz sonuçları

Özellik	Varyasyon							
	Sulama Suyu		Silisyum Dozu		Sulama Suyu*Silisyum Dozu		Hata	
	SD	KO	SD	KO	SD	KO	SD	KO
Kalsiyum, %	3	1.26 ^{**}	3	0.24 ^{**}	9	0.53 ^{**}	32	0.06
Magnezyum, %	3	3.04 ^{**}	3	0.26 ^{**}	9	0.42 ^{**}	32	0.04
Kükürt, %	3	1.00 ^{**}	3	0.11	9	0.19 [*]	32	0.075
Sodyum, %	3	63.00 ^{**}	3	1.42 ^{**}	9	0.98 ^{**}	32	0.14
Klor, %	3	158.09 ^{**}	3	2.88 ^{**}	9	2.86 ^{**}	32	0.45

*0.05 düzeyinde önemli ** 0.01 düzeyinde önemli

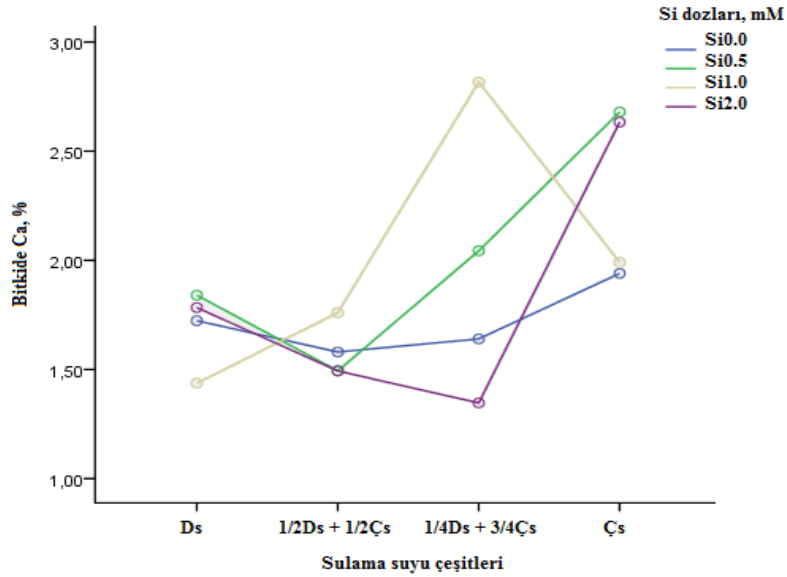
Çizelge 4.18. Sulama suyu ve silisyum dozlarının domates bitkisi yaprağında Ca, Mg, S, Na ve Cl kapsamlarına etkisi

Etkili olduğu özellik	Sulama Suyu	Si dozları, mM				Ortalama
		0.0	0.5	1.0	2.0	
Kalsiyum, %	Deniz suyu	1.72b-e	1.84b-d	1.44d-e	1.78b-e	1.69C
	½ deniz suyu+ ½ çeşme suyu	1.58b-e	1.49c-e	1.76b-e	1.49c-e	1.58C
	¼ deniz suyu+ ¾ çeşme suyu	1.64b-e	2.04b	2.82a	1.35e	1.96B
	Çeşme suyu	1.94bc	2.68a	1.99b	2.63a	2.31A
	Ortalama	1.72B	2.01A	2.00A	1.81AB	
Magnezyum, %	Deniz suyu	3.14a	2.39b	1.57cd	2.34b	2.36A
	½ deniz suyu+ ½ çeşme suyu	1.52c-e	2.11b	1.63c	1.75c	1.76B
	¼ deniz suyu+ ¾ çeşme suyu	1.45c-e	1.61cd	1.70c	1.45c-e	1.55C
	Çeşme suyu	1.17ef	1.23d-f	1.23d-f	0.98f	1.15D
	Ortalama	1.82A	1.84A	1.54B	1.63B	
Kükürt, %	Deniz suyu	1.44a-c	1.13c-e	0.85de	0.85de	1.07B
	½ deniz suyu+ ½ çeşme suyu	0.89de	0.79de	0.68e	0.84de	0.80C
	¼ deniz suyu+ ¾ çeşme suyu	1.08c-e	1.26a-d	1.77a	1.07c-e	1.29A
	Çeşme suyu	1.68ab	1.21b-e	1.49a-c	1.49a-c	1.47A
	Ortalama	1.27	1.09	1.19	1.06	
Sodyum, %	Deniz suyu	5.64b	5.55b	6.65a	3.81c	5.41A
	½ deniz suyu+ ½ çeşme suyu	2.08d	1.97d	1.85de	1.65d-f	1.88B
	¼ deniz suyu+ ¾ çeşme suyu	1.27e-g	1.09fg	0.92g	0.90g	1.04C
	Çeşme suyu	0.18h	0.18h	0.24h	0.18h	0.19D
	Ortalama	2.29A	2.19A	2.41A	1.64B	
Klor, %	Deniz suyu	11.43a	9.19b	11.36b	7.76c	9.94A
	½ deniz suyu+ ½ çeşme suyu	5.29ef	6.18de	6.74cd	6.59d	6.20B
	¼ deniz suyu+ ¾ çeşme suyu	4.59f	4.12f	4.12f	4.12f	4.24C
	Çeşme suyu	1.42g	1.59g	1.41g	0.71g	1.28D
	Ortalama	5.68AB	5.27BC	5.91A	4.79C	

Her iki çizelgenin birlikte incelenmesinden anlaşılacağı gibi yaprakta Ca, Mg, S, Na ve Cl kapsamları üzerine sulama suyunun, silisyum dozunun ve sulama suyu x silisyum dozu interaksiyonunun etkileri 0.01 düzeyinde önemli bulunmuştur.

Deniz suyuna ilave edilen çeşme suyu oranı arttıkça domates yaprağında kalsiyum kapsamı önemli derecede artış göstermiştir. Tam deniz suyu ve ½ deniz suyu + ½ çeşme suyu ile sulanan bitkilerin yapraklarında kalsiyum kapsamları sırasıyla %1.69 ve %1.58 iken, ¼ deniz suyu + ¾ çeşme suyu ile sulanan bitkilerde %1.96 ve çeşme suyu ile sulanan bitkilerde %2.30 bulunmuştur. Aynı şekilde sulama suyuna ilave edilen silisyum bitkide kalsiyum kapsamını genellikle artırmakla birlikte silisyumun kalsiyum kapsamına etkisi çeşitli sulama sularında farklı bulunmuştur. Tam deniz suyu ile sulanan bitkilerde silisyum önemli olmamakla birlikte bitkide kalsiyum kapsamını 0.5mM dozda artırmış, ½ deniz suyu + ½ çeşme suyu ile sulanan bitkilerde 1mM dozda artırmıştır. ¼ deniz suyu + ¾ çeşme suyu ile sulanan bitkilerde kalsiyum kapsamı 0,5mM ve 1mM silisyum dozlarında artmış, fakat bu

artış 1mM silisyum dozunda önemli bulunmuş buna karşın 2mM silisyum dozunda bitkide kalsiyum kapsamı önemsiz olmakla birlikte azalmıştır. Çeşme suyu ile sulanan bitkilerde kalsiyum kapsamı 0,5mM ve 2mM silisyum dozlarında önemli derecede artmıştır (Şekil 4.24).



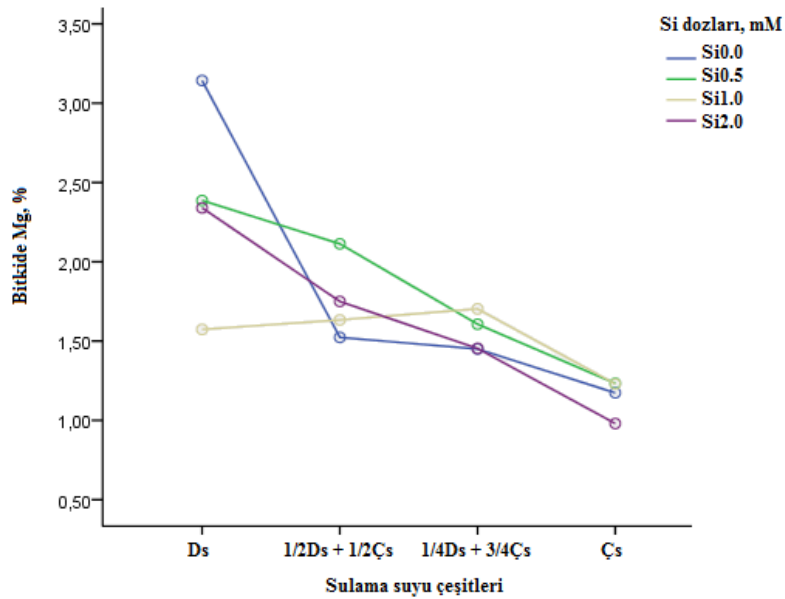
Şekil 4.24. Sulama suyu ve silisyum doz etkisinin domates bitkisi yaprağında kalsiyum kapsamına etkisi

Yapılan çalışmada domates yapraklarında kalsiyum kapsamı deniz suyu ile sulanan bitkilerde %1.44-1.84 arasında, ½ deniz suyu + ½ çeşme suyu ile sulanan bitkilerde %1.49-1.75 arasında, ¼ deniz suyu + ¾ çeşme suyu ile sulanan bitkilerde %1.35-2.82 arasında ve çeşme suyu ile sulanan bitkilerde ise %1.93-2.68 arasında bulunmuştur. Hochmuth vd (2004), yaprakta kalsiyum kapsamı %1-2 arasında ise domatesin kalsiyum bakımından yeterli beslendiğini bildirmiştir. Buna göre yapılan çalışmada bitkilerde kalsiyum yetersizliği görülmemiştir.

Yaprakta kalsiyum kapsamı ile sap kuru madde miktarı ve meyve verimi arasındaki ilişkilerin korelasyon katsayıları sırasıyla $r=0,428$ ve $r=0,731^{**}$ bulunmuştur. Diğer bir ifade ile yaprakta kalsiyum kapsamı arttıkça meyve verimi önemli derecede artış göstermiştir. Yaprakta kalsiyum kapsamındaki artış sap kuru madde miktarında artış sağlamış, fakat bu ilişkide ki artış önemli bulunmamıştır.

Deniz suyuna ilave edilen çeşme suyu oranı arttıkça domates yaprağında magnezyum kapsamı önemli derecede azalma göstermiştir. Tam deniz suyu ile sulanan bitkilerde

magnezyum kapsamı %2.36 iken, $\frac{1}{2}$ deniz suyu + $\frac{1}{2}$ çeşme suyu ile sulanan bitkilerin yapraklarında magnezyum kapsamı %1.76 , $\frac{1}{4}$ deniz suyu + $\frac{3}{4}$ çeşme suyu ile sulanan bitkilerde %1.55 ve çeşme suyu ile sulanan bitkilerde %1.15 bulunmuştur. Deniz suyunda magnezyum oldukça yüksek olup deniz suyu ilave edilmiş sulama sularıyla sulanan bitkilerin yapraklarında magnezyum kapsamı, çeşme suyuyla sulanan bitkilerinkine göre daha yüksek bulunmuştur. Sulama suyuna silisyum ilavesi bitkide magnezyum kapsamını genellikle önemli derecede azaltmakla birlikte silisyumun bu etkisi sulama suyu çeşitlerine göre farklı bulunmuştur. Tam deniz suyu ile sulanan bitkilerde magnezyum kapsamı silisyumun etkisiyle önemli derecede azalmış, bu azalma 1mM silisyum dozunda daha fazla bulunmuştur. $\frac{1}{2}$ deniz suyu + $\frac{1}{2}$ çeşme suyu ile sulanan bitkilerde magnezyum kapsamı silisyumun etkisiyle 0.5mM dozda önemli derecede artmış diğer dozlarda kontrole göre önemli derecede değişmemiştir. $\frac{1}{4}$ deniz suyu + $\frac{3}{4}$ çeşme suyu ve çeşme suyu ile sulanan bitkilerde magnezyum kapsamı silisyum ilavesi önemli derecede etkilenmemiştir (Şekil 4.25).



Şekil 4.25. Sulama suyu ve silisyum doz interaksyonunun domates bitkisi yaprağında magnezyum kapsamına etkisi

Yapılan çalışmada domates yapraklarında magnezyum kapsamı deniz suyu ile sulanan bitkilerde %1.57-3.14 arasında, $\frac{1}{2}$ deniz suyu + $\frac{1}{2}$ çeşme suyu ile sulanan bitkilerde %1.52-2.12 arasında, $\frac{1}{4}$ deniz suyu + $\frac{3}{4}$ çeşme suyu ile sulanan bitkilerde %1.45-1.69 arasında ve çeşme suyu ile sulanan bitkilerde ise %0.98-1.23 arasında bulunmuştur. Hochmuth vd (2004), yaprakta magnezyum kapsamı %0,25-0,5 arasında ise domatesin magnezyum bakımından

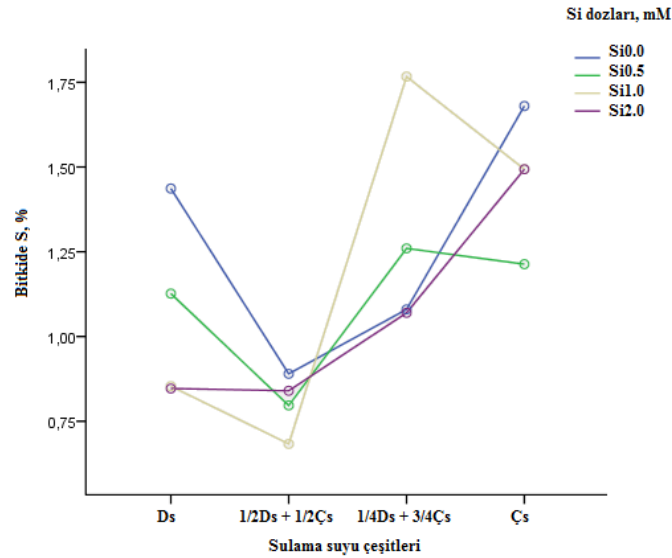
yeterli beslendiğini bildirmiştir. Buna göre yapılan çalışmada bitkilerde magnezyum kapsamı oldukça yüksektir. Deniz suyu ile sulanan bitkilerde çok yüksektir.

Yapılan çalışmada yaprakta magnezyum kapsamı ile meyve verimi ve sap kuru madde miktarı arasındaki ilişkilerin korelasyon katsayıları sırasıyla $r=-0,734^{**}$ ve $r=-0,785^{**}$ bulunmuştur. Diğer bir ifade ile yaprakta magnezyum kapsamı arttıkça meyve verimi ve sap kuru madde miktarı önemli derecede azalma göstermiştir. Yaprakta magnezyum kapsamı ile klorofil-a, klorofil-b, toplam klorofil ve karotenoid kapsamı arasında ki ilişkilerin korelasyon katsayıları sırasıyla $r=-0,505$ $r=-0,540^*$ $r=0,520^*$ $r=-0,498$ bulunmuştur. Diğer bir ifade ile yaprakta magnezyum arttıkça domates bitkisinin yaprağında klorofil-a, klorofil-b, toplam klorofil ve karotenoid kapsamı azalmış, bu azalma klorofil-b ve toplam klorofil kapsamında önemli bulunmuştur. Yaprakta magnezyum kapsamı ile fosfor kapsamında ki ilişkinin korelasyon katsayısı $r=0,666^{**}$ olup, pozitif ve önemli bulunmuştur. Yaprakta magnezyum kapsamı ile yaprakta potasyum kapsamı arasındaki ilişkinin korelasyon katsayısı $r=-0,832^{**}$ olup, negatif ve önemli bulunmuştur. Diğer bir ifade ile yaprakta magnezyum arttıkça yaprakta potasyum kapsamı önemli derecede azalmıştır. Bu azalmanın sebebi potasyum ve magnezyum arasındaki antagonist ilişkidir.

Deniz suyuna ilave edilen çeşme suyu oranı arttıkça domates yaprağında kükürt kapsamı önemli derecede artış göstermiştir. Tam deniz suyu ve $\frac{1}{2}$ deniz suyu + $\frac{1}{2}$ çeşme suyu ile sulanan bitkilerde kükürt kapsamı sırasıyla %1.07 ve %0.80 iken, $\frac{1}{4}$ deniz suyu + $\frac{3}{4}$ çeşme suyu ile sulanan bitkilerde %1.29 ve çeşme suyu ile sulanan bitkilerde %1.27 bulunmuştur. Deniz suyu ile sulanan bitkilerde kükürt kapsamındaki düşüşün nedeni klor ile sülfat kükürtü arasındaki antagonist ilişkidir.

Sulama suyuna silisyum ilavesinin bitkide kükürt kapsamına etkisi dozlara göre değişken olmakla birlikte silisyumun etkisi sulama suyu çeşitlerine göre farklı bulunmuştur. Tam deniz suyu ile sulanan bitkilerde silisyum 0,5mM dozda yaprakta kükürt kapsamını önemli derecede azaltmış, buna karşın 1mM ve 2mM silisyum dozlarında önemli derecede artırmıştır. $\frac{1}{2}$ deniz suyu + $\frac{1}{2}$ çeşme suyu ile sulanan bitkilerde silisyum ilavesi bitkilerde kükürt kapsamını önemli derecede etkilememiştir. Buna karşı $\frac{1}{4}$ deniz suyu + $\frac{3}{4}$ çeşme suyu ile sulanan bitkilerde silisyum ilavesi 1mM dozda bitkide kükürt kapsamını önemli derecede artırmıştır. Çeşme suyu ile sulanan bitkilerde ise silisyumun etkisi dozlara göre değişken olup

0,5mM silisyum dozunda azalma 1mM ve 2mM silisyum dozunda artış görülmüştür (Şekil 4.26).

