FARKLI SULAMA ARALIĞI VE SULAMA SUYU SEVİYELERİNİN SALÇALIK DOMATESİN VERİM VE KALİTESİ ÜZERİNE ETKİSİ

İlker ELMAS

T.C.
BURSA ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

FARKLI SULAMA ARALIĞI VE SULAMA SUYU SEVİYELERİNİN SALÇALIK DOMATESİN VERİM VE KALİTESİ ÜZERİNE ETKİSİ

İlker ELMAS
0000-0002-6306-0065

Prof. Dr. Hayrettin KUŞÇU
(Danışman)

YÜKSEK LİSANS TEZİ
BİYOSİSTEM MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

BURSA – 2021
Her Hakkı Saklıdır

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

FARKLI SULAMA ARALIĞI VE SULAMA SUYU SEVİYELERİNİN SALÇALIK DOMATESİN VERİM VE KALİTESİ ÜZERİNE ETKİSİ

İlker ELMAS

Bursa Uludağ Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Biyosistem Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Hayrettin KUŞÇU

Bu çalışma, Güney Marmara koşullarında yetiştirilen salçalık domateste farklı sulama aralığı ve sulama seviyelerinin meyve verim ve kalite parametreleri üzerine etkilerini araştırmak amacıyla 2019 yılı yetiştiricilik döneminde yürütülmüştür. Tesadüf bloklarında bölünmüş parseller deneme desenine göre kurulan araştırmada, ana parselleri 4 gün sulama aralığı (SA4) ve 8 gün sulama aralığı (SA8) konuları, alt parselleri ise A sınıfı buharlaşma kabında meydana gelen yığışımlı buharlaşmanın %100 (S100), %80 (S80) ve %60 (S60)'ının uygulandığı sulama seviyeleri oluşturmuştur. Deneme sonucunda konulara uygulanan mevsimlik sulama suyu miktarı 259-412 mm arasında değişim göstermiş ve en yüksek bitki su tüketimi SA4xS100 konusundan 527 mm ile elde edilirken en düşük ise SA8xS60 konusundan 419 mm ile elde edilmiştir. En yüksek verim değerine 111,65 t ha^{-1} ile SA4xS100 konusunda ulaşılmıştır. Meyve verimi (MV) ile sulama suyu (S) arasındaki ilişki $MV=-0,002S^2 + 1,681S - 228,01$ ($R^2 = 0,9859$), meyve verimi ile mevsimlik bitki su tüketimi (ETa) arasındaki ilişki ise $MV=0,4105ETa - 100,55$ ($R^2 = 0,8826$) regresyon eşitliği ile tanımlanmıştır. Domates su üretkenliği (WP) değeri en yüksek 22,4 kg m^{-3} ile SA4xS80 konusundan en düşük ise 16,1 kg m^{-3} ile SA8xS60 konusundan elde edilmiştir. En yüksek sulama suyu üretkenliği (IWP) 31,4 kg m^{-3} ile SA4xS80 konusunda, en düşük ise 26,0 kg m^{-3} ile SA8xS60 konusunda belirlenmiştir. Yapılan araştırmada farklı sulama suyu seviyelerinin kalite parametrelerinde Briks ve tek meyve ağırlığı üzerine etkileri istatistiksel olarak %1 düzeyinde önemli görülürken pH, renk ve meyve sertliği üzerine etkileri önemsiz bulunmuştur. Araştırma sonucunda, verim, kalite ve su üretkenliği değerleri birlikte değerlendirildiğinde salçalık domatesin sulanmasında SA4xS80 konusu önerilebilir.

Anahtar Kelimeler: Bitki su tüketimi, su üretkenliği, salçalık domates, Briks, renk, sulama aralığı

2021, vii + 78 sayfa.

ABSTRACT

MSc Thesis

THE EFFECT OF DIFFERENT IRRIGATION INTERVALS AND IRRIGATION WATER LEVELS ON YIELD AND QUALITY OF PROCESSING TOMATO

İlker ELMAS

Bursa Uludağ University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Biosystem Engineering

Supervisor: Prof. Dr. Hayrettin KUŞÇU

This study was conducted to investigate the effects of different irrigation levels and intervals on fruit yield and quality parameters in processing tomato grown under South Marmara conditions, in 2019. In the study, which was established in split plot design there were main plots which determined as 4-day irrigation interval (SA4) and 8-day irrigation interval (SA8), and the sub-plots which created according to 100% (S100), 80% (S80) and 60% (S60) of the cumulative evaporation occurring in the Class A pan. The amount of seasonal irrigation water applied to the treatments varied between 259-412 mm, and the highest evapotranspiration (ETa) was obtained with 527 mm from SA4xS100, while the lowest ETa was obtained with 419 mm from SA8xS60. The highest fruit yield (FY) value was reached in SA4xS100 with 111,65 t ha^{-1}. The relationship between FY and irrigation water amount (S) is $FY = -0{,}002S^2 + 1{,}681S - 228{,}01$ ($R^2 = 0{,}9859$), the relationship between FY and seasonal ETa is $FY = 0{,}4105ETa - 100{,}55$ ($R^2 = 0{,}8826$) was defined by the regression equation. The highest tomato water productivity (WP) value was obtained from the treatment SA4xS80 with 22,4 kg m^{-3} and the lowest WP one from the treatment SA8xS60 with 16,1 kg m^{-3}. The highest irrigation water productivity (IWP) was determined for SA4xS80 with 31,4 kg m^{-3} and the lowest IWP for SA8xS60 with 26,0 kg m^{-3}. In the study, the effects of different irrigation water levels on the quality parameters of Brix and single fruit weight were found to be statistically significant at the level of 1%, while the effects on pH, color and fruit hardness were found to be insignificant. As a result of the research, when the yield, quality and water productivity values are evaluated together, SA4xS80 treatment can be suggested for irrigation of processing tomatoes.

Keywords: Evapotranspiration, water productivity, processing tomatoes, Brix, color, irrigation intervals

2021, vii + 78 pages.

TEŞEKKÜR

Tez konumun belirlenmesinde ve yürütülmesinde bilgi ve tecrübelerini benimle paylaşıp yakından ilgilenen ve desteğini esirgemeyen değerli danışmanım Prof.Dr.Hayrettin KUŞÇU'ya teşekkürlerimi ve saygılarımı sunarım.

Tarla denemeleri sırasında hiçbir zaman yardımlarını esirgemeyen değerli arkadaşlarım Araş. Gör. Ali Kaan YETİK ve Mehmetcan AŞIK'a en içten teşekkürlerimi sunarım.

Çalışmam boyunca bana gösterdikleri anlayış ve manevi destek için sevgili annem Arzu ELMAS, sevgili babam Cevdet ELMAS ve sevgili kardeşim Eren ELMAS'a sonsuz teşekkürler.

İlker ELMAS
17/02/2021

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖZET....1
ABSTRACT....2
TEŞEKKÜR....3
İÇİNDEKİLER....4
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ....5
ŞEKİLLER DİZİNİ....6
ÇİZELGELER DİZİNİ....7
1. GİRİŞ……....8
2. KAYNAK ARAŞTIRMASI....13
3. MATERYAL VE YÖNTEM....25
3.1. Materyal....25
3.1.1. Araştırma Yeri....25
3.1.2. Toprak Özellikleri....25
3.1.3. İklim Özellikleri....26
3.1.4 Bitki Özellikleri....27
3.1.5. Sulama Suyu....27
3.1.6. Sulama Sistemi....28
3.1.7. Araştırmada Kullanılan Donanımlar....30
3.2. Yöntem....33
3.2.1. Toprak Örneklerinin Alınması ve Analizler....33
3.2.2. Tarımsal İşlemler....34
3.2.3. Deneme Konuları ve Deseni....35
3.2.4. Uygulanacak Sulama Suyu Miktarı ve Sulama Süresinin Belirlenmesi....37
3.2.5. Bitki Su Tüketiminin Belirlenmesi....38
3.2.6. Su Üretkenliği, Sulama Suyu Üretkenliği ve Verim Tepki Etmeni....39
3.2.7. Verim ve Verim Bileşenleri....40
3.2.8. İstatistiksel Değerlendirme....42
4. BULGULAR ve TARTIŞMA....43
4.1. Sulama Suyu Miktarı ve Bitki Su Tüketimi....43
4.2. Domates Meyve Verimi....47
4.3. Su-Verim İlişkileri....49
4.4. Su Üretkenliği ve Sulama Suyu Üretkenliği....52
4.5. Meyve Kalite Özellikleri....55
4.5.1. Suda Çözünür Kuru Madde (Briks)....55
4.5.2. pH....57
4.5.3. Renk....59
4.5.4. Meyve Sertliği....64
4.5.5. Tek Meyve Ağırlığı....65
5. SONUÇ 68
KAYNAKLAR....71
ÖZGEÇMİŞ....78

SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

Kısaltmalar	Açıklama
m^3	Metreküp
mm	Milimetre
da	Dekar
t	Ton
ha	Hektar
kg	Kilogram
WP	Su üretkenliği
SSC	Suda çözünür katı madde içeriği
ETc	Mevsimlik bitki su tüketimi
Ky	Verim tepki etmeni
IWP	Sulama suyu üretkenliği
Kss	Toplam kuru biyokütle
I	Uygulanan sulama suyu miktarı
A	Alan
Ep	İki sulama arasında geçen süredeki kümülatif kap buharlaşma miktarı
kpc	Bitki-kap katsayısı
P	Islatılan alan yüzdesini
DS	İki toprak suyu ölçümü arasındaki değişim
D	Drenaj miktarı, mm
R	Yüzey akış miktarı, mm
YLD	Meyve verimi
ETa	Mevsimlik gerçek bitki su tüketimi
IRGA	Mevsimlik sulama suyu miktarı

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa

Şekil 3.1. Yolçatı Göleti 28
Şekil 3.2. Araştırmada kullanılan kontrol birimi 29
Şekil 3.3. Ana boru hattına gelen suyun yan boru hattına iletilmesi 29
Şekil 3.4. Araştırmada kullanılan A Sınıfı Buharlaşma Kabı 30
Şekil 3.5. Araştırmada kullanılan refraktometre cihazı 31
Şekil 3.6. Araştırmada kullanılan pH-metre cihazı 31
Şekil 3.7. Araştırmada kullanılan kolorimetre cihazı 32
Şekil 3.8. Araştırmada kullanılan penetremetre cihazı 33
Şekil 3.9. Bir parselin ayrıntılı planı 37
Şekil 3.10. Tesadüf blokları deneme desenine göre parsellerin dağılımı 37
Şekil 3.11. Hasat edilen domates meyvelerinin laboratuvarda tartımı 41
Şekil 4.1 Bitki su tüketimi (ETa) ile uygulanan sulama suyu (S) ilişkisi 45
Şekil 4.2 Meyve verimi ile sulama suyu ilişkisi 50
Şekil 4.3. Meyve verimi ile bitki su tüketimi ilişkisi 50
Şekil 4.4. Oransal su tüketimi eksilişi ile meyve verimi azalışı arasındaki ilişki 51
Şekil 4.5. Su Üretkenliği (WP) ve Sulama Suyu Üretkenliği (IWP) Sonuçları 52

ÇİZELGELER DİZİNİ

Sayfa

Çizelge 3.1. Araştırma alanı topraklarının bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri 25
Çizelge 3.2. Araştırma alanına ilişkin bazı iklim verilerinin uzun yıllar ortalama değerleri (1928-2018) 26
Çizelge 3.3 Deneme alanına ilişkin meteorolojik veriler (2019 yılı) 27
Çizelge 3.4 Tarımsal işlemler ve Ürün gelişim incelemesi 35
Çizelge 3.5. Deneme konuları 36
Çizelge 4.1. Deneme konularına uygulanan sulama suyu miktarları (mm) 43
Çizelge 4.2. Deneme konularının mevsimlik bitki su tüketimi değerleri 45
Çizelge 4.3. Farklı sulama aralığı ve seviyelerinin salçalık domateste meyve verimine olan etkisine ilişkin varyans analiz sonuçları 47
Çizelge 4.4. Farklı sulama aralığı ve seviyelerinin salçalık domates meyve verimine (t ha^{-1}) olan etkisi 48
Çizelge 4.5. Farklı sulama aralığı ve seviyelerinin salçalık domateste briks değerine olan etkisine ilişkin varyans analiz sonuçları 55
Çizelge 4.6. Briks Sonuçları 55
Çizelge 4.7. Farklı sulama aralığı ve seviyelerinin salçalık domateste pH değerine olan etkisine ilişkin varyans analiz sonuçları 58
Çizelge 4.8. pH Sonuçları 58
Çizelge 4.9. Farklı sulama aralığı ve seviyelerinin salçalık domateste renk L değerine olan etkisine ilişkin varyans analiz sonuçları 59
Çizelge 4.10. L değeri sonuçları 60
Çizelge 4.11. Farklı sulama aralığı ve seviyelerinin salçalık domateste renk a değerine olan etkisine ilişkin varyans analiz sonuçları 60
Çizelge 4.12. a değeri sonuçları 60
Çizelge 4.13. Farklı sulama aralığı ve seviyelerinin salçalık domateste renk b değerine olan etkisine ilişkin varyans analiz sonuçları 61
Çizelge 4.14. b değeri sonuçları 61
Çizelge 4.15. Farklı sulama aralığı ve seviyelerinin salçalık domateste renk c değerine olan etkisine ilişkin varyans analiz sonuçları 61
Çizelge 4.16. c değeri sonuçları 62
Çizelge 4.17. Farklı sulama aralığı ve seviyelerinin salçalık domateste renk h değerine olan etkisine ilişkin varyans analiz sonuçları 62
Çizelge 4.18. h değeri sonuçları 62
Çizelge 4.19. Farklı sulama aralığı ve seviyelerinin salçalık domateste sertlik değerine olan etkisine ilişkin varyans analiz sonuçları 64
Çizelge 4.20. Sertlik değeri (kg cm^{-2}) sonuçları 64
Çizelge 4.21. Farklı sulama aralığı ve seviyelerinin salçalık domateste tek meyve ağırlığına olan etkisine ilişkin varyans analiz sonuçları 66
Çizelge 4.22. Tek Meyve Ağırlığı Sonuçları 66

1. GİRİŞ

Domates dünyada birçok ülkede üretilmekle birlikte, anavatanının Orta ve Güney Amerika olduğu bilinmektedir. Domates sözcüğü Güney Amerika'da yerlilerin kullandığı xitomate/zitotomate sözcüğünden türetilmiştir (Güvenç 2019). Domates Amerika Birleşik Devletleri'nde (ABD) ilk defa Thomas Jefferson tarafından yetiştirilmiştir (Anonim 2020a). Domates, 3 Ağustos 1492′de denize açılmış olan Christoper Columbus'un 12 Ekim 1492 tarihindeki Amerika'yı keşfetmesinden sonra, 1550′li yıllarda Avrupa'ya taşınmıştır (Anonim 2017). Anadolu'da ise ilk defa 3. Ahmet döneminde domates ile ilgili kayıtlara rastlanılmıştır. Domatesi Osmanlı'ya tanıtan ve tohumlarını ilk getiren Halep'te 1799-1825 yılları arasında İngiliz Konsolosu olan John Barker'dir (Anonim 2018a). Ülkemizde domates hemen hemen tüm bölgelerde yetiştirilmektedir (Güvenç 2017).

Ülkemiz gıda endüstrisinde her geçen gün önemi artmakta olan domates, dünya üzerinde en fazla üretim ve tüketim alanına sahip olan tarım ürünlerinden biridir. İnsan beslenmesinde vazgeçilmez ürünlerden olması ve gıda sanayinde dondurulmuş, konserve, salça, ketçap ve turşu gibi çok çeşitli kullanım alanlarının olması nedeniyle sebzeler içerisinde önemli bir yere sahiptir (Çay 2012). Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü (FAO) 2017 verilerine göre, 1,1 milyar ton dünya yaş sebze üretiminin 182 milyon tonunu domates oluşturmaktadır. Dünya domates üretiminde 2017 yılı itibariyle 59,6 milyon tonluk üretim ile Çin ilk sırada, 20,7 milyon tonluk üretimi ile Hindistan ikinci, Türkiye 12,75 milyon ton ile üçüncü ve 12,6 milyon tonluk üretimi ile ABD dördüncü sırada yer almaktadır (Anonim 2020b). Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) verilerine göre 2019 yılı domates üretimi ise 12 841 990 tondur. Birçok ülkede yetiştirilmesinin yanı sıra, Türkiye uygun iklim koşulları nedeniyle domates üretiminde önemli ülkelerden biridir (Keskin ve ark. 2004).

Domates, ülkemiz sebze tarımında gerek sera gerekse tarla alanında oldukça öneme sahiptir. Ülkemizde domates sofralık ve salçalık olmak üzere 2 türde yetiştirilmektedir. TÜİK 2019 verilerine göre ülkemizde toplam 1 734 214 dekar domates ekilmiştir. Bunun 1 191 772 dekarlık alanında sofralık domates, 542 442 dekar alanında ise

salçalık domates üretimi gerçekleştirilmiştir. Ülkemizde üretimi yapılan domateslerin 8 836 055 tonluk kısmını sofralık domates, 4 005 935 tonluk kısmını ise salçalık domates oluşturmaktadır. Bölgesel olarak iklim koşulları göz önüne alındığında en fazla üretim Marmara ve Ege bölgelerinde gerçekleştirilmektedir. TÜİK 2019 verilerine göre salçalık domates üretiminde ülkemizde ilk sıralarda yer alan illerimiz Bursa (1 152 974 ton), İzmir (813 277 ton) ve Manisa (754 251 ton) şeklindedir.

Hazır gıda tüketimindeki artış, kadınların iş hayatında aktif rol almaları, hızlı kentleşme ve ürün çeşitliliği ile salçanın ara mamul olarak kullanımı gibi nedenlerle sanayi ürünlerine talep giderek artmaktadır (Keskin 2010). Domates birçok gıda sanayi dalına (domates suyu, salça, ketçap, sos, çorba, turşu, reçel, konserve) hammadde sağlamasının yanı sıra, zengin besin içeriği ve çok yüksek miktarlarda taze veya işlenmiş olarak tüketimi ile önem arz etmektedir (Özdoğan ve ark. 2006, Jumah ve ark. 2007, Çapanoğlu ve ark. 2008, Safdar ve ark. 2010). Domatesin mevsimlik bir sebze olması, taze olarak muhafazasının oldukça güç ve zahmetli, nakliye maliyetlerinin ise fazla olmasından dolayı salça ve diğer ürünlere işlenerek değerlendirilmesi yoluna gidilmektedir. Domates salçası, ülkemiz gıda ihracatında en önemli ürün kategorileri arasında yer almaktadır (Kaya ve ark. 2013).

Su, insanın yaşamını devam ettirmesi için gerekli olan en büyük ihtiyaçtır (Güler 1999). İnsan yaşamı için ne kadar önemli ise diğer canlılar için de bir o kadar önem arz etmektedir. Su, bitkisel üretimin temelini oluşturur. Yüksek nitelikli ürün elde etmek için elverişli suyun en etkin şekilde kullanılması gerekir (Candoğan 2009). Domates bitkisinin verim ve kalitesi hem genetik hem de çevresel etmenlerin etkisi altında farklılık gösterebilmektedir. Su, domates yetiştiriciliğindeki en önemli çevresel etmenlerin başında gelmektedir. Tarımsal alanda sulama, bitkinin gelişimi için ihtiyaç duyduğu su miktarının yağışlar ile karşılanamayan kısmının bitkinin kök bölgesine uygun zamanda ve ihtiyacı kadar uygulanması işlemidir. Dünyanın birçok bölgesinde sulamanın öneminin artmasına karşılık hızlı kentleşme, endüstriyel gereksinimler ve kaynak kirlenmeleri nedeniyle tarımsal amaçla kullanılan su giderek azalmaktadır (Hanks 1983, Kanber ve ark. 1994). Su kullanımının en fazla olduğu alan %70 ile

tarımsal alandır. Bunu %22 ile endüstriyel faaliyetler ve %8 ile evsel amaçla kullanım izlemektedir (Aküzüm ve ark. 2010).

Kurak ve yarık kurak iklim kuşaklarının yer aldığı bölgelerde yeterli düzeyde bitki gelişimi gerçekleşmesi açısından yağışların yetersiz ve dağılışının düzensiz olması, domates tarımında bir risk oluşturmakta ve sulamayı önemli bir verim parametresi durumuna getirmektedir. Ancak, sulamanın öneminin her geçen gün biraz daha artmasına karşılık, dünyanın birçok bölgesinde tarımsal amaçla kullanılan su kaynaklarının giderek azalması sorunu yaşanmaktadır (Gençoğlan ve ark. 1996). Artan dünya nüfusunun su kullanımı ve endüstriyel gereksinimleri de bu azalmayı belirli ölçüde hızlandırmaktadır (Guitjens 1982).

Diğer yandan; tüm dünyada olduğu gibi, ülkemizde de mevcut su kaynaklarının sınırlı oluşu ve suya olan talepte gözlenen artışın yanında küresel ısınmanın olumsuz etkileri, su kaynaklarının daha randımanlı kullanımını zorunlu hale getirmektedir (Çebi ve ark. 2018). Son yıllarda iklim değişikliğinin etkileriyle birlikte oluşan yağış rejiminin değişmesi, atmosferdeki hava sıcaklığındaki artış ve kuraklık gibi sebeplerle birlikte tarımsal faaliyetlerde sulamanın önemi daha da artmıştır (Yetik 2021). Bu nedenle; hem su kaynaklarının kirlenmesinin önlenmesi, hem de suyun etkin kullanılması bakımından yüzey sulama gibi geleneksel yöntemler yerine, modern sulama yöntemlerinin kullanımı giderek önemli hale gelmektedir. Bunlardan damla sulama, sebze ve meyvelerin yanında, tarla bitkilerinin sulanmasında da yaygın biçimde kullanılmaktadır (Ertek ve ark. 2000). Damla sulama sistemleriyle arazide sadece belli bir alan ıslatıldığından sudan önemli ölçüde tasarruf sağlanır (Goldberg ve ark. 1976). Bunun yanı sıra uygulanan suyun bitki kök bölgesine direk nüfuz etmesinden dolayı fazla su kullanımının önüne geçerek bitkinin ihtiyacı olan sudan maksimum düzeyde yararlanması sağlanmaktadır.

