

**T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ**



**FARKLI pH VE EC'DE GÜBRELEMENİN SERA DOMATES
YETİŞTİRİCİLİĞİNDEKİ ETKİLERİ**

Ahmet Şafak MALTAŞ

**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
TOPRAK BİLİMİ ve BİTKİ BESLEME
ANABİLİM DALI
DOKTORA TEZİ**

OCAK 2022

ANTALYA

**T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ**



**FARKLI pH VE EC'DE GÜBRELEMENİN SERA DOMATES
YETİŞTİRİCİLİĞİNDEKİ ETKİLERİ**

Ahmet Şafak MALTAŞ

**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
TOPRAK BİLİMİ ve BİTKİ BESLEME
ANABİLİM DALI
DOKTORA TEZİ**

OCAK 2022

ANTALYA

T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

FARKLI pH VE EC'DE GÜBRELEMENİN SERA DOMATES
YETİŞTİRİCİLİĞİNDEKİ ETKİLERİ

Ahmet Şafak MALTAŞ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
TOPRAK BİLİMİ ve BİTKİ BESLEME
ANABİLİM DALI
DOKTORA TEZİ

Bu tez Akdeniz Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi
tarafından FDK-2015-1071 nolu proje ile desteklenmiştir.

OCAK 2022

T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

FARKLI pH VE EC'DE GÜBRELEMENİN SERA DOMATES
YETİŞTİRİCİLİĞİNDEKİ ETKİLERİ

Ahmet Şafak MALTAŞ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
TOPRAK BİLİMİ ve BİTKİ BESLEME
ANABİLİM DALI
DOKTORA TEZİ

Bu tez 24/01/2022 tarihinde jüri tarafından Oybirliği ile kabul edilmiştir.

Prof. Dr. Mustafa KAPLAN (Danışman)
Prof. Dr. Gökhan ÇAYCI
Prof. Dr. Ersin POLAT
Doç. Dr. İlker SÖNMEZ
Doç. Dr. Mesude ÜNAL

ÖZET

FARKLI pH VE EC'DE GÜBRELEMENİN SERA DOMATES YETİŞTİRİCİLİĞİNDEKİ ETKİLERİ

Ahmet Şafak MALTAŞ

Doktora Tezi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Mustafa KAPLAN

Ocak 2022; 134 sayfa

Bu tez çalışması, 2015-2016 ve 2016-2017 yıllarında tek sezonluk domates yetiştiriciliğinde farklı pH ve EC'deki fertigasyon uygulamalarının domates meyve verimi, toprak özellikleri ve meyve kalitesi üzerine etkilerini incelemek amacıyla yapılmıştır. Çalışma, 2 farklı EC ve 3 farklı pH olmak üzere, toplam 6 konu 3 tekrarlulu olacak şekilde yürütülmüştür.

Uygulamaların toprak özellikleri üzerine etkileri incelendiğinde; dönem içi ölçümlerde özellikle düşük pH değerine sahip uygulamalar ile toprak pH değerinin düştüğü ancak yeniden yükseldiği belirlenmiştir. Toprak EC değerinin ise farklı düzeylerde olmakla birlikte tüm uygulamalarda arttığı belirlenmiştir. Domates meyve kalitesi ve verimi değerlendirildiğinde, pH*EC interaksiyonunun 1. ve 2. kalite domates meyvelerinin ortalama meyve verimi, meyve ağırlığı, meyve sayısı, meyve çapı, BER sayısı ve ağırlığını önemli ölçüde etkilediği belirlenmiştir. Ortalaması 2.0 dS/m olan düşük EC değerine sahip uygulamalarda bile bitki başına ortalama 1. yıl 3.73 ve 2. yıl 4.65 BER'li meyve hasadı yapılmıştır. 6 farklı uygulama ile 1. kalitedeki en düşük verim ile en yüksek arasında 1. yıl 3308 kg/da; 2. yıl 4142 kg/da verim farklılığı olduğu belirlenmiştir. Meyve kalite kriterleri incelendiğinde, pH*EC interaksiyonunun SÇKM, meyve rengi, sertliği ve C vitamini içeriği üzerine etkileri önemli bulunmuştur.

Sezon sonu toprak ölçümlerinde, pH*EC interaksiyonunun organik madde, pH ve EC değeri, toplam N, değişebilir K, Ca, Mg, Na, alınabilir P, Fe, Zn, Mn ve Cu elementleri üzerine etkilerinin önemli olduğu belirlenmiştir. Domates yapraklarının beslenme durumu incelendiğinde, pH*EC interaksiyonunun toplam N, P, K, Ca, Mg, Fe, Zn, Mn ve Cu elementleri üzerine etkileri istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Yapraklardaki fosfor kapsamlarının, asit uygulamalarına bağlı olarak arttığı belirlenmiştir. Domates meyvelerinin besin elementi içeriği üzerine pH*EC interaksiyonunun etkileri toplam P, K, Ca, Mg, Fe, Zn, Mn ve Cu elementleri üzerine istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Bitki beslenmesi, meyve kalitesi ve özellikle meyve verimi ile ilgili veriler değerlendirildiğinde düşük pH'da gübrelemenin yapıldığı konularda daha olumlu sonuçların meydana geldiği belirlenmiştir. Bu durum yüksek kireç içeren topraklarda fertigasyon bölgesi toprak pH'sının sezon içerisinde düzenli olarak düşürülmesi ile toprak besin maddesi etkinliğinin artırılmasına bağlanabilir.

İki yıllık sonuçlar ve asit kullanımının maliyete etkisi dikkate alındığında; tek sezon domates yetiştiriciliğinde 1. kalite verim bakımından 6.5 pH+2.0 dS/m EC

değerinin tercih edilmesinin daha iyi olduğu sonucuna varılmıştır. Ortalama 3.5 dS/m uygulamasının ekonomik ve agronomik açıdan iyi sonuç vermediği belirlenmiştir.

Asit kullanımı sonucu verim ve kalite kriterlerinde olumlu sonuçlar elde edilmesine rağmen, daha yüksek asit kullanılan pH3 uygulamasında (pH=5.0) verimde pH2'ye (pH=6.5) göre meydana gelen azalma dikkat çekicidir. Asit kullanımı sonucu topraktaki besin maddelerinin yarayışlılığının artabileceği ve olumlu etkinin bu nedenle gerçekleştiği söylenebilirse de yüksek asit kullanımı sonucu kireçli topraklarda bazı olumsuz etkilerin de ortaya çıkabildiği dikkatle not edilmelidir. Bu konudaki çalışmaların sürdürülmesinin gereği açıktır.

ANAHTAR KELİMELEER: Fertigasyon EC'si, Fertigasyon pH'sı, Toprak pH'sı, Toprak EC'si, Örtüaltı domates.

JÜRİ: Prof. Dr. Mustafa KAPLAN

Prof. Dr. Gökhan ÇAYCI

Prof. Dr. Ersin POLAT

Doç. Dr. İlker SÖNMEZ

Doç. Dr. Mesude ÜNAL

ABSTRACT

THE EFFECTS OF FERTIGATION IN DIFFERENT PH AND EC ON TOMATO CULTIVATION UNDER GREENHOUSE CONDITIONS

Ahmet Şafak MALTAŞ

PhD Thesis in Department of Soil Science and Plant Nutrition

Supervisor: Prof. Dr. Mustafa KAPLAN

January 2022; 134 pages

This study was conducted to determine the effects of fertigation applications in different pH and EC on fruit yield and quality of tomatoes and soil characteristics in single season tomato cultivation during 2015-2016 and 2016-2017. The trial was carried out with 2 different EC and 3 different pH levels with three replications.

Evaluating the effects of applications on soil characteristics, it was determined that the soil pH value decreased but increased again, especially with the applications with low pH value in the intra-period measurements. However, soil EC value increased with all applications at different levels. Considering fruit yield and quality of tomato, the pH*EC interaction significantly affected average fruit yield, weight, number, diameter and BER number and quality of first and second quality tomato fruits. Even in applications with low EC with an average of 2.0 dS/m, fruits with an average BER of 3.73 in the first year and 4.65 in the second year were harvested. There was a yield difference of 3308 kg/da in first year and of 4142 kg/da in the second year between the lowest and highest yield in the first quality. Evaluating fruit quality parameters, it was determined that the pH*EC interaction significantly affected total soluble solids, fruit colour, fruit firmness and vitamin C content.

In soil analyses at the end of the season, it was determined that the pH*EC interaction significantly affected organic matter, pH, EC, total N, changeable K, Ca, Mg, Na, available P, Fe, Zn, Mn and Cu. Considering nutritional status of leaves, the effects of the pH*EC was found interaction statistically important on total N, P, K, Ca, Mg, Fe, Zn, Mn and Cu. Additionally, it was determined that the phosphorus contents in the leaves increased based on acid applications. The pH*EC interaction significantly affected the plant nutrients of the tomato fruits including total P, K, Ca, Mg, Fe, Zn, Mn and Cu. Considering the data on plant nutrition, fruit quality and especially yield, fertigation at low pH had better results. These results may be attributed to the increase in soil nutrient efficiency by regularly decreasing the soil pH of the fertigation zone in the soils containing high lime during the season.

It was concluded that the application 6.5 pH+2.0 dS/m EC was better to obtain first quality yield in single season tomato growing considering data of two years and the effect of acid usage on cost. Unlike this, average of 3.5 dS/m application did not give good results for economical and agronomical.

The application pH2 (pH=5.0) had higher yield compared to pH3 (pH=6.5) although it was determined that acid usage positively affected yield and quality parameters. In addition, some negative effects may also occur in calcareous soils as a result of high acid use although it can be said that the availability of nutrients in the soil that can positively affect the yield and quality. It is clear that new studies on this subject need to be continued.

KEYWORDS: Fertigation EC, fertigation pH, soil pH, soil EC, greenhouse tomato

COMMITTEE: Prof. Dr. Mustafa KAPLAN

Prof. Dr. Gökhan ÇAYCI

Prof. Dr. Ersin POLAT

Assoc. Prof. Dr. İlker SÖNMEZ

Assoc. Prof. Dr. Mesude ÜNAL

ÖNSÖZ

Günümüzde insan sağlığı her geçen gün daha çok ön plana çıkmaktadır. Sağlıklı beslenmek için besin içeriği yüksek olan sebze ve meyvelere olan ilgi artış göstermektedir. Domates, zengin besin içeriği nedeni ile insanlar tarafından oldukça fazla tüketilen; üreticilere ekonomik açıdan iyi bir gelir kaynağı olan, bu sebeblerle de üretim alanı ve miktarı her geçen gün artan bir sebzedir.

Literatür taramalarında domates üretimi bakımında önemli bir potansiyele sahip Antalya ili topraklarının kireç kapsamalarının ve pH değerlerinin yüksek olduğu görülmüştür. Toprakların sahip oldukları bu özelliklerin bitki beslenmesinde yaşatabileceği sorunlar bilinmesine rağmen; bu sorunların giderilmesinde kullanılabilecek çözümlerden biri olan asit kullanımı ile ilgili çalışmaların sayısının yetersiz olduğu görülmüştür.

Farklı pH'da (özellikle düşük pH'da) ve EC'de gübrelemeyle, fertigasyon bölgesi toprak pH'sı ve EC'sinde meydana gelen değişimler ve bu değişimlerin domates bitkisinin beslenmesi, meyve verim ve kalitesi üzerine etkileri araştırılmıştır.

Gübreleme ile uygulanan bitki besin elementlerinden bitkilerin daha iyi yararlanması sağlanarak; daha ekonomik düzeyli gübreleme ile toprak verimliliğindeki orta ve uzun vadedeki olası kayıplar meydana gelmeksizin yüksek verim ve kalitede domates üretiminin yapılması, elde edilen verilerin daha sonraki çalışmalara ışık tutması amaçlanmıştır.

Fertigasyon konusunda çalışmamı teşvik eden, çalışmamın başından sonuna kadar geçen sürede; kıymetli zamanını, yorumlarını ve desteğini esirgemeyen, çalışmamın yapılması için gerekli olanakları sağlayan Sayın Hocam Prof. Dr. Mustafa KAPLAN'a sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Tez savunulmasındaki katkılarından dolayı Prof. Dr. Ersin POLAT'a, Prof. Dr. Gökhan ÇAYCI'ya, Doç. Dr. İlker SÖNMEZ'e ve Doç. Dr. Mesude ÜNAL'a teşekkürlerimi sunarım.

Araştırmanın arazi denemelerinin yürütülmesi sırasında gündüzünde-gecesinde, soğuk-sıcak demeden yardımcı olan Hasan SÜNGER, Zehra Nur GÜNEŞ, Merve KARATAŞ, Serap ÖZDEMİR, Gülsün Elif VURAL, Mehmet EĞİL, Hüseyin KIRMIZIOĞLU, Alper AKTOP, Ertuğrul ATASEVEN, Adem TÜMEN, Süfyan UÇOVA, Adil ÇAĞLAR, Resul ALTIN ve İdil KAYA başta olmak üzere adını hatırlayamadığım katkısı olan herkese çok teşekkür ederim.

Laboravuar analizlerinde yardımcı olan Aylin Zambak ÖZGÜR, Dr. Öğr. Üyesi Adem DOĞAN, Dr. Mehmet Seçkin KURUBAŞ, Elif YANIK; yazımda yardımlarını esirgemeyen ve çalışmamın her aşamasında yardımlarını ve desteklerini gördüğüm sevgili arkadaşlarım, Hayri ÜSTÜN, Dr. Mehmet TEKİN, Dr. Öğr. Üyesi İsmail Emrah TAVALI ve Dr. Öğr. Üyesi Hüseyin OK ile Akdeniz Üniversitesi Toprak Bilmi ve Bitki Besleme Bölümünün değerli öğretim üyelerine ayrı ayrı teşekkürlerimi sunarım.

Ayrıca çalışmam sırasında maddi ve manevi desteklerini esirgemeyen canım eşim Meryem MALTAŞ, sevgili annem Ayşe MALTAŞ, değerli babam Osman MALTAŞ ve kardeşlerim Ufuk ve Zafer MALTAŞ'a sonsuz şükran ve teşekkürlerimi sunarım.



İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	i
ABSTRACT.....	iii
ÖNSÖZ	v
AKADEMİK BEYAN	xi
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	xii
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	xiv
ÇİZELGELER DİZİNİ	xvii
1. GİRİŞ	1
2. KAYNAK TARAMASI	4
3. MATERYAL VE METOT	26
3.1. Materyal.....	26
3.1.1. Toprak özellikleri.....	26
3.1.2. İklim özellikleri	27
3.2. Metot	28
3.2.1. Toprak hazırlığı ve parsellerin oluşturulması	28
3.2.2. Deneme konuları.....	30
3.2.3. Yetiştirme teknikleri	31
3.2.3.1. Fide dikimi	31
3.2.3.2. Kültürel işlemler	32
3.2.4. Analiz yöntemleri	38
3.2.4.1. Toprak örneklerinin alınması ve analize hazırlanması	38
3.2.4.2. Toprak analiz yöntemleri	39
3.2.4.3. Fertigasyon sonrası toprak pH'sı ölçümleri	42
3.2.4.4. Yaprak örneklerinin alınması ve analize hazır hale getirilmesi.....	43
3.2.4.5. Yaprak analiz yöntemleri	44
3.2.4.6. Meyve örneklerinin alınması ve analize hazır hale getirilmesi	44
3.2.4.7. Meyve analiz yöntemleri.....	45
3.2.4.8. Meyve kalite kriterleri analizi ve ölçüm yöntemleri.....	46
3.2.5. Hasat ile ilgili parametreler	50
3.2.6. Hasat verim kriterlerinin değerlendirilmesi.....	51
3.2.7. İstatistiksel analiz yöntemleri	52

4. BULGULAR VE TARTIŞMA	53
4.1. Dönem İçi Toprak pH ve EC Ölçüm Sonuçları	53
4.1.1. Birinci dönem 0-20 cm derinlikteki toprak pH'sı ölçüm sonuçları	53
4.1.2. Birinci dönem 20-40 cm derinlikteki toprak pH'sı ölçüm sonuçları	53
4.1.3. Birinci dönem 0-20 cm derinlikteki toprak EC'si ölçüm sonuçları	54
4.1.4. Birinci dönem 20-40 cm derinlikteki toprak EC'si ölçüm sonuçları	54
4.1.5. İkinci dönem 0-20 cm derinlikteki toprak pH'sı ölçüm sonuçları	55
4.1.6. İkinci dönem 20-40 cm derinlikteki toprak pH'sı ölçüm sonuçları	56
4.1.7. İkinci dönem 0-20 cm derinlikteki toprak EC'si ölçüm sonuçları	56
4.1.8. İkinci dönem 20-40 cm derinlikteki toprak EC'si ölçüm sonuçları	57
4.1.9. Üçüncü dönem 0-20 cm derinlikteki toprak pH'sı ölçüm sonuçları	57
4.1.10. Üçüncü dönem 20-40 cm derinlikteki toprak pH'sı ölçüm sonuçları	58
4.1.11. Üçüncü dönem 0-20 cm derinlikteki toprak EC'si ölçüm sonuçları	58
4.1.12. Üçüncü dönem 20-40 cm derinlikteki toprak EC'si ölçüm sonuçları	59
4.1.13. 0-20 cm derinlikteki toprak pH ölçümlerindeki dönemsel değişimler	60
4.1.14. 20-40 cm derinlikteki toprak pH ölçümlerindeki dönemsel değişimler	62
4.1.15. 0-20 cm derinlikteki toprak EC ölçümlerindeki dönemsel değişimler	62
4.1.16. 20-40 cm derinlikteki toprak EC ölçümlerindeki dönemsel değişimler	63
4.2. Fertigasyon uygulamalarından sonra toprak pH değerinde meydana gelen değişimlerin izlenmesi	64
4.2.1. Fertigasyon uygulamasından 30, 60, 120 ve 180 dakika sonra toprak pH değerlerindeki zamansal değişimler	69
4.3. Domates Meyvelerinin 1. Kalite Hasat Ölçümleri	70
4.3.1. Meyve çapı ölçüm sonuçları	70
4.3.2. Bitki başına meyve sayısı ölçüm sonuçları	71
4.3.3. Bitki başına verim değeri ölçüm sonuçları	72
4.3.4. Ortalama meyve ağırlığı ölçüm sonuçları	74
4.4. Domates Meyvelerinin 2. Kalite Hasat Ölçümleri	75
4.4.1. Meyve çapı ölçüm sonuçları	75
4.4.2. Bitki başına meyve sayısı ölçüm sonuçları	75
4.4.3. Bitki başına verim değeri ölçüm sonuçları	76
4.4.4. Ortalama meyve ağırlığı ölçüm sonuçları	77

4.4.5. Ortalama BER'Lİ meyve sayısı ölçüm sonuçları.....	78
4.4.6. Ortalama BER'Lİ meyve ağırlığı ölçüm sonuçları	80
4.5. Uygulamaların Meyve Kalite Kriterleri Üzerine Etkileri.....	81
4.5.1. Uygulamaların suda çözünebilir kuru madde miktarı üzerine etkileri	81
4.5.2. Uygulamaların meyve pH değeri üzerine etkileri.....	82
4.5.3. Uygulamaların meyve eti reginin L* değeri üzerine etkileri	83
4.5.4. Uygulamaların meyve eti reginin Hue açısı (h ⁰) değeri üzerine etkileri	84
4.5.5. Uygulamaların meyve eti reginin Chroma (C*) değeri üzerine etkileri	84
4.5.6. Uygulamaların meyve asitliği üzerine etkileri.....	85
4.5.7. Uygulamaların meyve eti sertliği üzerine etkileri	86
4.5.8. Uygulamaların meyve C vitamini içeriği üzerine etkileri	87
4.6. Dönem Sonu Toprak Örneklerinin Analiz Sonuçları ve Tartışması	88
4.6.1. Uygulamaların toprakların organik madde kapsamı üzerine etkileri	88
4.6.2. Uygulamaların sezon sonu toprak pH değeri üzerine etkileri	88
4.6.3. Uygulamaların sezon sonu toprak EC değeri üzerine etkileri	90
4.6.4. Uygulamaların toprak toplam azot kapsamı üzerine etkileri.....	91
4.6.5. Uygulamaların toprak alınabilir fosfor kapsamı üzerine etkileri.....	92
4.6.6. Uygulamaların toprak değişebilir potasyum kapsamı üzerine etkileri	93
4.6.7. Uygulamaların toprak değişebilir kalsiyum kapsamı üzerine etkileri	94
4.6.8. Uygulamaların toprak değişebilir magnezyum kapsamı üzerine etkileri	95
4.6.9. Uygulamaların toprak değişebilir sodyum kapsamı üzerine etkileri	96
4.6.10. Uygulamaların toprak alınabilir çinko kapsamı üzerine etkileri	96
4.6.11. Uygulamaların toprak alınabilir demir kapsamı üzerine etkileri.....	97
4.6.12. Uygulamaların toprak alınabilir mangan kapsamı üzerine etkileri.....	98
4.6.13. Uygulamaların toprak alınabilir bakır kapsamı üzerine etkileri	98
4.7. Yaprak örneklerinin analiz sonuçları ve tartışması	99
4.7.1. Yaprak örneklerinin toplam azot kapsamlarını.....	99
4.7.2. Yaprak örneklerinin fosfor kapsamlarını.....	100
4.7.3. Yaprak örneklerinin potasyum kapsamlarını.....	100
4.7.4. Yaprak örneklerinin kalsiyum kapsamlarını.....	101
4.7.5. Yaprak örneklerinin magnezyum kapsamlarını.....	102
4.7.6. Yaprak örneklerinin çinko kapsamlarını	102

4.7.7. Yaprak örneklerinin demir kapsamalarını	103
4.7.8. Yaprak örneklerinin mangan kapsamalarını	104
4.7.9. Yaprak örneklerinin bakır kapsamalarını	105
4.8. Meyve Örneklerinin Analiz Sonuçları ve Tartışması	105
4.8.1. Meyve örneklerinin toplam azot kapsamalarını	105
4.8.2. Meyve örneklerinin fosfor kapsamalarını	106
4.8.3. Meyve örneklerinin potasyum kapsamalarını	107
4.8.4. Meyve örneklerinin kalsiyum kapsamalarını	107
4.8.5. Meyve örneklerinin magnezyum kapsamalarını	108
4.8.6. Meyve örneklerinin çinko kapsamalarını	109
4.8.7. Meyve örneklerinin demir kapsamalarını	110
4.8.8. Meyve örneklerinin mangan kapsamalarını	110
4.8.9. Meyve örneklerinin bakır kapsamalarını	111
5. SONUÇLAR	113
6. KAYNAKLAR	117
ÖZGEÇMİŞ	

AKADEMİK BEYAN

Doktora Tezi olarak sunduğum “Farklı pH ve EC'de Gübrelemenin Sera Domates Yetiştiriciliğindeki Etkileri” başlıklı bu çalışmanın, akademik kurallar ve etik değerlere uygun olarak yazıldığını belirtir, bu tez çalışmasında bana ait olmayan tüm bilgilerin kaynağını gösterdiğimi beyan ederim.

24/01/2022

Ahmet Şafak MALTAŞ

SİMGELER VE KISALTMALAR

Simgeler

ppm	: Milyonda kısım
cm	: Santimetre
mm	: Milimetre
m ³	: Metre küp
ha	: Hektar
%	: Yüzde kısım
me/100g	: Milieşdeğer iyon/100 g toprak
N	: Azot
P	: Fosfor
K	: Potasyum
Ca	: Kalsiyum
Mg	: Magnezyum
Fe	: Demir
Mn	: Mangan
Cu	: Bakır
Zn	: Çinko
a*	: Renk derecesi (Yeşilden Kırmızıya Dönüşüm)
b*	: Renk derecesi (Maviden Sarıya Dönüşüm)
L*	: Renk derecesi (Parlaklık)
h°	: Hue açısı
C*	: Chroma

Kısaltmalar

ICP-OES	: Inductively coupled plasma-optical emission spectrophotometer
EC	: Elektriksel iletkenlik
pH	: Hidrojen iyonu konsantrasyonu eksi logaritması
TÜİK	: Türkiye İstatistik Kurumu
SÇKM	: Suda çözünebilir kuru madde
TEA	: Titre edilebilir asit miktarı
T _{max}	: En yüksek sıcaklık
T _{min}	: En düşük sıcaklık
BER	: Blossom end rot
T _{ort}	: Ortalama sıcaklık
V.d.	: Ve diğerleri

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 3.1. Toprak hazırlığı aşamaları	29
Şekil 3.2. 1. yıl deneme parsellerinin oluşturulması.....	30
Şekil 3.3. 2. yıl deneme parsellerinin oluşturulması.....	30
Şekil 3.4. Domates fidelerinin dikim işleminden genel bir görünüm	32
Şekil 3.5. İpe alma ve koltuk alma işlemleri.....	32
Şekil 3.6. Bitkide yatırma işlemlerinin görünümü.....	33
Şekil 3.7. Bitkide yaprak alma işlemlerinin görünümü	33
Şekil 3.8. Bitkide tozlama sırasında bombus arısından görünümler.....	34
Şekil 3.9. Bitki isteğine ve iklim koşullarına bağlı olarak yan ve üst havalandırmanın kullanımı	34
Şekil 3.10. Yetiştirme sezonunda kullanılan tuzakların görünümü	35
Şekil 3.11. Yetiştirme sezonu içerisinde bazı kimyasal ilaçlamalardan görünümler	36
Şekil 3.12. Soğuk iklim dönemlerinde ısı perdelerinin akşam kapanması ve sabah açılması	36
Şekil 3.13. Soğuk iklim dönemlerinde ısıtma amaçlı kömür sobalarının yakılması	37
Şekil 3.14. Isıtma işleminden sonra sera içi sıcaklığı değişimi	37
Şekil 3.15. Donlu gecelerde sera dışının genel görünümü	37
Şekil 3.16. Sıcak iklim dönemlerinde gölgeleme işleminin yapılması.....	38
Şekil 3.17. Toprak örneklerinin alınmasından genel bir görünüm	39
Şekil 3.18. pH analizi ve ölçümünden genel bir görünüm.....	39
Şekil 3.19. EC analizi ve ölçümünden genel bir görünüm	40
Şekil 3.20. Kalsimetre ve kireç ölçümünden genel bir görünüm.....	40
Şekil 3.21. Organik madde tayininden genel bir görünüm	41
Şekil 3.22. Toplam azot tayininden genel bir görünüm.....	41
Şekil 3.23. Toprakta makro element analizlerinin yapılım aşamalarından genel bir görünüm	42

Şekil 3.24. Toprakta mikro element analizlerinin yapılım aşamalarından genel bir görünüm	42
Şekil 3.25. Fertigasyon sonrası toprak pH'sı ölçümlerinden genel bir görünüm	43
Şekil 3.26. Yaprak örneklerinin laboratuvarda analize hazır hale getirilmesinden bir görünüm	44
Şekil 3.27. Analiz için alınan meyve örneklerinin analize hazır hale getirilmesinden bir görünüm	45
Şekil 3.28. Meyve ve yaprak örneklerinin yaş yakma metodu ile yakılarak ICP-OES cihazında okunmaya hazır hale getirilmesinden genel görünüm	46
Şekil 3.29. Renk ölçümünden genel görünüm	47
Şekil 3.30. Parlaklık-Kroma diyagramı	47
Şekil 3.31. a* ve b* Renklerinin karşılık geldiği renk diyagramı	48
Şekil 3.32. Suda çözünabilir kuru madde miktarının ölçümünün yapıldığı refraktometre ve ölçümün yapılmasından genel bir görünüm	48
Şekil 3.33. Titre edilebilir asit miktarı belirlenmesinden genel bir görünüm	49
Şekil 3.34. Meyve eti sertliğinin ölçüldüğü penetrometre ve ölçümün yapılmasından genel bir görünüm	50
Şekil 3.35. Meyve pH analizinden genel bir görünüm	50
Şekil 3.36. Farklı tarihlerde yapılmış hasat işlemlerinden genel görünüm	51
Şekil 4.1. 0-20 cm derinlikteki toprak pH ölçümlerindeki dönemsel değişimler	60
Şekil 4.2. Düşük pH (5.0) değerine sahip fertigasyon uygulamaları sırasında toprakta meydana gelen değişimlerden genel bir görünüm	61
Şekil 4.3. 20-40 cm derinlikteki toprak pH ölçümlerindeki dönemsel değişimler	62
Şekil 4.4. 0-20 cm derinlikteki toprak EC ölçümlerindeki dönemsel değişimler	63
Şekil 4.5. 20-40 cm derinlikteki toprak EC ölçümlerindeki dönemsel değişimler	64
Şekil 4.6. pH uygulamalarının fertigasyondan 30, 60, 120 ve 180 dakika sonra toprak pH değerleri üzerine 1. yıl etkileri	66
Şekil 4.7. pH uygulamalarının 2. yıl fertigasyondan 30, 60, 120 ve 180 dakika sonra toprak pH değerleri üzerine etkileri	68
Şekil 4.8. Fertigasyon uygulamasından 30, 60, 120 ve 180 dakika sonra toprak pH değerlerindeki zamansal değişimler	69

Şekil 4.9. EC uygulamalarının 1. kalite ortalama bitki başına verim değri üzerine etkisi	72
Şekil 4.10. pH uygulamalarının 1. kalite ortalama bitki başına verim değeri üzerine etkisi	73
Şekil 4.11. EC uygulamalarının BER'li meyve sayısı üzerine etkileri	79
Şekil 4.12. BER'li meyvelerden genel görünüm.....	79
Şekil 4.13. EC uygulamalarının BER'li meyve ağırlığı üzerine etkileri	81
Şekil 4.14. EC uygulamalarının meyve eti sertliği üzerine etkileri	86
Şekil 4.15. pH uygulamalarının sezon sonu toprak pH değeri üzerine etkileri	89
Şekil 4.16. EC uygulamalarının sezon sonu toprak EC değeri üzerine etkileri	90
Şekil 4.17. pH uygulamalarının sezon sonu toprak EC değeri üzerine etkileri	91
Şekil 4.18. Farklı pH ve EC uygulamalarının toprağın alınabilir fosfor kapsamı üzerine etkileri.....	93

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 3.1. Sera toprağının bazı fiziksel ve kimyasal analiz sonuçları.....	26
Çizelge 3.2. Araştırmanın yapıldığı 1. yıldaki (2015-2016) aylara ait bazı iklim verileri	27
Çizelge 3.3. Araştırmanın yapıldığı 2. yıldaki (2016-2017) aylara ait bazı iklim verileri	27
Çizelge 3.4. Araştırmada kullanılan pH ve EC dozları.....	30
Çizelge 3.5. 1. yıl uygulanan saf maddeler.....	31
Çizelge 3.6. 2. yıl uygulanan saf maddeler.....	31
Çizelge 4.1. Farklı pH ve EC uygulamalarının 0-20 cm derinlikteki toprak pH değeri üzerine 1. dönem etkileri.....	53
Çizelge 4.2. Farklı pH ve EC uygulamalarının 20-40 cm derinlikteki toprak pH değeri üzerine 1. dönem etkileri.....	54
Çizelge 4.3. Farklı pH ve EC uygulamalarının 0-20 cm derinlikteki toprak EC değeri üzerine 1. dönem etkileri.....	54
Çizelge 4.4. Farklı pH ve EC uygulamalarının 20-40 cm derinlikteki toprak EC değeri üzerine 1. dönem etkileri.....	55
Çizelge 4.5. Farklı pH ve EC uygulamalarının 0-20 cm derinlikteki toprak pH değeri üzerine 2. dönem etkileri.....	55
Çizelge 4.6. Farklı pH ve EC uygulamalarının 20-40 cm derinlikteki toprak pH değeri üzerine 2. dönem etkileri.....	56
Çizelge 4.7. Farklı pH ve EC uygulamalarının 0-20 cm derinlikteki toprak EC değeri üzerine 2. dönem etkileri.....	56
Çizelge 4.8. Farklı pH ve EC uygulamalarının 20-40 cm derinlikteki toprak EC değeri üzerine 2. dönem etkileri.....	57
Çizelge 4.9. Farklı pH ve EC uygulamalarının 0-20 cm derinlikteki toprak pH değeri üzerine 3. dönem etkileri.....	57
Çizelge 4.10. Farklı pH ve EC uygulamalarının 20-40 cm derinlikteki toprak pH değeri üzerine 3. dönem etkileri.....	58
Çizelge 4.11. Farklı pH ve EC uygulamalarının 0-20 cm derinlikteki toprak EC değeri üzerine 3. dönem etkileri.....	59
Çizelge 4.12. Farklı pH ve EC uygulamalarının 20-40 cm derinlikteki toprak pH değeri üzerine 3. dönem etkileri.....	59

Çizelge 4.13. Uygulamalarının 1. yıl fertigasyondan 30, 60, 120 ve 180 dakika sonra toprak pH değerleri üzerine etkileri	65
Çizelge 4.14. Uygulamalarının 2. yıl fertigasyondan 30, 60, 120 ve 180 dakika sonra toprak pH değerleri üzerine etkileri	66
Çizelge 4.15. Farklı pH ve EC uygulamalarının 1. kalite domates meyvelerinin meyve çapı üzerine etkileri	70
Çizelge 4.16. Farklı pH ve EC uygulamalarının 1. kalite domates meyvelerinin bitki başına meyve sayısı üzerine etkileri.....	71
Çizelge 4.17. Farklı pH ve EC uygulamalarının 1. kalite bitki başına verim üzerine etkileri	72
Çizelge 4.18. Farklı pH ve EC uygulamalarının 1. kalite ortalama meyve ağırlığı üzerine etkileri.....	74
Çizelge 4.19. Farklı pH ve EC uygulamalarının 2. kalite domates meyvelerinin meyve çapı üzerine etkileri	75
Çizelge 4.20. Farklı pH ve EC uygulamalarının 2. kalite domates meyvelerinin bitki başına meyve sayısı üzerine etkileri.....	75
Çizelge 4.21. Farklı pH ve EC uygulamalarının 2. kalite bitki başına verim üzerine etkileri	76
Çizelge 4.22. Farklı pH ve EC uygulamalarının 2. kalite ortalama meyve ağırlığı üzerine etkileri.....	77
Çizelge 4.23. Farklı pH ve EC uygulamalarının BER'Lİ meyve sayısı üzerine etkileri.	78
Çizelge 4.24. Farklı pH ve EC uygulamalarının BER'li meyve ağırlığı üzerine etkileri	80
Çizelge 4.25. Farklı pH ve EC uygulamalarının domates meyvelerinin suda çözünebilir kuru madde miktarı üzerine etkileri	82
Çizelge 4.26. Farklı pH ve EC uygulamalarının domates meyvelerinin pH değeri üzerine etkileri.....	83
Çizelge 4.27. Farklı pH ve EC uygulamalarının domates meyvelerinin meyve eti reginin L* değeri üzerine etkileri.....	83
Çizelge 4.28. Farklı pH ve EC uygulamalarının domates meyvelerinin meyve eti reginin h ⁰ değeri üzerine etkileri	84
Çizelge 4.29. Farklı pH ve EC uygulamalarının domates meyvelerinin meyve eti reginin C değeri üzerine etkileri.....	85

Çizelge 4.30. Farklı pH ve EC uygulamalarının domates meyvelerinin asitlik değeri üzerine etkileri.....	85
Çizelge 4.31. Farklı pH ve EC uygulamalarının domates meyvelerinin meyve eti sertliği üzerine etkileri.....	86
Çizelge 4.32. Farklı pH ve EC uygulamalarının domates meyvelerinin C vitamini içeriği üzerine etkileri	87
Çizelge 4.33. Farklı pH ve EC uygulamalarının toprağın organik madde kapsamı üzerine etkileri.....	88
Çizelge 4.34. Farklı pH ve EC uygulamalarının toprak pH değeri üzerine sezon sonu etkileri	89
Çizelge 4.35. Farklı pH ve EC uygulamalarının toprak pH değeri üzerine sezon sonu etkileri	90
Çizelge 4.36. Farklı pH ve EC uygulamalarının toprağın toplam azot kapsamı üzerine etkileri	92
Çizelge 4.37. Farklı pH ve EC uygulamalarının toprağın alınabilir fosfor kapsamı üzerine etkileri.....	92
Çizelge 4.38. Farklı pH ve EC uygulamalarının toprağın değişebilir potasyum kapsamı üzerine etkileri	94
Çizelge 4.39. Farklı pH ve EC uygulamalarının toprağın değişebilir kalsiyum kapsamı üzerine etkileri	95
Çizelge 4.40. Farklı pH ve EC uygulamalarının toprağın değişebilir magnezyum kapsamı üzerine etkileri	95
Çizelge 4.41. Farklı pH ve EC uygulamalarının toprağın değişebilir sodyum kapsamı üzerine etkileri.....	96
Çizelge 4.42. Farklı pH ve EC uygulamalarının toprağın alınabilir çinko kapsamı üzerine etkileri.....	97
Çizelge 4.43. Farklı pH ve EC uygulamalarının toprağın alınabilir demir kapsamı üzerine etkileri.....	97
Çizelge 4.44. Farklı pH ve EC uygulamalarının toprağın alınabilir mangan kapsamı üzerine etkileri.....	98
Çizelge 4.45. Farklı pH ve EC uygulamalarının toprağın alınabilir bakır kapsamı üzerine etkileri.....	99
Çizelge 4.46. Farklı pH ve EC uygulamalarının domates yapraklarının toplam azot kapsamı üzerine etkileri	99

Çizelge 4.47. Farklı pH ve EC uygulamalarının domates yapraklarının fosfor kapsamı üzerine etkileri	100
Çizelge 4.48. Farklı pH ve EC uygulamalarının domates yapraklarının potasyum kapsamı üzerine etkileri	101
Çizelge 4.49. Farklı pH ve EC uygulamalarının domates yapraklarının kalsiyum kapsamı üzerine etkileri	101
Çizelge 4.50. Farklı pH ve EC uygulamalarının domates yapraklarının magnezyum kapsamı üzerine etkileri	102
Çizelge 4.51. Farklı pH ve EC uygulamalarının domates yapraklarının çinko kapsamı üzerine etkileri	103
Çizelge 4.52. Farklı pH ve EC uygulamalarının domates yapraklarının demir kapsamı üzerine etkileri	104
Çizelge 4.53. Farklı pH ve EC uygulamalarının domates yapraklarının mangan kapsamı üzerine etkileri	104
Çizelge 4.54. Farklı pH ve EC uygulamalarının domates yapraklarının bakır kapsamı üzerine etkileri	105
Çizelge 4.55. Farklı pH ve EC uygulamalarının domates meyvelerinin toplam azot kapsamı üzerine etkileri	106
Çizelge 4.56. Farklı pH ve EC uygulamalarının domates meyvelerinin fosfor kapsamı üzerine etkileri	106
Çizelge 4.57. Farklı pH ve EC uygulamalarının domates meyvelerinin potasyum kapsamı üzerine etkileri	107
Çizelge 4.58. Farklı pH ve EC uygulamalarının domates meyvelerinin kalsiyum kapsamı üzerine etkileri	108
Çizelge 4.59. Farklı pH ve EC uygulamalarının domates meyvelerinin magnezyum kapsamı üzerine etkileri	109
Çizelge 4.60. Farklı pH ve EC uygulamalarının domates meyvelerinin çinko kapsamı üzerine etkileri	109
Çizelge 4.61. Farklı pH ve EC uygulamalarının domates meyvelerinin demir kapsamı üzerine etkileri	110
Çizelge 4.62. Farklı pH ve EC uygulamalarının domates meyvelerinin mangan kapsamı üzerine etkileri	111
Çizelge 4.63. Farklı pH ve EC uygulamalarının domates meyvelerinin bakır kapsamı üzerine etkileri	111

1. GİRİŞ

Bitkisel üretimde temel hedef birim alandan daha yüksek verim almaktır. Verim artışına ek olarak yetiştirilen ürünün kalitesini korumak hatta artırmak da hedeflenmektedir. Kaliteli ve yüksek verimli bitkisel üretimlerin yapılabilmesi için tarımda kullanılan gübrelerin kullanım zamanları, nasıl kullanılacakları ve uygulama şekilleri iyi bilinmelidir. Toprak özellikleri, iklim özellikleri ve bitkinin istekleri birlikte değerlendirilerek gübreleme yapılması gerekmektedir. Özellikle kimyasal gübrelerin gereğinden fazla kullanılması durumunda toprak ve çevre kirliliği artmaktadır.

Günümüzde sağlıklı beslenme ve yaşam konusuna verilen önem günden güne artmaktadır. Sağlıklı beslenme açısından bakıldığında fonksiyonel gıdalardan olan sebzeler oldukça önemlidir. Fonksiyonel gıdalar ve bu gıdalarda yer alan bileşikler üzerine yapılan çalışmalar her geçen gün artmaktadır. Örtüaltı sebze üretiminde yer alan domates bitkisi de önemli bir fonksiyonel gıdadır.

Domates bitkisi Türkiye ekonomisinde önemli yer kaplayan bitkisel ürünlerden birisidir. Domates üreticilerin önemli gelir kaynaklarından birisidir. Beslenme ve sağlık bakımından çok faydalı olan domates, Dünya’da ve ülkemizde taze veya işlendikten sonra tüketilen sebzeler arasındadır (Aybak ve Kaygısız, 2004).

Küçük ölçekli alanlardan yararlanma imkânı vererek birim alandan daha yüksek verim alınmasını sağlayan seracılık, ülkemizde önemli tarımsal faaliyetlerden birisi haline gelmiştir (Sevgican 1999). Türkiye’de 69.171 ha örtüaltı tarım alanı bulunmaktadır. Bunun 8.0120 ha cam, 32.875 ha plastik, 11.297 ha yüksek tünel, 16.987 ha alçak tünelden oluşmaktadır (Tüik 2017). Ülkemizde örtüaltı tarımında, 6.673 ha cam sera, 17.536 ha plastik sera, 1.351 ha yüksek tünel ve 1.275 ha alçak tünel sera alanı olmak üzere, toplam 26.835 ha kapalı alana sahip olan Antalya en büyük paya sahiptir (Tüik 2017).

Türkiye, iklim koşullarının domates yetiştiriciliğine uygun olması sebebiyle dünya domates üretiminde önemli bir yere sahiptir. Beslenme açısından önemli bir sebze türü olan domates, sebze tarımında ilk sırayı almakta, açıkta ve örtüaltında yetiştiriciliği yapılmaktadır. Türkiye’de 12.615.000 ton domates üretilmekte ve bunun 8.170.000 tonu sofralık, 4.445.000 tonu ise salçalık üretimi içermektedir. Örtüaltı sebze yetiştiriciliği, birim alandan yüksek verim ve gelir elde edilmesi ve aynı zamanda bitkisel üretimi yılın her mevsimine yayarak yıl içerisinde düzenli bir iş gücü kullanımı sağlaması nedeniyle tarım sektörümüz içerisinde oldukça önemli bir yere sahiptir. Örtüaltı sebze yetiştiriciliğinde ilk sırada domates bulunmaktadır. Toplam domates üretimimizin yaklaşık %27’si (3.399.100 ton), örtü altında gerçekleştirilmektedir. Domates üretim miktarının toplam örtü altı sebzeciliği içindeki payı %53,5’tir. Örtüaltı domates üretiminin %77,6’sı Akdeniz Bölgesi’nde bulunan örtüaltı sistemlerinden elde edilmektedir. Antalya, bu üretimin %62,5’ini karşılamaktadır. Ülkemizde örtüaltı domates üretim miktarı; son yıllarda üretim alanı artışı, kaliteli tohum ve modern tarım tekniklerinin kullanılmasına bağlı olarak belirgin düzeyde artış göstermiştir. Ülkemizde yetiştirilen sebzeler içerisinde en fazla üretimi yapılan sebze domatestir. Kişi başına tüketim son yıllarda 115-120 kg/yıl olarak değişkenlik göstermiştir. Türkiye’de domates üretimi 2017 yılında 12,6 milyon ton olarak gerçekleşmiştir (Kanat 2018).

Kültür topraklarının verimliliklerinin arttırılması veya en azından korunması için, ürünle topraktan kaldırılan ve diğer yollarla kayba uğrayan bitki besin maddelerinin yeniden bu topraklara verilmesi gerekir. Ancak bunun yapılması tahmin edildiği kadar kolay değildir. Her şeyden önce toprak verimliliğinin arttırılması veya korunması, toprak verimliliği alanında gerekli bilgilere sahip olunmasına ve yine bu alanda ileri teknik ve metotların uygulanmasına bağlıdır.

Günümüzde bitkisel üretimde sulama ve gübrelemenin birlikte yapıldığı fertigasyon uygulamaları yaygınlaşmış ve her geçen gün de yaygınlaşmaktadır. Fertigasyon, bitkilerin ihtiyaç duyduğu besin elementleri gereksinimini sağlayan besin çözeltilerinin çeşitli ekipmanlar aracılığı ile uygun bir konsantrasyon sağlayacak şekilde sulama suyu ile belli oranlarda karıştırılması oluşturmaktadır. Damla sulamanın yaygınlaşmasının nedeni kuşkusuz sağladığı yararlarıdır. Bunlar; verim, kalite ve su kullanım etkinliğini artırması, gübre ve diğer kimyasalların kullanımını kolaylaştırması, tuz zararını, enerji ve işçilik giderlerini, yabancı ot problemini azaltması ve kültürel bakım işlerinde kolaylık sağlamasıdır. Fertigasyonda gübre etkinliğinin, diğer klasik gübreleme yöntemlerine göre yüksek olduğu çok sayıda araştırma ile ortaya konmuştur (Malik ve vd. 1994; Gaskell, 2004, Demirtaş 2012) Fertigasyon uygulama yöntemleri, gübre konsantrasyonunun zamanla azaltılması, gübre konsantrasyonunun sabit düzeyde eşit aralıklarla uygulanması, gübrenin sabit ve aralıklı olarak sabit konsantrasyonda uygulama şeklinde olabilir. Tüm bu uygulamaların hangisinin uygun olacağı bitki ve toprak özellikleri yanında sulama yönetimi ve yapılacak araştırma sonuçlarına bağlı olarak değişebilir (Çetin 2015).

Uygun fertigasyon yöntemi belirlendikten sonra bitkilere uygulanacak olan fertigasyon çözeltilerinin kimyasal özelliklerinin iyi belirlenmesi gerekir. Bu kimyasal özelliklerden önemli ikisi çözelti pH ve EC'dir. pH ile toprak verimliliği arasında yakın bir ilişki mevcuttur. Toprak pH'sı toprakta bulunan besin elementlerinin elverişliliğine, toprağa üretkenlik ve verimlilik kazandıran mantar, bakteri ve aktinomisetlerin aktivitesine ve toprak strüktürünün oluşumuna doğrudan ve dolaylı biçimde etkili olmaktadır (Sezen, 1991). Asit topraklarda Al, Mn ve Fe gibi elementlerin toksik etki yapacak düzeye kadar yükseltilmeleri yanında K, Ca, Mg, P ve Mo gibi elementlerin eksiklikleri görülebilir. Buna karşın yüksek pH değerine sahip alkalın topraklarda bitki besin elementlerinden bilhassa fosforun Ca ile çözünmez Ca - fosfatlar halinde bağlanarak yarayışsız hale gelmeleri bu toprakların pH'ya bağlı olarak ortaya çıkan özellikleridir (Fox vd. 1964). Fertigasyon pH'sı toprak pH değeri üzerine etki ettiğine yönelik çalışmalar mevcuttur (Maltaş ve Kaplan 2018).

Fertigasyon kullanımının bitkisel üretimde olası faydaları pek çok kişi tarafından araştırılmıştır. Türkiye gibi yüksek pH ve kireç içeriğine sahip topraklarda besin elementi alınabilirliğinin az olabileceğine yönelik pek çok çalışma mevcuttur. Yüksek pH'lı topraklarda toprak pH değerinin düşürülmesinin bitki beslenmesi açısından faydalı olabileceği belirtilmiştir (Maltaş ve Kaplan 2018). Ancak son zamanlarda yaygın kullanılan damla sulama ile gübrelemede düşük pH düzeyinde gübreleme olması durumunda bitki beslenmesi, meyve verimi ve kalitesi üzerine etkileri ile ilgili çalışmaların azlığı dikkat çekmiştir.

Literatür taramalarında, damla sulama ile gübrelemede pH yönetiminin veya pH-EC interaksiyonlarının bitki beslenmesine olan etkisi ile ilgili araştırmalarla

karşılaşılammamıştır. Yapılan bu çalışmada, farklı fertigasyon pH'sı ve EC'si ile gübrelemenin, toprak pH'sına, bitki beslenmesine, meyve verimi ve kalitesine olan etkileri ayrı ayrı ve interaksiyon şeklinde değerlendirilmiştir. Bu araştırma sonuçları ile bazı ilk verileri sunulması, sonraki çalışmalara ve üretici koşullarında damlama sulama ile yapılan gübrelemeden daha etkin faydalanmaya yardımcı olabilmesi amaçlanmıştır. EC üzerine yapılan pek çok çalışma olmasına karşın, pH-EC interaksiyonu üzerine yapılan bir çalışmanın yapılmamış olması, bu çalışmanın önemini ortaya koymaktadır.



2. KAYNAK TARAMASI

Domates bitkisinin anavatanı Güney Amarıkadır. Domates, ülkemizin ve üreticilerin ekonomisinde önemli bir yer kaplamaktadır. Türkiye'nin iklim özelliklerinin domates üretimi için uygun olmasına ve bu sebzeyi işlenebilecek sanayinin ülkemizde 1970'li yıllardan sonra kurulmasına bağlı olarak domates üretimi hızla artmıştır. Ülkemizde sadece domates üretimi artmamış buna ek olarak, domatesten elde edilen işlenmiş ürünler de artırılmış, buna bağlı olarakta pek çok dünya ülkesine işlenmiş domates ihracatı gerçekleştirilmektedir (Vural vd. 2000).

Domates yetiştirme yapılan bölgelerde üreticilerin önemli gelir kaynaklarından birisini oluşturmaktadır. Sağlık ve beslenme yönünden çok yararlı olan domates, Dünya'da ve Türkiye'de taze ve işlenerek tüketimi en başta gelen sebzeler arasında yer almaktadır (Aybak ve Kaygısız. 2004).

Dünyada 800 milyon kişinin yetersiz, 2 milyar insanın da gizli açlık ve yetersiz beslenme düzeyinde mikro element (çinko, bor, demir vb.) ile vitamin eksikliği yaşadığı bilinmektedir. Mikro element bakımından yetersiz beslenmeye bağlı olarak ölümler artmakta; insanlarda verimlilik azalmakla birlikte özellikle çocuklarda zeka gelişimi azalmaktadır. Ayrıca farklı organlarda meydana gelen sorunlar farklı hastalıklara da neden olabilmektedir. Buna bağlı olarak özellikle insan beslenmesi için yetiştirilen bitkisel ve hayvansal ürünlerin kalite bakımından iyileştirilmesi için yeterince gübrelemenin yapılması ile bitkilerin yeterli beslenmesi sağlanmalı, gübrelemenin yapılmadığı durumlarda gerek bitki beslenmesi bakımından noksanlık çekmeyecek ve verim kaybının minimum olacağı bitki tür ve çeşitlerinin seçilerek bitkisel üretime başlanması sağlanmalıdır (Welch 2002; Çakmak 2002)

Domates en ucuz ve bol kaynaklardan birisidir. 100 gramında 0.55 mg B6, 1700 IU vitamin A, 0.1 mg vitamin B1 ve 21 mg vitamin C içerdiği ve bu vitamin içeriklerine göre 38 sebze arasında B6 vitaminince 6., A ve B1 vitaminlerince 13., C vitamini açısından ise 23. sırada yer aldığı bildirilmiştir. Domates dünyanın en güçlü antiokstantı olduğuna inanılan lycopene içermektedir ve lycopene birçok kanser türünün gelişimini önlemektedir. Yine domatesin içerdiği ve aspirin benzeri bir madde olan salicylates kalp hastalığını azaltmaktadır (Sevgican 1981).

Domateslerde dış kalite (irilik, zedelenme, şekil, renk ve görünüş bozuklukları) ile iç kalite özelliklerini (lezzet, tat, raf ömrü, yola dayanım, sertlik, aroma maddeleri) çeşit özellikleri, ortam faktörleri ve yetiştirme dönemi etkilemektedir. Ayrıca, domates bitkisinde olgunluk dönemine çeşide, depolama süresine ve koşullarına göre C vitamini, suda çözülebilir kuru madde ve titre edilebilir asit miktarı farklılık gösterebilmektedir (Şen vd. 2004).

Domates sıcak ve ılık iklimlerde yetiştirilebilen bir sebzedir. Soğuk şartlarda zarar görebilmektedir. Sıcaklığın -3 ° C düşmesi durumunda domates bitkisi ölebilir. Çok sıcak veya nem olması durumunda bitkide hastalıklar meydana gelir. Sıcak ve çok düşük nem durumunda çiçeklerde dökülme meydana gelir. İyi bir domates yetiştiriciliği için sıcaklığın 16-19 ° C aralığında olması gerekmektedir. Sıcaklığın 13 ° C'den daha düşük olması durumunda hasadın geçiktiği ve verimin azaldığı bilinmektedir. Domates bitkisinde 10 ° C'nin üzerindeki sıcaklıklar da çiçeklerin tozlanması meydana gelir iken

optimum tozlanma için sıcaklığın 27 ° C civarında olması gerekmektedir. Yüksek sıcaklıklarda domates bitkisinde tozlanma yeteneği kaybolabilmektedir. Buna rağmen kök bölgesinin düzenli olarak sulanması durumunda bitkinin hem gelişimi artmakta hem de yüksek düzeyde verimler alınabilmektedir. (Anonim 1)

Domates, kumrudan killiye kadar her tür toprakta yetişebilir. Derin, geçirgen su tutma kabiliyeti iyi humus ve besin maddelerince zengin tınlı toprakları sever. Kumlu tınlı topraklarda erken ürün verir. En uygun toprak reaksiyonu pH 6.0-6.5 civarındadır (Anonim 2).

Domates bitkisi çok kuvvetli bir kök gelişimine sahiptir. 1 m³'lük toprak hacminde kök gelişimi meydana gelmektedir bu nedenle toprakta bulunan besinlerden ve sudan iyi düzeyde faydalanabilmektedir. Ana kök dikim sırasında zarar görmez ise 140 cm derinliğe kadar gelişebilir. Kökler su içerisinde 4-5 saat kalırlarsa kökler boğulur. Kök boğulmasından sonra bitki gelişmesi durur ve bitki kendisini yeniden toplayamaz. Domatesin saçak kökleri ise 25 cm derinliğe kadar gelişebilmektedir. Domates derin köklü bir bitki olduğundan dolayı dikimden önce derin toprak işlemesi yapılmalıdır. Dikim öncesi sürümle birlikte dekara 6 ton iyi yanmış çiftlik gübresi kullanmak oldukça faydalıdır. Domates üretiminde sıra üzeri ve sıra arası mesafenin belirlenmesinde dikilecek çeşit etki etmektedir (Anonim 2)

Dünya domates (*Solanum lycopersicum L.*) üretiminde Türkiye %7.2'lik pay ile 4. sırada yer almaktadır (FAO 2018). Türkiye'de 2017 verilerine göre 30 milyon tondan daha fazla sebze üretilmiştir. Üretilen toplam sebze içerisinde 12.75 milyon ton üretim miktarı ile domates ilk sırada yer almaktadır. Türkiye domates üretiminin yıllara göre değişmekle birlikte, %68-72'i açıkta, %28-32'i ise örtüaltında yapılmaktadır (Güvenç, 2019).

Ülkemizde çok eski zamanlardan beri kullanılan sebze kurutma faaliyeti son yıllarda yerel ürünlere olan talebin artması ile yeniden gündeme gelmiştir. Başta domates olmak üzere hemen hemen tüm sebzelerin kurutulduğu görülmektedir. Ülkemizde 18-20 bin ton kuru domates üretimi yapıldığı ve bunun da yaklaşık %97 oranında (hemen hemen tamamının) ihraç edildiği bilinmektedir (Yanmaz vd. 2020).