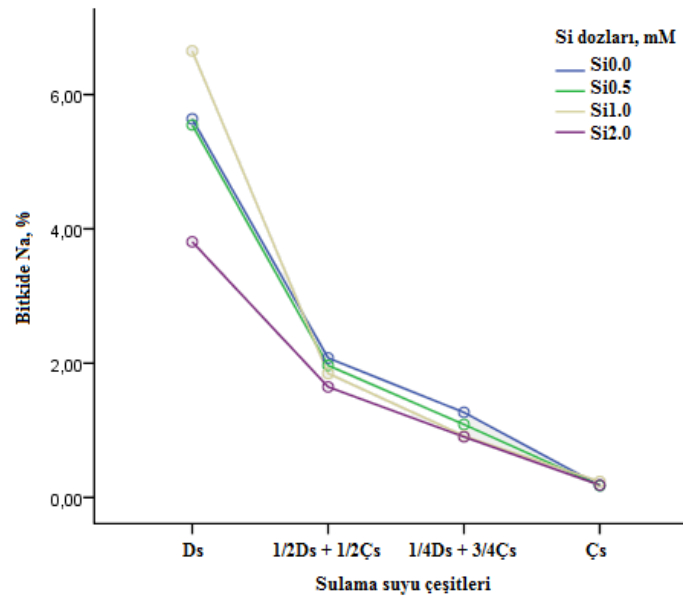


Şekil 4.26. Sulama suyu ve silisyum doz interaksiyonunun domates bitkisi yaprağında kükürt kapsamına etkisi

Yapılan çalışmada domates yapraklarında kükürt kapsamı deniz suyu ile sulanan bitkilerde %0.13-0.85 arasında, ½ deniz suyu + ½ çeşme suyu ile sulanan bitkilerde %0.68-0.89 arasında, ¼ deniz suyu + ¾ çeşme suyu ile sulanan bitkilerde %1.07-1.77 arasında ve çeşme suyu ile sulanan bitkilerde ise %0.89-1.49 arasında bulunmuştur. Hochmuth vd (2004), yaprakta kükürt kapsamı %0,3-0,6 arasında ise domatesin kükürt bakımından yeterli beslendiğini bildirmiştir. Buna göre yapılan çalışmada bitkilerde kükürt kapsamı deniz suyu ile sulanan bitkide 0,5mM silisyum düzeyinde oldukça düşük, diğer sularla sulanan bitkilerde ise yüksek bulunmuştur.

Yapılan çalışmada yaprakta kükürt kapsamı ile meyve verimi ve sap kuru madde miktarı arasındaki ilişkilerin korelasyon katsayıları sırasıyla $r=0,512^*$ ve $r=0,345$ bulunmuştur. Diğer bir ifade ile yaprakta kükürt kapsamı arttıkça meyve verimi önemli derecede artış göstermiştir. Ayrıca yaprakta kükürt kapsamı ile yaprakta klor kapsamı arasındaki ilişkinin korelasyon katsayısı $r=-0,324$ bulunmuştur. Diğer bir ifade ile yaprakta klor kapsamı arttıkça kükürt kapsamı azalma göstermiştir.

Deniz suyuna ilave edilen çeşme suyu oranı artıkça domates yaprağında sodyum kapsamı önemli derecede azalma göstermiştir. Tam deniz suyu ile sulanan bitkilerde sodyum kapsamı %5.41 iken, $\frac{1}{2}$ deniz suyu + $\frac{1}{2}$ çeşme suyu ile sulanan bitkilerin yapraklarında sodyum kapsamı %1.88 , $\frac{1}{4}$ deniz suyu + $\frac{3}{4}$ çeşme suyu ile sulanan bitkilerde %1.04 ve çeşme suyu ile sulanan bitkilerde %0.19 bulunmuştur. Sulama suyuna silisyum ilavesi bitkide sodyum kapsamını genellikle azaltmış ve bu azalma 2mM silisyum dozunda önemli bulunmuştur. Bununla birlikte silisyumun sodyum kapsamına etkisi sulama suyu çeşitlerine göre farklı bulunmuştur. Tam deniz suyu ile sulanan bitkilerde sodyum kapsamı silisyumun etkisiyle 2mM silisyum dozunda önemli derecede azalmıştır. $\frac{1}{2}$ deniz suyu + $\frac{1}{2}$ çeşme suyu ve $\frac{1}{4}$ deniz suyu + $\frac{3}{4}$ çeşme suyu ile sulanan bitkilerde silisyum ilavesi artıkça yaprakta sodyum kapsamı azalma eğilimi göstermiş, fakat bu azalma istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır. Çeşme suyu ile sulanan bitkilerde sodyum kapsamı silisyum ilavesi ile önemli derecede etkilenmemiştir (Şekil 4.27).



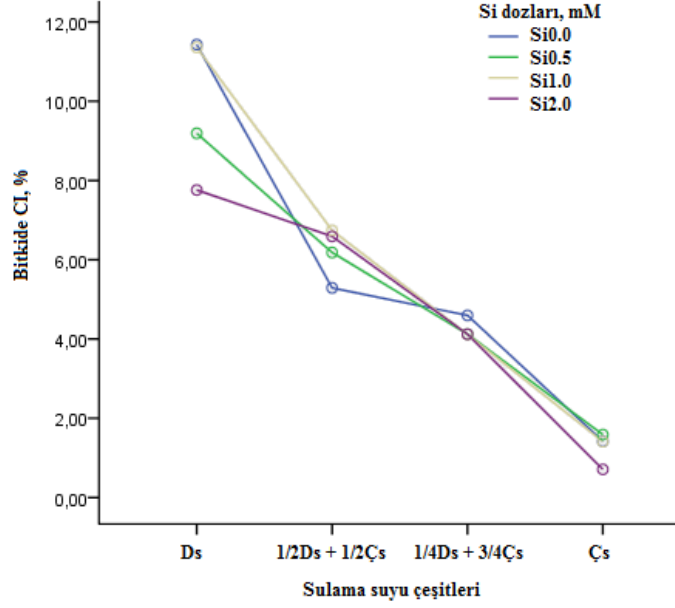
Şekil 4.27. Sulama suyu ve silisyum doz interaksiyonunun domates bitkisi yaprağında sodyum kapsamına etkisi

Yapılan çalışmada domates yapraklarında sodyum kapsamı deniz suyu ile sulanan bitkilerde %3.81-6.65 arasında, $\frac{1}{2}$ deniz suyu + $\frac{1}{2}$ çeşme suyu ile sulanan bitkilerde %1.65-2.08 arasında, $\frac{1}{4}$ deniz suyu + $\frac{3}{4}$ çeşme suyu ile sulanan bitkilerde %0.90-1.27 arasında ve çeşme suyu ile sulanan bitkilerde ise %0,18-0,24 arasında bulunmuştur. Kacar ve Katkat (2010), yaprakta sodyum kapsamı %0,40'dan büyük olduğunda toksik etki gösterdiğini

bildirmişlerdir. Buna göre sulama sularında deniz suyu hangi oranda bulunursa bulunsun yaprakta sodyumun toksik seviyede olduğu görülmüştür. Deniz suyuna çeşme ilavesi ve sulama sularına silisyum ilavesi sodyum kapsamını azaltmaya yetmemiştir.

Yapılan çalışmada yaprakta sodyum kapsamı ile meyve verimi ve sap kuru madde miktarı arasındaki ilişkilerin korelasyon katsayıları sırasıyla $r=-0,818^{**}$ ve $r=-0,951^{**}$ bulunmuştur. Diğer bir ifade ile yaprakta sodyum kapsamı arttıkça meyve ve sap kuru madde miktarı önemli derecede azalma göstermiştir. Ayrıca yaprakta sodyum kapsamı ile yaprakta klor kapsamı arasındaki ilişkinin korelasyon katsayısı $r=0,946^{**}$ bulunmuştur. Ayrıca yaprakta sodyum kapsamı ile yaprakta kalsiyum ve magnezyum kapsamı arasındaki ilişkilerin korelasyon katsayısı sırasıyla $r=-0,437$ ve $r=0,725^{**}$ bulunmuştur. Ayrıca yaprakta sodyum kapsamı ile yaprakta potasyum ve fosfor kapsamı arasındaki ilişkilerin korelasyon katsayıları $r=-0,605^*$ ve $r=0,756^{**}$ bulunmuştur.

Deniz suyuna ilave edilen çeşme suyu oranı arttıkça domates yaprağında klor kapsamı önemli derecede azalma göstermiştir. Tam deniz suyu ile sulanan bitkilerde klor kapsamı %9.93 iken, $\frac{1}{2}$ deniz suyu + $\frac{1}{2}$ çeşme suyu ile sulanan bitkilerin yapraklarında klor kapsamı %6.19, $\frac{1}{4}$ deniz suyu + $\frac{3}{4}$ çeşme suyu ile sulanan bitkilerde %4.24 ve çeşme suyu ile sulanan bitkilerde %1.28 bulunmuştur. Sulama suyuna silisyum ilavesi bitkide klor kapsamını azaltmış ve bu azalma 2mM silisyum dozunda önemli bulunmuştur. Bununla birlikte silisyumun klor kapsamına etkisi sulama suyu çeşitlerine göre farklı bulunmuştur. Tam deniz suyu ile sulanan bitkilerde klor kapsamı silisyumun etkisiyle 2mM silisyum dozunda önemli derecede azalmıştır. $\frac{1}{2}$ deniz suyu + $\frac{1}{2}$ çeşme suyu ile sulanan bitkilerde klor kapsamı silisyum dozu arttıkça önemli derecede artış göstermiştir. $\frac{1}{4}$ deniz suyu + $\frac{3}{4}$ çeşme suyu ve çeşme suyu ile sulanan bitkilerde silisyum ilavesinin yaprakta klor kapsamına etkisi önemli bulunmamıştır (Şekil 4.28).



Şekil 4.28. Sulama suyu ve silisyum doz etkisinin domates bitkisi yaprağında klor kapsamına etkisi

Yapılan çalışmada domates yapraklarında klor kapsamı deniz suyu ile sulanan bitkilerde %7.77-11.4 arasında, $\frac{1}{2}$ deniz suyu + $\frac{1}{2}$ çeşme suyu ile sulanan bitkilerde %5.27-6.73 arasında, $\frac{1}{4}$ deniz suyu + $\frac{3}{4}$ çeşme suyu ile sulanan bitkilerde %4.1-4.6 arasında ve çeşme suyu ile sulanan bitkilerde ise %0.7-1.6 arasında bulunmuştur. Kacar ve Katkat (2010), yaprakta klor kapsamı kuru madde esasına göre %0,5 ulaştığında yapraklarda yanma belirtilerinin görüldüğünü bildirmişlerdir (Tisdale vd, 1985).

Şekerpancarı, arpa, mısır, ıspanak ve domatesin klora oldukça dayanıklı bitkiler olduklarını belirterek klora duyarlı bitkilerin dokularında kuru madde ilkesine göre %0,5-2 klor düzeyi; dirençli bitkilerin dokularında ise yine kuru madde ilkesine göre %4 ve daha yüksek klor düzeyleri bitki ürün verimi ve ürün niteliğinin düşmesine yol açtığını bildirmişlerdir (Aydemir ve İnce, 1988). Buna göre deniz suyu ilavesi hangi oranda yapılırsa yapılırsın deniz suyu içeren sulama sularının domatesteki klor kapsamının %4' den yüksek olmasına neden olmaktadır. Domates klora dayanıklı bitki grubuna giren bitki olmakla birlikte %4' den fazla klor içerdiğinde toksite nedeni ile verimin düşmesine yol açmaktadır.

Nitekim yaprakların klor kapsamı ile sap kuru madde miktarı ve meyve verimi arasındaki ilişkilerin korelasyon katsayıları sırasıyla $r = -0,938^{**}$ ve $r = -0,914^{**}$ bulunmuştur. Diğer bir

ifade ile yaprakta klor kapsamı arttıkça domates sap kuru madde miktarı ve meyve verimi önemli derecede azalma göstermiştir. Aynı şekilde yaprakta klor kapsamı ile yaprakların klorofil-a, klorofil-b ve toplam klorofil kapsamaları arasındaki ilişkilerin korelasyon katsayıları ise sırasıyla $r=-0,734^{**}$ $r=-0,761^{**}$ ve $r=-0,744^{**}$ bulunmuştur. Diğer bir ifade ile yaprakta klor kapsamı arttıkça yaprakta klorofil-a, klorofil-b ve toplam klorofil kapsamı önemli derecede azalma göstermiştir. Aynı şekilde yaprakta klor kapsamı ile yaprakta karotenoid arasındaki ilişkinin korelasyon katsayısı $r=-0,697^{**}$ bulunmuştur. Yaprakta klor kapsamı ile yaprakta fosfor, potasyum, sodyum, kalsiyum, magnezyum ve kükürt kapsamaları arasındaki ilişkilerin korelasyon katsayıları sırasıyla $r=0,640^{**}$ $r=-0,611^{*}$ $r=0,946^{**}$ $r=-0,549^{*}$ $r=0,794^{**}$ ve $r=-0,324$ bulunmuştur.

Domates bitkisinde düşük tuz düzeyinde domatesin, artan azot dozuna domatesin pozitif respons verdiğini, buna karşın yüksek tuz düzeyine artan azotun etkisiz kaldığını ve verimi kötü etkilediğini bildirmişlerdir (Badr ve Talaab, 2008). Araştırmacılar tuzluluk seviyesinin artması sonucu potasyum, kalsiyum, magnezyum konsantrasyonunun azaldığını, yaprakta sodyumun akümüle olduğunu da bildirmişlerdir. Tuz stresine maruz kalmış bitkilerin yeterli miktarda gübre ile gübrelendiklerinde iyi performans gösterdikleri de belirtilmiştir.

4.12. Sulama Suyu ve Silisyum Dozlarının Domates Bitkisinin Meyvesinde K, Ca, Na ve Cl Kapsamlarına Etkisi

Sulama suyu ve silisyum dozlarının domates bitkisinin meyvesinde K, Ca, Na ve Cl kapsamlarının etkilerine ilişkin varyans analiz sonuçları Çizelge 4.19’da ve elde değerler Çizelge 4.20’de verilmiştir.

Çizelge 4.19. Sulama suyu ve silisyum dozlarının domates bitkisinin meyvesinde K, Ca, Na ve Cl kapsamlarının etkisine ilişkin varyans analiz sonuçları

Özellik	Varyasyon							
	Sulama Suyu		Silisyum Dozu		Sulama Suyu*Silisyum Dozu		Hata	
	SD	KO	SD	KO	SD	KO	SD	KO
Potasyum, %	3	0.47 ^{**}	3	0.36 ^{**}	9	0.17 ^{**}	32	0.02
Kalsiyum, %	3	0.025	3	0.033	9	0.014	32	0.012
Sodyum, %	3	2.39 [*]	3	0.06 ^{**}	9	0.02 ^{**}	32	0.002
Klor, %	3	12.71 ^{**}	3	0.18	9	1.08 [*]	32	0.44

*0.05 düzeyinde önemli ** 0.01 düzeyinde önemli

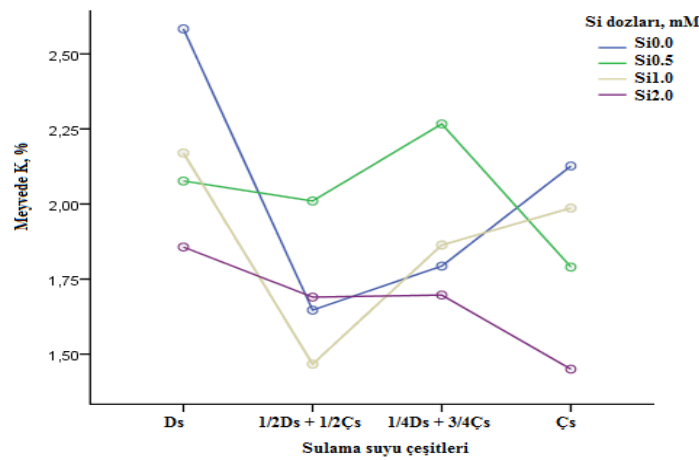
Çizelge 4.20. Sulama suyu ve silisyum dozlarının domates bitkisinin meyvesinde K, Ca, Na ve Cl kapsamlarına etkisi

Etkili olduğu özellik	Sulama Suyu	Si dozları, mM				Ortalama
		0.0	0.5	1.0	2.0	
Potasyum, %	Deniz suyu	2.58a	2.08b-d	2.17bc	1.86d-f	2.17A
	½ deniz suyu+ ½ çeşme suyu	1.65fg	2.01c-e	1.47g	1.69f	1.70C
	¼ deniz suyu+ ¾ çeşme suyu	1.79ef	2.27b	1.86d-f	1.69f	1.90B
	Çeşme suyu	2.13bc	1.79ef	1.99c-e	1.45	1.84B
	Ortalama	2.04A	2.04A	1.87B	1.67C	
Kalsiyum, %	Deniz suyu	0.42	0.54	0.56	0.45	0.49
	½ deniz suyu+ ½ çeşme suyu	0.34	0.49	0.57	0.49	0.47
	¼ deniz suyu+ ¾ çeşme suyu	0.41	0.55	0.35	0.52	0.46
	Çeşme suyu	0.53	0.63	0.56	0.52	0.56
	Ortalama	0.43	0.55	0.51	0.49	
Sodyum, %	Deniz suyu	1.25a	1.23a	1.10b	0.89c	1.12A
	½ deniz suyu+ ½ çeşme suyu	0.77d	0.72d	0.60e	0.57e	0.66B
	¼ deniz suyu+ ¾ çeşme suyu	0.45f	0.34g	0.34g	0.37g	0.38C
	Çeşme suyu	0.08h	0.07h	0.06h	0.05h	0.07D
	Ortalama	0.64A	0.59B	0.53C	0.47D	
Klor, %	Deniz suyu	4.25ab	3.26a-d	4.42ab	4.48a	4.10A
	½ deniz suyu+ ½ çeşme suyu	3.54a-d	4.06a-c	2.94c-f	3.18b-e	3.43B
	¼ deniz suyu+ ¾ çeşme suyu	1.24g	1.77fg	1.77fg	2.29d-g	1.77D
	Çeşme suyu	3.18b-e	2.83c-f	1.94e-g	1.95e-g	2.47C
	Ortalama	3.05	2.98	2.77	2.98	

Her iki çizelgenin birlikte incelenmesinden anlaşılacağı gibi domates meyvesinin potasyum ve sodyum kapsamına sulama suyunun, silisyum dozunun ve sulama suyu x silisyum dozu interaksiyonunun etkileri 0.01 düzeyinde önemli bulunmuştur. Meyvede klor kapsamı üzerine sulama suyunun etkisi 0.01, sulama suyu x silisyum dozu interaksiyonunun etkisi 0.05 düzeyinde önemli bulunmuş, fakat silisyum dozunun etkisi önemsiz bulunmuştur. Meyvede kalsiyum kapsamı üzerine sulama suyunun ve silisyum dozunun etkisi 0.05 düzeyinde önemli, fakat sulama suyu x silisyum dozu interaksiyonunun etkisi önemsiz bulunmuştur.