Ülkemizdeki sulu tarım alanlarında gerçekleştirilen tahmini üretim artışları istenilen düzeyin altında kalmaktadır. Bu sebeple sulama suyundan tasarruf sağlamak amacıyla birçok çalışma yürütülmüştür. Geleneksel sulamalar modifiye edilerek bitki kök bölgesinin farklı kısımlarının sulanmasını öneren yeni fikirler ortaya atılmıştır (Kang ve

ark. 1997). Damla sulama, daha önceki geleneksel sistemlerden oldukça farklıdır. Diğer sulama yöntemlerine kıyasla daha az sulama suyuna ihtiyaç vardır. Damla sulama yöntemi su tasarrufu sağladığı gibi verimde de artışa neden olmaktadır. Ancak lateralin her yıl serilmesi ve toplanması ayrıca damlatıcıların tıkanması gibi nedenlerle bu sistemin yaygınlaşma hızı istenilen düzeye gelmemiştir (Şimşek ve Gerçek 2005).

Kısıntılı sulamanın amacı, sulamada uygulanan su miktarını veya sulama olaylarının sayısını azaltarak su üretkenliğini (WP) artırmaktır (Kirda 2002). Damla sulama yöntemi, ilk kurulum maliyetleri açısından yüksek olmasının yanı sıra sağladığı su tasarrufu ve yüksek WP gibi sebeplerle diğer yöntemlere kıyasla oldukça verimli bir sistem olarak kabul edilmektedir. Domatesin suyu oldukça seven bir bitki olduğu bilinmektedir. Domates üretiminde yüksek verim ve kalitede ürün almak ve bu süreçte maksimum su tasarrufu sağlanması istenmektedir. Bu sebeple domates yetiştiriciliğinde damla sulama yöntemi tercih edilmektedir.

Salçalık domateslerin önemli kalite kriterleri belirlenirken genellikle briks, pH, renk ve meyve sertliği faktörleri üzerinde durulmaktadır (Vural ve ark. 1993). Salçalık domates yetiştiriciliğinde en önemli parametrelerden biri meyvedeki suda çözünür katı madde içeriğini belirten Briks değeridir. Uygulanan su miktarı meyve verimini arttırırken aynı zamanda meyvelerin Briks derecesini, likopen ve toplam polifenol içeriğini önemli ölçüde düşürmekte, askorbik asit söz konusu olduğunda ise optimum su temin koşullarında daha yüksek askorbik asit içeriği elde edilmektedir (Helyes ve ark. 2012). Sanayi domatesindeki yüksek kuru madde içeriği nedeniyle son yıllardaki sofralık tüketim amaçlı olan talebin de bu değerlendirilme şekillerine ilave edilmesi nedeniyle sanayi domatesi üretim payının her geçen gün önemli oranlarda artış gösterdiği söylenebilmektedir (Duman ve ark. 2012, Aytekin ve Duman 2014). Domateste su kısıntısı, meyve iriliği ve verimin azalmasına yol açarken, toplam suda çözünür katı madde içeriği, organik asitler, C vitamini ve şeker / asit içeriği oranının yanı sıra WP değerlerini arttırmıştır (Liu ve Chen 2002).

Salçalık domates yetiştiriciliğinde, briks değeri oldukça büyük bir öneme sahiptir. Fabrikalar için domatesin briks değerinin yüksek olması buharlaştırma için kullanılan

enerji maliyetlerinin azalmasını sağlamaktadır. Bu durum da fabrikaların üretim aşamasında maliyetini düşürerek kar parametrelerini yükseltmektedir.

Fabrikaların yanı sıra çiftçiler de domatesten maksimum verim elde etmek amacı ile hem sık sulama hem de bilinçsizce fazla sulama suyu uygulayabilmektedir. Bu uygulama her ne kadar çiftçiler için verimi arttırmaya yönelik bazen olumlu sonuçlar verse de briks değerini büyük ölçüde düşürmektedir. Bunun sonucunda briks değerinin düşmesine rağmen üründen alınan verim artmasından çiftçiler olumlu etkilenirken fabrikalar salça üretiminde buharlaşma uygulamasına gerek duydukları için olumsuz bir sonuç ortaya çıkar.

Farklı çevresel etmenlerin domates meyve verim ve kimi kalite parametrelerine yönelik olarak daha önce hem dünya genelinde hem de ülkemizde çalışmalar yürütülmüştür. Ancak, dünyada önemli domates yetiştiricisi ülkeler arasında yer alan ülkemizde hem farklı sulama aralığı hem de farklı sulama seviyelerinin birlikte alınarak salçalık domatesin verim ve kalite açısından değerlendirildiği çalışma sayısı çok az olup Bursa bölgesinde bu konuda bir çalışmaya rastlanılmamıştır. Bu çalışmanın amacı, ülkemizde en çok salçalık domatesin yetiştirildiği Güney Marmara ekolojik koşullarında farklı sulama aralığı ve sulama suyu seviyelerinin salçalık domates üzerindeki verim ve başta Briks olmak üzere bazı kalite parametreleri üzerindeki etkilerini belirlemektir. Çalışma sonuçlarından bölge çiftçisinin yanı sıra bölgede domatesi işleyen fabrikaların da yararlanması beklenmektedir.

2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

Bu bölümde, domates yetiştiriciliğinde farklı sulama aralıkları, farklı sulama suyu seviyeleri, verim ve kalite parametreleri ile ilgili yapılmış olan çalışmalara ilişkin özet bilgilere yer verilmiştir.

Yazgan ve ark. (2000), Bursa ve yöresinde karık sulama ile sulanan sanayi domatesinde farklı sulama zamanlarının verim üzerine etkisini araştırmışlardır. Araştırma için 16 konulu, 3 yinelemeli bir arazi denemesi kurmuşlardır. Sulama işlemlerinden önce gravimetrik yöntem ile topraktaki nemi belirlemişler ve her sulamada eksik nemi tarla kapasitesine getirmişlerdir. Araştırma sonuçlarına göre en yüksek verim gelişme döneminde su kısıntısının hiç oluşturulmadığı konudan elde etmişlerdir. Mevsimlik sulama suyu gereksinimi ortalamaları 289,3 – 436,9 mm arasında değişiklik gösterdiğini belirtmişlerdir.

Çetin ve ark. (2002), Eskişehir yöresinde domates bitkisine uygun sulama programını belirlemek amacıyla, A sınıfı buharlaşma kabından yararlanarak 2, 4 ve 6 günlük sulama aralıklarında ve buharlaşma kabında meydana gelen buharlaşma miktarının %50, %75, %100 ve %125'i kadar sulama suyu uygulamışlardır. Araştırma sonucunda en yüksek meyve verimini A sınıfı buharlaşma kabından gerçekleşen buharlaşma miktarının %100' ünün 4 günlük aralıklarla uygulandığı deneme konusundan elde etmişlerdir.

Salokhe ve ark. (2005), Penman-Monteith (PM) yöntemine dayalı olarak evapotranspirasyonun %100, %75, %50 ve %25 eş değer 4 farklı sulama seviyesinde bitki büyümesi, meyve verimi ve su verimliliği etmenlerini incelemek amacıyla bir çalışma gerçekleştirmişlerdir. Sürekli ve aralıklı olmak üzere iki farklı sulama programı uygulanmıştır. Damla sulama sisteminin performansını 2, 4, 6 ve 8 l sa^{-1} debili damlatıcılarla değerlendirmek için dağıtım homojenliği, damlatıcı akış oranı ve basınç göstergeleri kullanılmıştır. Araştırma sonucunda evapotranspirasyonun %75'inin uygulandığı sulama konusundan maksimum meyve verimi ve sulama suyu verimliliği

elde etmişlerdir. Sulama programının ise ürün performansı üzerinde bir etki göstermediğini gözlemlemişlerdir.

Yaylalı (2007), Konya koşullarında farklı tuz konsantrasyonlarına sahip sulama suyu uygulamalarının domates meyvesinde fiziksel ve kimyasal değişimlerin neler olduğu, bitki su tüketimi, toprak tuz birikimi, meyve verim ve kalite parametrelerindeki değişimlerin belirlenmesi amacıyla araştırmayı gerçekleştirmiştir. Araştırmayı sulama suyunun 6 farklı tuz konsantrasyonunda (EC = 500 µS cm^{-1} kontrol, 750, 1000, 1500, 2000 ve 2500 µS cm^{-1}), %100 ve %75 kısıntı koşullarında 2 alt konuda 3 tekerrürlü olarak gerçekleştirmiştir. Araştırma sonucunda bitki sulama suyu ihtiyacında kısıtlamaya gidildiğinde tuz oranı yüksek su kullanılmasının, domates bitkisinin gelişimi ile meyve verim ve kalite parametrelerinin olumsuz etki yarattığı sonucuna varmıştır.

Topçu ve ark. (2007), geleneksel kısıntılı sulamanın veya kısmi kök kuruluğu (PRD) yapılarak uygulanan sulamanın serada yetiştirilen domatesin meyve verimi ve gübre kullanım etkinliği üzerine etkilerini araştırmışlardır. Bu çalışmada (1) A sınıfı buharlaşma kabından buharlaşan su miktarının tamamının uygulandığı, (2) kısmi kök kuruluğu ile buharlaşma kabından buharlaşan suyun %50'sinin uygulandığı, (3) buharlaşma kabından okunan değerin %50'sinin uygulandığı 3 sulama programı kullanmışlardır. Araştırma sonucunda en yüksek meyve verimini 145,4 t ha^{-1} ile (1) konusundan elde etmişlerdir. Tam sulama konusuna kıyasla her iki kısıntı konusunda da gübre kullanım etkinliğinin %70'in üzerinde olduğunu gözlemlemişlerdir.

Yavuz ve ark. (2007), damla sulama sistemi ile sulanan ve tarlada yetiştirilen domatesin (*Lycopersicon esculentum* cv. Mona F1) verim ve kalitesine su stresinin etkisini belirlemişler ve su üretkenliğini değerlendirmişlerdir. Uygulanan sulama suyu miktarının belirlenmesinde A sınıfı kaptan kümülatif buharlaşmayı dikkate almışlardır. Çanakkale koşullarında 2002 ve 2003 yıllarında damla sulama uygulanarak gerçekleştirilen çalışmada, farklı sulama düzeylerinin (Kcp1 = 0.25, Kcp2 = 0.50, Kcp3 = 0.75, Kcp4 = 1.00 ve Kcp5 = 1.25) Mona F1 domateslerinin meyve kalitesindeki değişimleri tespit edilmiştir. En kısa sulama aralığı (5 gün) 2002'de bitki büyümesinin

ikinci aşamasında ve 2003'te üçüncü aşamada uygulanmıştır. En yüksek verim her iki yıl için Kcp4'te elde edilmiştir. Su üretkenliği (WP), sulama suyu üretkenliği (IWP) ve uygulanan sulama suyunun bitki su tüketimine oranı (IR / ET) için ortalama değerler sırasıyla 1,05 kg ha^{-1} mm^{-1}, 1,12 kg ha^{-1} mm^{-1}ve 0,4 olarak saptanmıştır. Tüm büyüme dönemi için verim tepki etmeni (Ky) 0,60 olarak belirlenmiştir. Araştırmacılar, sulama suyu miktarındaki artışla Briks, meyve sertliği, titre edilebilir asit ve pH gibi kalite parametrelerinin düştüğünü raporlamışlardır.

Çetin ve ark. (2008), Eskişehir şartlarında domates bitkisinin sıra aralığı, sulama seviyeleri ve ekim geometrilerinin verim, sulama suyu üretkenliği (IWP) ve net gelir üzerindeki etkilerini araştırmak için bir çalışma yürütmüşlerdir. Bitki gölgeleme yüzdesine göre sulanan hem lateral hem de sıra aralığının 1 m olduğu konudan maksimum 121,1 t ha^{-1} verim elde etmişlerdir. Bu konunun mevsimlik sulama suyu miktarını 551 mm olarak bulmuşlardır. Lateral aralığı 0,70 m ve sıra aralığı 1,30 m olan tasarımdan 60 mm su tasarrufu ve %40 yatırım ekonomisi sağlanmasına rağmen, her sıra için bir lateral olan tasarımın yıllık getirisi, çift sıralı tasarımın getirisinden 1590 ABD $ ha^{-1} daha yüksek olduğu sonucuna ulaşmışlardır. Maksimum IWP'yi (22,3 kg m^{-3}) 2 m lateral aralığı ve bitki yüzey örtüsünden elde etmişlerdir.

Favati ve ark. (2009), Güney İtalya'da sulamanın sanayi domatesinde kalite üzerine etlilerini araştırmışlardır. Sulama miktarının belirlenmesinde Doorenbos ve and Pruit (1977) tarafından verilen $ETc = ET_0 \times Kc$ eşitlikten yararlanmışlardır. Son sulamadan başlayarak kümülatif bitki su tüketiminin (ETc) sırasıyla 20 mm, 40 mm ve 60 mm (L20, L40 ve L60) olduğunda başlanması biçiminde 3 sulama aralığı ele alınan çalışmada, ayrıca 3 farklı sulama seviyesi (maksimum bitki su tüketiminin %0, 50 ve 100) de araştırılmıştır. Bu seviyeler bitki yetiştiricilik mevsimi boyunca sabit tutularak denemeler yürütülmüştür. Bunun yanında bitki yetiştirme mevsimi ikiye ayrılarak ilk dönem için ETc'nin %100'ü sonraki dönem için %50'si alınarak domatesin tepkisi araştırılmıştır. Araştırma sonucuna göre, domates meyvesinin kalitesi ve verimi arasındaki en iyi dengenin, hem sulama aralığının uzatılmasıyla (L40 veya L60) hem de domates ekim döngüsünün ikinci bölümü için sulama hacminin sınırlandırılmasıyla elde

edildiğini (ETc'nin ilk dönem için %100 ikinci dönem için %50 alındığı uygulama) raporlamışlardır.

Özbahçe ve ark. (2009), Konya koşullarında 25, 50 ve 75 cm (A, B ve C koşulları) şeklinde farklı damlatıcı aralığı ve I1 tam sulama, I2= %25, I3= %50 ve I4= %75 kısıntı koşullarında salçalık domatesin toplam meyve verimi, salçalık domates meyve verimi, salça verimi ve bazı kalite parametreleri üzerine arazi denemesi gerçekleştirmişlerdir. Araştırma sonuçlarına göre en yüksek verimi 25 cm damlatıcı aralığı olan A ve I1= %100 tam sulama konularından elde etmişlerdir.

Sezen ve ark. (2010), Türkiye'nin Akdeniz Bölgesinde serada farklı topraksız kültürlerde yetiştirilen ve damla sulama ile sulanan domates bitkisi için en uygun sulama programını belirlemek amacıyla bir çalışma yapmışlardır. Araştırmada 3 farklı büyüme ortamı (volkanik kül, turba ve bunların karışımı), 4 farklı sulama suyu seviyesi (WL1 =% 75; WL2 =% 100; WL3 =% 125 ve WL4 = Sınıf A Pan buharlaşmasının %150'si) ve iki sulama aralığı (günde bir ve iki kez uygulama) kullanmışlardır. Araştırma sonucunda en yüksek verimi ve meyve sayısını, WL4 sulama seviyesinde günde iki kez sulama ile kül + turba karışımından elde etmişlerdir. Kullanılabilir suyun artmasıyla domates meyvesinin çözünür katılarının azaldığını gözlemlemişlerdir. 121,4 kg m^{-3} ile en yüksek sulama suyu üretkenliği (IWP) değerini, turba + kül ile günde bir kez sulama ve WL1 konusundan elde etmişlerdir. Sulama suyu miktarı arttıkça tüm konularda IWP'nin azaldığını belirlemişlerdir.

Zhai ve ark. (2010), Çin'in Jiangsu eyaletinde damla sulama yöntemi ile uygun sulama programını bulmak amacıyla farklı sulama aralıkları ve sulama seviyelerinin domates bitkisi üzerinde büyüme ve verime etkilerini araştırmışlardır. Denemeyi 2, 3 ve 4 gün olmak üzere 3 farklı sulama aralığı ve 180 mm, 150 mm, ve 120 mm olmak üzere 3 farklı sulama seviyesinde gerçekleştirmişlerdir. Araştırma sonucunda sulama suyu kullanım etkinliğinin, aynı sulama aralığında sulama seviyelerindeki düşüşle artma eğiliminde olduğunu gözlemlemişlerdir. Domates bitkisindeki en yüksek verim değerine 3 günlük sulama aralığında 120 mm sulama seviyesinde ulaşmışlardır.

Patane ve ark. (2011), İtalya'nın yarı kurak Akdeniz ortamında kısıntılı sulama uygulamasının (DI) su verimliliği, biokütle, meyve verimi ve domates meyvesinin bazı kalite özellikleri üzerindeki etkilerini değerlendirmek için iki yıllık bir çalışma gerçekleştirmişlerdir. Çalışmayı bitki çiçeklenmesinden sonra sulama yapılmaması (V0); meyve olgunluğuna kadar buharlaşmanın %100 (V100) veya %50'si (V50), çiçeklenene kadar buharlaşma miktarının %100'ü, ardından buharlaşmanın %50'si (V100-50) şeklinde 4 farklı sulama uygulamasında yürütmüşlerdir. Sonuç olarak; sanayi domatesinde, su kullanım verimliliğini artırmak, meyve kayıplarını en aza indirmek ve yüksek meyve kalitesi için, tüm yetiştirme sezonu veya bunun bir kısmı için buharlaşma miktarının %50'sinin uygulandığı bir sulama uygulamasını önermişlerdir.

Ertek ve ark. (2012), farklı sulama seviyesi ve azot uygulama düzeylerinin damla sulama ile sulanan domates bitkileri üzerindeki etkilerini belirlemek amacıyla bir çalışma yapmışlardır. Araştırmada 5 ve 10 günlük ara ile 3 azot (N) seviyesinde (N0=0, N1=80, N2=160 kg ha^{-1}) A sınıfı buharlaşma kabından buharlaşan suyun %50, %75 ve %100'ünü uygulamışlardır. Araştırma sonucunda farklı su kısıntıları ve N değerlerinin domates su kullanım etkinliğini ve verimini etkilediğini ancak azot uygulamalarının etkilerinin daha fazla olduğunu gözlemlemişleridir. Dolayısıyla benzer iklim ve toprak koşullarında maksimum domates verimine ulaşmak için A sınıfı buharlaşma kabından buharlaşan suyun %100'ünün uygulanması ve azot değerinin 160 kg ha^{-1} olması gerektiği sonucuna ulaşmışlardır.

Özbahçe ve ark. (2012), Konya koşullarında salçalık domates için uygun kap katsayısını bulmak amacıyla yaptıkları çalışmada toprak nemi izlenerek oluşturulan sulama programından faydalanmışlardır. Deneme konularını I1= tam sulama, I2=%25, I3= %50 ve I4= %75 kısıntı olmak üzere 4 farklı sulama düzeyi şeklinde oluşturmuşlardır. Araştırmanın sulama suyu miktarını 426-587 mm olarak bulmuşlardır. Araştırma sonucunda kaptan meydana gelen buharlaşmalar uygulanan sulama suyu miktarları ile birlikte ele alındığında salçalık domates için en uygun Kpc kat sayısını yıllar itibariyle 1,20-1,25 olarak belirlemişlerdir.

Kamal ve ark. (2013), Mısır'ın Al-Nubaria bölgesinde damla sulama yöntemiyle yetiştirilen domates bitkilerinde 3 farklı sulama suyu miktarının (2400, 1800 ve 1200 m^3 fed^{-1}; 1 fed = 0,42 ha) büyüme, kimyasal bileşim, verim, su üretkenliği (WP) ve meyve kalitesi üzerindeki etkileşimlerini araştırmışlardır. Araştırma sonucunda domates verimi en fazla 2400 m^3 fed^{-1}'de, en yüksek WP'yi 1800 m^3 fed^{-1}'de, en yüksek meyve kalitesini ise düşük sulama seviyesi olan 1200 m^3 fed^{-1}'de olduğunu tespit etmişlerdir.

Rahil ve ark. (2013), Kadoorie'de 3 farklı sulama aralığında tuzlu su ile sulamanın domates bitkisinde verim ve toprak özellikleri üzerindeki etkilerini araştırmak için bir arazi denemesi yapmışlardır. Domates fidelerini dikimden sonra 10 gün süreyle tatlı su ile sulamışlardır. Bitki büyüme mevsimi boyunca 3 seviyeli tuzlu su (3, 5 ve 7 dS m^{-1}) 3 farklı sulama aralığı (her gün, iki günde bir ve üç günde bir) ile uygulamışlardır. Bu çalışmanın sonucunda, tuzlu suyla sulanan bitki uygulamalarının, her iki günde bir ve üç günde bir sulanan konulara kıyasla her gün sulanan konularda en yüksek verimi verdiğini gözlemlemişlerdir. Her iki günde bir ve her üç günde bir sulama aralıkları arasında 5 ve 7 dS m^{-1} tuzlu sulama seviyeleri altında verim düşüşünde önemli farklılıklar gösterirken, 3 dS m^{-1} tuzluluk seviyesinin altındaki sulama aralıkları arasında anlamlı bir fark olmadığını tespit etmişlerdir.

Çömlekçioğlu ve ark. (2014), su stresi ve çevre koşullarının sanayi domatesi bitkisinin büyüme ve gelişimindeki etkilerini incelemek amacıyla açık tarla koşullarında A sınıfı buharlaşma kabından 3 günde gerçekleşen toplam buharlaşmanın %133, %100 ve %66' sının uygulandığı ve çiçeklere 0, 25 ve 50 ppm giberellik asit (GA3) uygulaması yapıldığı bir çalışma gerçekleştirmişlerdir. Deneme sonucunda en yüksek meyve tutum oranını %57,36 olarak A sınıfı buharlaşma kapından buharlaşan suyun %133'ünün uygulandığı ve 50 ppm GA3 uygulamasının gerçekleştirildiği konudan elde etmişlerdir. En yüksek meyve verimi ise %133 sulama seviyesinde ve 50 ppm GA3 uygulamasından 11,35 ton da olarak elde edilmiştir. Araştırma sonuçlarına bakıldığında hem sulama seviyelerinin hem de GA3 uygulamalarının yüksek sıcaklık altında meyve tutum oranlarını ve verim değerlerini önemli ölçüde etkilediğini gözlemlemişlerdir.