Örtüaltı domates yetiştiriciliğinde en iyi gübreleme yöntemi gübrelerin su ile birlikte verilmesini sağlayan damlama sulama yöntemidir. Damlama sulama ile bitki besin elementleri doğrudan bitkilerin etkili kök sisteminin olduğu bölgeye verildiğinden dolayı bu yöntem hem etkili hem de güvenlidir. Örtüaltı yetiştiricilikte dekara 15 ton domates verimi için verilmesi gereken besin elementlerinin miktarlarının dekara 40-45 kg N, 30-35 kg P₂O₅, 60-65 kg K₂O olduğu bildirilmektedir (Anonim 1)

Domates bitkisinin üretiminde verimi etkileyen faktörlerin içinde en önemlisi gübrelemedir. İyi gübreleme yapabilmek için bitkinin hangi besin elementine ne kadar ihtiyaç duyduğu belirlenmelidir. Yapılan çalışmalarda bitkiler aynı ortamlarda yetiştirilse bile besin elementleri alışı mekanizmaları bitkinin çeşidine ve türüne göre değişmektedir. Bu durum için demir elementinden bitkiler tarafından alınma şekilleri örnek verilebilir (Bergman 1992; Marschner 1995)

Damlama sulama ile gübrelemede kullanılan gübrelerin yüksek saflıkta tamamen

çözülebilir olması tavsiye edilmektedir. Çözelti pH değerinin nötr veya hafif asidik olması besin elementlerinin çökme durumlarını azaltır (Sureshkumar vd. 2017). Domates bitkisi hafif asidik pH (5.5-6.8) koşullarında daha iyi geliştiği bilinmektedir (Freeman vd. 2019). Ayrıca 5.3 pH değerinin altında ve 7.5 pH değerinin üzerinde bitki besin elementlerinin çökme reaksiyonları gösterdiği belirtilmiştir (Liu ve McAvoy 2012). Sulama suyu pH değerinin 5.0'dan daha düşük olması durumunda Al ve Mn toksisitesi görülebilir (Havlin vd. 2014). pH yönetiminde bitkilere verilen azot formu da oldukça önemli olup $(\text{NH}_4)^+$ formunda azot uygulamaları ortam pH'sını düşürdüğü bildirilmektedir (Sureshkumar vd. 2017; Dixon ve Liu 2020).

Dünya genelinde bulunan tarım arazilerinin %30'unun düşük pH değerinden dolayı tarımsal üretkenliği sınırlanmaktadır. Uygun kireçleme yöntemleri ile bu olumsuz özellik ortadan kaldırarak bitkisel ürünlerde hektar başına 0.5 tonluk verim artışı sağlama potansiyeline sahip olursa da küçük işletmelerde bu uygulama yaygın olarak kullanılmamaktadır. Bu durumda kireçleme alternatif olarak organik uygulamalar ile toprak ıslahında kullanılması bir seçenek olarak değerlendirilebilir. Etkin toprak asitliği yönetimi için kireçleme, inorganik ve organik gübrelemenin entegre kullanımının daha etkili olabileceği bildirilmiştir (Gurmessa 2021).

Antalya ili Demre ilçesi topraklarının özelliklerinin belirlenmesi amacıyla 0-20 ve 20-40 cm derinlikte yapılan bir çalışmada bölge topraklarının %90'nının hafif alkalin reaksiyona sahip olduğu belirlenmiştir. 0-20 cm derinlikteki toprakların %8'i kuvvetli alkalin, %80'i alkalin ve %12'si hafif alkalin karakterde, 20-40 cm derinlikteki toprakların ise %4'ü kuvvetli alkalin, %94'ü alkalin ve %2'sinin de hafif alkalin karakterde olduğu tespit edilmiştir. Toprak örneklerindeki pH değerleri 0-20 cm derinlikte 7.6-8.7 ve 20-40 cm derinlikte 7.8-8.6 aralığında değişmektedir. Toprakların kireç kapsamı 0-20 cm derinlikte %21.1 ile 37.5 ve 20-40 cm derinlikte de %23.3 ile 37.7 arasında değiştiği belirlenmiştir. Bölge topraklarının kireç kapsamı bakımından değerlendirildiğinde tüm toprakların aşırı kireçli toprak sınıfına girdiği belirlenmiştir (Sönmez ve Kaplan 2007).

Finike ve Kumluca bölgelerinde yürütülen bir çalışmada bölge toprakların pH analiz sonuçları değerlendirildiğinde, Finike bölgesi topraklarının alkali ve hafif alkali; Kumluca bölgesi topraklarının kuvvetli alkali ve alkali reaksiyona sahip olduğu bildirilmiştir. Çalışmada ayrıca toprak örneklerini kireç kapsamı da incelenmiş olup Kumluca bölgesinin topraklarının kireç kapsamı çok yüksek ve yüksek; Finike bölgesi topraklarının aşırı kireçli, çok yüksek ve yüksek düzeyde kireçli olduğu tespit edilmiştir (Orman ve Kaplan. 2004).

Antalya'nın Serik ilçesinde yürütülen bir çalışmada bölgelerde seralarda sulama suyu olarak kullanılan suların pH değerlerinin 7.14 ile 8.11 arasında değiştiği bildirilmiştir (Yavuz 2008).

Kireçli topraklarda yetiştirilen kanola bitkisinin gelişimi ve verimi üzerine kükürt ve thiobacillus uygulamalarının etkilerinin incelendiği bir çalışmada, kükürt uygulamalarına bağlı olarak toprak pH değerini düşürdüğü ve kanola bitkisinin P, Zn ve Fe kapsamında önemli düzeyde artış olduğu tespit edilmiştir (Rahmani vd. 2018).

Florida'da kireçli topraklarda yetiştirilen şeker pancarı bitkisinin gelişimi üzerine kükürt uygulamalarının etkisinin incelendiği bir çalışmada, kükürt uygulamalarının

toprak pH değerini önemli düzeyde düşürmesine rağmen pancar veriminde istatistiksel olarak önemli bir farkın olamadığı bildirilmiştir (McCray vd. 2018).

Kükürt uygulamalarının toprak fiziksel ve kimyasal özellikleri üzerine etkilerini belirlemek amacıyla Ürdün'de yürütülen bir çalışmada, kükürt uygulamalarına bağlı olarak toprak pH değerinin azaldığı toprakta bulunan serbest iyonların artmasına bağlı olarak toprak tuzluluğunun ise arttığı tespit edilmiştir (Al-Balawna ve Abu-Abdoun 2019)

Kale ve Kumluca bölgelerinde ki seralarda yürütülen bir araştırmada, sera topraklarının genellikle çok yüksek ve aşırı derecede kireç içeriğine sahip olduğu ve pH değerlerinin de hafif alkali olduğu belirlenmiştir (Sönmez vd 1999).

Toprak pH'sı; toprak ortamında bulunan OH^- ve H^+ iyonlarının miktarlarının logaritmik bir ifadesidir. pH 0 ile 14 aralığında değişmektedir. pH=7 olması durumunda ortam nötr kabul edilir. pH değerinin 7'nin altında olması durumunda asitlik; pH değerinin 7'nin üzerinde olması durumunda ise alkalilik mevcuttur. Toprakların önemli bir kimyasal özelliği olan pH; toprakların diğer kimyasal özelliklerini, biyolojik özelliklerini, fiziksel özelliklerini ve bitki besin elementlerinin bitkiler tarafından alınıp alınamayacağını doğrudan veya dolaylı olarak etkilemektedir (Bilen ve Sezen 1993)

Kireçli topraklarda bazı besin elementlerinin (P, Fe ve Zn) bol miktarda bulunmasına rağmen bitkiler tarafından alınamadığı ancak toprağa uygulanan kükürdün toprak pH değerini düşürerek toprakta bulunan bu elementlerin alımını artırdığı belirlenmiştir (Khavazi vd. 2018).

Toprak pH'sını etkileyen bazik katyonlar sodyum, magnezyum, kalsiyum ve potasyumdur. Asidik katyonlar ise alüminyum ve hidrojenidir (Dinç vd. 2001)

Çok yüksek ve çok düşük pH değerlerinde (pH 4'ten az ve 9'dan yüksek) genellikle bitki köklerinin gelişimi zarar görmektedir. Bitkiler genellikle 5.5 ile 7.2 pH aralığında, başka bir deyişle nötre yakın pH değerlerine sahip topraklarda daha iyi gelişebilmektedir (Ağaoğlu vd. 2001)

pH değeri yüksek olan topraklarda ortamda bulunan fosfor ve mikro elementlerin bitkilere olan yararlılığı azalmaktadır (Fidan 2002)

Kireç içeriği nedeniyle, toprakların yüksek pH değeri genellikle fosfor dahil olmak üzere bazı bitki besin maddelerinin mevcudiyetini sınırlayabilir. Elementel kükürt (S) uygulamaları, toprak pH değerini düşürmek için kullanılan yöntemlerin başında gelmektedir. S uygulaması rizosferdeki pH değerini düşürmek için kullanılan ekonomik bir kaynak olmasına rağmen, önerilen S dozları genellikle toprak pH değerini düşürmede etkisizdir. Önerilen kükürt dozlarının ve yoğun kükürt uygulamalarının toprak pH'sı üzerine etkilerini araştırıldığı bir çalışmada %0-0.01-0.02-0.04-0.08-0.16-0.32 ve %0.64 elementel S dozları uygulanmıştır. Çalışmada hafif alkali pH değerine (7,97) sahip kireçli (%12,25) toprak kullanılmıştır. Tüm uygulamaların toprak pH değerlerini düşürdüğü ancak pH'nın zamanla tekrar yükseldiği belirlenmiştir (Akay vd. 2019).

Toprak pH değeri arttıkça ortamda bulunan mikro elementlerin (demir, çinko, mangan ve bakır) bitkilere olan yararlılıkları düşmektedir. pH değerinin yükselmesi

ortamda bulunan hidroksil iyonlarının varlığı ile orantılıdır. Bu durumda yetiştirme ortamında var olan mikro elementlerin OH^- iyonlarına bağlanarak; bitkilerin alamayacağı formlara dönüşmektedir. Yüksek pH değerine sahip olan topraklarda Fe^{+3} formunda olan demir, hidroksil iyonlarına bağlanarak çözünemeyen ve bitkiler tarafından alınamayan $\text{Fe}(\text{OH})_3$ yapısına dönüşmektedir. Ortam pH değerinin yüksek olduğu ortamlarda (pH=7-9) pH değerinin bir birim artmasına bağlı olarak ortamda bulunan Fe^{+3} iyonlarının bitkiler tarafından alınabilirliği bin kat azalabilmektedir. Toprakta bulunan çözünürlük pH değerinin 7.4 ile 8.5 arasında olması durumunda en az düzeyde olmaktadır. Bu durumda düşük pH değerine sahip olan topraklarda demir elementinin çözünürlüğü yüksek pH değerine sahip topraklara oranla daha yüksektir. Yüksek pH'lı topraklarda çözünmüş formda bulunan demir içeriği çok az olabilmekte ve bu duruma bağlı olarak da bu tür topraklarda yetiştirilen bitkilerde demir noksanlığı görülme olasılığı artmaktadır. Demir (Fe) elementinde meydana gelen bu durum benzer şekilde çinko (Zn), mangan (Mn) ve bakır (Cu) elementleri içinde benzerdir (Kacar ve Katkat 2007)

Ayrıca iz elementlerin haricinde fosfor için de toprak pH'sı önemlidir. pH'sı yüksek olan kireçli alkalın topraklarda dikalsiyum fosfat (CaHPO_4) ile trikalsiyum fosfatlar $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ daha fazla oluşmaktadır. Dikalsiyum fosfat ve trikalsiyum fosfatın suda çözünürlük dereceleri ise Ca' un PO_4 'a olan oranı büyüdükçe azalmaktadır. Fosfor; pH'sı 7.5'in üzerinde olan kireçli alkalın topraklarda, çözünürlüğü oldukça az olan trikalsiyum fosfat şekline dönüşmek suretiyle fikse edilmektedir. Bitkilerin yararlanamadığı trikalsiyum fosfatın bir kısmı da hidroksiapatit şekline geçmektedir (Anonim 3).

Toprak pH değeri ile toprak organizmaları arasında kuvvetli bir ilişki bulunmaktadır. Örneğin, bakteriler 6-8 funguslar 4-5 pH değerinde daha iyi gelişim gösterirler. Simbiyotik azot fiksasyonu havanın serbest azotunun toprak canlıları tarafından tutularak toprağa bağlanmasıdır. Azotobacter ve Clostridium simbiyotik azot fiksasyonu meydana getiren mikroorganizmaların başında gelmektedir. Azotobacter toprak pH değerine karşı oldukça hassastır. pH değerinin 7 ile 8 arasında olması durumunda en iyi düzeyde gelişim gösterirler. pH değerinin 6 ve daha az olması durumunda Azotobacter etkinliği oldukça azalmaktadır. Clostridium ise düşük pH koşullarında daha fazla etkiye sahiptir. Toprakta var olan ve baklagil bitkileri ile ortak yaşayan Rhizobium bakterilerinin toprağa azot bağlaması simbiyotik azot fiksasyonu olarak değerlendirilir. Rhizobium bakterileri toprak pH değerinin 5.5 ile 7.0 aralığında olması durumunda optimum etkinliklerini gösterebilirler. Ortam pH değerinin 4'ten daha düşük olması veya 9'dan daha yüksek olması durumunda Rhizobium aktivitesi azalmaktadır (Kacar 1984)

Serbest kireç içerikleri %0.1'den daha düşük pH'ları 7.0 ve 7.6 olan iki toprağa üre ile azot uygulanması sonucunda (10 kg N/da) 14 gün boyunca kaybolan azot ortamlarının sırasıyla, %15 ve % 39 olduğu bildirilmiştir (Chien vd. 1987).

Domates yetiştiriciliği için optimum pH aralığı 6.0-6.5 arasında olmalıdır. Toprak kireç içeriğinin yüksekliği domates bitki beslemesi üzerine olumsuz etkiler oluşturmaktadır. Yüksek toprak pH'sı ve yüksek kireç içeriğinin meydana getirdiği olumsuz etkilerini çözümüyle yollarından birisinin asit kullanımı olduğu belirtilmiştir (Anonim 4).

%2.3 organik madde kapsamı olan, %44 kil içeren, pH değeri 7.52 olan ve %10 kireç kapsamına sahip bir toprağa laboratuvar ortamında 1 g. N/ton olacak şekilde DAP, amonyum sülfat, üre ve üre gübresine ek olarak saf azotun 10 ve 5 katı olacak dozlarda fosfojips kullanarak yürütülen bir çalışmada, uygulamalardan 25 gün sonraki ölçümlerde DAP, amonyum sülfat ve üre gübreleri ile verilen azotun %2.3, %3.1 ve %32.6'sının amonyum azotu olarak kaybolduğu, fosfojips kullanılarak üre verilen uygulamalarda ise amonyum azotu şeklinde meydana gelen kayıpların %85 oranında azaldığı, fosfojipsin azot kaybı üzerine olan bu etkisinin toprak pH değerinde meydana getirdiği düşüş ile ilişkili olduğu belirlenmiştir (Bayraklı 1990)

Topraklarda var olan fosforun alınabilirliği büyük ölçüde toprak pH değerine bağlıdır. Kireç kapsamı yüksek ve alkalın topraklarda fosfor elementi kalsiyum ile birleşerek kalsiyum fosfatları oluşturur iken, asit topraklarda demir ve alüminyum fosfatları oluşturmaktadır (Aktaş 1995).

Awad vd. (1996), kireçli topraklarda yetiştirilen mısır bitkisinin mikroelement beslenmesi ve tane verimi üzerine toprak pH değerinin etkilerini araştırmak amacıyla N, P ve S içeren gübreleri uygulamışlardır. Yüksek kireç içeren toprakta uygulamalara bağlı olarak toprak pH'sı düşmüş ve bitkilerin yapraklarında bulunan demir, çinko ve mangan kapsamı artmıştır.

Bitkisel üretimde toprak pH değerinin istenilen aralıkta olması damlama sulama ile uygulanan gübrelerin yarayışlılığını artırdığı gibi toprakta var olan besin elementlerinin de alınabilirliğini artırır. Toprak pH değeri azaldıkça değişebilir alüminyum kapsamının yükseldiği, buna rağmen değişebilir magnezyum, kalsiyum, potasyum kapsamının azaldığı, alınabilir demir, mangan ve çinko içeriğinin arttığı bildirilmiştir (Çetin ve Tolay 2009).

Biber bitkisi ile yürütülen bir çalışmada yüksek düzeyde azot kullanımına bağlı olarak damlatıcıların altında bulunan toprağın pH değerinin düştüğü belirlenmiştir (Haynes 1988).

Sulama suyunun ve toprakların pH değerinin 7.0'nin üzerinde olmasının sebebi bikarbonatlardır. Yetiştirme ortamlarında yüksek düzeyde bikarbonat olması bitkiler açısından toksik olabilir. Ancak bu durum toksisiteden daha çok bitki besin elementi alınabilirliği üzerine olumsuz etki eder. Ayrıca sulama sularında bulunan bikarbonatlar suda bulunan magnezyum ve kalsiyum elementleri ile birleşerek çökebilir ve bu durum sulama sisteminde tıkanıklıklara yol açarak sisteme zarar verebilir. Yüksek pH değerine sahip topraklarda pH değerinin azaltılması ile mikro elementlerin ve fosforun alınabilirliği artar (Çetin ve Tolay 2009).

Sulama suyu pH değeri 7.2 ile 8.5 arasında ise alkali olarak değerlendirilir. Alkali pH değerine sahip sular ile yapılan gübrelemeler sulama sistemlerine çeşitli zararlar verebilir. Bu zararlar gübrelerde çökelmelerin meydana gelmesi ve buna bağlı olarak filtrelerde ve damlamalarda zamanla tıkanıklıkların meydana gelebilmesidir (Çetin ve Tolay 2009).

Sulama sularında pH değerini düşürmek için kullanılacak olan bileşikler fosforik asit (H_3PO_4) ve nitrik asittir (HNO_3). Bu asitler sulama suyunun özelliklerine

bağlı olmakla birlikte su pH'sını 5.0'e kadar düşürebilirler. Sulama suyu pH değerinin 5.0 değerinin altına düşmesi durumunda bitkilerin kökleri zarar görebilir. Ayrıca mangan ve alüminyum konsantrasyonları bitkilere toksisite gösterecek düzeylere ulaşabilir (Keller ve Bliesner, 1990)

Bitkisel üretimde bitki köklerinin bulunduğu alan sınırlı alan olsa da büyük bir kütleyi kapsar ve bu büyük kütlenin pH değerinde meydana getirilecek olan pH değişikliğinin sürekliliği zordur. Çünkü bu amaçla kullanılacak olan asit veya asit karakterli gübreleme çok maliyetli olabilir. Bunun yerine sulama suyuna sürekli ve düzenli olacak şekilde asit uygulayarak istenilen pH'da gübreleme yapılır ise etkili köklerin olduğu bölgenin pH değeri kontrol altına alınabilir. Bu şekilde bitki beslenmesi için gerekli olan başta mikro elementler olmak üzere pekçok bitki besin elementinin yarayışlılığı artabilir (Fidan 2002)

Yetiştirme ortamlarında ortamın pH değeri özellikle mikro element alınabilirliği üzerine önemli etki yapar. Yetiştirme ortamının pH değerinin düşük olması durumunda demir, mangan, çinko ve bakır yarayışlılığı artar (Gül, 2008)

Yüksek pH değerlerinin düşürülmesi amacıyla asit kullanılabilir. Bu amaçla genellikle nitrik asit, fosforik asit, hidroklorik asit veya sülfürik asit kullanılmaktadır. Fosforik asit veya nitrik asit kullanımı ile fosforik+nitrik asidin birlikte kullanımı daha yaygındır. Yüksek pH'nın kontrolünde fosforik aside oranla nitrik asit daha etkilidir (Gül, 2008).

Sulama suyu pH değerinin yüksek olması durumunda suda bulunan magnezyum ve kalsiyum bikarbonat ve karbonat oranları artmaktadır. Bu tarz sulama sularına sahip olan üreticilerin suyun pH değerini düşürerek bitki besin elementlerinin yarayışlılığını artırması önerilir. Bu amaçla asit kullanımı tercih edilmelidir. Asit kullanımına bağlı olarak fosfor, demir, çinko, bakır ve mangan başta olmak üzere bitki besin elementi yarayışlılığı artmaktadır. Ayrıca damlama sulama sistemlerinde çözünememiş tuz birikimi engellenebilmektedir. (Anonim 5)

Bitki yetiştiriciliğinde istenen ortam pH değeri 6.0-6.5 aralığında olmalıdır. Ortam pH değerinin 6.5'in üzerinde olması durumunda mikro elementlerin (demir, mangan, çinko ve bakır) ve fosforun; pH değerinin 5.5'in altında olması durumunda ise molibden ve fosfor elementlerinin bitkiler tarafından alınımı azalabilmektedir (Anonim 6)

Tobia ve Pollard (1959) kireçli bir toprakta yapmış oldukları bir çalışmada alüminyum sülfat, sülfürik asit ve ferro sülfat kullanarak toprağın pH değerini düşürmüşlerdir. Araştırma sonucunda;

1) Toprağın pH değerini azaltacak kadar yüksek oranlarda kullanılan alüminyum sülfat toprakta bulunan yarayışlı fosfor kapsamını azaltmıştır. Ayrıca toprakta bulunan kalsiyum içeriği düşmüş ve alüminyum sülfatın yüksek düzeyde uygulamalarına bağlı olarak toprakta magnezyum içeriği artmıştır. Bu duruma bağlı olarak Ca:Mg oranı 1 birimin altına düşmüştür.

2) Sülfürik asit kullanımının toprak pH değeri üzerine etkisi geçici ve az olmuştur. Değişebilir kalsiyum kapsamı artmış ve alınabilir fosfor kapsamı düşmüştür.

3) Ferro sülfat kullanımı toprak pH değerinde geçici düşüşe neden olmuş, toprağın değişebilir magnezyum kapsamı ve kalsiyum kapsamı üzerine sınırlı etkisi olmuştur. Toprakta bulunan alınabilir fosfor kapsamı düşmüştür.

4) Alüminyum fosfat uygulamaları, topraktaki alınabilir mangan kapsamını alınabilir demir kapsamından daha düşük düzeye getirmiştir. Ferro sülfat alınabilir mangan kapsamı üzerine sınırlı etkide bulunmuştur. Sülfürik asidin toprakta bulunan demir, mangan ve alüminyum kapsamı üzerine hissedilir bir etkisinin olmadığı belirlenmiştir

pH değeri 8.28 ve kireç içeriği %30.71 olan bir toprakta yetiştirilen portakal bitkisinin, demir beslenmesi üzerine sülfürik asit, elementel kükürt ve Fe-EDDHA uygulamalarının etkisi araştırılmıştır. Çalışma sonucunda portakal bitkisinin yapraklarında bulunan demir kapsamını en çok artıran uygulama Fe-EDDHA uygulaması olmuştur. Sülfürik asit ve elementel kükürdün etkileri dozlara bağlı olarak değişmiştir. Üç yıllık araştırma sonuçları değerlendirildiğinde demir noksanlığının çözümünde; 6 kg/ağaç elementel kükürt uygulamasına ek olarak 5.0 kg/ağaç elementel kükürdün 5 kez sulandırılarak uygulanmasının ekonomik açıdan faydalı olabileceğini belirlenmiştir (Özbek ve Danışman 1979)

Kireçli topraklara uygulanan sülfürik asit ve FeSO_4 'ın sorghum verimine olan etkileri incelendiği sera denemelerinde; 250 ppm ve daha fazla düzeyde yapılan sülfürik asit ve FeSO_4 etkilerinin üçüncü ürünün bile verim ve kalitesini etkilemesine karşın 2.5 ppm FeSO_4 'ın etkisinin 2.5 ppm sülfürik asitin etkisinden daha yüksek olabileceği bildirilmiştir. Tarla denemelerinde ise hektara uygulanan 560 kg FeSO_4 veya sülfürik asit etkisinin aynı olduğu; sülfürik asit uygulamasının hektara 5600 kg olması durumunda ürün veriminin azaldığı belirtilmiştir. Bu düşüşe toprak pH değerinde meydana gelen fazla düşüşün veya toprak tuzluluğunun artmasının sebep olabileceği bildirilmiştir (Mathers 1970).

Kükürt kullanımı sonucunda toprak pH'sının azalacağı ve buna bağlı olarak da topraktaki fosfor ve mikro element yarıyışlılığının artacağı bildirilmiştir. Fosfor ve mikro element yarıyışlılığında oluşacak olan bu etkinin az kireçli topraklarda yüksek kireçli topraklara göre daha fazla olabileceği fakat mikro element ve fosfor elementlerinin yarıyışlılığını, yüksek kireç içeren topraklarda artırmanın daha önemli olduğu bildirilmiştir (Shadfan ve Hussen 1985).

Flotasyon atığı ve elementel kükürt kullanılarak saksı ve tarla denemesi olacak şekilde yürütülen bir çalışmada toprak pH'sının kontrole göre tüm uygulamalarda düştüğü bildirilmiştir (Orman 1996).

Rayn ve Stroehlein (1973), tarafından düşük alınabilir fosfor kapsamına sahip pH değeri 8.2 olan, %6 ve %12.5 kireç içeren topraklarda yürütülen bir çalışmada toprağa 336.26, 672.52 ve 1008.77 kg/ha H_2SO_4 uygulanmıştır. Araştırmada uygulama metodu olarak 4 farklı yöntem kullanılmıştır:

1. Sulama suyuna vermek
2. Toprağa homojen şekilde vermek

3. Banda uygulamak
4. Toprak üzerinde aynı noktaya uygulamak

Bu uygulamalara bağlı olarak domates bitkilerinin fosfor beslenmeleri incelenmiştir. Araştırma sonucunda kireç içeriği %6 olan toprakta 3. ve 4. metotların daha iyi sonuç verdiği belirlenmiştir. Toprakların pH değerlerinin 8.2'den %6 kireç kapsamına sahip toprakta 6.4'e; %12 kireç kapsamına sahip toprakta 7.2'ye düştüğü belirlenmiştir. Ayrıca toprakların alınabilir fosfor kapsamı %6 kireçli toprakta 1 ppm'den 8 ppm'e; %12 kireçli toprakta 0.7 ppm'den 1.8 ppm'e kadar artmıştır.

Rayn vd. (1975), alınabilir demir kapsamı düşük kireçli bir toprağa sahip serada yürütülen bir çalışmada sülfürik asidin etkisini araştırmışlardır. Çalışmada kontrol ve sülfürik asidin 1, 3, 5 ve 10 ton/ha dozlarını denemişlerdir. Çalışma sonucunda sülfürik asidin ekimden önce saksılara uygulanması sırası ile 1) toprak yüzeyine uygulama 2) toprak ile karıştırma 3) band üzerine uygulama 4) toprağın bazı noktalarına uygulama şeklinde olmuştur.

Ayrıca bazı saksılara 3 ton/ha hasabı ile $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ (%20.1 Fe) ve Fe-EDDHA (%6.9 Fe) uygulamışlar ve buna ek olarak aynı zamanda bazı saksılara da jarosit (%29 Fe) denemesi kurmuşlardır. Araştırma sonuçlarında:

1. Kullanılan tüm materyaller içerisinde ekonomik bakımdan en etkili yöntemin sülfürik asit olduğu belirlenmiştir.
2. Sülfürik asit kullanımı ile diğer yöntemler arasında istatistiksel olarak bir farklılığın olmadığı belirlenmiştir.
3. Uygulanan sülfürik asit ve demirli materyallerin zamana bağlı olarak etkinliklerinin azalması erimiş olarak bulunan demirin kimyasal etkileşimler sonrası daha az erimiş halde bulunması, sulama suyunda bulunan bikarbonatların demir çözünmesi üzerine olumsuz etkide bulunması ve bitkilerin demir alımına bağlı olarak ortamda bulunan demir içeriğinin azaldığını belirlemişlerdir.
4. Uygulanacak sülfürik asit dozunun yükseltilmesi durumunda sülfürik asidin sonraki etkisinin daha fazla olabileceği tespit edilmiştir. Araştırılan diğer demir kaynaklarına oranla pH değeri düşürülmüş jarositinin demir noksanlığında kullanılmasının ekonomik olarak önemli bir kaynak olabileceği bildirilmiştir.

Yüksek pH değerine sahip topraklarda pH'ya duyarlı besin elementlerinin topraklarda yüksek düzeylerde bulunmasına rağmen bitkiler tarafından alınması sınırlıdır. Bu elementler yüksek pH'da bitkiler tarafından alınamayan formlara dönüşebilmektedir. Bu durumun çözümünde kullanılacak yöntemlerden birisi de banda elementel kükürt verilerek toprak pH değerinin düşürülmesi ve böylece bitki besin elementi alımının artırılmasıdır (Wiedenfeld 2011).

Demirtaş vd. (2012), örtüaltı tek mahsül domates üretiminde yapmış oldukları bir çalışmada kontrol, kimyasal gübre, organik gübre, ½ kimyasal+organik gübre, 1/1 kimyasal+organik gübre ve kimyasal gübre+yapraktan organik gübre konuları ile 4

tekerrürlü bir deneme kurmuşlardır. Çalışmada tüm uygulamalara bağlı olarak toprak pH değerinin düştüğü belirlenmiştir. Organik gübre içeren konularda organik gübrenin toprak pH'sını düzenleyici etkiye bağlı olarak; kimyasal gübrelerin uygulandığı konularda ise nitrik asidin ve fizyolojik asit etkiye sahip gübrelerin pH düşüşünde etkili olduğunu tespit etmişlerdir.

Çebi vd. (2018) tarafından farklı tuzluluk seviyelerinde ve farklı düzeylerde uygulanan sulama sularının domateste pazarlanabilir meyve verimi ve su kullanım etkinliği üzerine etkisinin araştırıldığı çalışmada dört sulama suyu tuzluluğu; T1: 0.38 dS m⁻¹, T2: 1.10 dS m⁻¹, T3: 2.50 dS m⁻¹, T4: 5.00 dS m⁻¹ ile üç sulama seviyesi; profildeki eksilen neme göre tarla kapasitesinin %70'i (S1), %100'ü (S2) ve %130'u (S3) seviyesinde sulama uygulamaları bölünmüş parseller deneme desenine göre 3 tekerrürlü olarak ele alınmıştır. Çalışmada en yüksek verimler T1S2, T2S2 ve T1S3 uygulamalarından, en düşük verim ise T4S1 uygulamasından elde edilmiştir. Sulama suyu tuzluluğu arttıkça her sulama düzeyinde verim ve pazarlanabilir verime göre su kullanım randımanı düşmüştür. Çalışmada kontrole göre pazarlanabilir verimde kayıpların en az olduğu (%5) 1.10 dS m⁻¹ elektriksel iletkenliğe sahip suların erken ilkbahar-yaz yetiştirme periyodunda sera domates yetiştiriciliğinde kullanılabileceği, verim kaybını azaltacak ve su kullanım etkinliğini artıracak teknoloji ve yöntemler benimsenerek 2.50 dS m⁻¹ elektriksel iletkenliğe sahip suların da yetersiz su koşullarında kullanılabileceği bildirilmiştir.

Sera koşullarında tuz stresi altındaki domates bitkisinde antioksidan sistem, prolin, relatif su kapsamı (RSK, %), membran geçirgenliği (MG, %) ve kuru madde (KM, %) üzerine potasyum (K) ve kalsiyum (Ca) bileşiklerinin etkilerinin araştırıldığı bir çalışmada, domates bitkisine tuz ile ilave olarak verilen potasyum ve kalsiyumlu bileşikler antioksidan sistemi regüle etmiş, tuzun arttırdığı lipid peroksidasyonu düşürmüş ve tuzun olumsuz etkilerini azaltarak RSK, MG ve KM üzerinde iyileştirici etkiler yapmıştır. Tuz stresi altında yetiştirilen domates bitkisine uygulanan Ca ve K'lu bileşiklerin, stres etkilerini hafifleterek bitkinin gelişimini destekleyebileceği belirtilmiştir (Tuna vd. 2017).

Bilgin ve Yıldız (2008) tarafından yürütülen çalışmada domates bitkisinin gelişme devresinin 3 farklı aşamasında, besin çözeltisine artan düzeylerde uygulanan NaCl'nin (0=1.34, 1=3, 2=7, 3=14 dS/m) bitki gövde ve kök kuru maddesi ile mineral içeriğine etkisi araştırılmıştır. Çiçeklenme başlangıcına kadar yetiştirilmesi planlanan domates bitkilerinden 1. Gelişme devresinde olanlar (çimlendikten hemen sonrakiler) tuz stresine dayanamamışlar, bu nedenle denemeye 2 ve 3. gelişme devresindeki domates bitkileri ile devam edilmiştir. Bitkiler çiçeklenme başlangıcında hasat edilerek kuru ağırlık ve mineral içerikleri belirlenmiştir. Besin kültüründe NaCl uygulamalarındaki artışa bağlı olarak domates bitkilerinin her iki gelişme devrelerinde de kuru madde miktarı azalmış, bitki Na ve Cl içerikleri artarken, K ve NO₃ içeriği azalmıştır.

Domates bitkisinde kükürt uygulamalarının etkilerinin araştırıldığı bir çalışmada kükürt uygulamalarının toprak pH'sı, EC ve bitki verim ve bazı kalite unsurları üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Toprak pH'sı kontrol parseline göre %9.9 oranında düştüğü, EC değerinin ise %227 oranında arttığı tespit edilmiştir. Artan dozlarda kükürt uygulamalarına bağlı olarak domates bitkisinin N, P, K, Ca, Mg, S, Mn, Zn ve Cu içeriklerinde artışlar elde edilirken, domates veriminde ise kontrole göre en yüksek verim

artışı (%21,9) yine 1800 kg/ha S uygulamasından elde edilmiştir. Toprak pH'sında meydana gelen düşüslere bağılı olarak elde edilen verim artışları, benzer şekilde bölgede üretilen diğerkültür bitkilerinin de daha etkin olarak yetiştirilmesinde önemli bir kaynak teşkil edebileceğı belirtilmiştir (Gürsoy 2011).

Kükürt uygulamalarının toprak pH ve EC'sine ve mikro besin elementlerinin alınabilirliğı üzerine etkisini araştırmak için yürütölen bir çalışmada, inkübasyon süreleri ve uygulanan kükürt dozlarına bağılı olarak; düşük organik madde ve kireç içeriğine sahip toprakların pH değerlerinde önemli düzeyde azalmanın olduğunu belirtmişlerdir. Kükürt uygulamalarına bağılı olarak toprakların çözünabilir tuz miktarlarının arttığını buna bağılı olarak da toprak E.C. değerlerinde bir artış belirlendiğı ve pH'nın önemli ölçüde düşmesi ile toprakta yarayışlı Fe, Mn, Cu miktarının arttığını bildirmişlerdir. Çalışma sonucunda elde edilen verilerin, özellikle kireçli alanlarda uygulanan ıslah programlarına katkı sağlayacağı bildirilmiştir (Sierra vd. 2007)

Skwierawska vd. (2008), tarafından yürütölen bir çalışmada sülfat SO_4^{2-} -S ve saf kükürt (S0-S) halinde 40 kg/ha, 80 kg/ha ve 120 kg/ha dozlarında ve iki farklı toprak derinliğine (0-40 ve 40-80 cm) kükürt uygulaması yapılmıştır. Kükürt uygulamalarına bağılı olarak topraklarda asitliğin arttığını ve 120 kg/da SO_4^{2-} -S uygulamasında her iki toprak derinliğinde de yarayışlı fosfor miktarında önemli derecede artışların olduğunu bildirmişlerdir.

Wu vd. (2007) alkali toprakların fosfataz aktivitesi, yarayışlı fosfor içeriğı ve toprak pH'sı üzerine kükürt uygulamalarının etkisini incelemek amacıyla bir saksı denemesi kurmuşlardır. Deneme sonucunda, toprak pH'sında kayda değer oranda düşüş ve buna bağılı olarak toprağın alınabilir fosfor kapsamında artışın olduğu bildirilmiştir.

Elementel kükürdün domates bitkisinin gelişimi üzerine etkisinin araştırıldığı bir çalışmada yüksek kireçli bir toprağa 0, 30, 60, 120 kg/da olacak şekilde elementel kükürt uygulamaları yapılmıştır. Çalışma sonucunda meyve kuru madde içeriğı, meyve asitliğı, meyve verimi ve yaprak klorofil içeriğı kapsamının arttığını belirlenmiştir. Domates yapraklarının beslenme durumu incelendiğinde, yapraklarda bulunan N, P, K, Ca, Mg, S, Na, Zn Mn, Cu ve aktif demir içeriğı yükselir iken, toplam demir içeriğinin düştüğü belirlenmiştir (Topçuoğlu ve Yalçın 1997).

Eyüpoğlu vd. (1995) Türkiye'nin farklı bölgelerinden alınan toplan 1511 toprak örneğinde yapılan analiz sonuçları değerlendirildiğinde toprakların pH değerleri ile alınabilir demir kapsamı arasında azalan doğrusal bir ilişki olduğu belirlenmiştir. Yüksek pH'lı topraklarda alınabilir demir içeriğı düşmekte ve bu düşüş alınabilir mangan, çinko ve bakıra oranla daha fazla olduğu belirlenmiştir.

Bitkilerin fenolojik dönemlerine bağılı olarak tuzluluğun etkileri değişmektedir. Örneğin, şeker pancarı çimlenme döneminde tuzluluğa aşırı hassas iken gelişmesinin diğerk dönemlerinde tuzluluğa oldukça dayanıklıdır. Buna rağmen çeltik, buğday, arpa bitkilerinin tuzluluğa karşı olan dayanımı çimlenmeden sonraki gelişim dönemlerinde azalmaktadır (Güneş vd. 2010). Doğan vd. (2008) farklı domates tohumlarının çimlenmesi üzerine tuz stresinin etkilerini araştırmış ve tuz stresi artıkça çimlenme oranında belirgin bir azalmanın olduğunu tespit edilmiştir.

Tuz stresi ciddi fizyolojik fonksiyon bozuklukları yarattığı için bitkinin vejetatif büyümesini kısıtlamakta, dölleme bozukluklarına, meyvelerin küçük olmasına ve ileri düzeylerde bitkinin ölmesine neden olabilmektedir. Bitkilerin tuz konsantrasyonuna karşı gösterdikleri duyarlılık değişebilmektedir. Buna bağlı olarak tuzluluk sorunu olan bir bölgede yapılacak olan tarımsal faaliyetlerde tuzluluk hassasiyeti düşük olan tür ya da çeşitler seçilmelidir. Bitkilerin tuza dayanımları, iklim koşulları, toprağın nem durumu, tuz çeşidi ve ortamdaki diğer tuzlara göre değişim göstermektedir. Bitkilerin tuzluluğa karşı dayanıklılığının göstergesi, kök bölgesinde bulunan toplam eriyebilir tuz içeriğinin belirli bir düzeyi için tahmin edilen verim değişimidir. Tuzlu şartlarda elde edilen verim miktarı tuzsuz koşullar altında yetiştirilen aynı bitkiden elde edilen verimle kıyaslanarak tuza dayanıklılığın tespit edilebileceği bildirilmiştir (Dölarslan ve Gül 2012).

Bitkilerin tuz drenci büyüme mevsiminin sonuna doğru artmaktadır. Ancak, birkaç bitki bu kuralın dışına çıkmaktadır. Örneğin çeltik, çiçeklenme ve tohum bağlama dönemlerinde tuzluluğa karşı çok duyarlı olduğu halde, çimlenme ve tohum bağlama dönemlerinde çok dirençlidir. Genellikle hemen hemen tüm bitkiler ekim ve ilk gelişme dönemlerinde tuza karşı çok duyarlıdır (Kanber vd. 1992).

Sönmez ve Yurtseven (1995) domates bitkisinde farklı fenolojik dönemlerinde farklı tuzluluk düzeyinin etkisini araştırmışlardır. Tuzluluk düzeyinin artmasına bağlı olarak çimlenme oranlarını düşmüş ve 10 dS/m düzeyinde çimlenme meydana gelmemiştir. Fide gelişimi üzerine ise 4 dS/m'nin üzerindeki tuzluluk düzeyleri olumsuz etki yaratmıştır. Çalışmalarda birinci yılındaki verim değerlerinin araştırılan tuzluluk değerlerinden etkilenmediği gözlenirken, ikinci yıl verim değerleri üzerine tuzluluğun etkisi önemli olmuştur. Üçüncü yıl verim değerleri üzerine tuzluluğun etkisinin daha büyük oranda olumsuz etkide olduğu bildirilmiştir.

Fertigasyonda gübre etkinliğinin, diğer klasik gübreleme yöntemlerine göre yüksek olduğu çok sayıda araştırma ile ortaya konmuştur (Malik vd. 1994; Gaskell 2004). Buna karşın damlatıcılarda tıkanıklık, bitki kök bölgesi civarında tuz birikimi ve ekonomik-teknik sınırlılıklar gibi kısıtlamaları da mevcuttur (Bozkurt 2003). Fertigasyon uygulamaları ile bitki kök bölgesinde tuz konsantrasyonunun artışı yönüne yönelik en ciddi eleştirilerin başında gelmektedir. Fertigasyon uygulamalarında tuzluluk riskinin azaltılması, etkin su kullanımı ve toprak kalitesinin korunması birincil hedefler arasında yer almaktadır. Hem katı hem de sıvı olarak geniş bir yelpazede yer alan gübreler fizikokimyasal özelliklerine bağlı olarak fertigasyonda kullanılabilir. Bununla birlikte yaygın ve büyük alan uygulamaları için katı gübrelerin sıvı gübrelere oranla daha ucuz alternatif olduğu düşünülmektedir (Bozkurt 2003).

Fertigasyonla, su ve besin elementlerinin toprak ile teması azaltılarak su ve besin elementleri büyük ölçüde bitkilerin etkili kök bölgesine verilmekte ve büyük miktarda su ve gübre kazancı sağlandığı bildirilmektedir (Beyaert vd. 2007).

Bazı araştırmacılar özellikle toprakta düşük besin elementi konsantrasyonlarında fertigasyon ile gübre uygulama sıklığının artışı ile bitki veriminin önemli derecede arttığını ve verimdeki bu artışın temel nedeninin besin elementi alımının özellikle de P'un düzenli olarak bitkilere verilebilmesinden kaynaklandığını bildirmişlerdir (Silber vd. 2003; Xu vd. 2004).

Gübre uygulama yöntemleri, optimum gübre kullanımı ile maksimum verim ve kalitenin elde edilmesinde çok önemlidir. Gübrelerin bölünerek düzenli olarak zamanında uygulanması tavsiye edilmektedir (Neeraja vd. 1999). Bu durumda bitkiler tarafından gübre kullanım etkinliğinin arttığı ve yıkanma kayıplarının azaldığı belirtilmektedir (Shock vd. 1995). İklimin gübre çözünürlüğü üzerine oldukça büyük etkisi vardır. Soğuk dönemlerde gübrelerin çözünürlüklerinin düşebildiği buna bağlı olarak gübre çözeltilerinde çökelmelerin oluşabildiğini bundan dolayı soğuk iklim dönemlerinde düşük konsantrasyonlu ve sık gübre uygulamalarını önermektedirler. Bu bağlamda, ılıman iklimlerde soğuk iklimlere oranla daha yüksek düzeylerde azot ve potasyum uygulanabileceği bildirilmiştir (Burt vd. 1995).

Cui vd. (2004), tarafından 0 ve 200 mg kg⁻¹ elementel kükürt uygulamasının mısır bitkisinin verimi üzerine etkisini incelemek amacıyla yürütülen araştırmada 200 mg kg⁻¹ toprak uygulamasıyla toprak pH değerini yaklaşık 0.3 ünite azaldığı ve ağır metallerin çözünürlüğünü artırdığı tespit edilmiştir. Sürgünlerdeki kuru maddede ağır metal içeriklerinin 2.3 kat fazla olduğu bildirilmiştir. Toprak pH değerindeki düşüşe bağlı artan çözünürlük etkisiyle bitki dokularında ağır metal içeriğinin yükseldiği bitki veriminin ise azaldığı belirtilmiştir.

Birçok araştırmacı farklı bitkilerde artan tuz konsantrasyonuna bağlı mineral beslenme düzeylerindeki değişimleri incelemiştir. Bazı çalışmalarda çözeltilerde artan NaCl konsantrasyonunun bitkilerde bulunan N, P, K, Ca ve Mg kapsamalarında düşüşe neden olduğunu bulunmuştur (Farooq vd. 2009). Düşük pH'da Ca'un K alımını arttırdığı saptanmıştır (Ghoshal ve Masood 1974). Bu durum iyonların bitki hücrelerine alımını etkilemekte ve böylece hücredeki iyon dengesinin bozulmasına neden olabilmektedir (Zhu 2001).

Tuzluluğun, bitkiler üzerinde doğrudan etkisi osmotik basınç ve iyon stresi etkileridir. Dolaylı etkileri ise bu osmotik basınç ve iyon stresinden kaynaklanan yapısal bozulmalar ve zehirli bileşiklerin üretilmesidir. Tuzluluğun bitki gelişimi üzerine etkileri; bitki türü ve çeşidine, tuzun türü-miktarına ve tuzlu şartlarda kalma süresine göre değişmektedir. Tuzluluğun neden olduğu dolaylı etkiler; DNA, protein, klorofil ve zar yapısı ve fonksiyonlarında zarara yol açan aktif oksijen türlerinin sentezlenmesi, metabolik zehirlenme, K⁺ alımının azalması veya engellenmesi, hücre ölümü olarak sıralanabilir (Botella vd. 2005; Hong vd. 2009).

Bitkisel üretimde kullanılabilecek alanların sınırlı olması ve sebzelerin yüksek pazar talebi nedeniyle kabakgiller ve patlıcangiller familyası sık sık uygun olmayan toprak ve çevre koşullarına yetiştirilmektedir. Bu uygun olmayan koşullar: tuzluluk, sıcaklık stresi, kuraklık stresi, su baskını ve kalıcı (persistent) organik kirliliktir. Strese maruz kalan bitkilerde, çeşitli fizyolojik ve patolojik gelişim sorunları yaşanabildiği gibi bunların sonucunda meyve kalitesi ve veriminde ciddi düzeylerde düşüşler meydana gelebilir (Schwarz vd. 2010).

Stres altındaki bitkinin çözünebilir maddeleri bünyesinde biriktirmesi neticesinde su potansiyelini azaltmakta böylece su alım miktarını artırıp tuzluluk stresine karşı dayanımını arttırmaktadır buna “ozmotik uyum” denir. Osmotik uyum tuz stresine maruz kalan bitkilerin tuzu almaması ya da çözünen organik bileşiklerin sentezini artırması ve bu bileşikler bünyelerinde biriktirmesi ile sağlamaktadır. Aynı zamanda inorganik

iyonların ve organik bazı iyonların bünyede biriktirebilme özelliği de osmotik uyum kapsamında değerlendirilmektedir (Marschner 1995).

Satti ve Lopez (1994) domatesta yaptıkları bir çalışmada tuzdan kaynaklanan stresin etkilerinin farklı dozlarda K uygulamasıyla azaltmayı amaçlamış, bu amaçla artan dozlarda (4, 8, 16 mM) potasyum nitrat ve 50 mM tuzu beş farklı domates çeşidine uygulamışlardır. Potasyum seviyesi 4 mM'den 8 mM'e çıktığında meyve verimi %48 oranında artarken, 16 mM seviyesine çıktığı durumda da %16 lık bir artış belirlenmiştir. Tuzluluk stresine bağlı olarak meyve boylarında yaklaşık %30'luk düşüşün olduğu tespit edilmiştir.

Domates meyvelerin sayıları ve büyüklükleri tuz konsantrasyonunun artmasıyla beraber düşüş gösterebilmektedir. Tuzlu ortamlarda Ca ve K gibi iyonların bitki tarafından alınması azalabilmekte ve buna bağlı olarak bitki-su ilişkisi olumsuz olarak etkilenebilmektedir (Ho ve Adams 1995).

Toprak pH tamponlama kapasitesi (pHBC) genellikle toprağın asitleşme oranını ölçmek için kullanılır. Kireçli topraklar nispeten daha yüksek pH ve pHBC'ye sahiptir ve uzun süreli gübreleme işlemleri kirecin, karbonatın ve bikarbonatların pH ve pHBC üzerindeki etkisini zayıftır. Kireçli bir toprakta 0-20 cm derinlikte 22 yıl boyunca altı farklı uygulama (1. kontrol; 2. azot; 3. azot ve fosfor; 4. azot, fosfor ve potasyum; 5. organik gübre ve NPK; 6. mısır slajı ve NPK) ile yürütülen bir çalışmada; hem pH hem de pHBC önemli ölçüde kontrole göre tüm uygulamalarda azalmıştır. Kontrole ile karşılaştırıldığında, toprak pHBC'si farklı işlemler altında %17.3'ten % 5.7'ye düşmüştür. Kalsiyum karbonat (CaCO_3) içeriği, gübreleme uygulamaları sonucu önemli ölçüde azaltılmış ve en yüksek toprak asitleşmesine 6. uygulamanın neden olduğunu bildirilmiştir. Bu durumda daha yüksek H^+ varlığı ve daha düşük pHBC'nin meydana geldiği belirtilmiştir (Zhang vd. 2016).

Aria vd. (2010) yaptıkları bir çalışmada kaya fosfatından elde edilen fosforun yarayışlılığını artırabilmek için; kükürt, organik madde ve kükürt oksitleyen bakterilerin inokülasyonu ve bunların farklı kombinasyonlarından oluşan uygulamaları denemişlerdir. Faktöriyel deneme desenine göre tasarlanan çalışmada kükürt; üç farklı dozda %0 (S1), %10 (S2), %20 (S3) ve organik madde kaynağı olarak vermikompost; 2 farklı dozda %0 (V1), %15 (V2), bu iki uygulamanın kombinasyonlarının yanında kükürt oksitleyen bakteri inokülasyonu yapılan (B2) ve bakteri inokülasyonu yapılmayan (B1) uygulamalar denenmiştir. Deneme sonucunda elde edilen veriler değerlendirildiğinde kükürt uygulamasının suda çözünebilir fosfor üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Kaya fosfatının çözünebilirliği üzerine (S3) uygulaması, (S1) uygulamasından 2,4 kat daha etkili olduğuna uygulamalar içerisinde en yüksek suda çözünebilir fosfat içeriğinin 20% (S3), 15% (V2), ve bakteri inokülasyonunun (B2) birlikte uygulandığı (B2S3V2) uygulamasından elde edildiği bildirilmiştir.

Wu vd. (2007) alkali toprakların fosfataz aktivitesi, yarayışlı fosfor içeriği ve pH üzerine kükürt uygulamalarının etkisini belirleyebilmek için bir saksı denemesi yürütmüşlerdir. Elde edilen sonuçlara göre, toprak pH'sında kayda değer bir oranda azalma ve toprak yarayışlı fosfor içeriğinde önemli derecede artış gözlemlendiği bildirilmiştir. Ayrıca kükürt ile yapılan diğer bazı çalışmalarda da kükürt uygulamalarına bağlı olarak toprakların pH değerinde azalmalar, elektriki iletkenlik değerlerinde ise

artışların meydana geldiği tespit edilmiştir (Awad vd. 1996, Zimmy ve Malak 1998).

Çaycı vd. (1995) tarafından yürütülen bir çalışmada kükürt uygulaması ve inkübasyon süresinin bitki yetiştirme ortamı olarak peatin bazı kimyasal özellikleri üzerine etkisini araştırılmıştır. Peat'e yetiştirme ortamına farklı dozlarda (0, 0.5, 1.0 ve 2.0 kg/m³) kükürt ilave edilmiş ve dört farklı inkübasyon periyodu süresince (1, 2, 4 ve 8 hafta) peatte meydana gelen bazı kimyasal değişimler ölçülmüştür. Kükürt miktarına bağlı olarak, pH değerinin düşmesi sonucunda genel olarak, bağımsız NH₄-N miktarında azalma, NO₃-N'u, P, Fe, Mn ve Cu miktarlarında artış olduğu belirlenmiştir.

Yüksek pH'lı topraklarda, fosfor, demir ve çinko, toprakta bol miktarda bulunmalarına rağmen bitkiler tarafından alımı zor olan formlarda bileşikler oluşur. Toprağa verilen besin elementleri hızla kullanılamaz formlara dönüştüğünden verilen besinlerin etkileri genellikle kısa ömürlüdür. Bu etkiyi gidermeye yönelik çabalar zordur ve pahalıdır (Wiedenfeld ve Sauls 2008).

Toprak pH'ının ayarlanması, pH'a duyarlı besinlerin alınabilirliğini artırmak için bir stratejidir. Asitli toprakların pH'ını yükseltmek için kireçleme yaygın olarak kullanılan uygulamadır. Benzer şekilde yüksek pH'lı toprağa eklenen elementel kükürt sülfürik aside oksitlenir (H₂SO₄) ve toprak pH değeri böylece düşer. Ancak kireçli topraklarda bol miktarda bulunan serbest kalsiyum karbonat (CaCO₃), tüm toprağın pH'ını yükselten bir faktördür. Bu nedenle agronomik üretimler için tüm toprak profilinin pH değerinin ayarlanması çok pahalıdır ve pratik değildir. Olası bir alternatif olarak küçük bir bölgede toprağın pH'ını düşürmenin mümkün olabileceği bildirilmiştir (Wiedenfeld 2011).

Elementel kükürt uygulaması toprak pH'ını düşürerek, fosfor alımının artırmasına rağmen alkali topraklarda, bu artışın toprağın tamponlama kapasitesini oluşturan kalsiyum karbonatların miktarına bağlı olduğu bildirilmiştir (Besharati ve Saleh-Rastin 1999; Lindemann vd. 1991).

Kalbaşı vd. (1988) tarafından yapılan bir çalışmada elementel kükürt uygulamasının toprak pH'ını ve bikarbonat içeriğini önemli ölçüde düşürdüğü bu durumun alınabilir Fe, Zn ve Mn miktarını artırarak mısır, soya fasulyesi ve sorgum bitkilerinin beslenme düzeyi ve kuru ağırlığının kontrole göre artırdığı bildirilmiştir. Kükürt uygulamasının kireçli topraklarda bitki klorozunu azaltmanın ekonomik yolu olduğu belirtilmiştir (Besharati 2017).

Toprakta yüksek kireç (CaCO₃) konsantrasyonlarında Ca ve Mg elementleri ile P elementinin adsorbe edildiği, bu durumun P elementinin bitkiler için kullanılamaz hale getirdiği bildirilmektedir (Wright ve Snyder 2009; Wright vd. 2012).

Tarımsal üretim amacıyla kullanılan topraklarda bulunan fazla kirecin meydana getirdiği olumsuz etkiler ile Dünya genelinde karşılaşılmaktadır. Nitekim Dünya kara alanının %47'sinden fazlasını kireçli topraklar oluşturmaktadır (Lal 2009) ve bu toprakların birçok özelliği doğal koşullara bağlıdır (Rovira ve Vallejo 2008).

Suda çözünür formdaki fosfor gübrelemesi topraktaki P konsantrasyonunu artırabilir ve fosfor elementinin eksikliğine bağlı olan verim kayıplarını azaltabilir. Badr vd. (2015) tarafından kumlu bir toprakta patlıcan bitkisinin verimi üzerinde P uygulama

yöntemlerinin ve farklı gübreleme oranlarının araştırdığı bir çalışma yürütülmüştür. Çalışmada ortofosforik asit ve süper fosfatın farklı oranları kullanılmıştır. Süper fosfat az çözünürlüğüne bağlı olarak 0-20 cm üst toprakta önemli miktarda P birikmesine neden olmuştur ancak dikey ve yatayda hareketi sınırlı olmuştur. Ortafosforik asit uygulamalarında toprak alınabilir P konsantrasyonları sürekli olarak daha yüksekti. Ortafosforik asit gübrenmesi tüm gübreleme oranlarında bitkiler tarafından daha yüksek meyve verimi, meyve sayısı ve P alımı ile sonuçlanmıştır. Orta fosforik asit uygulaması ile Süper fosfat uygulamasına kıyasla ilk yıl %25 ve ikinci yıl %28 daha fazla verim alınmıştır. (Badr vd. 2015).

Azot (N) ve fosfor (P), bitkinin büyümesi ve gelişmesi için iki önemli makro besin maddesidir. Bu iki besin maddesi, tarım sektöründeki en yüksek gübre üretimi ve tüketimini temsil etmektedir. N ve P yıkanma veya fiksasyon gibi durumlar sonucunda büyük kayıplara maruz kalır. Azot ve fosfor gübrelere, sırasıyla %30-35 ve %18-20'lik bir net verime sahiptir. Bu kayıpların üstesinden gelmek için N kaynak ve uygulama yöntemleri açısından birçok ilerleme kaydedilmiştir. Bölünmüş uygulamadan kaplamaya ve kayıplarını en aza indirmek için nitrifikasyon inhibitörlerinin kullanımına kadar pek çok farklı uygulama metodu olduğu rapor edilmiştir. P kayıplarını engellemek ya da azaltmak için alkali toprakta asit etkiye sahip fosforlu gübreler tercih edilmesi, yavaş salımlı P gübrelere ve kaplamalı gübre kullanımı öne çıkan seçeneklerden bazılarıdır (Umar vd. 2020).