Deniz suyuna ilave edilen çeşme suyu oranı arttıkça domates meyvesinde potasyum kapsamı önemli derecede azalma göstermiştir. Tam deniz suyu ile sulanan bitkilerin meyvesinde potasyum kapsamı %2.17 iken, ½ deniz suyu + ½ çeşme suyu ile sulanan bitkilerin meyvesinde potasyum kapsamı %1.70, ¼ deniz suyu + ¾ çeşme suyu ile sulanan bitkilerin meyvesinde %1.91 ve çeşme suyu ile sulanan bitkilerin meyvesinde %1.84 bulunmuştur. Sulama suyuna silisyum ilavesi bitkilerin meyvesindeki potasyum kapsamını yüksek silisyum dozlarında önemli derecede azaltmıştır. Bununla birlikte silisyumun meyvede potasyum kapsamına etkisi sulama suyu çeşitlerine göre farklı bulunmuştur. Tam deniz suyu ile sulanan bitkilerin meyvesinde potasyum kapsamı silisyumun etkisiyle önemli derecede azalmış, bu azalma 2mM silisyum dozunda daha fazla olmuştur. ½ deniz suyu + ½

çeşme suyu ile sulanan bitkilerin meyvesinde potasyum kapsamı 0,5mM silisyum dozunda önemli derecede artmış, fakat önemsiz olmakla birlikte 1mM silisyum dozunda azaltmış 2mM silisyum dozunda meyvede potasyum kapsamında ki değişim kontrole göre önemsiz bulunmuştur. Aynı şekilde $\frac{1}{4}$ deniz suyu + $\frac{3}{4}$ çeşme suyu ile sulanan bitkilerin meyvesinde potasyum kapsamı 0.5mM silisyum dozunda önemli derecede artmış, fakat 1mM ve 2mM silisyum dozlarında önemli derecede etkilememiştir. Çeşme suyu ile sulanan bitkilerin meyvesinde ise yüksek dozda silisyum ilavesi meyvede potasyum kapsamını önemli derecede azaltmıştır (Şekil 4.29).



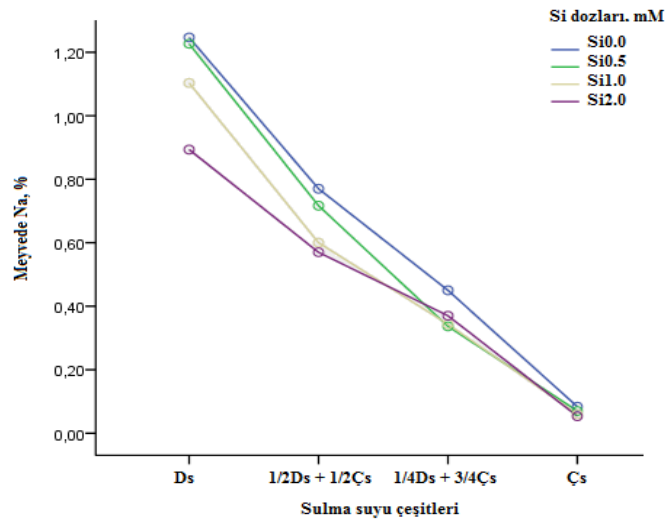
Şekil 4.29. Sulama suyu ve silisyum doz etkileşiminin domates bitkisi meyvesinde potasyum kapsamına etkisi

Domates meyvesinde potasyum kapsamı ile meyve verimi ve sap kuru madde miktarı, meyvede sodyum, kalsiyum ve klor kapsamı arasındaki ilişkilerin korelasyon katsayıları sırasıyla $r=-0,237$ ve $r=-0,327$, $r=0,415$ $r=0,011$ ve $r=0,335$ bulunmuştur.

Deniz suyuna ilave edilen çeşme suyu oranı arttıkça domates meyvesinde kalsiyum kapsamı önemli derecede artmıştır. Tam deniz suyu ile sulanan bitkilerin meyvesinde kuru madde ilkesine göre kalsiyum kapsamı %0.49 iken, $\frac{1}{2}$ deniz suyu + $\frac{1}{2}$ çeşme suyu ile sulanan bitkilerin meyvesinde kalsiyum kapsamı %0.47, $\frac{1}{4}$ deniz suyu + $\frac{3}{4}$ çeşme suyu ile sulanan bitkilerin meyvesinde %0.46 ve çeşme suyu ile sulanan bitkilerin meyvesinde %0.7 bulunmuştur. Sulama suyuna silisyum ilavesi bitkilerin meyvesindeki kalsiyum kapsamını yüksek silisyum dozlarında önemli derecede artırmıştır. Silisyum bütün sulama sularında domates meyvesinin kalsiyum kapsamını benzer şekilde etkilemiştir.

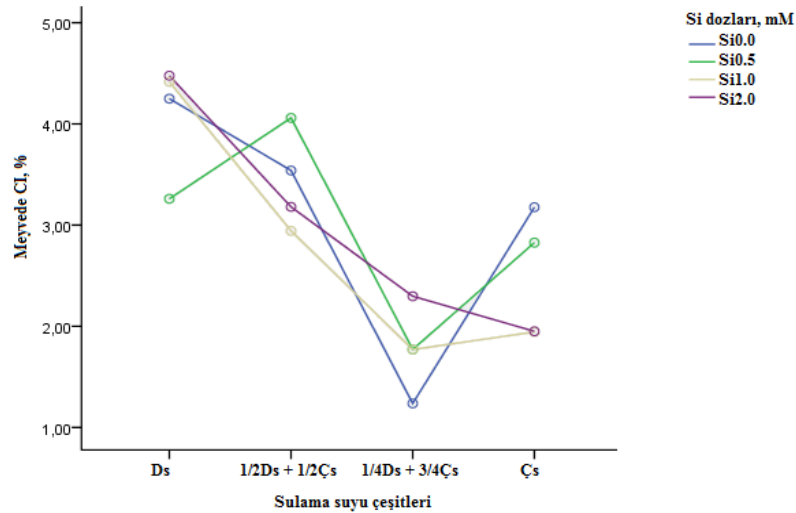
Domates meyvesinde kalsiyum kapsamı ile çürük meyve sayısı ve asitlik arasındaki ilişkilerin korelasyon katsayıları sırasıyla $r=-0,257$ ve $r=0,106$ bulunmuştur. Diğer bir ifade ile meyvede kalsiyum kapsamı azaldıkça çürük meyve sayısında önemli olmamakla birlikte artış görülmüştür. Domates meyvesinde kalsiyum ve sodyum kapsamı ile arasındaki ilişkinin korelasyon katsayısı $r=-0,287$ bulunmuştur.

Deniz suyuna ilave edilen çeşme suyu oranı arttıkça domates meyvesinde sodyum kapsamı önemli derecede azalmıştır. Tam deniz suyu ile sulanan bitkilerin meyvesinde kuru madde ilkesine göre sodyum kapsamı %1.12 iken, $\frac{1}{2}$ deniz suyu + $\frac{1}{2}$ çeşme suyu ile sulanan bitkilerin meyvesinde sodyum kapsamı %0.66, $\frac{1}{4}$ deniz suyu + $\frac{3}{4}$ çeşme suyu ile sulanan bitkilerin meyvesinde %0.38 ve çeşme suyu ile sulanan bitkilerin meyvesinde %0.06 bulunmuştur. Sulama suyuna silisyum ilavesi bitkilerin meyvesindeki sodyum kapsamını önemli derecede azaltmış, fakat bu etki sulama sularına göre farklı bulunmuştur. Çeşme suyuna ilave edile silisyum domates meyvesinde sodyum kapsamını önemli derecede etkilememiş, fakat $\frac{1}{4}$ deniz suyu + $\frac{3}{4}$ çeşme suyu, $\frac{1}{2}$ deniz suyu + $\frac{1}{2}$ çeşme suyu ve tam deniz suyu ile sulanan bitkilerin meyvelerinde sodyum kapsamı silisyum dozu arttıkça önemli derecede azalmıştır. Bu sonuç silisyumun sodyum alımını engelleyerek domates bitkisinin meyvelerinin aşırı tuzdan zarar görmesini önleyerek tolerans sağladığını göstermektedir (Şekil 4.30).



Şekil 4.30. Sulama suyu ve silisyum doz interaksyonunun domates bitkisi meyvesinde sodyum kapsamına etkisi

Deniz suyuna ilave edilen çeşme suyu oranı arttıkça domates meyvesinde klor kapsamı önemli derecede azalmıştır. Tam deniz suyu ile sulanan bitkilerin meyvesinde kuru madde ilkesine göre klor kapsamı %4.1, ½ deniz suyu + ½ çeşme suyu ile sulanan bitkilerin meyvesinde sodyum kapsamı %3.43 , ¼ deniz suyu + ¾ çeşme suyu ile sulanan bitkilerin meyvesinde %1.78 ve çeşme suyu ile sulanan bitkilerin meyvesinde %2.21 bulunmuştur. Sulama suyuna silisyum ilavesinin bitkilerin meyvesindeki klor kapsamına etkisi sulama suyu çeşitlerine göre değişmiştir. Çeşme suyu ve ¼ deniz suyu + ¾ çeşme suyu ve tam deniz suyu ile sulanan bitkilerin meyvesinde klor kapsamı silisyum ilavesiyle önemli derecede etkilenmemiştir, fakat ½ deniz + ½ çeşme suyu ile sulanan bitkilerin meyvesinde klor kapsamı silisyum ilavesiyle önemli derecede azalma eğilimi göstermiştir (Şekil 4.31).



Şekil 4.31. Sulama suyu ve silisyum doz interaksiyonunun domates bitkisi meyvesinde klor kapsamına etkisi

Domates meyvesinde klor kapsamı ile meyve verimi arasındaki ilişkilerin korelasyon katsayısı $r=-0,676^{**}$ bulunmuştur. Diğer bir ifade ile meyvede klor kapsamı arttıkça meyve verimi azalma göstermiştir. Meyvede klor kapsamı ile meyve sayısı, ortalama meyve ağırlığı ve briks arasındaki ilişkilerin korelasyon katsayıları sırasıyla $r=-0,740^{**}$ $r=-0,509^*$ ve $r=0,280$ bulunmuştur. Meyvede klor kapsamı arttıkça meyve sayısı ve ortalama meyve ağırlığında azalma görülmüştür.

Son yapılan çalışmalar, domatesin kök bölgesinde kalsiyum seviyesinin düşük olması vejetatif gelişmeyi nadiren kısıtlayıcı bir faktördür (del Amor ve Marcelis, 2006) yine de domatesin kalsiyum beslenmesi özel bir dikkat gerektirir. Çünkü bu besin fizyolojik bir bozukluk olan çiçek burnu çürüklüğü oluşumu ile yakından ilgilidir. Bu çiçek burnu çürüklüğü meyvenin kalitesini ve pazarlanabilirliğini azaltır (Ho vd 1993; Grattan ve Grieve 1999). Çiçek burnu çürüklüğü domates meyvesinin uç kısımlarındaki kalsiyumun lokal olarak noksan oluşundan meydana gelir ve bu alanlarda kalsiyum eksikliği dokunun yapısının bozulmasına neden olur (Adams, 2002). Çeşit dahil değişik faktörler, kök bölgesinde kalsiyum, amonyum, potasyum, magnezyum, tuz ve su stresi, oksijen yarayışlılığı, havanın nispi rutubeti, havanın sıcaklığı bu çiçek burnu çürüklüğünün oluşumunu artırabilir ya da azaltabilir (Navarro vd, 2005). Çiçek burnu çürüklüğünün oluşumunda birçok faktörün rolü olup bu fizyolojik bozukluğun meyvedeki kritik kalsiyum konsantrasyonu ile ilişkisi olduğuna dair tam bir bilgi mevcut değildir (Ho ve White, 2005). Hao ve Papadopoulos (2004) göre 3.75 mM kalsiyum içeren besin ortamında çiçek burnu çürüklüğü görülen meyve oluşumu kök bölgesinde magnezyum düzeyinin artmasıyla lineer bir şekilde artış göstermiştir. Bununla beraber 7.5 mM kalsiyum bulunan ortamda magnezyum konsantrasyonu ile çiçek burnu çürüklüğü görülen meyve sayısı etkilenmemiştir. Yine de Ho ve White (2005), tarafından bildirildiği üzere kök bölgesinde veya gelişme ortamında besin düzeyinin idaresi çiçek burnu çürüklüğünün azaltılmasında etkili bir ölçü olmamıştır. Çünkü manipulasyonlar meyve dokularında apoplastik kalsiyum konsantrasyonunu dolaylı olarak etkilerler. Bu yüzden bazı araştırmacılar çiçek burnu çürüklüğünü önlemek için genç meyvelere kalsiyumun direk olarak püskürtülmesini önermişlerdi.

Aşırı terleme ve sıcaklık seviyeleri su alımını artırır böylece ksilem yoluyla yapraklara kalsiyum taşınımı artış gösterir (Taylor vd, 2004). Yine de bu tür koşullar altında suyun meyvelere iletimi yapraklarla rekabetinden dolayı azalır. Böylece kalsiyumun meyveye taşınımı aynı zamanda kısıtlanır. Bundan dolayı meyvede çiçek burnu çürüklüğü oranında artış görülür (Adams, 2002). Diğer yandan serada havanın rutubetinde yükselme transpirasyonu azaltarak domates yapraklarında kalsiyum noksanlığına sebebiyle verebilir. Bu da verim kaybına ve meyve kalitesinin azalmasına neden olabilir (Hamer, 2003). Domates yetiştiriciliğinde kalsiyum uygulanması ile ilgili diğer bir konu son zamanlarda bazı fungal hastalıkların görülmesi üzerine kalsiyumun etkisini belirlemeye yöneliktir.

Kalsiyum eksikliği fizyolojik bir bozukluk olan çiçek burnu çürüklüğüne neden olduğundan domatesin meyve kalitesi üzerinde anahtar bir role sahiptir. Ayrıca kalsiyum dozunun artırılması domatesteki gövdede çatlakların görülme durumunu ve meyvede diğer fizyolojik bozuklukları azaltabilir (Lichter vd, 2002). Bu gibi olumsuzluklar meyve üzerinde pürüzlü bir yüzeyin oluşması sonucu, meyvenin depolarda saklanabilirliğini tehlikeye soktuğu belirtilmiştir (Huang ve Snapp, 2004a). Huang ve Snapp (2004b), tarlada domatese 50 mM CaCl₂ içeren çözeltinin püskürtülmesi halinde meyve çatlaklığının azaltıldığını bildirmişlerdir. Magnezyum domates meyvesinin kalitesi üzerine doğrudan etkili bir element değildir. Yine de şiddetli magnezyum noksanlığında domates meyve büyüklüğünün azaldığı görülmüştür. Bununla birlikte tavsiye edilenin üzerinde magnezyum uygulamalarındaki artış, şayet kalsiyum aynı oranda arttırılmaz ise, bitkilere toksik olmamasına rağmen, çiçek burnu çürüklüğüne sebebiyet vermiştir (Hao ve Papadopoulos, 2004).

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Çalışmamızda deniz suyu karıştırılarak hazırlanmış sulama sularının tüm özellikleri hem topraksız yetiştiricilik, hem de genel tarımsal sulama için uygun bulunmamıştır. Çeşme suyunun pH değeri(pH 5.0-7.0 arası ideal) ve EC değeri(EC 0.5 dS/m ideal) ideal seviyeleri çok az üstünde, bikarbonat içeriği düşük, klor içeriği yüksek, magnezyum çok yüksek değildir, bor seviyesi çok az yüksek, kalsiyum, sodyum, sülfat ve SAR değeri ideal seviyelerde bulunmuştur.

Çeşme suyuna ilave edilen deniz suyu oranı arttıkça sulama suyunun belirlenen tüm özelliklerine ilişkin değerler artmış ve bu değerlerdeki artış nedeniyle meyve verimi, sap kuru madde miktarı, klorofil-a, klorofil-b, toplam klorofil, karoteneid, aktif demir kapsamları, bitkinin toplam su tüketimi ve meyvede su kullanma randıman değerleri azalma göstermiştir. Ayrıca meyvede briks (çözünebilir katı oranı) değeri sulama suyunun pH, EC, karbonat, bikarbonat, sülfat, klor, sodyum, kalsiyum, magnezyum, bor ve SAR değerleri artkça artmıştır. Meyvede asitlik değerleri sulama suyunun pH, EC, karbonat, bikarbonat, sülfat ve magnezyum kapsamları arttıkça artış göstermiştir. Bitki başına çürük domates meyve sayısı sulama suyunun pH değeri ve sülfat kapsamları artkça artmıştır. Deniz suyuna ilave edilen çeşme suyu oranı artkça meyve sayısı ve ortalama meyve ağırlığında önemli derecede artış olmuştur. Sulama sularına ilave edilen silisyumun domateste meyve verimi, sap kuru madde miktarı ve meyve sayısı üzerine etkisi önemsiz bulunmuştur.

Deniz suyu ve ½ deniz suyu + ½ çeşme suyu ile birlikte uygulanan silisyum (sırasıyla 0.5mM ve 1.0mM dozlarında) domates bitkisinde oluşan meyvelerin ortalama meyve ağırlığını artırarak deniz suyunun tuzluluk etkisine karşılık tolerans sağlamıştır. Fakat ¼ deniz suyu + ¾ çeşme suyu ile birlikte uygulanan silisyum ortalama meyve ağırlığını istatistiksel olarak önemli derece de etkilemiştir.