Kuşçu ve ark. (2014a), Bursa koşullarında iki yıl boyunca sanayi domatesinin farklı fenolojik dönemlerinde uygulanan kısıntılı sulamanın domates üzerindeki etkilerini araştırmak amacıyla bir çalışma yapmışlardır. Tam sulamayı 3 gün aralıklarla bitki su tüketiminin %100'ü olacak şekilde uygulamışlardır. Diğer uygulamalarda vejetatif, çiçeklenme, verim oluşumu, olgunlaşma veya bu aşamaların kombinasyonları sırasında hiç su uygulamamışlardır. Araştırma sonucunda tüm büyüme mevsimi boyunca tam sulamanın daha yüksek verim ve net gelir için tercih edildiğini gözlemlemişlerdir. Bütün yetiştirme mevsimi boyunca tam sulamaya alternatif olarak, meyve olgunlaşma aşamasına kadar tam sulamanın uygulanması ve bu süreden sonra tam sulamanın kesilmesi sonucunda sulama suyundan %33 oranında tasarruf sağlamışlardır.

Kuşçu ve ark. (2014b), 2010 ve 2011 yıllarında Bursa koşullarında farklı seviyelerde sulama suyu ve azot (N) uygulamalarının sanayi domatesi üzerindeki verim, kalite ve su üretkenliğine olan etkilerini incelemek amacıyla bir araştırma gerçekleştirmişlerdir. Araştırmada 3 farklı sulama seviyesi (A sınıfı buharlaşma kabından buharlaşan suyun %100, %75 ve %50'si) ve 4 farklı azot miktarı (0, 60, 120 ve 180 kg ha^{-1}) kullanmışlardır. En yüksek verimin her iki yıl için de A sınıfı buharlaşma kabından gerçekleşen buharlaşmanın tamamını uyguladıkları konuda gerçekleştiğini gözlemlemişlerdir. Azalan sulama seviyelerinin genellikle kuru maddeyi, toplam çözünür katı maddeleri, toplam şeker miktarını, titre edilebilir asitliği, likopeni ve asitliği arttırdığını, meyve azot içeriğini ve meyve toplam protein içeriğini biraz düşürdüğünü gözlemlemişlerdir. En yüksek su üretkenliğini ise A sınıfı buharlaşma kabından gerçekleşen buharlaşma miktarının %75'inin uygulandığı deneme konusundan elde etmişlerdir.

Biswas ve ark. (2015), damla sulama ve malçların domatesin verimi, su üretkenliği ve ekonomik getirisi üzerindeki birleşik etkilerini araştırmışlardır. Araştırma konularını, üç damla sulama seviyesi (bitki sulama suyu ihtiyacının% 100, 75 ve 50'si, ETc) ve iki malç (siyah polietilen levha ve çeltik samanı) gibi farklı kombinasyonlardan oluşturmuşlardır. Her malç için en yüksek verimi (polietilen için 81,12 t ha^{-1} ve saman için 79,49 t ha^{-1}) su ihtiyacının% 50'si uygulandığında elde etmişlerdir. En yüksek su üretkenliğini ise 592 kg ha^{-1} mm^{-1} polietilen malç altında %50 su uygulaması ile elde

etmişlerdir. Böylece çalışma sonucunda, domates bitkisinde malç ile damla sulamanın arazi ve su üretkenliğini artırmada belirgin bir rolü olduğunu ortaya koymuşlardır.

Khashroum (2016), 2013-2014 ve 2014-2015 yıllarında Ürdün'ün Al-Mafraq şehrinde farklı tuzlu su düzeylerinin domates üzerindeki etkilerini araştırmak amacıyla bir çalışma gerçekleştirmiştir. Araştırmanın ana konularını %50, %75, %100 ve %125 olmak üzere 4 farklı sulama seviyesinde ve alt konularını ise her iki dönemin çiçeklenmesinde 0,7 dS m^{-1} tatlı su, 5,5 dS m^{-1} tuzlu su ve alternatif tatlı su olmak üzere 3 farklı su kalitesi olarak belirlemiştir. İlk sezonda %125 sulama seviyesinde alternatif su uygulama işleminde 34,67 ton ha^{-1} ulaşırken, tuzlu su uygulama işleminin 31,96 ton ha^{-1} olduğunu gözlemlemiştir.

Xiukang ve ark. (2016), Çin'de sulama ve gübre oranının domates bitkisinin büyümesi, verimi ve WP üzerindeki etkilerini araştırmak amacıyla 2012 ve 2013 yıllarında iki dönemlik bir çalışma yapmışlardır. Araştırma sonucunda artan sulama seviyesinin domateslerin meyve verimini artırdığını ve WP'yi düşürdüğünü gözlemlemişlerdir. Meyve verimi ve WP değerinin artan gübre oranıyla artarken WP değerinin, sulamaya gübrelemeden daha duyarlı olduğunu fark etmişlerdir. Domates bitkisi için sulama suyu miktarının 151-208 mm, uygulanacak gübre miktarının ise 454-461 kg ha^{-1} arasında değişeceğini bildirmişlerdir.

Giuliani ve ark. (2017), Akdeniz iklim koşullarında yetiştirilen domateslerin işlenmesinde kısıntılı sulama (DI) ve kısmi kök bölgesi kuruluğu (PRD) tekniklerinin bitki su stres indeksi (CWSI), su üretkenliği (WP) ve kalite parametreleri üzerindeki etkilerini değerlendirmişlerdir. Araştırmada (i) IR100: maksimum domates bitki su tüketiminin (ETc) %100'ünü karşılayacak düzeyde tam sulama; (ii) IR70DI: IR100'e verilen su miktarının%70'i; (iii) IR70PRD: IR100'e verilen su miktarının PRD tekniğini uygulayarak %70'i ve (iv) IR0: sadece ekimde ve gübreleme sırasında sulama olmak üzere 4 farklı sulama konusu ve iki büyüme sezonu için iki farklı çeşit kullanmışlardır. IR70PRD altında, CWSI IR70DI'den önemli ölçüde daha yüksek olmasına rağmen, elde edilen pazarlanabilir verimin önemli ölçüde daha yüksek olduğunu gözlemlemişlerdir. IR70PRD'nin IR100'e göre WP artışının ilk büyüme sezonunda %27 ve ikinci sezonda

%17 olduğunu ve bunun sonucunda da PRD'nin WP üzerindeki olumlu etkisinin daha stresli yılda daha belirgin olduğunu belirlemişlerdir.

Tarı ve ark. (2017), 2012-2013 yıllarında Akdeniz iklim koşullarında sera domatesi için en uygun sulama programının belirlenmesi amacıyla bir çalışma yapmışlardır. Araştırma açık su yüzeyinde meydana gelen buharlaşmanın %60, %80, %100 ve %120'si olmak üzere 4 farklı sulama suyu konusunda ele alınmıştır. Araştırma sonucunda en uygun sulama programının açık su yüzeyi buharlaşmasının %100'ünün uygulandığı araştırma konusu olduğunu belirlemişlerdir. Bu konunun sulama suyu gereksinimini 350 mm, su tüketimini 361 mm, verimini 128,7 t ha^{-1} ve sulama suyu kullanım randımanını 36,8 kg m^{-3} olarak bulmuşlardır.

Coyago-Cruz ve ark. (2017), düzenlenmiş kısıntılı sulamanın (RDI) domateslerde meyve kalite parametreleri, karotenoidler ve fenolikler üzerindeki etkilerini değerlendirmeyi amaçlamışlardır. Üç yaygın olarak yetiştirilen domates çeşidi (Tigerella, Palamós ve Byelsa) ve iki kiraz (cherry) domates çeşidini (Lazarino ve Summerbrix) materyal olarak almışlardır. Yaprak suyu potansiyelinde %40 ve %50 azalma ile RDI'nın yaygın olarak yetiştirilen domateslerin tümünde ve "Summerbrix" kiraz domates çeşidinde meyvelerin organoleptik kalitesini büyük ölçüde etkilemediğini belirlemişlerdir. Buna karşın incelenen tüm çeşitlerde RDI ile karotenoid seviyelerinde ve fenolik bileşenlerde önemli değişiklikler gözlenmiştir. Genelde karotenoidlerdeki artışa bağlı olarak fenolik bileşenlerde azalma saptamışlardır. Sonuç olarak, 'Lazarino' çeşidinin su eksikliğine daha duyarlı, 'Summerbrix' ve 'Palamós' çeşitlerinin ise daha dirençli olduğu raporlanmıştır.

Gerçek ve ark. (2017), su yastıklı sulama yönteminin sera koşullarında sulama sistemindeki etkinliğini araştırmış ve sonuçları damla sulama ile karşılaştırmışlardır. Uygulanan sulama suyu miktarını su yastıklarında 416,3 mm, damla sulamada 798,7 mm olarak ölçmüşlerdir. Toplam meyve verimini su yastıklarında 360,11 t ha^{-1} ve damla sulama yönteminde 306,62 t ha^{-1} olarak bulmuşlardır. Su yastıklarından ve damla sulamadan domates üzerinde yapılan fizikokimyasal analizler, su yastıkları ile sulanan

domateslerin damla sulama ile sulanan domateslere göre daha iyi pH, titrasyon asitliği, brix, toplam kuru madde ve renk değerlerine sahip olduğunu gözlemlemişlerdir.

Çebi ve ark. (2018), Kırklareli şartlarında 2014, 2015 ve 2016 yıllarında farklı tuzluluk seviyelerinde ve farklı sulama suyu seviyelerinin domates bitkisinde pazarlanabilir meyve verimine ve su kullanım etkinliğine olan etkilerini araştırmak amacıyla bir çalışma gerçekleştirmişlerdir. Araştırmada toprağın 0-20 cm, 20-40 cm, 40-60 cm ve 60-100 cm derinliklerine yerleştirilen nem sensörleri sayesinde toprak profilinden eksilen nem miktarına göre tarla kapasitesinin %70'i (S1) , %100'ü (S2) ve %130'unun (S3) uygulandığı sulama programlarında ve T1: 0,38 dS m^{-1}, T2: 1,10 dS m^{-1}, T3: 2,50 dS m^{-1}, T4: 5 dS m^{-1} olmak üzere dört farklı sulama suyu tuzluluğunda gerçekleştirilmiştir. Araştırma sonucunda bitki su tüketimi değerlerinin 248 mm ile 453 mm arasında değiştiğini tespit etmişlerdir. Bununla birlikte en yüksek su tüketimini T1S3 konusunda en düşük su tüketimini T4S1 konusunda bulmuşlardır. T1S2, T2S2 ve T1S3 uygulamalarından en yüksek verimi elde ederken T4S1 uygulamasından en düşük verimi elde etmişlerdir. Sulama suyu tuzluluk miktarı artış gösterdiğinde her sulama seviyesinde verim ve pazarlanabilir verime göre su üretkenliğinde düşüş meydana geldiğini gözlemlemişlerdir.

Sun ve ark. (2018), sürekli sulamanın (CI) bitki gazı değişimi ve su üretkenliği (WP) üzerindeki etkilerini, farklı toprak su koşullarında geleneksel aralıklı sulamaya (II) göre araştırmak amacıyla bir çalışma yürütmüşlerdir. Araştırma sonucunda CI'nın II'ye oranla daha yüksek verim elde ettiğini ve bu sebeple CI'nın hem yaprak hem de verim seviyelerinde WP'yi arttırdığını tespit etmişlerdir. CI'nın Çin'de domates üretiminde sulama suyu kullanımını azaltmak ve WP'yi arttırmak için kullanabileceğini belirtmişlerdir.

Çamoğlu ve ark. (2019), sofralık domateste su stresinin verime, bitki su tüketimine, su üretkenliği (WP), sulama suyu üretkenliği (IWP) ve fizyolojik özelliklere (stoma iletkenliği, yaprak su potansiyeli, yaprak oransal su içeriği ve klorofil) etkilerini belirlemek amacıyla, 2017 yılında Çanakkale koşullarında bir çalışma gerçekleştirmişlerdir. Deneme, toprakta eksilen nemin tarla kapasitesine tamamlandığı

tam sulama (kontrol) ve üç su stresi düzeyi (kontrol uygulamasına verilen suyun %25, %50 ve %75'i) olmak üzere toplam dört uygulamadan oluşturulmuştur. Çalışma sonucunda, su stresine bağlı olarak verim ve fizyolojik özelliklerde önemli düzeyde azalmalar meydana gelmiştir. Bitki su tüketimi ve verim değerleri uygulamalara göre sırasıyla 348-869 mm ve 22.7-72.2 t ha^{-1} arasında değişmiştir. En yüksek WP ve IWP değerleri %50 oranında su kısıtının yapıldığı uygulamadan elde edilmiştir. Çalışmanın sonucu olarak, sofralık domates yetiştiriciliğinde su stresinin bitkiyi olumsuz etkilediği ve fizyolojik özellikler kullanılarak olası verim azalmasının yüksek doğrulukla tahmin edilebileceğini raporlamışlardır.

Francaviglia ve ark. (2019), İtalya'da damla sulama yöntemi ile kısıntılı sulama (DI) uygulamasının, sanayi domatesinde meyve verimi ve sulama suyu üretkenliği (IWP) açısından etkilerini araştırmışlardır. Hem verimleri hem de IWP'yi, her deneyde maksimum su restorasyonu (MWR) alan tam sulama altındaki kontrol uygulamasıyla karşılaştırmışlardır. Araştırma sonucunda, verimlerin MWR'nin %70-80'inde az oranda düşeceğini ve bitki döngüsü sırasında değişken sulama rejimlerinin daha yüksek meyve verimi ile sonuçlandığını gözlemlemişlerdir. Ancak sonuçların konuma bağlı olarak değişkenlik gösterdiğini belirtmişlerdir.

Panigrahi ve ark. (2019), Hindistan'da toplam buharlaşma miktarının %100, %80 ve %60'ının uygulandığı 3 farklı sulama suyu seviyelerinde plastik malç ve malçsız uygulamalarının domates bitkisinde verime olan etkilerini araştırmak amacıyla bir çalışma yürütmüşlerdir. Araştırma sonucunda, toplam buharlaşmanın %100 ünü uyguladıkları malçlı konudan 19 ton ha^{-1} olarak en yüksek domates verimini, yine buharlaşmanın %100'ünü uyguladıkları malçlı konudan 0,772 t ha^{-1} cm^{-1} olarak en yüksek WP değerini elde etmişlerdir.

Karaer (2020), Bilecik koşullarında 2017-2018 yıllarında sofralık domateste farklı sulama seviyeleri ve malç uygulamalarının verim ve kaliteye olan etkilerini araştırmak amacıyla bir çalışma yürütmüştür. Çalışmada sulama konularını (A sınıfı buharlaşma kabında meydana gelen yığışımlı buharlaşmanın %100 (I100), %75 (I75), %50 (I50) ve %25'i (I25) şeklinde ve ana parselleri malçlı (M) ve malçsız (NM) şeklinde

oluşturmuştur. Araştırmayı tesadüf bloklarında bölünmüş parseller deneme desenine göre kurmuştur. Araştırma sonucunda, domates bitkisinin 2017 yılında mevsimlik bitki su tüketimini I100 sulama suyu seviyesinde, malçlı konuda 482 mm, malçsız konuda 570 mm iken 2018 yılında mevsimlik bitki su tüketimini I100 sulama suyu seviyesinde malçlı konuda 486 mm, malçsız konuda 593 mm bulmuştur. Araştırmada her iki yıl içinde en yüksek meyve verimini malçlı konudan elde etmiştir ve 2017 ve 2018 yıllarında sırasıyla 72,56 t ha^{-1} ve 75,5 t ha^{-1} olarak bulmuştur. Araştırma sonucuna göre bütün sulama seviyelerinde en yüksek verimi buharlaşmasının %100'ünün uygulandığı malçlı uygulamadan elde etmiş, suyun kıt olduğu koşullarda ise kap buharlaşmasının %75 ve %50'sinin uygulandığı malçlı konulardan elde etmiştir.

Aşık (2020), Bursa koşullarında salçalık domates bitkisinde hasattan 4 (S1), 8 (S2), 12 (S3) ve 16 (S4) gün önce sulama suyunun kesilmesinin domates verimi ve kalitesi üzerine etkilerini araştırmıştır. Araştırma sonucunda, en yüksek bitki su tüketimini S1 konusu ile 512 mm, en düşük bitki su tüketimini ise S4 konusu ile 475 mm olarak bulmuştur. En yüksek meyve verimini S1 konusundan elde etmiştir. Salçalık domatesin son sulama uygulamasının hasattan 8 gün önce kesilmesi durumunda verimde büyük bir azalma olmadığını ve kalite parametrelerinde iyileşmeye yol açtığını gözlemlemiş ve domatesin sulama suyu miktarına ve hasattan önce kesilme zamanına duyarlı olduğuna karar vermiştir.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

3.1.1. Araştırma Yeri

Araştırma, Bursa Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi deneme alanında 2019 yılında yürütülmüştür. Deneme alanı denizden 100 m yükseklikte olup, 40º 11' kuzey enlem (N), 29º 04' doğu boylamları (E) arasında yer almaktadır.

3.1.2. Toprak Özellikleri

Araştırma alanı topraklarının bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri Çizelge 3.1'de verilmiştir (Candoğan 2009). 0-120 cm toprak derinliğinde, 30 cm toprak katmanları göz önüne alındığında, hacim ağırlığı 1,35-1,38 g cm^{-3} değerleri arasında değişiklik göstermektedir. Kuru ağırlık yüzdesi cinsinden bakıldığında tarla kapasitesi %38,17-43,01 ve solma noktası %23,18-27,07 değerleri arasında değişkenlik göstermektedir. Kullanılabilir su tutma kapasitesi ise 0 – 90 cm için 163,3 mm'dir. Bunun yanında deneme alanı toprak tuzluluk seviyesi 0,45-0,79 dS m^{-1} değerleri arasında olup düşük seviyede tuz içermektedir.

Çizelge 3.1. Araştırma alanı topraklarının bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri

Toprak Derinliği(cm)	Kil	Kum	Silt	Bünye Sınıfı	Tarla Kapasitesi (%)	Solma Noktası (%)	Hacim Ağırlığı (g cm^{-3})
0-30	49,5	24,32	26,18	Kil	38,17	27,07	1,35
30-60	50,5	23,28	26,22	Kil	40,01	27,03	1,36
60-90	53,5	21,88	24,62	Kil	43,01	26,75	1,34
90-120	40,5	21,64	37,86	Kil	40,05	23,18	1,38
Toprak Derinliği(cm)	EC (dS m^{-1})	pH	Kireç (%)	Saturasyon (%)	Organik Madde (%)	Yarayışlı Fosfor (kg da^{-1})	Yarayışlı Potasyum (kg da^{-1})
0-30	0,45	6,1	0,0	101	0,72	8,9	46
30-60	0,45	6,4	0,0	109	0,43	3,5	36
60-90	0,79	7,1	1,3	110	0,57	8,1	39
90-120	0,64	8,0	43,7	101	0,17	6,9	25

3.1.3. İklim Özellikleri

Araştırmanın yürütüldüğü Bursa bölgesinde ılıman iklim görülmekte olup; yazları sıcak ve kurak, kışları soğuk ve yağışlı geçmektedir. Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü Bursa Meteoroloji İstasyonu'ndan alınan çok yıllık iklim verilerine göre (1928-2018), yıllık ortalama sıcaklık 14,6 ºC; en soğuk ay 5,3 ºC ile Ocak ve en sıcak ay 24,5 ºC ile Temmuz ayıdır. Bursa ilinin yıllık toplam yağış miktarı ortalaması 707,6 mm'dir. En fazla yağış olan ay 101,4 mm ile Aralık ayıdır. Yıllık ortalama bağıl nem %66, rüzgâr hızı 2,0 m/s dolaylarındadır. Araştırma alanına ilişkin bazı iklim verilerinin uzun yıllar ortalama değerleri (1928-2018) Çizelge 3.2'de 2019 yılına ait veriler ise Çizelge 3.3'de gösterilmiştir.

Çizelge 3.2. Araştırma alanına ilişkin bazı iklim verilerinin uzun yıllar ortalama değerleri (1928-2018)

BURSA	Ortalama Sıcaklık (°C)	Ortalama En Yüksek Sıcaklık (°C)	Ortalama En Düşük Sıcaklık (°C)	Güneşlenme Süresi (h)	Ortalama Yağışlı Gün Sayısı	Yağış (mm)
Ocak	5,3	9,5	1,7	2,9	14,9	89,1
Şubat	6,2	10,8	2,2	3,4	13,5	76,0
Mart	8,3	13,8	3,6	4,2	12,6	70,3
Nisan	12,9	18,9	7,2	5,8	11,2	62,4
Mayıs	17,7	23,8	11,4	7,8	9,0	50,1
Haziran	22,1	28,3	14,9	9,9	6,0	34,1
Temmuz	24,5	30,8	17,2	10,8	3,1	21,4
Ağustos	24,3	31,0	17,2	10,1	2,9	16,3
Eylül	20,1	27,1	13,6	7,9	5,1	41,7
Ekim	15,4	21,9	10,1	5,6	9,1	67,0
Kasım	10,9	16,5	6,4	4,1	11,2	77,8
Aralık	7,3	11,5	3,5	2,9	14,3	101,4
Yıllık	14,6	20,3	9,1	75,4	112,9	707,6

Çizelge 3.3 Deneme alanına ilişkin meteorolojik veriler (2019 yılı)

Aylar	T_{min} (°C)	T_{max} (°C)	T_{ort} (°C)	RH_{ort} (%)	U_2 (m/s)	Günlük toplam güneşlenme süresi (saat)	Yağış (mm)
Mayıs	12,9	26,3	19,6	67,3	2,3	212,4	40,4
Haziran	17,4	29,9	23,7	68,6	2,9	232,6	51,2
Temmuz	16,6	30,5	23,6	64,6	2,8	294,9	37,9
Ağustos	17,5	31,5	24,5	64,3	3,2	294,8	39,1
Ort./Top.	16,1	29,5	22,8	66,2	2,8	258,6	42,1

3.1.4 Bitki Özellikleri

Araştırmada, HEINZ 1015 çeşidi kullanılmıştır. Bu çeşit erkenci orta (105 gün) grupta yer almaktadır. Yüksek verim kalitesi, tarımının zahmetsiz olması ve yüksek meyve kalitesi ile Avrupa'daki en çok dikkat çeken çeşitlerin içerisindedir. Bitkisi orta büyüklüktedir. Geniş ve bol yaprakları sayesinde oldukça yüksek gölgelemeye sahiptir. Sıcaklıklarda dahi yüksek meyve tutumu göstermektedir. Zorlu yetiştirilme koşullarına kolay uyum sağlayabilmektedir. Yüksek brix değerlerine sahip olup birçok kullanım amacına uygundur. Hasat olgunluğunda dahi meyveleri uzun süre bekletilmeye uygundur. VFNP Cm hastalık dayanımlarına sahiptir (V:Verticillum solgunluğu, F:Fusarium solgunluğu, N:Nematod, A:Alternaria yaprak lekesi, P:Bakteriyal benek, Cm: Bakteriyel kanser ve solgunluk) (Anonim 2018b).