Özellikle kurak ve yarı kurak bölgelerdeki tarımsal toprakların birçoğu P elementi bakımından yetersizdir ve gübreleme ile verilen P yarayışlılığı açısından da olumsuz koşullar söz konusudur. Fosfor bitki büyümesinin erken evresinde genç bitkilerin kök gelişimleri için kritiktir (Barry ve Miller 1989). Damla sulama gibi sulama teknolojileri, az miktarda su uygulaması dahil olmak üzere toprağın küçük bir hacmini ıslatarak suyu verimli kullanılmasını sağlayıp, bitki büyümesini ve meyve verimi artırır. (Aujla vd. 2007). Bu olumlu etkiler kök bölgesinde ve büyüme mevsimi boyunca su ve besin uygulamasını hassas bir şekilde kontrol etme yeteneği ile ilgili olduğu söylenebilir (Locascio 2005). Damlama gübreleme, besin maddelerini aktif kök bölgesine verilmesini ve toprakta uygun su içeriği sağlar. Yaygın olarak kullanılan fosforlu gübrelere toprağa uygulaması genellikle düşük kullanım etkinliğine sahiptir. Fosfat iyonları genellikle toprakta hızla çökme ve adsorpsiyon reaksiyonlarına girerek toprak solüsyonundan çıkar. Bu nedenle uygulanan P gübrelere verimsiz kullanımı söz konusudur (Silber vd. 2003 ve Bhat vd. 2007). Damlama sistemlerinde asitli gübrelere kullanımı, eklenen P'nin doğrudan faydası dışında birçok yönden faydalı olabilir. Örneğin, gübreleme sisteminin kimyasal tıkanmasının önlenmesi (Haynes ve Swift 1987), toprakta bağlı bulunan fosforun çözünmesi, toprak pH'nın azalmasıyla artırılabilir (Wang ve Nancollas 2008) ve kireçli topraklarda rizosferin pH değerinin düşürülerek toprakta bulunan fosforu harekete geçirmek için etkili bir strateji olabileceğini bildirilmektedir (Shen vd. 2011).

Maltaş ve Kaplan (2018) tarafından yürütülen bir çalışmada 24 ayrı serada, 3 farklı dönemde (Ekim, Kasım Aralık) üretici koşullarında örtüaltı domates yetiştiriciliğinde asit kullanımı ve kullanılan asidin toprak pH'sı üzerine etkileri incelenmiştir. Çalışmada, ortalama sulama suyu pH değerleri 7.61, 7.55 ve 7.29 ve fertigasyon öncesi ortalama toprak pH'ları 7.61, 7.57 ve 7.55 olarak hesaplanmıştır. Üreticilerin ortalama asit tüketimleri 13.5, 13.8 ve 8.8 kg/ha olarak belirlenmiştir. Ortalama fertigasyon pH'ları 6.80, 6.61 ve 6.44 olarak hesaplanmıştır. Fertigasyon

pH'larına bağlı olarak fertigasyon öncesi ortalama toprak pH'larında 0.52, 0.65 ve 0.60 birimlik azalma meydana gelmiş ve fertigasyon sonrası ortalama toprak pH'ları 7.09, 6.92 ve 6.95 olarak hesaplanmıştır. Ayrıca sulama süreleri 44, 38 ve 22 dakika olarak kaydedilmiştir. 2. dönem örneklemede toprak pH'sındaki 30. dakikada belirlenen farkın, geçen zamana bağlı olarak azaldığı, yani toprak pH'sının artmaya başladığı belirlenmiştir. Araştırmada üreticilerin kullanmış oldukları asit miktarına bağlı olarak gerek ortalama fertigasyon pH değerleri, gerekse fertigasyon sonrası toprak pH değerlerinde düşüş meydana geldiği, ancak bu düşüşlerin istenilen ölçüde olmadığı belirtilmiştir. Daha düşük düzeyde fertigasyon pH değeri ile gübrelemenin yapılması durumunda bitki besin elementlerinin yarıyışlılığının artmasının sağlanabileceği bildirilmiştir. Bu durum özellikle yüksek kireç içeren ve yüksek pH değerine sahip topraklarda fertigasyonla üretilen bitkilerde kullanılan gübrelerin etkinliğini artırarak daha az gübre kullanılarak üretim yapılabilceği bildirilmiştir.

Tuzluluk ve su stresinin domates meyvelerine su ve iyon taşınmasını nasıl etkilediğinin araştırıldığı bir çalışmada, tuz verilen uygulamalarda bitkilerde meyvelere taşınan su miktarının düşmesine karşın, kuru madde miktarında önemli düzeyde artış olduğu bildirilmiştir. Floemdeki su hareketi, kontrol ve su stresindeki bitkilerdeki toplam su hareketi %80-85 oranında, tuz uygulanan bitkilerde %90'ın üzerinde bir oranda katkı sağladığını, floem özsuyundaki organik bileşiklerin konsantrasyonunun tuzlu koşullarda %40 oranında arttığı tespit edilmiştir (Plaut vd. 2004).

Toprak tuzluluğunun bitkinin istediği düzeyde olmaması durumunda pek çok sorun ile karşılaşmayı sağlayabilir. Bu sorunları bazıları: besin dengesizliği, ozmotik uyumsuzluk ve su alımında dengesizlik, enzim aktivasyon bozukluğu, genel metabolik süreçte aksamalar şeklinde söylenebilir (Orcutt ve Nilsen 1996).

Domates tuzluluğa karşı duyarlı bir bitkidir. Tuzlu topraklarda yetişen bitkilerde bitki gelişimini engelleyecek olan faktörleri üç gruba ayırmak mümkündür: 1-) Kök bölgesindeki su potansiyelinin düşmesi nedeniyle su alımının azalması (su stresi), 2-) Toksik düzeye ulaşacak kadar yükselen Na^+ ve Cl^- iyonlarının bitki bünyesinde birikimi, 3-) Besin maddelerinin alımı ve taşınımı sırasında ortaya çıkan dengesizlikler (Marschner 1995).

Vanleperen (1996) tarafından domates verimi ile ilgili yapılan bir çalışmada; düşük tuzlu koşullardan, yüksek tuzlu koşullara gidildikçe (EC 3-EC 9) domates verimindeki düşüşün meyve sayısından dolayı olmadığı bunun yerine ortalama meyve büyüklüğünün azalması ile ilgili olduğunu belirtilmiştir.

Domates bitkisi üzerinde yapılan pek çok araştırmada yetiştirme ortamının tuz içeriğinin bitkinin istediği düzeyden daha yüksek olması durumunda meyve veriminin düşmesine sebep olduğu belirtilirken, ortam EC değerinin 3.5- 9.0 dS/m arasında olması durumunda meyve kalitesinin arttığı tespit edilmiştir (Sonneveld ve Van Der Bug 1991; Verkerke ve Schols, 1992). Tuzluluk düzeyinin verim üzerine olan etkileri bitkiler arasında farklılık göstermektedir (Dorais vd. 2001).

Tuzlu koşullarda yetiştirilen domates bitkilerinde yaprak sıcaklığının ortalama 2.0-2.3 °C arasında yüksek olduğu tespit edilmiştir (Avcu vd. 2013). Vermeulen vd. (2007) tarafından yürütülen bir çalışmada, yaprak sıcaklığının artması stomaların

kapanmasına ve CO₂ alımının azalmasına, dolayısı ile fotosentezin olumsuz etkilenmesine neden olabilmektedir.

Yaylalı ve Çiftçi (2008) tarafından yapılan bir çalışmada yetiştirme ortamının EC değeri yükseldikçe meyve eti sertliğinin kontrole göre %18'e kadar azaldığı bildirilirken, yapılan bazı çalışmalarda ise farklı tuzlulukta sulama suyu (3-6-9 dS m⁻¹) ile yetiştirilen domateslerde meyve sertliğini etkilemediği bildirilmiştir (Rashid vd. 2010)

Su kültüründe iki farklı EC değerine sahip besin solusyonunda (2.3-4.5 dS m⁻¹) domates bitkisi yetiştirilmiştir. Yüksek EC değerinde (4.5 dS m⁻¹) bitkilerde anthesis aşamasından hemen sonra ve anthesisten 4 hafta sonra (ertelenmiş tuzluluk uygulaması) uygulanmıştır. Araştırma sonucunda kırmızı olgunlaşmış domates meyvelerinde, yüksek tuzluluk ve ertelenmiş tuzluluk uygulamalarında, düşük tuzluluk uygulamasına göre, likopen, fruktoz ve glukoz konsantrasyonlarının ve toplam çözünebilir katı madde miktarının arttığı tespit edilmiştir (Wu ve Kubota 2008).

Domates bitkisinde yürütülen bir çalışmada, besin solüsyonunda tuzluluk artışının meyvenin C vitamini içeriğini artırdığı belirlenmiştir (Krauss vd.2006).

Sahin vd. (2017), mısır bitkisinde yürüttükleri bir çalışmada biocharı pirolizden önce ve sonra olacak şekilde fosforik asit (H₃PO₄) ile nitrik asit (HNO₃) ile muamele ettikten sonra, kireçli toprağa %0.5 (w/w) oranında uygulamışlardır. Mısırın mineral beslenmesi ve büyümesi üzerine etkiler sonuçlar biochar pirolizden sonraki HNO₃ ve / veya HNO₃ + H₃PO₄ uygulamaları suda çözünür fosfor, potasyum, kalsiyum, magnezyum, demir, çinko, bakır ve mangan konsantrasyonlarını artırmış ve bitki büyümesini olumlu yönde etkilemiştir. Çalışma sonucunda kireçli bir toprakta bitki mineral beslemesinin iyileştirilmesi amacıyla HNO₃ ve H₃PO₄ ile modifiye edilmiş biocharın etkili bir şekilde kullanılabileceğini belirlenmiştir.

Kimyasal işlem veya asitli müdahaleler ile biochar hazırlamak bir yöntemdir. Bu amaçla nitrik asit ve sülfürik asit sıklıkla kullanılmaktadır. Asit kullanarak biochara bulunan bitki besin maddelerinin suda çözünürlüğü artırıp; kireçli topraklarda yetiştirilen bitkilerin beslenmesi iyileştirmek önerilen bir metottur. (Bhatnagar vd. 2013).

Doğal ortamda, toprak pH'sı, toprak biyojeokimyasal süreçleri üzerinde önemli bir etkiye sahiptir. Bu nedenle toprak pH'sı toprağın biyolojik, kimyasal ve fiziksel özelliklerini ve bunların oluşum süreçleri etkileyerek "ana toprak değişkeni" olarak bilinir. Toprak pH'ı geniş anlamda iki alanda uygulanabilir; yani besin döngüsü (bitki beslenmesi) ve toprak ıslahı (biyoremediasyon ve fizikokimyasal iyileştirme) üzerine etkilidir (Neina 2019)

Domates verimi, ortalama meyve ağırlığının veya meyve sayısının azalmasıyla düşmektedir. Nispeten düşük toprak tuzluluğunda, gözlenen verim düşüşüne daha çok ortalama meyve ağırlığındaki azalma neden olurken meyve sayısı değişmeden kalmaktadır. Meyve sayısındaki azalma verim düşüşünün daha çok yüksek tuzlulukta olduğuna işaret etmektedir. Kontrol konusuyla tuzluluğa maruz bitkiler arasında verimdeki farklılık hasat süreci ilerlerken hasadın ilk dört safhasında meyve büyüklüğündeki azalma nedeniyle daha belirgin hale gelir fakat daha sonra meyve sayısı da azalmaktadır (Van leperen 1996; Soria ve Cuartero 1997).

Bitkilerin tuza toleranslarını belirlemek için oransal verim ve gerçek verim çalışmalarının yapılabileceğini belirtmişlerdir. Oransal verim, bir bitkiden tuzlu koşullar altında alınan verimin tuzlu olmayan koşullar altında alınan verime oranı olarak tamamlanmakta ve bitkilerin tuza toleranslarını belirlemede en uygun yol olarak önerilmektedir. Gerçek verim ise tuzlu koşullar altında yetiştirilen bitkiden birim alanda alınan verim olarak belirtilmektedir. Bitkilerin gerçek verim değerleri ile bu verimlerin ekonomik değerlerinin tuzlu koşullarda bitki yetiştirirken bitki desenine etkili olduğunu göstermişlerdir (Vaan Hoorn ve Van Alpen 1990).

Tuzluluk toprakların biyolojik, kimyasal ve fiziksel özelliklerini olumsuz yönde etkilemektedir. Toprakların fiziksel ve kimyasal özelliklerinin değişimi toprak canlılarının ve bitki köklerinin aktivitelerini etkileyerek bitkinin gelişimini etkiler. Ayrıca toprak tuzluluğu bitkilerin su ve besin elementi alımını azalttığı bildirilmektedir (Syed vd. 2021).

Domates bitkisinin farklı gelişme dönemlerinde tuzlu sulama suları ile yapılan sulamalara karşı tepkisini belirlemek amacı ile yapılan bir çalışmada 2.5 ve 5.0 dS/m elektriksel iletkenlik değerine sahip tuzlu sular uygulanmıştır. Denemenin her iki yılında da sulama suyunda artan tuz konsantrasyonuna bağlı olarak verimde önemli miktarda düşüşler olduğunu, bununla birlikte fide döneminde verim azalmasının daha az olduğunu belirtmiştir (Ünlükara 2004).

Satti ve Lopez (1994) yaptıkları bir çalışmada beş çeşit domates bitkisinde Ca ve K karışımlarının çiçeklenme ve verim üzerine etkilerini incelemişlerdir. Çiçeklenmenin ve meyve tutumunun tuzluluktan olumsuz yönde etkilendiğini ve kontrol konusuna göre çiçek sayısının %44 azaldığını bildirmişlerdir.

Eraslan vd. (2008) gübreden kaynaklanan tuzluluğun, domates ve biber bitkisinde yaprak su tutma kapasitesi, membran geçirgenliği, klorofil a, klorofil b ve karoten içeriği gibi bazı fizyolojik özellikler ile bitkilerin mineral beslenmesi üzerine etkilerini araştırmışlardır. Bu amaçla, Antalya'da yetiştiricilik yapan bir seradan aldıkları toprakta, domates ve biber bitkilerini kontrol (normal gübrelenen), NaCl tuzluluğu (40 mM) ve gübre tuzluluğu (normal dozun 3 katı) konularında, sera koşullarında yetiştirmişlerdir. Çalışma sonuçlarına göre; domates ve biber bitkilerinin yaş ve kuru ağırlıkları, yaprak su tutma kapasitesi, klorofil a, klorofil b ve karoten içerikleri hem NaCl hem de gübreden kaynaklanan tuz stresinin etkisiyle önemli oranlarda azalırken, bitkilerin membran geçirgenliğinin, önemli derecede arttığını bildirmişlerdir. Gübre ve NaCl nedeniyle bitkilerin besin maddesi (N, P, K, Ca, Mg, Na, Fe, Zn, Mn) içeriklerinde de önemli değişiklikler olduğunu belirlemişlerdir. Gübre ve NaCl tuzluluğu, bitkilerin gelişme, beslenme durumları ve fizyolojik proseslerine iyonik ve ozmotik açıdan benzer etki yapmışlardır.

Mısır bitkisinin gelişimi üzerine yürütülen bir çalışmada mısır bitkisinin aşırı düşük ve yüksek toprak pH'ında bitki gelişiminin istenen düzeyde olmadığı; en iyi gelişimin hafif asidik (6.3) ve nötr (7.4) toprak pH değerleri arasında olduğu belirlenmiştir. Özellikle 8.1 pH'da yetiştirilen mısır bitkilerinin yapraklarında belirlenen P içeriği %60, K içeriği ise %12 düzeyinde hafif asidik ve nötr pH değerlerine oranla daha düşük çıktığı tespit edilmiştir (Sirisuntornlak vd. 2021).

Toprak pH'sı ile toprak mikrobiyolojik çeşitliliği arasında doğrusal bir ilişkinin olduğu bilinmektedir. Bu durum toprakta bulunan organik fosfor ile mineralize olmuş fosfor düzeyleri üzerine doğrudan ve dolaylı etkilerinin olabileceği bildirilmektedir (Wan vd. 2021).

Kireçli topraklarda yetiştirilen mısır bitkilerinin yüksek pH'dan kaynaklı olarak alınamayan Zn ve Fe gibi mikro elementlere özellikle de fosfor elementine karşı hassas olduğu bildirilmiştir (Abbaszadeh-Dahaji vd. 2020). Yine yonca bitkisinin Fe, Zn ve P elementlerinin beslenmesi üzerine de toprak kireç içeriğinin etkili olduğu belirlenmiştir (He vd. 2021).

Çok düşük pH değerlerinde toprak verimliliğinin azaldığı ve bu durumun bitki veriminde de düşüşe sebep olduğu bildirilmiştir. Çok düşük pH değerine sahip topraklara kireç, üre ve mikroalg uygulamaları sonrasında toprak pH değerinin asitten (4.5) nötre (7.0) yükseltilebildiğini ve bu durumun bitki verimi üzerine olumlu etkisinin olduğu tespit edilmiştir (Aulia 2021).

Tüzel vd. (2001) besin solüsyonundaki EC düzeylerinin (2, 4, 6 ve 8 dS m⁻¹) ilkbahar döneminde FA 361 F1 ve Target F1; sonbahar döneminde 189 F1 ve 870 F1 domates çeşitlerinin meyve verim ve kalitesi üzerine etkilerini araştırmak bir çalışma yürütmüşlerdir. Araştırmacılar, artan EC seviyelerinin verimi ve meyve iriliğini azaltırken, çiçek burnu çürüklüğü, titre edilebilir asitlik, kuru madde, SÇKM ve meyve suyu EC'sinin arttırdığını bildirmişlerdir. Ayrıca çalışma sonuçlarına göre EC ile çeşit arasındaki interaksiyonunun önemsiz olduğunu ve sonbahar döneminde çeşitler arasında verim ve meyve iriliği arasında önemli farklılıklar olduğunu rapor etmişlerdir.

Bitki yetiştiriciliğinde optimum toprak pH aralığı 5.5-7.0 arasında olduğu; asit yağmurlarına (pH 3.0 ve 4.0 arasında) bağlı olarak toprak pH değerinin düşebileceği bildirilmiştir. Bu düşüşe bağlı olarak özellikle toprak pH değerinin asit çok düşmesi durumunda toprak mikroorganizmalarının olumsuz etkilenebileceği ve toprakların bitki besleme kapasitesinin azalabileceği belirtilmiştir (Ayyasamy vd. 2021).

Kireç içeren tarım arazilerinde yüksek fosforlu gübre kullanımına bağlı olarak toprakların fosfor kapsamları artmakta ve buna bağlı olarak zamanla yer altı sularına fosfor sızması söz konusu olabilir. Bu durum kritik çevresel sorunlarına yol açabilir. Fosfor birikiminin ve sızıntısının engellenmesi amacıyla kireç içeren verimli tarım topraklarında fosfor yayırlılığını artıran çalışmaların yapılması gerektiği bildirilmiştir (Peng vd. 2021).

Bitki dokularındaki iyon bileşimi üzerine besin solüsyonundaki NaCl konsantrasyonlarının (2.7, 4.5, 6.0, 7.5 ve 8.6 dS m⁻¹) etkisini araştırmak amacıyla Durinta domates çeşidinde bir araştırma yürütülmüştür. Besin solüsyonundaki tuzluluğun artmasıyla, meyve ve yaprak dokularındaki sodyum konsantrasyonu doğrusal olarak artarken, kuru madde üretiminde azalmalar olduğu rapor edilmiştir. Yaşlı yapraklardaki sodyum birikiminin genç yapraklardan daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Domates bitkilerini artan tuz konsantrasyonlarına maruz bıraktıklarında yapraklardaki nitrat, toplam N, sülfat ve potasyum miktarlarında azalmalar olduğunu, potasyumdaki azalmanın genç yapraklarda daha belirgin olduğu tespit edilmiştir (Giuffrida vd. 2009).

Kiraz domates yetiştiriciliğinde toprak pH değeri 4.3 olan toprağın pH'sı kireç kullanılarak sırasıyla 5.5, 6.0 ve 6.5 olacak şekilde yükseltilmiştir. Uygulamalar içerisinde 6.5 toprak pH değerinde bitkilerin fosfor elementi bakımından daha iyi beslendiği ve salkımlardaki çiçek sayısının arttığı tespit edilmiştir. Buna bağlı olarak uygun toprak pH değerinin sağlandığı yetiştiriciliklerde özellikle kimyasal gübrelemeden tasarruf edilebileceği bildirilmiştir (Fink vd. 2020).

Erdem ve Çelik (2018) tarafından ıspanak bitkisi üzerinde farklı tuzluluk ve yıkama oranlarına sahip sulama sularının bitki gelişimi, verimi ve toprak ile drenaj suyu tuzluluğuna etkisinin belirlenmesi amacıyla 2016-2017 yıllarında sera denemesi yürütülmüştür. Denemede, 5 farklı sulama suyu tuzluluğu ($T1=0 \text{ dS m}^{-1}$, $T2=1.0 \text{ dS m}^{-1}$, $T3=2.5 \text{ dS m}^{-1}$, $T4=5 \text{ dS m}^{-1}$ ve $T5=7.5 \text{ dS m}^{-1}$) ve 3 farklı yıkama suyu oranı ($Y1=\%10$, $Y2=\%20$, $Y3=\%30$) konuları tesadüf parsellerinde faktöriyel deneme deseninde 3 tekrarlamalı olarak yürütülmüştür. Araştırma sonuçlarına göre; sulama suyu tuzluluğu ile bitki yaş ve kuru ağırlıkları arasında önemli ve negatif bir ilişki bulunmuştur. Verim sonuçları, yıkama suyu oranı açısından incelendiğinde, yıkama suyu miktarı arttıkça elde edilen verim artmıştır. Sulama suyu tuzluluk düzeyi arttıkça yıkama suyunun etkinliği azalmıştır. $Y1$ konusunda oransal verim azalması $T2$ ve $T3$ konusunda yaklaşık $\%30$ civarında iken $T4$ ve $T5$ konularında $\%50-75$ arasında değişmiştir. En yüksek verim $91.57 \text{ gr saksı}^{-1}$ ile $T1Y3$ konusunda, en düşük verim ise $22.93 \text{ g saksı}^{-1}$ değeri ile en yüksek tuz düzeyi ve en düşük yıkama suyu oranı konusu olan $T5Y1$ konusunda elde edilmiştir. Uygulanan sulama suyu tuzluluğunun artışına paralel olarak toprakta biriken tuz miktarı da artış göstermiştir. Yıkama suyu oranının artması ise biriken tuz düzeylerinin ve drenaj suyu tuzluluğunun azalmasına yol açmıştır.

Sakız fasulyesinin [*Cyamopsis tetragonoloba* (L.) Taub.] sulama suyu tuzluluğuna olan hassasiyetini belirlemek amacıyla yürütülen bir sera denemesinde 8 sakız fasulyesi genotipi materyal olarak kullanılmıştır. Sulama suyu olarak SAR değeri 3'ten düşük olacak şekilde elektriksel iletkenlik değerleri (EC) 0.35, 5, 15 ve 30 dS m^{-1} olan tuzlu sulama suları kullanılmıştır. Artan sulama suyu tuzluluğu bitkilerde olumsuzluklara neden olmuş; saksı başına tane verimi 1.39-10.39 gram ve bitki boyu 18.61-80.68 cm arasında değişim göstermiştir. Artan sulama suyu tuzluluğu bitki kök bölgesi tuzluluğunda artışa neden olmuştur. Bitki kök bölgesindeki toprak tuzluluğu (EC) değerleri 0.67-53.16 dS m^{-1} arasında değişim gösterdiği bildirilmiştir (Akçaman ve Taş 2020).

Farklı tuzluluk düzeyindeki sulama sularının domates bitkisinin kök gelişimi üzerine etkilerini belirlemek amacıyla yapılan bir çalışmada iki farklı tuz konsantrasyonuna sahip sulama suyu ($T1: 0.38 \text{ dS m}^{-1}$ ve $T2: 5.0 \text{ dS m}^{-1}$) kullanılmış ve domates bitkisinin kök gelişimi dört farklı derinlikte (0-25, 25-40, 40-55, 55-70, 70-90 cm) izlenmiştir. Elde edilen sonuçlara göre; $T2$ sulama suyu ile sulanan domates bitkisinin kök gelişimi, tuz miktarının yoğunlaştığı 0-25, 25-40 cm'lik toprak katmanında olumsuz olarak etkilenmiş ve buna bağlı olarak kök yüzdesi düşük olmuştur. Kullanılan sulama yöntemi kaynaklı olarak alt katlarda (40-55, 55-70, 70-90 cm) tuz birikimi daha düşük seviyelerde olduğundan, kök yüzdesinin arttığı gözlenmiştir. $T1$ sulama suyu ile sulanan konunun farklı katmanlardaki tuz miktarları kök gelişimini ve su alımını olumsuz yönde etkilemeyecek düzeylerde olduğundan, kök yüzdesi tüm katmanlarda birbirine yakın oranda belirlenmiştir (Özer vd. 2019).

Daha yüksek düzeyde asit kullanımı ile daha düşük pH değerine sahip fertigasyon uygulamaları sonucunda özellikle etkili kök bölgesindeki toprak pH değerinin istenilen değerlere (5-6) indirilebilmesi mümkün görülmektedir. Yüksek kireç içeriği ve yüksek pH değerine sahip olan topraklarda fertigasyon ile birlikte düzenli olarak etkili kök bölgesindeki toprak pH değerinin düşürülmesi ile bitki besin elementlerinin yararlanılabilirliği artırılabilir. Bu durum kullanılan gübrelerin etkinliğini artırarak daha az gübre kullanımını ve sürdürülebilir toprak verimliliğinin korunmasını sağlayabilir.



3. MATERYAL VE METOT

Bu bölümde, araştırmada kullanılan materyaller ile arazi ve laboratuvar çalışmalarında uygulanan yöntemler hakkında bilgiler verilmiştir.

3.1. Materyal

Araştırmada materyal olarak denemenin yürütüldüğü tarihlerde Antalya ilinde örtüaltı tek mahsül domates yetiştiriciliğinde en çok tercih edilen çeşitlerinden biri olan "Anıt F1" domates çeşidi kullanılmıştır. Anıt F1 domates çeşidi yetiştirme dönemi olarak tek sezonlukta, geç güz dikimine uygun bir çeşit olup bitki yapısı olarak güçlü, boğum araları kısa, gür-iri yapraklı ve çok erkenci meyve verimine sahip bir çeşittir (Anonim 7).

3.1.1. Toprak özellikleri

Deneme serasını temsil edecek şekilde 0-30 cm derinlikten toprak örneği alınarak, fiziksel ve kimyasal özellikleri analiz edilmiş ve elde edilen değerler Çizelge 3.1.'de verilmiştir. Çalışmanın yapıldığı seraya ait toprağına ait analiz sonucu değerlendirildiğinde; pH'sı hafif alkali reaksiyonlu olup, tekstürü Killi Tınlı bünyeye sahiptir. Kireç içeriğı çok yüksek, tuz içeriğı tuzsuz sınıfına girmektedir. Organik madde içeriğı bakımından az humuslu, toplam azot içeri bakımından çok iyi, alınabilir fosforu ve değişebilir potasyumu yüksek, değişebilir kalsiyum ve değişebilir magnezyum içerikleri de iyi olarak belirlenmiştir. Değişebilir sodyum içerikleri ise çok düşük sınıflarına girmektedir. Sera toprağıının mikro element içerikleri; alınabilir demir bakımından iyi sınıfına girerken alınabilir mangan yeterli, alınabilir çinko iyi ve alınabilir bakır bakımından yeterli sınıfına girmektedir.

Çizelge 3.1. Sera toprağıının bazı fiziksel ve kimyasal analiz sonuçları

Özellikler	Değer	Değerlendirme
Kum (%)	22.12	
Silt (%)	40.00	Killi Tın
Kil (%)	37.88	
pH	7.42	Hafif alkali reaksiyon
Kireç (CaCO ₃) (%)	17.20	Çok yüksek kireçli
EC (dS m ⁻¹)	0.42	Tuzsuz
Org. Madde (%)	2.43	Az humuslu
Toplam azot (%)	0.15	Çok iyi
Bitkiye yararılı fosfor (ppm)	236.00	Yüksek
K (me 100 g-1)	0.67	Yüksek
Mg (me 100 g-1)	3.88	İyi
Ca (me 100 g-1)	31.36	İyi
Na (me 100 g-1)	0.10	Çok düşük
Fe (ppm)	4.73	İyi
Mn (ppm)	10.70	Yeterli
Zn (ppm)	9.24	İyi
Cu (ppm)	6.80	Yeterli

3.1.2. İklim özellikleri

Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü'nün 2015-2016 yılına ait gözlemlerinin yer aldığı, Antalya Merkez Meteoroloji istasyonlarında ölçülen bazı iklimsel verilere ait minimum ve maksimum değerler Çizelge 3.2.'de verilmiştir (Anonim 7).

Çizelge 3.2. Araştırmanın yapıldığı 1. yıldaki (2015-2016) aylara ait bazı iklim verileri

Yıllar	Aylar	Maksimum sıcaklık (°C)	Ortalama sıcaklık (°C)	Minimum sıcaklık (°C)	Ortalama nispi nem (%)	Toplam yağış (mm=kg/m ²)
2015	Ekim	31.3	22.6	15.4	58.9	116.1
	Kasım	27.5	18.4	11.8	51.6	116.9
	Aralık	23.2	13.3	2.7	50.8	0.4
2016	Ocak	19.5	10.4	1.0	57.2	85.0
	Şubat	25.2	14.5	6.1	67.9	67.4
	Mart	22.4	15.2	9.1	61.0	54.4
	Nisan	29.1	19.1	11.9	68.1	14.6
	Mayıs	29.2	20.4	12.9	72.9	25.9
	Haziran	42.3	26.9	18.9	62.8	23.4

Çizelge 3.3'ten görüldüğü üzere araştırmanın 1. yıl süresinde meydana gelen en yüksek ortalama sıcaklık 26.9 °C ve en yüksek sıcaklık 42.3 °C olup her iki veride Haziran ayında ölçülmüştür. En düşük sıcaklık Ocak (1.0 °C) ayında, en yüksek ortalama nisbi nem ile Mayıs (72.9), en yüksek yağış miktarı Kasım (99.2 mm) ayında görülmüştür.

Çizelge 3.3. Araştırmanın yapıldığı 2. yıldaki (2016-2017) aylara ait bazı iklim verileri

Yıllar	Aylar	Maksimum sıcaklık (°C)	Ortalama sıcaklık (°C)	Minimum sıcaklık (°C)	Ortalama nispi nem (%)	Toplam yağış (mm=kg/m ²)
2016	Ekim	32.2	23.3	14.9	56.8	-
	Kasım	23.9	17.5	10.9	57.5	98.4
	Aralık	21.3	11.2	2.7	49.3	68.8

Çizelge 3.3.'ün devamı

2017	Ocak	19.1	10.2	2.0	56.7	124.0
	Şubat	22.8	12.5	4.8	56.7	4.2
	Mart	25.5	15.0	6.9	62.3	98.7
	Nisan	26.4	17.7	12.0	61.8	44.9
	Mayıs	33.9	21.3	15.1	67.7	22.2
	Haziran	44.8	26.3	19.7	63.1	3.2

Çizelge 3.3'ten görüldüğü üzere araştırmanın 1. yıl süresinde meydana gelen en yüksek ortalama sıcaklık 26.3 °C ve en yüksek sıcaklık 44.8 °C olup her iki veride Haziran ayında ölçülmüştür. En düşük sıcaklık Ocak (2.0 °C) ayında, en yüksek ortalama nisbi nem ile Mayıs (67.7), en yüksek yağış miktarı Ocak (124 mm) ayında görülmüştür.

3.2. Metot

Bu çalışmanın, 1. yılı Ekim 2015 - Haziran 2016 arasında; 2. yılı Ekim 2016 - Haziran 2017 tarihleri arasında Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Çiftlik Müdürlüğü'ne bağlı "1 Nolu Cam Serada" yürütülmüştür.

3.2.1. Toprak hazırlığı ve parsellerin oluşturulması

Çalışmanın 1. yılında araştırmanın yapılacağı seraya toprak tuzluluğunun azalması ve özellikle de çalışmanın pratik uygulamalara uygun olması amacıyla 2015 yılı haziran ayında iki defa olmak üzere göllendirme sulama yapılmıştır (Şekil 3.1). Sulama işleminden sonra sera toprağı, patojen mikroorganizma ve bazı zararlıların yok edilmesi ya da varlığının azaltılması amacıyla yine pratiğe uygun olacak şekilde toprak tavına geldiği dönemde toprak işlemesi yapılmış ve solarizasyon işlemine alınmıştır. Yaklaşık 4 aylık solarizasyon süresi sonunda toprak sırası ile pulluk, kültivatör ve rotovat r ile  şlenmiştir.



Şekil 3.1. Toprak hazırlığı aşamaları

Toprak işlemesi sonrasında traktör yardımı ile seddeler oluşturulmuş ve kürek ile düzeltmeler yapılmıştır (Şekil 3.2). Kenarlarda 1'er sedde kenar etkisi olacak şekilde 8 adet sedde oluşturulmuştur (1 sedde kenar etkisi+ ortada 6 sedde deneme+1 sedde kenar etkisi). Seddeler yapıldıktan sonra parsellerin oluşturulması yapılmıştır. Parsellerin genişliği 1 m, parsel uzunluğu ise 10 m'dir. Parsel arası mesafe ise 0.8 m olarak ayarlanmıştır.



Şekil 3.2. 1. yıl deneme parsellerinin oluşturulması

Araştırmanın 1. yılı bittikten sonra deneme çakılı tip olacak şekilde yürütüldüğü için 2. yıl için hazırlıkları parseller bozulmayacak şekilde yapılmıştır. Solarizasyon yapılırken ve ikinci yıl dikim öncesi toprak hazırlığı yapılırken parsellerin bozulmadan her parselin kendi içerisinde toprak işleme yapılmıştır. Yaklaşık 4 aylık solarizasyon işleminden sonra 2. yıl parseller her parsel kendi içinde işlenerek fide dikimi için hazır hale getirilmiştir (Şekil 3.3.).



Şekil 3.3. 2. yıl deneme parsellerinin oluşturulması

3.2.2. Deneme konuları

Deneme, 2 farklı EC dozu ve 3 farklı pH dozu olmak üzere 6 konu, 3 tekerrürlü olarak toplam 18 parselde yürütülmüştür. Araştırma konuları Çizelge 3.4’de verilmiştir.

Çizelge 3.4. Araştırmada kullanılan pH ve EC dozları

No	Uygulama	pH	EC
1	(pH1*EC1)	7.2	2.0
2	(pH1*EC2)	7.2	3.5
3	(pH2*EC1)	6.5	2.0
4	(pH2*EC2)	6.5	3.5
5	(pH3*EC1)	5.0	2.0
6	(pH3*EC2)	5.0	3.5

Denemede pH ayarlamalarında %56’lık nitrik asit kullanılmış ve nitrik asitten gelen besin elementi (%10 NO₃_N) dikkate alınmıştır. Her parselde çift sıralı olacak şekilde 50 adet (25+25) bitki dikimi gerçekleştirilmiştir.

Yetiştirme sezonu boyunca, 2.0 ds/m ve 3.5 dS/m tuzluluk düzeylerinin oluşturulması için dekara verilen besin elementlerinin saf madde olarak dağılımları Çizelge 3.5 ve 3.6'da verilmiştir. Saf besin elementlerinin sağlanabilmesi amacıyla kullanılan gübreler, Amonyum Nitrat, Mono Amonyum Fosfat (MAP), Mono Potasyum Fosfat (MKP), Potasyum Nitrat, Kalsiyum Nitrat, Magnezyum Nitrat, Magnezyum Sülfat olacak şekilde kullanılmıştır. Mikro element beslenmesi amacıyla; demir, mangan, çinko ve bakır içeren mikro element gübresi kullanılmıştır. Yetiştirme sezonları boyunca bu gübreler dışında herhangi bir organik gübre uygulaması yapılmamıştır. Gübre uygulamaları, mevsime ve bitkinin su ihtiyacına göre değişmekle birlikte en az 3; en fazla 10 gün aralıklarla yapılmıştır.

Çizelge 3.5. 1. yıl uygulanan saf maddeler

EC dozu	Saf maddeler (kg/da)					
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO	Mikro Element
2.0	48.92	42.36	60.18	12.32	6.59	0.40
3.5	85.56	74.13	105.31	21.55	11.53	0.70

Çizelge 3.6. 2. yıl uygulanan saf maddeler

EC dozu	Saf maddeler (kg/da)					
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO	Mikro Element
2.0	46.68	40.49	57.19	11.66	6.31	0.40
3.5	81.69	70.86	100.01	20.41	11.04	0.70

pH düzeylerinin oluşturulması için hiç asit kullanılmayan uygulamalarda yıllık ortalama yaklaşık 7.2 düzeyinde pH ölçülmüş olup, 6.5 pH düzeyleri için 108 litre/da, 5.0 pH düzeyleri için ise 270 litre/da; %56'lık nitrik asit kullanılmıştır. Nitrik asit kullanılan uygulamalarda nitrik asitten gelen azot miktarı hesaplanmış ve uygulanacak olan azotlu gübre miktarı bu oranda azaltılmıştır.

3.2.3. Yetiştirme teknikleri

3.2.3.1. Fide dikimi

Çalışmanın her iki yılında da hazır fide kullanılmıştır. 1. yıl yetiştiricilik dönemindeki fide dikimi 17 Ekim 2015 tarihinde, 2. yıl yetiştiricilik dönemindeki fide dikimi ise 20 Ekim 2016 tarihinde yapılmıştır. Çalışmadaki dikim sıklıkları sıra arası ve sıra üzeri 90-40 cm olacak şekilde gerçekleştirilmiştir (Şekil 3.4.). Dekara yaklaşık 2778 domates fidesi dikilmiştir.



Şekil 3.4. Domates fidelerinin dikim işleminden genel bir görünüm

3.2.3.2. Kültürel işlemler

Her iki yetiştiricilik dönemi içerisinde fide dikiminden söküm işleminin gerçekleştiği tarihe kadar geçen sürelerde domates bitkisinin gelişimi süresince ihtiyaç duyduğu tüm kültürel işlemler vakti geldiğinde özenle yapılmıştır. Fide dikiminde 35 gün sonra ipe alma işlemi yapılmıştır ve bu işleminden hemen sonra da koltuk alma işlemleri yapılmıştır (Şekil 3.5).



Şekil 3.5. İpe alma ve koltuk alma işlemleri

Denemenin kurulmuş olduğu seranın tel yüksekliğinin tek sezon yetiştiricilik açısından yeterince yüksek olmamasından dolayı bitkide dolama işlemi yerine bitki büyümesine bağlı olarak belirli aralıklarla yatırma işlemi yapılmıştır (şekil 3.6).



şekil 3.6. Bitkide yatırma işlemlerinin görünümü

Bitki gelişimine ve meyve gelişimine bağlı olarak alt yapraklar belirli aralıklar ile alınmıştır. Genellikle, her yatırma işleminin sonrası yaprak alma işlemi yapılmıştır (şekil 3.7). Çünkü yatırma işleminin sonrası bitkinin alt kısımlarının güneş görme miktarları düşmektedir. Ayrıca alt yaprakların alınması ile alttan hava sirkülasyonunun daha iyi olması amaçlanmıştır.



şekil 3.7. Bitkide yaprak alma işlemlerinin görünümü

Yetiştirme dönemleri boyunca (yaklaşık 8 ay) sera içi iklim koşullarının bombus arısının çalışabileceği sıcaklıkta olduğu dönemlerde arı ile tozlama yapılmıştır (Şekil 3.8). Bombus arısının çalışamayacağı sıcaklıklarda (bazen çok yüksek, bazen çok düşük) ise bitki gelişim düzenleyici kullanılarak meyve tutumu sağlanmıştır.



Şekil 3.8. Bitkide tozlama sırasında bombus arısından görüntüler

Yetiştirme sezonları süresince özellikle yan ve üst havalandırmalar aktif kullanılarak ve yağışlı dönemlerde de fan çalıştırılarak sera içerisi iklimlendirmesi (özellikle nem) düzenlenerek fungal ve bakteriyel ilaçlamadan mümkün olduğunca kaçınılmıştır (Şekil 3.9). Zararlılara karşı mücadelelerde ise sera tüm yan havalandırmalarına tül çekilmiş ve zararlı girişi mümkün olduğunca azaltılmıştır.



Şekil 3.9. Bitki isteğine ve iklim koşullarına bağlı olarak yan ve üst havalandırmanın kullanımı

Fide dikimi ile yapışkan tuzaklar asılmıştır. Domates bitkisinin gelişimine bağlı olarak tuzakların yerden yüksekliği de ayarlanmıştır. (Şekil 3.10).



Şekil 3.10. Yetiştirme sezonunda kullanılan tuzakların görünümü

Hastalık ve zararlılarla mücadelede kültürel önlemlere ek olarak, yetiştirme süresi boyunca 1. yıl 3 defa 2. yıl ise 4 defa kimyasal ilaçlama yapılmıştır (Şekil 3.11). İlaçlamalarda deltamethrin, abamectin, emamectin benzoate, acetamiprid, triadimenol etkili maddelere sahip ilaçlar genellikle 3'lü karışım olacak şekilde kullanılmıştır.



Şekil 3.11. Yetiştirme sezonu içerisinde bazı kimyasal ilaçlamalardan görünüm

Çalışmanın her iki yılında da gece sıcaklıklarının düşük olduğu dönemlerde kullanılması amacı ile askı telinin 30 cm üzerinden ısı perdesi (0.2 mm UV katkılı plastik) çekilmiştir. Isı perdeleri yaklaşık 3 ay boyunca (15 Aralık - 15 Mart) her akşam kapatılmış ve ışıklanmayı azaltmaması için bir sonraki gün sabah açılmıştır (Şekil 3.12).



Şekil 3.12. Soğuk iklim dönemlerinde ısı perdelerinin akşam kapanması ve sabah açılması

Isı perdelerinin yeterli olmayacağı günlerde ise ısı perdeleri kapalı iken ısı perdelerinin altından geçecek şekilde kömür sobaları kurulmuştur. Sera içi sıcaklığın +3 °C ye düştüğü gecelerde soba yakma işlemi yapılmıştır (Şekil 3.13). Yakıt olarak kömür ve odun (kömürü tutuşturmak için) kullanılmıştır.



Şekil 3.13. Soğuk iklim dönemlerinde ısıtma amaçlı kömür sobalarının yakılması



Şekil 3.14. Isıtma işleminden sonra sera içi sıcaklığı değişimi

Sera içerisinde sıcaklığın düşeceği gecelerde gündüzden hazırlanan kömür sobaları sera içinde $+3.6\text{ }^{\circ}\text{C}$ sıcaklık görülür görülmez yakılmıştır. Genellikle kömür tutuşuncaya kadar geçen yaklaşık 40 dakikalık sürede sıcaklık $+3\text{ }^{\circ}\text{C}$ 'ye kadar düşmüş sonra hızlı bir şekilde artırılarak (yaklaşık 30 dakika) yaklaşık $+10\text{ }^{\circ}\text{C}$ 'ye yükseltilmiştir (Şekil 3.14.). Sonrasında yakma işlemine gece süresince devam edilerek sıcaklığın yeniden düşmesi engellenmiştir. Seranın ısıtıldığı günlerde genellikle sera dışında don olduğu gözlenmiştir (Şekil 3.15).



Şekil 3.15. Donlu gecelerde sera dışının genel görünümü

Tek sezon yetiştiriciliğin pratik uygulamalarına uygun olacak şekilde nisan ayının sonlarına doğru (1. yıl 22 Nisan; 2. yıl 25 Nisan) sera iç sıcaklığının çok yüksek olmasından dolayı gölgeleme işlemi yapılmıştır. (Şekil 3.16). Gölgeleme materyali olarak beyaz gölge tozu kullanılmıştır.



Şekil 3.16. Sıcak iklim dönemlerinde gölgeleme işleminin yapılması

3.2.4. Analiz yöntemleri

3.2.4.1. Toprak örneklerinin alınması ve analize hazırlanması

Deneme serasının toprak özelliklerini belirlemek amacıyla, fidelerin dikiminden 10 önce toprak örnekleme yapılmıştır. 0-30 cm derinlikten alınan toprak örnekleri ayrı ayrı karıştırılıp temsili bir miktar örnek, naylon poşete konulmuştur. Toprak örneği alma işlemi, Jackson (1967)'nin bildirdiği hususlara uygun olarak örnekleme yapılan serayı temsil edilecek şekilde yapılmıştır. Toprak örnekleri laboratuvar ortamında hava kurusu hale getirildikten sonra 2 mm çaplı elekten elenerek analize hazır hale getirilmiş ve analiz edilmiştir.

Dönem içi pH ve EC ölçümleri: Uygulamaların toprak pH'sı ve EC'si üzerine dönemsel etkilerini araştırmak amacı ile dikimden itibaren 2 ay ara ile 0-20 ve 20-40 cm derinlikten damlamanın tam altından olacak şekilde 3 dönemde (2., 4., ve 6. ayların sonunda) toprak örneği alınmıştır (Şekil 3.17.). Alınan örneklerde EC (Page vd. 1982) ve pH (Jackson 1967) değerleri belirlenmiştir.



Şekil 3.17. Toprak örneklerinin alınmasından genel bir görünüm

3.2.4.2. Toprak analiz yöntemleri

Toprak bünyesi: Analiz hidrometre yöntemiyle yapılmıştır (Bouyoucos 1955). Tekstür sınıflarının belirlenmesinde, toprak bünyesi sınıflandırma üçgeni kullanılmıştır (Black 1957).

Toprak reaksiyonu (pH): Analize hazırlanmış olan toprak örneklerinin pH'ları 1:2.5 toprak-su karışımında ölçülmüştür (Jackson 1967).



Şekil 3.18. pH analizi ve ölçümünden genel bir görünüm

Elektriksel iletkenlik (EC): Toprak EC değerleri 1:2.5 toprak ve su karışımından belirlenmiştir (Page vd. 1982).



Şekil 3.19. EC analizi ve ölçümünden genel bir görünüm

Kireç (CaCO_3): Toprak örneklerinde CaCO_3 kapsamı Scheibler kalsimetresi kullanılarak sonuçlar % CaCO_3 olarak bulunmuştur (Çağlar 1949).



Şekil 3.20. Kalsimetre ve kireç ölçümünden genel bir görünüm

Organik madde (%): Modifiye Walkley-Black yöntemine göre analiz edilmiştir (Black 1965).



Şekil 3.21. Organik madde tayininden genel bir görünüm

Toplam Azot (%): Modifiye Kjeldahl yöntemine analiz edilerek göre tayin edilerek (Kacar 1995), sonuçlar % olarak verilmiştir.



Şekil 3.22. Toplam azot tayininden genel bir görünüm

Alınabilir Fosfor (ppm): Toprakların fosfor miktarları Olsen yöntemine göre belirlenip, okumalar spektrofotometre de yapılarak, sonuçlar ppm olarak verilmiş ve sınıflandırılmıştır (Olsen ve Sommers 1982).

Değişebilir Potasyum, Kalsiyum, Magnezyum, Sodyum: Toprakların ekstraksiyonunda 1N Amonyum Asetat (pH: 7) metodu Kacar (2009) tarafından bildirildiği şekilde uygulanmıştır. Ekstraksiyondaki potasyum, kalsiyum, magnezyum ve sodyum ICP-OES (Inductively Coupled Plasma) kullanılarak belirlenmiştir, sonuçlar me/100 g olarak verilmiştir.



Şekil 3.23. Toprakta makro element analizlerinin yapılım aşamalarından genel bir görünüm

Alınabilir Demir, Mangan, Çinko ve Bakır: DTPA ekstraksiyonu (Lindsay ve Norvell, 1978) ile elde edilen süzükte demir, mangan, çinko ve bakır ICP-OES (Inductively Coupled Plasma) kullanılarak belirlenmiş ve sonuçlar ppm olarak verilmiştir.



Şekil 3.24. Toprakta mikro element analizlerinin yapılım aşamalarından genel bir görünüm

3.2.4.3. Fertigasyon sonrası toprak pH'sı ölçümleri

Farklı pH'daki çözeltilerin toprak pH'sı üzerine olan etkilerini araştırmak amacı ile damlatıcıdan 8-10 cm uzaklıkta ve 8-10 cm derinlikte çakılır tip pH metre kullanılarak (Maltaş 2013) fertigasyon işleminin bitiminden 30, 60, 120 ve 180 dakika sonra toprak pH'sı ölçümü yapılmıştır (Şekil 3.25). Ölçümler yetiştirme dönemi içerisinde 3., 5., 7. ayların sonlarındaki uygulamalarda belirlenmiştir.



Şekil 3.25. Fertigasyon sonrası toprak pH'sı ölçümlerinden genel bir görünüm

3.2.4.4. Yaprak örneklerinin alınması ve analize hazır hale getirilmesi

Her iki araştırma döneminde de 7 hasat döneminde Geraldson vd. (1973) tarafından belirtildiği şekilde yaprak örnekleri alınmış plastik poşetler konulmuş ve laboratuvara getirilmiştir. Laboratuvar ortamına getirilen örnekler çeşme suyundan geçirildikten sonra, saf suda 2 kez yıkanmıştır. Saf suda yıkanan domates yaprakları her uygulama kendi içinde kalacak şekilde ayrı ayrı kurutma kağıtlarının üzerine konmuştur. Yapraklar üzerindeki ıslaklık giderildikten sonra delikli kese kâğıtlarına konulmuştur. 65 °C'ye ayarlı kurutma dolabında son tartıda görülen değer sabitleninceye kadar kurutma işlemi yapılmıştır. Kurutulan örnekler öğütülerek analize hazır hale getirilmiştir (Şekil 3.26).



Şekil 3.26. Yaprak örneklerinin laboratuvarda analize hazır hale getirilmesinden bir görünüm

3.2.4.5. Yaprak analiz yöntemleri

Azot (N) analizi (%): Kurutulup öğütülen bitki örneklerinde azot tayini modifiye Kjeldahl metoduna göre yapılmıştır (Kacar ve İnal 2008).

Fosfor (P) analizi: Kacar ve İnal (2008) tarafından, bildirildiği şekilde yaş yakılması metodu ile yapılmış olup, değerler ICP-OES kullanılarak belirlenmiştir.

Potasyum, Kalsiyum, Magnezyum, Sodyum, Demir, Çinko, Mangan, Bakır: Yaş yakma yöntemi Kacar ve İnal (2008) tarafından belirlenen metoda göre analiz edilerek elde edilen süzükten, potasyum, kalsiyum, magnezyum miktarları ICP-OES (Inductively Coupled Plasma) cihazında okumalar yapılarak belirlenmiştir. Sonuçlar K, Ca, Mg için kuru maddede %; Fe, Zn, Mn, Cu, Na ve Bor için ise kuru madde de ppm olarak verilmiştir.

3.2.4.6. Meyve örneklerinin alınması ve analize hazır hale getirilmesi

Meyve örneklemeleri, 7. Hasat döneminde, hasat olgunluğuna gelmiş 10 adet meyve örneği her parselden ayrı ayrı olacak şekilde toplanmıştır. Toplanan domates meyveleri poşetlere konularak laboratuara getirilmiştir. Laboratuara getirilen meyve örnekleri önce çeşme suyunda yıkanmıştır. Çeşme suyunda yıkanan meyveler sonra ise 2 defa saf sudan geçirilmiş ve kurutma kağıtları üzerine koyulmuştur. Domateslerin kurutulması kolaylaşması amacıyla her meyve 4 dilim olacak şekilde parçalanmış ve kurutma kağıtları üzerinde 65°C'ye ayarlı kurutma dolabına yerleştirilmiştir (Şekil 3.27.). Tamamen kurutulan meyveler öğütülerek analize hazır hale getirilmiştir (Kacar 1972).



Şekil 3.27. Analiz için alınan meyve örneklerinin analize hazır hale getirilmesinden bir görünüm

3.2.4.7. Meyve analiz yöntemleri

Azot (N) analizi (%): Kurutulup öğütülen meyve örneklerinde azot tayini modifiye Kjeldahl metoduna göre yapılmış ve sonuçlar % olarak verilmiştir (Kacar ve İnal 2008).

Fosfor (P) analizi: Kacar ve İnal'ın (2008) bildirdiği şekilde yaş yakma metodu ile yapılmış olup, değerler ICP-OES kullanılarak belirlenmiş ve sonuçlar ppm olarak verilmiştir (Şekil 3.28.).

Potasyum, Kalsiyum, Magnezyum, Sodyum, Demir, Çinko, Mangan, Bakır: Yaş yakma yöntemi Kacar ve İnal (2008) tarafından belirlenen metoda göre analiz edilerek elde edilen süzükten, potasyum, kalsiyum, magnezyum miktarları ICP-OES kullanılarak okumalar yapılmıştır. Sonuçlar K, Ca ve Mg için kuru maddede %; Fe, Zn, Mn, Cu ve Na için ise kuru maddede ppm olarak ifade edilmiştir.



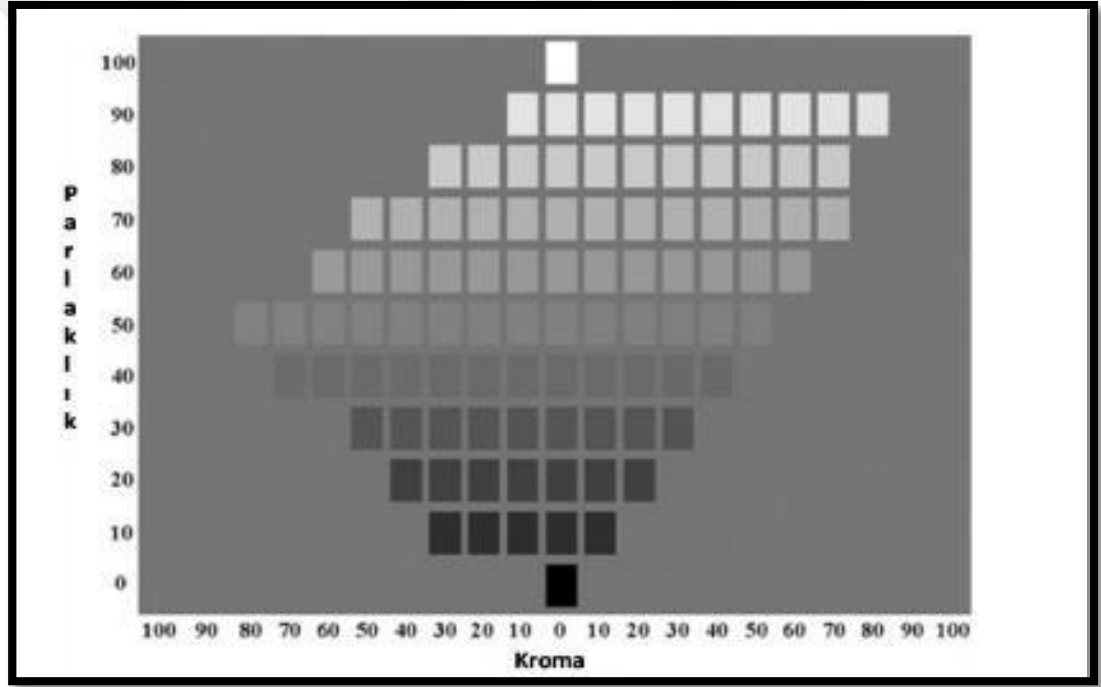
Şekil 3.28. Meyve ve yaprak örneklerinin yaş yakma metodu ile yakılarak ICP-OES cihazında okunmaya hazır hale getirilmesinden genel görünüm

3.2.4.8. Meyve kalite kriterleri analizi ve ölçüm yöntemleri

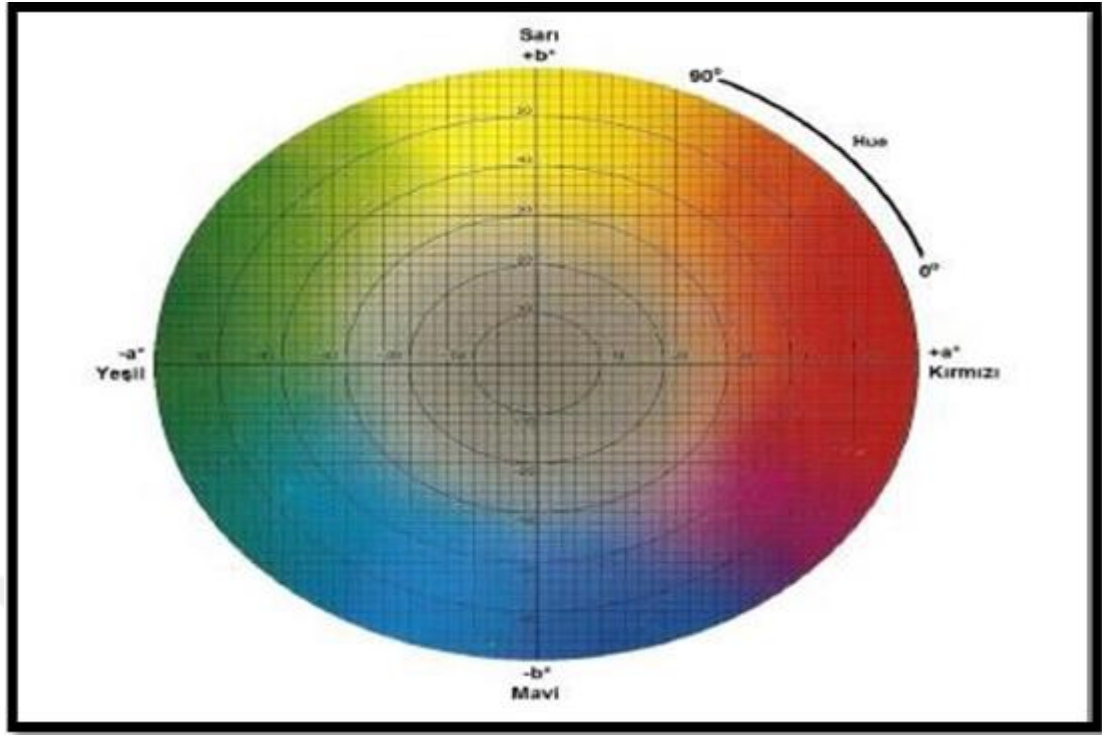
Meyve eti rengi: Meyve örneklerinin, meyve et renginde meydana gelen değişimler MİNOLTA CR-400 (MİNOLTA Camera Co, LTD Ramsey, NJ) marka kromametre Şekil 3.29’da görülen renk ölçme cihazı ile tespit edilmiştir. Her parselden 10 adet meyve rastgele seçilmiş, meyveler ekvator bölgesinden meyve örneğinin bütününi temsil edecek şekilde her bir meyveden 3 ölçüm yapılmıştır (Şekil 3.29.). Yapılan 30 ölçümün ortalaması her bir uygulamanın renk değeri olarak alınmıştır. Renk kromametresi (MİNOLTA CR-400), her okumasında rengin ifadesinde kullanılan üç farklı (L, a*, b*) sayısal değer vermektedir. ‘L’ değeri parlaklığı ifade etmekte, 0-100 arasında değişmektedir. Sıfır değerini siyah renkte hiçbir yansımanın olmadığı durumda alırken, 100 değerini mükemmel yansımanın olduğu beyaz renkte almaktadır (Şekil 3.30). Pozitif a* değerleri kırmızılığı gösterirken, negatif a* değerleri yeşil rengi temsil etmektedir. Pozitif b* değerleri sarılığı gösterirken, negatif b* değerleri maviliği temsil etmektedir. Sıfır kesim noktasında (a=0 ve b=0) renksizlik yani grilik olmaktadır (McGuire 1992). L, a* ve b* değerleri, piyasada doğrudan alıcı ve satıcı tarafından algılanan renk olguları olmadığı için bu değerlerden insanların renk algısına hitap eden hue açısı ve chroma değerleri hesaplanmaktadır (McGuire 1992). Hue açısı, h^0 , a* ve b* değerlerinin kesiştiği noktadan geçen doğrunun X eksenine yaptığı açıyı ifade etmektedir. Açı 0° olduğunda kırmızı; 90° olduğunda sarı; 180° olduğunda yeşil ve 270° olduğunda mavi renge karşılık gelmektedir (Şekil 3.31). Chroma değeri (C), meyve kabuğunun canlılığını-donukluğunu ifade etmektedir. Donuk renklerde kroma değerleri düşükken canlı renklerde ise kroma değeri yükselmektedir (McGuire 1992).