Klorofil-a, klorofil-b, toplam klorofil, karotenoid ve aktif demir kapsamı, meyve sayısı ve ortalama meyve ağırlığı artkça domates meyve verimi artış göstermiştir.

Yaprakta sodyum, klor, magnezyum ve fosfor kapsamı artkça sap kuru madde miktarı önemli derece de azalma göstermiştir. Yaprakta fosfor kapsamı ile sap kuru madde miktarı arasındaki negatif ve önemli ilişkinin nedeni olarak, tuzluluk oranı yüksek olan

suların sulamada kullanılması halinde yaprakta fosforilizasyonun azalması sonucu fosforun birikmesinden ve fosfor kapsamının artmasından ileri geldiği düşünülmektedir.

Domates yaprağında sodyum kapsamı arttıkça yaprakta fosfor kapsamı önemli derecede artmıştır. Yaprakta aktif demir, klorofil-a, klorofil-b, toplam klorofil ve karotenoid kapsamı arttıkça sap kuru madde miktarı artış göstermiştir. Domates meyve verimi, yaprakta sodyum, magnezyum ve klor kapsamı artıkça azalmıştır. Yaprakta potasyum kapsamı artıkça meyve verimi artış göstermiştir.

Çeşme suyuna ilave edilen deniz suyu oranı artıkça domates bitkisinin meyvesinde briks değeri, meyvede asitlik ve meyvede kuru madde oranı çeşme suyuyla sulanan domates meyvelerine göre önemli derecede artış göstermiştir. Sulama sularına ilave edilen silisyum dozu arttıkça domates meyvesinde asitlik önemli derecede artmıştır.

Çeşme suyuna ilave edilen deniz suyu oranları $\frac{1}{4}$ ve $\frac{1}{2}$ olduğunda bitkilerin meyvesinde ki çürük sayısında önemli derecede artış gözlenmiştir. Fakat tam deniz suyu ile sulanan bitkilerde çürük meyve sayısı artış göstermemiş, çeşme suyuyla sulanan bitkilerin ki gibi aynı olmuştur.

Domates meyvesinde briks değeri arttıkça bitki başına çürük meyve sayısında, meyvede kuru madde oranında ve meyvede asitlik oranında artış gözlemlenmiştir.

Meyvede kuru madde oranı arttıkça bitki başına çürük meyve sayısı artmıştır. Önemli olmamakla birlikte meyvede Ca kapsamı azaldıkça çürük meyve sayısında artış görülmüştür. Meyve verimi arttıkça domates meyvesinde briks değeri azalma göstermiştir.

Tuzlu deniz suyu ile sulama domates meyvesinde nitrat kapsamını önemli derecede azaltmıştır.

Sulama sularına ilave edilen silisyumun toplam su tüketimine etkisi önemsiz bulunmuştur. Bununla birlikte tam çeşme suyundan oluşan sulama suyuna ilave edilen 2mM bitki su tüketimini önemli derecede azalmıştır. Bu azalmanın nedeni olarak, silisyumun bitkide terlemeyi azaltmış olabileceği düşünülmüştür.

Yaprakların sodyum, magnezyum ve klor içeriği arttıkça bitkinin toplam su tüketiminde azalma görülmüş, fakat yaprakta potasyum ve kalsiyum kapsamı arttıkça bitkinin toplam su tüketimi önemli derecede artış göstermiştir.

Farklı özelliklerdeki sulama sularına ilave edilen silisyum dozu arttıkça dikimden meyve oluşumuna kadar geçen dönemde su tüketiminde önemsiz olmakla birlikte azalma görülmüştür. Yaprakta klor, sodyum, magnezyum ve fosfor kapsamı arttıkça dikimden meyve oluşumuna kadar geçen dönemde tüketilen su miktarı azalmış, fakat yaprakların potasyum ve kalsiyum kapsamları arttıkça dikimden meyve oluşumuna kadar geçen dönemde tüketilen su miktarı artmıştır.

Yaprakta klor, sodyum, fosfor ve magnezyum kapsamları arttıkça meyve oluşumu-hasat arası dönemde domatesin su tüketiminde azalma görülmüştür.

Sulama suyunda deniz suyu oranı arttıkça domates bitkisinin meyve ve sapta su kullanma randımanı önemli derecede azalma göstermiştir. Sulama sularına ilave edilen silisyumun meyvede su kullanma randımanına etkisi sulama suyu çeşitlerine göre değişmiştir. Tam deniz suyu ile sulanan domates bitkisinde 0.5mM silisyum ilavesi meyvede su kullanma randımanını önemli derecede artırmıştır. Tam deniz suyuna 0.5mM silisyum ilavesi sonucu kontrolde 26.6g/lt olan su kullanma randımanı değeri 41.41 g/lt değerinde artış göstermiştir. Yaprak ve meyvede klor ve sodyum kapsamı arttıkça meyvede su kullanma randımanında azalma görülmüştür. Yaprakta sodyum, magnezyum, klor ve fosfor kapsamı arttıkça sapta su kullanma randımanı önemli derecede azalma göstermiştir. Yaprakta klorofil-a, klorofil-b, toplam klorofil ve karotenoid kapsamları arttıkça meyvede su kullanma randımanı artış göstermiştir.

Yaprakların sodyum, klor ve magnezyum kapsamları arttıkça klorofil-a, klorofil-b ve toplam klorofil kapsamları önemli derecede azalma göstermiştir. Yaprakta aktif demir, potasyum ve kalsiyum kapsamı arttıkça yaprakta klorofil-a, klorofil-b ve toplam klorofil kapsamları önemli derecede artış göstermiştir.

Karotenoid kapsamına silisyumun etkisi farklı sulama sularında farklı bulunmuştur. Silisyum ilavesi sadece çeşme suyuna 0.5mM silisyum dozunda ilave edildiğinde karotenoid kapsamını önemli derecede artırdığı görülmüştür. Diğer sulama sularına ilave edilen silisyumun karotenoid kapsamına etkisi önemsiz bulunmuştur.

Sulama suyuna ilave edilen silisyum dozu artıkça yaprakta aktif demir kapsamı artmış ve bu artış silisyumun 1mM dozunda önemli bulunmuştur. Silisyumun etkisi aktif demir kapsamına etkisi farklı sulama sularında farklı bulunmuştur. Yaprakta aktif demir kapsamı artıkça karotenoid kapsamı önemli derecede artmıştır. Yaprakta potasyum artıkça aktif demir kapsamı önemli derecede artış göstermiştir.

Yaprakta azot kapsamı üzerine sulama suyu çeşitlerinin etkisi önemsiz bulunmuştur. Domates yaprağında azot kapsamı üzerine silisyumun etkisi çeşitli sulama sularında farklı bulunmuştur. Yapılan çalışmada 1mM silisyum ilave edilmiş çeşme suyuyla sulanan bitkiler hariç, diğer sulama suyu ve silisyum uygulamalarında bitkilerin azotça yeterli beslendikleri görülmüştür.

Domates yaprağında fosfor kapsamı, sulama suyunda ki deniz suyu oranı azaldıkça azalmıştır. Yaprakta sodyum, magnezyum ve klor kapsamı artıkça yaprakta fosfor kapsamı önemli derecede artmıştır. Yapılan çalışmada sulama suyunda çeşme suyu oranı artıkça fosfor kapsamının azaldığı, fosfor noksanlık riski ortaya çıkmıştır. Yaprakta fosfor kapsamı azaldıkça sap kuru madde miktarı ve meyve verimi artmıştır. Bu durum tuzlu sulama sularıyla sulanan bitkilerin meyve verimi ve sap kuru madde miktarlarının düşük, fakat yaprakta fosfor kapsamının yüksek olmasından ileri geldiği düşünülmektedir.

Domates yaprağında potasyum kapsamı, sulama suyundaki deniz suyu oranı azaldıkça önemli derecede artmıştır. Silisyumun potasyum kapsamına etkisi çeşitli sulama sularında farklı olup, tam deniz suyuna ilave edilen silisyum 1mM dozda potasyum kapsamını önemli derecede artırarak potasyum beslenmesine katkı sağlamıştır. Yapılan çalışmada sulama suyunda deniz suyu oranı artıkça potasyum kapsamının azaldığı, potasyum noksanlık riskinin ortaya çıktığı görülmüştür. Silisyum ilavesi bitkinin potasyum beslenmesine katkı sağlayarak bitkide potasyum kapsamını artmış, bu riskin kısmen silisyum ilavesiyle azaltılabileceği gözükmemektedir. Yaprakta potasyum kapsamı artıkça sap kuru madde miktarı ve meyve verimi önemli derecede artmıştır.

Deniz suyuna ilave edilen çeşme suyu oranı artıkça domates yaprağında kalsiyum kapsamı önemli derecede artış göstermiştir. Sulama suyuna ilave edilen silisyum bitkide kalsiyum kapsamını genellikle artırmakla birlikte silisyumun kalsiyum kapsamına etkisi çeşitli sulama sularında farklı bulunmuştur. Yapılan çalışmada bitkilerde kalsiyum

yetersizliği görülmemiştir. Yaprakta kalsiyum kapsamı artıkça meyve verimi önemli derecede artış göstermiştir.

Deniz suyuna ilave edilen çeşme suyu oranı artıkça domates yaprağında magnezyum kapsamı önemli derecede azalma göstermiştir. Sulama suyuna silisyum ilavesi bitkide magnezyum kapsamını genellikle önemli derecede azaltmakla birlikte silisyumun bu etkisi sulama suyu çeşitlerine göre farklı bulunmuştur. Yapılan çalışmada bitkilerde magnezyum kapsamı oldukça yüksektir. Deniz suyu ile sulanan bitkilerde magnezyum kapsamı çok yüksektir. Yaprakta magnezyum kapsamı artıkça meyve verimi ve sap kuru madde miktarı önemli derecede azalma göstermiştir.

Deniz suyuna ilave edilen çeşme suyu oranı artıkça domates yaprağında kükürt kapsamı önemli derecede artış göstermiştir. Sulama suyuna silisyum ilavesinin bitkide kükürt kapsamına etkisi dozlara göre değişken olmakla birlikte silisyumun etkisi sulama suyu çeşitlerine göre farklı bulunmuştur. Yapılan çalışmada bitkilerde kükürt kapsamı deniz suyu ile sulanan bitkide 0,5mM silisyum düzeyinde oldukça düşük olup bitkilerin kükürtce yetersiz oldukları, diğer sularla sulanan bitkilerde ise kükürtün yüksek ve yeterli olduğu bulunmuştur. Yaprakta kükürt kapsamı artıkça meyve verimi önemli derecede artış göstermiştir.

Deniz suyuna ilave edilen çeşme suyu oranı artıkça domates yaprağında sodyum kapsamı önemli derecede azalma göstermiştir. Silisyumun sodyum kapsamına etkisi sulama suyu çeşitlerine göre farklı bulunmuştur. Tam deniz suyu ile sulanan bitkilerde sodyum kapsamı silisyumun etkisiyle 2mM silisyum dozunda önemli derecede azalmıştır. $\frac{1}{2}$ deniz suyu + $\frac{1}{2}$ çeşme suyu ve $\frac{1}{4}$ deniz suyu + $\frac{3}{4}$ çeşme suyu ile sulanan bitkilerde silisyum ilavesi artıkça yaprakta sodyum kapsamı azalma eğilimi göstermiş, fakat bu azalma istatiksel olarak önemli bulunmamıştır. Çeşme suyu ile sulanan bitkilerde sodyum kapsamı silisyum ilavesi ile önemli derecede etkilenmemiştir. Sulama sularında deniz suyu hangi oranda bulunursa bulunsun yaprakta sodyumun toksik seviyede olduğu görülmüştür. Deniz suyuna çeşme ilavesi ve sulama sularına silisyum ilavesi sodyum kapsamını azaltmaya yetmemiştir. Yaprakta sodyum kapsamı artıkça meyve verimi ve sap kuru madde miktarı önemli derecede azalma göstermiştir. Yaprakta sodyum kapsamı ile yaprakta klor kapsamı arasındaki ilişkinin korelasyon katsayısı $r=0,946^{**}$ bulunmuştur. Yaprakta sodyum kapsamı ile yaprakta potasyum ve fosfor kapsamı arasındaki ilişkilerin korelasyon katsayıları $r=-0,605^*$ ve $r=0,756^{**}$ bulunmuştur.

Deniz suyuna ilave edilen eşme suyu oranı artıkça domates yaprağında klor kapsamı önemli derecede azalma göstermiştir. Silisyumun klor kapsamına etkisi sulama suyu çeşitlerine göre farklı bulunmuştur. Deniz suyu ilavesi hangi oranda yapılırsa yapılsın deniz suyu içeren sulama sularının domateste klor kapsamının %4' den yüksek olmasına neden olmaktadır. Yaprakta klor kapsamı artıkça domates sap kuru madde miktarı ve meyve verimi önemli derecede azalma göstermiştir. Yaprakta klor kapsamı artıkça yaprakta klorofil-a, klorofil-b ve toplam klorofil kapsamı önemli derecede azalma göstermiştir.

Deniz suyuna ilave edilen eşme suyu oranı artıkça domates meyvesinde potasyum kapsamı önemli derecede azalma göstermiştir. Silisyumun meyvede potasyum kapsamına etkisi sulama suyu çeşitlerine göre farklı bulunmuştur.

Deniz suyuna ilave edilen eşme suyu oranı artıkça domates meyvesinde kalsiyum kapsamı önemli derecede artmıştır.

Deniz suyuna ilave edilen eşme suyu oranı artıkça domates meyvesinde sodyum kapsamı önemli derecede azalmıştır. Sulama suyuna silisyum ilavesi bitkilerin meyvesindeki sodyum kapsamını önemli derecede azaltmış, fakat bu etki sulama sularına göre farklı bulunmuştur.

Deniz suyuna ilave edilen eşme suyu oranı artıkça domates meyvesinde klor kapsamı önemli derecede azalmıştır. Sulama suyuna silisyum ilavesinin bitkilerin meyvesindeki klor kapsamına etkisi sulama suyu çeşitlerine göre değişmiştir. Meyvede klor kapsamı artıkça meyve verimi azalma göstermiştir. Meyvede klor kapsamı artıkça meyve sayısı ve ortalama meyve ağırlığında azalma görülmüştür.

6. KAYNAKLAR

- Acar, O. 1999. Kurağa Dayanıklı Bazı Arpa (*Hordeum Ssp.*) Çeşitlerinde Süperoksit Dismutaz (Sod) Aktivitelerinin Araştırılması, Doktora Tezi, Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir. 5(9): 769-781
- Adams, P. Ho, Lc. 1989. Effects Of Constant And Fluctuating Salinity On The Yield, Quality And Calcium Status Of Tomatoes. *Journal Of Horticultural Science* 64, 725-732.
- Adams, P. 2002. Nutritional Control In Hydroponics. In: Savvas D, Passam Hc (Eds) Hydroponic Production Of Vegetables And Ornamentals, Embryo Publications, Athens, Greece, Pp 211-261.
- Adams, P. Ho, L.C. 1992. The Susceptibility Of Modern Tomato Cultivars To Blossom-End Rot In Relation To Salinity, *J. Hort. Sci.* 67, 827-839.
- Adams, P. 1991. Effect Of Increasing The Salinity Of Nutrient Solution With Major Nutrients Or Sodium Chloride On The Yield, Quality And Composition Of Tomatoes Grown In Rockwool, *Journal Of Horticultural Science*, 66, 201-207.
- Adatia, M. H. ve Besford, R.T. 1986. The Effects Of Silicon On Cucumber Plants Grown In Recirculating Nutrient Solution, *Ann. Bot.* 58:343-351.
- Afshari, H. Ashraf, S. Ebadi, A.G. Jalali, S. Abbaspour, H. Daliri, M.S. ve Toudar, S.R. 2011. Study Of The Effects Irrigation Water Salinity And Ph On Production And Relative Absorption Of Some Elements Nutrient By The Tomato Plant *American Journal Of Applied Sciences* 8 (8): 766-772, Issn 1546-9239 © 2011 Science Publications
- Ahsan, M.ve Khalid, M. 1999. Effects Of Selecting For K/Na And Grain Yield On Salinity Tolerance In Spring Wheat, *Pakistan Journal Of Biological Sciences*, 2: 679-681.
- Al-Aghabary, K. Zhu Z. ve Shi, Q. 2004. Influence Of Silicon Supply On Chlorophyll Content, Chlorophyll Fluorescence, And Antioxidative Enzyme Activities In Tomato Plants Under Salt Stress, *J. Plant Physiol.* 27(12), 2101-115.
- Alexieva, V. Ivanov, S. ve Karanov, E. 2003. Interaction Between Stresses, *Bulgarian Journal Of Plant Physiology*, Special Issue, Pp. 1-17.
- Al-Harbi1, A.R. Al-Omran2, A.M. Alenazi1, M. ve Wahb-Allah1. 2015. M.A Salinity And Deficit Irrigation Influence Tomato Growth, Yield And Water Use Efficiency At Different Developmental Stages *International Journal Of Agriculture & Biology* Issn Print: 1560-8530; Issn Online: 1814-9596 14-287/2015/17-2-241-250 [Http://Www.Fspublishers.Org](http://www.fspublishers.org)
- Ali, Y. Aslam, Z. Ashraf, M.Y. ve Tahir, G.R. 2004. Effect Of Salinity On Chlorophyll Concentration, Leaf Area, Yield And Yield Components Of Rice Genotypes Grown Under Saline Environment *International Journal Of Environmental Science & Technology* Vol. 1, No. 3, Pp. 221-225, Autumn