3.1.5. Sulama Suyu

Araştırmada gerekli olan sulama suyu ihtiyacı, Bursa Uludağ Üniversitesi Görükle Yerleşkesi sınırlarında bulunan Yolçatı Göleti'nden sağlanmıştır. Yolçatı (Göbelye) Göleti'nden (Şekil 3.1.) alınan su örneği, U.S.S.L.S. (1954)'de belirtilen esaslardan yararlanılarak laboratuvarda analiz edilmiştir (Candoğan 2019). Sulama suyu kalitesinin C_2S_1 sınıfına girdiği belirlenmiştir. Orta derecede tuzlu ve düşük sodyum içeren Yolçatı Göleti'nden elde edilen suyun domates tarımında sulama için kullanılabileceği sonucuna varılmıştır.



Şekil 3.1. Yolçatı Göleti

3.1.6. Sulama Sistemi

Domates bitkilerinin sulanmasında damla sulama sistemi kullanılmıştır. Damla sulama sistemi kontrol biriminde; hidrosiklon, gübre enjektörü, disk filtre, manometreler ve vanalar yer almaktadır (Şekil 3.2). Sulama suyu deneme alanına en yakın hidranttaki almaçtan Ø75 HDPE iletim borusu ile getirilmiştir. Küresel vana yardımıyla Ø50 HDPE ana boru hattına bağlanmıştır. Ana boru hattına gelen su bir redüksiyon TE, küresel vana ve su sayacı ile Ø32 PE yan boru hattına iletilmiştir (Şekil 3.3). Denemede kullanılan damla sulama sisteminde, her bitki sırasında Ø16 PE boru ile lateraller oluşturulmuştur. Laterallerin üzerinde basınç regülatörlü inline damlatıcılar bulunmaktadır. Damlatıcılar arası mesafe 20 cm ve damlatıcı debisi 1 atm basınçta 2 L h^{-1}'dir.



Şekil 3.2. Araştırmada kullanılan kontrol birimi



Şekil 3.3. Ana boru hattına gelen suyun yan boru hattına iletilmesi

3.1.7. Araştırmada Kullanılan Donanımlar

a) A sınıfı buharlaşma kabı

Araştırmada, uygulanacak sulama suyunun belirlenmesinde A sınıfı buharlaşma kabı kullanılmıştır (Şekil 3.4).



Şekil 3.4. Araştırmada kullanılan A Sınıfı Buharlaşma Kabı

b) Refraktometre

Salçalık domates meyvelerindeki suda çözünür kuru madde miktarı olan briks değerinin ölçülmesinde HI 96800, Hanna Instruments marka dijital refraktometre cihazı kullanılmıştır (Şekil 3.5). Refraktometrenin yuvarlak haznesinin içerisine birkaç damla domates suyu damlatılarak sonrasında dijital ekranda briks değeri okunmaktadır.



Şekil 3.5. Araştırmada kullanılan refraktometre cihazı

c) pH-metre

Araştırmada Mettler Toledo marka dijital pH-metre kullanılmıştır (Şekil 3.6.). pH-metrenin probu domates meyvesinin içine sokularak dijital ekrandan pH değeri okunmaktadır.



Şekil 3.6. Araştırmada kullanılan pH-metre cihazı

d) Renk ölçüm cihazı

Domates meyvelerinde renk ölçümü için CR-10 Plus model, KONICA MINOLTA marka dijital kolorimetre kullanılmıştır (Şekil 3.7). Bu kolorimetre ile domates meyvesinin L*a*b*c*h renk parametreleri ölçülmüştür.



Şekil 3.7. Araştırmada kullanılan kolorimetre cihazı

e) Meyve sertliği ölçüm cihazı

Domates meyvelerinde karşılaşılan en büyük sorunlardan biri de ezilme sonucu yırtılmadır. Bu durumda domates meyvesinin kasalamada ve taşıma esnasında mümkün oldukça az zarar görmesi için sertlik değeri oldukça önem kazanmaktadır. Bu çalışmada Force Gauge marka dijital penotremetre kullanılmıştır (Şekil 3.8.). Domates meyvesi penoetremetrenin haznesine yerleştirilir. Demir çubuk yardımıyla domates meyvesi yavaş yavaş sıkıştırılır. İlk yırtılma anında okunan değer kaydedilir. Bu değer domates meyvesinin sertlik değeri olarak kabul edilir.



Şekil 3.8. Araştırmada kullanılan penetremetre cihazı

f) Diğer Donanımlar

Bu çalışmada kullanılan diğer donanımlar toprak örneği alınması işleminde kullanılan burgu, alüminyum rutubet kapları, etüv ve hassas terazidir. Bu araç ve gereçlerin temini Bursa Uludağ Üniversitesi Biyosistem Mühendisliği Bölümü Sulama ve Drenaj Laboratuvarı'ndan sağlanmıştır.

3.2. Yöntem

3.2.1. Toprak Örneklerinin Alınması ve Analizler

Denemenin yapıldığı alana ait toprak örnekleri, sistematik örnek alma yöntemine göre alınmıştır (Black 1965). Deneme alanı toprak yapısının sahip olduğu fiziksel ve kimyasal özellikleri belirlemek için 120 cm derinliğinde açılan profillerin her 30 cm'de bulunan katmanlarından bozulmuş ve bozulmamış toprak örnekleri alınarak Tüzüner (1990)' da verilen ilkelere göre aşağıda belirlenen analizler yapılmıştır.

Toprak Bünyesi, Bouyoucos Hidrometresi dikkate alınarak; hacim ağırlığı, bozulmamış toprak örneklerinde, silindir yöntemi ile hesaplanmıştır. Tarla Kapasitesi, basınçlı membran aleti vasıtasıyla, deneme alanından alınan bozulmamış toprak örneklerinin 1/3 atmosferde sahip oldukları nem miktarının belirlenmesi ile bulunmuştur. Solma noktası, basınçlı membran aleti vasıtasıyla, deneme alanından alınan bozulmuş toprak örneklerinin 15 atmosferde sahip oldukları nem miktarının belirlenmesi ile bulunmuştur. Araştırmanın gerçekleştirildiği alanın topraklarına ait pH değeri, cam elektrotlu Beckman pH-metre ile saturasyon çamurunda belirlenmiştir. Alınabilir Potasyum (K_2O), amonyum asetat çözeltisinden geçmiş olan potasyum miktarı fleymfotometre ile tayin edilmiştir. Deneme alanı topraklarının sahip olduğu kireç yüzdesi ise Scheibber kalsimetresi kullanılarak belirlenmiştir. Alınabilir Fosfor (P_2O_5), Olsen Yöntemi ile belirlenirken, Walkey-Black yönteminin yenilenmiş şekli uygulanarak organik madde (%) miktarı belirlenmiştir (Candoğan 2009).

3.2.2. Tarımsal İşlemler

Denemede yapılan tarımsal işlemler Çizelge 3.4'de özet olarak sunulmuştur. Fidelerin araziye dikimi 03 Mayıs 2019 tarihinde yapılmış ve 6-7 Ağustos 2019 tarihinde ise domates meyveleri elle hasat edilmiştir. Tüm deneme parsellerinde, farklı zamanlarda hem sıra üzeri hem de sıra aralarındaki yabancı otlarla mücadele fiziksel olarak (el çapası) yapılmıştır. Yapılan incelemelerde yapraklarda kırmız bit görülmesi üzerine uygun insektisit kullanılmıştır (Çizelge 3.4). Benzer biçimde külleme ile mücadele için ticari tavsiyelere uygun olarak fungusit kullanılmıştır. Tüm deneme parsellerine 180 kg ha^{-1} N ve 120 kg P_2O_5 verilmiştir. Azotlu gübrenin yarısı fide dikiminden önce %33 N içeren amonyum nitrat formunda diğer yarısı ise %21 N içeren amonyum sülfat formunda 11 Haziran 2019 tarihinde uygulanmıştır. Fosforlu gübrenin (Triple Süper Fosfat, %43-44 P_2O_5) tamamı dikimden önce taban gübresi olarak uygulanmıştır (Kuşçu ve ark. 2014b).

Çizelge 3.4 Tarımsal işlemler ve Ürün gelişim incelemesi

Tarih	**Yapılan iş**	**Tarih**	**Yapılan iş**
26.04.2019	Arazi fide dikimine hazır hale getirildi.	29.05.2019	Confidor SC 350 ticari isimli insektisit (kırmızı bit ilacı) atıldı.
29.04.2019	Deneme parselleri belirlendi ve sistem tertibine başlandı.	11.06.2019	Amonyum Sülfat (%21 N ve %24 S) formunda 90 kg ha^{-1} N olarak uygulanmıştır.
3.05.2019	Triple süper fosfat formunda 120 kg ha^{-1} P_2O_5 ve amonyum nitrat formunda 90 kg ha^{-1} N olarak gübre atıldı. Fide dikimi yapıldı. 0-120 cm'e kadar toprak örneği alındı.	12.06.2019	Confidor SC 350 isimli insektisit ticari tavsiyelere göre uygulandı.
3.05.2019	Toprak örnekleri etüve konuldu.	20.06.2019	Külleme mücadelesi için Azimut 320 SC fungusit ticari tavsiyelere göre uygulandı.
4.05.2019	Toprak örnekleri etüvden alındı. Mevcut nem belirlendi.	27.06.2019	Külleme mücadelesi için Azimut 320 SC fungusit ticari tavsiyelere göre uygulandı.
14.05.2019	Sıra üzeri çapa yapıldı.	23.07.2019	Mancozeb etken maddeli fungusit ticari tavsiyelere göre uygulandı.
17.05.2019	Sıra üzeri çapa yapıldı.	6.08.2019	27 sıra hasat edildi. 0-120 cm'e kadar toprak örneği alındı. Etüve konuldu.
20.05.2019	Sıra araları çapalandı.	7.08.2019	27 sıra hasat edildi. Gravimetrik yöntemle toprak nem içeriği belirlendi.

3.2.3. Deneme Konuları ve Deseni

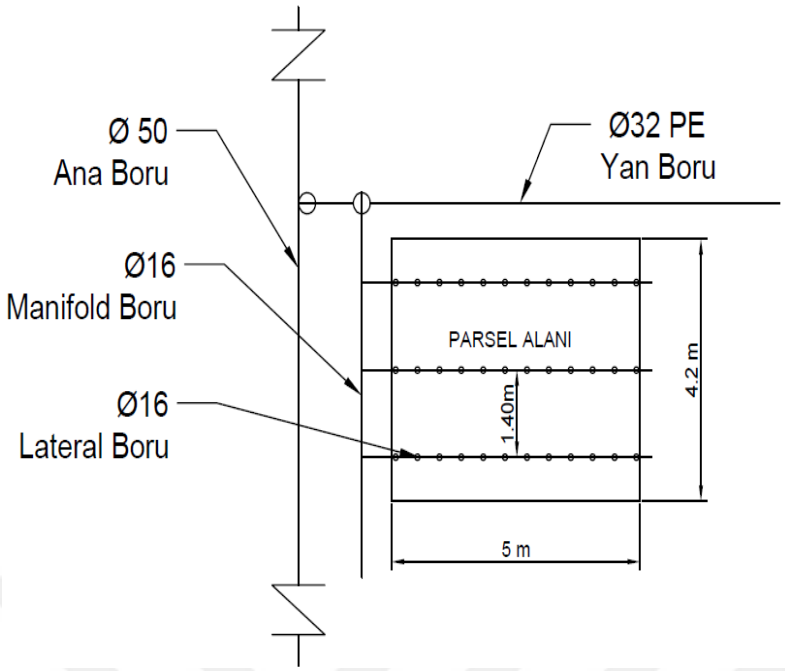
Tarla denemeleri tesadüf bloklarında bölünmüş parseller deneme desenine göre 3 yinelemeli olarak yürütülmüştür. Sulama aralığı ana konuları, farklı sulama seviyeleri ise alt konuları oluşturmuştur. Alt parsellerde yer alan deneme konuları bloklar

içerisinde rastgele dağıtılmıştır. Çalışmada sulama uygulamaları Çizelge 3.5'deki gibi tanımlanmıştır.

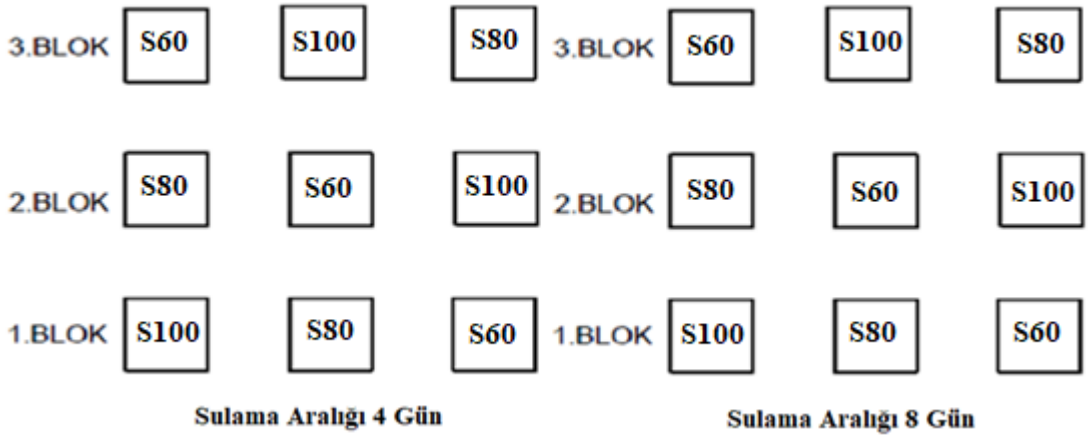
Araştırma alanı alt parselleri, sıra arası 140 cm ve sıra üzeri 30 cm olmak üzere 3 sıradan oluşmuştur. 1 hektarlık alana düşen bitki sayısı 23810 adettir. Parsel alanı ise 4.2 m × 5 m = 21 m^2'dir. Parseller ve bloklar arası mesafe 2 m olarak ayarlanmıştır. Bir parsele ait ayrıntılı plan Şekil 3.9'da ve tesadüf bloklarında bölünmüş parseller deneme desenine göre parsellerin dağılımı Şekil 3.10'da verilmiştir.

Çizelge 3.5. Deneme konuları

Ana konular	**Sulama aralığı (SA)**
SA4	4 gün aralıklarla sulama
SA8	8 gün aralıklarla sulama
Alt konular	**Sulama seviyesi (S)**
S100	A sınıfı buharlaşma kabında meydana gelen birikimli buharlaşmanın %100'ünün referans alınarak sulama miktarının belirlenmesi
S80	A sınıfı buharlaşma kabında meydana gelen birikimli buharlaşmanın %80'inin referans alınarak sulama miktarının belirlenmesi
S60	A sınıfı buharlaşma kabında meydana gelen birikimli buharlaşmanın %60'ının referans alınarak sulama miktarının belirlenmesi



Şekil 3.9. Bir parselin ayrıntılı planı



Şekil 3.10. Tesadüf blokları deneme desenine göre parsellerin dağılımı

3.2.4. Uygulanacak Sulama Suyu Miktarı ve Sulama Süresinin Belirlenmesi

Sulama denemeleri süresince uygulanan sulama suyu miktarı, Eşitlik 3.1 kullanılarak belirlenmiştir (Yıldırım ve ark. 2015).

$$I = A \times Ep \times kpc \times P \qquad \text{(Eşitlik 3.1)}$$

Eşitlikte;

I : Sulama suyu miktarı (litre)

E_p : A sınıfı buharlaşma kabında meydana gelen yığışımlı buharlaşma miktarı (mm)

P : Islatılan alan yüzdesi

k_{pc}: Bitki-kap katsayısı

A : Parsel alanı (m^2)

Araştırmada yapılan sulamalar A sınıfı buharlaşma kabından meydana gelen yığışımlı buharlaşma miktarına göre belirlenmiştir. Yığışımlı buharlaşmanın %60, %80 ve %100'ü kadar sulama suyu uygulanmıştır.

Islatılan alan yüzdesi, araştırma süresince her sulama öncesinde ölçülerek bitki örtü yüzdesine eşit olacak şekilde belirlenmiş ve %30'un altında alınmamıştır. Araştırma konularından birisi farklı sulama seviyeleri olduğundan dolayı Kpc değeri S100 konusu için 1,00, S80 konusu için 0,80 ve S60 konusu için 0,60 olarak belirlenmiştir. Sulama aralıkları ise diğer bir araştırma konusu olduğundan 4 ve 8 günde bir olarak uygulanmıştır. Bu yöntemle sulama suyu miktarı litre olarak belirlenmiştir. Parsel başlarına yerleştirilen su sayaçlarından geçen su miktarı istenilen su hacmine ulaştığında sulama durdurulmuştur. İstenilen su miktarının su sayaçlarından geçtiği süre ölçülerek de sulama süresi belirlenmiştir. Böylece hem sulama süresi hem de sulama suyu miktarı kontrollü olarak yapılmıştır.

3.2.5. Bitki Su Tüketiminin Belirlenmesi

Araştırmadaki her sulama konusu için bitki su tüketimi, toprak-su dengesi eşitliğinden faydalanılarak hesaplanmıştır (Garrity ve ark. 1982, James 1988).

$$ET = I+P-R-D\pm\Delta S \qquad \text{(Eşitlik 3.2.)}$$

Eşitlikte;

ET : Bitki su tüketimi (mm)

I : Uygulanan sulama suyu miktarı (mm)

P : Etkili yağış (mm)

ΔS : İki toprak suyu ölçümü arasındaki değişim (mm/90 cm)

D : Derine sızma miktarı (mm)

R : Yüzey akış miktarı (mm) olarak ifade edilmektedir.

Eşitlikteki uygulanan sulama suyu miktarı konulara verilen sulama suyunun (litre) sayaçlardan ölçülmesi ile belirlenmiş ve bu değer parsel alanına (m^2) bölünerek mm cinsinden ifade edilmiştir. Bursa Uludağ Üniversitesi Görükle yerleşkesinde bulunan meteoroloji istasyonu rasat ölçüm kayıtlarından bölgeye düşen yağış verileri alınmıştır. Gravimetrik yöntem kullanılarak fide dikim öncesinde ve hasatta toprak suyu ölçümü arasındaki farklılık hesaplanmıştır. Toprağın 0-90 cm'lik bölümünde bulundurduğu su miktarı dikkate alınarak bitki su tüketimi belirlenmiştir. Diğer 90-120 cm'lik kısımda gerçekleşen muhtemel bir nem artışı ise derine sızma olarak ele alınmıştır. Bu araştırmada, damla sulama yöntemi kullanıldığından yüzey akış (R) ihmal edilmiştir (Oktem ve ark. 2003).

3.2.6. Su Üretkenliği, Sulama Suyu Üretkenliği ve Verim Tepki Etmeni

Su üretkenliği (WP), bitki tarafından kullanılan birim su başına elde edilen verimi göstermektedir (Hatfield ve ark. 2001). Sulama suyu üretkenliği (IWP) ise bitkiye uygulanan birim sulama suyu başına elde edilen verimi göstermektedir (Howell 2001). Çalışmada su üretkenliği ve sulama suyu üretkenliği, pazarlanabilir domates veriminin sırasıyla mevsimlik bitki su tüketimi ve uygulanan sulama suyu miktarına bölünmesiyle belirlenmiştir (Eşitlik 3.3 ve 3.4) (Howell 2001).

$$WP = Y/ET \quad \text{(Eşitlik 3.3)}$$

$$IWP = Y/I \quad \text{(Eşitlik 3.4)}$$

Eşitliklerde;

WP: Su üretkenliği (kg m^{-3})

IWP: Sulama suyu üretkenliği (kg m^{-3})

Y: Domates meyve verimi (kg da^{-1})

ET: Mevsimlik bitki su tüketimi (mm)

I: Mevsimlik uygulanan sulama suyu miktarıdır (mm).

Verim tepki etmeninin belirlenmesinde Stewart eşitliği kullanılmıştır (Stewart ve ark. 1976, Doorenbos ve Kassam 1979). Stewart eşitliği, bitki su tüketiminde meydana gelen oransal azalmaya karşılık verimdeki oransal azalmanın derecesini belirlemek amacıyla geliştirilmiştir. Söz konusu fonksiyona ilişkin eşitlik aşağıda verilmiştir.

$$\left(1 - \frac{Y_a}{Y_m}\right) = k_y(1 - \frac{ET_a}{ET_m}) \qquad \text{(Eşitlik 3.5)}$$

Eşitlikte;

Y_a : Deneme konusundan elde edilen meyve verimi,

Y_m : En yüksek verim,

ET_a : Deneme konusunun mevsimlik bitki su tüketimi,

ET_m : En yüksek bitki su tüketimi,

k_y : Verim tepki etmenini göstermektedir.

3.2.7. Verim ve Verim Bileşenleri

a) Meyve verimi

Her parselin hasat alanından elde edilen kırmızı domates meyvelerinin ağırlığı tartılmış ve dekar verimine dönüştürülmüştür.

b) Tek meyve ağırlığı

Her deneme parselinden rastgele hasat edilmiş 10 adet domates meyvesinin ağırlıkları tartılmış ve daha sonrasında bu ölçüm sonuçlarının ortalaması alınarak tek meyve ağırlığı belirlenmiştir (Şekil 3.11).