Şekil 3.29. Renk ölçümünden genel görünüm



Şekil 3.30. Parlaklık-Kroma diyagramı



Şekil 3.31. a* ve b* Renklerinin karşılık geldiği renk diyagramı

Suda çözünabilir kuru madde miktarı (SÇKM): Meyve örneklerinden elde edilen meyve usaresindeki SÇKM miktarı el refraktometresi ile ölçülmüştür (Resim 3.32.). SÇKM miktarı için meyve usaresinden alınan 3 ayrı örnekte ölçüm yapılmıştır. Sonuçta bu değerlerin ortalaması alınarak SÇKM miktarı yüzde (%) olarak hesaplanmıştır.



Şekil 3.32. Suda çözünabilir kuru madde miktarının ölçümünün yapıldığı refraktometre ve ölçümün yapılmasından genel bir görünüm

Titre edilebilir asitlik (TA): Meyve örneklerinden blender yardımıyla elde edilen meyve usaresi süzildükten sonra, süzüntüden alınan 2 ml örnek üzerine 40 mL saf su ilave edilerek, 0.1 N NaOH çözeltisi titre edilmiştir (Şekil 3.33.). Titrasyon işlemi her bir örnek için 3 kez tekrarlanmış ve elde edilen titrasyon değerlerinin ortalaması alınarak titre edilebilir asit miktarı g sitrik asit/100 mL usare olarak hesaplanmıştır (Cemeroğlu vd. 2007).

$$\text{Titrasyon Asitliği \%} = \frac{(V)(F)(E)}{(M)} \times 100$$

V: Harcanan 0.1 N NaOH miktarı (mL)

F: Titrasyonda kullanılan baz çözeltisinin normalitesi

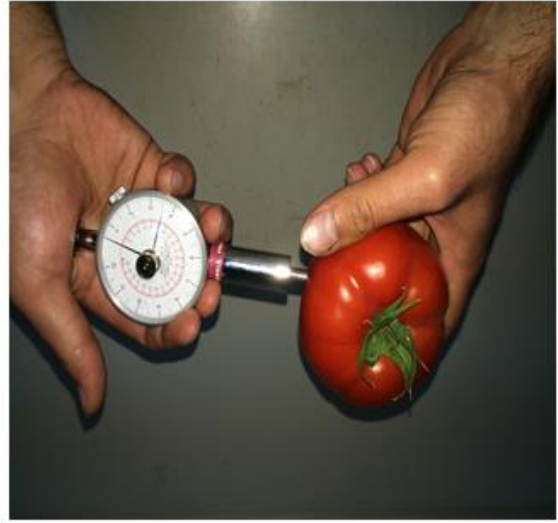
E: 1 mL 0.1 N NaOH'ın eşdeğeri asit miktarı (g) (sitrik asit sabiti= 0.0064) M:

Alınan örnek miktarı (mL)



Şekil 3.33. Titre edilebilir asit miktarı belirlenmesinden genel bir görünüm

Meyve eti sertliği: Meyve örneklerinden temsilen rastgele alınan 10 meyve örneğinden, meyvenin ekvator bölgesinde üç farklı bölgenin kabuğu kaldırıldıktan sonra el penetrometresi (Fruit Tester FT 327) ile toplam 10 ölçüm yapılmış olup (Şekil 3.34.) bu değerlerin ortaması alınarak meyve eti sertliği kg/cm^2 olarak hesaplanmıştır (Cemeroğlu vd. 2007).



Şekil 3.34. Meyve eti sertliğinin ölçüldüğü penetrometre ve ölçümün yapılmasından genel bir görünüm

Meyve pH: Blenderde parçalanmış meyve örneklerinin suyunun pH'sı, WTW Inolab pH 720 masa üstü pH metre ile ölçülmüştür (Şekil 3.35.).



Şekil 3.35. Meyve pH analizinden genel bir görünüm

3.2.5. Hasat ile ilgili parametreler

Hasat zamanı belirlenirken pazarlanabilir kırmızı renk oluştuğu zaman meyveler hasat edilmiştir. Deneme süresince yapılan hasatlardan bazıları Şekil 3.36.'da gösterilmiştir.

Meyve verimi belirlenmesi amacıyla; her hasatta her uygulama kendi içinde tartılmak koşulu ile 1. ve 2. kalite meyve sayısı ve verimi belirlenmiştir. Deneme sonunda da 1. ve 2. kalite için ayrı ayrı olacak şekilde ortalama meyve çapı, meyve sayısı, toplam meyve ağırlığı, ortalama meyve ağırlığı, toplam BER sayısı ve BER ağırlığı hesaplanmıştır.

18 parselden alınan meyve örneklerinin, suda çözünebilir kuru madde miktarı (SÇKM), meyve asitliği, meyve eti sertliği, meyve rengi, meyve pH'sı gibi meyve kalite kriterleri, Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Laboratuvarında analiz edilmiştir.



Şekil 3.36. Farklı tarihlerde yapılmış hasat işlemlerinden genel görünüm

3.2.6. Hasat verim kriterlerinin değerlendirilmesi

Bitki başına düşen verim: Parsellerden hasat edilen meyveler hassas terazide tartılıp, uygulamaların ayrı ayrı verimleri belirlenmiş ve daha sonrasında bitki başına düşen verim hesaplanmıştır (kg/bitki).

Ortalama meyve ağırlığı: Tesadüf parsellerinden hasat edilen meyveler hassas terazide tartılarak belirlenen verim, parselde bulunan meyve sayısına bölünerek, ortalama meyve ağırlığı belirlenmiştir.

Ortalama meyve çapı: Tesadüf parsellerinden hasat edilen meyvelerden rastgele seçilen 10 adet meyve, dijital kumpas yardımı ile ölçülmüş enine çap değerleri 55 mm ve daha büyük olan meyveler 1. kalite, enine çapı 55 mm'den daha küçük olanlar ve çiçek burnu çürüklüğü (Blossom End Rot = BER) olan meyveler ise 2. kalite meyve olarak değerlendirilmiştir. 1. ve 2. kalite meyve ölçüm sonuçlarının ortalamaları ayrı ayrı alınarak, ortalama meyve çapı belirlenmiştir.

Bitki başına düşen meyve sayısı: Tesadüf parsellerinden hasat edilen meyveler sayılıp, parselde bulunan bitki sayısına bölünerek, bitki başına düşen meyve sayısı belirlenmiştir.

Toplam BER (Blossom End Rot) sayısı: Tesadüf parsellerinden hasat edilen meyvelerde çiçek burnu çürüklüğü görülenler sayılarak belirlenmiştir.

Toplam BER ağırlığı: Çiçek burnu çürüklüğü görülen meyveler hassas terazide tartılarak meyvelerin toplam ağırlığı belirlenmiştir.

3.2.7. İstatistiksel analiz yöntemleri

Denemede elde edilen veriler "SPSS 17.0" istatistik programı kullanılarak varyans analiz yapılarak değerlendirilmiş ve varyans analiz sonucunda anlamlı çıkan durumlarda, farkları tespit etmek için Duncan testi kullanılmıştır.

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

4.1. Dönem İçi Toprak pH ve EC Ölçüm Sonuçları

Bu bölümde; çalışmanın her iki yılına ait 2. 4. ve 6. aylarında ölçülen toprak pH ve EC değerleri ile ilgili sonuçlar verilmiştir. 2., 4. ve 6. aylar sırası ile 1., 2., ve 3. dönem olarak ifade edilmiştir.

4.1.1. Birinci dönem 0-20 cm derinlikteki toprak pH'sı ölçüm sonuçları

Farklı pH ve EC'de gübrelemenin 1. yıl 1. dönem ölçümlerinde 0-20 cm derinlikteki toprak pH değerleri üzerine etkileri Çizelge 4.1'de verilmiştir. Çalışmanın 1. yılındaki 1. dönemdeki 0-20 cm derinlikteki toprak pH değerleri incelendiğinde farklı pH, EC ve EC*pH interaksyonu istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur. Ölçülen en yüksek toprak pH değeri 7.51 (pH1*EC2), en düşük toprak pH değeri ise 7.44 (pH3*EC1) olarak ölçülmüştür.

Çizelge 4.1. Farklı pH ve EC uygulamalarının 0-20 cm derinlikteki toprak pH değeri üzerine 1. dönem etkileri

pH (0-20 cm)						
	1. yıl		2. yıl		Ortalama	
	EC1	EC2	EC1	EC2	1. yıl	2. yıl
pH1	7.49	7.51	7.47ab	7.52a	7.50	7.49a
pH2	7.45	7.45	7.43ab	7.44ab	7.45	7.44ab
pH3	7.44	7.45	7.40b	7.39b	7.44	7.39b
Ortalama	7.46	7.47	7.43	7.45		
1. Yıl: EC: ö.d, pH: ö.d, EC*pH: ö.d 2. Yıl: EC: ö.d, pH: ö.d, EC*pH: *						

Çalışmanın 2. yılı 1. dönem ölçümlerinde 0-20 cm derinlikteki toprak pH değerleri üzerine farklı EC uygulamalarının etkisi istatistiksel olarak önemsiz bulunurken, farklı pH uygulamalarının (<0.01) ve EC*pH (<0.05) interaksyonunun etkisi istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Bu dönemde 0-20 cm derinlikteki en yüksek pH değeri 7.52 ile EC2*pH1 uygulamasında görülürken, en düşük toprak pH değeri 7.39 ile EC2*pH3 uygulamasından elde edilmiştir.

4.1.2. Birinci dönem 20-40 cm derinlikteki toprak pH'sı ölçüm sonuçları

Yapılan uygulamaların, 1. yılı 1. dönem ölçümlerinde 20-40 cm derinlikteki toprak pH değerleri üzerine etkileri Çizelge 4.2'de verilmiştir. Çalışmanın 1. yılındaki 1. dönemdeki 20-40 cm derinlikteki toprak pH değerleri incelendiğinde farklı pH, EC ve EC*pH interaksyonu istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur. Ölçülen en yüksek toprak pH değeri 7.52 (pH1*EC1), en düşük toprak pH değeri ise 7.41 (pH3*EC1) olarak ölçülmüştür.

Çalışmanın 2. yılı 1. dönem ölçümlerinde 20-40 cm derinlikteki toprak pH değerleri üzerine farklı EC, pH ve EC*pH interaksyonunun etkisi istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur. Bu dönemde 20-40 cm derinlikteki en yüksek pH değeri 7.50 ile EC2*pH2 uygulamasında görülürken, en düşük toprak pH değeri 7.45 ile EC1*pH3 uygulamasından elde edilmiştir.

Çizelge 4.2. Farklı pH ve EC uygulamalarının 20-40 cm derinlikteki toprak pH değeri üzerine 1. dönem etkileri

pH (20-40 cm)						
	1. yıl		2. yıl		Ortalama	
	EC1	EC2	EC1	EC2	1. yıl	2. yıl
pH1	7.52	7.50	7.49	7.48	7.51	7.49
pH2	7.43	7.47	7.46	7.50	7.45	7.48
pH3	7.41	7.43	7.45	7.46	7.42	7.46
Ortalama	7.45	7.47	7.47	7.48		
1. Yıl: EC: öd, pH: öd, EC*pH: öd 2. Yıl: EC: öd, pH: öd, EC*pH: öd						

4.1.3. Birinci dönem 0-20 cm derinlikteki toprak EC'si ölçüm sonuçları

Farklı pH ve EC'de gübrelemenin 1. yıl 1. dönem ölçümlerinde 0-20 cm derinlikteki toprak EC değerleri üzerine etkileri Çizelge 4.3'te verilmiştir. 1. yıl 1. dönem ölçümlerinde 0-20 cm derinlikteki toprak tuzluluğu (EC) üzerine pH istatistiksel olarak önemsiz bulunurken, EC (<0.001) ve EC*pH (<0.001) interaksyonu istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. 1. yıl 1. dönem ölçümlerinde 0-20 cm derinlikteki en yüksek toprak tuzluluğu (EC) değeri 1.22 dS/m ile pH2*EC2 uygulamasında, en düşük toprak tuzluluğu (EC) değeri ise 0.79 dS/m ile pH1*EC1 uygulamasından elde edilmiştir.

Çizelge 4.3. Farklı pH ve EC uygulamalarının 0-20 cm derinlikteki toprak EC değeri üzerine 1. dönem etkileri

0-20 cm EC (dS/m)						
	1. yıl		2. yıl		Ortalama	
	EC1	EC2	EC1	EC2	1. yıl	2. yıl
pH1	0.79c	1.06b	0.78c	1.13ab	0.93	0.95b
pH2	0.81c	1.22a	0.85c	1.15a	1.01	1.00b
pH3	0.97b	1.00b	1.02b	1.25a	0.99	1.14a
Ortalama	0.86b	1.09a	0.88b	1.18a		
1. Yıl: EC: ***, pH: öd, EC*pH: öd 2. Yıl: EC: ***, pH: **, EC*pH: *						

Çalışmanın 2.yılı 1. dönem ölçümlerinde 0-20 cm derinlikteki toprak tuzluluğu (EC) üzerine farklı EC (<0.001), pH (<0.01) uygulamalarının ve EC*pH (<0.05) interaksyonunun etkisi istatistiki olarak önemli bulunmuştur. 2. yıl 1. dönem ölçümlerinde 0-20 cm derinlikteki en yüksek toprak tuzluluğu (EC) değeri 1.25 dS/m ile pH3*EC2 uygulamasında, en düşük toprak tuzluluğu (EC) değeri ise 0.78 dS/m ile pH1*EC1 uygulamasından elde edilmiştir.

4.1.4. Birinci dönem 20-40 cm derinlikteki toprak EC'si ölçüm sonuçları

Farklı pH ve EC'de gübrelemenin 1. dönem ölçümlerinde 20-40 cm derinlikteki toprak EC değerleri üzerine etkileri Çizelge 4.4'te verilmiştir. 1. yıl 1. dönem ölçümlerinde 20-40 cm derinlikteki toprak tuzluluğu (EC) üzerine pH istatistiksel olarak önemsiz bulunurken, EC (<0.05) ve EC*pH (<0.05) interaksyonu istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. 1. yıl 1. dönem ölçümlerinde 20-40 cm derinlikteki en yüksek toprak

tuzluluğu (EC) değeri 0.96 dS/m ile pH1*EC2 ve pH2*EC2 uygulamasında, en düşük toprak tuzluluğu (EC) değeri ise 0.67 dS/m ile pH2*EC1 uygulamasından elde edilmiştir.

Çizelge 4.4. Farklı pH ve EC uygulamalarının 20-40 cm derinlikteki toprak EC değeri üzerine 1. dönem etkileri

EC (20-40 cm)						
	1. yıl		2. yıl		Ortalama	
	EC1	EC2	EC1	EC2	1. yıl	2. yıl
pH1	0.71b	0.96a	0.76cd	1.01ab	0.83	0.89
pH2	0.67b	0.96a	0.63d	1.13a	0.81	0.88
pH3	0.86ab	0.77ab	0.87bc	1.00ab	0.81	0.93
Ortalama	0.74b	0.90a	0.75b	1.05a		
1. Yıl: EC: *, pH: öd, EC*pH: * 2. Yıl: EC: ***, pH: ö.d, EC*pH: *						

Çalışmanın 2.yılı 1. dönem ölçümlerinde 20-40 cm derinlikteki toprak tuzluluğu (EC) üzerine pH önemsiz bulunurken, EC (<0.001) ve EC*pH (<0.05) interaksyonu istatistiki olarak önemli bulunmuştur. 2. yıl 1. dönem ölçümlerinde 20-40 cm derinlikteki en yüksek toprak tuzluluğu (EC) değeri 1.13 dS/m ile pH2*EC2 uygulamasında, en düşük toprak tuzluluğu (EC) değeri ise 0.63 dS/m ile pH2*EC1 uygulamasından elde edilmiştir.

4.1.5. İkinci dönem 0-20 cm derinlikteki toprak pH'sı ölçüm sonuçları

Farklı pH ve EC'de gübrelemenin 2. dönem ölçümlerinde 0-20 cm derinlikteki toprak pH değerleri üzerine etkileri Çizelge 4.5'te verilmiştir. Çalışmanın 1. yılındaki 2. dönemdeki 0-20 cm derinlikteki toprak pH değerleri incelendiğinde farklı pH, EC ve EC*pH interaksyonu istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur. Ölçülen en yüksek toprak pH değeri 7.48 (pH1*EC2), en düşük toprak pH değeri ise 7.41 (pH3*EC1) olarak ölçülmüştür.

Çizelge 4.5. Farklı pH ve EC uygulamalarının 0-20 cm derinlikteki toprak pH değeri üzerine 2. dönem etkileri

pH (0-20 cm)						
	1. yıl		2. yıl		Ortalama	
	EC1	EC2	EC1	EC2	1. yıl	2. yıl
pH1	7.47	7.48	7.45a	7.44a	7.48	7.45a
pH2	7.48	7.42	7.42a	7.44a	7.45	7.43a
pH3	7.41	7.43	7.34b	7.39ab	7.42	7.36b
Ortalama	7.45	7.44	7.40	7.42		
1. Yıl: EC: öd, pH: öd, EC*pH: ö.d 2. Yıl: EC: öd, pH: **, EC*pH: **						

Çalışmanın 2. yılı 2. dönem ölçümlerinde 0-20 cm derinlikteki toprak pH değerleri üzerine farklı EC uygulamalarının etkisi istatistiksel olarak önemsiz bulunurken, farklı pH uygulamalarının (<0.01) ve EC*pH (<0.01) interaksyonunun etkisi istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Bu dönemde 0-20 cm derinlikteki en yüksek pH değeri 7.45 ile EC1*pH1 uygulamasında görülürken, en düşük toprak pH değeri 7.34 ile EC1*pH3 uygulamasından elde edilmiştir.

4.1.6. İkinci dönem 20-40 cm derinlikteki toprak pH'sı ölçüm sonuçları

Yapılan uygulamaların, 2. dönem ölçümlerinde 20-40 cm derinlikteki toprak pH değerleri üzerine etkileri Çizelge 4.6'de verilmiştir. Çalışmanın 1. yılındaki 2. dönemdeki 20-40 cm derinlikteki toprak pH değerleri incelendiğinde farklı pH, EC ve EC*pH interaksyonu istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur. Ölçülen en yüksek toprak pH değeri 7.59 (pH1*EC1), en düşük toprak pH değeri ise 7.47 (pH3*EC1) olarak ölçülmüştür.

Çizelge 4.6. Farklı pH ve EC uygulamalarının 20-40 cm derinlikteki toprak pH değeri üzerine 2. dönem etkileri

pH (20-40 cm)						
	1. yıl		2. yıl		Ortalama	
	EC1	EC2	EC1	EC2	1. yıl	2. yıl
pH1	7.59	7.55	7.53	7.58	7.57	7.56a
pH2	7.56	7.52	7.50	7.45	7.54	7.47b
pH3	7.47	7.50	7.47	7.50	7.49	7.49b
Ortalama	7.54	7.52	7.50	7.51		
1. Yıl: EC: öd, pH: öd, EC*pH: öd 2. Yıl: EC: öd, pH: *, EC*pH: öd						

Çalışmanın 2. yılı 2. dönem ölçümlerinde 20-40 cm derinlikteki toprak pH değerleri üzerine EC ve EC*pH interaksyonu istatistiki olarak önemsiz bulunur iken, pH (<0.05) düzeyinde önemli bulunmuştur. Bu dönemde 20-40 cm derinlikteki en yüksek pH değeri 7.58 ile EC2*pH1 uygulamasında görülürken, en düşük toprak pH değeri 7.45 ile EC2*pH2 uygulamasından elde edilmiştir.

4.1.7. İkinci dönem 0-20 cm derinlikteki toprak EC'si ölçüm sonuçları

Farklı pH ve EC'de gübrelemenin 1. yıl 2. dönem ölçümlerinde 0-20 cm derinlikteki toprak EC değerleri üzerine etkileri Çizelge 4.7'de verilmiştir. 1. yıl 1. dönem ölçümlerinde 0-20 cm derinlikteki toprak tuzluluğu (EC) üzerine pH (<0.05) EC (<0.001) ve EC*pH (<0.05) interaksyonu istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. 1. yıl 2. dönem ölçümlerinde 0-20 cm derinlikteki en yüksek toprak tuzluluğu (EC) değeri 1.00 dS/m ile pH3*EC2 uygulamasında, en düşük toprak tuzluluğu (EC) değeri ise 0.67 dS/m ile pH1*EC1 uygulamasından elde edilmiştir.

Çalışmanın 2.yılı 2. dönem ölçümlerinde 0-20 cm derinlikteki toprak tuzluluğu (EC) üzerine farklı EC (<0.001), pH (<0.05) uygulamalarının ve EC*pH (<0.05) interaksyonunun etkisi istatistiki olarak önemli bulunmuştur. 1. yıl 2. dönem ölçümlerinde 0-20 cm derinlikteki en yüksek toprak tuzluluğu (EC) değeri 1.27 dS/m ile pH1*EC2 ve pH3*EC2 uygulamalarında, en düşük toprak tuzluluğu (EC) değeri ise 0.66 dS/m ile pH1*EC1 uygulamasından elde edilmiştir.

Çizelge 4.7. Farklı pH ve EC uygulamalarının 0-20 cm derinlikteki toprak EC değeri üzerine 2. dönem etkileri

EC (0-20 cm)						
	1. yıl		2. yıl		Ortalama	
	EC1	EC2	EC1	EC2	1. yıl	2. yıl
pH1	0.67d	0.94ab	0.66d	1.27a	0.80b	0.96b
pH2	0.73cd	0.89b	0.82c	1.19a	0.81b	1.00b
pH3	0.77c	1.00a	1.00b	1.27a	0.89a	1.14a
Ortalama	0.72b	0.94a	0.83b	1.24a		
1. Yıl: EC: ***, pH: *, EC*pH: * 2. Yıl: EC: ***, pH: *, EC*pH: *						

4.1.8. İkinci dönem 20-40 cm derinlikteki toprak EC'si ölçüm sonuçları

Farklı pH ve EC'de gübrelemenin 1. yıl 2. dönem ölçümlerinde 20-40 cm derinlikteki toprak EC değerleri üzerine etkileri Çizelge 4.8'de verilmiştir. 1. yıl 2. dönem ölçümlerinde 20-40 cm derinlikteki toprak tuzluluğu (EC) üzerine pH istatistiksel olarak önemsiz bulunurken, EC (<0.01) ve EC*pH (<0.05) interaksyonu istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. 1. yıl 1. dönem ölçümlerinde 20-40 cm derinlikteki en yüksek toprak tuzluluğu (EC) değeri 0.89 dS/m ile pH3*EC2 ve pH1*EC1 uygulamalarında, en düşük toprak tuzluluğu (EC) değeri ise 0.66 dS/m ile pH1*EC1 uygulamasından elde edilmiştir.

Çizelge 4.8. Farklı pH ve EC uygulamalarının 20-40 cm derinlikteki toprak EC değeri üzerine 2. dönem etkileri

EC (20-40 cm)						
	1. yıl		2. yıl		Ortalama	
	EC1	EC2	EC1	EC2	1. yıl	2. yıl
pH1	0.66b	0.89a	0.72d	0.96b	0.77	0.84c
pH2	0.68ab	0.83ab	0.82c	1.16a	0.76	0.99a
pH3	0.76ab	0.89a	0.89bc	0.94b	0.83	0.91b
Ortalama	0.70b	0.87a	0.81b	1.02a		
1. Yıl: EC: **, pH: öd, EC*pH: * 2. Yıl: EC: ***, pH: **, EC*pH: **						

Çalışmanın 2.yılı 2. dönem ölçümlerinde 20-40 cm derinlikteki toprak tuzluluğu (EC) üzerine pH (<0.01), EC (<0.001) ve EC*pH (<0.01) interaksyonu istatistiki olarak önemli bulunmuştur. 2. yıl 2. dönem ölçümlerinde 20-40 cm derinlikteki en yüksek toprak tuzluluğu (EC) değeri 1.16 dS/m ile pH2*EC2 uygulamasında, en düşük toprak tuzluluğu (EC) değeri ise 0.72 dS/m ile pH1*EC1 uygulamasından elde edilmiştir.

4.1.9. Üçüncü dönem 0-20 cm derinlikteki toprak pH'sı ölçüm sonuçları

Farklı pH ve EC'de gübrelemenin 1. yılı 3. dönem ölçümlerinde 0-20 cm derinlikteki toprak pH değerleri üzerine etkileri Çizelge 4.9'de verilmiştir. Çalışmanın 1. yılındaki 1. dönemdeki 0-20 cm derinlikteki toprak pH değerleri incelendiğinde farklı pH (<0.001) EC (<0.05) ve EC*pH (<0.05) interaksyonu istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Ölçülen en yüksek toprak pH değeri 7.34 (pH1*EC1), en düşük toprak pH değeri ise 7.05 (pH3*EC2) olarak ölçülmüştür.

Çizelge 4.9. Farklı pH ve EC uygulamalarının 0-20 cm derinlikteki toprak pH değeri üzerine 3. dönem etkileri

pH (0-20 cm)						
	1. yıl		2. yıl		Ortalama	
	EC1	EC2	EC1	EC2	1. yıl	1. yıl
pH1	7.34a	7.33a	7.39a	7.37a	7.34a	7.38a
pH2	7.26b	7.22b	7.37a	7.29b	7.24b	7.33a
pH3	7.14c	7.05d	7.12c	7.10c	7.10c	7.11b
Ortalama	7.25a	7.20b	7.30	7.25		
1. Yıl: EC: *, pH: ***, EC*pH: * 2. Yıl: EC: öd, pH: ***, EC*pH: *						

Çalışmanın 2. yılı 3. dönem ölçümlerinde 0-20 cm derinlikteki toprak pH değerleri üzerine farklı EC uygulamalarının etkisi istatistiksel olarak önemsiz bulunurken, farklı pH uygulamalarının (<0.001) ve EC*pH (<0.05) interaksyonunun etkisi istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Bu dönemde 0-20 cm derinlikteki en yüksek pH değeri 7.39 ile EC1*pH1 uygulamasında görülürken, en düşük toprak pH değeri 7.10 ile EC2*pH3 uygulamasından elde edilmiştir.

4.1.10. Üçüncü dönem 20-40 cm derinlikteki toprak pH'sı ölçüm sonuçları

Yapılan uygulamaların, 1. yıl 3. dönem ölçümlerinde 20-40 cm derinlikteki toprak pH değerleri üzerine etkileri Çizelge 4.10'de verilmiştir. Çalışmanın 1. yılındaki 1. dönemdeki 20-40 cm derinlikteki toprak pH değerleri incelendiğinde EC ve EC*pH interaksyonu istatistiki olarak önemsiz bulunmuş iken pH (<0.05) düzeyinde önemli bulunmuştur. Ölçülen en yüksek toprak pH değeri 7.36 (pH1*EC2), en düşük toprak pH değeri ise 7.18 (pH3*EC2) olarak ölçülmüştür.

Çizelge 4.10. Farklı pH ve EC uygulamalarının 20-40 cm derinlikteki toprak pH değeri üzerine 3. dönem etkileri

pH (20-40 cm)						
	1. yıl		2. yıl		Ortalama	
	EC1	EC2	EC1	EC2	1. yıl	2. yıl
pH1	7.34	7.36	7.45a	7.39ab	7.35a	7.42a
pH2	7.30	7.30	7.32b	7.28bc	7.30ab	7.30b
pH3	7.23	7.18	7.20c	7.28bc	7.21b	7.24b
Ortalama	7.29	7.28	7.32	7.32		
1. Yıl: EC: öd, pH: *, EC*pH: öd 2. Yıl: EC: öd, pH: **, EC*pH: *						

Çalışmanın 2. yılı 3. dönem ölçümlerinde 20-40 cm derinlikteki toprak pH değerleri üzerine EC istatistiki olarak önemsiz bulunurken; pH (<0.01) ve EC*pH (<0.05) interaksyonu istatistiksel olarak önemli bulunmuştur Bu dönemde 20-40 cm derinlikteki en yüksek pH değeri 7.45 ile EC1*pH1 uygulamasında görülürken, en düşük toprak pH değeri 7.20 ile EC1*pH3 uygulamasından elde edilmiştir.

4.1.11. Üçüncü dönem 0-20 cm derinlikteki toprak EC'si ölçüm sonuçları

Farklı pH ve EC'de gübrelemenin 1. yılı 3. dönem ölçümlerinde 0-20 cm derinlikteki toprak EC değerleri üzerine etkileri Çizelge 4.11'de verilmiştir. 1. yıl 1. dönem ölçümlerinde 0-20 cm derinlikteki toprak tuzluluğu (EC) üzerine pH (<0.001), EC (<0.001) ve EC*pH (<0.001) interaksyonu istatistiksel olarak önemli bulunmuştur 1. yıl

3. dönem ölçümlerinde 0-20 cm derinlikteki en yüksek toprak tuzluluğu (EC) değeri 2.81 dS/m ile pH3*EC2 uygulamasında, en düşük toprak tuzluluğu (EC) değeri ise 0.83 dS/m ile pH1*EC1 uygulamasından elde edilmiştir.

Çizelge 4.11. Farklı pH ve EC uygulamalarının 0-20 cm derinlikteki toprak EC değeri üzerine 3. dönem etkileri

EC (0-20 cm)						
	1. yıl		2. yıl		Ortalama	
	EC1	EC2	EC1	EC2	1. yıl	2. yıl
pH1	0.83d	1.43c	0.89c	1.83b	1.13c	1.36b
pH2	0.90d	2.06b	1.00c	2.30b	1.48b	1.65b
pH3	0.97cd	2.81a	1.27c	3.04a	1.89a	2.15a
Ortalama	0.90b	2.10a	1.05b	2.39a		
1. Yıl: EC: ***, pH: ***, EC*pH: *** 2. Yıl: EC: ***, pH: **, EC*pH: *						

Çalışmanın 2.yılı 3. dönem ölçümlerinde 0-20 cm derinlikteki toprak tuzluluğu (EC) üzerine EC (<0.001), pH (<0.01) ve EC*pH (<0.05) interaksyonu istatistiki olarak önemli bulunmuştur. 2. yıl 3. dönem ölçümlerinde 0-20 cm derinlikteki en yüksek toprak tuzluluğu (EC) değeri 3.04 dS/m ile pH3*EC2 uygulamasında, en düşük toprak tuzluluğu (EC) değeri ise 0.89 dS/m ile pH1*EC1 uygulamasından elde edilmiştir.

4.1.12. Üçüncü dönem 20-40 cm derinlikteki toprak EC'si ölçüm sonuçları

Farklı pH ve EC'de gübrelemenin 1. yıl 3. dönem ölçümlerinde 20-40 cm derinlikteki toprak EC değerleri üzerine etkileri Çizelge 4.12'de verilmiştir. 1. yıl 3. dönem ölçümlerinde 20-40 cm derinlikteki toprak tuzluluğu (EC) üzerine pH istatistiksel olarak önemsiz bulunurken, EC (<0.001) ve EC*pH (<0.05) interaksyonu istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. 1. yıl 3. dönem ölçümlerinde 20-40 cm derinlikteki en yüksek toprak tuzluluğu (EC) değeri 2.01 dS/m ile pH3*EC2 uygulamasında, en düşük toprak tuzluluğu (EC) değeri ise 0.52 dS/m ile pH2*EC1 uygulamasından elde edilmiştir.

Çalışmanın 2.yılı 3. dönem ölçümlerinde 20-40 cm derinlikteki toprak tuzluluğu (EC) üzerine EC*pH interaksyonu önemsiz bulunurken, EC (<0.001) ve pH (<0.05) istatistiki olarak önemli bulunmuştur. 2. yıl 3. dönem ölçümlerinde 20-40 cm derinlikteki en yüksek toprak tuzluluğu (EC) değeri 2.15 dS/m ile pH3*EC2 uygulamasında, en düşük toprak tuzluluğu (EC) değeri ise 0.72 dS/m ile pH1*EC1 uygulamasından elde edilmiştir.

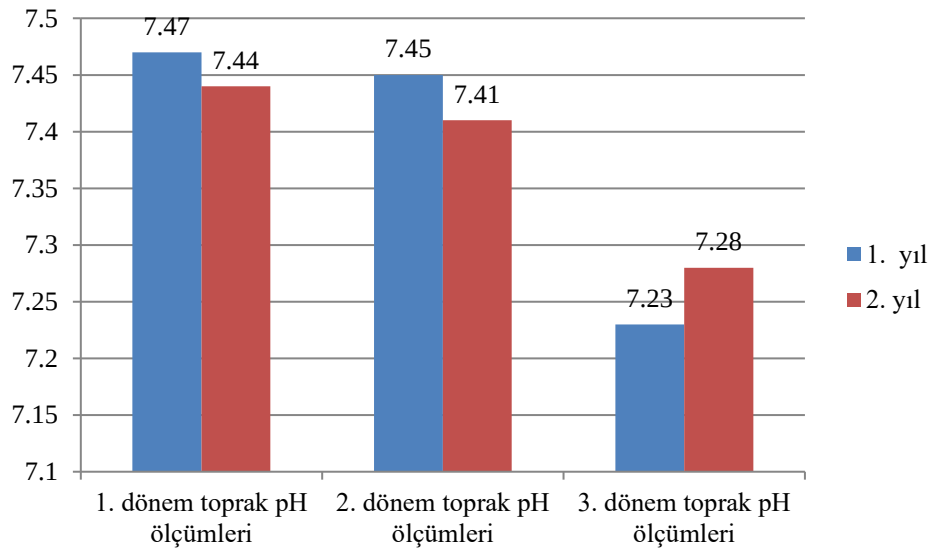
Çizelge 4.12. Farklı pH ve EC uygulamalarının 20-40 cm derinlikteki toprak pH değeri üzerine 3. dönem etkileri

EC (20-40 cm)						
	1. yıl		2. yıl		Ortalama	
	EC1	EC2	EC1	EC2	1. yıl	2. yıl
pH1	0.66c	1.42b	0.72c	1.48b	1.04	1.10b

pH2	0.52c	1.72ab	0.76c	1.92a	1.12	1.34ab
pH3	0.56c	2.01a	0.89c	2.15a	1.29	1.52a
Ortalama	0.58b	1.71a	0.79b	1.85a		
1. Yıl: EC: ***, pH: öd, EC*pH: * 2. Yıl: EC: ***, pH: *, EC*pH: öd						

4.1.13. 0-20 cm derinlikteki toprak pH ölçümlerindeki dönemsel değişimler

Farklı pH ve EC'de gübrelemenin 0-20 cm derinlikteki toprak pH değerleri üzerine etkileri Şekil 4.1'de verilmiştir. Araştırma süresince 0-20 cm derinlikteki ölçülen en yüksek toprak pH değeri 7.47 ile 1. yıl 1. dönemde ve en düşük toprak pH değeri 7.23 ile 1. yıl 3. dönemde elde edilmiştir.



Şekil 4.1. 0-20 cm derinlikteki toprak pH ölçümlerindeki dönemsel değişimler

Uygulamaların toprak pH değeri üzerine olan dönemsel etkileri incelendiğinde 1. dönemden 3. döneme doğru gidildikçe toprak pH değerinin düştüğü görülmektedir. Bu düşüşe bağlı olarak başta fosfor, demir mangan, çinko ve bakır elementleri olmak üzere bitki besin elementi yarıyışlılığının artacağı öngörülmelidir. Nitekim farklı düzeylerde olmak üzere; düşük pH uygulamalarına bağlı olarak, bu elementlerin topraktaki alınabilir düzeyleri artmıştır (Bölüm 4.6.)

Kireçli bir toprakta kimyasal gübre uygulamalarına bağlı olarak 0-20 cm derinlikte toprak asitleşmesinin meydana geldiği bildirilmiştir (Zhang vd. 2016). Domates bitkisinde kükürt uygulamalarının etkilerinin araştırıldığı bir çalışmada kükürt uygulamalarının toprak pH'sı, EC ve bitki verim ve bazı kalite unsurları üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Toprak pH'sı kontrol parseline göre %9.9 oranında düştüğü belirlenmiştir (Gürsoy 2011). Demirtaş vd. (2012), tek ürün domates yetiştirme döneminde gübre uygulamaları ile toprak pH'sında düşme tespit etmişlerdir. Organik gübre uygulamalarının toprak pH'sını düzenleyici etkisi, kimyasal gübre uygulamalarında ise fizyolojik asit karakterli kimyasal gübre ve nitrik asit kullanımının toprak pH'sında düşüşe neden olduğu bildirmişlerdir.

Haynes (1988), Biberde yaptıkları bir çalışmada, aşırı azot kullanımında damlatıcı altında, toprak asitliğinin arttığını belirtmektedir. Kireçli topraklarda rizosfer pH değerinin düşürülmesinde damlama sulama sistemlerinde asitli gübrelerin kullanımının etkili bir strateji olabileceğini bildirilmektedir (Wang ve Nancollas 2008; Shen vd. 2011). Maltaş ve Kaplan (2018) üretici koşullarında örtüaltı domates yetiştiriciliğinde asit kullanımı ve kullanılan asidin toprak pH'sı üzerine etkilerini araştırdığı bir çalışmada damlama sulama sisteminde asit kullanımı ile toprak pH değerinin azaldığını bildirmişlerdir.

Fertigasyon borusunun tam altındaki toprak kısmına ait pH değerinin; düşük pH değerine sahip uygulamalara bağlı olarak gerek sezon içi gerekse de sonunda dikkate alınabilir düzeyde düştüğü görülmektedir. Ancak her iki yıldaki sezon sonu düşüşler bile değerlendirildiğinde özellikle bitki beslenmesi açısından toprak pH değerinde yeterli düşüşlerin elde edilemediği düşünülmektedir. Sezon içi ölçülen ve fertigasyondan 30 dakika sonraki ölçümler dikkate alındığında yeterli düşüşler kısmen elde edilmektedir. Ancak toprağın tamponlama kapasitesine bağlı olarak düzenli olarak sulanan ve gübrenlenmesinden dolayı etkili kök bölgesi kabul edilebilecek (rizosfer) olan damlamanın tam altındaki toprağın bile pH değerinin özellikle kireç düzeyine bağlı olarak yeterince düşürülemediği söylenebilir. Şekil 4.2'de görüldüğü üzere 5 nolu uygulamada toprakta bulunan kirecin nasıl çözündüğünü göstermektedir.

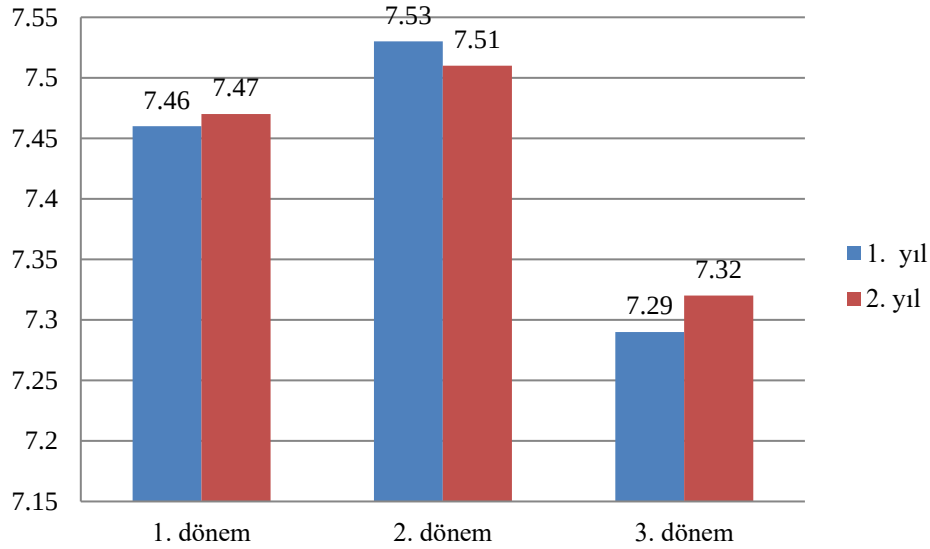


Şekil 4.2. Düşük pH (5.0) değerine sahip fertigasyon uygulamaları sırasında toprakta meydana gelen değişimlerden genel bir görünüm

Benzer görüntüler özellikle 5 ve 6 nolu uygulamalarda (pH=5.0) sezon boyunca verilen tüm gübreleme işlemlerinde toplam sulama süresine bağlı değişimle birlikte az ya da çok gözlemlenmiştir. Bu durumun toprakta bulunan kirecin etkisinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Çünkü kireç toprakların pH tamponlama kapasitesini artırmaktadır (Lindemann vd. 1991; Wiedenfeld 2011; Zhang vd. 2016).

4.1.14. 20-40 cm derinlikteki toprak pH ölçümlerindeki dönemsel değişimler

Farklı pH ve EC'de gübrelemenin 20-40 cm derinlikteki toprak pH değerleri üzerine etkileri Şekil 4.3'te verilmiştir. Araştırma süresince 20-40 cm derinlikteki ölçülen en yüksek ortalama toprak pH değeri 7.53 ile 1. yıl 2. dönemde ve en düşük ortalama toprak pH değeri 7.29 ile 1. yıl 3. dönemde elde edilmiştir.

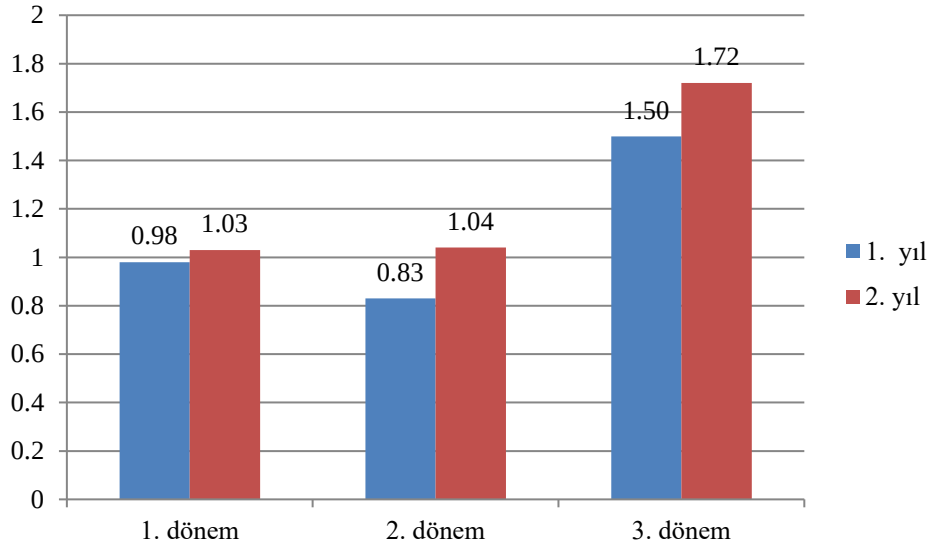


Şekil 4.3. 20-40 cm derinlikteki toprak pH ölçümlerindeki dönemsel değişimler

20-40 cm toprak derinliğinde düşük pH'lı fertigasyon çözeltilerinin sınırlı etkileri olsa da düşüşün pratik açıdan yeterli olmadığı söylenebilir. Çünkü toprak profilinde yukarıdan aşağı doğru inildikçe uygulanan düşük pH değerine sahip çözeltilerin etkilerinin topraktaki yüksek kireç varlığına bağlı azaldığı düşünülmektedir. Sulama suyuna düzenli ve sürekli asit vererek pH ayarlı fertigasyon yapılabilir ve sınırlı kök ortamının pH'ı kontrol altına alınabilir. Ancak bitkisel üretimde kullanılan alan sınırlı bir alandan oluşsa da büyük bir kütleyi ifade eder ve kalıcı pH değişikliği mümkün olamayacak kadar miktarda fazla asit ya da asit özellikli gübreleme gerektirdiği (Fidan, 2002); bu nedenle agronomik üretimler için tüm toprak profilinin pH değerinin ayarlanmasının pratik açıdan mümkün olmadığı bilinmektedir (Wiedenfeld 2011). Toprak derinliğine ve toprakta bulunan kirece bağlı olarak yapılan asit uygulamalarının etkisinin değişebileceği bildirilmiştir (Maltaş ve Kaplan 2018).

4.1.15. 0-20 cm derinlikteki toprak EC ölçümlerindeki dönemsel değişimler

Farklı pH ve EC'de gübrelemenin 0-20 cm derinlikteki toprak EC değerleri üzerine etkileri Şekil 4.4'te verilmiştir. Araştırma süresince 0-20 cm derinlikteki ölçülen en yüksek toprak EC değeri 1.72 ile 2. yıl 3. dönemde ve en düşük toprak EC değeri 0.83 ile 1. yıl 2. dönemde elde edilmiştir.



Şekil 4.4. 0-20 cm derinlikteki toprak EC ölçümlerindeki dönemsel değişimler

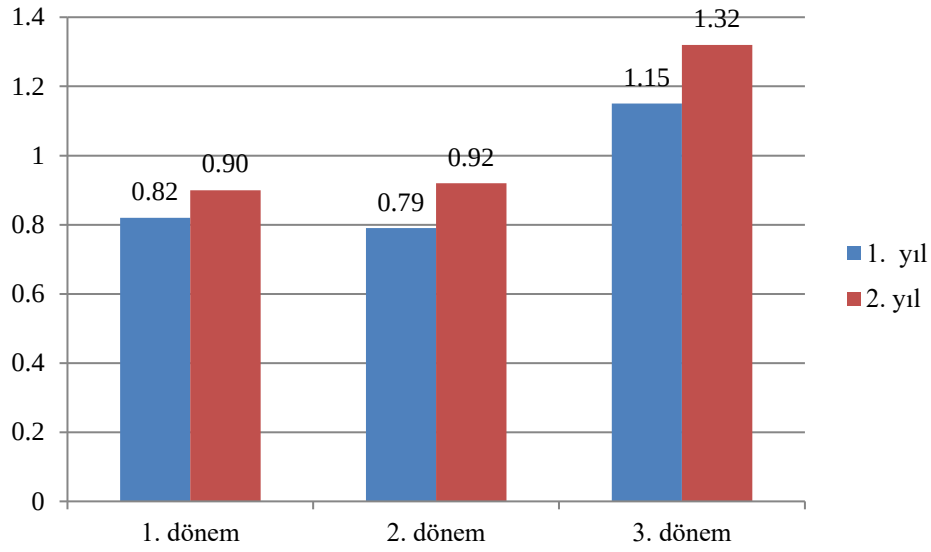
Mathers (1970) yapmış olduğu çalışmada H_2SO_4 'ün etkisiyle, toprak pH değerinin çok düştüğünü ve toprağın tuz kapsamının arttığını bildirmiştir. Sierra vd. (2007) düşük organik madde ve kireç içeriğine sahip toprakta kükürt uygulamalarının toprak pH değerlerinde önemli düzeyde azaldığını ve toprağın çözünebilir tuz miktarlarının arttığını buna bağlı olarak da toprak EC değerlerinde bir artışın meydana geldiğini belirlemişlerdir. Ayrıca kükürt ile yapılan diğer bazı çalışmalarda da kükürt uygulamalarına bağlı olarak toprakların pH değerinde azalmalar, elektriki iletkenlik değerlerinde ise artışların meydana geldiği tespit edilmiştir (Awad vd. 1996, Zimmy ve Malak 1998).

Farklı tuz konsantrasyonuna sahip sulama suyu ile yapılan çalışmada tuz konsantrasyonlarının 0-25, 25-40 cm'lik toprak katmanında yoğunlaştığı kullanılan sulama yöntemi kaynaklı olarak toprak profilinin derinliklerinde (40-55, 55-70, 70-90 cm) tuz birikimi daha düşük seviyelerde olduğu tespit edilmiştir (Özer vd. 2019).

500, 1000 ve 2000 mmhos cm^{-1} EC'ye sahip sulama suları ile sulama yapılmasının toprak tuzluluğunu sezon sonunda arttırdığı bildirilmiştir (Kadiroğlu ve Kaplan 2000).

4.1.16. 20-40 cm derinlikteki toprak EC ölçümlerindeki dönemsel değişimler

Farklı pH ve EC'de gübrelemenin 20-40 cm derinlikteki toprak EC değerleri üzerine etkileri Şekil 4.5'te verilmiştir. Araştırma süresince 20-40 cm derinlikteki ölçülen en yüksek toprak EC değeri 1.32 ile 2. yıl 3. dönemde ve en düşük toprak EC değeri 0.79 ile 1. yıl 2. dönemde elde edilmiştir.



Şekil 4.5. 20-40 cm derinlikteki toprak EC ölçümlerindeki dönemsel değişimler

Domates bitkisinde kükürt uygulamalarının etkilerinin araştırıldığı bir çalışmada kükürt uygulamalarının toprak pH değerini düşürdüğü ve toprak EC değerinin %227 oranında arttığı tespit edilmiştir (Gürsoy 2011). Erdem ve Çelik (2018) ıspanak bitkisinde uygulanan sulama suyu tuzluluğunun artışına paralel olarak toprakta biriken tuz miktarı da artış göstermiştir. Yıkama suyu oranının artması ise biriken tuz düzeylerinin ve drenaj suyu tuzluluğunun azalmasına yol açtığı tespit edilmiştir. Artan sulama suyu tuzluluğu sakız fasülye bitkisini kök bölgesi tuzluluğunda artışa neden olduğu; bitki kök bölgesindeki toprak tuzluluğu (EC) değerlerinin 0.67-53.16 dS m⁻¹ arasında değişim gösterdiği bildirilmiştir (Akçaman ve Taş 2020). Kükürt ile yapılan bazı diğer çalışmalarda da kükürt uygulamalarına bağlı olarak toprakların pH değerinde azalmalar, elektriksel iletkenlik değerlerinde ise artışların meydana geldiği tespit edilmiştir (Awad vd. 1996; Zimmy ve Malak 1998).

Farklı tuzluluğa sahip sulama suları ile yapılan gübrelemenin toprak tuzluluğunu artırdığı ve yüksek tuzluluk düzeylerine bağlı olarak toprak profilinin 0-40 cm derinliğinde bile tuz birikiminin olduğu bildirilmiştir (Yurtseven ve Sönmez 1996). Sierra vd. (2007) tarafından yürütülen bir araştırmada kükürt uygulamalarına bağlı olarak toprakların çözünebilir tuz miktarlarının arttığını buna bağlı olarak da toprak E.C. değerlerinde bir artış olduğu tespit edilmiştir.

Farklı tuz içeriğine sahip sulama suları ile yapılan bir yetiştiricilikte artan sulama suyu tuzluluğunun bitki kök bölgesi toprak tuzluluğunu artırdığı bildirilmiştir (Akçaman ve Taş 2020). Yapılan başka bir araştırmada uygulanan sulama suyu tuzluluğunun artışına paralel olarak toprakta biriken tuz miktarı da artış gösterdiği belirlenmiştir (Erdem ve Çelik 2018).

4.2. Fertigasyon uygulamalarından sonra toprak pH değerinde meydana gelen değişimlerin izlenmesi

Bu bölümde çalışmanın 3., 5., 7. ayların sonunda, damlamadan 8-10 cm uzaklıkta ve 8-10 cm toprak derinliğinde, çakılır tip pH metre ile ölçülen toprak pH değeri

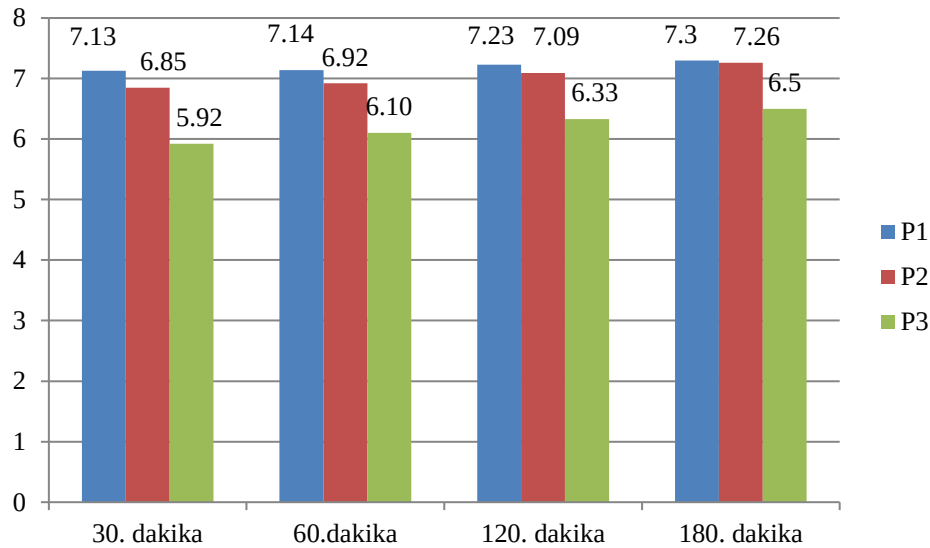
verilmiştir. 3., 5., 7. aylar sırası ile 1., 2. ve 3. dönem olarak ifade edilmiştir. Çalışmanın 1. yılında fertigasyon uygulamalarının toprak pH değeri üzerine etkilerinin zamansal ve dönemsel değişimleri (fertigasyondan sonra 30. 60. 120. ve 180. dakikalar) ile ilgili elde edilen ölçümlere ait sonuçlar Çizelge 4.13.'de verilmiştir.