- Alian, A. Altman, A. ve Heuer, B. 2000. Genotypic Difference İn Salinity And Waterstress Tolerance Of Fresh Market Tomato Cultivars. *Plant Science* 152, Issue 1,7 March 2000, Pages 59-65
- Al-Omran, A. M. Al-Harbi, A.R. Wahb- Allah, M. A. Nadeem, M. A. ve El-Eter. A. (2010). Impact Of İrrigation Water Quality, İrrigation Systems, İrrigation Rates And Soil Amendments On Tomato Production İn Sandy Calcareous Soil. *Turk. J. Agric. Fores.*34: 59 -73
- Al-Omran, A.M. Al-Harbi, A.R. Wahb-Allah, M.A. Alwabel, M. Nadeem, M.A. ve Eleter, A. 2012. Management Of Irrigation Water Salinity İn Greenhouse Tomato Production Under Calcareous Sandy Soil And Drip Irrigation. *J. Agric. Sci. Technol.* 14: 939–950
- Alpaslan, M. ve Gunes, A. 2001. Interactive Effects Of Boron And Salinity Stress On The Growth, Membrane Permeability And Mineral Composition Of Tomato And Cucumber Plants. *Plant And Soil* 236, 123-128.
- Alparslan, M. Güneş, A. ve İnal, A. 1998, *Deneme Tekniği Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları* No: 1501, p. 431, *Ders Kitabı* No:455 Ankara
- Alpaslan, M. Güneş, A. Taban, S. Erdal, İ. ve Tarakcioğlu, C. 1998. Tuz Stresinde Çeltik Ve Buğday Çeşitlerinin Kalsiyum, Fosfor, Demir, Bakır, Çinko, Ve Mangan İçeriklerindeki Değişmeler, *Tr. J. Of Agriculture And Forestry*, 22: 227-233.
- Al-Rawahy, S.A. Stroehlein, J. L. ve Pessaraki, M. 1990. Effect Of Salt Stress On Dry Matter Production And Nitrogen Uptake By Tomatoes, *J. Plant Nutri.* 13, 567-577.
- Alsadon, A.A. Wahb-Allah, M.A. ve Khalil, S.O. 2009. Evaluation Of Salinity Tolerance Of Tomato Cultivars, Breeding Lines And Their Hybrid Combinations Under Greenhouse Conditions. *Acta Hort.*, 807: 207–214
- Al-Yahyai, R. Al-İsmaily, S. ve Al-Rawahy, A. 2010. Growing Tomatoes Under Saline Field Conditions And The Role Of Fertilizers, A Monograph On Management Of Saltaffected Soils And Water For Sustainable Agriculture, *Sultan Qaboos University, Sultanate Of Oman.* 2010/1, Pp: 83–88.
- Amirossadat, Z. Ghehsareh A.M. ve Mojiri, A. 2012. Impact Of Silicon On Decreasing Of Salinity Stress İn Greenhouse Cucumber (*Cucumis Sativus L.*) İn Soilless Culture, *J. Biol. Environ. Sci.* 6 (17): 171-174.
- An, P. Inanaga, S. Xiang, JI. Eneji, Ae. ve Nan, Wz. 2005. Interactive Effects Of Salinity And Air Humidity On Two Tomato Cultivars Differing İn Salt Tolerance. *Journal Of Plant Nutrition* 28, 459-473.
- Anonymous. 2017. Soil First Consulting (800-732-8873 Soilfirst.Com).
- Anonymous. 1998. Consort P903. Manual Hanleiding, Consort Nv Parklaan 36 B2300 Turnhout Belgium. Turhout, January 8,1998

- Apel, K. Hirt, H. 2004. Reactive Oxygen Species: Metabolism, Oxidative Stress And Signal Transduction, Annual Review Of Plant Biology, 55-373-399.
- Aranda, M. R. R. Oliva, J. ve Cuartero, J. 2005. Silicon Alleviates The Deleterious Salt Effect On Tomato Plant Growth By Improving Plant Water Status, *Journal Of Plant Physiology* 163 (8), 847-855. 2005
- Arnon, Dı. 1949. Copper Enzymes In Isolated Chloroplasts. Polyphenoloxidase In Beta Vulgaris. *Plant Physiol.* 1950 January; 25(1):vi
- Ashraf, M. ve Foolad, M. R. 2007. Improving Plant Abiotic-Stress Resistance By Exogenous Application Of Osmoprotectants Glycine Betaine And Proline. *Environ. Exp. Bot.* 59: 206–216.
- Ashraf, M. ve Harris, P.J.C. 2004. Potential Biochemical Indicators Of Salinity Tolerance In Plants, *Plant Science*, 166, 3-16.
- Ashraf, M. 2004. Some Important Physiological Selection Criteria For Salt Tolerance In Plants, *Flora*, 199, 361-376
- Awad, A. S. Edwards, D. G. ve Campbell, L. C. 1990. Phosphorus Enhancement Of Salt Tolerance Of Tomato. *Crop Sci.* 30: 123–128.
- Ayyıldız M. 1990 *Sulama Suyu Kalitesi Ve Tuzluluk Problemleri* Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları: 1196 Ders Kitabı: 344 Ankara, 282.
- Aydemir ve İnce 1988. *Bitki besleme*, Dicle Üniversitesi Eğitim Fakülteleri Yayınları No: 2 655 S. Diyarbakır.
- Badr, M.A. ve Talaa A.S. 2008. Response Of Tomatoes To Nitrogen Supply Through Drip Irrigation System Under Salt Stress Conditions Corresponding Author: M.A. Badr, Plant Nutrition Department, National Research Center, Cairo, Egypt. 149 *Australian Journal Of Basic And Applied Sciences*, 2(1): 149-156, Issn 1991-8178
- Bar-Tal, A. ve Pressman, E. 1996. Root Restriction And Potassium And Calcium Solutions Concentrations Affect Dry-Matter Production, Cation Uptake And Blossom-End Rot In Greenhouse Tomato. *J. Am. Soc. Hort. Sci.* 121: 649-655.
- Bauder, T. Bauder T.J, Stednick, S.J, Gates, T. Timothy, S.L. Water Quality for Irrigated Agriculture Water Quality for Irrigated Agriculture - /Salinity/Sodicity Focus Colorado State Universty, NRCS Natural Resources consevation service troy.bauder@colostate.edu9704914923 <http://waterquality.colostate.edu/documents/irrigationwaterquality.pdf>
- Bayraklı, F. 1987. *Toprak ve Bitki Analizleri Omü Yayınları* No:17 Ondokuz Mayıs Üniversitesi Basımevi Samsun.
- Behboudian, N.M. Walker, R.R. ve Torokfalvy, E. 1986a: Effects Of Water Stress And Salinity On Photosynthesis Of Pistachio. *Sci. Hartie.* 29, 251-261

- Ben-Gal A. ve Shani, U. 2002. Yield, Transpiration And Growth Of Tomatoes Under Combined Excess Boron And Salinity Stress. *Plant And Soil* 247, 211-221.
- Ben-Gal, A. ve Shani, U. 2003. Water Use And Yield Of Tomatoes Under Limited Water And Excess Boron. *Plant And Soil* 256, 179-186.
- Benoit. 1992. Water(Quality Treatment). Internatiol Agricultural Centre Wageningen-Holland
- Ben-Oliel, G. Kant, S. Naim, M. Rabinowitch, Hd., Takeoka, Gr., Buttery, Rg. ve Kafkafi U., 2004. Effects Of Ammonium To Nitrate Ratio And Salinity On Yieldand Fruit Quality Of Large And Small Tomato Fruit Hybrids. *Journal Of Plantnutrition* 27, 1795-1812.
- Besdford, R.T. ve Maw, G.A. 1975. Effects Of Potassium Nutrition On Tomato Plant Growth And Fruit Development. *Plant Sci.* 42, 395-412.
- Biel, K.Y. Matichenkov, V.V. ve Fomina, I.R. 2008. Protective Role Of Silicon In Living Systems, In: Functional Foods For Chronic Diseases (Ed. D.M.Martirosyan), D And A Inc. Richardson Press, Dallas, Usa. D&A Inc. V.3 pp. 208-23
- Blokhina, O. Violainen, E. Fagerstedt, K.V. 2003. Antioxidants, Oxidative Damage And Oxygen Deprivation Stress: A Review, *Ann. Bot.* 91, 179–194.
- Blom, T. vd, 1987. Water Quality For Greenhouse Crops, Ministry Of Agriculture And Food. No:87-0.45. Ontario
- Boamah, P. O. Sam-Amoah, L. K. ve Onumah, J. 2011. Effect Of Salinity Level Of Irrigation Water On The Yield Of Tomato. *Arpn J. Agric. Biolog. Sci.* 6-49-53.
- Boari^a, F. Donadio^a, A. Pace^a, B. Schiattone^b, Ī.M. ve Cantore^a,V. 2015. Kaolin Improves Salinity Tolerance, Water Use Efficiency And Quality Of Tomato. *Agricultural Water Management* 167-29–37.
- Borsani, O. Cuartero, J. Fernández, Ja. Valpuesta, V. ve Botella Ma. 2001. Identification Of Two Loci In Tomato Reveals Distinct Mechanisms For Salt Tolerance. *Plant Cell* 13, 873-887.
- Botella, Ma. Del Amor, F. Amorós, A. Serrano, M. Martínez, V. ve Cerdá, A 2000. Polyamine, Ethylene And Other Physico-Chemical Parameters In Tomato (*Lycopersicon Esculentum*) Fruits As Affected By Salinity. *Physiologia Plantarum* 109, 428-434
- Boursier, P. ve Läuchli, A. 1990. Growth Responses And Mineral Nutrient Relations Of Salt-Stressed Sorghum, *Crop Sci.* 30: 1226-1233.
- Bradbury, M. ve Ahmad, R. 1990. The Effect Of Silicon On The Growth Of Prosopis Juliflora Growing In Saline Soil, *Plant Soil*, 125: 71-74.

- Breusegem, F.V. Vranová, E. Dat, J.F. ve Inz, D. 2001. The Role Of Active Oxygen Species in Plant Signal Transduction, *Plant Science*, 161, 405-414.
- Bryson, G.M. ve Barker, A.V. 2002. Determination Of Optimal Fertilizer Concentration Range For Tomatoes Grown In Peat-Based Medium. *Comm. Soil Sci. Plant Anal.* 33, 759-777.
- Busch, D.S. 1995. Calcium Regulation In Plant Cell And His Role In Signalling, *Annu. Rev. Plant Physiol.* 46, 95-102.
- Campos, C.A.B. Fernandes, P.D. Ghey, H.R. F. Blanco, Goncalves, C.B. ve Campos, S.A.F. 2006. Yield And Fruit Quality Of Industrial Tomato Under Saline Irrigation. *Sci. Agric.* 63-146-152.
- Chapagain, Bp. Wiesman, Z. 2004. Effect Of Potassium Magnesium Chloride In The Fertigation Solution As Partial Source Of Potassium On Growth, Yield And Quality Of Greenhouse Tomato. *Scientia Horticultura* 99-279-288.
- Chavan, P.D. ve Karadge, B.A. 1980. Influence Of Salinity On Mineral Nutrition Of Peanut (*Arachis Hyogea L.*) *Plant And Soil*, 54: 5-13.
- Chen, G. Fu. X. Herman Lips S. Sagi M. 2003. Control Of Plant Growth Resides In The Shoot, And Not In The Root, In Reciprocal Grafts Of Flacca And Wild-Type Tomato (*Lysopersicon Esculentum*), In The Presence And Absence Of Salinity Stress. *Plant And Soil* 256, 205-215.
- Chen, D. Cao, B. Wang, S. Liu, P. Deng, X. Yin, L. ve Zhang, S. 2016. Silicon Moderated The K Deficiency By Improving The Plant-Water Status In Sorghumsci Rep. 2016; 6: 22882. Published Online 2016 Mar 10. Doi: 10-1038/Srep22882
- Chrétien, S. Gosselin A. ve Dorais M. 2000. High Electrical Conductivity And Radiation-Based Water Management Improve Fruit Quality Of Greenhouse Tomatoes Grown In Rockwool. *Hortscience* 35, 627-631.
- Coskun D. Britto D.T. Q. Huynh W. ve J. Kronzucker, H. 2016. The Role Of Silicon in Higher Plants Under Salinity And Drought Stress *front Plant Sci.* ; 7: 1072. Published Online Jul 18. Doi: 10-3389/Fpls.2016-01072.
- Cram, W.J. 1983. Chloride Accumulation As A Homeostatic System: Set Points And Perturbations, The Physiological Significance Of Influx Isotherms, Temperature Effects And The Influence Of Plant Growth Substances, *Journal Of Experimental Botany*, 34, 1484-1502.
- Cramer, Md. ve Titus Cha. 2001. Elevated Root Zone Dissolved Inorganic Carbon Can Ameliorate Aluminium Toxicity In Tomato Seedlings. *New Phytologist* 152-29-39.
- Cuartero, J. ve Fernandez-Munoz, R. 1999. Tomato And Salinity, *Sci. Hort.* 78: 83-125.
- Cuartero, J. Bolarín Mc. Asíns Mj. ve Moreno, V. 2006. Increasing Salt Tolerance In The Tomato. *Journal Of Experimental Botany* 57, 1045-1058.

- Dannon, E.A. ve Wydra, K. 2004. Inretaction Between Silicon Amendment, Bacterial Wilt Development And Phenotype Of *Ralstonia Solanacearum* İn Tomato Genetypes, *Physiological And Molecular Plant Pathology*, 64, 233-243.
- Davies, J.N. ve Hobson, G.E. 1981. The Constituents Of Tomato Fruit: The İnfluence Of Environment, Nutrition And Genotype, *Critical Reviews İn Food Science And Nutrition*, 15, 205-280.
- Davies, Jn. ve Winsor, Gw. 1967. Effect Of Nitrogen, Phosphorus, Potassium, Magnesium And Liming On The Composition Of Tomato Fruit. *Journal Of Thescience Of Food And Agriculture* 18, 459-466.
- Davis, Jm. Sanders, Dc. Nelson, Pv. Lengnick, L. ve Sperry Wj. 2003. Boron İmproves Growth, Yield, Quality, And Nutrient Content Of Tomato. *Journal Of Theamerican Society For Horticultural Science* 128, 441-446.
- De Koning, A.N.M. 1992. Modelling Development And Dry Matter Distribution Of Tomato, *Annu. Rep. Glasshouse. Crops Research Station, Naalwijk The Netherlands*. P. 34.
- De Pascale, S. Maggio, A. Fogliano, V. Ambrosino P. ve Ritieni, A. 2001. Irrigation With Saline Water İmproves Carotenoids Concent And Antioxidant Activity Of Tomatoes, *The Journal Of Horticultural Science And Biotechnology*, 76, 447-453.
- Degl'innocenti, E. Hafsi, C. Guidi, L. ve Navari-Izzo, F. 2009. The Effect Of Salinity On Photosynthetic Activity İn Potassium-Deficient Barley Species, *Journal Of Plant Physiology*, 166, 1968-1981.
- Del Amor, F.M. ve Marcelis, L.F.M. 2006. Differential Effect Of Transpiration And Ca Supply On Growth And Ca Concentration Of Tomato Plants, *Scientia Horticulturae*, 111, 17-23.
- Del Amor, F.M. Martinez, V. ve Cerda, A. 2001. Salt Tolerance Of Tomato Plants As Affected By Stage Of Plant Development. 36(7): 1260-1263.
- Dorais, M. Ehret, D. Papadopoulos, A. 2008. Tomato (*Solanum Lycopersicum*) Health Components: From The Seed To The Consumer. *Phytochemistry Reviews* 7, 231-250.
- Dorais, M. Papadopoulos, A. ve Gosselin, A. 2001. Greenhouse Tomato Fruit Quality. *Hortic. Rev.* 26, 239-319.
- Dorais, M. Papadopoulos, A.P. Turcotte, G., Hao, X., Ehret, D.L. ve Gosselin, A. 2000. Control Of Tomato Fruit Quality And Flavour By Ec And Water Management, *Greenhouse And Processing Crops Research Centre Annual Report, Harrow, On, Canada*, Pp. 18–21.
- Dorais, M. Papadopoulos, Ap. ve Gosselin. A. 2001. Influence Of Electric Conductivity Management On Greenhouse Tomato Yield And Fruit Quality, *Agronomie* 21, 367-383.

- Edreva, A. 2005. Generation And Scavenging Of Reactive Oxygen Species In Chloroplast: A Submolecular Approach. *Agriculture, Ecosystem And Environment*, 106: 119-133.
- Ehret, D.L. ve Ho, L.C. 1986. The Effect Of Salinity On Dry Matter Partitioning And Fruit Growth In Tomatoes Grown In Nutrient Film Culture, *Journal Of Horticultural Science*, 61, 361-367.
- Ehret, D.L. Remann, R.E. Harvey, B.L. ve Cipywnyk, A. 1990. Salinity-Induced Calcium Deficiencies in Wheat And Barley, *Plant Soil*, 128, 143-151.
- Ehret, D.L. Menzies, J.G. Bogdanoff, C. Utkhede, R.S. ve Frey, B. 2002. Foliar Applications Of Fertilizer Salts Inhibit Powdery Mildew On Tomato. *Canadian Journal Of Plant Pathology* 24, 437-444
- Eliçin A.K, Gezici M. ve Uygun, S. 2010. Deniz Suyunun Tarımda Kullanımı Ve Arıtma Olanakları 6. *Tarımsal Mekanizasyon Ulusal Kongresi*, 22-23 Eylül 2010, Hatay.
- Elsheikh, E. A. ve Wood, E.M. 1990. Effect Of Salinity On Growth, Nodulation And Nitrogen Yield Of Chickpea (*Cicer Arietinum L.*). *J. Exp. Botany*. 41-1263- 1269.
- El-Sherif, A.F. Shata, S.M. ve Youssef, R.A. 1990. Response Of Tomato Seedlings To Zinc Application under Different Salinity Levels I. Dry Matter, Ca, Mg, K And Na Content, *Egypt. J. Hort.* 17, 131-142.
- Epstein, E. 1994. The Anomaly Of Silicon In Plant Biology, In: *Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A.* Vol. 91, Pp. 11-17.
- Epstein, E. 1999. Silicon- Annual Review Of Plant Physiology, *Plant Mol. Biol.* 50, 641-664.
- Eröznel. A.Z. ve Çakmak, B. 1993. Drenaj Suyunun Sulamada Kullanılması. *Toprak su* 1993/2:2-6, Ankara.
- Estan, M.T. Martinez-Rodriguez, M.M. Perezalfocea, F. Flowers, T.J. ve Bolarin. M.C. 2005. Grafting Raises The Salt Tolerance Of Tomato Through Limiting The Transport Of Sodium And Chloride To The Shoot. *J. Expt. Bot.* 56-703-712.
- Fanasca, S. Colla, G. Maiani, G. Venneria, E. Roupheal, Y. Azzini, E. ve Saccardo, F. 2006. Changes in Antioxidant Content of Tomato Fruits in Response to Cultivar and Nutrient Solution Composition. *J. Agric. Foodchem.* 54, 4319-4325.
- Feleafel, M.N. ve Mirdad, Z.M. 2014. Ameliorating Tomato Productivity And Water-Use Efficiency Under Water Salinity *The Journal Of Animal & Plant Sciences*, 24(1): Page: 302-309 Issn: 1018-7081.
- Flores, P. Carvajal M. Cerdá, A. ve Martínez, V. 2001. Salinity and Ammonium/Nitrate Interactions on Tomato Plant Development, Nutrition, And Metabolites. *Journal Of Plant Nutrition* 24, 1561-1573.