Şekil 3.11. Hasat edilen domates meyvelerinin laboratuvarda tartımı

c) Briks (Suda Çözünür Kuru Madde İçeriği) tayini

Briks değerini belirlemek için hasatta her parselden rastgele elde edilen 3 meyve üzerinden ölçümler yapılmıştır. Ölçümler, 3 sağlıklı meyve üzerinden yapıldığından her sulama konusundaki briks değerini belirlemek amacıyla 9 okuma gerçekleştirilmiştir. Domates meyvesindeki Briks değerini ölçmek için dijital bir refraktometre (HI 96800, Hanna Instruments) kullanılmıştır.

d) pH tayini

Bu araştırmada, pH tayini için Briks ölçümünde kullanılan domates meyvelerinden faydalanılmıştır. Dijital bir pH-metre (Mettler Toledo) kullanılarak pH tayini yapılmıştır.

e) Renk ölçümleri

Renk ölçüm işlemi için hasatta her deneme parselinden rastgele alınan 3 farklı domates meyvesi kullanılmıştır. Domates meyvelerindeki L, a, b, c ve h değerleri dijital bir kolorimetre (CR-10 Plus model, KONICA MINOLTA) yardımıyla ölçülmüştür.

f) Meyve sertliği ölçümü

Bu araştırmadaki domates meyvelerinin sertlik ölçümleri hasatta her deneme parselinden alınan sağlıklı 3'er adet domates meyveleri üzerinden gerçekleştirilmiştir. Meyve sertliği ölçüm işlemi dijital bir penetremetre (Force Gauge) aracılığıyla yapılmıştır.

3.2.8. İstatistiksel Değerlendirme

Salçalık domatesin verim ve kalite özellikleri üzerinde farklı sulama aralığı ve seviyeleri ile onların interaksiyonlarının etkilerini belirlemek amacıyla elde edilen veri, varyans (ANOVA) analizine tabi tutulmuş, ayrıca ortalamaları karşılaştırmak için Duncan testi gerçekleştirilmiştir. Tüm istatistiksel prosedürler IBM SPSS 23 (Statistics for Windows, Version 23, Copyright 2016, IBM Corp., Armonk, NY) istatistik paket programı ile hesaplanmıştır. Bunun yanında, ET-verim ve uygulanan sulama suyu-verim ilişkileri regresyon analizleriyle araştırılmıştır.

4. BULGULAR ve TARTIŞMA

4.1. Sulama Suyu Miktarı ve Bitki Su Tüketimi

Araştırma boyunca yapılan sulama uygulamalarının tarihleri ve farklı deneme konularına ait sulama suyu miktarları Çizelge 4.1'de verilmiştir.

Çizelge 4.1. Deneme konularına uygulanan sulama suyu miktarları (mm)

Tarih	Sulama Aralığı: 4 Gün			Sulama Aralığı: 8 Gün		
	S100	S80	S60	S100	S80	S60
03.05.2019	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0
31.05.2019	35,0	28,0	21,0	35,0	28,0	21,0
03.06.2019	10,0	8,0	6,0	0	0	0
07.06.2019	19,8	15,8	11,9	29,8	23,8	17,9
11.06.2019	43,2	34,6	25,9	0	0	0
15.06.2019	28,0	22,4	16,8	71,2	57,0	42,7
19.06.2019	31,2	25,0	18,7	0	0	0
23.06.2019	20,7	16,6	12,4	51,9	41,5	31,1
27.06.2019	25,0	20,0	15,0	0	0	0
01.07.2019	28,0	22,4	16,8	53,0	42,4	31,8
05.07.2019	21,0	16,8	12,6	0	0	0
09.07.2019	24,0	19,2	14,4	45,0	36,0	27,0
13.07.2019	17,5	14,0	10,5	0	0	0
17.07.2019	0	0	0	0	0	0
21.07.2019	19,5	15,6	11,7	0	0	0
25.07.2019	19,1	15,3	11,5	56,1	44,9	33,7
29.07.2019	15,0	12,0	9,0	0	0	0
02.08.2019	25,0	20,0	15,0	40,0	32,0	24,0
Mevsimlik Toplam	**412,0**	**335,6**	**259,2**	**412,0**	**335,6**	**259,2**

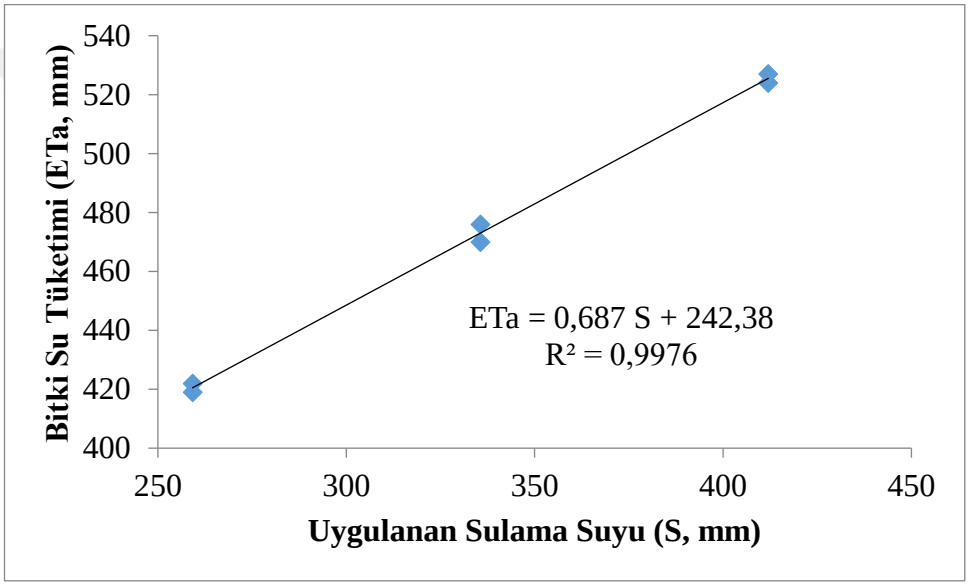
Bitki yetiştirme mevsimi boyunca 4 gün aralıklarla sulanan deneme konularına toplam 17 kez, 8 gün aralıklarla sulanan deneme konularına ise toplam 9 kez sulama uygulaması gerçekleşmiştir. İlk sulama uygulaması, 3 Mayıs 2019 tarihinde, deneme parsellerine şaşırtma yöntemiyle dikilen domates fidelerine can suyu olarak mevcut

toprak nemini tarla kapasitesine getirecek düzeyde (30 mm) yapılmıştır. Konulara göre sulama uygulamalarına 31 Mayıs 2019 tarihinde başlanmıştır. Fide dikiminden bu tarihe kadar geçen sürede sık aralıklarla yağışlar gerçekleştiği için sulama yapılmamıştır. Ekimden hasada kadar ölçülen yağış miktarı 130 mm olarak saptanmıştır. 17 Temmuz 2019 tarihinde yapılacak sulama uygulaması yoğun yağış sebebiyle gerçekleşmemiştir. Her iki sulama aralığı için S60, S80 ve S100 konuları altındaki domates bitkilerine uygulanan mevsimlik olarak toplam sulama suyu miktarı sırasıyla 259,2 mm, 335,6 mm ve 412,0 mm olarak gerçekleşmiştir.

Araştırma sonucunda farklı deneme konularından hesaplanan bitki su tüketimi değerleri Çizelge 4.2'de, bitki su tüketimi-uygulanan sulama suyu ilişkisi ise Şekil 4.1'de verilmiştir. 2019 yılında domates dikim tarihinden son hasat tarihine kadar toplam 130 mm yağış ölçüldüğü görülürken, deneme konularına göre mevsimlik bitki su tüketimi değerlerinde farklılıklar gözlemlenmiştir. Mevsimlik bitki su tüketimi miktarı sulama aralığı 4 gün olan konularda 422-527 mm, sulama aralığı 8 gün olan konularda 419-524 mm arasında olduğu belirlenmiştir. En yüksek mevsimlik bitki su tüketimi değeri SA4xS100 konusundan 527 mm olarak hesaplanırken en düşük bitki su tüketimi değeri SA8xS60 konusundan 419 mm hesaplanmıştır. Uygulanan sulama suyu miktarlarındaki farklılıklardan dolayı mevsimlik bitki su tüketimi miktarlarında da farklılıklar olduğu görülmüştür. Değerler incelendiğinde sulama suyu miktarı arttıkça mevsimlik bitki su tüketimi miktarında da artış olduğu tespit edilmiştir. Mevsimlik bitki su tüketimi ile uygulanan sulama suyu miktarı arasında $ETa = 0,687\ S + 242,38$ ($R^2 = 0,9976$) olarak doğrusal regresyon eşitliği bulunmuştur.

Çizelge 4.2. Deneme konularının mevsimlik bitki su tüketimi değerleri

Sulama Aralığı (Gün)	Sulama Seviyesi	Uygulanan Sulama Suyu (I)	Yağış (P, mm)	Toprak Nem Değişimi (DS, mm)	Mevsimlik Bitki Su Tüketimi (ETa, mm)
4	**S100**	412	130	-15	527
	S80	336		+4	470
	S60	259		+33	422
8	**S100**	412		-18	524
	S80	336		+10	476
	S60	259		+30	419



Şekil 4.1 Bitki su tüketimi (ETa) ile uygulanan sulama suyu (S) ilişkisi

Yazgan ve ark. (2000), Bursa iklim koşullarında domates bitkisi üzerinde gerçekleştirdikleri çalışmada mevsimlik sulama suyu gereksiniminin 289.3-436.9 mm arasında değişiklik gösterdiğini bildirmişlerdir. Kuşçu ve ark. (2014a), Bursa koşullarında farklı sulama konuları için salçalık domateste yapmış oldukları çalışmada bu çalışmaya benzer olarak denemenin yürütüldüğü yılda meydana gelen yağışların uygulanan sulama suyu miktarını etkilediğini belirtmişlerdir. Araştırmanın sulama suyu miktarının 2010 yılında 248-455 mm arasında, 2011 yılında ise 321-512 mm arasında değiştiğini belirtmişlerdir. Mevsimlik bitki su tüketimi değerlerinin ise farklı sulama konularında 2010 yılı için 375-596 mm ve 2011 yılı için 386-571 mm arasında

değiştiğini bildirmişlerdir. Aşık (2020), Bursa koşullarında yürüttüğü çalışmada konulara uygulanan mevsimlik sulama suyu miktarının 317-377 mm ve mevsimlik bitki su tüketimi değerlerinin 475-512 mm arasında değişiklik gösterdiğini raporlamıştır. Yukarıda söz edilen aynı bölgede yürütülmüş olan çalışmalara ait mevsimlik bitki su tüketimi ve uygulanan sulama suyu miktarları sonuçları ile bu çalışmaya ait mevsimlik bitki su tüketimi ve uygulanan sulama suyu miktarı arasında paralellik bulunmaktadır.

Farklı iklim koşullarında ve sulama suyu seviyelerinde domatesle ilgili gerçekleştirilen benzer çalışmalar incelendiğinde, Karaer (2020), Bilecik yöresinde 2017-2018 yıllarında yürüttüğü çalışmasında en yüksek sulama suyu miktarını her iki yıl için A sınıfı buharlaşma kabından buharlaşan suyun %100'ünün (%100 Epan) dikkate alındığı I100 sulama konusundan sırasıyla 513,30 mm ve 483,95 mm, en düşük ise her iki yıl için I25 (%25 Epan) konusundan sırasıyla 161,82 mm ve 154,73 mm olduğunu raporlamıştır. Mevsimlik bitki su tüketimi incelendiğinde 2017 yılı için en yüksek bitki su tüketimini malç uygulanmayan (NM) I100xNM konusundan 570 mm olarak en düşük değeri ise malç uygulanan (M) I25xM konusundan 190 mm olarak hesaplandığını bildirmiştir. 2018 yılında ise en yüksek değeri I100xNM konusundan 593 mm olarak en düşük değeri ise I25xM konusundan 183 mm olarak bulunduğunu bildirmiştir. Tarı ve Sapmaz (2017), Mersin koşullarında sulama suyu miktarının 242-404 mm arasında, bitki su tüketimi değerinin ise 276-406 mm arasında değişiklik gösterdiğini bildirmişlerdir. Yapılan çalışmada en yüksek sulama suyu miktarı ve bitki su tüketimi miktarının kaptan buharlaşan suyun %120'sinin uygulandığı K_{120} konusundan en az sulama suyu ve bitki su tüketimi miktarının ise kaptan buharlaşan suyun %60'ının uygulandığı K_{60} konusundan olduğunu raporlamışlardır. Demir (2016), Bingöl'de 2013-2014 yıllarında yürüttüğü çalışmada uygulanan sulama suyunu sırasıyla 338,3-640,2 mm ve 350,9-648,1 mm olarak, bitki su tüketimi değerlerini ise 2013 yılı için 402,2-676 mm, 2014 yılı için 412,3-680 mm olarak hesapladığını bildirmiştir. Çelebi (2014), Konya iklim koşullarında 2010 ve 2011 yıllarında yürüttüğü çalışmada sulama suyu miktarını yıllara göre sırasıyla 169,04-507,12 mm ve 167,8-476,2 mm olduğunu bildirmiştir. Araştırmada farklı buharlaşma katsayıları ile mevsimlik su tüketimini 2010 yılı için 369,04-657,01 mm, 2011 yılı için ise 357,92-609,62 mm olarak bulduğunu raporlamıştır. Ertek ve ark. (2012), Isparta ikliminde gerçekleştirdikleri çalışmada

uygulanan sulama suyu miktarının 503,7-811,7 arasında değiştiğini bildirmişlerdir. En düşük bitki su tüketimi değerini 516,1 mm, en yüksek bitki su tüketimi değerini ise 863,3 mm olarak elde ettiklerini raporlamışlardır. Farklı yörelerde gerçekleştirilmiş yukarıdaki çalışmalardan elde edilen sulama suyu ve bitki su tüketimi miktarı sonuçları ile bu araştırmadan elde edilen değerler arasında farklılıklar bulunmaktadır. Bunun nedeni, yetiştiricilik yapılan bölgenin iklim değişiklikleri, araştırmanın sulama programı, toprak özellikleri ve çeşit farklılıklardan meydana geldiği düşünülmektedir.

Dünyada domates ile ilgili yapılan çalışmalar incelendiğinde, Patane ve ark. (2011), Sicilya'da 2001-2002 sezonlarında yürüttükleri araştırmada sulama suyu miktarlarını yıllara göre sırasıyla 325-464 mm ve 254-386 mm olarak belirlediklerini bildirmişlerdir. Xiukang ve ark. (2016), çalışmalarında uygulanan sulama suyu miktarının 151-208 mm olduğunu raporlamışlardır. Chen ve ark. (2013), Gansu iklim koşullarında yürüttükleri çalışmada mevsimlik bitki su tüketiminin 201,2-284,5 mm arasında olduğunu raporlamışlardır. Sun ve ark. (2018), Çin'de gerçekleştirdikleri araştırma sonucunda sulama suyu miktarının 96--302 mm arasında olduğunu bildirmişlerdir. Bahsedilen çalışmalar ile bu çalışma arasında saptanan farklılıkların nedeni iklim değişiklikleri, sulama programı ve yöntemi, toprak özellikleri ve bitki materyalindeki çeşit farklılıklardan meydana geldiği düşünülmektedir.

4.2. Domates Meyve Verimi

Farklı sulama aralığı ve seviyelerinin salçalık domates meyve verimine etkisini belirlemek amacıyla yapılan varyans analiz sonuçları Çizelge 4.3'de, deneme konularına ait ortalama verim değerleri ise Çizelge 4.4'de verilmiştir.

Çizelge 4.3. Farklı sulama aralığı ve seviyelerinin salçalık domateste meyve verimine olan etkisine ilişkin varyans analiz sonuçları

Varyans Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F Değeri
Sulama aralığı (SA)	1	44,21	44,21	16,48**
Sulama seviyesi (SS)	2	6239,08	3119,54	1163,03**
SA × SS	2	45,03	22,51	8,39**

**0,01olasılık düzeyinde istatistiksel olarak önemlidir.

Çizelge 4.4. Farklı sulama aralığı ve seviyelerinin salçalık domates meyve verimine (t ha^{-1}) olan etkisi

Sulama Aralığı (SA)	Sulama Seviyesi (SS)			Ortalama
	S60	S80	S100	
8 gün	67,36 d[1]	97,89 c	110,84 a	92,03 **b**
4 gün	68,34 d	105,50 b	111,65 a	95,16 **a**
Ortalama	67,85 C	101,70 B	111,24 A	93,60

[1] Küçük harflerle gösterilen değerler SA × SS interaksiyonu, koyu küçük harfle gösterilen değerler SA ve büyük harfle gösterilen değerler ise SS yönüyle Duncan testine göre %5 olasılık düzeyinde önemli farklılıkları göstermektedir.

Varyans analiz sonuçlarına göre, hem sulama aralığının hem de sulama seviyelerinin meyve verimi üzerindeki etkisi %1 düzeyinde istatistiksel yönden önemli bulunmuştur. Sulama aralığı 4 gün olan deneme konusundan 8 gün olana göre %3,4 daha yüksek verim elde edilmiştir. Sulama seviyesi arttıkça meyve veriminin de arttığı gözlenmiştir. Sulama seviyeleri dikkate alındığında, en yüksek ortalama meyve verimi 111,24 t ha^{-1} ile S100 konusundan elde edilirken onu sırasıyla S80 ve S60 konuları izlemiştir. S100 sulama konusuna kıyasla S80 ve S60 konularındaki ortalama verim azalış oranları sırasıyla %8,6 ve %39,0 olarak gerçekleşmiştir. Bu sonuç, S100 konusu kontrol konusu olarak kabul edilirse sulama seviyesindeki %40 azalışın salçalık domatesin veriminde de aynı oranda bir azalmaya neden olacağını göstermektedir. Bu oranda bir verim azalması yetiştiricilik yapan çiftçiyi memnun etmeyecektir. Buna karşın aynı kıyas S80 konusu için yapıldığında, sulama suyu seviyesindeki %20'lik bir azalışın verimde daha düşük bir oranda (%8,6) azalışa neden olması, su kaynaklarının yetersizliği koşullarında dikkate alınabilir. Sulama aralığı×sulama seviyesi interaksiyonunda %1 düzeyinde istatistiksel yönden önemli farklılık görülmüştür. Duncan test sonuçlarına göre, 4 veya 8 günlük sulama aralığında ve S100 sulama seviyesinde en yüksek meyve verimi değerleri elde edilirken en düşük meyve verimi sulama aralığı fark etmeksizin S60 sulama seviyesinden elde edilmiştir. Bununla birlikte, S80 sulama seviyesinde sulama aralığının etkisi önemli bulunmuş ve 4 günlük sulama aralığında daha yüksek bir verim elde edilmiştir (Çizelge 4.4).

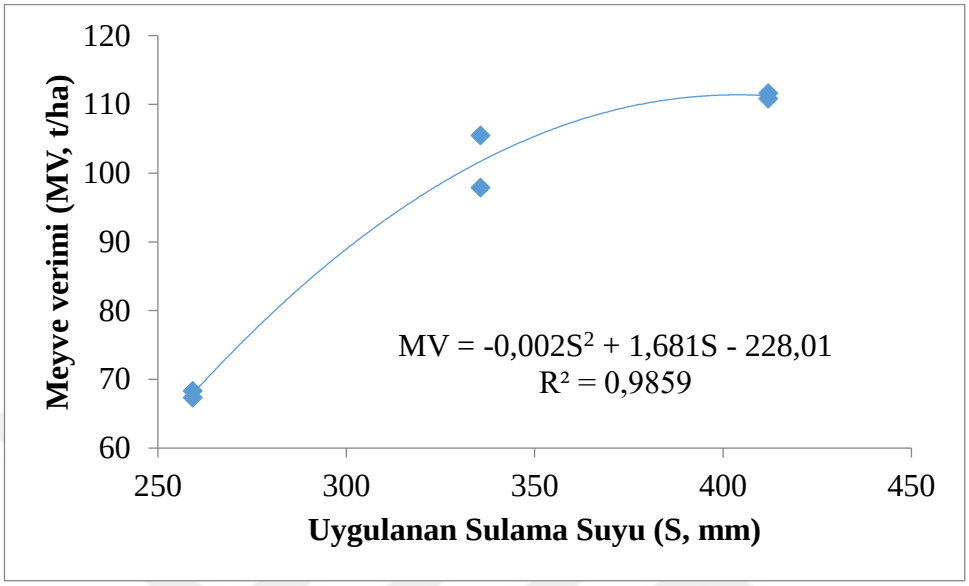
Bulunan sonuçlara paralel meyve verimi değerlerine ulaşılan çalışmaların bazılarında; Kuşçu ve ark. (2014a), 2010 ve 2011 yıllarında Bursa koşullarında gerçekleştirdikleri çalışmada salçalık domates için en yüksek meyve verimini sırasıyla 10 040 kg da^{-1} ve 11 070 kg da^{-1} ile tam sulama yapılan deneme konusundan elde ettiklerini bildirmişlerdir. Tarı ve ark. (2017), 2012-2013 yıllarında Akdeniz iklim koşullarında sera domatesi için yürüttükleri çalışmada açık su yüzeyinde meydana gelen buharlaşmanın %60, %80, %100 ve %120'si olmak üzere 4 farklı sulama suyu konusunu incelemişlerdir. Deneme konularından en yüksek verimi 128,7 t ha^{-1} ile olan tam sulama konusundan elde ettiklerini raporlamışlardır.