Çizelge 4.13. Uygulamalarının 1. yıl fertigasyondan 30, 60, 120 ve 180 dakika sonra toprak pH değerleri üzerine etkileri

Uygulama No	Dönemler	Fertigasyon sonrası toprak pH ölçümleri (dk.)			
		30.	60.	120.	180.
1	1	7.24	7.21	7.31	7.34
	2	7.03	7.15	7.21	7.14
	3	7.21	7.15	7.28	7.41
2	1	7.13	7.14	7.29	7.33
	2	6.96	7.07	7.03	7.13
	3	7.18	7.11	7.27	7.44
3	1	6.86	7.01	7.19	7.25
	2	6.78	6.72	7.04	7.22
	3	7.02	7.14	7.31	7.40
4	1	6.79	6.96	7.08	7.26
	2	6.73	6.81	6.92	7.02
	3	6.93	6.85	7.00	7.38
5	1	5.98	6.31	6.72	6.68
	2	5.95	6.08	6.12	6.29
	3	6.01	6.07	6.42	6.53
6	1	5.92	5.81	6.30	6.61
	2	5.76	6.09	6.01	6.34
	3	5.90	6.21	6.39	6.57
Minimum		5.76	5.81	6.01	6.29
Maksimum		7.24	7.21	7.31	7.44
Ortalama		6.63	6.72	6.88	7.02

Çalışmanın 1. yılında uygulamalardan elde edilen fertigasyon uygulamasından 30 dakika sonra yapılan ölçümlerde en düşük pH değeri (5.76) 6. uygulamanın (EC2*pH3)

2. döneminde; en yüksek pH değeri (7.24) ise 1. uygulamanın (EC1*pH1) 1. döneminde elde edilmiştir. Fertigasyon uygulamalarından 30 dakika sonraki ölçümlerden elde edilen ortalama toprak pH değeri 6.63 olarak hesaplanmıştır. Araştırmanın 1. yılı fertigasyon uygulamalarından 60 dakika sonra yapılan ölçümlerde en düşük pH değeri (5.81) 6. uygulamanın (EC2*pH3) 1. döneminde; en yüksek pH değeri (7.21) ise 1. uygulamanın (EC1*pH1) 1. döneminde elde edilmiştir. Fertigasyon uygulamalarından 60 dakika sonraki ölçümlerden elde edilen ortalama toprak pH değeri 6.72 olarak hesaplanmıştır. Çalışmanın 1. yılında uygulamalardan elde edilen fertigasyon uygulamasından 120 dakika sonra yapılan ölçümlerde en düşük pH değeri (6.01) 6. uygulamanın (EC2*pH3) 2. döneminde; en yüksek pH değeri (7.31) ise 1. uygulamanın (EC1*pH1) 1. döneminde elde edilmiştir. Fertigasyon uygulamalarından 120 dakika sonraki ölçümlerden elde edilen ortalama toprak pH değeri 6.88 olarak hesaplanmıştır. 1. yılı fertigasyon uygulamalarından 180 dakika sonra yapılan ölçümlerde en düşük pH değeri (6.29) 5. uygulamanın (EC1*pH3) 2. döneminde; en yüksek pH değeri (7.44) ise 2. uygulamanın (EC2*pH1) 3. döneminde elde edilmiştir. Fertigasyon uygulamalarından 180 dakika sonraki ölçümlerden elde edilen ortalama toprak pH değeri 7.02 olarak hesaplanmıştır.



Şekil 4.6. pH uygulamalarının fertigasyondan 30, 60, 120 ve 180 dakika sonra toprak pH değerleri üzerine 1. yıl etkileri

pH uygulamalarının fertigasyondan 30, 60, 120 ve 180 dakika sonra toprak pH değerleri üzerine olan 1. yıl etkileri Şekil 4.6'da verilmiştir. Asit uygulamalarına bağlı olarak toprak pH değeri düşmektedir ancak zamana bağlı olarak artmaktadır. pH1, pH2 ve pH3 uygulamalarının fertigasyon işleminden 30 dakika sonraki ölçümlerde toprak pH değerleri sırası ile 7.13, 6.85 ve 5.92 iken, 180 dakika sonraki ölçümlerde sırası ile 7.30, 7.26 ve 6.50 olarak ölçülmüştür. Özellikle yüksek asit uygulamasının gerçekleştiği pH3 uygulamasında fertigasyon işleminden 180 dakika sonra dahi toprak pH değerinin 6.50 birim olduğuna dikkat edilmelidir.

Çizelge 4.14. Uygulamalarının 2. yıl fertigasyondan 30, 60, 120 ve 180 dakika sonra toprak pH değerleri üzerine etkileri

Uygulama no	Dönemler	Fertigasyon sonrası toprak pH ölçümleri (dk.)			
		30.	60.	120.	180.
1	1	7.33	7.24	7.38	7.26
	2	7.14	7.02	7.03	7.11
	3	7.13	7.21	7.46	7.40
2	1	7.18	7.11	7.20	7.32
	2	7.15	7.04	7.18	7.25
	3	7.20	7.32	7.23	7.35
3	1	6.91	7.08	7.06	7.14
	2	6.74	6.80	7.12	7.19
	3	6.97	7.18	7.25	7.42
4	1	6.84	6.86	6.91	7.16
	2	6.76	6.71	6.90	7.12
	3	6.99	7.04	7.17	7.31
5	1	5.94	6.38	6.66	6.95
	2	5.91	6.25	6.13	6.57
	3	5.97	6.21	6.38	6.62
6	1	5.85	5.96	6.30	6.49
	2	5.93	6.24	6.21	6.38
	3	6.04	6.09	6.46	6.67
Minimum		5.91	5.96	6.13	6.38
Maksimum		7.33	7.32	7.46	7.40
Ortalama		6.67	6.81	6.89	7.04

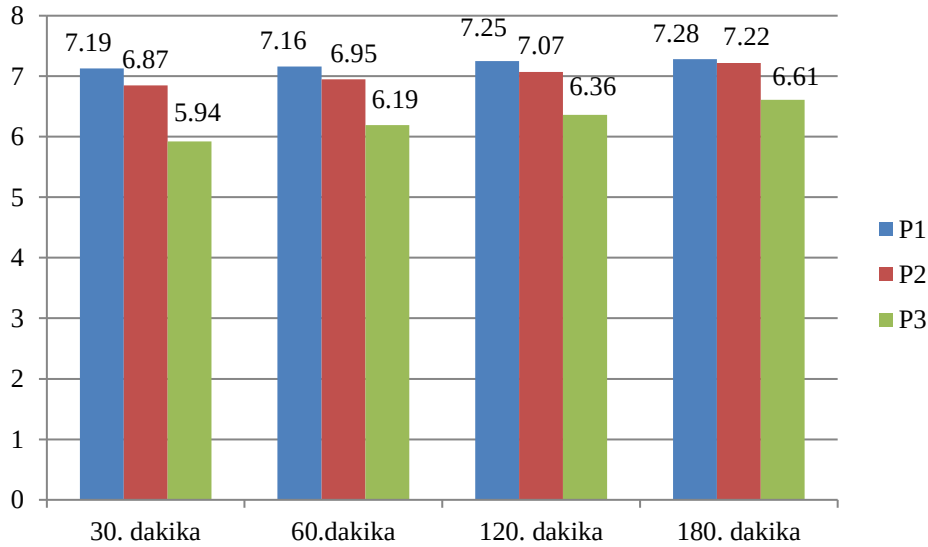
Araştırmanın 2. yılında fertigasyon uygulamalarının toprak pH değeri üzerine etkilerinin zamansal ve dönemsel değişimleri (fertigasyondan sonra 30. 60. 120. ve 180. dakikalar) ile ilgili elde edilen ölçümlere ait sonuçlar Çizelge 4.14.'de verilmiştir. Araştırmanın 2. yılında uygulamalardan elde edilen fertigasyon uygulamasından 30

dakika sonra yapılan ölçümlerde en düşük pH değeri (5.91) 5. uygulamanın (EC1*pH3) 2. döneminde; en yüksek pH değeri (7.33) ise 1. uygulamanın (EC1*pH1) 1. döneminde elde edilmiştir. Fertigasyon uygulamalarından 30 dakika sonraki ölçümlerden elde edilen ortalama toprak pH değeri 6.67 olarak hesaplanmıştır.

Çalışmanın 2. yılı fertigasyon uygulamalarından 60 dakika sonra yapılan ölçümlerde en düşük pH değeri (5.96) 6. uygulamanın (EC2*pH3) 1. döneminde; en yüksek pH değeri (7.32) ise 2. uygulamanın (EC2*pH1) 3. döneminde elde edilmiştir. Fertigasyon uygulamalarından 60 dakika sonraki ölçümlerden elde edilen ortalama toprak pH değeri 6.81 olarak hesaplanmıştır.

Araştırmanın 2. yılında uygulamalardan elde edilen fertigasyon uygulamasından 120 dakika sonra yapılan ölçümlerde en düşük pH değeri (6.13) 5. uygulamanın (EC1*pH3) 2. döneminde; en yüksek pH değeri (7.46) ise 1. uygulamanın (EC1*pH1) 3. döneminde elde edilmiştir. Fertigasyon uygulamalarından 120 dakika sonraki ölçümlerden elde edilen ortalama toprak pH değeri 6.89 olarak hesaplanmıştır.

Denemenin 2. yılında fertigasyon uygulamalarından 180 dakika sonra yapılan ölçümlerde en düşük pH değeri (6.38) 6. uygulamanın (EC2*pH3) 2. döneminde; en yüksek pH değeri (7.40) ise 1. uygulamanın (EC1*pH1) 3. döneminde elde edilmiştir. Fertigasyon uygulamalarından 180 dakika sonraki ölçümlerden elde edilen ortalama toprak pH değeri 7.04 olarak hesaplanmıştır.



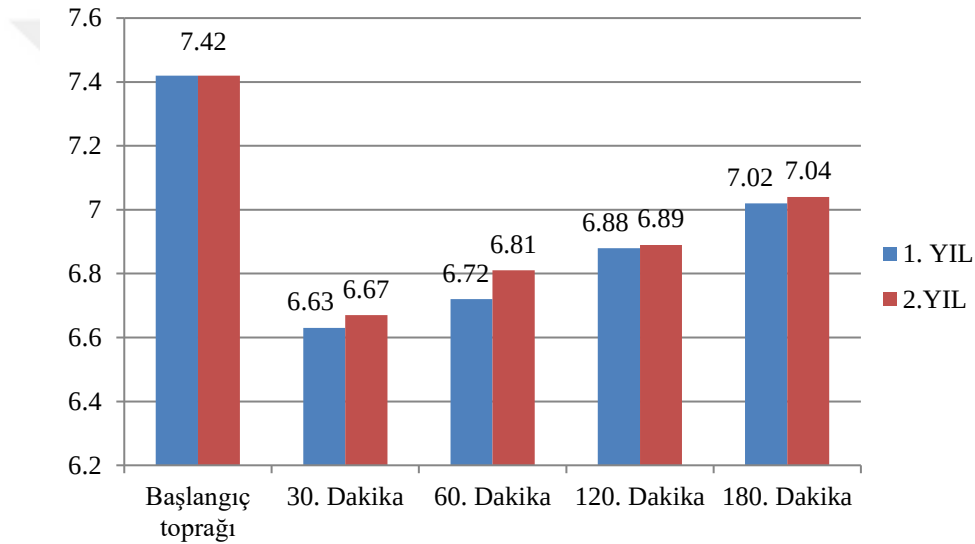
Şekil 4.7. pH uygulamalarının 2. yılında fertigasyondan 30, 60, 120 ve 180 dakika sonra toprak pH değerleri üzerine etkileri

pH uygulamalarının fertigasyondan 30, 60, 120 ve 180 dakika sonra toprak pH değerleri üzerine olan 2. yıl etkileri Şekil 4.7'de verilmiştir. Asit uygulamalarına bağlı olarak toprak pH değeri düşmektedir ancak zamana bağlı olarak artmaktadır (Şekil 4.7). pH1, pH2 ve pH3 uygulamalarının fertigasyon işleminden 30 dakika sonraki ölçümlerde toprak pH değerleri sırası ile 7.19, 6.87 ve 5.94 iken 180 dakika sonraki ölçümlerde sırası ile 7.28, 7.22 ve 6.61 olarak ölçülmüştür. Özellikle yüksek asit uygulamasının

gerçekleştiği P3 uygulamasında fertigasyon işleminden 180 dakika sonra dahi toprak pH değerinin 6.61 birim olduğuna dikkat edilmelidir.

4.2.1. Fertigasyon uygulamasından 30, 60, 120 ve 180 dakika sonra toprak pH değerlerindeki zamansal değişimler

Denemede yer alan tüm uygulamaların fertigasyon uygulamasından 30, 60, 120 ve 180 dakika sonra ortalama toprak pH değerleri üzerine olan etkileri Çizelge 4.13 ve 4.14'ten özetlenerek Şekil 4.8'de verilmiştir. Deneme kurulmadan alınan toprak başlangıç pH değeri 7.42 olarak belirlenmiştir. Farklı pH ve EC'de fertigasyon uygulamalarından sonra çakılır tip pH metre ile ölçülen en düşük ortalama toprak pH değeri 6.63 ile 1. yılda fertigasyon uygulamasından 30 dakika sonraki ölçümde ve en yüksek ortalama toprak pH değeri 7.04 ile 2. yılda fertigasyon uygulamasından 180 dakika sonra yapılan ölçümden elde edilmiştir.



Şekil 4.8. Fertigasyon uygulamasından 30, 60, 120 ve 180 dakika sonra toprak pH değerlerindeki zamansal değişimler

Fertigasyon (damlama sulama) uygulamalarına bağlı olarak başlangıç toprağı pH'sının fertigasyon uygulamasından 30 dakika sonra 1. yılda 0.79, 2. yılda 0.75 birim düşüştüğü belirlenmiştir. Alkali reaksiyonlu bir toprakta pH düşüşünün bitki besin elementlerinin alınabilirliğini artırdığına dair pek çok araştırma sonucu bulunmaktadır (Wiedenfeld ve Sauls 2008; Badr vd. 2015; Umar vd. 2020). Ancak toprak pH'sında meydana gelen düşüşün toprak tamponlama kapasitesine bağlı olarak zamanla tekrar yükseldiği görülmektedir. Nitekim başlangıç toprağına göre tüm uygulamalar birlikte değerlendirildiğinde fertigasyon uygulamasından 180 dakika sonra ölçülen toprak pH değerlerinde meydana gelen azalmalar 1. yıl 0.40, 2. yıl 0.38 birim olarak belirlenmiştir.

Elementel kükürt uygulaması toprak pH'ını düşürerek, fosfor alımının artırmasına rağmen alkali topraklarda, bu artışın toprağın tamponlama kapasitesini oluşturan kalsiyum karbonatların miktarına bağlı olduğu bildirilmiştir (Lindemann vd. 1991; Besharati ve Saleh-Rastin, 1999).

Kireçli topraklarda bol miktarda bulunan serbest kalsiyum karbonat (CaCO_3), tüm toprağın pH'ını yükselten bir faktördür (Wiedenfeld 2011).

Toprak pH tamponlama kapasitesi genellikle toprağın asitleşme oranını ölçmek için kullanılır. Kireçli topraklar oransal olarak daha yüksek pH ve tamponlama kapasitesine sahiptir. Uzun süreli gübreleme işlemleri kirecin, karbonatın ve bikarbonatların pH ve pHBC üzerindeki etkisini zayıflatır. Kireçli bir toprakta 0-20 cm derinlikte 22 yıl boyunca altı farklı uygulama (1. kontrol; 2. azot; 3. azot ve fosfor; 4. azot, fosfor ve potasyum; 5. organik gübre ve NPK; 6. mısır silajı ve NPK) ile yürütülen bir çalışmada hem pH hem de tamponlama kapasitesini önemli ölçüde kontrole göre tüm uygulamalarda azalmıştır. Kontrole ile karşılaştırıldığında, toprak tamponlama kapasitesi farklı işlemler altında %17.3'ten %5.7'ye düşmüştür. Kalsiyum karbonat (CaCO_3) içeriği, gübreleme uygulamaları sonucu önemli ölçüde azaltılmış ve en yüksek toprak asitleşmesine 6. uygulamanın neden olduğu bildirilmiştir. Bu durumda daha yüksek H^+ varlığı ve daha düşük toprak tamponlama kapasitesinin meydana geldiği belirtilmiştir (Zhang vd. 2016).

Maltaş ve Kaplan (2018) tarafından yürütülen bir çalışmada 24 ayrı serada, 3 farklı dönemde (ekim, kasım, aralık) üretici koşullarında örtüaltı domates yetiştiriciliğinde asit kullanımı ve kullanılan asidin toprak pH'sı üzerine etkileri incelenmiştir. 2. dönem örneklemede toprak pH'sındaki 30. dakikada belirlenen farkın, geçen zamana bağlı olarak azaldığı, yani toprak pH'sının artmaya başladığı bildirilmiştir.

4.3. Domates Meyvelerinin 1. Kalite Hasat Ölçümleri

4.3.1. Meyve çapı ölçüm sonuçları

Yapılan uygulamaların, domates meyvelerinin 1. yıl 1. kalite meyve çapı üzerine etkileri Çizelge 4.15'te verilmiştir. Çalışmanın 1. yılında domates meyvelerinin 1. kalite ortalama meyve çapı üzerine EC (<0.05), pH (<0.01) düzeyinde önemli bulunurken, EC*pH interaksyonu istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur. 1. kalite domates meyvesinin 1. yıl en yüksek ortalama meyve çapı 66.18 mm ile pH3*EC1 uygulamasında, en düşük ortalama meyve çapı ise 64.69 mm ile pH1*EC2 uygulamasından elde edilmiştir.

Çalışmanın 2. yılında 1. kalite ortalama meyve çapı üzerine EC (<0.001), pH (<0.001) ve EC*pH (<0.01) interaksyonu istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Yine bu dönemde 1. kalite ortalama meyve çapı bakımından en yüksek değer 66.90 mm ile EC1*pH1 uygulamasından alınırken en düşük meyve çapı 60.85 mm ile EC2*pH3 uygulamasından elde edilmiştir.

Yüksek EC ile gübrelemeye bağlı olarak ortalama meyve çapının her iki yılda da düştüğü ancak düşüşün 2. yıl daha çok olduğu belirlenmiştir. Bu duruma toprakta tuzluluğun zamanla artması sebep olabilir. Nitekim yüksek EC'li uygulamalarda her iki yılda da toprak tuzluluğu artmış ancak tuzluluğun birikimine bağlı olarak toprak tuzlulukları 2. yıl daha yüksek olarak ölçülmüştür (Bölüm 4.6.3.).

Çizelge 4.15. Farklı pH ve EC uygulamalarının 1. kalite domates meyvelerinin meyve çapı üzerine etkileri

Meyve çapı (mm)						
	1. yıl		2. yıl		Ortalama	
	EC1	EC2	EC1	EC2	1. yıl	2. yıl
pH1	65.88	64.69	66.90a	63.92c	65.28b	65.41a
pH2	66.15	65.84	66.27ab	61.86d	66.00a	64.07b
pH3	66.18	66.05	65.96b	60.85e	66.12a	63.41c
Ortalama	66.07a	65.53b	66.38a	62.21b		
1. Yıl: EC: *, pH: **, EC*pH: ö.d 2. Yıl: EC: ***, pH: ***, EC*pH: **						

Domates meyvelerin sayıları ve büyüklükleri tuz konsantrasyonunun artmasıyla beraber düşüş gösterebilmektedir (Adams ve Ho 1992). Ca-Mg-K farklı oranları ile yaratılmış tuzluluk düzeyinin domates verimi ve kalitesi üzerine yapılan bir araştırmada toplam meyve sayısı üzerine besin solüsyonu miktarının toplam meyve sayısı ve meyve verimi üzerine olan etkilerinin istatistiki olarak önemli olduğu tespit edilmiştir (Fanasca vd. 2006).

4.3.2. Bitki başına meyve sayısı ölçüm sonuçları

Farklı pH ve EC'de gübrelemenin, domates bitkisinin bitki başına meyve sayısı üzerine etkileri Çizelge 4.16'de verilmiştir. Çalışmanın 1. yılında domates bitkisinin bitki başına meyve sayısı üzerine EC (<0.01), pH (<0.05) ve EC*pH (<0.01) interaksyonu istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. 1. yılda elde edilen en yüksek 1. kalite ortalama bitki başına meyve sayısı değeri 42.69 ile pH3*EC₁ uygulamasında en düşük 1. kalite ortalama bitki başına meyve sayısı değeri ise 33.36 olarak pH3*EC₂ uygulamasından elde edilmiştir.

Çizelge 4.16. Farklı pH ve EC uygulamalarının 1. kalite domates meyvelerinin bitki başına meyve sayısı üzerine etkileri

Bitki başına meyve sayısı (adet/bitki)						
	1. yıl		2. yıl		Ortalama	
	EC1	EC2	EC1	EC2	1. yıl	2. yıl
pH1	37.09bc	33.40c	36.01ab	31.73c	35.25b	33.87b
pH2	38.29b	38.76b	38.99a	34.68b	38.53a	36.83a
pH3	42.69a	33.36c	37.85a	30.28c	38.03a	34.06b
Ortalama	39.36a	35.17b	37.62a	32.23b		
1. Yıl: EC: **, pH: *, EC*pH: ** 2. Yıl: EC: ***, pH: *, EC*pH: *						

Çalışmanın 2. yılında 1. kalite ortalama bitki başına meyve sayısı değeri üzerine EC (<0.001), pH (<0.05) ve EC*pH (<0.05) interaksyonu istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Yine bu dönemde en yüksek 1. kalite ortalama bitki başına meyve sayısı değeri 38.99 ile EC₁*pH₂ uygulamasından alınırken en düşük 1. kalite ortalama bitki başına meyve sayısı değeri 30.28 ile EC₂*pH₃ uygulamasından elde edilmiştir.

Çebi vd. (2018) tarafından farklı tuzluluk seviyelerinde ve farklı düzeylerde uygulanan sulama sularının domateste pazarlanabilir meyve verimi ve su kullanım etkinliği üzerine etkisinin araştırıldığı bir çalışmada sulama suyu tuzluluğu arttıkça verim ve kalitenin azaldığı bildirilmiştir.

4.3.3. Bitki başına verim değeri ölçüm sonuçları

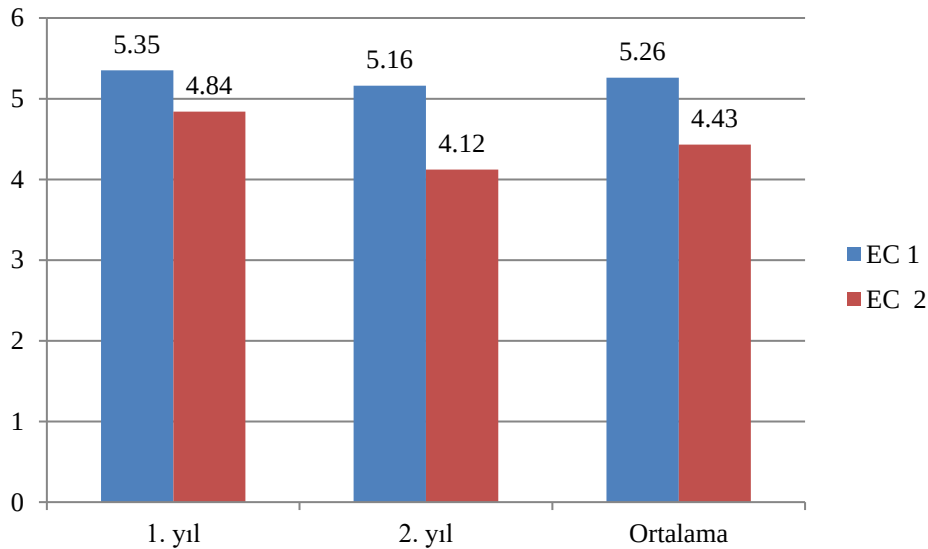
Araştırmanın 1. yılında domates bitkisinin 1. kalite ortalama bitki başına verim değeri üzerine EC (<0.01), pH (<0.05) ve EC*pH (<0.01) interaksyonu istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (Çizelge 4.17). Domates bitkisinde 1. yıl en yüksek 1. kalite ortalama bitki başına verim değeri 5.79 kg. ile pH3*EC1 uygulamasında en düşük 1. kalite ortalama bitki başına verim değeri ise 4.60 kg. ile pH1*EC2 uygulamasından elde edilmiştir.

Çizelge 4.17. Farklı pH ve EC uygulamalarının 1. kalite bitki başına verim üzerine etkileri

Bitki başına verim (kg/bitki)						
	1. yıl		2. yıl		Ortalama	
	EC1	EC2	EC1	EC2	1. yıl	2. yıl
pH1	5.03bc	4.60c	4.91b	4.09cd	4.81b	4.50b
pH2	5.22b	5.29b	5.36a	4.40c	5.25a	4.88a
pH3	5.79a	4.62c	5.21ab	3.87d	5.21a	4.54b
Ortalama	5.35a	4.84b	5.16a	4.12b		
1. Yıl: EC: **, pH: *, EC*pH: ** 2. Yıl: EC: ***, pH: *, EC*pH: *						

Çalışmanın 2. yılında domates bitkisinin 1. kalite ortalama bitki başına verim değeri üzerine EC (<0.001), pH (<0.05) ve EC*pH (<0.05) interaksyonu istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Bu dönemde bitkilerden 1. kalite ortalama bitki başına verim, en yüksek 5.36 kg ile EC1*pH2 uygulamasında ve en düşük 1. kalite ortalama bitki başına verim değeri 3.87 kg ile EC2*pH3 uygulamasından elde edilmiştir.

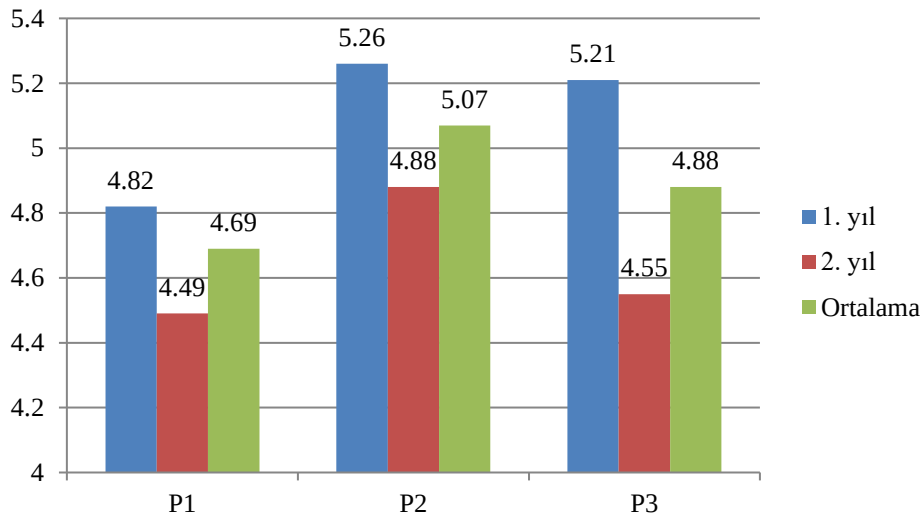
Farklı EC uygulamaları sonucu elde edilen 1. kalite ortalama bitki başına verim değerleri Şekil 4.9.'da özetlenmiştir.



Şekil 4.9. EC uygulamalarının 1. kalite ortalama bitki başına verim değeri üzerine etkisi

Şekilden görüldüğü üzere 3.5 EC etkisi ile 2.0 EC uygulamasına göre belirlenen verim düşüşü 1. yıl 9.5, 2. yıl 20.16 iki yılın ortalaması olarakta 15.78 olarak gerçekleşmiştir. Yüksek EC'nin 1. kalite bitki başına ortalama verim üzerine olan olumsuz etkisinin araştırmanın ikinci yılında daha yüksek olması toprak tuzluluğunun birikim etkisi ile açıklanabilir. Nitekim, 2.0 EC ile gübreleme sonucu sezon sonu toprak EC değeri ortalaması 1.0 dS/m iken; 3.5 dS/m EC ile gübrelemede 2.26 olarak hesaplanmıştır (Bölüm 4.6.3.). Damla sulama ile gübrelemede tuz uygulamalarının tüm domates çeşitlerinde bitki başına verimi azalttığı bildirilmiştir (Ladewig vd. 2021).

Farklı pH uygulamaları sonucu elde edilen 1. kalite ortalama bitki başına verim değerleri Şekil 4.10.'de özetlenmiştir.



Şekil 4.10. pH uygulamalarının 1. kalite ortalama bitki başına verim değeri üzerine etkisi

Şekil 4.10'dan da görüldüğü üzere farklı pH uygulamalarının 1. kalite bitki başına ortalama verim üzerine olan etkileri incelendiğinde; asit uygulanmayan pH1 (7.2 ortalama) uygulamasına göre, pH2 konusunda (6.5 pH) %8.1, pH3 (5.0 pH) konusunda ise %4.1 daha yüksek verim elde edilmiştir. Asit kullanarak damlayan çözeltinin pH değerinin düşürülmesi ile toprak pH'sında değişen düzeylerde azalma görülebileceği bilinmektedir. Ancak bu durumun hangi düzeylerde olabileceği çeşitli değişkenlere bağlıdır. Çalışmamızda sezon sonu toprak pH değerinde pH1 uygulamasına göre pH2 uygulamasında 0.09 birim, pH3 uygulamasında ise 0.25 birim azalma belirlenmiştir. Sezon sonu toprak pH değerindeki bu sınırlı azalmalara rağmen verim 1. kalite bitki başına ortalama verim düzeyinde belirlenen artışlar dikkat çekicidir. Özellikle pH2 deki çok sınırlı (0.09) pH düşmesine rağmen verimde kaydedilen %8.1'lik artışın toprak pH'sındaki sezon sonu değerinden kaynaklanmak yerine sezon içi her bir uygulama sonrası toprak pH değerinde meydana gelen değişimlerden meydana geldiği söylenebilir. Nitekim fertigasyon uygulamadan sonraki 30. dakika toprak pH değeri ölçümünde pH1 uygulamasına göre pH2 de 0.28 birim, pH3 de ise 1.21 birim olmak üzere daha yüksek düzeyde düşüş ölçülmüştür (Bölüm 4.2.).

Kireçli bir toprakta daha yüksek düzeyde asit kullanılarak fertigasyon çözeltisi pH değerinin 5.0 olarak uygulanması 30. dakikada toprak pH değerini 1.21 birim düşürmesine rağmen verim değerinin P1'e göre yüksek ancak P2 (6.5) uygulamasına göre

daha düşük olması en dikkat çekici bir sonuçtur. Kireçli topraklarda toprak pH değerinin uygulamadan kısa süre sonra da olsa yüksek oranda düşürülmesinin verim açısından bazı olumsuz etkilere de neden olabileceği, düşürülen pH değerinin olumlu etkilerini azaltabildiği söylenebilir.

Ortafosforik asit gübrenmesi tüm gübreleme oranlarında bitkiler tarafından daha yüksek meyve verimi, meyve sayısı ve P alımı ile sonuçlanmıştır. Orta fosforik asit uygulaması ile Süper fosfat uygulamasına kıyasla ilk yıl %25 ve ikinci yıl %28 daha fazla verim alınmıştır. (Badr vd 2015). Hidroponik ortamda domates bitkisi üzerinde yürütülen bir çalışmada düşük pH düzeyine (pH=4.5 ve pH=5.5) sahip sular ile sulama yapılması durumunda tuzluluğun olumsuz etkisi azaltılarak özellikle 5.5 pH ile gübrelemenin en yüksek meyve verimini verdiği bildirilmiştir (Nabati vd. 2021).

4.3.4. Ortalama meyve ağırlığı ölçüm sonuçları

Yapılan uygulamaların, domates bitkisinin 1. kalite ortalama meyve ağırlığı üzerine etkileri Çizelge 4.18'de verilmiştir. Çalışmanın 1. yılında 1. kalite ortalama meyve ağırlığı üzerine EC, pH ve EC*pH interaksyonu istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur. Araştırmanın 1. yılında, 1. kalite domates meyvesinin ortalama meyve ağırlığı en yüksek 138.00 g ile pH₁*EC₂ ve pH₃*EC₂ uygulamasında en düşük ortalama meyve ağırlığı ise 135.33 g ile pH₁*EC₁ uygulamasından elde edilmiştir.

Çalışmanın 2. yılında 1. kalite ortalama meyve ağırlığı üzerine EC (<0.001) ve EC*pH (<0.05) interaksyonu istatistiki olarak önemli bulunurken, pH istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur. Yine bu dönemde 1. kalite ortalama meyve ağırlığı bakımından en yüksek değer 137.67 g ile EC₁*pH₃ uygulamasından alınırken en düşük ortalama meyve ağırlığı 127.00 g ile EC₂*pH₂ uygulamasından elde edilmiştir. Düşük EC ile gübrelemede yüksek EC ile gübrelemeye oranla özellikle 2. yıl da ortalama meyve ağırlığı %7.21 daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Bu durum yüksek EC de fertigasyon uygulamalarının zamanla toprak tuzluluğunu artırarak meyve ağırlığının azalmasını sağladığı söylenebilir.

Çizelge 4.18. Farklı pH ve EC uygulamalarının 1. kalite ortalama meyve ağırlığı üzerine etkileri

Meyve ağırlığı (g/meyve)						
	1. yıl		2. yıl		Ortalama	
	EC1	EC2	EC1	EC2	1. yıl	2. yıl
pH ₁	135.33	138.00	136.33a	129.00b	136.67	132.67
pH ₂	136.33	136.33	137.33a	127.00b	136.33	132.17
pH ₃	135.67	138.00	137.67a	127.67b	136.83	132.67
Ortalama	137.44	135.78	137.11a	127.89b		
1. Yıl: EC: ö.d, pH: ö.d, EC*pH: ö.d 2. Yıl: EC: ***, pH: ö.d, EC*pH: *						

Farklı tuzluluk ve azot formlarının domates bitkisinin meyve verimi ve kalitesi üzerine etkilerinin incelendiği bir çalışmada en yüksek ortalama meyve ağırlığı kontrol uygulamasından elde edilirken tuzluluk seviyesinin artmasına bağlı olarak ortalama meyve ağırlığının azaldığı belirlenmiştir (Ashraf vd. 2021).

4.4. Domates Meyvelerinin 2. Kalite Hasat Ölçümleri

4.4.1. Meyve çapı ölçüm sonuçları

Farklı pH ve EC'de gübrelemenin, domates bitkisinin 2. kalite meyve çapı üzerine etkileri Çizelge 4.19'da verilmiştir. Çalışmanın 1. yılında domates 2. kalite meyve çapı üzerine EC (<0.05) önemli bulunurken, pH ve EC*pH interaksyonu istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur. Çalışmanın 1. yılında elde edilen 2. kalite domates meyvesinin en yüksek meyve çapı 50.81 mm ile pH1*EC1 uygulamasında en düşük meyve çapı ise 49.80 mm ile pH3*EC2 uygulamasından elde edilmiştir.

Çizelge 4.19. Farklı pH ve EC uygulamalarının 2. kalite domates meyvelerinin meyve çapı üzerine etkileri

Meyve çapı (mm)						
	1. yıl		2. yıl		Ortalama	
	EC1	EC2	EC1	EC2	1. yıl	2. yıl
pH1	50.81	50.19	51.44a	49.83b	50.50	50.64b
pH2	50.80	50.27	51.13a	50.90ab	50.54	51.02ab
pH3	50.40	49.80	51.13a	52.06a	50.10	51.60a
Ortalama	50.67a	50.08b	51.24	50.93		
1. Yıl: EC: *, pH: öd, EC*pH: öd 2. Yıl: EC: öd, pH: *, EC*pH: *						

Çalışmanın 2. yılında 2. kalite meyve çapı üzerine pH (<0.05) ve EC*pH (<0.05) interaksyonu istatistiki olarak önemli bulunurken, EC istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur. 2. kalite meyve çapı bakımından en yüksek değer 52.06 mm ile EC2*pH3 uygulamasından alınırken en düşük meyve çapı 49.83 mm ile EC2pH1 uygulamasından elde edilmiştir.

Domates meyvelerin sayıları ve büyüklüklerinin tuz konsantrasyonunun artmasıyla bağlı olarak azalabileceği bildirilmiştir (Adams ve Ho 1992).

4.4.2. Bitki başına meyve sayısı ölçüm sonuçları

Araştırmanın 1. yılında domates bitkisinin bitki başına 2. kalite meyve sayısı üzerine etkileri Çizelge 4.20'de verilmiştir. Çalışmanın 1. yılında domates bitkisinin bitki başına meyve sayısı üzerine EC (<0.05) ve EC*pH (<0.05) interaksyonu istatistiksel olarak önemli bulunurken pH istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur. 1. yılda elde edilen en yüksek 2. kalite ortalama bitki başına meyve sayısı değeri 39.53 ile pH2*EC2 uygulamasında en düşük 2. kalite ortalama bitki başına meyve sayısı değeri ise 30.59 olarak pH1*EC1 uygulamasından elde edilmiştir.

Çizelge 4.20. Farklı pH ve EC uygulamalarının 2. kalite domates meyvelerinin bitki başına meyve sayısı üzerine etkileri

Bitki başına meyve sayısı (adet/bitki)						
	1. yıl		2. yıl		Ortalama	
	EC1	EC2	EC1	EC2	1. yıl	2. yıl
pH1	30.59b	39.22ab	31.37d	40.60b	34.91	35.98c
pH2	32.62ab	39.53a	35.95c	40.20b	36.08	38.08b

pH3	34.63ab	37.60ab	36.63c	44.18a	36.11	40.40a
Ortalama	32.61b	38.78a	34.65b	41.66a		
1. Yıl: EC: *, pH: öd, EC*pH: * 2. Yıl: EC: ***, pH: **, EC*pH: *						

Çalışmanın 2. yılında 2. kalite ortalama bitki başına meyve sayısı değeri üzerine EC (<0.001), pH (<0.01) ve EC*pH (<0.05) interaksyonu istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Bu dönemde en yüksek 2. kalite ortalama bitki başına meyve sayısı değeri 44.18 ile EC2*pH3 uygulamasından alınırken en düşük 2. kalite ortalama bitki başına meyve sayısı değeri 31.37 ile EC1*pH1 uygulamasından elde edilmiştir.

Yüksek EC değerine sahip fertigasyon uygulamalarının bitki başına düşen 2. kalite meyve sayısını özellikle 2. yıl olmak üzere her iki yılda da artırmıştır. Farklı EC uygulamalara bağlı olarak bitki başına düşen toplam meyve sayısı (birinci ve ikinci kalite) EC1'de ortalama 72.12 iken EC2'de ortalama 73.92 olarak belirlenmiştir. Yüksek EC'de yapılan uygulamalar ile çalışmanın her iki yılında da 1. kalite meyve çapının düştüğü Bölüm 4.3.1.'de verilmiştir. Bu durumda 1. kalite meyve çapı düşerken daha çok sayıda 2. kalite meyve gelişimine sebebiyet verildiği belirlenmiştir.

Organik gübre uygulamalarına bağlı olarak toprak pH değerinin 6.0 düzeyine ulaşması ile domates bitkisinin meyve sayısının arttığı bildirilmiştir (İslam vd. 2018). Sulama suyu tuzluluk seviyelerinin artırılmasına bağlı olarak domates bitkisinin bitki başına meyve sayısını artırdığı belirlenmiştir (Abdel-Mageed vd. 2018).

4.4.3. Bitki başına verim değeri ölçüm sonuçları

Yapılan uygulamaların 1. yılında domates bitkisinin 2. kalite ortalama bitki başına verim değeri üzerine EC, pH ve EC*pH interaksyonu istatistiksel olarak önemli olmadığı tespit edilmiştir (Çizelge 4.21.). Çalışmanın 1. yılında en yüksek 2. kalite ortalama bitki başına verim değeri 2.64 kg ile pH2*EC2 uygulamasında en düşük 2. kalite ortalama bitki başına verim değeri ise 2.18 kg ile pH1*EC1 uygulamasından elde edilmiştir.

Çizelge 4.21. Farklı pH ve EC uygulamalarının 2. kalite bitki başına verim üzerine etkileri

Bitki başına verim (kg/bitki)						
	1. yıl		2. yıl		Ortalama	
	EC1	EC2	EC1	EC2	1. yıl	2. yıl
pH1	2.18	2.49	2.21c	2.60b	2.34	2.40c
pH2	2.28	2.64	2.47b	2.72b	2.46	2.60b
pH3	2.37	2.46	2.51b	3.21a	2.41	2.86a
Ortalama	2.28	2.53	2.39b	2.84a		
1. Yıl: EC: öd, pH: öd, EC*pH: ö.d 2. Yıl: EC: ***, pH: ***, EC*pH: *						

Çalışmanın 2. yılında 2. kalite ortalama bitki başına verim üzerine EC (<0.001), pH (<0.001) ve EC*pH (<0.05) interaksyonu istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Bu dönemde bitkilerden 2. kalite ortalama bitki başına verim en yüksek 3.21 kg ile EC2*pH3 uygulamasında ve en düşük 2. kalite ortalama bitki başına verim değeri 2.21 kg ile EC1*pH1 uygulamasından elde edilmiştir.

Yüksek EC değerine sahip fertigasyon uygulamaları bitki başına düşen 2. kalite meyve verimi özellikle 2. yıl artırmıştır. Yüksek EC'de yapılan uygulamalara bağlı olarak bitki başına düşen ortalama 2. kalite meyve sayısı değerinin artmasına bağlı olarak 2. kalite meyve veriminin de arttığı söylenebilir.

Van leperen (1996) tarafından domates verimi ile ilgili yapılan bir çalışmada; düşük tuzlu koşullardan, yüksek tuzlu koşullara gidildikçe domates verimindeki düşüşün meyve sayısından dolayı olmadığı bunun yerine ortalama meyve büyüklüğünün azalması ile ilgili olduğunu belirtilmiştir. Yurtseven ve Sönmez (1996) sulama suyu tuzluluğunun domates verimi üzerine olan etkilerinin ilk yıl önemsiz bulurken; ikinci yıl tuzluluğun meyve verimi üzerine olan etkisinin önemli olduğunu tespit etmişlerdir.

4.4.4. Ortalama meyve ağırlığı ölçüm sonuçları

Farklı pH ve EC'de gübrelemenin, domates bitkisinin 2. kalite ortalama meyve ağırlığı üzerine etkileri Çizelge 4.22'de verilmiştir. Çalışmanın 1. yılında 2. kalite ortalama meyve ağırlığı üzerine EC (<0.05) istatistiksel olarak önemli bulunurken, pH ve EC*pH interaksyonu istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur. 2. kalite domates meyvesinin en yüksek ortalama meyve ağırlığı 71.33 g ile pH₁*EC₁ uygulamasında en düşük ortalama meyve ağırlığı ise 63.66 g ile pH₁*EC₂ uygulamasından elde edilmiştir.

Çalışmanın 2. yılında 2. kalite ortalama meyve ağırlığı üzerine pH (<0.05) ve EC*pH (<0.001) interaksyonu istatistiki olarak önemli bulunurken, EC istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur. Yine bu dönemde 2. kalite ortalama meyve ağırlığı bakımından en yüksek değer 72.67 g ile EC₂*pH₃ uygulamasından alınırken en düşük ortalama meyve ağırlığı 64.00 g ile EC₂*pH₁ uygulamasından elde edilmiştir.

Çizelge 4.22. Farklı pH ve EC uygulamalarının 2. kalite ortalama meyve ağırlığı üzerine etkileri

Meyve ağırlığı (g/meyve)						
	1. yıl		2. yıl		Ortalama	
	EC ₁	EC ₂	EC ₁	EC ₂	1. yıl	2. yıl
pH ₁	71.33	63.66	70.33ab	64.00c	67.50	67.17b
pH ₂	71.00	67.00	68.67b	67.67b	69.00	68.17b
pH ₃	68.33	65.33	68.33b	72.67a	66.83	70.50a
Ortalama	70.22a	65.33b	69.11	68.11		
1. Yıl: EC: *, pH: ö.d, EC*pH: ö.d 2. Yıl: EC: ö.d, pH: *, EC*pH: ***						

Farklı tuzluluk seviyelerinin aşılı ve aşısız domates çeşitlerinde meyve verimi ve kalitesinin araştırıldığı çalışmada tuzluluk seviyelerinin artışına bağlı olarak tüm uygulamalarda meyve ağırlığının azaldığı ancak aşılı bitkilerde meydana gelen azalmanın daha az olduğu belirlenmiştir (Koleska vd. 2018). Tuzluluk düzeyinin artmasına bağlı olarak domates meyvelerinin ortalama ağırlığının düştüğü tespit edilmiştir (Xiaohui vd. 2019).

4.4.5. Ortalama BER'Lİ meyve sayısı ölçüm sonuçları

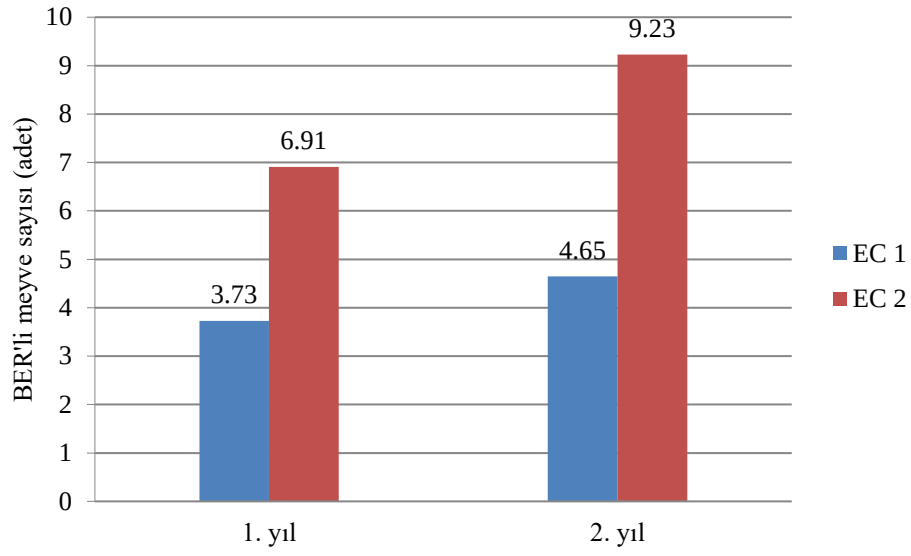
Araştırmanın 1. yılında domates bitkisinin bitki başına görülen BER meyve sayısı üzerine uygulamaların etkileri Çizelge 4.23'te verilmiştir. Çalışmanın 1. yılında domates bitkisinde bitki başına görülen BER meyve sayısı üzerine EC (<0.05) ve EC*pH (<0.01) interaksyonu istatistiksel olarak önemli bulunurken pH istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur. 1. yılda bitki başına görülen en yüksek BER meyve sayısı değeri 7.83 ile pH2*EC2 uygulamasında bitki başına görülen en düşük BER meyve sayısı değeri ise 3.53 olarak pH2*EC1 uygulamasından elde edilmiştir.

Çizelge 4.23. Farklı pH ve EC uygulamalarının BER'Lİ meyve sayısı üzerine etkileri

BER'li meyve sayısı (adet/bitki)						
	1. yıl		2. yıl		Ortalama	
	EC1	EC2	EC1	EC2	1. yıl	2. yıl
pH1	3.89c	5.52b	3.16d	9.38a	4.71	6.27b
pH2	3.53c	7.83a	4.27d	7.46b	5.68	5.87b
pH3	3.78c	7.37a	6.53c	10.85a	3.72	8.69a
Ortalama	3.73b	6.91a	4.65b	9.23a		
1. Yıl: EC: *, pH: öd, EC*pH: ** 2. Yıl: EC: *, pH: **, EC*pH: *						

Çalışmanın 2. yılında bitki başına görülen BER meyve sayısı üzerine pH (<0.01), EC (<0.05) ve EC*pH (<0.01) interaksyonu istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Bu dönemde en yüksek bitki başına görülen BER meyve sayısı 10.85 ile EC2*pH3 uygulamasında ve en düşük bitki başına görülen BER meyve sayısı değeri 3.16 ile EC1*pH1 uygulamasından elde edilmiştir.

Yüksek EC'li uygulamalarda bitki başına düşen BER'li meyve sayısı miktarı her iki yılda da artmış ancak bu artış 2. yılda daha fazla olmuştur (Şekil 4.11.).



Şekil 4.11. EC uygulamalarının BER'li meyve sayısı üzerine etkileri

Yüksek EC değerine sahip uygulamalarda, düşük EC değerine sahip uygulamalara oranla 1. yıl %85.26 ve 2. yıl %98.50 oranında daha fazla BER'li meyve meydana gelmiştir.



Şekil 4.12. BER'li meyvelerden genel görünüm

İlk BER'li meyvelerin hasadı yüksek EC değerine sahip uygulamalardan yapılmıştır. Bu dönemde düşük EC'li uygulamalardan BER'li meyve hasat edilmemiştir (Şekil 4.12.). Mevsimsel olarak sıcaklıkların artması ile pratik uygulamalara uygun olması amacıyla gölgeleme işlemi yapılmış, bu işlemten sonra BER'li meyve sayıları bir miktar azalmıştır. Ancak ilerleyen zamanlarda BER'li meyve sayısı tekrar artmış hatta düşük EC değerine sahip uygulamalardan da BER'li meyve hasat edilmeye başlanmıştır. Üretim başlangıcında sera toprağı EC'si 0.5 dS/m olmasına rağmen, ortalaması 2.0 dS/m olan düşük EC değerine sahip uygulamalarda bile gölgeleme işlemine rağmen sıcak dönemlerde bitki başına ortalama 1. yıl 3.73 ve 2. yıl 4.65 BER'li meyve hasadının yapılmış olması üzerinde özellikle durulmalıdır. Deneme iklim koşullarının var olduğu üretici seralarında denemede uygulanan düşük EC değerlerinin de altında gübreleme tercihi gerekli gözükmektedir. Bu sonuç önemli bir bulgu olarak kaydedilmelidir.

Domates bitkisi üzerinde tuzluluğun etkisinin araştırıldığı bir çalışmada tuzluluk seviyeleri yükseldikçe domates bitkisinden elde edilen BER'li meyve sayısının arttığı bildirilmektedir (Van leperen 1996).

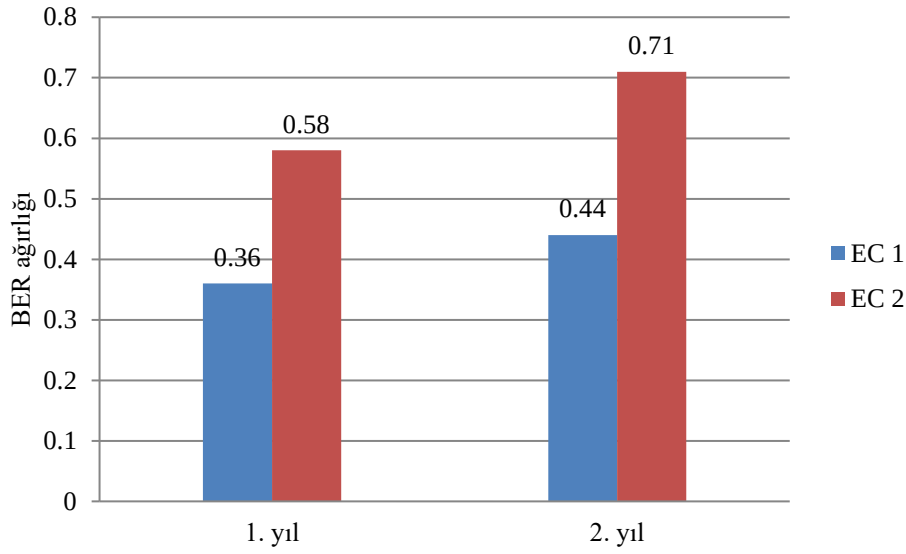
4.4.6. Ortalama BER'Lİ meyve ağırlığı ölçüm sonuçları

Yapılan uygulamaların 1. yılında domates bitkisinin bitki başına görülen BER meyve ağırlığı değeri üzerine pH önemsiz iken, EC (<0.05) ve EC*pH (<0.01) istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (Çizelge 4.24.). Çalışmanın 1. yılında en yüksek bitki başına görülen BER meyve ağırlığı değeri 0.67 kg ile pH2*EC2 uygulamasında en düşük bitki başına görülen BER meyve ağırlığı değeri ise 0.31 kg ile pH2*EC1 uygulamasından elde edilmiştir.

Çizelge 4.24. Farklı pH ve EC uygulamalarının BER'li meyve ağırlığı üzerine etkileri

BER'li meyve ağırlığı (kg/bitki)						
	1. yıl		2. yıl		Ortalama	
	EC1	EC2	EC1	EC2	1. yıl	2. yıl
pH1	0.34d	0.46b	0.31c	0.71a	0.40	0.51b
pH2	0.31d	0.67a	0.37c	0.59b	0.49	0.48b
pH3	0.42c	0.62a	0.65b	0.83a	0.52	0.74a
Ortalama	0.36b	0.58a	0.44b	0.71a		
1. Yıl: EC: *, pH: öd, EC*pH: ** 2. Yıl: EC: **, pH: ***, EC*pH: ***						

Çalışmanın 2. yılında bitki başına görülen BER meyve ağırlığı değeri üzerine EC (<0.01), pH (<0.001) ve EC*pH (<0.001) interaksyonu istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Bu dönemde en yüksek bitki başına görülen BER meyve ağırlığı değeri 0.83 kg ile EC2*pH3 uygulamasından alınırken en düşük bitki başına görülen BER'li meyve ağırlığı değeri 0.31 kg ile EC1*pH1 uygulamasından elde edilmiştir.



Şekil 4.13. EC uygulamalarının BER'li meyve ağırlığı üzerine etkileri

Yüksek EC'li uygulamalarda bitki başına düşen BER'li meyve ağırlığı miktarı düşük EC'li uygulamalara oranla her iki yılda da artmış ancak bu artış 2. yılda daha fazla olmuştur (Şekil 4.13). Yüksek EC değerine sahip uygulamalar, düşük EC değerine sahip uygulamalara oranla 1. yıl %61.11 ve 2. yıl %61.36 oranında daha fazla BER'li meyve ağırlığı meydana gelmiştir. Yüksek EC ile düşük EC arasında 1. yıl %85.26 ve 2. yıl %98.50 oranında daha fazla BER'li meyve sayısı meydana gelmesine (Bölüm 4.4.5.) rağmen, bu artışların BER'li meyve ağırlıkları arasında oransal artışa yansımadağı görülmektedir. Özellikle yüksek EC uygulamalarında meyveler daha çok küçük iken BER meydana gelmiş ve yeterince büyümeden kırmış ve hasat edilmiştir. Bu duruma bağlı olarak BER'li meyve sayısı artma oranı ile BER'li meyve ağırlığı artma oranı aynı olmamıştır.

Yüksek tuzluluğun domates bitkisinin gelişimi, meyve verimi ve kalitesi üzerine yapılan bir çalışmada tuzluluk seviyesinin yükseltilmesine ek olarak bitkilerin bulunduğu ortamın bağıl nem miktarının yükselmesi durumunda meyve iriliğinin artarak toplam meyve veriminin arttığı ayrıca meyve kalitesinde (BER oranının azalması) arttığı tespit edilmiştir (Dorais vd. 2001). Fertigasyon EC değerlerinin örtüaltı baharlık domates bitkisinin gelişimi üzerine etkilerini belirlemek amacıyla yapılan bir araştırmada fertigasyon EC'nin değeri ile BER görülen domates meyvesi sayısı ve ağırlığı arasında doğrusal ilişkinin olduğu bildirilmiştir (Ata ve Kaplan 2020).

4.5. Uygulamaların Meyve Kalite Kriterleri Üzerine Etkileri

4.5.1. Uygulamaların suda çözünebilir kuru madde miktarı üzerine etkileri

Farklı pH ve EC'de gübrelemenin domates meyvesinin SÇKM konsantrasyonu üzerine etkileri Çizelge 4.25'te verilmiştir. Çalışmanın 1. yılında domates meyvesinin SÇKM konsantrasyonu üzerine pH (<0.05), EC (<0.05) ve EC*pH (<0.05) interaksyonu istatistiki olarak önemli bulunmuştur. 2015-2016 sezonunda domates meyvelerindeki en yüksek SÇKM değeri %5.13 ile pH2*EC2 uygulamasında en düşük SÇKM değeri ise %4.97 ile pH1*EC1 uygulamasından elde edilmiştir.

Çizelge 4.25. Farklı pH ve EC uygulamalarının domates meyvelerinin suda çözünebilir kuru madde miktarı üzerine etkileri

SÇKM (%)						
	1. yıl		2. yıl		Ortalama	
	EC1	EC2	EC1	EC2	1. yıl	2. yıl
pH1	4.97c	5.03bc	6.67b	7.57a	5.00b	7.12
pH2	5.00bc	5.13a	6.43b	7.27ab	5.07a	6.87
pH3	5.07ab	5.03bc	6.87ab	6.87ab	5.05ab	6.85
Ortalama	5.01b	5.07a	6.66b	7.23a		
1. Yıl: EC: *, pH: *, EC*pH: * 2. Yıl: EC: *, pH: öd, EC*pH: *						

Çalışmanın 2. yılında meyvelerin SÇKM içeriği üzerine pH önemsiz bulunurken, EC (<0.05) ve EC*pH (<0.05) interaksyonu istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Bu dönemde meyvelerin SÇKM konsantrasyonu bakımından en yüksek değer %7.57 ile EC2*pH1 uygulamasında görülürken, en düşük SÇKM konsantrasyonu %6.43 ile EC1*pH2 uygulamasından elde edilmiştir.