- Flores, P. Navarro, J.M. Carvajal, M. Cerdá, A. ve Martínez, V. 2003. Tomato Yield And Quality As Affected By Nitrogen Source And Salinity, *Agronomie*, 23, 249-256.
- Flowers, T. J. Troke, P.F. ve Yeo, R. 1977. The Mechanism of Salt Tolerance in Halophytes, *Ann. Rev. Plant Physiol.* 28: 89- 121.
- Foolad, Mr. 2004. Recent Advances in Genetics Of Salt Tolerance İn Tomato. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture* 76, 101-119.
- Francois, L.E. 1984. Effect Of Excess Boron On Tomato Yield, Fruit Size, And Vegetative Growth. *J. Am. Soc. Hort. Sci.* 109, 322–324.
- Kacar B. ve İnal A. 2008 *Frutis, Vegetables And Derived Products, Determination Of Nitrite And Nitrate Content*, TS 6183; İnstitute Of Turkish Standars: Ankara, Turkey
- Gao, X. Zou, C. Wang L. ve Zhang, F. 2006. Silicon Decreases Transpiration Rate And Conductance From Stomata Of Maize Plants. *J. Plant Nutr.* 29 1637–1647. 10.1080/01904160600851494 [Cross Ref]
- Gao, X. Zou, C. Wang, L. ve Zhang, F. 2005. Silicon Improves Water Use Efficiency İn Maize Plants *Journal Of Plant Nutrition* 27, 2005 - Issue 8pages 1457-1470
- Gong, H. Zhu, X. Chen, K. Wang, S. ve Zhang, Ch. 2005. Silicon Alleviates Oxidative Damage Of Wheat Plants İn Pots Under Drought, *Plant Sci.* 169, 313-321.
- Gormley, T.R. ve Maher, M.J. 1990. Tomato Fruit Quality-An İnterdisciplinary Approach, *Professional Horticulture*, 4: 7–12.
- Gough, C. ve Hobson, Ge. 1990. A Comparison Of The Productivity, Quality, Shelflife Characteristics And Consumer Reaction To The Crop From Cherry Tomato Plants Grown At Different Levels Of Salinity. *Journal Of Horticultural Science* 65, 431-439.
- Grattan, S.V. ve Grieve, C.M. 1999. Mineral Nutrient Acquisition And Response By Plants Grown İn Saline Environments, İn: Pessarakli M. (Ed.): *Handbook Pf Plant And Crop Stress*, Marcel Dekker, New York: 203-229.
- Grattan, Sr. ve Grieve, Cm. 1999. Salinity-Mineral Relations in Horticultural Crops. *Scientia Horticulturae* 78, 127-157.
- Greeway, H. ve Munns, R. 1980. Mechanisms Of Salt Tolerance İn Nonhalophytes. *Ann Rev Of Plant Physio.*, 31, 149-190. [Http://Dx.Doi.Org/10.1146/Annurev.Pp.31.060180.001053](http://Dx.Doi.Org/10.1146/Annurev.Pp.31.060180.001053).
- Grunberg, K. Fernandez-Munoz, R. ve Cuartero, J. 1995. Growth, Flowering, And Quality And Quantity Of Pollen Of Tomato Plants Grown Under Saline Conditions, *Acta Hort.* 412-484-489.
- Gulati, K.L. Oswal, M.C. ve Nagpaul, K.K. 1980. Effect of Concentration of Boron on The Uptake and Yield of Tomato and Wheat at Different Levels of Irrigationplant and Soil Vol. 54, No. 3 Pp. 479-484.

- Gunes, A. Ali I, Bagci, Eg. ve Pilbeam, Dj. 2007a. Silicon-Mediated Changes of Some Physiological and Enzymatic Parameters Symptomatic for Oxidative Stress in Spinach and Tomato Grown in Sodic-B Toxic Soil. *Plant Soil* 290:103–114. Doi:10.1007/S11104-006-9137-9.
- Gunes, A. Inal, A. Bagci, Eg. ve Coban, S. 2007b. Silicon-Mediated Changes on Some Physiological and Enzymatic Parameters Symptomatic of Oxidative Stress in Barley Grown in Sodic-B Toxic Soil. *J. Plant Physiol* 164:807–811. Doi:10.1016/J.Jplph.2006.07.011.
- Gupta, U.C. Jame, Y.W. Campbell, C.A. Leyshon, A.J. ve Nicholaichuk, W. 1985. Boron Toxicity And Deficiency: A Review, *Can. J. Soil Sci.* 65, 381-409.
- Gül, A. 2008. *Topraksız Tarım 2. Baskı Hasat Yayıncılık.*, -978-975-8377-66-4
- Gül, A. 2012. *Topraksız Tarım 2. Baskı Hasat Yayıncılık.*, -978-975-8377-66-4
- Güneş, A. Post, W.H.K. Kirkby, E.A. ve Aktaş, M. 1994. Influence Of Partial Replacement On Nitrate By Amino Acid Nitrogen Or Urea İn The Nutrient Medium On Nitrate Accumulation İn Nft Grown Winter Lettuce, *Journal Of Plant Nutrition*, Volume 17, 1929-1938, 1994.
- Hamer, Pjc. 2003. Analysis of Strategies for Reducing Calcium Deficiencies in Glasshouse Grown Tomatoes: Model Functions and Simulations. *Agriculturalsystems* 76, 181-205.
- Hao, X. Papadopoulos, A.P. Dorais, M. Ehret, D.L. Turcotte, G. ve Gosselin A. 2000. Improving Tomato Fruit Quality By Raising The Ec of Nft Nutrient Solutions And Calcium Spraying: Effects On Growth, Photosynthesis, Yield And Quality, *Acta Hort.* 511:213–224.
- Hao, X. ve Papadopoulos, Ap. 2003. Effects of Calcium And Magnesium on Growth, Fruit Yield and Quality in A Fall Greenhouse Tomato Crop Grown on Rockwool. *Canadian Journal Of Plant Science* 83, 903-912.
- Hao, X. ve Papadopoulos, Ap. 2004. Effects Of Calcium And Magnesium On Plant Growth, Biomass Partitioning, And Fruit Yield Of Winter Greenhouse Tomato. *Hortscience* 39, 512-515.
- Hartz, Tk. Johnson, Pr. Francis, Dm. ve Miyao, Em. 2005. Processing Tomato Yield And Fruit Quality Improved With Potassium Fertigation. *Hortscience* 40-1862-1867.
- Hasan, N.A.K. Drew, J.W. Knudsen, D. ve Olson, R.A. 1970. Influence Of Soil Salinity On Production Of Dry Matter And Uptake And Distribution Of Nutrients İn Barley And Corn: Ii. Corn (*Zea Mays L.*), *Agronomy Journal*, 62: 46-48.
- Hattori, T. Inanaga, S. Araki, H. An, P. Morito, S. Luxov'a, M. ve Lux, A. 2005. Application Of Silicon Enhanced Drought Tolerance İn Sorghum Bicolor, *Physiol. Plant.* 123,459-466.

- Heeb, A. Lundegårdh, B. Ericsson, T. Ve Savage, Gp. 2005b. Nitrogen Form Affects Yield And Taste Of Tomatoes. *Journal Of The Science Of Food And Agriculture* 85, 1405-1414.
- Heine, G. Tikum, G. ve Horst, W. J. 2005. Silicon Nutrition of Tomato and Bitter Gourd with Special Emphasis on Silicon Distribution in Root Fractions. *J. Plant Nutr. Soil Sci.* 167, 600-606.
- Helal, M. Koch, K. ve Mengel, K. 1975. Effect of Salinity and Potassium on The Uptake of Nitrogen And Nitrogen Metabolism in Young Barley Plants, *Physiol. Plant.* 35: 310-313.
- Ho, Lc. Belda R, Brown, M. Andrews, J. ve Adams, P. 1993. Uptake And Transport of Calcium and the Possible Causes of Blossom-End Rot in Tomato. *Journal of Experimental Botany* 44, 509-518.
- Ho, Lc. ve White, Pj. 2005. A Cellular Hypothesis for the Induction of Blossomend Rot in Tomato Fruit. *Annals Of Botany* 95, 571-581.
- Hochmuth, G. Maynard, D. Vavrina, C. Hanlon, E. ve Simonne, E. 2004. Plant Tissue Analysis and Interpretation for Vegetables Crops in Florida, HS964, Gainesville: University of Florida Institute of Food and Agricultural Sciences, <http://edis.ifas.ufl.edu/pdffiles/EP/EP08100>.
- Hochstrat R. And Wintgens T. 2003. Eds. Aquarec, Report On Milestone M3.I, Draft Of Wastewater Reuse Potential Estimation, Interim Report, 2003.
- Horuz, A. Korkmaz, A. Karaman, M.R. 2013. Çeltik topraklarının silisyumlu gübrelemeye tepkisi, *Tarım Bilimleri Dergisi, Journal of Agricultural Sciences*, 19-268-280.
- Horuz, A. ve Korkmaz, A. 2014. Çeltikte (Oryza Sativa L.) Tuz Stresinin Azaltılmasında Silisyumlu Gübrelemenin Etkisi, *Tarım Bilimleri Dergisi, Journal Of Agricultural Sciences*, 20 : 215-229. Issn:1300-7580.
- Hsiao, T.C. ve Läuchli, A. 1986. Role Of Potassium in Plant Water Relations, In: *Advances in Plant Nutrition*, Tinker, B. And Läuchli, A. (Eds.), Vol. 2. Praeger Scientific, New York, Pp. 281-312.
- Hu, Y. ve Schmidhalter, U. 2005. Drought And Salinity: A Comparison Of Their Effects On Mineral Nutrition Of Plants, *J. Plant Nutr. Soil Sci.* Doi: 10.1002/Jpln.200420516 168, 541-549.
- Huang, B. 2006. Cellular Membranes In Stress Sensing and Regulation of Plant Adaptation To Abiotic Stresses, *Plant-Environment Interactions*, Published By Crc/Taylor and Francis, 416p.
- Huang, J-S. ve Snapp, Ss. 2004a. The Effect Of Boron, Calcium, And Surface Moisture On Shoulder Check, A Quality Defect In Fresh-Market Tomato. *Journal Of The American Society For Horticultural Science* 129, 599-607.

- Huang, J-S. ve Snapp, Ss. 2004b. A Bioassay Investigation of Calcium Nutrition and Tomato Shoulder Check Cracking Defect. *Communications in Soil Science and Plant Analysis* 35, 2771-2787.
- Hwang, S.H. Park, H.M. ve Jeong, B.R. 2005. Effects Of Potassium Silicate On The Growth Of Miniature Rose 'Pinocchio' Grown On Rockwool And Its Cut Flower Quality, *Journal Of The Japanese Society For Horticultural Science*, 74: 242-247.
- İnal, A. 2002. Growth, Proline Accumulation And Ionic Relations Of *Tomato (Lycopersicon Esculentum L.)* As Influenced By Nacl And Na₂so₄ Salinity. *Turk. J. Bot.* 26:286-290. Johnson J. M. And Urich A. 1975. Analytical Methods For Use In Plant Analysis 11. California Agric. Exp. Sta. Bull. 766.
- Irrı. 1981. Organic Matter And Rice, International Rice Research Institute, Isbn 971-104-104-9.
- İnal, A. Güneş, A. ve Aktaş, M. 1995. Effects Of Chloride And Partial Substitution Of Reduced Forms Of Nitrogen For Nitrate In Nutrient Solution Of The Nitrate, Total Nitrogen And Chlorine Contents Of Onion, *Journal Of Plant Nutrition*, 18, 2219-2227.
- Johnson, R.W. Dixon, M.A. ve Lee, D.R. 1992. Water Relations Of The Tomato Fruit During Growth, *Plant Cell Environ*, 15, 947-953.
- Jones, J.B. 1999. Tomato Plant Culture: In The Field, Greenhouse, And Home Garden. Crc Press Llc, Florida, 11-53.
- Kacar, B. ve İnal, A. 2008. *Bitki Analizleri*, 1. Basım. Nobel Yayınları, Ankara.
- Kacar, B. Ve Katkat, V.A. 2010. *Bitki Besleme*. Nobel Yayın No:849, Fen Bilimleri: 30, 5.Baskı Nobel Yayıncılık, Isbn: 978-975-591-834-4.
- Kacar, B. 1994. *Bitki ve Toprağın Kimyasal Analizleri: III, Toprak Analizleri*, Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Eğitim, Araştırma ve Geliştirme Vakfı Yayınları No: 3, Ankara.
- Kahlaoui, B. 1 Hachicha, M. 1 Rejeb, S. 2 Misle, E. 3 Rouaissi, M., 1 Rejeb, M. N. ve 4 Hanchi. 2011. Effect Of Saline Water On Tomato Under Subsurface Drip Irrigation: Yield And Fruit Quality, *Australian Journal Of Basic And Applied Sciences*, 5(9): 517-529, Issn 1991-8178.
- Kamenidou, S. Cavins, T.J. ve Marek, S. 2009. Evaluation of Silicon As A Nutritional Supplement For Greenhouse Zinnia Production, *Scientia. Horticult.* 119: 297-301.
- Karaivazoglou^a, N.A. Papakosta^b, D.K. ve Divanidis^c, S. 2004. Effect of Chloride In Irrigation Water And Form of Nitrogen Fertilizer on Virginia (Flue-Cured) Tobacco Field Crops Researchvolume 92, Issue 1, 14 April 2005, Pages 61-74.
- Katerji N, Van, H. Hamdy, A. Mastroilli, M. 1998. Response Oftomatoes, A Crop of Indeterminate Growth, To Soil Salinity. *Agricultural Water Management* 38, 59-68.

- Kaya, C. Levent Tuna, A. Dikilitas, M. Ashraf, M. Koskeroglu, S. Guneri, M. 2009. Supplementary Phosphorus Can Alleviate Boron Toxicity In Tomato, *Scientia Horticulturae*, *Scientia Horticulturae* 121 284–288.
- Kaya, C. Tuna, A.L. Ashraf, M. ve Altunlu, H. 2007. Improved Salt Tolerance of Melon (*Cucumis Melo L.*) By The Addition of Proline and Potassium Nitrate. *Environmental and Experimental Botany*, 60, 397-403.
- Keren, R. 2000. Salinity. In *Handbook of Soil Science*, Ed. Sumner, M.E. Boca Raton: Crc Press. G3- G25p
- Knight, S.L. Rogers, R.B. Smith, M. A. L. ve Spomer, L.A. 1992. Effects of Nacl Salinity on Miniature Dwarf Tomato ‘Micro-Tom’: I. Growth Analyses And Nutrient Composition, *J. Plant Nutr.* 15: 2315-2327.
- Krauss, S. Schnitzler, Wh. Grassmann, J. ve Woitke, M. 2006. The Influence of Different Electrical Conductivity Values in A Simplified Recirculating Soilless System on Inner and Outer Fruit Quality Characteristics Of Tomato. *Journal Ofagricultural And Food Chemistry* 54, 441-448.
- Kütük, C. Cayci, G. ve Heng, Lk. 2004. Effects of Increasing Salinity And 15n-Labelled Urea Levels on Growth, N Uptake, and Water Use Efficiency of Young Tomato Plants. *Australian Journal Of Soil Research* 42, 345-351.
- Leopold, A.C. ve Willing, R.P. 1984. Evidence of Toxicity Effects of Salt on Membranes, In: *Salinity Tolerance In Plants*, (Eds. R.C. Staples And G.H. Toenniessen), Pp. 67-76, John Wiley and Sons, New York.
- Levitt, J. 1980: *Responses of Plants to Environmental Stresses*, Vol. II, P. 365-434, Academic Press, New York.
- Li, Yl. Stanghellini, C. Challa, H. 2001. Effect of Electrical Conductivity and Transpiration on Production of Greenhouse Tomato (*Lycopersicon Esculentum L.*). *Scientia Horticulturae* 88, 11-29.
- Liang Y. Chen Q. Liu Q. Zhang W. ve Ding, R. 2003. Exogenous Silicon (Si) Increases Antioxidant Enzyme Activity And Reduces Lipid Peroxidation In Roots Of Saltstressed Barley (*Hordeum Vulgare L.*), *J. Plant Physiol.* 160, 1157-1164.
- Liang, Y. Wong J.W. ve Wei, L. 2005. Silicon-Mediated Enhancement of Cadmium Tolerance in Maize (*Zea Mays L.*) Grown in Cadmium Contaminated Soil, *Chemosphere*, 58(4):475-483.
- Liang, Yc. 1999. Effects of Silicon on Enzyme Activity, and Sodium, Potassium and Calcium Concentration In Barley Under Salt Stress. *Plant Soil* 209:217–224. Doi:10-1023/A:10-04526604913.
- Liang, Y.C. ve Ding, R.X. 2002. Influence Of Silicon On Micro Distribution Of Mineral Ions In Roots Of Salt-Stressed Barley As Associated With Salt Tolarence In Plants, *Science China (Series C)*, 45: 298-308.