Panigrahi ve ark. (2019), Hindistan'da toplam buharlaşma miktarının %100, %80 ve %60'ının uygulandığı 3 farklı sulama suyu seviyelerinde plastik malç ve malçsız uygulamalarının domates bitkisinde verime olan etkilerini araştırmışlardır. Araştırma sonucunda en yüksek meyve veriminin toplam buharlaşmanın %100'ünü uyguladıkları malçlı konudan 19 ton ha^{-1} olarak elde ettiklerini bildirmişlerdir. Karaer (2020), Bilecik koşullarında 2017-2018 yıllarında sofralık domateste farklı sulama seviyeleri ve malç uygulamalarının verim ve kaliteye olan etkilerini araştırmak amacıyla yürüttüğü çalışmasında her iki yıl için de en yüksek meyve verimini sırasıyla 72,56 t ha^{-1} ve 68,95 t ha^{-1} ile kap buharlaşmasının %100'ünün uygulandığı malçlı konudan elde ettiğini bildirmiştir. Bahsedilen çalışmalar ile bu çalışmadan ulaşılan meyve verimi değerlerinin farklı olmasının sebebi; farklı iklim koşullarında yürütülmeleri, sulama programları ve bitki materyalindeki çeşit farklılıkları olarak yorumlanmıştır.

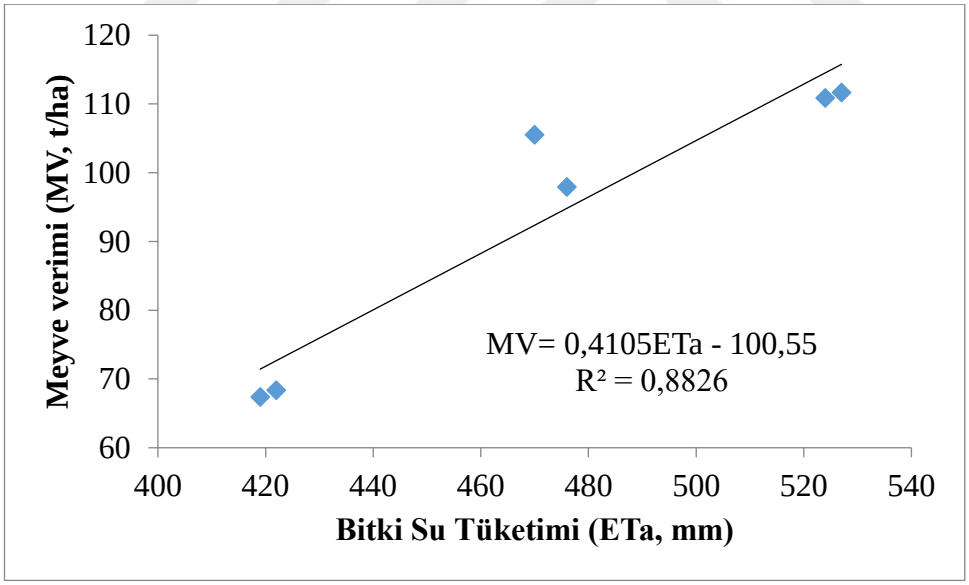
4.3. Su-Verim İlişkileri

Araştırma sonucunda elde edilen salçalık domates meyve verimi ile konulara göre uygulanan sulama suyu miktarları arasındaki ilişki Şekil 4.2'de, meyve verimi ile hesaplanan bitki su tüketimi değerleri arasındaki ilişki ise Şekil 4.3'de verilmiştir. Her iki parametre için de meydana gelen artışlara paralel olarak meyve veriminin de arttığı görülmüştür. Uygulanan sulama suyu miktarı ile elde edilen meyve verimi değerleri arasında 2.dereceden polinomiyel bir ilişki (R^2=0,9859) bulunmuştur. Mevsimlik bitki

su tüketimi değerleri ve meyve verimi arasında ise doğrusal bir ilişki (R^2= 0,8826) bulunmuştur.



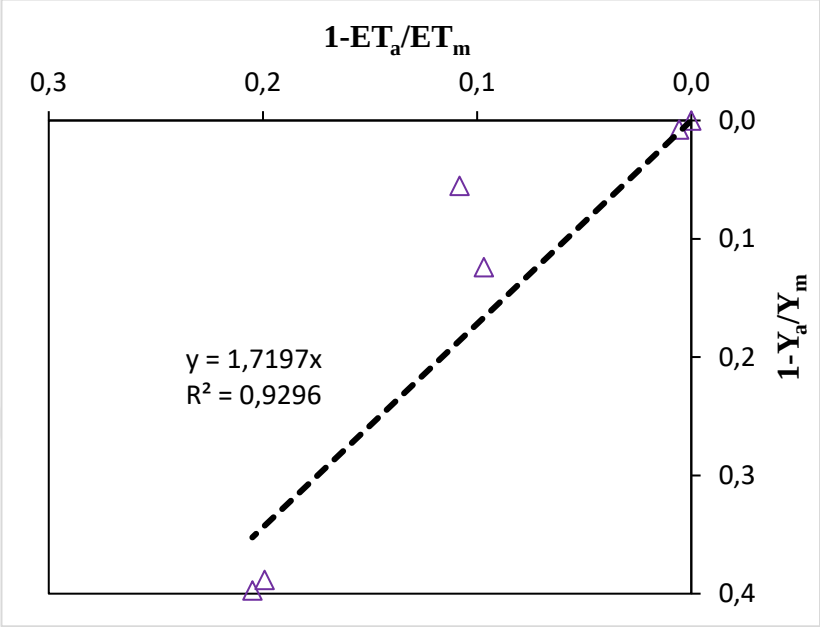
Şekil 4.2 Meyve verimi ile sulama suyu ilişkisi



Şekil 4.3. Meyve verimi ile bitki su tüketimi ilişkisi

Elde edilen sonuçlar değerlendirildiğinde farklı sulama konularına göre bitki su tüketimi ve meyve verimi değerleri arasındaki doğrusal ilişki $p<0.01$ düzeyinde önemli

olduğundan verim tepki etmeni (ky) analizine geçilmiştir. Mevsimlik verim tepki etmenlerinin konulara göre ilişkisi Şekil 4.4'de verilmiştir.



Şekil 4.4. Oransal su tüketimi eksilişi ile meyve verimi azalışı arasındaki ilişki

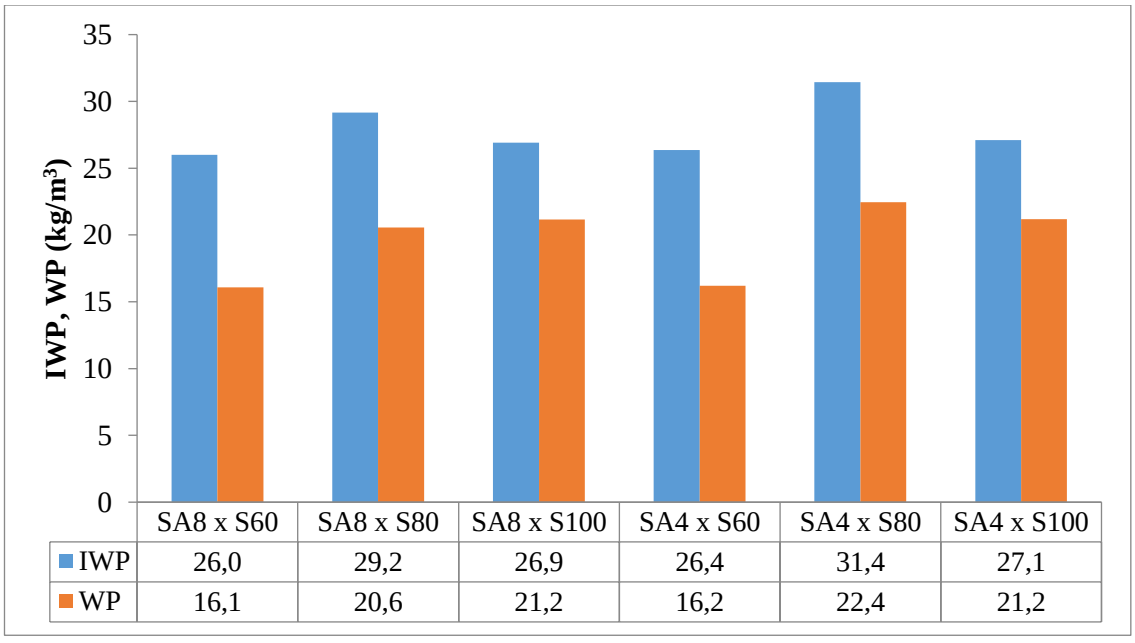
Uygulanan su kısıntılarının etki derecesinin bir ölçüsü olan mevsimlik verim tepki etmeni (ky) değeri salçalık domates için 1,71 olarak belirlenmiştir (Şekil 4.4). Bu sonuç, bitki su tüketimindeki 1 birimlik azalmaya karşılık domates meyve veriminin 1,7 birim azalacağını göstermektedir.

Kuşçu ve ark. (2014a), sanayi domatesinin farklı fenolojik dönemlerinde uygulanan kısıntılı sulamanın domates üzerindeki etkilerini belirlemek üzere 2 yıllık bir arazi denemesi yürütmüşlerdir. Bursa koşullarında yürütülen çalışmaya ait ortalama ky değerini 1,59 olarak bulmuşlardır. Kuşçu ve ark. (2014b), yürütmüş oldukları 2 yıllık başka bir çalışmada 3 farklı sulama seviyesi ve 4 farklı azot miktarının domates bitkisinde meyve verim ve kalitesi üzerine etkilerini araştırmış ve 2 yıla ait ortalama ky değerini 1,65 olarak hesaplamışlardır. Bahsedilen araştırmalardan elde edilen ky değerleri ile bu çalışmada hesaplanan değerler arasında benzerlik olduğu görülmüştür.

Gatta ve ark. (2007), İtalya'da yürüttükleri çalışmada ky değerini 0,55 olarak hesaplarken; Doorenbos ve Kassam (1979), İtalya koşulların gerçekleştirilen bir başka çalışmada ky değerini 1,05 olarak elde ettiklerini bildirmişlerdir. Ertek ve ark. (2012), farklı sulama seviyesi ve nitrojen uygulama düzeylerinin damla sulama ile sulanan domates bitkileri üzerindeki etkilerini belirlemek amacıyla bir çalışma yapmışlardır. Isparta koşullarında yürütülen çalışmada ky değerini 0,46 olarak elde etmiştir. Patane ve ark. (2011), İtalya'da yürüttükleri 2 yıllık bir araştırma sonucu elde edilen ortalama ky değerinin 0,76 olarak kaydedildiğini raporlamışlardır. Sonuçları paylaşılan araştırmalara ait ky değerleri ile bu çalışmaya ait değer arasında farklılık olduğu görülmüştür. Bu farklılığın nedeninin araştırmaların yapıldığı bölgelere ait iklim ve çevre koşullarının, sulama programlarının ve domates bitkisi çeşitlerinin farklılık göstermesi olarak değerlendirilmiştir.

4.4. Su Üretkenliği ve Sulama Suyu Üretkenliği

Araştırmada, domates bitkisinin farklı sulama aralıkları ve seviyeleri üzerine gerçekleştirilen deneme konularına ait su üretkenliği (WP) ve sulama suyu üretkenliği (IWP) değerleri Şekil 4.5'de verilmiştir.



Şekil 4.5. Su Üretkenliği (WP) ve Sulama Suyu Üretkenliği (IWP) Sonuçları

Şekil 4.5 incelendiğinde WP değerlerinin 16.1-22.4 kg m^{-3} arasında değiştiği görülürken en yüksek WP değerinin SA4xS80 konusundan, en düşük WP değerinin ise SA8xS60 konusundan elde edildiği görülmüştür. IWP değerlerinin ise 26,0-31,4 kg m^{-3} arasında değiştiği görülmüş ve en yüksek IWP değerinin SA4xS80 konusundan elde edilirken en düşük IWP değerinin SA8xS60 konusundan elde edildiği belirlenmiştir. Sulama aralıklarının WP ve IWP değerlerinde önemli farklılıklar gerçekleştirmediği görülürken farklı sulama seviyesi uygulamalarının önemli düzeyde farklılık gerçekleştirdiği saptanmıştır.

Bursa koşullarında gerçekleştirilen çalışmada domates bitkisi için WP değerlerinin 13,1-21,6 kg m^{-3} ve IWP değerlerinin 19,6-30,3 kg m^{-3} arasında değiştiği gözlemlenmiştir (Aşık, 2020). Kuşçu ve ark. (2014b), Bursa'da gerçekleştirdikleri çalışmada A sınıfı buharlaşma kabından meydana gelen buharlaşmanın %50, 75 ve 100'ünü uygulamışlardır. Bu çalışmada 2010 ve 2011 yılları için en yüksek WP değerleri yıllara göre sırasıyla 18,2 kg m^{-3} ve 18,3 kg m^{-3} olarak kaptan buharlaşan su miktarının %75'ini uyguladıkları konudan elde ederken en yüksek IWP değerlerini sırasıyla 27,5 kg m^{-3} ve 23,4 kg m^{-3} kap buharlaşmasının %50'sini uyguladıkları konudan elde ettiklerini raporlamışlardır. Daha önce aynı yörede yürütülen çalışmaların sonuçları ile bu çalışmadan elde edilen sonuçlar arasında paralellik olduğu görülmektedir.

Karaer (2020), Bilecik koşullarında gerçekleştirdiği çalışmasında sofralık domates için 2017 yılı WP değerlerini 22,5-12,0 kg m^{-3}, 2018 yılı değerlerinin ise 25,7-12,1 kg m^{-3} arasında değiştiğini ve en yüksek WP değerinin her iki yıl için de kap buharlaşmasının %25'inin uygulandığı malçlı konudan gerçekleştiğini bildirmiştir. 2017 ve 2018 yılı en yüksek IWP değerlerini ise yıllara göre sırasıyla 26,6-13,5 kg m^{-3} ve 30,6-14,9 kg m^{-3} arasında değiştiğini ve her iki yıl için de en yüksek değerlerin kap buharlaşmasının %25'inin uygulandığı malçlı konudan elde ettiğini raporlamıştır. İki yıllık verileri değerlendirdiğinde malç konularından bağımsız şekilde sulama seviyesi azaldıkça WP ve IWP değerlerinin arttığı ve bunun sonucunda su kıtlığının olduğu bölgelerde sulama suyunda kısıntı yapılmasının uygun olabileceği yorumunu yapmıştır. Özbahçe ve Tarı

(2009), Konya ekolojik koşullarında 2004 ve 2005 yıllarında yürüttükleri çalışmada tarla kapasitesinin %100, 75, 50 ve 25'i kadar sulama suyu uygulamış ve WP değerleri 2004 yılı için 12,7-9,9 kg m^{-3} olarak 2005 yıl için ise 12,1-10,7 kg m^{-3} arasında değişiklik göstermiş; 2004 yılı için en yüksek değer tam sulanan konudan elde edilirken 2005 yılı için %75 kısıntı uygulanan konudan elde edildiğini bildirmiştir. IWP değerlerinin ise 2004 yılında 33,4-15,5 kg m^{-3} arasında, 2005 yılında ise 16,5-11,4 kg m^{-3} arasında değiştiği ve her iki yıl için de en yüksek değerin %25 kısıntı uygulanan konudan elde edildiğini raporlamıştır. Çömlekçioğlu ve Şimşek (2014), Şanlıurfa'da açık tarla koşullarında A sınıfı buharlaşma kabından 3 günde gerçekleşen toplam buharlaşmanın %133, %100 ve %66' sının uygulandığı bir çalışma gerçekleştirmişlerdir. Araştırma sonucunda WP değerlerinin 7,17-3,53 kg m^{-3} arasında ve IWP değerlerinin 6,87-3,61 kg m^{-3} arasında değiştiği; en yüksek WP değerinin kaptan gerçekleşen buharlaşmanın %100'ünün uygulandığı konudan, en yüksek IWP değerinin ise kaptan gerçekleşen buharlaşmanın %133'ünün uygulandığı konudan sağlandığını raporlamışlardır. Zhang ve ark. (2017), Çin'de gerçekleştirdikleri çalışmada 2013 yılında en yüksek WP değerini kaptan meydana gelen buharlaşma miktarının %60'ını uyguladıkları konudan 28,0 kg m^{-3} olarak, 2014 yılında ise en yüksek WP değerini kap buharlaşmasının %80'nini uyguladıkları konudan 29,4 kg m^{-3} olarak elde ettiklerini bildirmişlerdir. Patane ve ark. (2011), İtalya koşullarında 2001 ve 2002 yıllarında yürüttükleri çalışmalarda WP değerlerini yıllara göre sırasıyla 2,62-1,20 kg m^{-3} ve 1,28-3,09 kg m^{-3} olarak her iki yıl için de en yüksek WP değerlerini fidelerin dikiminden sonra hiç sulama yapmadıkları ve %50 su kısıntısı uyguladıkları konulardan elde ettiklerini raporlamışlardır. Çin'de 2014 ve 2015 yıllarında yürütülen bir araştırmada WP değerleri 2014 yılında 85,99-120,27 kg m^{-3} arasında, 2015 yılında ise 57,65-75,41 kg m^{-3} arasında değiştiği belirlenmiştir (Sun ve ark. 2018). Farklı iklim koşullarında birçok çalışmada WP ve IWP değerlerinin hesaplandığı ve farklı sonuçlar elde edildiği görülmektedir. Bunun farklılığın sebebinin yetiştirme dönemi boyunca meydana gelen yağış miktarı, uygulanan sulama suyu miktarı, bitki su tüketimi ve verim arasındaki farklılıklara ek olarak araştırma yapılan bölgenin iklim, toprak özellikleri, sulama programları ve bitki materyalindeki çeşit farklılıklarından meydana geldiği düşünülmektedir.

4.5. Meyve Kalite Özellikleri

4.5.1. Suda Çözünür Kuru Madde (Briks)

Suda çözünür kuru madde içeriği salçalık domates meyvelerinde en önemli kalite parametrelerinden biridir. Domates meyvelerinde Briks değerinin yüksek olması salça işleme teknolojisi yönünden maliyetlerde büyük ölçüde tasarrufa aracılık etmektedir. Çizelge 4.5'de belirtilmiş olan varyans analizine göre sulama seviyeleri arasındaki farkın domates meyvelerinin Briks değerleri üzerindeki etkisinin istatistiksel olarak önemli olduğu ($p<0,05$) söylenebilirken, sulama aralıklarındaki farkın önemsiz olduğu bulunmuştur.

Çizelge 4.5. Farklı sulama aralığı ve seviyelerinin salçalık domateste briks değerine olan etkisine ilişkin varyans analiz sonuçları

Varyans Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F Değeri
Sulama aralığı (SA)	1	0,011	0,01	0,77
Sulama seviyesi (SS)	2	1,59	0,79	54,83**
SA × SS	2	0,007	0,003	0,23

**0,01olasılık düzeyinde istatistiksel olarak önemlidir.

Çizelge 4.6. Briks Sonuçları

Sulama Aralığı (SA)	Sulama Seviyesi (SS)			Ortalama
	S60	S80	S100	
8 gün	6,33	6,04	5,63	6,00
4 gün	6,28	6,04	5,54	5,95
Ortalama	6,30 A[1]	6,03 B	5,58 C	5,97

[1]Büyük harfle gösterilen değerler ise SS yönüyle Duncan testine göre %5 olasılık düzeyinde önemli farklılıkları göstermektedir.

Çizelge 4.6'da görüldüğü gibi en yüksek Briks değeri 6,30 ile S60 konusundan elde edilirken onu sırayla S80 ve S100 konuları izlemiştir. S60 sulama konusuna kıyasla S80

ve S100 konularındaki ortalama suda çözünür kuru madde miktarındaki (Briks) azalış oranları sırasıyla %4,3 ve %11,5 olarak gerçekleşmiştir. Çizelge 4.6'da görüldüğü gibi sulama seviyesinde meydana gelen azalmaya karşılık Briks değerinin arttığı gözlemlenmiştir. Bunun sonucunda, %40 sulama seviyesi azalmasında yüksek oranda Briks elde edilmesi çiftçi için olumlu sonuç ortaya çıkaracağı düşünülmektedir. Buna karşın S60 konusunda verimin diğer konulara kıyasla daha düşük olması verim ile Briks dengesi açısından pek uygun görünmemektedir. Bununla birlikte, kaptan buharlaşan suyun %100'ünün referans alındığı konuda ise verim artarken Briks değerleri azalma göstermiştir. Verim ve Briks değerleri birlikte göz önüne alındığında bu çalışmanın sonuçları açısından bir değerlendirme yapmak gerekirse en uygun seçimin S80 konusu olduğu söylenebilir. Nitekim, S80 konusundaki verim değeri en yüksek verimin alındığı S100 konusuna kıyasla %8,6 azalma gösterirken, S80 konusundaki Briks değeri en yüksek Brikse sahip S60 konusuna kıyasla %4,3 azalma göstermiştir. Bu azalış oranları, verim-Briks optimizayonu açısından kabul edilebilir sınırlar içinde yer almaktadır.

Kuşçu ve ark. (2014b), Bursa koşullarında gerçekleştirdikleri çalışmada briksin toprak su açığından önemli ölçüde ($p<0,01$) etkilendiğini gözlemlemişlerdir. Bu çalışmada mevsimsel sulama suyu ihtiyacının arttırılmasının Briksi önemli ölçüde azalttığını ve su stresi yaşayan bitkilerde Briks değerinin daha yüksek olduğunu gözlemlediklerini belirtmişlerdir. En yüksek Briks değerini en düşük sulama suyu seviyesi için 6 Briks olarak raporlamışlardır. Aşık (2020), Bursa koşullarında yürüttüğü çalışmasında elde ettiği sonuçlara göre sulama zamanının kesilme süresi arttıkça Briks değerlerinin de arttığını belirtmiş ve en yüksek Briks değerini hasattan 12 gün önce sulama suyunun kesildiği S3 ve hasattan 16 gün önce sulama suyunun kesildiği S4 konularından sırasıyla 6,53 ve 6,13 olarak elde ettiğini belirtmiştir. Benzer iklim koşullarında yürütülen çalışmalarda uygulanan sulama suyundaki azalma sonucu Briks değerlerinde artış gözlemlenmiş ve bu çalışma ile benzerlik taşıdıkları saptanmıştır.