Domateslerde yetiştirme dönemi, ortam faktörleri, çeşit özellikleri ve olgunluk devresine bağlı olarak suda çözünür kuru madde miktarı değiştiği bildirilmiştir (Şen vd. 2004). Tüzel vd. (2001) tarafından besin solüsyonundaki EC düzeylerinin (2, 4, 6 ve 8 dS m⁻¹) domates meyve verim ve kalitesi üzerine etkilerini araştırıldığı bir çalışmada artan EC seviyelerinin meyve verimi ve iriliğini azaltırken SÇKM düzeyini arttırdığını bildirmişlerdir. Domates bitkisine uygulanan farklı tuzluluk düzeylerinde yapılan bir çalışmada (1.5, 3.0, 4.5, 6.0 mS·cm⁻¹ EC) tuzluluk değerleri yükseldikçe meyvedeki kuru madde miktarının arttığı bildirilmiştir (Sellitto vd. 2019). Topçuoğlu ve Yalçın (1997), tarafından domates bitkisi üzerinde yürütülen bir çalışmada, yüksek düzeyde kireç içeren toprağa, farklı dozlarda (0, 30, 60, 120 kg/da) elementel kükürt uygulamasına bağlı olarak meyve kuru madde miktarı arttığı bildirilmiştir.

4.5.2. Uygulamaların meyve pH değeri üzerine etkileri

Araştırma konularının, denemenin 1. yılında yetiştirilen domates meyvelerinin meyve suyu pH değeri üzerine etkileri Çizelge 4.26'de verilmiştir. Çalışmanın 1. yılında domates meyvesinin meyve suyu pH'sı üzerine EC ve EC*pH önemsiz bulunurken, pH (<0.05) istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Çalışmanın 1. yılında domates meyvelerindeki en yüksek meyve suyu pH değeri 5.15 olarak pH1*EC1 ile pH3*EC1 uygulamalarından, en düşük meyve suyu pH değeri ise 5.11 olacak şekilde pH2*EC1 ile pH2*EC2 uygulamalarından elde edilmiştir.

Çalışmanın 2. yılında meyvelerin meyve suyu pH'sı değeri üzerine EC, pH ve EC*pH interaksyonu istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur. Bu dönemde meyvelerin meyve suyu pH'sı bakımından en yüksek değer 4.17 olarak pH1*EC1 ile pH1*EC2 uygulamalarında görülürken, en düşük meyve suyu pH değeri 4.10 ile EC2*pH2 uygulamasından elde edilmiştir.

Topçuoğlu ve Yalçın (1997), tarafından yüksek düzeyde kireç içeren bir toprakta domates bitkisi üzerinde yürütülen bir çalışmada meyve pH değerinde önemli bir değişiklik olmadığı belirlenmiştir. Satti vd (1994) ve Krauss vd (2006) tarafından yapılan

araştırmalarda yüksek tuzluluk düzeylerinde domates meyvesindeki pH değerlerinin azaldığı belirlenmiştir.

Çizelge 4.26. Farklı pH ve EC uygulamalarının domates meyvelerinin pH değeri üzerine etkileri

Meyve pH'sı						
	1. yıl		2. yıl		Ortalama	
	EC1	EC2	EC1	EC2	1. yıl	2. yıl
pH1	5.15	5.13	4.17	4.17	5.14a	4.17
pH2	5.11	5.11	4.15	4.14	5.11b	4.15
pH3	5.15	5.12	4.15	4.10	5.14a	4.12
Ortalama	5.14	5.12	4.16	4.14		
1. Yıl: EC: öd, pH: *, EC*pH: öd 2. Yıl: EC: öd, pH: öd, EC*pH: öd						

4.5.3. Uygulamaların meyve eti reginin L* değeri üzerine etkileri

Yapılan uygulamaların, domates meyvesinin L değeri üzerine etkileri Çizelge 4.27'de verilmiştir. Çalışmanın 1. yılında domates meyvesinin L değeri üzerine EC önemsiz bulunken, pH (<0.05) ve EC*pH (<0.05) interaksyonu istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Çalışmanın 1. yılındaki meyvelerden elde edilen en yüksek L değeri 38.24 ile pH1*EC2 uygulamasında en düşük L değeri ise 35.95 ile pH3*EC2 uygulamasından elde edilmiştir.

Çizelge 4.27. Farklı pH ve EC uygulamalarının domates meyvelerinin meyve eti reginin L* değeri üzerine etkileri

L* değeri						
	1. yıl		2. yıl		Ortalama	
	EC1	EC2	EC1	EC2	1. yıl	2. yıl
pH1	37.84a	38.24a	40.62	40.17	38.04a	40.39
pH2	36.86ab	36.13b	40.03	40.18	36.50b	40.11
pH3	37.42ab	35.95b	40.08	39.91	36.68b	39.99
Ortalama	37.37	36.77	40.24	40.09		
1. Yıl: EC: öd, pH: *, EC*pH: * 2. Yıl: EC: öd, pH: öd, EC*pH: öd						

Çalışmanın 2. yılında meyvelerin L değeri üzerine pH, EC ve EC*pH interaksyonu istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur. Bu dönemde meyve L değeri bakımından en yüksek değer 40.62 ile EC1*pH1 uygulamasından alınırken en düşük L değeri 39.91 ile EC2*pH3 uygulamasından elde edilmiştir.

Domates meyvesinin dış kalite (şekil, irilik, renk, zedelenme, görünüş bozuklukları ve kusurları) ve iç kalite özelliklerinin (tat ve lezzet, dayanım, sertlik, aroma maddeleri, olgunluk, SÇKM ve pH) yetiştirme dönemine, ortam faktörlerine ve çeşit özelliklerine bağlı olarak değişim gösterdiği bildirilmiştir (Şen vd 2004). Domates bitkisi üzerinde yapılan pek çok araştırmada ortam EC değerinin 3.5- 9.0 dS/m arasında olması durumunda meyve kalite kriterlerinin iyileştiği belirlenmiştir (Sonneveld ve Van Der Bug, 1991; Verkerke ve Schols, 1992; Dorais vd. 2001).

4.5.4. Uygulamaların meyve eti reginin Hue açısı (h^0) değeri üzerine etkileri

Farklı pH ve EC'de gübrelemenin domates meyvesinin Hue açısı değeri üzerine etkileri Çizelge 4.28'de verilmiştir. Çalışmanın 1. yılında domates meyvesinin H değeri üzerine pH (<0.001), EC (<0.01) ve EC*pH (<0.05) interaksyonu istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Domates meyvelerinde çalışmanın 1. yılında belirlenen en yüksek Hue açısı değeri 44.16 ile pH1*EC1 uygulamasında en düşük Hue açısı değeri ise 41.79 ile pH2*EC2 uygulamasından elde edilmiştir.

Çizelge 4.28. Farklı pH ve EC uygulamalarının domates meyvelerinin meyve eti reginin h^0 değeri üzerine etkileri

h^0 değeri						
	1. yıl		2. yıl		Ortalama	
	EC1	EC2	EC1	EC2	1. yıl	2. yıl
pH1	44.16a	43.49b	42.18a	40.50b	43.82a	41.26
pH2	42.71c	41.79d	41.43ab	40.66ab	42.25b	41.05
pH3	43.77ab	43.38b	41.82ab	40.91ab	43.57a	41.36
Ortalama	43.55a	42.88b	41.75a	40.69b		
1. Yıl: EC: **, pH: ***, EC*pH: * 2. Yıl: EC: **, pH: öd, EC*pH: *						

Çalışmanın 2. yılında meyvelerin Hue açısı değeri üzerine EC (<0.01) ve EC*pH (<0.05), interaksyonu istatistiki olarak önemli bulunmuş iken; pH istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur. Bu dönemde meyve Hue açısı değeri bakımından en yüksek değer 42.18 ile EC1*pH1 uygulamasından alınırken en düşük Hue açısı değeri 40.50 ile EC2*pH1 uygulamasından elde edilmiştir.

Domates meyvesinin dış (şekil, irilik, renk) ve iç kalite (antioksidan, askorbik asit, likopen, fenol) özellikleri yetiştirme dönemine, ortam faktörlerine (toprak ve sulama suyu EC değeri) ve çeşit özelliklerine bağlı olarak değişim gösterdiği bildirilmiştir (Şen vd. 2004; She vd. 2018; Sumalan vd. 2020).

4.5.5. Uygulamaların meyve eti reginin Chroma (C^*) değeri üzerine etkileri

Araştırma konularının, denemenin 1. yılında yetiştirilen domates meyve rengi C^* değeri üzerine etkileri Çizelge 4.29'da verilmiştir. Çalışmanın 1. yılında domates meyvesinin meyve rengi C^* değeri üzerine EC önemsiz bulunurken, pH (<0.001) ve EC*pH (<0.05) interaksyonu istatistiki olarak önemli bulunmuştur. 1. yılda en yüksek C^* değeri 38.24 ile pH2*EC2 uygulamasında en düşük C^* değeri ise 35.95 ile pH3*EC2 uygulamasından elde edilmiştir.

Çalışmanın 2. yılında meyvelerin C^* değeri üzerine pH (<0.01), EC (<0.05) ve EC*pH (<0.05) interaksyonu istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Bu dönemde meyve C^* değeri bakımından en yüksek değer 37.36 ile EC2*pH1 uygulamasından alınırken en düşük C^* değeri 35.83 ile EC1pH3 uygulamasından elde edilmiştir.

Farklı sulama suyu EC değerinin farklı domates çeşitlerindeki meyve rengi (L, a, b ve croma) üzerine etkilerinin olduğu bildirilmiştir (Antolinos vd. 2020).

Çizelge 4.29. Farklı pH ve EC uygulamalarının domates meyvelerinin meyve eti reginin C değeri üzerine etkileri

C* değeri						
	1. yıl		2. yıl		Ortalama	
	EC1	EC2	EC1	EC2	1. yıl	2. yıl
pH1	36.86b	36.13b	36.74ab	37.36a	36.50b	37.05a
pH2	37.84a	38.24a	36.64ab	36.87ab	38.04a	36.76a
pH3	36.57b	35.95b	35.83c	36.35bc	36.26b	36.09b
Ortalama	37.09	36.77	36.41b	36.86a		
1. Yıl: EC: öd, pH: ***, EC*pH: * 2. Yıl: EC: *, pH: **, EC*pH: *						

4.5.6. Uygulamaların meyve asitliği üzerine etkileri

Farklı pH ve EC'de gübrelemenin domates meyvesinin asitliği üzerine etkileri Çizelge 4.30'da verilmiştir. Çalışmanın 1. yılında domates meyvesinin asitlik değeri üzerine pH, EC ve EC*pH interaksyonu istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur. Domates meyvelerinde 1. yılda elde edilen en yüksek meyve asitliği değeri 0.42 ile pH2*EC1, pH2*EC2 ve pH3*EC2 uygulamalarından; en düşük meyve asitliği değeri ise 0.39 ile pH1*EC1 uygulamasından elde edilmiştir.

Çizelge 4.30. Farklı pH ve EC uygulamalarının domates meyvelerinin asitlik değeri üzerine etkileri

Asitlik (%)						
	1. yıl		2. yıl		Ortalama	
	EC1	EC2	EC1	EC2	1. yıl	2. yıl
pH1	0.39	0.41	0.70	0.79	0.40	0.75
pH2	0.42	0.42	0.67	0.77	0.42	0.72
pH3	0.40	0.42	0.76	0.79	0.41	0.77
Ortalama	0.40	0.42	0.71b	0.78a		
1. Yıl: EC: öd, pH: öd, EC*pH: öd 2. Yıl: EC: *, pH: öd, EC*pH: öd						

Çalışmanın 2. yılında meyvelerin meyve asitliği değeri üzerine EC (<0.05) istatistiksel olarak önemli bulunmuş iken; pH ve EC*pH interaksyonu istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur. Bu dönemde meyve asitliği değeri bakımından en yüksek değer 0.79 ile EC2*pH1 EC2*pH3 uygulamalarından elde edilirken, en düşük meyve asitliği değeri 0.67 ile EC1pH2 uygulamasından elde edilmiştir.

Elementel kükürt uygulamalarının domates bitkisinin meyve pH'sı ve meyve asitliğinde önemli bir değişikliğe neden olmadığı belirlenmiştir (Topçuoğlu ve Yalçın 1997). Tüzel vd. (2001) artan EC dozlarının meyve verimi ve meyve iriliğini azaltırken, meyve kalite kriterleri olan asitlik, kuru madde ve SÇKM içeriklerini arttırdığını bildirmişlerdir. Yüksek tuzluluk koşullarında yetiştirilen domates meyvelerinin meyve asitliği değerinin kontrole oranla azaldığı bildirilmektedir (Koleska vd. 2018).

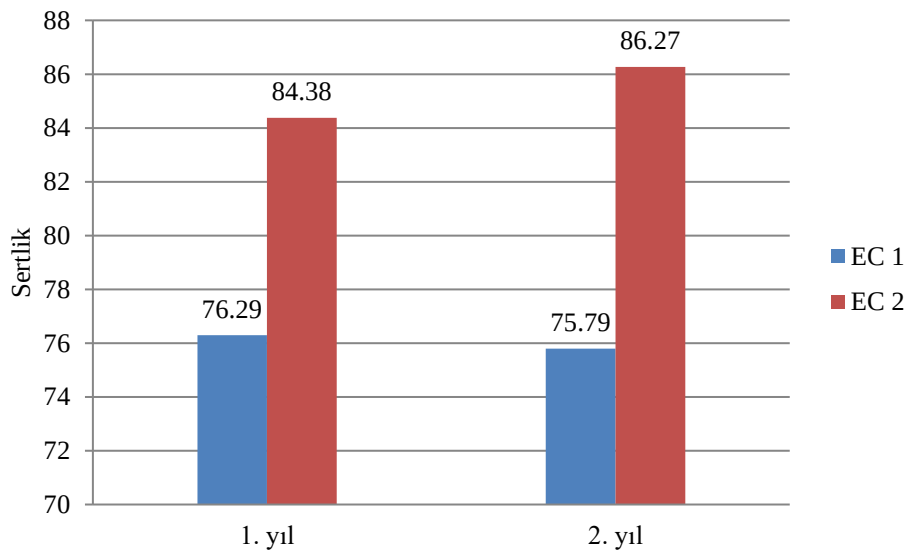
4.5.7. Uygulamaların meyve eti sertliği üzerine etkileri

Yapılan uygulamaların, domates meyvesinin sertlik değeri üzerine etkileri Çizelge 4.31'de verilmiştir. Çalışmanın 1. yılında domates meyvesinin sertlik değeri üzerine pH (<0.001), EC (<0.001) ve EC*pH (<0.001) interaksyonu istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Çalışmanın 1. yılında domates meyvelerinden elde edilen en yüksek sertlik değeri 90.00 ile pH2*EC2 uygulamasında en düşük sertlik değeri ise 73.08 ile pH1*EC1 uygulamasından elde edilmiştir.

Çizelge 4.31. Farklı pH ve EC uygulamalarının domates meyvelerinin meyve eti sertliği üzerine etkileri

Sertlik (N)						
	1. yıl		2. yıl		Ortalama	
	EC1	EC2	EC1	EC2	1. yıl	2. yıl
pH1	73.08d	77.80c	73.43c	80.16bc	75.44c	76.80b
pH2	77.42c	90.00a	75.27c	90.00a	83.71a	82.63ab
pH3	78.37c	85.33b	78.66c	88.66ab	81.85b	83.66a
Ortalama	76.29b	84.38a	75.79b	86.27a		
1. Yıl: EC: ***, pH: ***, EC*pH: *** 2. Yıl: EC: *, pH: *, EC*pH: *						

Çalışmanın 2. yılında meyvelerin sertlik değeri üzerine pH (<0.05), EC (<0.05) ve EC*pH (<0.05) interaksyonu istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Bu dönemde meyve sertlik değeri bakımından en yüksek değer 90.00 ile EC2*pH2 uygulamasından alınırken en düşük sertlik değeri 73.43 ile EC1*pH1 uygulamasından elde edilmiştir.



Şekil 4.14. EC uygulamalarının meyve eti sertliği üzerine etkileri

Yüksek EC'li uygulamalardan elde edilen meyvelerin meyve eti sertliği düşük EC'li uygulamalara oranla her iki yılda da artmıştır (Şekil 4.9). Yüksek EC değerine sahip uygulamalar, düşük EC değerine sahip uygulamalara oranla 1. yıl %10.60 ve 2. yıl %13.83 oranında daha fazla meyve eti sertliğine sahip olduğu belirlenmiştir. Domates gibi ihracat edilen ürünlerde gerek yola dayanım gerekse de raf ömrü bakımından meyve

eti sertliği önemli olduğu düşünüldüğünde besin kaynaklı kısmen yüksek EC'li uygulamalar bir seçenek olarak düşünülebilir.

Orta düzeyde toprak tuzluluğunun domates meyvesinin kalite kriterleri üzerine olumlu etkilerinin olabileceği pek çok çalışmada bildirilmiştir (De Pascale vd. 2001; Krauss vd. 2006; Ali ve İsmail 2014). Domates bitkisi üzerinde yapılan bir çalışmada tuzluluk içeriği arttıkça meyve eti sertliğinin kontrole oranla arttığı bildirilmiştir (Bayram ve Daşgan 2018).

4.5.8. Uygulamaların meyve C vitamini içeriği üzerine etkileri

Araştırma konularının, denemenin 1. yılında yetiştirilen domates meyvesinin C vitamini kapsamı üzerine etkileri Çizelge 4.32'de verilmiştir. Çalışmanın 1. yılında domates meyvesinin C vitamini kapsamı üzerine EC (<0.001), pH (<0.001) ve EC*pH (<0.05) interaksyonu istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Domates meyvelerinde 1. yıl belirlenen en yüksek C vitamini kapsamı 34.71 ile pH1*EC2 uygulamasında en düşük C vitamini kapsamı ise 30.54 ile pH3*EC1 uygulamasından elde edilmiştir.

Çizelge 4.32. Farklı pH ve EC uygulamalarının domates meyvelerinin C vitamini içeriği üzerine etkileri

C vitamini (mg/100g)						
	1. yıl		2. yıl		Ortalama	
	EC1	EC2	EC1	EC2	1. yıl	2. yıl
pH1	31.39cd	34.71a	27.64	28.28	33.05a	27.96
pH2	31.87bc	34.14a	28.80	28.80	33.01a	28.80
pH3	30.54d	32.48b	28.71	29.32	31.51b	29.01
Ortalama	31.27b	33.78a	28.38	28.80		
1. Yıl: EC: ***, pH: ***, EC*pH: * 2. Yıl: EC: öd, pH: öd, EC*pH: öd						

Çalışmanın 2. yılında meyvelerin C vitamini kapsamı üzerine pH, EC ve EC*pH interaksyonu istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur. Bu dönemde meyve C vitamini kapsamı bakımından en yüksek değer 29.32 ile EC2*pH3 uygulamasından alınırken en düşük C vitamini kapsamı 28.28 ile EC2pH1 uygulamasından elde edilmiştir.

Navarro vd. (2006) tarafından biber bitkisi üzerinde yürütülen bir çalışmada, kırmızı biberin askorbik asit içeriği üzerine toprak tuzluluğunun etkisinin önemsiz olduğu tespit edilmiştir. Domates meyvesinde bulunan C vitamini içeriğinin artan tuz uygulamalarına bağlı olarak arttığı bildirilmiştir (Kim vd. 2008; Gautier vd. 2010). Domates bitkisi üzerinde yürütülen bir çalışmada toprak tuzluluk değerinin artırılmasına bağlı olarak meyvelerin askorbik asit içeriğinin arttığı bildirilmiştir (Sellitto vd. 2019). Stres koşullarında (tuzluluk ortamlar) yetiştirilen domates bitkisinin C vitamini içeriği artmaktadır (Mellidou vd. 2021)

4.6. Dönem Sonu Toprak Örneklerinin Analiz Sonuçları ve Tartışması

4.6.1. Uygulamaların toprakların organik madde kapsamı üzerine etkileri

Yapılan uygulamaların, deneme toprağının organik madde içeriği üzerine etkileri Çizelge 4.33'te verilmiştir. Çalışmanın 1. yılında toprağın organik madde içeriği üzerine EC ve pH önemsiz bulunurken iken EC*pH (<0.01) interaksyonu istatistiki olarak önemli bulunmuştur. 1. yılda deneme toprağındaki en yüksek organik madde kapsamı %2.39 ile pH2*EC2 uygulamasında en düşük organik madde kapsamı ise %2.16 ile pH1*EC2 uygulamasından elde edilmiştir.

Çizelge 4.33. Farklı pH ve EC uygulamalarının toprağın organik madde kapsamı üzerine etkileri

Organik madde (%)						
	1. yıl		2. yıl		Ortalama	
	EC1	EC2	EC1	EC2	1. yıl	2. yıl
pH1	2.21ab	2.16b	2.14b	2.11b	2.19	2.13
pH2	2.33a	2.39a	2.20a	2.06c	2.36	2.13
pH3	2.29a	2.26a	2.03c	1.99c	2.28	2.01
Ortalama	2.28	2.27	2.12	2.05		
1. Yıl: EC: öd, pH: öd, EC*pH: ** 2. Yıl: EC: öd, pH: öd, EC*pH: **						

Çalışmanın 2. yılında deneme toprağının organik madde kapsamı üzerine EC ve pH önemsiz bulunurken, EC*pH (<0.01) interaksyonu istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Araştırmanın bu döneminde organik madde kapsamı bakımından en yüksek değer %2.20 ile EC1*pH2 uygulamasından elde edilir iken, en düşük organik madde kapsamının %1.99 ile EC2*pH3 uygulamasında olduğu belirlenmiştir.

Tavuk gübresi ile fertigasyon EC değerlerinin örtüaltı baharlık domates bitkisinin gelişimi üzerine etkilerini belirlemek amacıyla yapılan bir araştırmada fertigasyon EC'nin toprak organik madde kapsamı üzerine olan etkisinin önemsiz olduğu belirlenmiştir (Ata ve Kaplan 2020).

4.6.2. Uygulamaların sezon sonu toprak pH değeri üzerine etkileri

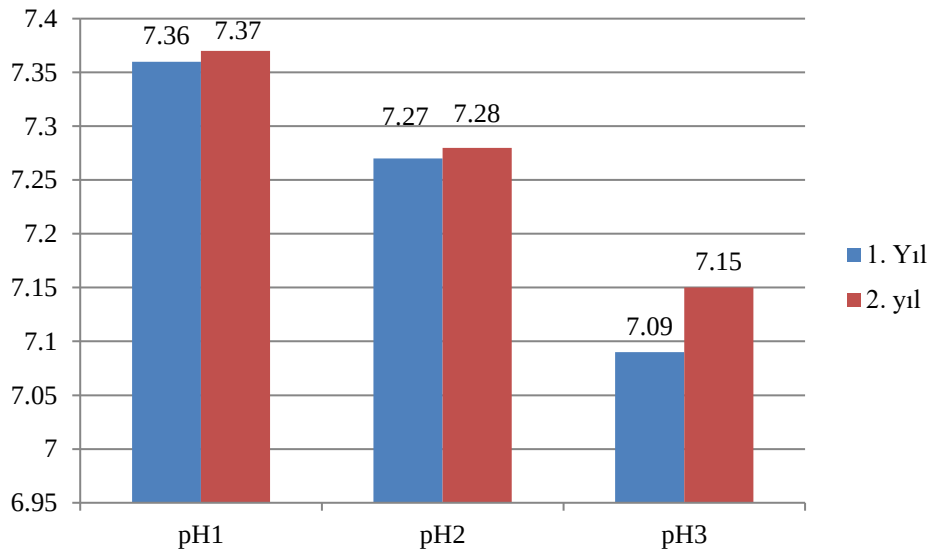
Araştırmanın 1. yılında domates bitkisinin yetiştirildiği deneme toprağının pH değeri üzerine EC istatistiksel olarak önemsiz bulunurken, pH (<0.05) ve EC*pH interaksyonu (<0.01) istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur. (Çizelge 4.34.). Çalışmanın 1. yılında, en yüksek sezon sonu toprak pH değeri 7.41 ile pH1*EC2 uygulamasında en düşük sezon sonu toprak pH değeri ise 7.06 ile pH3*EC1 uygulamasından elde edilmiştir.

Çalışmanın 2. yılında sezon sonu toprak pH değeri üzerine EC istatistiksel olarak önemsiz bulunurken, pH (<0.05) ve EC*pH (<0.05) interaksyonu istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Bu dönemde en yüksek sezon sonu toprak pH değeri 7.41 ile EC2*pH1 uygulamasında ve en düşük sezon sonu toprak pH değeri 7.08 ile pH3*EC2 uygulamasından elde edilmiştir.

Çizelge 4.34. Farklı pH ve EC uygulamalarının toprak pH değeri üzerine sezon sonu etkileri

pH						
	1. yıl		2. yıl		Ortalama	
	EC1	EC2	EC1	EC2	1. yıl	2. yıl
pH1	7.31b	7.41a	7.33a	7.41a	7.36a	7.37a
pH2	7.35b	7.19c	7.26a	7.30a	7.27b	7.28ab
pH3	7.06d	7.12d	7.21ab	7.08b	7.09c	7.15b
Ortalama	7.24	7.24	7.27	7.26		
1. Yıl: EC: öd, pH: *, EC*pH: ** 2. Yıl: EC: öd, pH: *, EC*pH: *						

Sezon sonu toprağının pH değeri pH1 uygulamasında ortalama 7.37, pH2 uygulamasında ortalama 7.28 ve pH3 uygulamasında ortalama 7.12 olarak hesaplanmıştır. Kullanılan asit miktarı arttıkça toprak pH değerinin düştüğü sonrasında da toprak tarafından tamponlanarak yeniden yükseldiği Bölüm 4.2'de verilmiştir. Ancak toprak tamponlamasına bağlı olarak; düşen toprak pH'sında her ne kadar yeniden yükselme meydana gelsede sezon sonu toprağının pH değerinde asit miktarının etkileri görülmektedir. Kullanılan asit miktarı arttıkça (daha düşük pH'da fertigasyon çözeltisi damlattıkça) sezon sonu toprak pH değeri azalmaktadır.

**Şekil 4.15.** pH uygulamalarının sezon sonu toprak pH değeri üzerine etkileri

Kimyasal gübre uygulamaların ve fizyolojik asit karakterli kimyasal gübre ve nitrik asit kullanımının toprak pH'sında düşüşe neden olduğu bilinmektedir (Demirtaş vd 2012). Kimyasal gübre uygulamalarına bağlı olarak toprak pH değerinin düştüğü bildirilmiştir (Zhang vd. 2016). Fertigasyondan kimyasal asit uygulamalarının toprakta bulunan kireç miktarına bağlı olarak toprak pH değerini düşürdüğü ancak bu düşüşün zamanla tekrar artmaya başladığı bildirilmiştir (Maltaş ve Kaplan 2018).

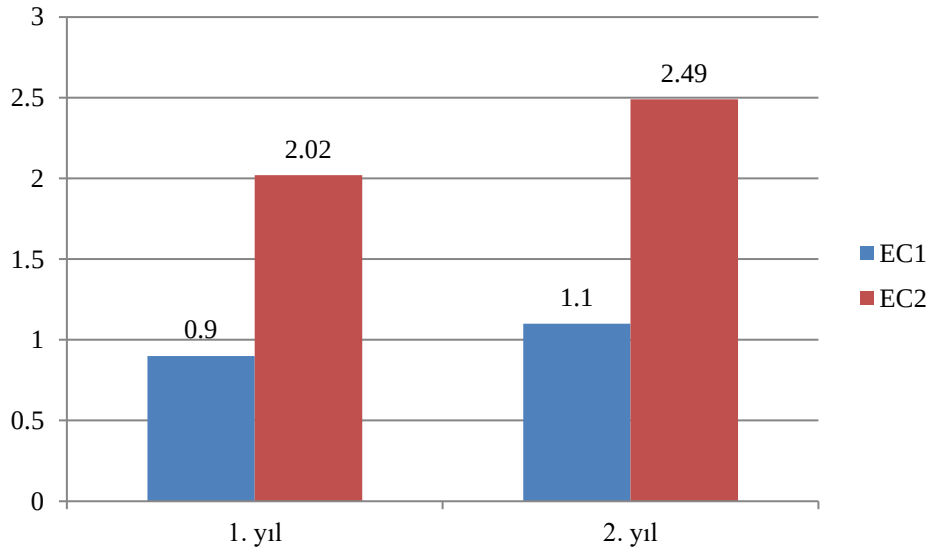
4.6.3. Uygulamaların sezon sonu toprak EC değeri üzerine etkileri

Farklı pH ve EC'de gübrelemenin, deneme toprağının sezon sonu EC değeri üzerine etkileri Çizelge 4.35'te verilmiştir. Çalışmanın 1. yılında deneme toprağının sezon sonu EC değeri üzerine EC (<0.05), pH (<0.01) ve EC*pH (<0.01) interaksyonu istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Deneme toprağında 1. yılda ölçülen en yüksek sezon sonu toprak EC değeri 2.93 dS/m ile pH3*EC2 uygulamasında en düşük sezon sonu toprak EC değeri ise 0.81 dS/m ile pH1*EC1 uygulamasından elde edilmiştir.

Çizelge 4.35. Farklı pH ve EC uygulamalarının toprak pH değeri üzerine sezon sonu etkileri

EC						
	1. yıl		2. yıl		Ortalama	
	EC1	EC2	EC1	EC2	1. yıl	2. yıl
pH1	0.81e	1.27c	0.96d	1.85c	1.04c	1.41c
pH2	0.86e	1.88b	1.13dc	2.31b	1.37b	1.72b
pH3	1.03d	2.93a	1.20dc	3.30a	1.98a	2.25a
Ortalama	0.90b	2.02a	1.10b	2.49a		
1. Yıl: EC: *, pH: **, EC*pH: ** 2. Yıl: EC: **, pH: *, EC*pH: *						

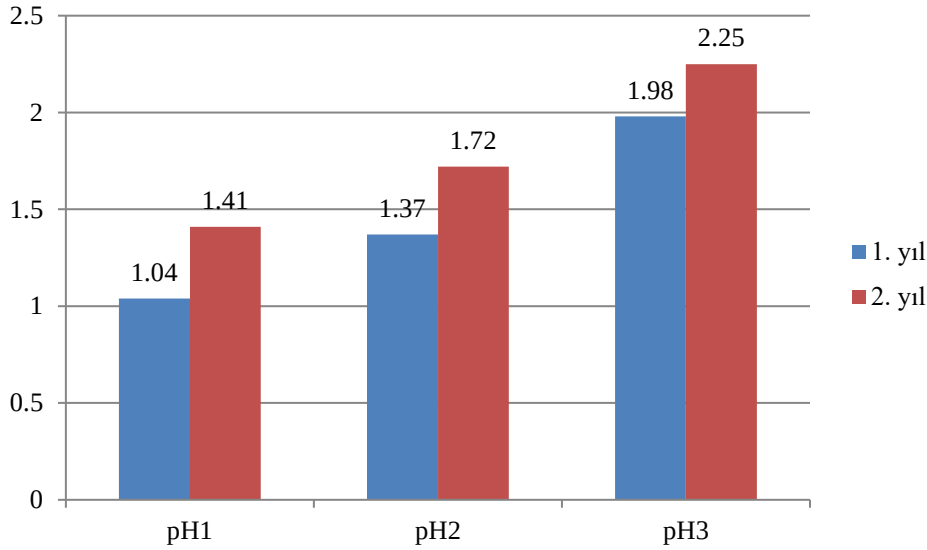
Çalışmanın 2. yılında toprakların sezon sonu EC değeri üzerine EC (<0.01), pH (<0.05) ve EC*pH (<0.05) interaksyonu istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Yine bu dönemde toprakların sezon sonu EC değerleri bakımından en yüksek uygulama 3.30 dS/m ile EC2*pH3 uygulaması olur iken, en düşük sezon sonu EC değeri 0.96 dS/m ile EC1*pH1 uygulamasından elde edilmiştir.



Şekil 4.16. EC uygulamalarının sezon sonu toprak EC değeri üzerine etkileri

Sezon sonu toprak EC değeri, 2.0 EC uygulamaları sonucunda 1.0 dS/m iken, 3.5 EC uygulamaları sonucunda 2.26 dS/m olarak tespit edilmiştir. Sezon sonu toprak EC değeri yüksek EC de gübreleme sonucu düşük EC'ye oranla % 126 birimlik bir artış

meydana geldiği belirlenmiştir. Sezon sonunda toprak EC'sinde meydana gelen bu artışın domates meyvelerinin meyve çapı ve verimine etki edebileceği söylenebilir.



Şekil 4.17. pH uygulamalarının sezon sonu toprak EC değeri üzerine etkileri

Her iki yılda da kullanılan asit miktarı arttıkça sezon sonu toprak EC değeri artmıştır. Sezon sonu toprak EC değerleri ortalamaları pH1 uygulamasında 1.23 dS/m iken pH2 uygulamasında 1.55 dS/m ve pH3 uygulamasında 2.12 dS/m olarak hesaplanmıştır. Asit kullanımına bağlı olarak, sezon sonu toprak pH değerinin düştüğü bölüm 4.6.2.'da belirtilmiştir. Toprak pH değerinde meydana gelen bu düşüşün özellikle kireçli bir toprakta tuzluluğu artırabileceği öngörülebilir.

Kükürt uygulamalarına bağlı olarak toprakların çözünabilir tuz miktarlarının arttığını buna bağlı olarak da toprak E.C. değerlerinde bir artış olduğu tespit edilmiştir (Sierra vd. 2007). Farklı tuz konsantrasyonuna sahip sulama suyu ile yapılan bir çalışmada, sulama suyunda bulunan tuz miktarına bağlı olarak toprak profilinde farklı düzeylerde tuzluluk birikimi meydana geldiği belirlenmiştir (Özer vd. 2019). Akçaman ve Taş (2020) tarafından yapılan bir çalışmada artan sulama suyu tuzluluğuna bağlı olarak toprak EC değerinin yükseldiği bildirilmiştir.

4.6.4. Uygulamaların toprak toplam azot kapsamı üzerine etkileri

Araştırmanın 1. yılında domates bitkisinin yetiştirildiği deneme toprağındaki toplam azot (%) içeriği üzerine EC ve pH istatistiksel olarak önemsiz bulunurken, EC*pH interaksiyonu (<0.01) istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur. (Çizelge 4.36.). Araştırma toprağında 1. yılda elde edilen en yüksek toplam azot değeri %0.36 ile pH3*EC2 uygulamasında en düşük toplam azot değeri ise %0.20 ile pH1*EC1 uygulamasından elde edilmiştir.

Çizelge 4.36. Farklı pH ve EC uygulamalarının toprağın toplam azot kapsamı üzerine etkileri

Toplam Azot (%)						
	1. yıl		2. yıl		Ortalama	
	EC1	EC2	EC1	EC2	1. yıl	2. yıl
pH1	0.20d	0.29bc	0.19c	0.25ab	0.25	0.22b
pH2	0.22cd	0.30ab	0.20bc	0.27a	0.26	0.24b
pH3	0.24bcd	0.36a	0.25ab	0.31a	0.30	0.28a
Ortalama	0.22	0.32	0.21b	0.28a		
1. Yıl: EC: öd, pH: öd, EC*pH: ** 2. Yıl: EC: **, pH: *, EC*pH: *						

Çalışmanın 2. yılında toplam azot (%) içeriği üzerine EC (<0.01) pH (<0.05) ve EC*pH (<0.05) etkisi istatistik olarak önemli bulunmuştur. Bu dönemde toplam azot (%) içeriği, en yüksek %0.31 ile EC2*pH3 uygulamasında ve en düşük toplam azot içeriği %0.19 ile pH1*EC1 uygulamasından elde edilmiştir.

pH' sı 7.52 olan ve % 10 CaCO₃, % 2.3 organik madde ve % 44 kil içeriğine sahip bir toprağa üre, amonyum sülfat, diamonyum fosfat (DAP) ve üre ile birlikte saf azotun 5 ve 10 katı olacak şekilde fosfojips uygulanarak yapılan bir araştırmada; fosfojipsin toprak pH değerini düşürerek NH₃-N kaybını %85 oranında azalttığı bildirilmiştir (Bayraklı 1990). Toprak pH'sı ile toprak azot kapsamı arasında ilişki olduğu ancak tutarsız olduğu ve toprakta özellikle 6.5 pH düzeyinde en yüksek düzeyde azot (N₂, N₂O ve NO₃) olduğu tespit edilmiştir (Stevens vd 1998). Çaycı vd (1995) tarafından yürütülen bir araştırmada kükürt miktarına bağlı olarak, pH değerinin düşmesi sonucunda genel olarak, bağımsız NH₄-N miktarında azalma, NO₃-N'u miktarlarında artış olduğu belirlenmiştir.

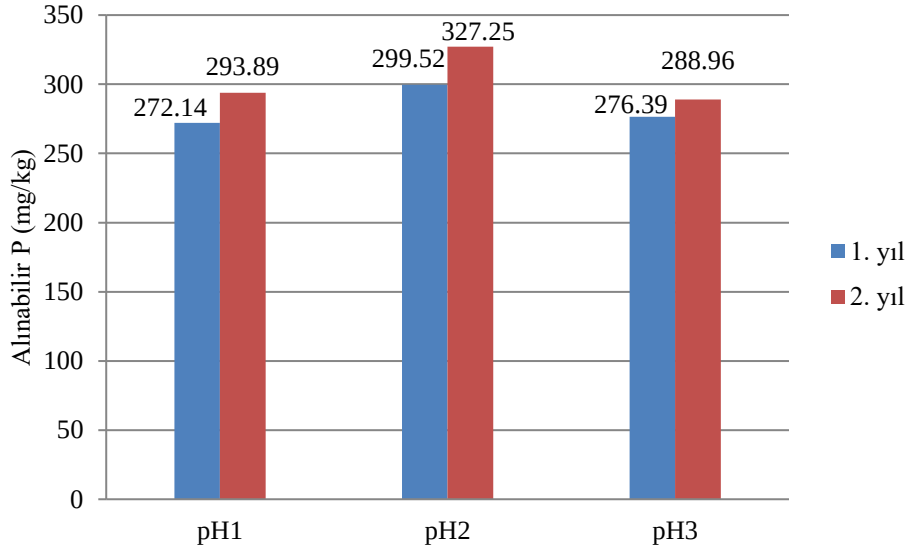
4.6.5. Uygulamaların toprak alınabilir fosfor kapsamı üzerine etkileri

Farklı pH ve EC'de gübrelemenin, deneme toprağındaki alınabilir fosfor miktarı üzerine etkileri Çizelge 4.37'de verilmiştir. Çalışmanın 1. yılında deneme toprağındaki alınabilir fosfor düzeyi üzerine EC (<0.001), pH (<0.01) ve EC*pH (<0.01) etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. 1. yılda elde edilen en yüksek alınabilir fosfor değeri 335.75 mg/kg ile pH2*EC2 uygulamasında en düşük alınabilir fosfor değeri ise 253.32 mg/kg ile pH1*EC1 uygulamasından elde edilmiştir.

Çizelge 4.37. Farklı pH ve EC uygulamalarının toprağın alınabilir fosfor kapsamı üzerine etkileri

Alınabilir fosfor (mg/kg)						
	1. yıl		2. yıl		Ortalama	
	EC1	EC2	EC1	EC2	1. yıl	2. yıl
pH1	253.32c	290.96b	246.13d	341.65ab	272.14b	293.89b
pH2	263.28c	335.75a	276.41cd	378.09a	299.52a	327.25a
pH3	275.84bc	276.94bc	267.98cd	309.94bc	276.39b	288.96b
Ortalama	264.15b	301.22a	263.51b	343.23a		
1. Yıl: EC: ***, pH: **, EC*pH: ** 2. Yıl: EC: ***, pH: *, EC*pH: *						

Çalışmanın 2. yılında alınabilir fosfor içeriği üzerine EC (<0.001), pH (<0.05) ve EC*pH (<0.05) interaksyonu istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Yine bu dönemde toprak alınabilir fosfor içeriği bakımından en yüksek uygulama 378.09 mg/kg ile EC2*pH2 uygulaması olurken, en düşük alınabilir fosfor düzeyi 246.13 ile EC1*pH1 uygulamasından elde edilmiştir.



Şekil 4.18. Farklı pH uygulamalarının toprağın alınabilir fosfor kapsamı üzerine etkileri

Alınabilir P kapsamında, pH1 uygulamasına oranla pH2 uygulamasında %10.73 birimlik bir artış meydana gelir iken pH3 uygulamasının sembolikte olsa bir düşüş meydana gelmiş ancak istatistiksel olarak önemli farklılık bulunmamıştır. Alınabilir fosfor kapsamı bakımından, kireçli bir toprakta kullanılan asidin etkileri bir aşamaya kadar faydalı olmuştur. Ancak yüksek dozlarda asit kullanılması, alınabilir P kapsamında artış meydana getirmediği gibi düşüş meydana getirebileceği şüphesine dikkat çekmek faydalıdır.

Kükürt uygulamalarının alkali toprakların fosfataz aktivitesi, yarayışlı fosfor içeriği ve pH değeri üzerine etkisinin incelendiği bir çalışmada toprak pH'sında kayda değer bir oranda azalma ve toprak yarayışlı fosfor içeriğinde önemli derecede artış gözlemlendiği bildirilmiştir (Wu vd. 2007). Skwierawska vd. (2008), tarafından yürütülen bir çalışmada kükürt uygulamalarına bağlı olarak topraklarda pH değerinin düştüğü ve yarayışlı fosfor miktarında önemli derecede artışların olduğunu bildirmişlerdir. Kireçli topraklarda rizosferin pH değerinin düşürülerek toprakta bulunan fosforu harekete geçirmek için etkili bir strateji olabileceğini bildirilmektedir (Shen vd. 2011). Alkali topraklardaki alınabilir fosfor kayıplarını engellemek ya da azaltmak için asit etkiye sahip fosforlu gübreler tercih edilmesi, yavaş salınımlı P gübreler ve kaplamalı gübre kullanımı öne çıkan seçeneklerden bazılarıdır (Umar vd. 2020).

4.6.6. Uygulamaların toprak değişebilir potasyum kapsamı üzerine etkileri

Yapılan uygulamaların, araştırma toprağındaki değişebilir potasyum içeriği üzerine etkileri Çizelge 4.38'de verilmiştir. Çalışmanın 1. yılında araştırma alanındaki değişebilir potasyum içeriği üzerine EC (<0.01), pH (<0.01) ve EC*pH (<0.01)

interaksiyonu istatistiki olarak önemli bulunmuştur. 1. yılda elde edilen en yüksek değişebilir potasyum değeri 4.47 meq/100 g ile pH2*EC2 uygulamasında en düşük değişebilir potasyum değeri ise 1.81 meq/100 g ile pH3*EC1 uygulamasından elde edilmiştir.

Çizelge 4.38. Farklı pH ve EC uygulamalarının toprağın değişebilir potasyum kapsamı üzerine etkileri

Potasyum (meq/100 g)						
	1. yıl		2. yıl		Ortalama	
	EC1	EC2	EC1	EC2	1. yıl	2. yıl
pH1	1.86d	3.17c	1.93c	3.59b	2.52b	2.76b
pH2	1.84d	4.47a	1.79c	5.07a	3.16a	3.43a
pH3	1.81d	3.48b	1.72c	4.65a	2.65b	3.19a
Ortalama	1.84b	3.71a	1.81b	4.44a		
1. Yıl: EC: **, pH: **, EC*pH: ** 2. Yıl: EC: ***, pH: **, EC*pH: ***						

Çalışmanın 2. yılında toprağın değişebilir potasyum konsantrasyonu üzerine EC (<0.001), pH (<0.01) ve EC*pH (<0.001) interaksiyonu istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Yine bu dönemde toprak değişebilir potasyum içeriği bakımından en yüksek potasyum içeriği 5.07 meq/100 gr ile EC2*pH2 uygulamasından alınırken, en düşük potasyum içeriği 1.72 meq/100 gr ile EC1pH3 uygulamasından elde edilmiştir.

Farklı tuzluluk seviyelerinin mango bitkisinin gelişimi üzerine etkisinin araştırıldığı bir çalışmada, tuzlu şartlardaki toprakların potasyum içeriğinin kontrol şartlarına oranla daha yüksek olduğu bildirilmiştir (Carneiro vd. 2017). Farklı oranlarda uygulanan potasyum, kalsiyum ve magnezyum gübrelemeleri sonucunda yüksek oranlarda potasyum gübrelemesine bağlı olarak topraklardaki değişebilir potasyum kapsamının da arttığı bildirilmiştir (Nguyen vd. 2017).

4.6.7. Uygulamaların toprak değişebilir kalsiyum kapsamı üzerine etkileri

Araştırmanın 1. yılında domates bitkisinin yetiştirildiği deneme toprağındaki değişebilir kalsiyum içeriği üzerine etkileri Çizelge 4.39'da verilmiştir. Çalışmanın 1. yılında araştırma alanındaki değişebilir kalsiyum içeriği üzerine EC ve pH önemsiz bulunurken EC*pH (<0.05) interaksiyonu istatistiki olarak önemli bulunmuştur. 1. yılda en yüksek değişebilir kalsiyum değeri 31.82 meq/100 gr ile pH3*EC2 uygulamasında en düşük değişebilir kalsiyum değeri ise 29.90 meq/ 100 gr ile pH2*EC2 uygulamasından elde edilmiştir.

Çalışmanın 2. yılında toprağın değişebilir kalsiyum konsantrasyonu üzerine EC, pH ve EC*pH interaksiyonu istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur. Bu dönemde toprak değişebilir kalsiyum içeriği bakımından en yüksek değer 32.29 meq/100 gr ile EC2*pH3 uygulamasında görülürken, en düşük kalsiyum değeri 31.20 meq/100 gr ile EC1pH3 uygulamasından elde edilmiştir.

Yüksek pH' ya sahip kalkerli topraklarda, toprak pH' sının düşürülmesi fosfor, kalsiyum, çinko, demir ve diğer mikro elementlerin yararlanılabilirliğini artırdığı tespit edilmiştir (Çetin ve Tolay 2009).

Çizelge 4.39. Farklı pH ve EC uygulamalarının toprağın değişebilir kalsiyum kapsamı üzerine etkileri

Kalsiyum (meq/100 g)						
	1. yıl		2. yıl		Ortalama	
	EC1	EC2	EC1	EC2	1. yıl	2. yıl
pH1	31.33ab	30.14bc	31.98	31.47	30.74	31.73
pH2	31.09abc	29.90c	31.76	31.56	30.50	31.66
pH3	30.67abc	31.82a	31.20	32.29	31.25	31.75
Ortalama	31.03	30.62	31.65	31.77		
1. Yıl: EC: öd, pH: öd, EC*pH: * 2. Yıl: EC: öd, pH: öd, EC*pH: öd						

4.6.8. Uygulamaların toprak değişebilir magnezyum kapsamı üzerine etkileri

Farklı pH ve EC'de gübrelemenin, deneme toprağındaki değişebilir magnezyum içeriğı üzerine etkileri Çizelge 4.40'ta verilmiştir. Çalışmanın 1. yılında araştırma alanındaki değişebilir magnezyum içeriğı üzerine EC (<0.01) istatistiksel olarak önemli bulunurken pH ve EC*pH interaksyonu istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur. Denemenin 1. yılında en yüksek değişebilir magnezyum değeri 3.81 meq/100 g ile pH3*EC2 uygulamasında en düşük değişebilir magnezyum değeri ise 3.11 meq/ 100 g ile pH3*EC1 uygulamasından elde edilmiştir.

Çizelge 4.40. Farklı pH ve EC uygulamalarının toprağın değişebilir magnezyum kapsamı üzerine etkileri

Magnezyum (meq/100 g)						
	1. yıl		2. yıl		Ortalama	
	EC1	EC2	EC1	EC2	1. yıl	2. yıl
pH1	3.33	3.43	3.25bc	3.57ab	3.38	3.41
pH2	3.30	3.61	3.63a	3.47ab	3.46	3.55
pH3	3.11	3.81	3.04c	3.53ab	3.46	3.29
Ortalama	3.25b	3.62a	3.31b	3.52a		
1. Yıl: EC: **, pH: öd, EC*pH: ö.d 2. Yıl: EC: *, pH: öd, EC*pH: *						

Çalışmanın 2. yılında toprağın değişebilir magnezyum konsantrasyonu üzerine pH önemsiz bulunmuş, EC (<0.05) ve EC*pH (<0.05) interaksyonu istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Bu dönemde toprak değişebilir magnezyum içeriğı bakımından en yüksek magnezyum içeriğı 3.63 meq/100 g ile EC1*pH2 uygulamasından alınırken, en düşük magnezyum içeriğı 3.04 meq/100 g ile EC1*pH3 uygulamasından elde edilmiştir.

Toprakta asitlik arttıkça, değişebilir alüminyum konsantrasyonu arttığını, buna karşın değişebilir Mg kapsamının azaldığı bildirilmektedir (Çetin ve Tolay 2009). Nguyen vd. (2017) tarafından yürütülen çalışmada farklı dozlarda uygulanan magnezyum gübrelemeleri sonucunda yüksek oranlarda magnezyum uygulamalarının topraklardaki değişebilir magnezyum içeriğini artırdığı tespit edilmiştir.

4.6.9. Uygulamaların toprak değişebilir sodyum kapsamı üzerine etkileri

Yapılan uygulamaların, araştırma toprağındaki değişebilir sodyum içeriğı üzerine etkileri Çizelge 4.41'de verilmiştir. Çalışmanın 1. yılında araştırma alanındaki değişebilir sodyum içeriğı üzerine EC, pH ve EC*pH interaksyonu istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur. Denemenin 1. yılında en yüksek değişebilir sodyum değeri 0.65 meq/100 gr ile pH1*EC1 uygulamasında en düşük değişebilir sodyum değeri ise 0.45 meq/100 gr ile pH2*EC1 uygulamasından elde edilmiştir.

Çizelge 4.41. Farklı pH ve EC uygulamalarının toprağın değişebilir sodyum kapsamı üzerine etkileri

Sodyum (meq/100 g)						
	1. yıl		2. yıl		Ortalama	
	EC1	EC2	EC1	EC2	1. yıl	2. yıl
pH1	0.65	0.47	0.51c	0.76b	0.56	0.64b
pH2	0.45	0.47	0.56c	0.87b	0.46	0.72b
pH3	0.54	0.63	0.79b	1.10a	0.59	0.95a
Ortalama	0.55	0.52	0.62b	0.91a		
1. Yıl: EC: ö.d, pH: ö.d, EC*pH: ö.d 2. Yıl: EC: ***, pH: ***, EC*pH: **						

Çalışmanın 2. yılında toprağın değişebilir sodyum konsantrasyonu üzerine EC (<0.001), pH (<0.001) ve EC*pH (<0.01) interaksyonu istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Yine bu dönemde toprak değişebilir sodyum içeriğı bakımından en yüksek sodyum içeriğı 1.10 meq/100 gr ile EC2*pH3 uygulamasından alınırken, en düşük sodyum içeriğı 0.51 meq/100 gr ile EC1pH1 uygulamasından elde edilmiştir.

Domates bitkisinin meyve verimi ve kalitesi üzerine çakılı tip deneme parsellerde yürütölen bir araştırmada farklı sulama suyu tuzluluklarının toprak tuzluluğunu ve sodyumluluğunu artırdığı tespit edilmiştir (Yurtseven ve Sönmez 1996).

4.6.10. Uygulamaların toprak alınabilir çinko kapsamı üzerine etkileri

Araştırmanın 1. yılında domates bitkisinin yetiştirildiğı deneme toprağındaki alınabilir çinko içeriğı üzerine etkileri Çizelge 4.42'de verilmiştir. Çalışmanın 1. yılında araştırma alanındaki alınabilir çinko içeriğı üzerine EC önemsiz bulunırken pH (<0.05) ve EC*pH (<0.01) interaksyonu istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Denemenin 1. yılında en yüksek alınabilir çinko değeri 11.85 mg/kg ile pH3*EC1 uygulamasında en düşük alınabilir çinko değeri ise 8.79 mg/kg ile pH1*EC2 uygulamasından elde edilmiştir.

Çalışmanın 2. yılında toprağın alınabilir çinko içeriğı üzerine EC (<0.05), pH (<0.05) ve EC*pH (<0.05) interaksyonu istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Bu dönemde toprak alınabilir çinko içeriğı bakımından en yüksek değeri 11.83 mg/kg ile EC2*pH3 uygulamasında görölürken, en düşük alınabilir çinko değeri 8.25 mg/kg ile EC2*pH2 uygulamasından elde edilmiştir.

Kükürt uygulamalarının toprak pH değerini azaltmasına bağılı olarak topraktaki alınabilir Fe, Zn ve Mn kapsamını arttırdığı belirlenmiştir (Awad vd. 1996). Besharati

(2017); tarafından yapılan bir çalışmada farklı düzeylerde kireç (%23, % 17 ve % 8.5) içeren topraklara uygulanan kükürdün toprakların alınabilir çinko içeriğini artırdığı belirlenmiştir.

Çizelge 4.42. Farklı pH ve EC uygulamalarının toprağın alınabilir çinko kapsamı üzerine etkileri

Çinko (mg/kg)						
	1. yıl		2. yıl		Ortalama	
	EC1	EC2	EC1	EC2	1. yıl	2. yıl
pH1	9.16bc	8.79c	10.62ab	8.80bc	8.98b	9.71b
pH2	9.39bc	10.25b	10.49ab	8.25c	9.82ab	9.37b
pH3	11.85a	9.16bc	10.85a	11.83a	10.51a	11.34a
Ortalama	10.14	9.40	10.65a	9.63b		
1. Yıl: EC: öd, pH: *, EC*pH: ** 2. Yıl: EC: *, pH: *, EC*pH: *						

4.6.11. Uygulamaların toprak alınabilir demir kapsamı üzerine etkileri

Farklı pH ve EC'de gübrelemenin, deneme toprağındaki alınabilir demir içeriğı üzerine etkileri Çizelge 4.43'te verilmiştir. Çalışmanın 1. yılında araştırma alanındaki alınabilir demir içeriğı üzerine EC önemsiz bulunurken pH (<0.05) ve EC*pH (<0.01) interaksyonu istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Denemenin 1. yılında en yüksek alınabilir demir değeri 4.77 mg/kg ile pH3*EC1 uygulamasında en düşük alınabilir demir değeri ise 3.04 mg/kg ile pH3*EC2 uygulamasından elde edilmiştir.

Çizelge 4.43. Farklı pH ve EC uygulamalarının toprağın alınabilir demir kapsamı üzerine etkileri

Demir (mg/kg)						
	1. yıl		2. yıl		Ortalama	
	EC1	EC2	EC1	EC2	1. yıl	2. yıl
pH1	3.30cd	3.60bcd	5.63	5.51	3.45b	5.57
pH2	4.09abc	4.19ab	4.92	4.81	4.14a	4.86
pH3	4.77a	3.04d	6.00	4.93	3.91ab	5.47
Ortalama	4.05	3.61	5.52	5.08		
1. Yıl: EC: öd, pH: *, EC*pH: ** 2. Yıl: EC: öd, pH: öd, EC*pH: öd						

Çalışmanın 2. yılında toprağın alınabilir demir içeriğı üzerine EC, pH ve EC*pH interaksyonu istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur. Bu dönemde toprak alınabilir demir içeriğı bakımından en yüksek değeri 6.00 mg/kg ile EC1*pH3 uygulamasında görülürken, en düşük alınabilir demir değeri 4.81 mg/kg ile EC2*pH2 uygulamasından elde edilmiştir.

Çaycı vd. (1995) tarafından yürütölen bir çalışmada kükürt uygulamalarına bağılı olarak toprak pH değeriinin düşmesi sonucunda genel olarak topraktaki alınabilir Fe, Mn ve Cu miktarlarında artış olduğı belirlenmiştir. Kükürt uygulamalarına bağılı olarak toprakların çözünebilir tuz miktarlarının arttığını buna bağılı olarak da toprak E.C. değeriinde bir artış belirlendiğı ve pH'nın önemli ölçüde düşmesi ile toprakta yarayışlı Fe, Mn, Cu miktarının arttığını bildirmişlerdir (Sierra vd. 2007).

4.6.12. Uygulamaların toprak alınabilir mangan kapsamı üzerine etkileri

Yapılan uygulamaların, araştırma toprağındaki alınabilir mangan içeriğı üzerine etkileri Çizelge 4.44'te verilmiştir. Çalışmanın 1. yılında araştırma alanındaki alınabilir mangan içeriğı üzerine EC ve EC*pH interaksyonu önemsiz bulunurken, pH (<0.05) istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Denemede 1. yılda elde edilen en yüksek alınabilir mangan değeri 7.79 mg/kg ile pH2*EC2 uygulamasında en düşük alınabilir mangan değeri ise 6.45 mg/kg ile pH1*EC1 uygulamasından elde edilmiştir.