- Liang, Y. C. Shen, Q. R. Shen, Z.G. ve Ma, T. S. 1996. Effects Of Silicon On Salinity Tolerance Of Two Barley Cultivars, *J. Plant Nutr.* 19, 173-183.
- Lichter, A. Dvir, O. Fallik, E. Cohen, S. Golan, R. Shemer, Z. ve Sagi, M. 2002. Cracking Of Cherry Tomatoes In Solution. *Postharvest Biology And Technology* 26, 305-312.
- Lim, P. ve Ogata, T. 2005. Salinity Effect On Growth And Toxin Production Of Four Tropical *Alexandrium* Species (*Dinophyceae*). *Toxicon*, 45: 699–710
- Liu P. *Et Al.* 2014. Aquaporin-Mediated increase in root Hydraulic Conductance is Involved in Silicon-Induced Improved Root Water Uptake Under Osmotic Stress In *Sorghum Bicolor L.* *J. Exp. Bot.* 65, 4747–4756 [*Pmc Free Article*] [*Pubmed*].
- Lopez, M.V. ve Satti, S.M.E. 1996. Calcium And Potassium Enhanced Growth And Yield Of Tomato Under Sodium Chloride Stress, *Plant Science*, 114(1): 19-27.
- Lux, A. Luxova, M. Abe, J. Morita, S. ve Inanaga, A. 2003. Silicification Of Bamboo (*Phyllostachys Heterocyclus Mitf.*) Root And Leaf, *Plant And Soil*, 255(1): 85-91. Doi: 10-1023/A:1026157424794.
- Ma J.F. ve Yamaji N. 2006. Silicon Uptake And Accumulation In Lower Plants, *Trends Plant Sci.* 11(8), 392-397.
- Ma, J.F. ve Takahashi, E. 2002. Soil, Fertilizer And Plant Silicon Research An Japan, Elsevier Science, Amsterdam.
- Ma, J.F. Miyake, Y. ve Takahashi, E. 2001. Silicon As A Beneficial Element For Crop Plants, In: Datnoff, L. Korndorfer, G. Snyder, G. (Eds.), *Silicon In Agriculture*, Elsevier Science Publishing, New York, Pp. 17-39.
- Maas, E.V. 1986. Salt Tolerance Of Plants. *Appl. Agric. Res.* 1: 12–26
- Maas, E.V. Ogata, G. ve Garber, M.J. 1972. Influence Of Salinity On Fe, Mn And Zn Uptake By Plants, *Agron. J.* 64: 793-795.
- Maas, Ev. ve Hoffman, Gj. 1977. Crop Salt Tolerance – Current Assessment. *Journal Of Irrigation And Drainage Division American Society Of Civil Engineers* 103, 115-134.
- Magan, J.J. Gallardo, M. Thompson. R.B. ve Lorenzo, P. 2008. Effects Of Salinity On Fruit Yield and Quality of Tomato Grown in Soil-Less Culture in Greenhouses in Mediterranean. *Agricultural Water Management*, 95: 1104-1055.
- Maggio, A. Raimondi, G. Martino, A. ve Pascal, S.D. 2007. Salt Stress Response in Tomato Beyond The Salinity Tolerance Threshold. *Environ. Exp. Bot.* 59: 276–282
- Mahajan, S. Tuteja, N. 2005. Cold, Salinity And Drought Stresses: An Overview. *Arch Biochem Biophys* 444:139–158. Doi:10-1016/J. Abb.2005.10.018

- Mahajan, S. Pandey, G.K. ve Tuteja, N. 2008. Calcium and Salt-Stress Signaling in Plants, Shedding Light on Sos Pathway, Archives Of Biochemistry and Biophysics, 471, 146-158.
- Marchese M. Tuttobene R. Restuccia A. Longo A.M.G. Mauromicale G. ve Restuccia G. 2008. Effects Of Electrical Conductivity Of Irrigation Water On The Growth And Production Of *Solanum Lycopersicum L.* Var. Cerasiforme Grown in Greenhouse. In Santini A. (Ed.), Lamaddalena N. (Ed.), Severino G. (Ed.), Palladino M. (Ed.). Irrigation In Mediterranean Agriculture: Challenges And Innovation For The Next Decades. Bari Ciheam, P. 311-315 (Options Méditerranéennes Série A. Séminaires Méditerranéens; No. 84
- Marschner, H. 1995. Mineral Nutrition Of Higher Plants, *Academic Pres*, 657-680.
- Marschner, H. 1995. Mineral Nutrition Of Higher Plants. Iith Edition, Press, London, 889 Pp.
- Martinez, V. ve Cerda, A. 1989. Influence Of N Source On Rate Of Cl, N, Na, And K Uptake By Cucumber Seedlings Grown In Saline Conditions, *J. Plant Nutr.* 12, 971-983.
- Matichenkov, V.V. Calvert D.V. ve Snyder G.H. 2000. Prospective Silicon Fertilization For Citrus In Florida. *Soil Crop Sci. Proc.* 59, 137-141.
- Matichenkov, V.V. Calvert, D.V. ve Synder, G.H., 1999. Silicon Fertilizers For Citrus In Florida, *Proc. Fla. State Hort. Soc.* 112:5-8.
- Matoh T. Murata S. ve Takahashi, E. 1991. Effect Of Silicate Application On Photosynthesis Of Rice Plants. *Jap. J. Soil Sci. Plant Nutr.* 62 248–251.
- Mattson, N. 2012. Adding Silicon to the Fertilizer Program in Poinsettia Production, Benefits and Facts. www.Greenhouse.Cornell.Edu/Silicon (Available Et 2012).
- Mavrogianopoulos, G. Savvas, D. ve Vogli, V. 2002. Influence of NaCl-Salinity Imposed on Half of the Root System of Hydroponically Grown Tomato on Growth, Yield, and Tissue Mineral Composition. *Journal Of Horticultural Scienceand Biotechnology* 77, 557-564.
- Mckersie, B. D. ve Leshem, Y.Y. 1994. Stress And Stress Coping In Cultivated Plants. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, 256p.
- Mengel, K. ve Kirkby, E.A. 2001. Principles Of Plant Nutrition. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers. *Annals Of Botany* - 93(4):479-480. 849p.
- Mittler, R. 2002. Oxidative Stress, Antioxidants and Stress Tolerance, *Trends in Plant Science.* 7, 405-410.
- Miyake, Y. ve Takahashi, E. 1978. Silicon Deficiency Of Tomato Plant. *Soil Science and Plant Nutrition* 24, 175-189.
- Miyake, Y. ve Takahashi, E. 1983a. Effect of Silicon on the Growth of Solution Cultured Cucumber Plant. *Plat Nutr.* 29: 71-83. Tokyo.

- Miyake, Y. ve Takahashi, E. 1985. Effect Of Silicon On The Growth And Of Soybean Plants In A Solution Culture. *Soil Sci. Plant Nutr.* 31: 625-636. Tokyo.
- Miyake, Y. ve Takahashi, E. 1986. Effect Of Silicon On The Growth And Of Fruit Production Of Strawberry Plants In A Solution Culture. *Soil Sci. Plant Nutr.* 33:321-326. Tokyo.
- Mohaghegh, P. Khoshgoftarmanesh, A.H. Shirvani, M. Sharifnabi, B. ve Nili, N. 2011. Effect Of Silicon Nutrition On Oxidative Stress Induced By Phytophthora Melonis Infection In Cucumber. *The American Phytopathological Society*, 95(4): 455-460.
- Mohammad, M. R. Shibli, M. Ajlouni ve L. Nimrib. 1998. Tomato Root And Shoot Responses To Salt Stress Under Different Levels Of Phosphorus Nutrition. *J. Plant Nutrition*.21: 1667-1680.
- Mohsenian, Y. Roosta, H. R. Karimi, H. R. And Esmailizade, M. 2012. Investigation Of The Ameliorating Effects Of Eggplant, Datura, Orange Nightshade, Local Iranian Tobacco, And Field Tomato As Rootstocks on Alkali Stress in Tomato Plants. *Photosynthetica*, 50: 411-421.
- Molassiotis A. Sotiropoulos T. Tanou G. Diamantidis G. ve Therios I. 2005. Boron induced Oxidative Damage and Antioxidant and Nucleolytic Responses in Shoot Tips Culture of the Apple Rootstockem 9 (*Malus Domestica* Borkh). *Environ. Exp. Bot.* 56, 54-62.
- Morales, F. Abadia, A. ve Abadia, J. 1998. Photosynthesis, Quenching Of Chlorophyll Fluorescence And Thermal Energy Dissipation in Iron-Deficient Sugar Beet Leaves. *Aust. J. Plant Physiol.* 25: 402-412.
- Mousavi A. Lessani, H. Babalar, M. Talaei, A.R ve Fallahi, E. 2008. Influence Of Salinity On Chlorophyll, Leaf Water Potential, Total Soluble Sugars, And Mineral Nutrients In Two Young Olive Cultivars *Journal Of Plant Nutrition Volume* 31, 2008 - Issue 11pages 1906-1916.
- Moussa, Hr. 2006. Influence Of Exogenous Application Of Silicon On Physiological Response Of Salt-Stressed Maize (*Zea Mays L.*). *Int J Agri Biol* 8-293-297.
- Mozafariyan, M. Saghafi, K. Bayat, A.E. ve Bakhtiari, S. 2013. The Effects of Different Sodium Chloride Concentrations on The Growth and Photosynthesis Parameters of Tomato (*Lycopersicum Esculentum* Cv. *Foria*) *International Journal of Agriculture and Crop Sciences*. Available Online at *Www.Ijags.Com Ijacs/2013/6-4/203-207* Issn 2227-670x ©2013 Ijacs Journal.
- Mulholland, Bj. Fussell, M. Edmondson, Rn. Basham, J. ve Mckee, Jmt. 2001. Effect Of Vpd, K Nutrition and Root-Zone Temperature on Leaf Area Development, Accumulation of Ca and K and Yield in Tomato. *Journal Of Horticultural Science And Biotechnology* 76, 641-647.
- Munns, R. ve Tester, M. 2008. Mechanisms Of Salinity Tolerance, *Annual Review Of Plant Biology*, 59, 651-681.

- Munns, R. 1993. Physiological Processes Limiting Plant Growth in Saline Soil: Some Dogmas and Hypotheses. *Plant, Cell and Environment*, 16, 15-24.
- Munns, R. 2002. Comparative Physiology of Salt and Water Stress. *Plant Cell Environ.* 25: 239–250
- Munson, R.D. 1985. Potassium in Agriculture, Asa-Cssa-Sssa, Madison, Wisconsin, Usa. ISBN: 978-0-89118-247-4
- Nasseril, M. Arouiee, H. Kafi, M. Neamati, H. 2012. Effect Of Silicon On Growth And Physiological Parameters In Fenugreek (*Trigonella Foenumgraceum L.*) Under Salt Stress *International Journal Of Agriculture And Crop Sciences*. Available Online At [www.ijags.com Ijacs/2012/4-21/1554-1558](http://www.ijags.com/Ijacs/2012/4-21/1554-1558) Issn 2227-670x ©2012 Ijacs Journa.
- Navarro, Jm. Flores, P. Carvajal, M. Martinez, V. 2005. Changes In Quality And Yield Of Tomato Fruit With Ammonium, Bicarbonate And Calcium Fertilisation Under Saline Conditions. *Journal Of Horticultural Science And Biotechnology* 80, 351-357.
- Needham, P. 1973. Nutritional Disorders. In: The U.K. Tomato Manual. *Grower Books, London. Chapter 11.*
- Netondo, G.W. Onyango, J.C. ve Beck, E. 2004. Sorghum And Salinity: Ii. Gas Exchange And Chlorophyll Fluorescence Of Sorghum Under Salt Stress. *Crop Sci.* 44: 806-811.
- Niazi, B.H. Ahmed, T. 1984. Effect of Sodium Chloride and Zinc on the Growth of Tomato Uptake Of Ions. *Geobios* 11, 155-160.
- Niu, X. Bressan, R.A., Hasegawa, P.M. ve Pardo, J.M., 1995. Ion Homeostasis In Nacl Stress Environments, *Plant Physiology*, 109, 735-742.
- Norman, G. H. Yaoping, T. ve Nathan, S. B. 2009. Food Sources Of Nitrates And Nitrites: The Physiologic Context Forpotential Health Benefits¹⁻³.Doi:10-3945/Ajcn. 2008. 27131. [Http://Www.Apicarnes.Pt/Pdf/NutricaoNitritos.Pdf](http://www.apicarnes.pt/Pdf/NutricaoNitritos.Pdf).
- Nourgholipour¹, F. Passandideh, M. ve Nourgholipour, E. M. 2011. Effects of Acidified Irrigation Water and Iron Fertilizers on Shoot Dry Yield, Iron Uptake and Photochemical Efficiency of Corn *Journal Of Research In Agricultural Science Vol. 7*, No. 2- 2011, Pages: 151- 163.
- Ojeda, M. Schaffer, B. ve Davies, F.S. 2004. Root and leaf ferric chelate reductase activity in pond apple and soursop. *Journal of Plant Nutrition*, 27; 1381-1393.
- Oke, M. Ahn, T. Schofield, A. ve Paliyath, G. 2005. Effects of Phosphorus Fertilizer Supplementation on Processing Quality and Functional Food ingredients in Tomato. *Journal Of Agricultural And Food Chemistry* 53, 1531-1538.
- Olympios, C.M. I.C. Karapanos, K. Lionoudakis And I. Apidianakis, 2003. The Growth, Yield And Quality Of Greenhouse Tomato In Relation To Salinity Applied At Different Stages Of Plant Growth. *Acta Hort.* 609: 313–320.

- Papadopoulos, A.P. 1998. Seasonal Fertigation Schedules For Greenhouse Tomatoes Concepts And Delivery Systems. Proc. Is Water Quality & Quality In Greenhouse Horticulture (Ed.) R. Munoz Carpena. Acta Hort. 458:123-140.
- Parida, A.K. ve Das, A.B. 2005. Salt Tolerance And Salinity Effect On Plant: A Review. Ecotoxicology And Environmental Safety. 60, 324-349.
- Parisi, M. Giordano, I. Pantangelo, A. D'onofrio, B. ve Villari, G. 2006. Effects of Different Levels of Nitrogen Fertilization on Yield and Fruit Quality in Processing Tomato. Acta Horticulturae 700, 129-132.
- Perez-Alfocea, F. Balibrea, M.E. Santa-Cruz, A. ve Estañ, M.T. 1996. Agronomical and Physiological Characterization Of Salinity Tolerance In A Commercial Tomato Hybrid. *Plant And Soil*-180,251–257.
- Pessaraki, M. And Tucker, T.C. 1988. Dry Matter Yield Nitrogen-15 Uptake By Tomatoes Under Chloride Stress. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 52: 698-700.
- Petersen, F. H. 1996. Water Testing And Interpretation. In: "Water, Media And Nutrition", (Eds.): Reed, D. W. Epublising Inc. Batavia, Pp. 31-49.
- Plaut, Z. Grava, A. Yehezkel, C. ve Matan, E. 2004. How Do Salinity And Water Stress Affect Transport Of Water, Assimilates And Ions To Tomato Fruits? *Physiologia Plantarum* 122, 429-442.
- Rahil1, M. Hajjeh1, H. ve Qanadillo A. 2013 Effect of Saline Water Application Through Different Irrigation Intervals on Tomato Yield and Soil Properties Open *Journal of Soil Science*, 2013, 3, 143-147 [Http://Dx.Doi.Org/10-4236/Ojss.2013.33016](http://Dx.Doi.Org/10-4236/Ojss.2013.33016) Published Online July 2013 ([Http://Www.Scirp.Org/Journal/Ojss](http://Www.Scirp.Org/Journal/Ojss)).
- Reezi, S. Babalar, M. ve Kalantari, S. 2009. Silicon Alleviates Salt Stress, Decreases Malondialdehyde Content And Affects Petal Color Of Salt- Stressed Cut Rose (*Rosa Xhybrida L.*) 'Hot Lady'. *African Journal Of Biotechnology Vol. 8* (8), Pp. 1502-1508, Available Online At [Http://Www.Academicjournals.Org/Ajbissn](http://Www.Academicjournals.Org/Ajbissn) 1684–5315 © 2009 Academic Journals.
- Reina-Sánchez, A. Romero-Aranda, R. ve Cuartero, J. 2005. Plant Water Uptake and Water Use Efficiency of Greenhouse Tomato Cultivars Irrigated With Saline Water. *Agric Water Manage*, 78. Pp. 54-66.
- Rengel, Z.1992.The Role Of Calcium in Salt Toxicity. *Plant Cell Environ* 15-625-632.
- Rhoades, J.D. 1987. Use Of Saline Water For Irrigation. *Water Quality Bulletin* 12-14-20.
- Romero-Aranda, M.R. Jurado O. ve Cuartero, J. 2006. Silicon Alleviates the Deleterious Salt Effect on Tomato Plant Growth by Improving Plant Water Status. *J. Plant Physiol.* 163, 847–855 Pubmed.
- Roosta, H. R. 2011. Interaction Between Water Alkalinity and Nutrient Solution pH on the Vegetative Growth, Chlorophyll Fluorescence and Leaf Magnesium, Iron,

- Manganese, and Zinc Concentrations in Lettuce *Journal of Plant Nutrition* Volume 34, 2011 - Issue 5.
- Römheld, V. 2000. The Chlorosis Paradox: Fe Inactivation As A Secondary Event in Chlorotic Leaves Of Grapevine. *J. Plant Nutr.* 23: 1629-1643.
- Rubio, L. Rosado, A. Linares-Rueda, A. Borsani, O. García-Sánchez, Mj. Valpuesta, V. Fernández, Ja. ve Botella, Ma. 2004. Regulation Of K⁺ Transport İn Tomato Roots By The Tss1 Locus. Implications İn Salt Tolerance. *Plant Physiology* 134, 452-459.
- Sağlam, T. 2008. *Toprak ve Suyun Kimyasal Analiz Yöntemleri. Namık Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayın No:2 Ders Kitabı No:2*, s:1-154, Tekirdağ.
- Sainju, M.U. Dris, R. ve Singh, B., 2003. Mineral Nutrition of Tomato. *Food Agriculture & Environment*, Vol.1 (2), 176-183.
- Salama, Y.A. 2009. Effect of Some Agricultural Treatments on Tomato Plants Adaptation to Tolerate Salinity Stress. *Ph.D. Thesis, Fac.Agric. Benha Univ. Egypt.*10;27(2):168-92
- Saneoka, H. Ishiguro, S. ve Moghaieb, E. 2001. Effect Of Salinity And Abscisic Acid On Accumulation Of Glycinebetaine And Betaine Aldehyde Dehydrogenase Mrna İn Sorghum Leaves (*Sorghum Bicolor*). *Journal Of Plant Physiology* Volume 158, Issue 7, Pages 853-859.
- Santamaria, P. 2006. Nitrate in Vegetables: Toxicity, Content, İntake and Ec Regulation. *Journal Of Science, Food And Agriculture*, 86: 10-17.
- Santamaria, P. Cantore, V. Conversa, G. ve Serio, F. 2004. Effect Of Night Salinity Level on Water Use, Physiological Responses, Yield and Quality of Tomato. *Journal Of Horticultural Science And Biotechnology* 79, 59-66.
- Savvas, D. 2001. Nutritional Management Of Vegetables And Ornamental Plants in Hydroponics. In: Dris R, Niskanen R, Jain Sm (Eds) *Crop Management and Postharvest Handling Of Horticultural*. 2(3):229-304
- Savvas, D. Kizas, G. Lydakis-Simantiris, N. Salahas, G. Papadimitriou, M. ve Tsouka, N. 2007. Interactions Between Silicon and NaCl-Salinity in A Soilless Culture of Roses in Greenhouse. *European Journal Of Horticultural Science*, 72(2): 73-79.
- Scholberg, J. M. S. ve Locascio, S. J. 1999. Growth Response Of Snap Bean And Tomato As Affected By Salinity And İrrigation Method. *Hortscience* 34-259-264.
- Schröder F.G. ve Lieth J.H. 2002. Irrigation Control in Hydroponics Production of Vegetables and Ornamentals (Eds D.Savvas H. Passam) *Embryo Pub Greece*, 263-298.
- Schwarz, D. Kläring, Hp. Ingram, Kt. ve Hung, Yc. 2001. Model-Based Control Of Nutrient Solution Concentration İnfluences Tomato Growth And Fruit Quality. *Journal Of The American Society For Horticultural Science* 126, 778-784.