Karaer (2020), Bilecik koşullarında yürüttüğü çalışmasında, sulama*malç ve sulama×malç×yıl interaksiyonlarının %1 önem düzeyinde Briks oranı üzerinde istatistiksel olarak anlamlı olduğunu saptamıştır. İki yıllık ortalama verilerde en yüksek Briks değerini 7,66 olarak buharlaşmanın %25'inin uygulandığı malçsız konudan en

düşük Briks değerini ise 6,45 ve 6,51 olarak sırasıyla tam sulamanın yapıldığı malçsız konudan ve tam sulamanın yapıldığı malçlı konudan elde ettiğini raporlamıştır. Tarı ve Sapmaz (2017), Mersin iklim şartlarında yürüttükleri çalışmada domates bitkisinde sulama suyu miktarı ile kuru madde arasındaki ilişki derecesini önemli bulmuş olup, en fazla kuru madde miktarının %5,53 olarak su yüzeyinden meydana gelen buharlaşma miktarlarının %60 olduğu konudan elde ettiklerini bildirmişlerdir. Bahsedilen çalışmalarda ulaşılan Briks değerlerinin bu çalışmadan elde edilen değerleri ile farklılıklar göstermesi iklim koşulları ve sulama programlarındaki farklılıklara bağlansa da, ulaşılan en yüksek ve en düşük Briks değerlerinin ait olduğu sulama konuları açısından benzerlikler görülmüştür.

Dünya çapında yapılan çalışmalara bakıldığında Patane ve ark. (2011), İtalya'nın yarı kurak Akdeniz ortamında 2001-2002 yıllarında yürüttükleri çalışmada en yüksek Briks değerini sırasıyla 7,60 ve 6,35 olarak tam sulamanın yapılmadığı konudan elde ettiklerini belirtmişlerdir. Giuliani ve ark. (2017), Akdeniz iklim koşullarında yürüttükleri çalışmada en yüksek Briks değerini 6,78 ile sadece ekim sırasında ve gübreleme sırasında sulama yapıldığı uygulamadan en düşük Briks değerini ise 5,57 ile tam sulama konusundan elde ettiklerini raporlamışlardır. Yapılan çalışmalar incelendiğinde sonuçların birbiri ile benzerlik gösterdiği ve genel olarak sulama seviyesinde meydana gelen azalmanın domatesteki Briks değerini arttırdığı sonucuna varılmıştır.

4.5.2. pH

Farklı sulama aralığı ve seviyelerinin salçalık domates meyvelerinde pH değerine etkisini belirlemek amacıyla yapılan varyans analiz sonuçları Çizelge 4.7'de, deneme konularına ait pH değerleri ise Çizelge 4.8'de verilmiştir.

Çizelge 4.7. Farklı sulama aralığı ve seviyelerinin salçalık domateste pH değerine olan etkisine ilişkin varyans analiz sonuçları

Varyans Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F Değeri
Sulama aralığı (SA)	1	0,024	0,024	0,52
Sulama seviyesi (SS)	2	0,010	0,005	0,11
SA × SS	2	0,006	0,003	0,06

Çizelge 4.8. pH Sonuçları

Sulama Aralığı (SA)	Sulama Seviyesi (SS)			Ortalama
	S60	S80	S100	
8 gün	4,73	4,66	4,67	4,69
4 gün	4,63	4,64	4,57	4,61
Ortalama	4,68	4,64	4,62	4,65

Varyans analiz sonuçlarına göre, hem sulama aralığının hem de sulama seviyelerinin pH üzerindeki etkisi istatistiksel yönden önemli bulunmamıştır. Bununla birlikte en yüksek pH değeri 8 gün sulama aralığı ve S60 sulama konusundan 4,73 olarak elde edilirken, en düşük pH değeri 4 gün sulama aralığı ve S100 sulama konusundan 4,57 olarak elde edilmiştir. Tüm deneme konularının ortalama sonuçlarına göre pH değeri Heinz 1015 domates çeşidi için 4,65 olarak belirlenmiştir.

Bursa koşullarında yürütülen çalışmalar incelendiğinde; Turhan ve ark. (2011), deneme konularının pH değeri üzerine etkisinin istatistiksel olarak önemli bulunmadığını belirlemiş ve domates meyvesi pH değerlerinin 4,35-4,12 arasında değişiklik gösterdiğini bildirmişlerdir. Aşık (2020), yürüttüğü çalışma sonucu deneme konularının domates pH değeri üzerine etkisinin istatistiksel olarak önemli bulunmadığını belirtirken, en yüksek pH değerinin hasattan 16 gün önce sulama suyunun kesildiği S4 konusundan 4,82 olarak ve en düşük pH değerinin hasattan 4 gün önce sulama suyunun kesildiği S1 konusundan 4,64 olarak elde edildiğini raporlamıştır. Ulaşılan sonuçlarla bu çalışmadan elde edilen pH değerleri arasında benzerlikler görülmüştür.

Karaer (2020), Bilecik koşullarında 2017-2018 yıllarında sofralık domateste farklı sulama seviyeleri ve malç uygulamalarının domatese olan etkilerini araştırdığı bir çalışma yürütmüştür. Deneme sonucunda malç konusunun pH üzerine etkisi istatistiksel olarak önemsiz görülürken, sulama konularının istatistiksel olarak önemli olduğunu belirtmiştir. Bununla birlikte iki yıllık ortalama verilere göre en yüksek pH oranı 4,61 olarak I100×M konusundan, en düşük pH oranını ise 4,32 olarak I25×NM konusundan elde edildiğini raporlamıştır. Özbahçe ve ark. (2009), Konya koşullarında gerçekleştirdikleri çalışmada deneme konularının pH üzerine etkisinin istatistiksel olarak önemsiz olduğunu belirtmişlerdir. Deneme sonuçlarına göre pH değerlerinin 4,17-4,32 arasında değişiklik gösterdiğini bildirmişlerdir. Bahsedilen çalışmaların farklı iklim koşullarında yürütülmesine rağmen bu çalışma ile paralellik taşıdığı görülmüştür.

Favati ve ark. (2009), İtalya koşullarında yaptıkları çalışmada, sulama seviyesinin pH üzerine etkili olduğunu bildirmiştir. Bununla birlikte sulama aralığının uzamasının, domates pH değerlerinde azalmaya neden olduğunu raporlamıştır.

4.5.3. Renk

Farklı sulama aralığı ve seviyelerinin salçalık domates renk L, a, b, c, h değerlerine etkisini belirlemek amacıyla yapılan varyans analiz sonuçları Çizelge 4.9, 4.11, 4.13, 4.15 ve 4.17'de, deneme konularına ait renk değerleri ise Çizelge 4.10, 4.12, 4.14, 4.16 ve 4.18'de verilmiştir. Varyans analiz sonuçlarına göre, hem sulama aralığının hem de sulama seviyelerinin renk değerleri (L,a,b,c ve h) üzerindeki etkisi istatistiksel yönden önemli bulunmamıştır.

Çizelge 4.9. Farklı sulama aralığı ve seviyelerinin salçalık domateste renk L değerine olan etkisine ilişkin varyans analiz sonuçları

Varyans Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F Değeri
Sulama aralığı (SA)	1	0,023	0,023	0,014
Sulama seviyesi (SS)	2	0,039	0,019	0,011
SA × SS	2	0,142	0,071	0,041

Çizelge 4.10. L değeri sonuçları

Sulama Aralığı (SA)	Sulama Seviyesi (SS)			Ortalama
	S60	S80	S100	
8 gün	36,05	36,07	36,26	36,13
4 gün	36,21	36,00	36,00	36,06
Ortalama	36,13	36,03	36,13	36,10

Çizelge 4.9'da belirtildiği gibi elde edilen sonuçlara göre renk L değeri ve konular arasında istatistiksel olarak önemli farklılık görülmemiş ve Çizelge 4.10'a göre değerler 36,26-36,00 arasında bulunmuştur. En yüksek renk L değeri 36,26 ile SA8xS100 konusundan, en düşük renk L değeri ise 36,00 ile SA4xS80 ve SA4xS100 konularından elde edilmiştir.

Çizelge 4.11. Farklı sulama aralığı ve seviyelerinin salçalık domateste renk a değerine olan etkisine ilişkin varyans analiz sonuçları

Varyans Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F Değeri
Sulama aralığı (SA)	1	1,87	1,87	0,78
Sulama seviyesi (SS)	2	15,39	7,69	3,21
SA × SS	2	6,78	3,39	1,41

Çizelge 4.12. a değeri sonuçları

Sulama Aralığı (SA)	Sulama Seviyesi (SS)			Ortalama
	S60	S80	S100	
8 gün	36,80	36,49	35,71	36,33
4 gün	37,00	38,90	35,13	37,00
Ortalama	36,90	37,65	35,42	36,65

Çizelge 4.11'de belirtildiği gibi elde edilen sonuçlara göre renk a değeri ve konular arasında istatistiksel olarak önemli farklılık görülmemiş ve Çizelge 4.12'ye göre değerler 38,90-35,13 arasında bulunmuştur. En yüksek renk a değeri 38,90 ile SA4×S80 konusundan, en düşük renk L değeri ise 35,13 ile SA4×S100 konusundan elde edilmiştir.

Çizelge 4.13. Farklı sulama aralığı ve seviyelerinin salçalık domateste renk b değerine olan etkisine ilişkin varyans analiz sonuçları

Varyans Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F Değeri
Sulama aralığı (SA)	1	5,43	5,43	0,96
Sulama seviyesi (SS)	2	15,80	7,90	1,40
SA × SS	2	39,41	19,70	3,50

Çizelge 4.14. b değeri sonuçları

Sulama Aralığı (SA)	Sulama Seviyesi (SS)			Ortalama
	S60	S80	S100	
8 gün	27,86	25,29	25,95	26,36
4 gün	26,46	35,55	25,38	27,46
Ortalama	27,16	27,92	25,66	26,91

Çizelge 4.13'e göre elde edilen sonuçlarda en yüksek renk b değeri 35,55 ile SA4×S80 konusundan en düşük b değeri ise 25,29 ile SA8×S80 konusundan elde edilmiştir. Çizelge 4.14'e göre konular arasında istatistiksel olarak önemli bir fark gözlenmemiştir.

Çizelge 4.15. Farklı sulama aralığı ve seviyelerinin salçalık domateste renk c değerine olan etkisine ilişkin varyans analiz sonuçları

Varyans Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F Değeri
Sulama aralığı (SA)	1	3,02	3,02	0,60
Sulama seviyesi (SS)	2	16,76	8,38	1,64
SA × SS	2	2,98	1,49	0,29

Çizelge 4.16. c değeri sonuçları

Sulama Aralığı (SA)	Sulama Seviyesi (SS)			Ortalama
	S60	S80	S100	
8 gün	45,75	44,31	44,14	44,73
4 gün	45,51	42,34	44,00	44,00
Ortalama	45,63	43,32	44,02	44,32

Çizelge 4.15'de görüldüğü gibi renk c değeri ve konular arasında istatistiksel olarak önemli farklılık görülmemiş ve Çizelge 4.16'ya göre değerler 45,75-42,34 arasında bulunmuştur. En yüksek renk c değeri 45,75 ile SA8×S60 konusundan, en düşük renk c değeri ise 42,34 ile SA4×S80 konusundan elde edilmiştir.

Çizelge 4.17. Farklı sulama aralığı ve seviyelerinin salçalık domateste renk h değerine olan etkisine ilişkin varyans analiz sonuçları

Varyans Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F Değeri
Sulama aralığı (SA)	1	2,501	2,501	0,524
Sulama seviyesi (SS)	2	14,504	7,252	1,521
SA × SS	2	3,062	1,531	0,321

Çizelge 4.18. h değeri sonuçları

Sulama Aralığı (SA)	Sulama Seviyesi (SS)			Ortalama
	S60	S80	S100	
8 gün	35,71	34,81	36,00	35,48
4 gün	35,49	33,00	35,83	34,74
Ortalama	35,60	33,85	35,88	35,11

Çizelge 4.17'de görüldüğü gibi elde edilen sonuçlara göre renk h değeri ve konular arasında istatistiksel olarak önemli farklılık görülmemiş ve 4.18'e göre değerler 36,00-33,00 arasında bulunmuştur. En yüksek renk h değeri 36,00 ile SA8XS100 konusundan, en düşük renk h değeri ise 33,00 ile SA4xS80 konusundan elde edilmiştir.

Aşık (2020), Bursa koşullarında yürüttüğü çalışmasında L değerlerinin 36,93-37,60, a değerlerinin 36,37-38,40, b değerlerinin 25,73-26,90, c değerlerinin 44,33-46,30 ve h değerlerinin ise 33,93-36,00 arasında değiştiği belirtirken, elde edilen sonuçlar arasında istatistiksel olarak önemli bir fark görülmediğini raporlamıştır. Karaer (2020), Bilecik koşullarında gerçekleştirdiği çalışmasında elde edilen sonuçlara göre deneme konularının L, a ve b değerlerinin üzerinde istatistiksel olarak önemli olmadığını belirtmiştir. L değerinin 40,61-38,465 arasında, a değerinin 37,39-32,16 arasında, b değerinin ise 30,36-27,29 arasında değişiklik gösterdiğini raporlamıştır. Benzer iklim koşullarında yürütülen çalışmalar ile bu çalışma arasında büyük benzerlikler olduğu saptanmıştır.

Yaylalı (2007), Konya koşullarında gerçekleştirdiği çalışmasında L değerleri tuz seviyelerinde farklılık göstermekle birlikte 24,98 ile 38,29 arasında değiştiğini belirtmiştir. Tuzluluk seviyesinin artışı ve sulama suyu miktarının artışı domateste L değerini %50 ye varan oranda arttırdığını belirtmiştir. Sulama suyunun artmasıyla birlikte a değerinde azalma meydana geldiğini ve bunun %5 önem düzeyinde istatistiksel olarak önemli bulunduğunu belirtmiştir. Tuzluluk seviyelerinin ve sulama suyu miktarının domateste b değerlerini arttırdığını belirtmiştir. 2005 yılı verilerinde tuzluluk seviyesi b değeri üzerinde istatistiksel olarak önemli görülürken su uygulama konuları %5 önem düzeyinde anlamsız bulunduğunu bildirmiştir. 2006 yılı verilerinde ise hem tuzluluk seviyeleri hem de uygulama konularının domateste b değeri üzerinde etkilerinin istatistiksel açıdan önemli görüldüğünü raporlamıştır. Favati ve ark. (2009), İtalya koşullarında yürüttükleri çalışmalarında L değerlerinin 40,11-40,40, a değerlerinin 29,62-29,94 ve b değerlerinin 24,01-24,91 arasında ölçüldüğünü belirtmiş ve deneme konularının domates renk parametreleri üzerine istatistiksel olarak önemli görülmediğini raporlamışlardır. Atikmen ve Kütük (2014), Sakarya iklim şartlarında gerçekleştirdikleri çalışmalarında konularına göre elde ettikleri sonuçlar sırasıyla, L değerlerinin 42,99-43,58 arasında a değerlerinin 27,80-29,08 arasında b değerlerinin 29,33-30,36 arasında değişiklik gösterdiğini bildirmişlerdir. Bu çalışmaların farklı iklim koşulları ve sulama programları altında yürütülmesi, farklı renk parametreleri sonuçları elde edilmesinin temel sebebi olduğu düşünülmektedir.

4.5.4. Meyve Sertliği

Farklı sulama aralığı ve seviyelerinin salçalık domates meyve sertliği değerine etkisini belirlemek amacıyla yapılan varyans analiz sonuçları Çizelge 4.19'da, deneme konularına ait meyve sertlik değerleri ise Çizelge 4.20'de verilmiştir.

Çizelge 4.19. Farklı sulama aralığı ve seviyelerinin salçalık domateste sertlik değerine olan etkisine ilişkin varyans analiz sonuçları

Varyans Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F Değeri
Sulama aralığı (SA)	1	0,002	0,002	0,051
Sulama seviyesi (SS)	2	0,071	0,035	1,133
SA × SS	2	0,028	0,014	0,452

Çizelge 4.20. Sertlik değeri (kg cm^{-2}) sonuçları

Sulama Aralığı (SA)	Sulama Seviyesi (SS)			Ortalama
	S60	S80	S100	
8 gün	1,26	1,23	1,20	1,23
4 gün	1,38	1,24	1,13	1,25
Ortalama	1,32	1,24	1,16	1,24

Varyans analiz sonuçlarına göre, hem sulama aralığının hem de sulama seviyelerinin meyve sertliği üzerindeki etkisi istatistiksel açıdan önemli bulunmamıştır. Bununla birlikte meyve sertliği değeri 1,38-1,13 kg cm^{-2} arasında değişiklik gösterirken en yüksek meyve sertlik değeri 4 gün sulama aralığı ve S60 sulama konusundan 1,38 kg cm^{-2} olarak elde edilirken, en düşük meyve sertlik değeri 4 gün sulama aralığı ve S100 sulama konusundan 1,13 kg cm^{-2} olarak elde edilmiştir.

Özbahçe ve ark. (2009), Konya koşullarında 2004-2005 yıllarında gerçekleştirdikleri çalışmada farklı damlatıcı aralıkları konusunun meyve delinme direnci üzerinde istatistiksel olarak önemli olmadığını belirtirken, farklı sulama seviyeleri konusunun %1

düzeyinde istatistiksel olarak önemli bulduklarını bildirmişlerdir. En yüksek meyve delinme direnci değerlerini her iki yıl için de tam sulama konusu altında sırasıyla 1,25-1,22 kg cm^{-2} olarak bulduklarını raporlamışlardır. Aşık (2020), Bursa koşullarında gerçekleştirdiği çalışmasında deneme konularının meyve eti sertliği üzerine etkisini $p<0,05$ önem düzeyinde istatistiksel olarak önemli bulunduğunu bildirmiştir. En yüksek meyve eti sertliğini hasattan 16 gün önce sulama suyunun kesilmesinin olduğu konudan 1,13 kg cm^{-2} olarak, en düşük meyve eti sertliğini ise hasattan 4 gün önce sulama suyunun kesilmesinin olduğu konudan 0,86 kg cm^{-2} olarak bulunduğunu bildirmiştir. Bahsedilen araştırmalardan elde edilen meyve sertlikleri değerlendirildiğinde bu çalışmayla paralellikler taşıdıkları görülmüştür.

Patanè ve ark. (2010), İtalya'nın Sicilya bölgesinde 2002 yılında Enna ve Siracusa eyaletlerinde yürüttükleri çalışmada meyve eti sertliği Enna eyaleti için istatistiksel açıdan önemli bulunmuşken Siracusa'da istatistiksel açıdan önemli bulunmadığını bildirmişlerdir. Enna için en yüksek meyve sertliği değeri 4,64 kg cm^{-2} olarak bulunurken Siracusa için en yüksek değer 4,03 kg cm^{-2} olarak bulunduğunu raporlamışlardır. Chen ve ark. (2013), Çin'in Gansu eyaleti iklim koşullarında 2008-2009 ve 2009-2010 sezonlarında domates bitkisi üzerine bir çalışma gerçekleştirmişlerdir. Deneme konularının meyve eti sertliği üzerinde istatistiksel olarak önemli bulunduğunu belirtmişlerdir. 2008-2009 sezonu için en yüksek meyve eti sertliğini 6,18 kg m^{-2} bulurken en düşük meyve eti sertliğini 5,23 kg cm^{-2} olarak, 2009-2010 sezonu için en yüksek meyve eti sertliğini 8,37 kg cm^{-2} ve en düşük meyve eti sertliğini 7,39 kg cm^{-2} olarak bulduklarını raporlamışlardır.

4.5.5. Tek Meyve Ağırlığı

Farklı sulama aralığı ve seviyelerinin salçalık domateste tek meyve ağırlığına etkisini belirlemek amacıyla yapılan varyans analiz sonuçları Çizelge 4.21'de, deneme konularına ait verim değerleri ise Çizelge 4.22'de verilmiştir.

Çizelge 4.21. Farklı sulama aralığı ve seviyelerinin salçalık domateste tek meyve ağırlığına olan etkisine ilişkin varyans analiz sonuçları

Varyans Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F Değeri
Sulama aralığı (SA)	1	18,65	15,65	1,09
Sulama seviyesi (SS)	2	667,52	333,76	19,58**
SA × SS	2	1,98	0,99	0,06

**0,01olasılık düzeyinde istatistiksel olarak önemlidir.

Çizelge 4.22. Tek Meyve Ağırlığı Sonuçları

Sulama Aralığı (SA)	Sulama Seviyesi (SS)			Ortalama
	S60	S80	S100	
8 gün	64,66	71,71	78,92	71,76
4 gün	66,34	73,17	81,89	73,80
Ortalama	65,50 C[1]	72,44 B	80,41 A	72,78

[1]Büyük harfle gösterilen değerler ise SS yönüyle Duncan testine göre %5 olasılık düzeyinde önemli farklılıkları göstermektedir.

Varyans analiz sonuçlarına göre, sulama aralığı konularının tek meyve ağırlığı üzerinde istatistiksel olarak önemiz bulunduğu gözlemlenirken, sulama seviyelerinin tek meyve ağırlığı üzerindeki etkisi %1 düzeyinde istatistiksel yönden önemli bulunmuştur (Çizelge 4.21). Sulama seviyesi arttıkça tek meyve ağırlığının da arttığı gözlemlenmiştir. En yüksek tek meyve ağırlığı S100 tam sulama konusu ile 80,40 g en düşük tek meyve ağırlığı ise kap buharlaşmasının %60'ının uygulandığı S60 konusundan 65,50 g olarak bulunmuştur. Bunun sebebinin eksik sulama konusunda meyvenin yeterli büyüklüğe ulaşamaması ve bu nedenle tek meyve ağırlığında buharlaşan suyun %60 ve %80'inin uygulandığı deneme konularında tam sulama konusuna göre düşüş olduğu düşünülmektedir (Çizelge 4.22).