Çizelge 4.44. Farklı pH ve EC uygulamalarının toprağıın alınabilir mangan kapsamı üzerine etkileri

Mangan (mg/kg)						
	1. yıl		2. yıl		Ortalama	
	EC1	EC2	EC1	EC2	1. yıl	2. yıl
pH1	6.45	6.63	6.25bc	7.27abc	6.54b	6.76b
pH2	7.45	7.79	8.46ab	8.51ab	7.62a	8.49a
pH3	6.96	6.62	9.14a	5.80c	6.79ab	7.47ab
Ortalama	6.95	7.01	7.95	7.19		
1. Yıl: EC: ö.d, pH: *, EC*pH: ö.d 2. Yıl: EC: ö.d, pH: *, EC*pH: *						

Çalışmanın 2. yılında toprağıın alınabilir mangan içeriğı üzerine EC önemsiz bulunurken, pH (<0.05) ve EC*pH (<0.05) interaksyonu istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Bu dönemde toprak alınabilir mangan içeriğı bakımından en yüksek değeri 9.14 mg/kg ile EC1*pH3 uygulamasında görülürken, en düşük alınabilir çinko değeri 5.80 mg/kg ile EC2*pH3 uygulamasından elde edilmiştir.

Sulama suyuna düzenli ve sürekli asit vererek pH ayarlı fertigasyon uygulamaları ile sınırlı kök ortamının pH'sı kontrol altına alınabilir ve topraktaki alınabilir mikro element kapsamının artırılabilceğı bildirilmiştir (Fidan, 2002).

4.6.13. Uygulamaların toprak alınabilir bakır kapsamı üzerine etkileri

Araştırmanın 1. yılında domates bitkisinin yetiştirildiğı deneme toprağındaki alınabilir bakır içeriğı üzerine etkileri Çizelge 4.45'te verilmiştir. Çalışmanın 1. yılında araştırma alanındaki alınabilir bakır içeriğı üzerine EC, pH, ve EC*pH interaksyonu istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur. Denemenin 1. yılında en yüksek alınabilir bakır değeri 5.11 mg/kg ile pH3*EC1 uygulamasında en düşük alınabilir bakır değeri ise 4.68 mg/kg ile pH1*EC1 ve pH3*EC2 uygulamalarından elde edilmiştir.

Çalışmanın 2. yılında toprağıın alınabilir bakır içeriğı üzerine EC önemsiz bulunurken, pH (<0.01) ve EC*pH (<0.05) interaksyonu istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Bu dönemde toprak alınabilir bakır içeriğı bakımından en yüksek değeri 7.45 mg/kg ile EC2*pH3 uygulamasında görülürken, en düşük alınabilir bakır değeri 5.66 mg/kg ile EC21*pH1 uygulamasından elde edilmiştir.

Sierra vd (2007) tarafından yapılan bir araştırmada toprak pH değerinin düşürülmesine bağılı olarak toprakta alınabilir bakır içeriğinin arttığı tespit edilmiştir.

Çizelge 4.45. Farklı pH ve EC uygulamalarının toprağın alınabilir bakır kapsamı üzerine etkileri

Bakır (mg/kg)						
	1. yıl		2. yıl		Ortalama	
	EC1	EC2	EC1	EC2	1. yıl	2. yıl
pH1	4.68	4.84	5.66d	5.91cd	4.76	5.78c
pH2	4.81	4.83	6.38bc	6.45bc	4.82	6.42b
pH3	5.11	4.68	7.03ab	7.45a	4.64	7.24a
Ortalama	4.87	4.61	6.36	6.60		
1. Yıl: EC: öd, pH: öd, EC*pH: öd.d 2. Yıl: EC: öd, pH: **, EC*pH: *						

4.7. Yaprak örneklerinin analiz sonuçları ve tartışması

4.7.1. Yaprak örneklerinin toplam azot kapsamlarını

Yapılan uygulamaların, domates bitkisinin azot beslenmesi üzerine etkileri Çizelge 4.46'da verilmiştir. Çalışmanın 1. yılında domates bitkisinin azot beslenmesi üzerine pH (<0.001) ve EC*pH (<0.001) interaksyonu istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Çalışmanın 1. yılında domates bitkisinin yapraklarında elde edilen en yüksek azot değeri %3,88 ile pH1*EC2 uygulamasında en düşük azot değeri ise %3,52 ile pH1*EC1 uygulamasından elde edilmiştir.

Çizelge 4.46. Farklı pH ve EC uygulamalarının domates yapraklarının toplam azot kapsamı üzerine etkileri

Azot (%)						
	1. yıl		2. yıl		Ortalama	
	EC1	EC2	EC1	EC2	1. yıl	2. yıl
pH1	3.52c	3.88a	3.47c	3.94ab	3.70b	3.70b
pH2	3.76b	3.54c	3.80b	3.84b	3.65b	3.82a
pH3	3.85ab	3.86ab	3.81b	4.02a	3.86a	3.91a
Ortalama	3.71	3.76	3.69b	3.93a		
1. Yıl: EC: öd, pH: ***, EC*pH: *** 2. Yıl: EC: ***, pH: **, EC*pH: **						

Çalışmanın 2. yılında azot beslenmesi üzerine EC (<0.001), pH (<0.01) ve EC*pH (<0.01) interaksyonu istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Yine bu dönemde yaprak azot içeriği bakımından en yüksek azot beslenmesi %4,02 ile EC2*pH3 uygulamasından alınırken en düşük azot içeriği 3,47 ile EC1pH1 uygulamasından elde edilmiştir.

Bitkiler tarafından alınan NH_4^+ azotunun ortam pH değerinin nötr olduğu durumlarda optimum seviyede olduğu, toprak pH değeri azaldıkça NH_4^+ alımının azaldığı, NO_3 alımının arttığı bildirilmiştir (Ateşalp 1977; Aydemir 1992). Besin kaynaklı tuzluluğun fide dönemindeki domates bitkisinin yapraklarındaki azot içeriğini artırdığı belirlenmiştir (Kang vd. 2011). Topraksız tarım şartlarında besin kaynaklı tuzluluğun biber bitkisinin beslenmesi üzerine etkilerinin araştırıldığı bir çalışmada tuzluluk değeri arttıkça yapraklardaki azot kapsamının yükseldiği tespit edilmiştir (Giuffrida vd. 2014).

4.7.2. Yaprak örneklerinin fosfor kapsamlarını

Farklı pH ve EC'de gübrelemenin, domates bitkisinin fosfor beslenmesi üzerine etkileri Çizelge 4.47'de verilmiştir. Çalışmanın 1. yılında domates bitkisinin fosfor beslenmesi üzerine EC (<0.01), pH (<0.01) ve EC*pH (<0.05) interaksyonu istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Çalışmanın 1. yılında domates bitkisinin yapraklarında elde edilen en yüksek fosfor değeri %0.70 ile pH2*EC1 uygulamasında en düşük fosfor değeri ise % 0.53 ile pH1*EC2 uygulamasından elde edilmiştir.

Çizelge 4.47. Farklı pH ve EC uygulamalarının domates yapraklarının fosfor kapsamları üzerine etkileri

Fosfor (%)						
	1. yıl		2. yıl		Ortalama	
	EC1	EC2	EC1	EC2	1. yıl	2. yıl
pH1	0.63b	0.53d	0.62b	0.54c	0.57c	0.58b
pH2	0.70a	0.64b	0.68a	0.62b	0.67a	0.65a
pH3	0.67ab	0.57c	0.61b	0.64ab	0.62b	0.62a
Ortalama	0.67a	0.59b	0.64a	0.60b		
1. Yıl: EC: **, pH: **, EC*pH: * 2. Yıl: EC: *, pH: **, EC*pH: *						

Çalışmanın 2. yılında fosfor beslenmesi üzerine EC (<0.05), pH (<0.01) ve EC*pH (<0.05) interaksyonu istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Yine bu dönemde yaprak fosfor içeriği bakımından en yüksek beslenme %0.68 ile EC1*pH2 uygulamasından alınırken en düşük fosfor içeriği 0.54 ile EC2*pH1 uygulamasından elde edilmiştir.

Elementel kükürt uygulaması toprak pH'ını düşürerek, fosfor alımının artırmasına rağmen alkali topraklarda, bu artışın toprağın tamponlama kapasitesini oluşturan kalsiyum karbonatların miktarına bağlı olduğu bildirilmiştir (Besharati ve Saleh-Rastin 1999; Lindemann vd. 1991). Topraksız tarımda kayayünü ve farklı organik ortamlarda farklı pH da gübreleme ile yapılan bir çalışmada ortam pH değeri yükseldikçe yapraklardaki fosfor konsantrasyonu azalmış, tüm organik tarım ortamlarında en yüksek verim 5.5 pH değerinde elde edilmiştir. (Dysko vd. 2008). Kireçli topraklarda yetiştirilen buğday bitkilerinde toprağa uygulanan kükürt miktarına bağlı olarak toprak pH değerinin düştüğü ve buğday yapraklarındaki fosfor düzeyinin arttığı rapor edilmiştir (Besharati 2017).

4.7.3. Yaprak örneklerinin potasyum kapsamlarını

Araştırmanın 1. yılında domates bitkisinin potasyum beslenmesi üzerine EC (<0.001), pH (<0.001) ve EC*pH (<0.05) interaksyonu istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (Çizelge 4.48.). Çalışmanın 1. yılında domates bitkisinin yapraklarında elde edilen en yüksek potasyum değeri %4.48 ile pH3*EC2 uygulamasında en düşük potasyum değeri ise %4.08 ile pH1*EC1 uygulamasından elde edilmiştir.

Çizelge 4.48. Farklı pH ve EC uygulamalarının domates yapraklarının potasyum kapsamı üzerine etkileri

Potasyum (%)						
	1. yıl		2. yıl		Ortalama	
	EC1	EC2	EC1	EC2	1. yıl	2. yıl
pH1	4.08c	4.22b	4.11c	4.26bc	4.15c	4.19b
pH2	4.14bc	4.45a	4.16bc	4.50a	4.30b	4.33a
pH3	4.42a	4.48a	4.32b	4.51a	4.45a	4.42a
Ortalama	4.22b	4.38a	4.20b	4.43a		
1. Yıl: EC: ***, pH: ***, EC*pH: * 2. Yıl: EC: ***, pH: **, EC*pH: *						

Çalışmanın 2. yılında potasyum beslenmesi üzerine EC (<0.001), pH (<0.01) ve EC*pH (<0.05) etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Bu dönemde yaprak potasyum içeriği, en yüksek %4.51 ile EC2*pH3 uygulamasında ve en düşük potasyum içeriği 4.11 ile EC1*pH1 uygulamasından elde edilmiştir.

Düşük pH koşullarında Ca elementinin K alımını arttırdığı tespit edilmiştir (Ghoshal ve Masood 1974). Farklı düzeyde uygulanan besin elementi konsantrasyonlarının domates bitkisinin fide dönemindeki besin içerikleri üzerine etkilerinin incelendiği bir araştırmada uygulanan potasyum düzeyinin artmasına bağlı olarak bitkide potasyumun arttığı bildirilmiştir (Ayaz 2020). Yüksek pH değerine sahip topraklarda yetiştirilen mısır bitkilerinin yapraklarında belirlenen K içeriğinin hafif asidik ve nötr pH'da yetiştirilenlere oranla %12 düzeyinde daha düşük olduğu tespit edilmiştir (Sirisuntornlak vd. 2021).

4.7.4. Yaprak örneklerinin kalsiyum kapsamlarını

Yapılan uygulamaların, domates bitkisinin kalsiyum beslenmesi üzerine etkileri Çizelge 4.49'da verilmiştir. Çalışmanın 1. yılında domates bitkisinin kalsiyum beslenmesi üzerine EC (<0.05), pH (<0.05) ve EC*pH (<0.05) etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Çalışmanın 1. yılında domates bitkisinin yapraklarında elde edilen en yüksek kalsiyum değeri %5.62 ile pH2*EC1 uygulamasında en düşük kalsiyum değeri ise % 5.11 ile pH1*EC2 uygulamasından elde edilmiştir.

Çizelge 4.49. Farklı pH ve EC uygulamalarının domates yapraklarının kalsiyum kapsamı üzerine etkileri

Kalsiyum (%)						
	1. yıl		2. yıl		Ortalama	
	EC1	EC2	EC1	EC2	1. yıl	2. yıl
pH1	5.61a	5.11b	5.66a	4.98d	5.36b	5.32a
pH2	5.62a	5.53a	5.42b	5.06cd	5.57a	5.24a
pH3	5.38a	5.45a	5.24bc	4.91d	5.41ab	5.08b
Ortalama	5.54a	5.36b	5.44a	4.98b		
1. Yıl: EC: *, pH: *, EC*pH: * 2. Yıl: EC: ***, pH: *, EC*pH: *						

Çalışmanın 2. yılında kalsiyum beslenmesi üzerine EC (<0.001), pH (<0.05) ve EC*pH (<0.05) etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Yine bu dönemde

yaprak kalsiyum içeriği bakımından en yüksek kalsiyum beslenmesi %5,66 ile EC1*pH1 uygulamasından alınırken en düşük kalsiyum beslenmesi %4,91 ile EC2pH3 uygulamasından elde edilmiştir.

Tuzlu ortamlarda yetişen bitkiler tarafından alınan Ca ve K elementlerinin miktarında azalmalar görülebilmektedir (Ho ve Adams, 1995). Artan tuz konsantrasyonlarının bitkilerin mineral beslenme düzeyleri üzerine yapılan bir araştırmada, çözeltide artan NaCl konsantrasyonunun bitkilerde bulunan N, P, K, Ca ve Mg kapsamalarında düşüşe neden olduğunu bulunmuştur (Farooq vd. 2009). Artan dozlarda kükürt uygulamalarına bağlı olarak domates bitkisinin kalsiyum içeriğinin arttığı bildirilmiştir (Gürsoy 2011).

4.7.5. Yaprak örneklerinin magnezyum kapsamlarını

Farklı pH ve EC'de gübrelemenin, domates bitkisi yapraklarının magnezyum beslenmesi üzerine etkileri Çizelge 4.50'de verilmiştir. Çalışmanın 1. yılında domates bitkisinin magnezyum beslenmesi üzerine EC, pH ve EC*pH interaksyonu istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur. Çalışmanın 1. yılında domates bitkisinin yapraklarında elde edilen en yüksek magnezyum değeri %0.43 ile pH2*EC1 uygulamasında en düşük magnezyum değeri ise %0.38 ile pH1*EC2, pH2*EC2 ve pH3*EC1 uygulamalarından elde edilmiştir.

Çizelge 4.50. Farklı pH ve EC uygulamalarının domates yapraklarının magnezyum kapsamı üzerine etkileri

Magnezyum (%)						
	1. yıl		2. yıl		Ortalama	
	EC1	EC2	EC1	EC2	1. yıl	2. yıl
pH1	0.39	0.38	0.39ab	0.38ab	0.39	0.38
pH2	0.43	0.38	0.39ab	0.40a	0.41	0.40
pH3	0.38	0.40	0.37b	0.41a	0.39	0.39
Ortalama	0.40	0.39	0.39	0.40		
1. Yıl: EC: ö.d, pH: ö.d, EC*pH: ö.d 2. Yıl: EC: ö.d, pH: ö.d, EC*pH: **						

Çalışmanın 2. yılında magnezyum beslenmesi üzerine EC ve pH istatistiksel olarak önemsiz bulunurken, EC*pH (<0.01) interaksyonu istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Yaprak magnezyum içeriği bakımından en yüksek beslenme %0.41 ile EC2*pH3 uygulamasından alınırken en düşük magnezyum içeriği 0.37 ile EC1*pH3 uygulamasından elde edilmiştir. Domates bitkisinin fide gelişimi üzerine farklı besin solüsyonlarının etkilerinin incelendiği bir çalışmada, farklı besin solüsyonlarına bağlı olarak domates fidesinin kök, gövde ve yapraklarında bulunan magnezyum kapsamının değiştiği tespit edilmiştir (Ayaz 2020).

4.7.6. Yaprak örneklerinin çinko kapsamlarını

Araştırmanın 1. yılında domates bitkisinin çinko beslenmesi üzerine EC (<0.001), pH (<0.001) ve EC*pH (<0.01) interaksyonu istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (Çizelge 4.51.). Çalışmanın 1. yılında domates bitkisinin yapraklarında elde edilen en

yüksek çinko değeri 32.15 mg/kg ile pH2*EC2 uygulamasında en düşük çinko değeri ise 17.58 mg/kg ile pH1*EC1 uygulamasından elde edilmiştir.

Çizelge 4.51. Farklı pH ve EC uygulamalarının domates yapraklarının çinko kapsamı üzerine etkileri

Çinko (mg/kg)						
	1. yıl		2. yıl		Ortalama	
	EC1	EC2	EC1	EC2	1. yıl	2. yıl
pH1	17.58d	18.81d	15.57d	17.56d	18.20c	16.57c
pH2	22.47bc	32.15a	23.07c	31.39a	27.31a	27.23a
pH3	19.91cd	24.93b	21.91c	27.99b	22.42b	24.95b
Ortalama	19.99b	25.30a	20.18b	25.65a		
1. Yıl: EC: ***, pH: ***, EC*pH: ** 2. Yıl: EC: ***, pH: ***, EC*pH: *						

Çalışmanın ikinci yılı olan 2016-2017 döneminde çinko beslenmesi üzerine EC (<0.001), pH (<0.001) ve EC*pH (<0.05) interaksyonu istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Bu dönemde yaprak çinko içeriği, en yüksek 31.39 mg/kg ile EC2*pH2 uygulamasında ve en düşük çinko içeriği 15.57 mg/kg ile pH1*EC1 uygulamasından elde edilmiştir. Domates bitkisinin çinko bakımından yeterli beslenmesi için yapraklarında bulunması gereken çinko miktarının en az 20 mg/kg olması gerekmektedir (Jones vd. 1991). Bu durum değerlendirildiğinde, özellikle pH1 uygulamasının 20 mg/kg değerinin altında kaldığı, ancak pH2 ve pH3 uygulamalarında yeterli çinko beslenmesinin meydana geldiği görülmektedir.

Yüksek düzeyde kireç içeren toprakta; farklı dozlarda elementel kükürt uygulanmasına bağlı olarak domates bitkisinin yapraklarında bulunan toplam çinko kapsamının arttığı tespit edilmiştir (Topçuoğlu ve Yalçın 1997). Besin çözeltisinin pH'sı özellikle mikro elementlerin yarayışlılığını büyük ölçüde etkiler. Ortam pH'sının düşük olması durumunda bitkiler tarafından alınan çinko ve diğer mikro elementlerin miktarının arttığı bildirilmiştir (Gül 2008).

4.7.7. Yaprak örneklerinin demir kapsamlarını

Yapılan uygulamaların, domates bitkisinin demir beslenmesi üzerine etkileri Çizelge 4.52'de verilmiştir. Çalışmanın 1. yılında domates bitkisinin demir beslenmesi üzerine EC istatistiksel olarak önemsiz bulunurken, pH (<0.01) ve EC*pH (<0.05) interaksyonu istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Çalışmanın 1. yılında domates bitkisinin yapraklarında elde edilen en yüksek demir değeri 90.84 mg/kg ile pH2*EC2 uygulamasında en düşük demir değeri ise 72.18 mg/kg pH3*EC1 uygulamasından elde edilmiştir.

Çalışmanın 2. yılında demir beslenmesi üzerine EC önemsiz bulunur iken, pH (<0.001) ve EC*pH (<0.05) interaksyonu istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Yine bu dönemde yaprak demir içeriği bakımından en yüksek demir beslenmesi 100.84 mg/kg ile EC2*pH2 uygulamasından alınırken en düşük demir beslenmesi 85.10 mg/kg ile EC1*pH3 uygulamasından elde edilmiştir.

Çizelge 4.52. Farklı pH ve EC uygulamalarının domates yapraklarının demir kapsamları üzerine etkileri

Demir (mg/kg)						
	1. yıl		2. yıl		Ortalama	
	EC1	EC2	EC1	EC2	1. yıl	2. yıl
pH1	78.53bc	74.65c	85.27b	88.32b	76.59b	86.80b
pH2	88.01ab	90.84a	96.68a	100.84a	89.42a	98.76a
pH3	72.18c	81.82abc	85.10b	87.55b	77.00b	86.33b
Ortalama	79.57	82.44	89.02	92.24		
1. Yıl: EC: öd, pH: **, EC*pH: * 2. Yıl: EC: öd, pH: ***, EC*pH: *						

Topçuoğlu ve Yalçın (1997) tarafından yapılan bir çalışmada kükürt uygulamalarına bağlı olarak domates bitkisinin yaprakların aktif demir kapsamı genellikle artarken, toplam Fe kapsamının azaldığı bildirilmiştir. Kükürt içeren gübreler ile hazırlanan N-P-K karışımları ile yapılan uygulamalara bağlı olarak toprak pH değerinin düştüğü ve bitkilerinin demir kapsamlarının kontrol uygulamalarına oranla daha yüksek olduğu bildirilmiştir (Filipek-Mazur vd. 2019).

4.7.8. Yaprak örneklerinin mangan kapsamlarını

Farklı pH ve EC'de gübrelemenin, domates bitkisi yapraklarının mangan beslenmesi üzerine etkileri Çizelge 4.53'te verilmiştir. Çalışmanın 1. yılında domates bitkisinin mangan beslenmesi üzerine EC önemsiz bulunurken, pH (<0.05) ve EC*pH (<0.01) interaksyonu istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Çalışmanın 1. yılında domates bitkisinin yapraklarında elde edilen en yüksek mangan değeri 103.08 mg/kg ile pH2*EC1 uygulamasında en düşük mangan değeri ise 82.02 mg/kg ile pH3*EC1 uygulamasından elde edilmiştir.

Çizelge 4.53. Farklı pH ve EC uygulamalarının domates yapraklarının mangan kapsamları üzerine etkileri

Mangan (mg/kg)						
	1. yıl		2. yıl		Ortalama	
	EC1	EC2	EC1	EC2	1. yıl	2. yıl
pH1	93.86b	85.75bc	90.37bc	87.57c	89.80ab	88.97b
pH2	103.08a	87.13bc	107.23a	96.65bc	95.11a	101.94a
pH3	82.02c	93.81b	94.16bc	98.76ab	87.92b	96.46a
Ortalama	93.00	88.90	97.25	94.32		
1. Yıl: EC: öd, pH: *, EC*pH: ** 2. Yıl: EC: öd, pH: **, EC*pH: *						

Çalışmanın 2. yılında mangan beslenmesi üzerine EC önemsiz bulunurken, pH (<0.01) ve EC*pH (<0.05) interaksyonu istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Yaprak mangan içeriği bakımından en yüksek beslenme 107.23 mg/kg ile EC1*pH2 uygulamasından alınırken en düşük mangan içeriği 87.57 mg/kg ile EC2*pH1 uygulamasından elde edilmiştir.

Toprak pH değerinin düşürülmesine bağlı olarak toprakta bulunan mangan iyonlarının bitkiler tarafından alımının arttığı, çok düşük pH değerlerinde bitkilerde

mangan toksisitesinin görülebileceği bu durumlarda kireçlemenin faydalı olduğu bildirilmiştir (Hue 2011; Herrera ve Peres 2020)

4.7.9. Yaprak örneklerinin bakır kapsamlarını

Araştırmanın 1. yılında domates bitkisinin bakır beslenmesi üzerine EC, pH ve EC*pH interaksiyonu istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur (Çizelge 4.54.). Çalışmanın 1. yılında domates bitkisinin yapraklarında elde edilen en yüksek bakır değeri 8.71 mg/kg ile pH1*EC2 uygulamasında en düşük bakır değeri ise 8.09 mg/kg ile pH3*EC1 uygulamasından elde edilmiştir.

Çizelge 4.54. Farklı pH ve EC uygulamalarının domates yapraklarının bakır kapsamları üzerine etkileri

Bakır (mg/kg)						
	1. yıl		2. yıl		Ortalama	
	EC1	EC2	EC1	EC2	1. yıl	2. yıl
pH1	8.28	8.71	6.70c	7.05bc	8.50	6.87c
pH2	8.41	8.36	8.87ab	9.45a	8.39	9.16b
pH3	8.09	8.21	10.38a	10.77a	8.15	10.58a
Ortalama	8.26	8.43	8.65	9.09		
EC1. Yıl: EC: öd, pH: öd, EC*pH: öd 2. Yıl: EC: öd, pH: ***, EC*pH: *						

Çalışmanın 2. yılında bakır beslenmesi üzerine EC önemsiz bulunurken, pH (<0.001) ve EC*pH (<0.05) interaksiyonu istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Bu dönemde yaprak bakır içeriği, en yüksek 10.77 mg/kg ile EC2*pH3 uygulamasında ve en düşük bakır içeriği 6.70 mg/kg ile pH1*EC1 uygulamasından elde edilmiştir.

Yetiştirme ortamının uygulanan çözeltilerin pH değerinin mikro element yarıyışlılığı üzerine etkilerinin olduğu ve çözelti pH değerinin azalmasına bağlı olarak Cu elementinin alımının arttığı bildirilmiştir (Gül 2008). Ayaz (2020), tarafından yapılan bir çalışmada farklı düzeyde besin içeren solüsyonların domates fidelerinin yaprak bakır kapsamları üzerine olan etkileri istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur.

4.8. Meyve Örneklerinin Analiz Sonuçları ve Tartışması

4.8.1. Meyve örneklerinin toplam azot kapsamlarını

Farklı pH ve EC'de gübrelemenin, domates meyvesinin azot konsantrasyonu üzerine etkileri Çizelge 4.55'te verilmiştir. Çalışmanın 1. yılında domates meyvesinin azot konsantrasyonu üzerine EC, pH ve EC*pH interaksiyonu istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur. Çalışmanın 1. yılında domates bitkisinin meyvelerinden elde edilen en yüksek azot konsantrasyonu %2.19 ile pH3*EC1 uygulamasında en düşük azot konsantrasyonu ise %1.92 ile pH1*EC2 uygulamasından elde edilmiştir.

Çalışmanın 2. yılında meyve azot konsantrasyonu üzerine EC , pH ve EC*pH interaksiyonu istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur. Yine bu dönemde meyve azot konsantrasyonu bakımından en yüksek beslenme %2.05 ile EC1*pH3 uygulamasından

alınırken en düşük azot konsantrasyonu 1.90 ile EC2*pH2 uygulamasından elde edilmiştir.

Savvas ve Lenz (2000) tarafından domates bitkisinde yürütülen bir çalışmada artan tuz uygulamalarına bağlı olarak çeşitli bitki kısımlarında bulunan $N-NO_3$ miktarının azaldığı bildirilmiştir. Domates bitkisinde artan tuz konsantrasyonları üzerine yapılan bir araştırmada yapraklardaki nitrat, toplam N miktarlarında düşüşlerin olduğunu tespit edilmiştir (Giuffrida vd. 2009).

Çizelge 4.55. Farklı pH ve EC uygulamalarının domates meyvelerinin toplam azot kapsamı üzerine etkileri

Azot (%)						
	1. yıl		2. yıl		Ortalama	
	EC1	EC2	EC1	EC2	1. yıl	2. yıl
pH1	1.97	1.92	2.03	1.94	1.95	1.99
pH2	1.98	2.12	2.01	1.90	2.05	1.95
pH3	2.19	1.94	2.05	1.99	2.06	2.02
Ortalama	2.05	1.99	2.03	1.94		
1. Yıl: EC: öd, pH: öd, EC*pH: öd 2. Yıl: EC: öd, pH: öd, EC*pH: öd						

4.8.2. Meyve örneklerinin fosfor kapsamı

Araştırmanın 1. yılında domates meyvesinin fosfor konsantrasyonu üzerine EC istatistiksel açıdan önemli bulunmaz iken, pH (<0.05) ve EC*pH (<0.05) interaksyonu istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (Çizelge 4.56.). Çalışmanın 1. yılında domates bitkisinin meyvelerinden elde edilen en yüksek fosfor değeri %0.57 ile pH3*EC1 uygulamasında en düşük fosfor değeri ise %0.50 olarak pH1*EC1 ile pH2*EC1 uygulamalarından elde edilmiştir.

Çizelge 4.56. Farklı pH ve EC uygulamalarının domates meyvelerinin fosfor kapsamı üzerine etkileri

Fosfor (%)						
	1. yıl		2. yıl		Ortalama	
	EC1	EC2	EC1	EC2	1. yıl	2. yıl
pH1	0.50b	0.51b	0.50b	0.52ab	0.51b	0.51
pH2	0.50b	0.52b	0.49b	0.52ab	0.51b	0.51
pH3	0.57a	0.52b	0.49b	0.54a	0.54a	0.52
Ortalama	0.52	0.52	0.50b	0.53a		
1. Yıl: EC: öd, pH: *, EC*pH: * 2. Yıl: EC: **, pH: öd, EC*pH: **						

Çalışmanın 2. yılında meyvelerin fosfor beslenmesi üzerine pH istatistiksel açıdan önemsiz bulunurken, EC (<0.01) ve EC*pH (<0.01) interaksyonu istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Bu dönemde meyve fosfor içeriği, en yüksek %0.54 ile EC2*pH3 uygulamasında ve en düşük fosfor içeriği %0.49 olarak EC1*pH2 ile EC1*pH3 uygulamalarından elde edilmiştir.

Karpuz bitkisi üzerine yapılan bir araştırmada tuzluluk seviyesinin artışına bağlı olarak bitki sürgünlerindeki fosfor kapsamı 2 kata kadar arttığı belirtilmiştir (Uygur ve Yetişir 2009). Söylemez ve Pakyürek (2017) tarafından Pegasus domates çeşidi üzerinde yürütülen bir çalışmada besin kaynaklı tuzluluk seviyelerinin belirli bir seviyeye kadar yükselmesi ile domates yapraklarındaki fosfor kapsamlarının arttığı bildirilmiştir. Domates yetiştiriciliğinde besin solüsyonunun tuzluluk seviyelerinin artmasına bağlı olarak; domates meyvelerindeki fosfor kapsamının arttığı tespit edilmiştir (Sellitto vd. 2019).

4.8.3. Meyve örneklerinin potasyum kapsamlarını

Yapılan uygulamaların, domates meyvesinin potasyum beslenmesi üzerine etkileri Çizelge 4.57'de verilmiştir. Çalışmanın 1. yılında domates meyvesinin potasyum beslenmesi üzerine EC önemsiz bulunken, pH (<0.05) ve EC*pH (<0.05) interaksyonu istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Çalışmanın 1. yılında domates bitkisinin meyvelerinden elde edilen en yüksek potasyum değeri %3.62 ile pH3*EC1 uygulamasında en düşük potasyum değeri ise %3.26 ile pH1*EC1 uygulamasından elde edilmiştir.

Çizelge 4.57. Farklı pH ve EC uygulamalarının domates meyvelerinin potasyum kapsamı üzerine etkileri

Potasyum						
	1. yıl		2. yıl		Ortalama	
	EC1	EC2	EC1	EC2	1. yıl	2. yıl
pH1	3.26c	3.53ab	3.36c	3.70ab	3.39b	3.53
pH2	3.47abc	3.36bc	3.50bc	3.72a	3.41b	3.61
pH3	3.62a	3.61a	3.57abc	3.65ab	3.61a	3.61
Ortalama	3.45	3.50	3.48b	3.69a		
1. Yıl: EC: öd, pH: *, EC*pH: * 2. Yıl: EC: *, pH: öd, EC*pH: *						

Çalışmanın 2. yılında meyvelerin potasyum beslenmesi üzerine pH önemli olmaz iken, EC (<0.05) ve EC*pH (<0.05) interaksyonu istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Yine bu dönemde meyve potasyum içeriği bakımından en yüksek potasyum beslenmesi %3,72 ile EC2*pH2 uygulamasından alınırken en düşük potasyum beslenmesi %3,36 ile EC1*pH1 uygulamasından elde edilmiştir.

Sulama suyu tuzluluk değerinin artmasına bağlı olarak bitkideki potasyum içeriğinin de arttığı tespit edilmiştir (Söylemez ve Pakyürek 2017). Yüksek toprak tuzluluğunun domates meyvelerinin potasyum kapsamını artırdığı belirlenmiştir (Sellitto vd. 2019). Temizel ve Tok (2020) tarafından kırmızı lahana (*Brassica oleracea* var. capitata f. rubra) bitkisi üzerinde yürütülen bir çalışmada tuzluluk değerlerinin artmasıyla birlikte bitkinin K kapsamında artış meydana gelse de bu artışın istatistiki olarak önemli olmadığı bildirilmiştir.

4.8.4. Meyve örneklerinin kalsiyum kapsamlarını

Farklı pH ve EC'de gübrelemenin, domates meyvesinin kalsiyum konsantrasyonu üzerine etkileri Çizelge 4.58'de verilmiştir. Çalışmanın 1. yılında domates meyvesinin

kalsiyum konsantrasyonu üzerine EC (<0.01), pH (<0.001) ve EC*pH (<0.01) interaksyonu istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Çalışmanın 1. yılında domates bitkisinin meyvelerinden elde edilen en yüksek kalsiyum konsantrasyonu %0.19 ile pH3*EC1 uygulamasında en düşük kalsiyum konsantrasyonu ise %0.14 ile pH1*EC2 uygulamasından elde edilmiştir.

Çizelge 4.58. Farklı pH ve EC uygulamalarının domates meyvelerinin kalsiyum kapsamı üzerine etkileri

Kalsiyum (%)						
	1. yıl		2. yıl		Ortalama	
	EC1	EC2	EC1	EC2	1. yıl	2. yıl
pH1	0.17b	0.14c	0.16ab	0.15ab	0.15c	0.16ab
pH2	0.17b	0.17b	0.15ab	0.14b	0.17b	0.15b
pH3	0.19a	0.18ab	0.18a	0.16ab	0.18a	0.17a
Ortalama	0.17a	0.16b	0.17	0.15		
1. Yıl: EC: **, pH: ***, EC*pH: ** 2. Yıl: EC: öd, pH: *, EC*pH: **						

Çalışmanın 2. yılında meyve kalsiyum konsantrasyonu üzerine EC istatistiksel olarak önemsiz bulunmuş iken, pH (<0.05) ve EC*pH (<0.01) interaksyonu istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Bu dönemde meyve kalsiyum konsantrasyonu bakımından en yüksek beslenme %0.18 ile EC1*pH3 uygulamasından alınırken en düşük kalsiyum konsantrasyonu %0.14 ile EC2*pH2 uygulamasından elde edilmiştir.

Domates bitkisinde farklı tuzluluk seviyeleri üzerine yapılan araştırmada tuzluluk miktarının artması ile meyvenin Ca konsantrasyonlarında önemli miktarda bir düşüş olduğu bildirilmiştir Amor vd. (2001). Besin kaynaklı tuzluluğa bağlı olarak domates meyvelerinin kalsiyum kapsamlarının düştüğü rapor edilmiştir (Chen vd. 2016). Yetiştirme ortamı tuzluluğunun domates bitkisinin farklı kısımlarındaki Ca/Na oranı üzerine yapılan bir araştırmada ortam tuzluluk değeri arttıkça özellikle yapraklarda ve meyvedeki Ca/Na oranının düştüğü tespit edilmiştir (Chen vd. 2017)

4.8.5. Meyve örneklerinin magnezyum kapsamlarını

Araştırmanın 1. yılında domates meyvesinin magnezyum konsantrasyonu üzerine EC istatistiksel açıdan önemli bulunmaz iken, pH (<0.01) ve EC*pH (<0.01) interaksyonu istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (Çizelge 4.59.). Çalışmanın 1. yılında domates bitkisinin meyvelerinden elde edilen en yüksek magnezyum değeri %0.17 ile pH3*EC2 ve pH2*EC1 uygulamalarından, en düşük magnezyum değeri ise %0.14 olarak pH1*EC2 uygulamasından elde edilmiştir.

Çalışmanın 2. yılında meyvelerin magnezyum beslenmesi üzerine EC istatistiksel açıdan önemsiz bulunurken, pH (<0.05) ve EC*pH (<0.05) interaksyonu istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Bu dönemde meyve magnezyum içeriği, en yüksek %0.18 ile EC2*pH3 uygulamasından ve en düşük magnezyum içeriği %0.14 olarak EC2*pH2 uygulamasından elde edilmiştir.

Çizelge 4.59. Farklı pH ve EC uygulamalarının domates meyvelerinin magnezyum kapsamı üzerine etkileri

Magnezyum (%)						
	1. yıl		2. yıl		Ortalama	
	EC1	EC2	EC1	EC2	1. yıl	2. yıl
pH1	0.15	0.14	0.15ab	0.15ab	0.15	0.15
pH2	0.17	0.15	0.16ab	0.14b	0.16	0.15
pH3	0.15	0.17	0.16ab	0.18a	0.16	0.17
Ortalama	0.16	0.15	0.16	0.16		
1. Yıl: EC: ö.d, pH: ö.d, EC*pH: ö.d 2. Yıl: EC: ö.d, pH: ö.d, EC*pH: **						

Savvas ve Lenz (2000) besin kaynaklı tuzluluğa bağlı olara bazı bitki kısımlarının Mg kapsamının azaldığını tespit etmişlerdir. Fanasca vd. (2006) tarafından Ca-Mg-K'un farklı oranları ile yaratılmış tuzluluk düzeyinin farklı domates çeşitlerinin gelişimi üzerine yapılan bir araştırmada besin solüsyonunun meyvede bulunan magnezyum kapsamını etkilediği bildirilmiştir.

4.8.6. Meyve örneklerinin çinko kapsamlarını

Araştırmanın 1. yılında domates meyvesinin çinko konsantrasyonu üzerine etkileri Çizelge 4.60'ta verilmiştir. Çalışmanın 1. yılında domates meyvesinin çinko içeriği üzerine EC önemsiz bulunurken pH (<0.001) ve EC*pH (<0.001) interaksyonu istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Çalışmanın 1. yılında domates bitkisinin meyvelerinden elde edilen en yüksek çinko değeri 8.03 mg/kg ile pH3*EC1 uygulamasında en düşük çinko değeri ise 3.47 mg/kg ile pH2*EC1 uygulamasından elde edilmiştir.

Çizelge 4.60. Farklı pH ve EC uygulamalarının domates meyvelerinin çinko kapsamı üzerine etkileri

Çinko (mg/kg)						
	1. yıl		2. yıl		Ortalama	
	EC1	EC2	EC1	EC2	1. yıl	2. yıl
pH1	3.86c	6.20b	5.25b	7.00ab	3.77c	6.12b
pH2	3.47c	4.07c	5.41b	6.75ab	5.03b	6.08b
pH3	8.03a	5.68b	8.45a	8.04a	6.86a	8.24a
Ortalama	5.12	5.32	6.37	7.26		
1. Yıl: EC: ö.d, pH: ***, EC*pH: *** 2. Yıl: EC: ö.d, pH: **, EC*pH: **						

Çalışmanın 2. yılında meyvelerin çinko içeriği üzerine EC önemsiz bulunurken pH (<0.01) ve EC*pH (<0.01) interaksyonu istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Bu dönemde meyvelerin çinko içeriği bakımından en yüksek değer 8.45 mg/kg ile EC1*pH3 uygulamasında görülürken, en düşük çinko değeri 5.25 mg/kg ile EC1*pH1 uygulamasından elde edilmiştir.

Farklı kireç içeriğine sahip topraklarda buğday bitkisinde yapılan bir araştırmada farklı dozlarda kükürt uygulamalarının bitkinin çinko kapsamını artırdığı rapor edilmiştir (Besharati 2017).

4.8.7. Meyve örneklerinin demir kapsamlarını

Farklı pH ve EC'de gübrelemenin domates meyvesinin demir konsantrasyonu üzerine etkileri Çizelge 4.61'de verilmiştir. Çalışmanın 1. yılında domates meyvesinin demir içeriği üzerine EC önemsiz bulunurken pH (<0.001) ve EC*pH (<0.001) interaksyonu istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Çalışmanın 1. yılında domates bitkisinin meyvelerinden elde edilen en yüksek demir değeri 52.11 mg/kg ile pH3*EC1 uygulamasında en düşük demir değeri ise 27.65 mg/kg ile pH1*EC1 uygulamasından elde edilmiştir.

Çizelge 4.61. Farklı pH ve EC uygulamalarının domates meyvelerinin demir kapsamları üzerine etkileri

Demir (mg/kg)						
	1. yıl		2. yıl		Ortalama	
	EC1	EC2	EC1	EC2	1. yıl	2. yıl
pH1	27.65c	46.49ab	35.96d	50.80a	37.07b	43.38ab
pH2	31.74c	29.15c	39.84cd	44.04bc	30.44c	41.94b
pH3	52.11a	42.19b	47.90ab	46.45ab	47.15a	47.18a
Ortalama	37.17	39.28	41.23b	47.10a		
1. Yıl: EC: öd, pH: ***, EC*pH: *** 2. Yıl: EC: **, pH: *, EC*pH: **						

Çalışmanın 2. yılında meyvelerin demir içeriği üzerine EC (<0.01), pH (<0.05) ve EC*pH (<0.01) interaksyonu istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Bu dönemde meyvelerin demir içeriği bakımından en yüksek değer 50.80 mg/kg ile EC2*pH1 uygulamasında görülürken, en düşük demir değeri 35.96 mg/kg ile EC1*pH1 uygulamasından elde edilmiştir.

Farklı dozlarda kükürt uygulamalarının bitkinin demir kapsamını artırdığı rapor edilmiştir (Besharati 2017). Yüksek tuzlu koşullarda yetiştirilen domates bitkinin Fe içerikleri arttığı belirlenmiştir (Erdal vd. 2000).

4.8.8. Meyve örneklerinin mangan kapsamlarını

Yapılan uygulamaların, domates meyvesinin mangan beslenmesi üzerine etkileri Çizelge 4.62'de verilmiştir. Çalışmanın 1. yılında domates meyvesinin mangan içeriği üzerine EC önemsiz bulunurken pH (<0.01) ve EC*pH (<0.05) interaksyonu istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Çalışmanın 1. yılında domates bitkisinin meyvelerinden elde edilen en yüksek mangan değeri 12.15 mg/kg ile pH3*EC1 uygulamasında en düşük mangan değeri ise 9.28 mg/kg ile pH1*EC2 uygulamasından elde edilmiştir.

Çalışmanın 2. yılında meyvelerin mangan içeriği üzerine EC önemsiz bulunurken pH (<0.01) ve EC*pH (<0.05) interaksyonu istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Bu dönemde meyvelerin mangan içeriği bakımından en yüksek değer 11.29 mg/kg ile EC2*pH3 uygulamasında görülürken, en düşük mangan değeri 7.56 mg/kg ile EC1*pH1 uygulamasından elde edilmiştir.

Çizelge 4.62. Farklı pH ve EC uygulamalarının domates meyvelerinin mangan kapsamları üzerine etkileri

Mangan (mg/kg)						
	1. yıl		2. yıl		Ortalama	
	EC1	EC2	EC1	EC2	1. yıl	2. yıl
pH1	9.91bc	9.28c	7.56c	8.34bc	9.60b	7.95b
pH2	11.54ab	11.58ab	10.38ab	11.24a	11.56a	10.81a
pH3	12.15a	12.12a	9.77abc	11.29a	12.14a	10.53a
Ortalama	11.20	10.99	9.24	10.29		
1. Yıl: EC: öd, pH: **, EC*pH: * 2. Yıl: EC: öd, pH: **, EC*pH: *						

Domates bitkisi üzerine üretici koşullarında asit uygulamalarının toprak pH'sı ve bitki beslenmesi üzerine etkilerinin incelendiği bir çalışmada toprakta alınabilir demir, mangan, çinko ve bakır kapsamı düşük olan bazı üreticilerin yüksek olan üreticilere oranla yaprak örneklerinde mikro element kapsamlarının daha iyi olduğu; bu durumun üreticilerin düzenli ve kısmen yeterli düzeyde asit kullanmalarına bağlı olduğu bildirilmiştir (Maltaş 2013).

4.8.9. Meyve örneklerinin bakır kapsamlarını

Araştırmanın 1. yılında domates meyvesinin bakır konsantrasyonu üzerine etkileri Çizelge 4.63'te verilmiştir. Çalışmanın 1. yılında domates meyvesinin bakır içeriği üzerine EC önemsiz bulunurken pH (<0.01) ve EC*pH (<0.05) interaksyonu istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Çalışmanın 1. yılında domates bitkisinin meyvelerinden elde edilen en yüksek bakır değeri 14.61 mg/kg ile pH3*EC2 uygulamasında en düşük bakır değeri ise 9.50 mg/kg ile pH2*EC1 uygulamasından elde edilmiştir.

Çizelge 4.63. Farklı pH ve EC uygulamalarının domates meyvelerinin bakır kapsamları üzerine etkileri

Bakır (mg/kg)						
	1. yıl		2. yıl		Ortalama	
	EC1	EC2	EC1	EC2	1. yıl	2. yıl
pH1	10.88b	9.55b	10.78	10.37	10.22b	10.57
pH2	9.50b	11.23b	10.83	10.98	10.36b	10.91
pH3	12.05b	14.61a	10.39	9.61	13.33a	10.00
Ortalama	10.81	11.79	10.67	10.32		
1. Yıl: EC: öd, pH: **, EC*pH: * 2. Yıl: EC: öd, pH: öd, EC*pH: öd						

Çalışmanın 2. yılında meyvelerin bakır içeriği üzerine EC, pH ve EC*pH interaksyonu istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur. Bu dönemde meyvelerin bakır içeriği bakımından en yüksek değer 10.98 mg/kg ile EC2*pH2 uygulamasında görülürken, en düşük bakır değeri 9.61 mg/kg ile EC2*pH3 uygulamasından elde edilmiştir.

Chaichi vd. (2017) tarafından domates bitkisi üzerinde yürütülen bir çalışmada bitkilerin bakır kapsamları ile sulama suyu tuzluluğu arasında istatistiksel olarak önemli

ilişki olduğu tespit edilmiştir. Kükürt içeren hümik asit uygulamalarının zeytin tanesinin bakır içeriğini artırdığı bildirilmiştir (Danyaei vd. 2017).



5. SONUÇLAR

Bu çalışma, tek sezon örtüaltı domates yetiştiriciliğinde 2 farklı EC dozu ve 3 farklı pH dozu olmak üzere 6 konu, 3 tekerrürlü olarak toplam 18 parselde her parselde 50 bitki olacak şekilde iki yıl yürütülmüştür. Araştırma konuları olarak, 7.2 pH+2.0 EC, 7.2 pH+3.5 EC, 6.5 pH+2.0 EC, 6.5 pH+3.5 EC, 5.0 pH+2.0 EC ve 5.0 pH+3.5 EC olacak şekilde 6 konu uygulanmıştır. Bu şekilde pH ve EC'nin ikili interaksiyonları da tesadüf blokları deneme deseninde araştırılmıştır. Farklı fertigasyon pH'sı ve EC'si ile gübrelemenin toprak özelliklerine, meyve verimi, meyve kalitesi ve bitki beslenmesine olan etkileri değerlendirilmiştir.

Dönem içi (üç farklı örnek alım dönemi) 0-20 ve 20-40 cm derinlikten alınan topraklarda yapılan pH ve EC analiz sonuçları incelendiğinde, düşük pH'lı uygulamalarda 1. döneme göre 2. ve 3. dönemlerde toprak pH değerinin düştüğü belirlenmiştir. Toprak EC değerleri ise tüm uygulamalarda 1. döneme oranla 2. ve 3. dönemlerde artış gösterirken, bu artışın yüksek EC ve düşük pH'ya sahip uygulamalarda çok daha fazla olduğu görülmektedir. Toprak pH değerinin düşmesinde sezon boyunca aynı yere uygulanan düşük pH'lı fertigasyon çözeltilisinin etkisi ile topraklarda bulunan kirecin çözüldüğü ve buna bağlı olarak pH tamponlama kapasitesinin zamanla azalabilmesinden kaynaklanabileceği söylenebilir. Toprak EC değerinde ise yine sezon süresince toprağa verilen gübrelerin bitkiler tarafından alınamayan kısımlarının damlama bölgesinde birikmesi ve toprak pH değerinin düşmesi ile besin elementi çözünürlüğünün artmasına da bağlı olarak toprak EC değerinin arttığı söylenebilir. En çok pH düşüşünün görüldüğü 6. uygulamanın 0-20 cm derinlikteki, 3. dönem toprak pH değerinde 1. dönem toprak pH değerine göre 1. yılda %5.37; 2. yılda %3.92 düşüş belirlenmiştir. Yine en çok EC artışının görüldüğü 6. uygulamanın 0-20 cm derinlikteki, 3. dönem toprak EC değerinde 1. dönem toprak EC değerine göre 1. yılda %181; 2. yılda %143 oranında artış tespit edilmiştir.

Farklı pH ve EC uygulamalarının 1. kalite meyve verimi ve bazı kalite parametreleri üzerine olan etkileri değerlendirildiğinde, belirlenen en düşük değer ile en yüksek değerler arasındaki % farklarda 1. yıl ve 2. yıl olacak şekilde sırası ile meyve çapında 2.30 - 9.94, meyve sayısında 27.97 - 28.77, meyve verimi değerinde 25.87 - 38.50, meyve ağırlığında 1.97 - 8.40, 2. kalite meyve verimi ve bazı kalite parametrelerinde meyve çapında 2.03-4.48, meyve sayısında 29.23-40.84, meyve verimi değerinde 21.10-45.25, meyve ağırlığında 12.05-13.55, BER sayısında 121.81-243.35, BER ağırlığında 116.13-167.74 düzeyinde farklılığın olduğu belirlenmiştir. Üretim başlangıcında sera toprağı EC'si 0.42 dS/m olmasına rağmen, ortalaması 2.0 dS/m olan düşük EC değerine sahip uygulamalarda bile gölgeleme işlemine rağmen sıcak dönemlerde bitki başına ortalama 1. yıl 3.73 ve 2. yıl 4.65 BER'li meyve hasadının belirlenmiş olması üzerinde özellikle durulmalıdır. Deneme iklim koşullarının var olduğu üretici seralarında sıcak dönemlerde denemede uygulanan düşük EC değerlerinin de altında gübreleme tercih edilmesi gerekliliğine dikkat çekilebilir.

3.5 dS/m ile gübrelenen uygulamalarda tuzluluğun birikmesine bağlı olarak 2. yıl 1. kalite meyve çapı değeri daha küçük olmuştur. 3.5 dS/m tuzlulukla gübrelenen uygulamalarda 1. kalite meyve sayısının her iki yılda da 2.0 dS/m uygulamalarına oranla daha düşük olduğu görülmüştür. Hem meyve sayısında hem de meyve çapındaki azalmalara bağlı olarak 2.0 dS/m tuzluluk düzeyinde meyve veriminde daha iyi sonuç

elde edilmiştir. Asit uygulamalarının etkisi de değerlendirildiğinde 5.0 pH da gübreleme 1. yıl olumlu iken 2. yıl 6.5 pH da gübreleme daha iyi sonuç vermiştir. Bu durumda düşük EC değerinde gübrelemelere ek olarak katılan asit uygulamalarının verimi artırdığı söylemek mümkündür. Araştırmada 6 farklı uygulamadaki 1. kalite verim, dikim sıklığı (yaklaşık 2780 bitki/da) dikkate alınarak değerlendirildiğinde; en düşük verim ile en yüksek verim arasında 1. yıl 3308 kg/da; 2. yıl 4142 kg/da verim farklılığı belirlenmiştir. Oluşan bu verim farklılıklarının üreticilerin gelirleri bakımından ekonomik anlamda ciddi etkiler oluşturacağı kesindir.

Domates meyvesinde yapılan bazı kalite kriterleri üzerine uygulamaların etkileri değerlendirildiğinde meyvelerde belirlenen en düşük değer ile en yüksek değerler arası % farklar; 1. yıl ve 2. yıl olacak şekilde değerlendirildiğinde sırası ile SÇKM'de 3.22-17.73, meyve pH'sında 0.78-1.71, meyve eti rengi L değerinde 6.37-1.78, meyve eti rengi H değerinde 5.67-4.15, meyve eti rengi C değerinde 6.37-4.27, meyve eti sertliğinde 23.15-22.57, C vitamini içeriğinde 13.65-3.68 fark olduğu belirlenmiştir. Tek sezon domates yetiştiriciliği gibi büyük çoğunluğu ışık yoğunluğunun az olduğu dönemlerde yetiştiricilik yapıldığından dolayı meyvelerdeki kuru madde miktarının az olabileceği öngörülebilmektedir. Ancak özellikle 2. yıl sonuçlarına bakıldığında, yüksek EC değerine sahip uygulamalar ile kuru madde miktarının artırılarak daha kaliteli domates meyvesi üretmenin mümkün olabileceği dikkate alınabilmektedir. Bunun yanı sıra domates meyvelerinin raf ömrünün uzun olması buna ek olarak ihraç edilmesi durumunda yola dayanımının da olması için meyve sertliğinin yeterli olması gerektiği düşünüldüğünde verimin korunması şartı ile kısmen yüksek EC'ye (besin kaynaklı) sahip fertigayon uygulamalarının olumlu sonuçlar doğurabileceği söylenebilir.

Farklı pH ve EC'de uygulanan fertigasyon çözeltilerinin incelenen sezon sonu toprak özellikleri üzerine olan etkileri değerlendirildiğinde, belirlenen en düşük değer ile en yüksek değerler arasındaki % farklar 1. yıl ve 2. yıl olacak şekilde sırası ile organik madde de 6.02-10.55, pH değerinde 4.96-4.66, EC değerinde 261.73-243.75, toplam N'de 80.00-63.16, alınabilir P'de 32.47-53.61, değişebilir K'da 146.96-194.77, değişebilir Ca'da 9.65-5.14, değişebilir Mg'de 22.51-19.41, değişebilir Na'da 44.44-115.69, alınabilir Zn'de 34.81-43.39, alınabilir Fe'de 56.91-24.74, alınabilir Mn'de 20.78-57.59, alınabilir Cu'de 9.19-31.63 düzeyinde farklılığın olduğu tespit edilmiştir. Yüzde düşüş bakımından bakıldığında toprak pH değerindeki düşüşün az olduğu ancak etkili köklerin bulunduğu, besin ve suyun birlikte verildiği toprak bölgesindeki pH düzenlemesinin etkili olduğu söylenebilir. Nitekim bu olumlu etki yaprak besin elementi içeriklerinde görülmektedir. Toprak EC değeri tüm uygulamalarda her iki yılda da sezon sonu toprağında yükselmiştir. Özellikle 3.5 dS/m EC düzeyi ile yapılan uygulamalarda domateste verim kaybı yaşatabilecek düzeylerde tuzluluk birikimi meydana geldiği görülmektedir. Ancak besin kaynaklı tuzluluğun meyvenin bazı kalite kriterleri üzerine olumlu etkilerinin de olduğu görülmektedir. Bu kapsamda besin kaynaklı yüksek gübreleme belirli dönemlerde iyi sonuçlar meydana getirir iken bu tarz uygulamaların uzun yıllar yapılması yüksek toprak tuzluluğunun meydana gelmesi durumunda toprak verimliliğini azaltabilir. Özellikle tek sezon domates yetiştiriciliğinde sabit EC uygulamaları yerine bitki gelişimi, mevsim ve istenilen meyve kalitesi önceliğine göre EC yönetiminin yapılması daha doğru olur. Eğer çeşitli nedenlerden dolayı besin kaynaklı yüksek EC ile üretim yöntemi seçilmiş ise belirli aralıklar ile usulüne uygun şekilde kaliteli sulama suyu ile yıkama işlemi yapılarak toprak tuzluluğu düşürülerek üretime devam edilebilir. Yüksek EC değerleri ile yapılan tüm

uygulamalarda toprakta bulunan makro element kapsamının arttığı görülmektedir. Bu durum tuzluluğun bu besin elementleri ile oluşturulmasından ve verilen 3.5 dS/m'lik uygulamaların bitkiler tarafından kaldırılardan daha fazla olduğunu ve bunun toprakta birikim yaptığını göstermektedir. Toplam azot kapsamı asit uygulamalarında daha yüksek çıkmaktadır. Bu durum toprak pH değerindeki düşüş ile nötr ve hafif asit pH değerleri elde edildiği düşünüldüğünde özellikle denemenin 2. yılında toprak mikroorganizma faaliyetleri artırılarak toprak organik maddesinin mineralizasyonunun artmasına bağlanabilir. Fosfor elementi bakımından en yüksek değerler her iki yılda da 6.5 pH+3.5 dS/m uygulamasından elde edilmiştir. 5.0 pH+3.5 dS/m uygulamasında fosfor elementi, çözünen kireç ile toprak tarafından düşen pH değerinin tamponlanması ve pH'nın yükselmesi ile asidin çözmüş olduğu kireçte bulunan kalsiyum ile gübrelerden gelen fosforun çözünemeyen bileşikler oluşturmamasından kaynaklanabileceğini düşündürmektedir. Ancak burada yüksek pH ve kireç içeriğine sahip, düşük fosfor içeren topraklarda yapılan fertigasyon işlemlerinde, düşen toprak pH değerinin toprak tarafından tamponlanıncaya kadar geçen sürede fosfor elementinin yayılabilirliğinin daha yüksek olabileceği unutulmamalıdır. Mikro element bakımından EC değerlerinin çok etkili olmadığı asit uygulamalarının ise daha etkili olduğu görülmektedir. Sınırlı düşen toprak pH değerine bağlı olarak bile başta çinko olmak üzere alınabilir mikro element kapsamı artmıştır.