- Sevgican. 1999. *Örtü Altı Sebzeçiliği (Topraksız Tarım) Cilt-1ı Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları Ege Üniversitesi Basımevi, Bornova-İzmir, No:526*
- Sezenm. S. Celikel. G. Yazar. A. Tekins. ve Kapurb. 2010. Effect Of Irrigation Management On Yield And Quality Of Tomatoes Grown İn Different Soilless Media İn A Glasshouse. 5(1), Pp. 041-048, January Issn: 1992-2248.
- Shahabi. A. Malakouti, M.J. ve Fallahi, E. 2005. effects Of Bicarbonate Content of Irrigation Water On Nutritional Disorders Of Some Apple Varieties*View All Notes, *Journal Of Plant Nutrition Volume 28, 2005 - Issue pages 1663-1678.*
- Shalhevet, J. 1994. Using Water Of Marginal Quality For Crop Production: Major Issues. *Agric. Water Manag.* 25-233-269.
- Shannon, Mc. Gronwald, Jw. Ve Tal, M. 1987. Effects Of Salinity On Growth And Accumulation Of Organic And İnorganic İons İn Cultivated And Wild Tomato Species. *Journal Of The American Society For Horticultural Science* 112, 416- 423.
- Sherif M. A. T. R. El-Beshbeshy And C. Richter. 1998. Response Of Some Egyptian Varieties Of Wheat (*Triticum Aestivum L.*) To Salt Stress Through Potassium Application. *Bulletin Of Faculty Of Agriculture, University Of Cairo* 49: 129-151.
- Shi Q. H. Bao Z.Y. Zhu Z.J. He Y. Qian Q.Q. and Yu J.Q. 2005. Silicon Mediated Alleation of Mn Toxicity in Cucumis Sativus in Relation to Activities of Superoxide Dismutase And Ascorbate Peroxidase. *Phytochem.* 66, 1551-1559.
- Shi, Y. Zhang, Y. Han Feng, R. Hu, Y. Guo, J. ve Gong, H. 2016. silicon Enhances Water Stress Tolerance by Improving Root Hydraulic Conductance in *Solanum Lycopersicum L.* *Front Plant Sci.* 2016; 7: 196 Published Online 2016 Feb 22. Doi: 10-3389/Fpls 2016-00196.
- Shibli, R.A. 1993. Influence of İncreased Salinity on Yield Fruit Quality and Growth of Hydroponic Grown Tomatoes. *Mu' Tah J. Res. Studies.* 8-153- 165.
- Siegel, S. M. Siegel, B. Z. Massey, J. Lahne, P. ve J. Chen. 1980. Growth Of Corn in Saline Waters. *Physiol. Plant* 50: 71-73.
- Singh, K. K. Singh, K. Singhl, R.S. Singh, R. ve Chandel, R.S. 2005. Silicon Nutrition in Race- A Review *Agric. Rev.* 26(3):223-228.
- Smit, Jn. ve Combrink, Njj. 2005. Pollination And Yield Of Winter-Grown Greenhouse Tomatoes As Affected By Boron Nutrition, Cluster Vibration And Relative Humidity. *South African Journal Of Plant And Soil* 22, 110-115.
- Smit, Jn. ve Combrink, Njj. 2004. The Effect Of Boron Levels İn Nutrient Solutions On Fruit Production And Quality Of Greenhouse Tomatoes. *South Africanjournal Of Plant And Soil* 21, 188-191.
- Soldos, F.Z. Vashegyı, A. Pecsvaradı, A. ve Bona, L. 2003. Influence Of Silicon On Aluminum Toxicity İn Common And Durum Wheats *Agronomie.* 23: 349-354.

- Song, J.Q. ve Fujiyama, H. 1996. Ameliorative Effect of Potassium on Rice and Tomato Subjected to Sodium Salinization. *Soil Sci. Plant Nutr.* 42: 493-501.
- Sonneveld, C. ve Straver N. 1994. Nutrient Solutions for Vegetables and Flowers grown in Water or Substrates (10th Edn) Serie: Voedingsoplossingen Glastuinbouw, No 8, Pbg Naaldwijk – Pbg Aalsmeer, The Netherlands, 45 Pp.
- Sonneveld, C. ve Van Der Burg Amm. 1991. Sodium Chloride Salinity in Fruit Vegetable Crops in Soilless Culture. *Netherlands Journal Of Agricultural Science* 39, 115-122.
- Soykan, İ. 1995. Dünyada İklimsel Değişimler. *Köy Hiz. Su Yönetimi Araş. Grup Toplantısı, Menemen.*
- Söylemezoğlu, G. Demir, K. Inal, A. ve Güneş, A. 2009. Effect Of Silicon on Antioxidant and Stomatal Responce Pf two Grapevine (*Vitis Vinifera L.*) Rootstocks Grown in Boron Toxic, Saline and Boron Toxic-Saline Soil. *Scientia Horticulturae*, 123(2): 240-246.
- Stamatakis, A. Savvas, D. Papadantonakis, N. Lydakis-Simantiris, N. ve Kefalas, P. 2003. Effects of Silicon and Salinity on Fruit Yield and Quality of Tomato Grown Hydroponically. *Acta Horticulturae* 609, 141-149.
- Stanghellini, C. Challa, H. ve Ya, Ll. 2002. Response of Tomato Plants to A Stepchange in Root-Zone Salinity Under Two Different Transpiration Regimes. *Scientia Horticulturae* 93, 267-279.
- Stevens, J. Senaratna, T. ve Sivasithamparam, K. 2006. Salicylic Acid Induces Salinity Tolerance in Tomato (*Lycopersicon Esculentum Cv. Roma*): Associated Changes in Gas Exchange, Water Relations And Membrane Stabilisation. *Plantgrowth Regulation* 49, 77-83.
- Suhayda, Cg. Giannini, Jl. Briskin, Dp. ve Shannon, Mc. 1990. Electrostatic Changes İn *Lycopersicon Esculentum* Root Plasma Membrane Resulting From Salt Stress. *Plant Physiol.* 93, 471–478.
- Swanson, S. ve Gilroy, S. 2010. Ros in Plant Development, *Physiologia Plantarum*, 138, 384-392.
- Tadesse, T. Nicholas, Ma. ve Fisher, Kj. 1999. Nutrient Conductivity Effects on Sweet Pepper Plants Grown Usting A Nutrient Film Technique 1. Yield And Fruit Quality. *New Zealand Journal Of Crop And Horticultural Science* 27: 229-237.
- Takkar, PN. Kaur, NP., 1984. HCI method for Fe⁺² estimation to resolve iron chlorosis in plants. *J. of plant nutri.* 7(1 - 5):81 - 90.
- Tavakkoli M.M, Roosta H.R, and Hamidpour M. 2016 Effects Of Alkali Stress And Growing Media On Growth and Physiological Characteristics Of Gerbera Plants *J. Agr. Sci. Tech.* Vol. 18: 453-466

- Tavousi¹, M. Kaveh², F. Alizadeh³, A. Babazadeh⁴, H. ve Tehranifar⁵, A. 2015. Effects Of Drought And Salinity on Yield and Water Use Efficiency in Pomegranate Tree J. Mater. Environ. Sci. 6 (7) (2015) 1975-1980 Tavousi Et Al. Issn: 2028-2508 Coden: Jmescn Received 14 July 2014, Revised 25 June 2015, Accepted 25 June 2015 * Corresponding Author E-Mail: M.Tavousi@gmail.com
- Taylor, Md. Locascio, Sj. Alligood, Mr. 2004. Blossom-End Rot İncidence of Tomato As Affected By İrrigation Quantity, Calcium Source, And Reduced Potassium. Hortscience 39, 1110-1115.
- Tekin S. 2011. Doktora Tezi Tuzlu Sulama Sularının Buğdayda Verim Ve Kaliteye Etkisi Tarımsal Yapılar Ve Sulama Anabilim Dalı Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Sayfa No: 121
- Tester, M. ve Davenport, R. 2003. Na⁺ Tolerance And Na⁺Transport İn Higher Plants, Annals Of Botany, 91, 503-527.
- Tisdale. S.L. W.L. Neolsan, and J. D.Beotan (1985). *Soil Ferlity and Fertilizers*, 4th ed. Macmillian, New York p. 1-754.
- Tuna, A.L. Kaya, C. Higgs, D. Murillo-Amador, B. Aydemir, S. ve Girgin, A.R. 2008.Silicon İmproves Salinity Tolerance in Wheat Plants. Environmental and Experimental Botany 62, 10-16.
- Turhan E. ve Atilla, E. 2004. Effects of Sodium Chloride Applications and Different Growth Media on İonic Composition in Strawberry Plant. *J. Plant Nutrition*. 27(9):1663-1666.
- Tuteja, N. 2007. Mechanisms of High Salinity Tolerance in Plants, Methods in Enzymology, 428, 419-438.
- Tuzel, İ.H. Tuzel Y. Gül A. Meric M.K. Yavuz Ö. ve Eltez, R.Z. 2001. Comparison of Open and Closed Systems on Yield, Water and Nutrient Consumption and Their Environmental İmpact. Acta Hort. 554, 221-228
- Tzortzakıs, N.G. ve Economakıs, C. D. 2008. Impacts Of The Substrate Medium On Tomato Yield and Fruit Quality in Soilless Cultivation. Hort. Sci. (Prague), 35 (2): 83-89.
- Ünlükara, A. Kurunc, A. Kesmez, G.D. Yurtseven, E. ve Suarez, D.L. 2010. Effects of Salinity On Eggplant (*Solanum Melongena L.*) Growth And Evapotranspiration Irrigation And Drainage Irrig. And Drain. 59: 203–214 (2010) Published Online 22 October 2008 in Wiley Interscience ([Www.İnterscience.Wiley.Com](http://www.interscience.wiley.com)) Doi: 10.1002/İrd.453.
- Valdez-Aguilar, L.A. Catherine, M. Grieve, ve James, Poss. 2009. Salinity And Alkaline pH in Irrigation Water Affect Marigold Plants: I. Growth and Shoot Dry Weight Partitioning, Hortscience 44(6):1719–1725. 2009.
- Valdez-Aguilar, L. A. and Reed, D. W. 2007. Response Of Selected Greenhouse Ornamental Plants To Alkalinity İn Irrigation Water. *J. Volume 30*, 2007 - Issue 3.*Plant Nutr.* 30: 441-452.

- Voogt, W. ve Sonneveld, C. 1997. Nutrient Management In Closed Growing Systems For Greenhouse Production, In: Goto, E. (Ed). *Plant Production In Closed Ecosystems* 83-102.
- Voogt, W. 1988. Silicon Application With Rockwool Grown Cucumbers Page 13 in -Annual Report. Glasshouse Crops Research Station, Naaldwijk, The Netherlands. January 2012, Volume 132 Issue, 1pp 123-132
- Walker, Dj. Cerda, A. ve Martinez, V. 2000. The Effects Of Sodium Chloride On Ion Transport In Potassium-Deficient Tomato. *Journal Of Plant Physiology* 157, 195-20.
- Wang, Xs. ve Han, Jg. 2007. Effects Of NaCl and Silicon on Ion Distribution in The Roots, Shoots and Leaves of Two Alfalfa Cultivars With Different Salt Tolerance. *Soil Sci. Plant Nutr* 53:278–285. Doi:10.1111/J.1747- 0765.2007.00135.X
- Wang, Yh. Garvin, Df. ve Kochian, Lv. 2002. Rapid Induction of Regulatory and Transporter Genes in Response to Phosphorus, Potassium, and Iron Deficiencies in Tomato Roots. Evidence For Cross Talk and Root/Rhizosphere-Mediated Signals. *Plant Physiology* 130, 1361-1370.
- Ward, G.M. ve Miller, M.J. 1969. Magnesium Deficiency in Greenhouse Tomatoes. *Can. J.Pl.Sci.* 49:53-59.
- Wattanapayapakul, W. Polthanee, A. Bhadalung, N. ve Promkhambut, A. 2011. Effect of Silicon in Suppressing Blast Disease and Increasing Grain Yield of Organic Rice in Northeast Thailand *Asian Journal Of Plant Pathology*, 5: 134-145.
- Whipker, B. E. Bailey, D. A. Nelson, P. V. Fonteno, W. C. ve Hammer, P. A. 1996. A Novel Approach To Calculate Acid Additions For Alkalinity Control In Greenhouse Irrigation Water. *Commun. Soil Sci. Plant Anal.* 27: 959-976.
- Winsor, G.W. Messsing, J.H.L. Hobson, G.E. ve Long, M.I.E. 1965. The Magnesium Content and Potassium-Magnesium Ratio Of Tomato Leaves in Relation to Degree of Chlorosis *J. Hort. Sci.* 40:156-166.
- Withan, FH. ve Blayedes, DF. 1971. Devlin RM. *Experiments in Plant Physiology*. Van Nostrand Reinhold Co. New York. 55-58.
- Worldwide Desalination Research And Technology Survey,(1994). Vol 97, Isss 1-3, Pgs 1-620
- Wu, S-J. Ding, L. ve Zhu, J-K. 1996. Sos1, A Genetic Locus Essential For Salt Tolerance And Potassium Acquisition. *Plant Cell* 8: 617–627.
- Yamazaki, H. Kikuchi, S. Hoshina, T. ve Kimura, T. 2000. Calcium Uptake And Resistance To Bacterial Wilt Of Mutually Grafted Tomato Seedlings. *Soil Scienceand Plant Nutrition* 46, 529-534.

- Yang, C. W. Xu, H. H. Wang, L. L. Liu, J. Shi, D. C. ve Wang, D. L. 2009. Comparative Effects of Salt-Stress and Alkalistress on The Growth, Photosynthesis, Solute Accumulation, and Ion Balance of Barley Plants. *Photosynthetica*, 47: 79-86
- Yurtseven, E. 2000. Sulama ve Drenaj İle Tuzluluk İlişkisi. *Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarımsal Yapılar Ve Sulama Anabilim Dalı, Basılmamış Lisans Üstü Ders Notu, Ankara.*
- Yurtseven, E. Kesmez, G.D. ve Unlükara, A. 2005. The Effects Of Water Salinity And Potassium Levels On Yield, Fruit Quality And Water Consumption Of A Native Central Anatolian Tomato Species (*Lycopersicon Esculentum*). *Agricultural Water Management*, 78: 128-135.
- Zekri, M. ve Parsons, L.R. 1990. Calcium Influences Growth And Leaf Mineral Concentration Of Citrus Under Saline Conditions. *Hortscience*, 25, 784-786
- Zhai Y, Yang Q. Ve Houm The Effects of Saline Water Drip Irrigation on Tomato Yield, Quality, and Blossom-End Rot Incidence --- A 3a Case Study İn The South Of China *Plos One*. 2015; 10(11): E0142204 published Online 2015 Nov 5. Doi: 10.1371/ *Journal. Pone*.0142204
- Zhu J.K, 2001. Plant salt tolerance. *Trends Plant Sci*. 6, 66-71.
- Zhu, Y. ve Gong, H. 2014 Beneficial Effects Of Silicon on Salt and Drought Tolerance in Plants *Agronomy For Sustainable Development*, Springer Verlag/Edp Sciences/Inra, 34 (2), Pp.455-472.
- Zhu, Z. Al-Aghabary, K. ve Shi, Q. 2004b. Influence of Silicon Supply on Chlorophyll Content, Chlorophyll Fluorescence, and Antioxidative Enzyme Activities in Tomato Plants Under Salt Stress. *Journal Of Plant Nutrition*, 27(12):2101-2115.
- Zhu, Z. Wei, G. Li, J. Qian, Q. ve Yu, J. 2004a. Silicon Alleviates Salt Stress and Increases Antioxidant Enzymes Activity in Leaves of Salt-Stressed Cucumber (*Cucumis Sativus L.*). *Plant Science*, 167: 527-533

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Yeter YILMAZ
Doğum Yeri : Yozgat
Doğum Tarihi : 26.09.1992
Yabancı Dili : İngilizce
E-Posta : yilmazyeter3866@gmail.com

Eğitim Durumu

Lise : Şehit Özgür Ocak Çok Programlı Lisesi Çekerek/Yozgat
Lisans : Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü (2014) Samsun.
Yüksek Lisans : Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü (Şubat 2015-2017).