Uygulamaların domates bitkisinin yapraklarının besin elementi kapsamlarına olan etkileri incelendiğinde 1. yıl ve 2. yıl olacak şekilde belirlenen en düşük değer ile en yüksek değerler arasındaki farklar sırası ile N'de 9.61-15.85, P'de 32.08-25.93, K'da 9.80-9.73, Ca'da 9.98-15.28, Mg'de 13.16-10.81, Zn'de 82.88-101.61, Fe'de 25.85-18.50, Mn'de 25.68-22.45, Cu'de 7.65-60.75 düzeyinde farklılığın olduğu tespit edilmiştir. Yüksek pH ve yüksek kireç içeren topraklarda fosfor ve mikro element yayılabilirliklerinde genellikle sorun olduğu bilinmektedir. Bu duruma bağlı olarak da bu tür topraklarda yetiştirilen bitkilerde de bu elementlerde noksanlık görülme olasılığı yüksektir. Domates bitkisinde yeterli fosfor beslenmesi için yapraklarında bulunması gereken fosfor miktarı %0.5-1.2 aralığında olduğu bildirilmektedir (Jones vd. 1991). Çalışmanın her iki yılında da tüm konularda domates yapraklarında yeterli fosfor beslenmesinin olduğu ancak asit uygulamasının olmadığı konulardaki yapraklardaki fosfor düzeyinin yeterlilik alt sınırına çok yakın olduğu tespit edilmiştir. Bu durum kireçli ve yüksek pH değerine sahip topraklarda yetiştirilen domates ve diğer bitkilerin daha iyi fosfor beslenmesi için düzenli olarak asit uygulanmasının faydalı olabileceği kanaatini oluşturmaktadır. Domates yapraklarında belirlenen demir, mangan, çinko ve bakır elementlerinin kapsamı da benzer şekilde asit içeren uygulamalarda daha yüksek çıkmıştır. Domates yapraklarında bulunması istenen demir (60-300 ppm), mangan (50-250 ppm), çinko (20-250 ppm) ve bakır (5-50 ppm) yeterlilik sınır değerlerine göre (Jones vd. 1991) değerlendirildiğinde tüm uygulamalarda demir, mangan ve bakır elementi yeterli bulunur iken, çinko elementinin sadece asit içeren uygulamalarda yeterli olduğu belirlenmiştir. Deneme toprağı mikro element kapsamı fosfor besin elementinde olduğu gibi pek çok tarım toprağına oranla iyi durumdadır. Bu durumda bu elementler bakımından yetersiz, yüksek pH değeri ve kireç içeriğine sahip topraklarda domates ve diğer bitkilerin daha iyi mikro element beslenmeleri için düzenli ve yeterli asidin fertigasyon ile düzenli olarak uygulanmasının faydalı olacağı düşünülmektedir. Toprağın yeterli düzeyde çinko içermesine karşın sadece asit uygulamalarının olduğu konularda yetiştirilen domates yapraklarında yeterlilik olup asit uygulanmamış konularda noksanlık düzeyinde çinko

belirlenmiştir. Ülkemiz gibi topraklarında çinko kapsamı düşük olan ve her geçen gün yaygınlaşan fertigasyon uygulamalarında çinko beslenmesinin iyileştirilmesi için oldukça başarılı, kolay uygulanabilen ve ekonomik bir yöntem olarak dikkate alınabilir.

Uygulamaların domates meyvelerinde besin elementi kapsamlarına olan etkileri incelendiğinde 1. yıl ve 2. yıl olacak şekilde belirlenen en düşük değer ile en yüksek değerler arasındaki % farklar sırası ile N'de 14.06-7.90, P'de 14.00-10.20, K'da 11.04-10.71, Ca'da 35.71-28.57, Mg'de 21.43-28.57, Zn'de 131.41-60.95, Fe'de 78.77-41.27, Mn'de 30.93-49.34, Cu'de 53.79-14.26 düzeyinde farklılığın olduğu tespit edilmiştir. Meyvelerde bulunan besin elementi içeriği daha karmaşıktır. Nitekim meyvelerde bulunan bitki besin elementi kapsamları kıyaslandığında uygulamaların etkileri yıllar arasında değişkenlik göstermektedir. Her iki araştırma yılında da meyvelerde bulunan kalsiyum kapsamı üzerine asit uygulaması olumlu etki ettiği görülmektedir. Bu durumun asit uygulamalarına bağlı olarak toprakta bulunan kirecin çözünmesi sonucu ortaya çıkan serbest kalsiyumlardan kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

Bu uygulamaların iki yıllık etkisi ve maliyet açısından düşünüldüğünde; tek sezon domates yetiştiriciliğinde 1. kalite verim bakımından 6.5 pH+2.0 dS/m EC değerinde gübrelemenin daha iyi olduğu sonucuna varılmıştır.

Asit kullanımı sonucu verim ve kalite kriterlerinde olumlu sonuçlar elde edilmesine rağmen, daha yüksek asit kullanılan pH3 uygulamasında (pH=5.0) verimde pH2'ye (pH=6.5) göre meydana gelen azalma dikkat çekicidir. Asit kullanımı sonucu topraktaki besin maddelerinin yarıyışlılığının artabileceği ve olumlu etkinin bu nedenle gerçekleştiği söylenebilirse de yüksek asit kullanımı sonucu kireçli topraklarda bazı olumsuz etkilerin de ortaya çıkabildiği dikkatle not edilmelidir. Bu konudaki çalışmaların sürdürülmesinin gereği açıktır. Denemede tercih edilen 5.0-6.5 pH değerleri arasında geniş varyasyon olduğu dikkate alınarak ara değerlerin de çalışılması yararlı olabilecektir.

6. KAYNAKLAR

- Abbaszadeh-Dahaji, P., Masalehi, F., and Akhgar, A. 2020. Improved growth and nutrition of sorghum (*Sorghum bicolor*) plants in a low-fertility calcareous soil treated with plant growth-promoting rhizobacteria and Fe-EDTA. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*, 20(1): 31-42.
- Abdel-Mageed, Y., Hassan, H., Abdel-Rahim, A., Abd EL-Azeim, M., and Matouk, M. (2018). Potassium fertilization role in tomato tolerance of water salinity and stress under drip irrigation system. *Journal of Soil Sciences and Agricultural Engineering*, 9(8): 295-306.
- Adams, P. and Ho, L.C. 1992. The susceptibility of modern tomato cultivars to blossom end rot in relation to salinity. *J. Horti. Sci.* 64: 725-732.
- Ağaoğlu, Y.S. Çelik, H. Çelik, M. Fidan, Y. Gülşen, Y. Günay, A. Halloran, N. Köksal A, İ. ve Yanmaz, R. 2001. Genel Bahçe Bitkileri. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Eğitim, Araştırma ve Geliştirme Vakfı Yayınları No:5, Ankara.
- Akay, A., Şeker, C. and Negiş, H. 2019. Effect of enhanced elemental sulphur doses on pH value of a calcareous soil. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 29: 34-40.
- Akçaman, N. ve İsmail, T.A.S. 2020. Sulama suyu tuzluluğunun sakız fasulyesinin bazı bitkisel özelliklerine etkisi. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 7(3): 727-736.
- Aktaş, M. 1995. Bitki Besleme ve Toprak Verimliliği. A.Ü. Ziraat Fakültesi, Yayın No: 1429, 416 s.
- Al-Balawna, A. and Abu-Abdoun, I. 2019. The effect of sulfur powder addition on the chemical and physical properties of soil in jordan valley. *Journal of Agriculture and Environmental Sciences*, 8(2): 42-48.
- Ali, H.E.M. and Ismail, G.S.M. 2014. Tomato fruit quality as influenced by salinity and nitric oxide. *Turkish Journal of Biology*, 38: 122– 129.
- Amor, F.M., Martinez, V. and Cerda, A., 2001. Salt tolerance of tomato plants as affected by stage of plant development. *Hortscience*, 36(7): 1260- 1263.
- Anonim 1: [http://www.toros.com.tr/ciftci-dostu-baslik-detay.asp? kategori No=3 &grupNo=20& baslikNo=13&baslikAdi=Sera%20 Domatesi](http://www.toros.com.tr/ciftci-dostu-baslik-detay.asp?kategori=3&grupNo=20&baslikNo=13&baslikAdi=Sera%20Domatesi). [Son erişim tarihi: 01.06.2018]
- Anonim 2: [http://www.bahcenet.com/ domates-yetistiriciligi- lycopersicon -esculentum. html](http://www.bahcenet.com/domates-yetistiriciligi-lycopersicon-esculentum.html) [Son erişim tarihi: 02.05.2019]
- Anonim 3: [http://www.toros.com.tr/ dosyalar/ ciftci- dostu/ gruplar/ tarim_sera yetistiriciligi.pdf](http://www.toros.com.tr/dosyalar/ciftci-dostu/gruplar/tarim_sera_yetistiriciligi.pdf) [Son erişim tarihi: 01.06.2018]

- Anonim 4: <http://www.drt.com.tr/blog/labels/domates.html> [Son erişim tarihi: 01.08.2020]
- Anonim 5: <http://www.drt.com.tr/blog/2008/03/domates-bitkisinin-genel-istekleri.html> [Son erişim tarihi: 01.08.2020]
- Anonim 6: <http://www.ozersoylar.com/Content/Product/ToprakVeKukurt.php> [Son erişim tarihi: 05.04.2021]
- Anonim 7: <http://www.tofida.com/tr/urun-detay/anit-f1> [Son erişim tarihi: 10.11.2021]
- Ateşalp, M. 1977. Aşın kireçlemenin Doğu Karadeniz bölgesi asit toprakların makro ve mikro besin maddeleri kapsamlarına ve verimlerine etkisi. Toprak ve Gübre Araş. Enst. Müd. Yay. No: 72, 24-33.
- Aydemir, O. 1992. Bitki besleme ve toprak verimliliği. Atatürk Üni. Yay. No: 734, 117-192.
- Antolinos, V., Sanchez-Martinez, M.J., Maestre-Valero, J.F., Lopez-Gomez, A., and Martinez-Hernandez, G. B. 2020. Effects of irrigation with desalinated seawater and hydroponic system on tomato quality. *Water*, 12(2): 518.
- Aria, M.M., Lakzian, A., Haghnia, G.H., Berenji, A.R., Besharati, H. and Fotovat A. 2010. Effect of Thiobacillus, sulfur, and vermicompost on the water-soluble phosphorus of hard rock phosphate *Bioresource Technology*, 101: 551– 554.
- Ashraf, M., Naz, U., Abid, M., Shahzad, S. M., Aziz, A., Akhtar, N., Naeem, A. and Mühling, K.H. 2021. Salinity resistance as a function of NH₄⁺: NO₃⁻ ratio and its impact on yield and quality of tomato (*Solanum lycopersicum* L.). *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*, 184(2): 246-254.
- Ata N. ve Kaplan M. 2020. Tavuk gübresi ve fertigasyon EC'lerinin örtüaltı baharlık domates (*Solanum lycopersicum*) yetiştiriciliğinde verim ve kalite üzerine etkileri. *Mediterranean Agricultural Sciences*, 33(3): 425-431.
- Aujla, M.S, Thind, H.S. and Buttar, G.S. 2007. Fruit yield and water use efficiency of eggplant (*Solanum melongena* L.) as influenced by different quantities of nitrogen and water applied through drip and furrow irrigation. *Sci. Hortic.*, 112: 142–148.
- Aulia, M.P. 2021. Using chlorella pyrenoidosa fertilizer for controlling soil acidity in melon cultivation. *International Journal Of Multi Science*, 1(11): 1-6.
- Avcu, S., Akhoundnejad, Y. ve Daşgan, H.Y., 2013. Domateste tuz stresi üzerinde selenyum ve silikon uygulamalarının etkileri. *Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi*, 6(1): 183-188.

- Awad, A.M., Ramadan, H.M. and El-Fayoumy, M.E. 1996. Effect of sulphur, phosphorus and nitrogen fertilizers on micronutrient availability uptake and wheat production on calcareous soils. *Alexandria Journal of Agricultural Research*, 41(3): 311-327.
- Aybak, K. ve Kaygısız, H. 2004. Domates Yetiştiriciliği. Hasad Yayınları, Ankara.
- Ayaz, U.Ö. 2020. Domates fidesi yetiştiriciliğinde en uygun besin solüsyonunun belirlenmesi. Yüksek lisans tezi, Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Van, 69 s.
- Ayyasamy, S., Jhosiah, D. F., Wesly, K. P., Aravind, C. and Swetha, V. 2021. Role of internet of things (IoT) in protection of soil and plant life from acid rain disasters. In: Ranganathan, G., Chen, J., Rocha, A. (Eds.), *Inventive Communication and Computational Technologies*, Springer, Singapore, pp. 807-820.
- Badr, M.A., Hussein, S.D.A. and El-Tohamy, W.A. 2015. Methods of phosphorus application and fertigation rate on eggplant yield and phosphorus use efficiency in sandy soil. *Middle East Journal of Applied Sciences*, 5(4): 1055-1060.
- Barry, D.A.J. and Miller, M.H. 1989. Phosphorus nutritional requirement of maize seedlings for maximum yield. *Agron J.*, 81: 95-99.
- Bayraklı, F. 1990. Ammonia volatilization losses from different fertilizers and effect of several urease inhibitors, CaCl_2 and phosphogypsum on losses from urea. *Fert. Res.*, 23: 147-150.
- Bayram, M. ve Daşgan, Y. 2018. Tuza tolerant bazı domates genotiplerinin arazi performanslarının belirlenmesi. *Ç.Ü Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 36(5): 107-166.
- Bergmann, W. 1992. *Nutritional Disorders of Plants: Visual and Analytical Diagnosis*. Gustav Fischer Verlag: Stuttgart.
- Besharati H., and N. Saleh-Rastin. 1999. Effect of application *Thiobacillus* spp. inoculants and elemental sulfur on phosphorus availability. *Iran Journal of Soil and Water Sciences*, 13: 23-39.
- Besharati, H. 2017. Effects of sulfur application and *Thiobacillus* inoculation on soil nutrient availability, wheat yield and plant nutrient concentration in calcareous soils with different calcium carbonate content. *Journal of Plant Nutrition*, 40(3): 447-456.
- Beyaert, R.R., Roy, R.C., and Coelho, B.K.B. 2007. Irrigation and fertilizer management effects on processing cucumber productivity and water use efficiency. *Can. J. Plant Sci.*, 87: 355-363.
- Bhat, R., Sujatha, S. and Balasimha, D. 2007. Impact of drip fertigation on productivity of arecanut (*Areca catechu* L.). *Agric. Water Manage.*, 90: 101-111.

- Bhatnagar, A., Hogland, W., Marques, M. and Sillanpää, M. 2013. An overview of the modification methods of activated carbon for its water treatment applications. *Chemical Engineering Journal*, 219: 499–511.
- Bilen, S. ve Sezen, Y. 1993. Toprak reaksiyonunun bitki besin elementleri elverişliliği üzerine etkisi. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 24(2): 156-166.
- Bilgin, N., ve Yıldız, N. 2008. Besin kültüründe yetiştirilen (Kaya F1) domates çeşidinin (*Lycopersicon esculentum*) artan NaCl uygulamalarına toleransı ve tuzluluk stresinin kuru madde miktarı ile bitki mineral madde içeriğine etkisi. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 39(1): 15-21.
- Black, C.A. 1957. Soil-Plant Relationships. John Wiley and Sons, Inc., Newyork.
- Black, C.A. 1965. Methods of Soil Analysis Part 2, Amer. Society of Agronomy Inc., Publisher Madisson, Wilconsin, U.S.A.
- Botella, M.A., Rosado, A., Bressan, R.A. and Hasegawa, P.M., 2005. Plant adaptive responses to salinity stress. In: Jenks, M.A., Hasegawa, P.M. (Eds.), Plant Abiotic Stress, Blackwell Publishing Ltd., pp. 38-70.
- Bouyoucos, G.J. 1955. A recalibration of the hydrometer method for making mechanical analysis of the soils. *Agronomy Journal*, 4(9): 434-438.
- Bozkurt, S. 2003. Fertigasyon uygulamalarının içten geçik (in-line) damlatıcılarda tıkanmaya etkileri. Doktora Tezi, Çukurova Üniversitesi, Adana, 240 s.
- Burt, C.M., C'connor, K., and Ruehr, T. 1995. Fertigation. Irrigation Training and Research Center. California Polytechnic State Univ., San Luis Obispo, CA, 295 p.
- Cakmak, I., 2002. Plant nutrition research: Priorities to meet human needs for food in sustainable ways. *Plant and Soil*, 247: 3-24.
- Carneiro, M.A., Lima, A., Cavalcante, Í.H., Cunha, J.C., Rodrigues, M.S. and Lessa, T. B.D.S. 2017. Soil salinity and yield of mango fertigated with potassium sources. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 21(5): 310-316.
- Celik, H., Katkat, A.V., Aşık, B.B., and Turan, M.A. 2010. Effect of foliar-applied humic acid to dry weight and mineral nutrient uptake of maize under calcareous soil conditions. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 42(1): 29-38.
- Cemeroğlu, B., Yemencioğlu, A. ve Özhan, M. 2007. Gıda Analizleri. Bizim Grup Basımevi, Ankara.
- Chaichi, M. R., Keshavarz-Afshar, R., Lu, B., & Rostamza, M. (2017). Growth and nutrient uptake of tomato in response to application of saline water, biological fertilizer, and surfactant. *Journal of Plant Nutrition*, 40(4), 457-466.

- Chen, S., Wang, Z., Zhang, Z., Guo, X., Wu, M., Rasool, G., Qui R. & Wang, X. (2017). Effects of uneven vertical distribution of soil salinity on blossom-end rot of tomato fruit. *HortScience*, 52(7), 958-964.
- Chen, S., Zhang, Z., Wang, Z., Guo, X., Liu, M., Hamoud, Y. A., Zheng J. & Qiu, R. (2016). Effects of uneven vertical distribution of soil salinity under a buried straw layer on the growth, fruit yield, and fruit quality of tomato plants. *Scientia Horticulturae*, 203, 131-142.
- Chien, S.H., Christianson, C.B., Lupin, M.S. and Peters, G.E. 1987. Compaction of metal salt-urea complexes with triple super phosphate. *Fert. Res.*, 14: 181-191.
- Cui, Y., Dong, Y., Li, H. and Wang, Q. 2004. Effect of elemental sulphur on solubility of soil heavy metals and their uptake by maize. *Environment International*, 30 (3): 323.
- Çağlar, K.Ö. 1949. Toprak Bilgisi. Ankara Üniversitesi Ziraat Fak. Yayınları, Sayı:10, Ankara.
- Çaycı, G., İnal, A., Baran, A. ve Arcak S. 1995 Bitki yetiştirme ortamı olarak peatin bazı kimyasal özellikleri üzerine kükürt ilavesi ve inkübasyon süresinin etkisi. *Ankara Ün. Zir. Fak. Tarım Bilimleri Dergisi*, 1: 47-54.
- Çebi, U.K., Özer, S., Altıntaş, S., Yurtseven, E. ve Öztürk, O. 2018. Farklı sulama suyu kalitesi ve su düzeylerinin serada yetiştirilen domates bitkisinin verim ve su kullanım etkinliği üzerine etkisi. *Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 22(1): 33-46.
- Çetin Ö. 2015 Fertigasyon: Sulama ile Birlikte Gübreleme. <http://www.gubretas.com.tr/tr/icerik/12/1845/fertigasyon-sulama-ile-birlikte-gubreleme.aspx>.
- Çetin, Ö. ve Tolay, İ. 2009. Fertigasyon (Sulama ile Birlikte Gübreleme). Hasat Yayıncılık, Ankara.
- Danyaei, A., Hassanpour, S., Baghaee, M. A., Dabbagh, M., & Babarabie, M. (2017). The effect of sulfur-containing humic acid on yield and nutrient uptake in olive fruit. *Open Journal of Ecology*, 7(4), 279-288.
- De Pascale S., Maggio A., Fogliano V., Ambrosino P., Ritieni A. (2001) Irrigation with saline water improves carotenoids content and antioxidant activity of tomato. *The Journal of Horticultural Science and Biotechnology*, 76, 447– 453.
- Demirtaş, E., Öktüren Asri, F., Özkan, C., ve Arı, N. 2012 Organik ve kimyasal gübre uygulamalarının örtüaltı domates yetiştiriciliğinde toprak verimliliği ve bitkinin beslenmesine etkileri. *Derim*, 29(1): 9-22.
- Dinç, U., Kapur, S., Özbek, H. ve Şenol, S. 2001 Toprak Genesisi ve Sınıflandırılması Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, Adana.

- Dixon, M. and Liu, G. 2020. Tomato production in florida using fertigation technology. *EDIS*, 2020(5).
- Doğan, M., Avu, A., Can, E., N. ve Aktan, A. 2008. Farklı domates tohumlarının çimlenmesi üzerine tuz stresinin etkisi. *SDÜ Fen Edebiyat Fakültesi Fen Dergisi*, 3(2): 174-182.
- Dorais, M., Papadopoulos, A. and Gosselin, A. 2001. Influence of electric conductivity management on greenhouse tomato yield and fruit quality. *Agronomie*, 21(4): 367-383.
- Dölarslan, M. ve Gül, E. 2012. Toprak bitki ilişkileri açısından tuzluluk. *Turkish Journal of Scientific Reviews*, 5(2): 56-59.
- Dysko, J., Kaniszewski, S. and Kowalczyk, W. 2008. The effect of nutrient solution pH on phosphorus availability in soilless culture of tomato. *Journal of Elementology*, 13(2): 189-198.
- Ekmekçi, E., Apan, M. ve Kara, T. 2005. Tuzluluğun bitki gelişimine etkisi. *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*, 20(3): 118-125.
- Eraslan, F., Güneş, A., İnal, A., Çiçek, N. ve Alpaslan, M., 2008. Gübrelerden kaynaklanan tuzluluğun domates ve biber bitkisinde bazı fizyolojik özellikler ve mineral beslenme üzerine etkisi. 4. Ulusal Bitki Besleme ve Gübre Kongresi, Konya, s. 641-649.
- Erdal, İ., Türkmen, Ö. ve Yıldız, M. 2000. Tuz stresi altında yetiştirilen hıyar (*Cucumis sativus* L.) fidelerinin gelişimi ve kimi besin maddeleri içeriğindeki değişimler üzerine potasyumlu gübrelemenin etkisi. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 10(1): 25-29.
- Erdem, F., ve Çelik, S.K. 2018. Farklı tuzluluk ve yıkama suyu oranlarına sahip sulama sularının ıspanak (*Spinacia oleracea* L.) gelişimi, verimi ve drenaj suyu kalitesine etkisi. *SDÜ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 1. Uluslararası Tarımsal Yapılar ve Sulama Kongresi Özel Sayısı: 73-82.
- Eyüboğlu, F., Kurucu N. ve Talaz S. 1995. Türkiye Topraklarının Bitkiye Yarayışlı Bazı Mikro Elementler Bakımından Genel Durumu. Toprak ve Su Kaynakları Araştırma Yıllığı, Yayın No:98, Ankara.
- Fanasca, S., Colla, G., Maiani, G., Venneria, E., Rouphael, Y., Azzini, E., Saccardo, F. 2006. Changes in antioxidant content of tomato fruits in response to cultivar and nutrient solution composition. *Journal of agricultural and food chemistry*, 54(12): 4319-4325.
- FAO. 2018. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). FAOSTAT, <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>. Erişim Tarihi: 11.05.2018.
- Farooq, M., Wahid, A., Kobayashi, N., Fujita, D. and Basra, S.M.A. 2009. Plant drought stress: effects, mechanisms and management. In: Lichtfouse, E., Navarette, M.,

- Debaeke, P., Véronique, S., Alberola, C. (Eds.), Sustainable Agriculture, Springer, Dordrecht, pp. 153-188.
- Fidan, H. 2002. Sulama ve Gübreleme. Hasat Yayıncılık, Ankara.
- Filipek-Mazur, B., Tabak, M., Koncewicz-Baran, M. and Bobowiec, A. 2019. Mineral fertilizers with iron influence spring rape, maize and soil properties. *Archives of Agronomy and Soil Science*, 65(11): 1575-1585.
- Fink, J., Sánchez-Rodríguez, A.R., Souza, C.P., Pierozan Junior, C., Lagos, F.S., Frosi, G., Eckert, D. and Schwengber, A. 2020. Adjusting P-K fertilization and liming strategies to enhance yield of cherry tomato plants grown on an oxisol. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 51(13): 1736-1746.
- Fox, R.L., de Datta, S.K. and Wang, J.M. 1964. Phosphorus and aluminum uptake by plants from Latosols in relation to liming. *Proc. 8th Int. Cong. Soil Sci.* pp. 595-603.
- Freeman, J.H., McAvoy, E.J., Boyd, N.S., Kanissery, R., Smith, H.A., Desaegeer, J., Noling, J.W. and Vallad, G.E. 2019. Tomato Production. In: Dittmar, P., Freeman, J., Paret, M., Smith, H. (Eds.), *Vegetable Production Handbook of Florida*, Gainesville: University of Florida Institute of Food and Agricultural Sciences, pp. 349–392.
- Gaskell, M. 2004. Acid Injection in Irrigation Water Improving pH Adjustment for Blueberries. <http://www.sbceo.k12.ca.us/uccesb1/sf1002.htm>
- Gautier, H, Lopez-Lauri, F, Massot, C, Murshed, R, Marty, I. and Sallonon, H. 2010. Impact of ripening and salinity on tomato fruit ascorbate content and enzymatic activities relate to ascorbate recycling. *Funct. Plant Sci. Biotechnol.*, 4: 66–75.
- Geraldson, C.M., Klacan, G.R. and Lorenz, O.A. 1973. Plant Analysis as An Aid in Fertilizing Vegetable Crops, Soil Testing and Plant Analysis. Soil Science of America Inc., Madison, Wisconsin, USA.
- Ghoshal, S.K. and Masood, M.A. 1974. Gronwall's vector inequality and its application to a class of non-self-adjoint linear and non-linear hyperbolic partial differential equations. *Journal of the Indian Mathematical Society*, 38(1-4): 383-394.
- Giuffrida, F., Martonara, M. and Leonardi, C. 2009. How sodium chloride concentration in the nutrient solution influences the mineral composition of tomato leaves and fruits. *HortScience*, 44(3): 707–711.
- Giuffrida, F., Graziani, G., Fogliano, V., Scuderi, D., Romano, D. and Leonardi, C. 2014. Effects of nutrient and NaCl salinity on growth, yield, quality and composition of pepper grown in soilless closed system. *Journal of Plant Nutrition*, 37(9): 1455-1474.

- Gurmessa, B. 2021. Soil acidity challenges and the significance of liming and organic amendments in tropical agricultural lands with reference to Ethiopia. *Environment, Development and Sustainability*, 23: 77-99.
- Gül, A. 2008. Topraksız Tarım. Hasat Yayıncılık, Ankara.
- Güneş, A., Alpaslan, M. ve İnal, A. 2010. Bitki Besleme ve Gübreleme. A.Ü. Ziraat Fakültesi Yayınları, Yayın no: 1581, Ankara.
- Gürsoy, A. 2011. Yüksek pH içeriğine sahip topraklarda kükürt uygulamalarının domates bitkisinin (*Lycopersicon esculentum* L.) verim ve bazı kalite unsurları üzerine etkisi. Yüksek lisans tezi, Atatürk Üniversitesi, Erzurum, 55s.
- Güvenç, İ. 2019. Türkiye’de domates üretimi, dış ticareti ve rekabet gücü. *Tarım ve Doğa Dergisi*, 22(1): 57-61.
- Havlin, J.L., Tisdale, S.L., Nelson, W.L. and Beaton, J.D. 2014. Nutrient management. In Lawrensen, W., Gohn, J. (Eds.), *Soil Fertility and Fertilizers*, Upper Saddle River, NJ: Pearson Inc. 8th Edition, pp. 365–426.
- Haynes, R.J. and Swift, R.S. 1987. Effect of trickle fertigation with three forms of nitrogen on soil pH, levels of extractable nutrients below the emitter and plant growth. *Plant and Soil*, 102: 211-221.
- Haynes, R.J. 1988. Comparison of fertigation with broadcast applications of urea-N on levels of available soil nutrients and on growhand yield of trickle-irrigated peppers. *Scientia Horticulturae*. 35(3-4): 189-198.
- He, H., Wu, M., Su, R., Zhang, Z., Chang, C., Peng, Q., Dong, Z., Pang, J. and Lambers, H. 2021. Strong phosphorus (P)-zinc (Zn) interactions in a calcareous soil-alfalfa system suggest that rational P fertilization should be considered for Zn biofortification on Zn-deficient soils and phytoremediation of Zn-contaminated soils. *Plant and Soil*, 461(1): 119-134.
- Herrera, E.M.C., and Pérez, L.F.A. 2020. Effect of the liming on the soil chemical properties and the development of tomato crop in Sucre-Colombia. *J Appl Biotechnol Bioeng*, 7(2): 87-93.
- Ho, L.C. and Adams, P. 1995. Nutrient uptake and distribution in relation to crop quality. *Acta Horticulture*, 396: 33-44.
- Hong, C-Y., Chao, Y-Y., Yang, M-Y., Cho, S-C. and Kao, C.H., 2009. Na⁺ but not Cl⁻ or osmotic stress is involved in NaCl induced expression of glutathione reductase in roots of rice seedlings. *Journal of Plant Physiology*, 166: 1598-1606.
- Hue, N.V. 2011. Alleviating soil acidity with crop residues. *Soil Science*, 176(10): 543-549.
- Islam, S., Hamid, F.S., Shah, B.H., Khan, N., Ahmad, F. and Aftab, S. 2018. Response of organic & inorganic fertilizers to the growth, yield and soil nutrient status in

tomato (*Lycopersion esculentum*). *Open Academic Journal of Advanced Science and Technology*, 2(1): 1-4.

Jackson, M.C. 1967. Soil Chemical Analysis. Prentice Hall of India Private Limited, New Delhi.

Jones Jr., J.B., Wolf, B. and Mills, H.A. 1991. Plant analysis handbook. A practical sampling, preparation, analysis, and interpretation guide. Micro-Macro Publishing, Inc., Athens, GA: USA, 213 pp.

Kacar, B. 1972. Bitki ve Toprağın Kimyasal Analizleri. A.Ü Ziraat Fak. Yayınları: 453, Ankara.

Kacar, B. 1984. Bitki Besleme. Ankara Üni. Ziraat Fak. Yay. No: 899, Ankara.

Kacar, B. 1995. Bitki ve Toprağın Kimyasal Analizler: III. Toprak Analizleri. A. Ü. Ziraat Fakültesi Geliştirme Vakfı Yayınları, No: 3, Ankara.

Kacar, B. 2009. Toprak Analizleri. Nobel Yayınları. Yayın no:968, Ankara.

Kacar, B. ve Katkat, V. 2007. Gübreler ve Gübreleme Tekniği. Nobel Yayınları, Ankara.

Kacar, B. ve İnal, A. 2008. Bitki Analizleri. Nobel Yayınları, Yayın no:1241, Ankara.

Kadiroğlu, A. ve Kaplan, M. 2000. Değişik düzeylerdeki su tuzluluğu ve gübrelemelerin tek ürün hıyar yetiştiriciliğinde bitki gelişmesi ve verim üzerine etkileri. *Anadolu Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 10(2): 126-138.

Kalbasi, M., Filsoof, F. and Rezai-Nejad, Y. 1988. Effect of sulfur treatment on yield and uptake of Fe, Zn and Mn by corn, sorghum and soybean. *Journal of Plant Nutrition*, 11: 1353-1360.

Kanat, Z. 2018. Tarım Ürünleri Piyasaları: Domates. Tarımsal Ekonomi ve Politika Geliştirme Enstitüsü Yayınları No:20
<https://arastirma.tarim.gov.tr/tepge/Belgeler/PDF%20Tar%C4%B1m%20%C3%9Cr%C3%BCnleri%20Piyasalar%C4%B1/2018-Ocak%20Tar%C4%B1m%20%C3%9Cr%C3%BCnleri%20Raporu/2018-Ocak%20Domates.pdf>

Kanber, R., Kırdar, C. ve Tekinel, O. 1992. Sulama Suyu Niteliği ve Sulamada Tuzluluk Sorunları. Ç.Ü. Ziraat Fakültesi Genel Yayın No:21, Ders Kitapları Yayın No:6, Adana.

Kang, Y.I., Park, J.M., Kim, S.H., Kang, N.J., Park, K.S., Lee, S.Y. and Jeong, B.R. 2011. Effects of root zone pH and nutrient concentration on the growth and nutrient uptake of tomato seedlings. *Journal of Plant Nutrition*, 34(5): 640-652.

Keller, J. and Bliesner, R. D. 1990. Sprinkle and Trickle Irrigation. Chapman and Hall, 115 Fifth Avenue, New York.

- Khavazi, K., Jahandideh Mahjan Abadi, V.A. and Taghipoor, F. 2018. Effect of sulfur, *Thiobacillus* bacteria and phosphorus on the yield and nutrient elements uptake of wheat in calcareous soil. *Journal of Soil Management and Sustainable Production*, 8(2): 23-41.
- Kim, H.J., Fonseca, J.M., Kubota, C., Kroggel, M. and Choi, J.H. 2008. Quality of fresh-cut tomatoes as affected by salt treatment in irrigation water and post-processing ultraviolet treatment. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 88(11): 1969–1974.
- Koleska, I., Hasanagic, D., Todorovic, V., Murtic, S. and Maksimovic, I. 2018. Grafting influence on the weight and quality of tomato fruit under salt stress. *Annals of Applied Biology*, 172(2): 187-196.
- Krauss, S., Schnitzler, W., Grassmann, J. and Woltike, M. 2006. The influence of different electrical conductivity values in a simplified recirculating soilless system on inner and outer fruit characteristics of tomato. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 54: 441– 448.
- Ladewig, P., Trejo-Téllez, L.I., Servin-Juarez, R., Contreras-Oliva, A. and Gomez-Merino, F.C. 2021. Growth, yield and fruit quality of Mexican tomato landraces in response to salt stress. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*, 49(1): 12005-12005.
- Lal, R. 2009. Sequestering carbon in soils of arid ecosystems. *Land Degrad. Dev.*, 20: 441–454.
- Lindemann W.C., Aburto, J.J., Haffner, W.M. and Bono, A.A. 1991. Effect of sulfur source on sulfur oxidation. *Soil Science Society of America Journal*, 55: 85-90.
- Lindsay, W.L. and Norvell, W.A. 1978. Development of a DTPA soil test for Zinc, Iron, Manganese and Copper. *Soil Sci. Amer. Jour.*, 42 (3): 421-428.
- Liu, G. and McAvoy, G. 2012. How to reduce clogging problems in fertigation. *EDIS*, 2012(7).
- Liu, G.D., Simonne, E.H., Morgan, K.T., Hochmuth, G.J., Agehara, S. and Mylavarapu, R. 2019. Fertilizer Management for Vegetable Production in Florida. In Dittmar, P., Freeman, J., Paret, M., Smith, H. (Eds.), *Vegetable Production Handbook of Florida*, 23rd Edition, Gainesville: University of Florida Institute of Food and Agricultural Sciences, 17: 3-10.
- Locascio, S.J. 2005 Management of irrigation for vegetables: Past, present, and future *HortTechnology*, 15: 482-485.
- Malik, R.S., Kumar, K., And Bhandari, A.R., 1994. Effect of urea application through drip irrigation system on nitrate distribution in loamy sand soils and pea yield. *J. Indian Soc. Soil Sci.*, 42(1): 508-509.

- Maltaş, A.Ş. 2013. Antalya merkez-ilçe örtüaltı güzlük domates (*Solanum lycopersicum* L.) yetiştiriciliğinde farklı asit uygulamalarının toprak pH'sı üzerine etkileri ile bitki beslenme durumlarının araştırılması. Yüksek lisans tezi, Akdeniz Üniversitesi, Antalya, 119 s.
- Maltas, A.S. and Kaplan, M. 2018. Effect of different amounts of acid application in fertigation on calcareous soil pH. *Journal of Plant Nutrition*, 41(4): 520-525.
- Marschner, H. 1995. Mineral Nutrition of Higher Plants. Academic Press, USA.
- Mathers, C.A. 1970. Effects of ferrus sulfate and sulfuric acid on grain sorghum yields. *Agron. J.*, 62(5): 555-556.
- McCray, J.M., Ji, S. and Crusciol, C. 2018. Influence of elemental sulfur on sugarcane yield on Histosols with near-neutral pH. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 49(1): 109-123.
- McGuire, R.G. 1992. Reporting of objective color measurements. *HortScience*, 27: 1254-1255.
- Mellidou, I., Koukounaras, A., Kostas, S., Patelou, E. and Kanellis, A.K. 2021. Regulation of vitamin C accumulation for improved tomato fruit quality and alleviation of abiotic stress. *Genes*, 12(5): 694.
- Nabati, J., Ahmadi-Lahijani, M.J., Goldani, M., Nezami, A., Oskoueian, A., Hosinaiyan, M. and Mohammadi, M. 2021. Lowering medium pH improves tolerance of tomato (*Lycopersicon esculentum*) plants to long-term salinity exposure. *Journal of Plant Nutrition*, 44(13): 1853-1868.
- Navarro, J.M., Flores, P., Garrido, C. and Martinez, V. 2006. Changes in the contents of antioxidant compounds in pepper fruits at different ripening stages, as affected by salinity. *Food Chemistry*, 96(1): 66-73.
- Neeraja, G., Reddy, K.M., Reddy, I.P. and Reddy, Y.N. 1999. Effect of irrigation and nitrogen on growth yield and yield attributes of rabi onion (*Allium cepa*) in Andhra Pradesh. *Veg. Sci.*, 26(1): 64-68.
- Neina, D. 2019. The role of soil pH in plant nutrition and soil remediation. *Applied and Environmental Soil Science*, 5794869.
- Nguyen, H.H., Maneepong, S. and Suraninpong, P. 2017. Effects of potassium, calcium and magnesium ratios in soil on their uptake and fruit quality of pummelo. *Journal of Agricultural Science*, 9(12): 110-121.
- Olsen, S.R. and Sommers, E.L. 1982. Phosphorus soluble in sodium bicarbonate, Methods of Soil Analysis, Part 2, Chemical and Microbiological Properties. Edit: A.L. Page, P.H. Miller, D.R. Keeney, 404-430.
- Orcutt, D.M. and Nilsen, E.T. 1996. The physiology of plants under stress. Soil and biotic factors. John Wiley&Sons, inc. NY. pp: 177-237.

- Orman, Ş. 1996. Keçiborlu kükürt fabrikası flotasyon atıkları ve elementel kükürdün hafif alkali reaksiyonlu tarım topraklarında kullanılma olanakları. Yüksek lisans tezi, Akdeniz Üniversitesi, Antalya.
- Orman, Ş. ve Kaplan, M. 2004. Kumluca ve Finike yörelerinde serada yetiştirilen domates bitkisinin beslenme durumunun belirlenmesi. *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 17(1): 19-29.
- Özbek, N., Danışman, S. 1979. Elementel kükürt ve sülfürik asit uygulamalarının kireçli topraklarda Fe alımına etkileri. *Ank. Ü. Zir. Fak. Yıllığı*: 29: 949-966.
- Özer, S., Öztürk, O., Çebi, U., Altıntaş, S., Yurtseven, E. 2019. Sera koşullarında farklı tuzluluk düzeyindeki sulama sularının domates bitkisinin kök gelişimi üzerine etkisi. *Toprak Su Dergisi*, 146-152.
- Page, A. L., Miller, R. H. and Keeney, D. R. 1982. Methods of soil analysis Part 2: Chemical and Microbiological Properties. ASA Publishers, Madison, 1159 pp.
- Peng, Y., Sun, Y., Fan, B., Zhang, S., Bolan, N. S., Chen, Q. and Tsang, D.C. 2021. Fe/Al (hydr) oxides engineered biochar for reducing phosphorus leaching from a fertile calcareous soil. *Journal of Cleaner Production*, 279: 123877.
- Plaut, Z., Grava, A., Yehezkel, C. and Matan, E. 2004. How do salinity and water stress affect transport of water, assimilates and ions to tomato fruits? *Physiologia Plantarum*, 122:429-442.
- Rahmani, H.A., Khavazi, K., Abadi, V.J.M., Ramezanpour, M.R., Mirzapour, M.H. and Mirzashahi, K. 2018. Effect of thiobacillus, sulfur, and phosphorus on the yield and nutrient uptake of canola and the chemical properties of calcareous soils in Iran. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 49(14): 1671-1683.
- Rashid, A.Y., Said, A.I. and Salim, A.A.R. 2010. Growing tomatoes under saline field conditions and the role of fertilizers, a monograph on management of salt – affected soils and water for sustainable agriculture, Sultan Qaboos University, 83.88.
- Rayn, J. and Stroehlein, J.L. 1973. Use of sulfuric acid on phosphorus deficient arizona soils. *Progressive Agriculture in Arizona*, 25(6): 11-13.
- Rayn, J., Stroehlein, J.L. and Miyamoto, S. 1975. Sülphuric acid applications to calcareous soils: effects on growth and chlorophyll content of common Bermudagrass in the greenhouse. *Agron. J.*, 67(5): 633-637.
- Rovira, P. and Vallejo, V.R. 2008: Changes in $\delta^{13}\text{C}$ composition of soil carbonates driven by organic matter decomposition in a Mediterranean climate: A field incubation experiment. *Geoderma*, 144: 517–534.
- Sahin, O., Taskin, M.B., Kaya, E.C., Atakol, O., Emir, E., Inal, A. and Gunes, A. 2017. Effect of acid modification of biochar on nutrient availability and maize growth in a calcareous soil. *Soil Use and Management*, 33(3): 447-456.

- Satti, S.M.E. and. Lopez, M. 1994. Effect of increasing potassium levels for alleviating sodium chloride stress on the growth and yield of tomato. *Commun. Soil Sci. Plant Anal.*, 25 (15&16) : 2807-2823.
- Savvas, D. and Lenz, F. 2000. Effects of NaCl nutrient-induced salinity on growth, yield and composition of eggplants grown in rockwool. *Scientia Horticulturae*, 84: 37-47
- Schwarz, D., Roupshael, Y., Colla, G. and Venema, J.H. 2010. Grafting as a tool to improve tolerance of vegetables to abiotic stresses: thermal stres, water stres and organic pollutants. *Scientia Horticulturae*, 127: 162-171.
- Sellitto, V.M., Golubkina, N.A., Pietrantonio, L., Cozzolino, E., Cuciniello, A., Cenvinzo, V., Folrin I. and Caruso, G. 2019. Tomato yield, quality, mineral composition and antioxidants as affected by beneficial microorganisms under soil salinity induced by balanced nutrient solutions. *Agriculture*, 9(5): 1-15.
- Sevgican, A., 1981. Sebzelerin Bileşimleri ve İnsan Beslenmesi ve Sağlığındaki Yeri ve Kış Boyunca Taze Olarak Saklanmaları. Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Yayınları, Yay.No: 419, İzmir.
- Sevgican, A. 1999. Örtüaltı Sebze Yetiştiriciliği. Cilt:1 Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Yay.No: 528, İzmir.
- Sezen, Y. 1991. Toprak Kimyası. Atatürk Üni. Ziraat Fak. Yay. No : 127, 120-122.
- Shadfan, H. and Hussien A.A. 1985. Effect of sulphur application on the availability of P, Fe, Mn, Zn and Cu in selected saudi soils. In Proc.. See. Rec. Conf. on Sulphur and its usage in Arab Countries. Riyadh 2-5 March. Saudi Arabia, Vol. 1,3-24.
- She, D., Sun, X., Gamareldawla, A.H., Nazar, E.A., Hu, W. and Edith, K. 2018. Benefits of soil biochar amendments to tomato growth under saline water irrigation. *Scientific reports*, 8(1): 1-10.
- Shen, J., Yuan, L., Zhang, J., Li, H., Bai, Z., Chen, X., Zhang W. and Zhang, F. 2011. Phosphorus dynamics: from soil to plant. *Plant physiology*, 156(3): 997-1005.
- Shock, C.C., Feibert, E. and Saunders, M. 1995. Nitrogen fertigation for drip-irrigated onions. malheur experiment station, Oregon State University, p. 10.
- Silber, A., Xu, G., Levkovitch, I., Soriano, S., Bilu, A. and Wallach, R. 2003. High fertigation frequency: the effects on uptake of nutrients, water and plant growth. *Plant and Soil*, 253(2): 467-477.
- Sierra, C.B., Lancelloti, A.M. and Vidal, I.P. 2007. Elemental sulphur as pH and soil fertility amendment for some Chileans soils of Regions III and IV.
- Silber, A., Xu G., Levkovitch, I., Soriano, A., Bilu, A. and Wallach, R. 2003. High fertigation frequency the effects on uptake of nutrients, water and plant growth. *Plant Soil*, 253: 467–477.

- Sirisuntornlak, N., Ullah, H., Sonjaroon, W., Anusontpornperm, S., Arirob, W. and Datta, A. 2021. Interactive effects of silicon and soil pH on growth, yield and nutrient uptake of maize. *Silicon*, 13(2): 289-299.
- Skwierawska, M., Zawartka, L. and Zawadzki, B. 2008. The effect of different rates and forms of sulphur applied on changes of soil agrochemical properties *Plant Soil Environ*, 54(4): 171-177.
- Sonneveld C. and Van Der Burg A.M.M. 1991. Sodium chlo-ride salinity in fruit vegetable crops in soilless culture. *Neth. J.Agric. Sci.* 39: 115-122.
- Soria, T. and Cuartero, G. 1997. Tomato fruit yield and water consumption with salty water irrigation. *Acta Horticulturae*, 458:215-219.
- Sönmez, B. ve Yurtseven, E. 1995. Değişik tuzluluk ve SAR değerlerine sahip suların toprak tuzluluğu ve sodyumluluğu ile domates bitkisinin gelişimine ve verimine olan etkilerinin belirlenmesi. Köy Hizmetleri Gn. Md., Toprak ve Gübre Araşt. Enst. Md. Yayınları, Ankara.
- Sönmez, İ. ve Kaplan, M. 2007. Antalya-Demre yöresinde domates yetiştirilen sera topraklarının bazı verimlilik özelliklerinin değerlendirilmesi. *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 20 (1): 29-35.
- Sönmez, S., Uz, İ., Kaplan, M. ve Aksoy, T. 1999. Kumluca ve Kale yörelerindeki seralarda yetiştirilen biberlerin beslenme durumlarının belirlenmesi. *Doğa-Turkish Journal of Agriculture and Forestry* 23(2): 365-373.
- Söylemez, S. ve Pakyürek, A.Y. 2017. Domates meyvesinin element içeriği üzerine farklı anaçların ve besin kaynaklı ec seviyelerinin etkisi. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 4(2): 155-161.
- Stevens, R.J., Laughlin, R.J. and Malone, J.P. 1998. Soil pH affects the processes reducing nitrate to nitrous oxide and di-nitrogen. *Soil Biology and Biochemistry*, 30(8-9), 1119-1126.
- Sumalan, R. M., Ciulca, S.I., Poiana, M.A., Moigradean, D., Radulov, I., Negrea, M., Crisan M.E. Copolovici L. and Sumalan, R.L. 2020. The antioxidant profile evaluation of some tomato landraces with soil salinity tolerance correlated with high nutraceutical and functional value. *Agronomy*, 10(4): 1-16.
- Sureshkumar, P., Geetha, P., Kutty, M.C.N., Kutty, C.N. and Pradeepkumar, T. 2017. "Fertigation: The Key Component of Precision Farming." *Journal of Tropical Agriculture* 54:103-114
- Syed, A., Sarwar, G., Shah, S.H. and Muhammad, S. 2021. Soil salinity research in 21st century in Pakistan: its impact on availability of plant nutrients, growth and yield of crops. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 52(3): 183-200.

- Şen, F., Uğur, A., Bozokalfa, M.K., Eşiyok, D. ve Boztok, K. 2004. Bazı sera domates çeşitlerinin verim kalite ve depolama özelliklerinin belirlenmesi. *E.Ü. Ziraat Fakültesi Dergisi*, 41(2): 9-17.
- Sahin, O., Taskin, M.B., Kaya, E.C., Atakol, O., Emir, E., Inal, A., Gunes, A. 2017. Effect of acid modification of biochar on nutrient availability and maize growth in a calcareous soil. *Soil Use and Management*, 33(3): 447-456.
- Temizel, K.E. ve Tok, S. 2020. Farklı Sodyum Değerlerine Sahip Sulama Sularının Kırmızı Lahana (*Brassica oleracea* var. capitata f. rubra) Bitkisinde Bazı Toprak ve Bitki Özelliklerine Etkisi. *Uluslararası Tarım ve Yaban Hayatı Bilimleri Dergisi*, 6(1): 84-90.
- Tobia, S.K. and Pollard, A.G. 1959. Some effects of acidification of alkaline and calcareous soil. 2. effect on composition of soil solution under field conditions. *Journal Sci. Food Agric.*, 10: 529-531.
- Topçuoğlu, B. ve Yalçın, S. 1997. Kireçli toprağa elementel kükürt uygulamasının örtü altında yetiştirilen domates bitkisinin verimi ile bazı kalite özellikleri ve bitki besin maddesi içerikleri üzerine etkisi. *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fak. Dergisi*, 10:196-210
- Tuna, A.L., Yıldıztekin, M., Köşkeroğlu, S. ve Yokaş, İ. 2017. Tuz etkisi altındaki domates bitkisinde potasyum ve kalsiyum antioksidatif sistemi etkiler mi?. *Türkiye Tarımsal Araştırmalar Dergisi*, 4(1): 71-78.
- TÜİK (2017) <http://www.tuik.gov.tr> Bitkisel Üretim İstatistikleri.
- Tüzel, G.H., Tüzel, Y., Gül, A., and Eltez, R.Z. 2001. Effects of EC level of the nutrient solution on yield and fruit quality of tomatoes. *Acta Horticulturae*, 559 (2): 587-592.
- Umar, W., Ayub, M.A., Ur Rehman, M.Z., Ahmad, H.R., Farooqi, Z.U.R., Shahzad, A., Rehman, U., Mustafa, A. and Nadeem, M. 2020. Nitrogen and phosphorus use efficiency in agroecosystems. In *Resources Use Efficiency In Agriculture* (pp. 213-257). Singapore.
- Uygur, V. and Yetisir, H. 2009. Effects of rootstocks on some growth parameters, phosphorous and nitrogen uptake by watermelon under salt stress. *Journal of Plant Nutrition*, 32: 629-643.
- Ünlükara, A. 2004 Farklı gelişme dönemlerinde uygulanan değişik tuzluluktaki sulama sularının domateste meyve verimi ve kalitesi üzerine etkileri. Yüksek lisans tezi, Ankara Üniversitesi Ankara.
- Vaan Hoorn, J.W. and Van Alpen, J.G. 1990. Salinity Control, Salt Balance and Leaching Requirement of Irrigated Soils. 29th International Course on Landdrainage, Lecture Notes, Wageningen.

- Vanleperen, W. 1996. Effects of different day and night salinity levels on vegetative growth, yield and quality of tomato. *Journal of Horticultural Science*, 71: 99-111.
- Verkerke W. and Schols, M. 1992. The influence of EC level and specific nutrients on the firmness, taste and yield of tomato, Glasshouse Crops Res. Stat., Naaldwijk, p. 37.
- Vermeulen, K., Steppe, K., Liunh, N.S., Lemeur, R., De Backer, L., Bleyaert, P., Dekock, J., Aerts, J.M. and Berckmans, D. 2007. Simultaneous response of stem diameter, sap flow rate and leaf temperature of tomato plants to drought stress. *ActaHort.*, 801: 1259-1266.
- Vural, H., Eşiyok, D. ve Duman, İ. 2000. Kültür Sebzeleri. Ege Üniversitesi Basımevi İzmir.
- Wan, W., Hao, X., Xing, Y., Liu, S., Zhang, X., Li, X., Chen W. and Huang, Q. 2021. Spatial differences in soil microbial diversity caused by pH-driven organic phosphorus mineralization. *Land Degradation & Development*, 32(2): 766-776.
- Wang, L.J. and Nancollas, G.H. 2008. Calcium orthophosphates: crystallization and dissolution. *Chem Rev*, 108: 4628–4669.
- Welch, R.M. 2002. The impact of mineral nutrients in food crops on global human health. *Plant and Soil*, 247: 83–90.
- Wiedenfeld, B. (2011). Sulfur application effects on soil properties in a calcareous soil and on sugarcane growth and yield. *Journal of plant nutrition*, 34(7): 1003-1013.
- Wiedenfeld, B. and Sauls, J. 2008. Long term fertilization effects on ‘Rio Red’ grapefruit yield and shape on a heavy textured calcareous soil. *Scientia Horticulturae* 118: 149–154.
- Wright, A.L. and Snyder, G.H. 2009. Soil subsidence in the Everglades Agricultural Area. SL 311, Soil and Water Science Dept., Florida Cooperative Extension Service, IFAS, University of Florida.
- Wright, A.L., Hanlon, E.A. and Rice, R. 2012. Managing pH in the Everglades agricultural soils. Florida Cooperative Extension Service Fact Sheet SL-287. UF/IFAS Electronic Data Information Source (EDIS) Database. Available at <http://edis.ifas.ufl.edu/SS500>. Univ. of Florida, Gainesville FL.
- Wu, X., Chen, M.C. and Yang, Z.P. 2007. Effect of sulphur application on the growth of cole soil ph and available p in alkan soil. *Plant Nutrition and Fertilizer*, 13(4): 671-677.
- WU, M.M. and Kubota, C. 2008. Effects of high electrical conductivity of nutrient solution and its application timing on lycopene, chlorophyll and sugar concentrations of hydroponic tomatoes during ripening. *Scientia Horticulturae*, 116: 122–129.

- Xiaohui, F., Kai, G., Ce, Y., Jinsong, L., Huanyu, C. and Xiaojing, L. 2019. Growth and fruit production of tomato grafted onto wolfberry (*Lycium chinense*) rootstock in saline soil. *Scientia Horticulturae*, 255: 298-305.
- Xu, G., Levkovitch, I., Soriano, S., Wallach, R. and Silber, A. 2004. Integrated effect of irrigation frequency and phosphorus level on lettuce: yield, P uptake and root growth. *Plant Soil*, 263(1): 297-309.
- Yanmaz, R., Balkaya, A., Akan, S., Kaymak, H.Ç., Sarıkamış, G., Ulukapı, K., Karaağaç, Ö., Güvenç O.İ., Kurtar, E.S. ve Açıkgöz, F.E. 2020. Sebzeçilik Sektörü: Dünyü, Bugünü ve Geleceği, Türkiye Ziraat Mühendisliği IX. Teknik Kongresi, bildiri kitabı-1. s: 585-608, Ankara.
- Yavuz, Ç.F. 2008. Antalya İli Serik İlçesi Çevresindeki Seralarda Kullanılan Damla Sulama Sistemlerinin Özellikleri ve Sulama Uniformitesi Selçuk Üniversitesi Yüksek Lisans Tezi, Konya.
- Yaylalı, İ.K. ve Çiftçi, N. 2008. Tuzlu sulama suyu uygulamalarının domates meyvesinde bazı kimyasal kalite unsurlarına etkisi. *Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 22(45): 29-39.
- Yurtseven, E. ve Sönmez, B. 1996. Sulama suyu tuzluluğunun domates verimine ve toprak tuzluluğuna etkisi. *DOĞA Tr.J. Of Agricultural And Forestry*, 20(1): 27-33.
- Zhang, Y., Zhang, S., Wang, R., Cai, J., Zhang, Y., Li, H., Huang S. and Jiang, Y. 2016. Impacts of fertilization practices on pH and the pH buffering capacity of calcareous soil. *Soil Science and Plant Nutrition*, 62(5-6): 432-439.
- Zhu, J.K. 2001. Cell signaling under salt, water and cold stresses. *Current Opinion in Plant Biology*, 4(5): 401-406.
- Zimmy, L. and Malak, D. 1998. Response of Winter Triticale to Variable Contamination of Light and Medium Soil. Part II. Contamination With Sulphur Roczniki Nauk Rolniczych-Seria A. Produkcja Roslinna, 112(3-4),37-44.

ÖZGEÇMİŞ

Ahmet Şafak MALTAŞ

ÖĞRENİM BİLGİLERİ

Doktora	Akdeniz Üniversitesi
2013-2022	Fen Bilimleri Enstitüsü, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı, Antalya
Yüksek Lisans	Akdeniz Üniversitesi
2010-2013	Fen Bilimleri Enstitüsü, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı, Antalya
Lisans	Akdeniz Üniversitesi
2004-2009	Ziraat Fakültesi, Toprak Bölümü, Antalya

MESLEKİ VE İDARİ GÖREVLER

Öğretim Görevlisi	Akdeniz Üniversitesi
2019-Devam ediyor	Finike Meslek Yüksekokulu, Bahçe Tarımı Programı, Antalya
Araştırma Görevlisi	Akdeniz Üniversitesi
2012-2019	Fen Bilimleri Enstitüsü, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı, Antalya