Bursa koşullarında yürütülen çalışmada, Kuşçu ve ark. (2014a) tam sulamanın yapıldığı deneme konusunda ortalama 66,06 g olarak en yüksek tek meyve ağırlığını elde ettiklerini bildirmişlerdir. Aşık (2020), Bursa iklim koşullarında yürüttüğü çalışmada tek meyve ağırlığını 56,62-71,71 kg arasında değiştiğini belirtirken; en yüksek tek meyve ağırlığını hasattan 4 gün önce sulama suyunun kesildiği S1 konusundan elde ettiğini bildirmiştir. Benzer iklim koşullarında yürütülen çalışmalarda uygulanan sulama suyundaki artma sonucu tek meyve ağırlığı değerlerinde artış gözlemlenmiş ve bu

çalışma ile benzerlik taşıdıkları saptanmıştır. Orta ve ark. (1997) Trakya'da yürüttükleri araştırmada 2 ve 4 gün ara ile A sınıfı buharlaşma kabından ölçülen buharlaşma miktarının %50, %100 ve %150'sini uygulamışlardır ve araştırma sonucu deneme konularının tek meyve ağırlığı üzerinde istatistiksel bir önem belirtmediğini raporlamışlardır. Karaer (2020), 2017 ve 2018 yıllarında Bilecik koşullarında yürüttüğü çalışmasında iki yıllık ortalama verilere göre, en yüksek meyve ağırlığı 115,51 g olarak malçlı tam sulama konusundan elde ettiğini raporlamıştır.

Pantene ve ark. (2011) İtalya'nın yarı kurak Akdeniz ortamında gerçekleştirdikleri çalışma sonucunda deneme konularının tek meyve ağırlığı üzerinde istatistiksel açıdan önemli olduğunu belirtmiş ve en yüksek tek meyve ağırlığını 72.6 g ile tam sulama konusundan elde ettiklerini belirtmişlerdir. Biswas ve ark. (2015), damla sulama ve malçlamanın domatesin verimi, su üretkenliği ve ekonomik getirisi üzerindeki birleşik etkilerini araştırmışlardır. Araştırma sonucunda en yüksek tek meyve ağırlığını, siyah polietilen malçlı ve su ihtiyacının %50'sinin uygulandığı konudan 118.32 g olarak elde ettiklerini bildirmişlerdir. Bahsedilen çalışmalar ile bu çalışmadaki tek meyve ağırlığında meydana gelen farklılıkların iklim değişiklikleri, sulama programı ve yöntemi, toprak özellikleri ve bitki çeşidindeki farklılıklardan meydana geldiği düşünülmektedir.

5. SONUÇ

Yarı nemli iklim koşullarında gerçekleştirilen bu çalışmada, damla sulama ile sulanan domatesin farklı sulama aralıkları ve sulama seviyeleri uygulamalarının salçalık domatesin verim ve kalite parametreleri üzerine etkileri araştırılmıştır. Çalışmaya ait sonuçlar bu bölümde özetlenmiştir.

Yetiştirme mevsimi boyunca farklı deneme konularına uygulanan sulama suyu miktarı 259-412 mm arasında, mevsimlik bitki su tüketimi ise 419-527 mm arasında değişiklik göstermiştir.

Farklı sulama aralığı ve sulama seviyelerinin domateste verim ve kalite parametreleri üzerine etkilerinin incelendiği araştırmada sonuçlar değerlendirildiğinde uygulanan sulama suyu miktarı ile verim arasında 2.dereceden polinom ve mevsimlik bitki su tüketimi ile verim arasında doğrusal bir ilişki olduğu saptanmıştır. Buna göre, uygulanan sulama suyu miktarı arttıkça mevsimlik bitki su tüketiminde artış meydana geldiği ve bu artışa bağlı olarak meyve veriminin arttığı gözlemlenirken; farklı sulama aralıklarının domates meyve verimi üzerinde önemli bir farklılık oluşturmadığı gözlemlenmiştir. Araştırmada en yüksek verim 111,24 t ha^{-1} ile 4 gün sulama aralığında A sınıfı buharlaşma kabından meydana gelen buharlaşmanın tamamının uygulandığı (SA4xS100) konusundan elde edilmiştir.

Su üretkenliği ve sulama suyu üretkenliği, sulama suyu seviyelerine göre farklılık göstermiştir. En yüksek su üretkenliği (WP) 22,4 kg m^{-3} olarak 4 günlük sulama aralığı ve %80 sulama kısıntısı uygulanan (SA4xS80) konudan elde edilmiştir. En yüksek sulama suyu üretkenliği (IWP) 31,4 kg m^{-3} olarak en yüksek WP değerinin de elde edildiği SA4xS80 konusundan sağlanmıştır. Hem WP hem de IWP değeri için en yüksek değer SA4xS80 konusundan sağlandığı görülmüştür.

Gerçekleştirilen çalışmada farklı sulama aralıklarının Briks değeri üzerine etkisi istatistiksel olarak önemsiz bulunurken; farklı sulama seviyelerinin Briks üzerine etkisinin istatistiksel olarak %1 düzeyinde önemli olduğu görülmüştür. Araştırmada uygulanan sulama suyu miktarındaki azalışa bağlı olarak Briks değerinin arttığı gözlemlenmiştir. En yüksek briks değeri ise S60 konusundan 6,30 olarak elde edilmiştir.

Yapılan araştırmada, hem farklı sulama aralığı hem de farklı sulama seviyelerinin pH üzerindeki etkisi istatistiksel yönden önemsiz bulunmuş olup pH değerlerinin 4,73-4,57 arasında değiştiği görülmüştür.

Çalışmada hem farklı sulama aralığı hem de farklı sulama seviyeleri konularının renk parametreleri üzerindeki etkilerinin istatiksel olarak önemli olmadığı görülmüştür. Bununla birlikte L değerinin 36,26-36,00, a değerinin 38,90-35,13, b değerinin 35,55-25,29, c değerinin 45,75-42,34 ve h değerinin 36,00-33,00 arasında değişiklik gösterdiği görülmüştür.

Yapılan araştırmada meyve eti sertliği değerinin istatiksel olarak önemsiz olduğu görülmüş ve çalışma sonuçlarına göre meyve eti sertliği 1,38-1,13 kg cm^{-2} arasında ölçülmüştür.

Farklı sulama aralığı konuları tek meyve ağırlığı üzerinde istatistiksel olarak önemsiz bulunurken farklı sulama suyu seviyelerinin tek meyve ağırlığı üzerinde istatistiksel olarak %1 düzeyinde önemli olduğu görülmüştür. Farklı sulama suyu miktarlarının tek meyve ağırlığını etkilediği ve uygulanan sulama suyu azaldığında meyvelerin yeterli iriliğe ulaşmadığı, bunun sonucunda meyve ağırlıklarında düşüş olduğu görülmüştür. En yüksek tek meyve ağırlığı değeri 80,41 g ile buharlaşma kabından gerçekleşen S100 konusundan sağlanmıştır.

Sonuç olarak, salçalık domates yetiştiriciliğinde sulama uygulamasının oldukça dikkatli planlanması gerektiği ve seçilecek sulama düzeylerinin domates meyve verim ve kalite parametreleri üzerinde önemli düzeyde etkili olacağını söylemek mümkündür.

Günümüz koşullarında salçalık domates bitkisinde sulama yönünden 3 koşul dikkate alınmalıdır. Bunlardan ilki verim, ikincisi Briks ve diğer kalite parametreleri ve üçüncüsü su üretkenliğidir. Verim çiftçinin karlılığı açısından önemlidir. Sulama suyu yeterli olduğu koşullarda, 4 gün aralıklarla A sınıfı buharlaşma kabından buharlaşan suyun %100'ünün referans alınarak sulama uygulanması en yüksek verimi vermektedir. Suyun yeterli ancak ekilebilir alanın az olduğu koşullarda çiftçi bu uygulamayı tercih edebilir. Bununla birlikte, son yıllarda domatesi salça olarak işleyen fabrikalar fiyat belirlemede sadece birim domates miktarını (TL/kg) değil bunun yanında Briks değerini dikkate alarak fiyat politikası izlemeye başlamışlardır. Domates meyvelerindeki kuru madde içeriğinin bir göstergesi olan Briks değeri önceleri sadece fabrikaların dikkate aldığı bir parametre iken bugün çiftçileri de ilgilendiren bir konu haline gelmiştir. Bu çalışmanın sonuçları göstermiştir ki sulama seviyesindeki artışla Briks değerleri de azalmış ve Briks değerleri yüksekten düşüğe sırasıyla S60, S80 ve S100 sulama konularından elde edilmiştir. Verimdeki artış Briks değerlerinde düşmeye neden olmaktadır. Özellikle bu noktada verim ve Briks değeri arasında uygun bir dengenin oluştuğu S80 konusu ön plana çıkmaktadır. Her geçen gün artan su sıkıntıları ve kuraklık göz önüne alınarak, yarı nemli iklim kuşağında damla sulama yöntemi ile salçalık domates yetiştiriciliğinde 4 gün sulama aralığında ve A sınıfı kaptan buharlaşan suyun %80'inin sulama suyu olarak uygulandığı SA4xS80 konusu sulama programı olarak önerilebilir. Bu uygulama verim ve kalite arasında uygun bir denge sağladığı gibi, sulama suyunda %20 düzeyinde bir tasarrufa aracılık etmekte ve en yüksek su üretkenliği vermektedir. Bu uygulama altında, uygulanan mevsimlik sulama suyu miktarı 335,6 mm, mevsimlik bitki su tüketimi 470 mm, meyve verimi 105,50 t ha^{-1}, Briks 6,03, sulama suyu üretkenliği 31,4 kg m^{-3} ve su üretkenliği 22,4 kg m^{-3} olarak belirlenmiştir.

KAYNAKLAR

Aküzüm, T., Çakmak, B., Gökalp, Z. 2010. Türkiye'de su kaynakları yönetiminin değerlendirilmesi. *Tarım Bilimleri Araştırma Degisi*, 3(1):67-74.

Anonim 2017, https://cutt.ly/PjXHU4W, (Erişim Tarihi: 12.05.2019).

Anonim 2018a, https://cutt.ly/ajXG2MP, (Erişim Tarihi: 24.04.2019).

Anonim 2018b, https://cutt.ly/fjXHSkD, (Erişim Tarihi: 08.10.2019).

Anonim 2020a, https://tr.wikipedia.org/wiki/Domates#cite_note-Home_cooking-3, (Erişim Tarihi: 13.07.2020).

Anonim 2020b, https://arastirma.tarimorman.gov.tr/tepge/Belgeler, (Erişim Tarihi: 14.08.2020).

Aşık, M. 2020. Damla Sulama Yöntemiyle Sulanan Salçalık Domatesin Verim ve Kalitesi Üzerine Hasattan Önce Sulamanın Kesilme Zamanının Etkisi. *Yüksek Lisans Tezi*, UÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı, Bursa.

Atikmen, N.Ç., Kütük, C. 2014. Sakarya Akgöl organik toprağının domates bitkisinin kalite parametreleri üzerine etkisi. *Trakya University Journal of Natural Sciences*, 15(2): 89-94.

Aytekin, A., Duman, İ. 2014. Sanayi Domatesi Üretiminde Verim ve Briks Değişimi Üzerine Bazı Uygulamaların Etkinliğinin Belirlenmesi, Türkiye 10. Sebze Tarımı Sempozyumu, 2-4 Eylül, 2014. Tekirdağ.

Biswas, S.K., Akanda, A.R., Rahman, M.S., Hossain, M.A. 2015. Effect of drip irrigation and mulching on yield, water-use efficiency and economics of tomato. *Plant Soil and Environment*, 61(3): 97-102.

Black, C.H. 1965. Methods of Soil Analysis. Amer. *Soc. of Agro*. Madison, Wisconsin, 63-66 pp.

Candoğan, B.N. 2009. Soya fasulyesinin su-verim ilişkisi. *Doktora Tezi*, UÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı, Bursa.

Coyago-Cruz, E., Corell, M., Stinco, C.M., Hernanz, D., Moriana, A., Meléndez-Martínez, A.J. 2017. Effect of regulated deficit irrigation on quality parameters, carotenoids and phenolics of diverse tomato varieties (*Solanum lycopersicum* L.). *Food Research International*, 96: 72-83.

Çamoğlu, G., Demirel, K., Akçal, A., Genç, L. 2019. Su stresinin sofralık domatesin verimi ve fizyolojik özellikleri üzerine etkileri. *Bursa Uludag Üniv. Ziraat Fak. Derg.*, 33(1): 15-30.

Çapanoğlu, E. 2008. Changes in Antioxidant Profiles, Metabolites and Enzymes During Development of Tomato Fruit and Tomato Paste Processing. *Yüksek Lisans Tezi,* İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Çay, A., Aykas, E. 2012. Sanayi tipi domates üretiminde farklı toprak işleme ve dikim tekniklerinin ekonomik karşılaştırılması. *Tarım Makinaları Bilimi Dergisi,* 8 (4): 401-409.

Çebi, Ü., Ü.K., Özer, S., Altıntaş, S., Öztürk, O., Yurtseven, E. 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.

Çelebi, M. 2014. The effect of water stress on tomato under different emitter discharges and semi-arid climate condition. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*, 20(5): 1151-1157.

Çetin, Ö., Uygan, D. 2008. The effect of drip line spacing, irrigation regimes and planting geometries of tomato on yield, irrigation water use efficiency and net return. *Agricultural Water Management,* 95(8): 949-958.

Çetin, Ö., Yıldırım, O., Uygan, D., Boyacı, H. 2002. Irrigation scheduling of drip-irrigated tomato using class a pan evaporation. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry,* 26 (4): 171-178.

Çömlekçioğlu, N., Şimşek, M. 2014. Yüksek sıcaklık koşullarında ve farklı su seviyesinde gibberellik asidin (GA3) sanayi domatesinde meyve tutumuna etkisi. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 24(3): 270-279.

Doğan, Demir, A. 2016. Farklı sulama stratejileri ile atık su uygulamalarının Bingöl koşullarında domates bitkisinin verim ve kalitesi ile toprak özelliklerine etkisi. *Doktora Tezi,* AÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı, Erzurum.

Doorenbos, J., Pruitt, W.O. 1977. Guidelines for Predicting Crop Water Requirements. *Irrigation and Drainage Paper*, 24. Food and Agriculture Organization of United Nations, Rome, Italy, pp. 36–45.

Doorenbos, J., Kassam, A.H. 1979. Yield Response to Water. United Nations FAO. Publication no. 33, Rome.

Duman, İ., Yiğit, S., Tosun, N. 2012. Sanayi domatesi yetiştiriciliğinde uygulanan bazı preparatların verim ve kalite özelliklerine etkileri, *Hasad Bitk. Üretim*, 27: 84-90.

Ertek, A., Erdal, I., Yılmaz, H.I., Şenyiğit, U. 2012. Water and nitrogen application levels for the optimum tomato yield and water use efficiency. *J. Agric. Sci. Technology,* 14: 889-902.

Ertek, A., Kanber, R. 2000. Pamukta uygun sulama dozu ve aralığının pan-evaporasyon yöntemiyle belirlenmesi, *Turk J* Agric, 24: 293–300.

Favati, F., Lovelli, S., Galgano, F., Miccolis, V., Di Tommaso, T., Candido, V. 2009. Processing tomato quality as affected by irrigation scheduling. *Scientia Horticulturae,* 122(4): 562-571.

Francaviglia, R., Bene, C. 2019. Deficit drip ırrigation in processing tomato production in the Mediterranean basin. A Data Analysis for Italy. *Agriculture*, *9*(4): 79.

Garrity, P.D., Watts, D.G., Sullivan, C.Y., Gilley, J.R. 1982. Moisture Deficits and Grain Sorghum Performance: Evapotranspiration-Yield Relationships, *Agron. J.,* 74: 815-820.

Gatta, G., Giuliani, M.M., Monteleone, M., Nardella, E., De Caro, A. 2007. Deficitirrigation scheduling inprocessing tomato: Water Saving in Mediterranean Agricultureand Future Research Needs, Editor(s).: : Lamaddalena, N., Bogliotti, C.,Todorovic, M., Scardigno, A., CIHEAM, Bari, pp. 277–289.

Gençoğlan, C., Yazar, A. 1996. Kısıntılı Su Uygulamalarının Mısır Verimine ve Su Kullanım Randımanına Etkileri, *Tr. J. of Agriculture and Forestry*, 23: 233-241.

Gerçek, S., Demirkaya, M., Işik, D. 2017. Water pillow irrigation versus drip irrigation with regard to growth and yield of tomato grown under greenhouse conditions in a semi-arid region. *Agricultural Water Management*, 180: 172-177.

Giuliani, M.M., Nardella, E., Gagliardi, A., Gatta, G. 2017. Deficit irrigation and partial root-zone drying techniques in processing tomato cultivated under Mediterranean climate conditions. *Sustainability*, 9(12): 21-97.

Goldberg, D., Gornat, B., Rimon, D. 1976. Drip Irrigation. *Drip Irr. Sci*, 15-101.

Guitjens, J.C. 1982. Models of Alfalfa Yield and Evapotransipariton. ASCE, 108(3): 212–222.

Güler, A. 1999. Su Hizmetleri Yönetimi: Genel Yapı. TODAİE Yayınları Yerel Yönetimler Araştırma ve Eğitim Merkezi. Yayın, 289.

Güvenç, İ. 2017. Sebzecilik: Temel Bilgiler, Muhafaza ve Yetiştiricilik. Nobel Yayınları, Türkiye, 288.

Güvenç, İ. 2019. Türkiye'de Domates Üretimi, Dış Ticareti ve Rekabet Gücü. *KSÜ Tarım ve Doğa Dergi*, 22(1): 57-61

Hanks, R.J. 1983. Yield and Water Use Relationships: An Overview, Limitation to Efficient Water Use in Crop Production, Editor(s).: Taylor H.M., ASA, CSSA, SSSA Pub., Madison, Wisconsin, pp: 393-410.

Hatfield, J.L., Sauer, T.J., Prueger, J.H. 2001. Managing soils to achieve greater water use efficiency. *Agronomy journal*, 93(2): 271-280.

Helyes, L., Lugasi, A., Pék, Z. 2012. Effect of irrigation on processing tomato yield and antioxidant components. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 36: 702–709.

Howell, T.A. 2001. Enhancing water use efficiency in irrigated agriculture. *Agronomy journal*, 93(2): 281-289.

James, L.G. 1988. Principles of farm irrigation systems design., New York, USA, 543 pp.

Jumah, R., Al-Asheh, S., Banat, F., Al-Zoubi, K. 2007. Influence of salt, starch and ph on the electroosmosis dewatering of tomato paste suspension. *Journal of Food, Agriculture & Environment*, 5(1): 34-38.

Kamal, A. M., El-Shazly, M.M. 2013. Maximizing the productivity and water use efficiency of tomato plants (Lycopersicon esculentum Mill.) cultivated in the new reclaimed lands using different irrigation water quantities and some water saving substances. *Journal of Plant Production*, 4(9): 1399-1416.

Kanber, R., Yazar, A., Diker, K., Ünlü, M., Sezen, M. 1994. Bitki Üretim Fonksiyonlarının Eldesinde Çizgi Kaynaklı Yagmurlama Sistemlerinin Kullanılması. *Ç.Ü. Ziraat. Fak. Dergisi*, 1(9): 133.

Kang, S., Zhang, J., Liang, Z., Hu, X., Cai, H. 1997. The controlled alternative irrigation a new approach for water saving regulation in farmland. *Ag. Res. Arid Area*, 15(1): 1-6.

Karaer, M. 2020. Farklı Sulama Seviyelerinin Malçlı ve Malçsız Koşullarda Yetiştirilen Sofralık Domatesin Verim ve Kalitesi Üzerine Etkisi. *Doktora Tezi*, UÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı, Bursa.

Kaya, C., Kirkin, F., Esin, Y. 2013. Ticari Domates Salçalarının Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri. *Academic Food Journal/Akademik Gıda*, 11(2).

Keskin, G. 2010. Türkiye'de Domates Salça Sanayi ve İç Piyasada Fiyat Değişimleri, *YYÜ Tarım Bilimleri Dergisi*, 20(3): 214-221.

Keskin, G., Gül, U., 2004. Domates. *Tarımsal Ekonomi Araştırma Enstitüsü T.E.A.E-Bakış*, 5(13).

Kirda, C. 2002. Deficit irrigation scheduling based on plant growth stages showing water stress tolerance. Deficit irrigation practices, *FAO Corp. Doc. Rep.*, 22: 3-10.

Kuşçu, H., Turhan, A., Demir, A.O. 2014a. The response of processing tomato to deficit irrigation at various phenological stages in a sub-humid environment. *Agricultural Water Management,* 133: 92-103.

Kuşçu, H., Turhan, A., Ozmen, N., Aydinol, P., Demir, A.O. 2014b. Optimizing levels of water and nitrogen applied through drip irrigation for yield, quality, and water productivity of processing tomato. *Horticulture, Environment, and Biotechnology*, 55(2): 103-114.

Liu, M.C., Chen, D.K. 2002. Effect of deficit irrigation on yield and quality of cherrytomato. *China Vegetables*, 6: 4–6.

Oktem, A., Simsek, M., Orta, A.G. 2003. Deficit irrigation effects on sweet corn (Zea mays saccharata Sturt) with drip irrigation system in a semi-arid region: I. Water-yield relationship. *Agricultural Water Management,* 61(1): 63-74.

Orta, A.H., Erdem, T., Erdem, Y., Cinkılıç, L. 1997. Sera Koşullarında Damla Sulama Yöntemiyle Sulana Domatesin Sulama Zamanın Planlanması. 6. Ulusal Kültür Teknik Kongresi, 5-8 Haziran 1997, Bursa.

Özbahçe, A., Tarı, A.F. 2009. Farklı Damlatıcı Aralıklarının ve Sulama Düzeylerinin Salçalık Domatesin Verim ve Kalite Bileşenleri Üzerine Etkisi. *Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 2: 63-70.

Özbahçe, A., Tarı, A.F., Çetin, Ö. 2012. Toprak Nemi İzlenerek Oluşturulan Sulama Programından Uygun Pan Katsayısının Tahmini: Domates Örneği, 9. Sebze Tarımı Sempozyumu, 12-14 Eylül 2012. Konya.

Özdoğan, F. 2006. Domates Reçel Ürünlerinin Geliştirilmesi ve Değerlendirilmesi. Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, *Yüksek Lisans Tezi*, Çanakkale.

Panigrahi, B., Paramjita, D., Paul, J.C. 2019. Impact of drip and furrow irrigation on tomato yield under mulch and non-mulch conditions. *IJCS,* 7(5): 3202-3207.

Patanè, C., Cosentino, S.L. 2010. Effects of soil water deficit on yield and quality of processing tomato under a Mediterranean climate. *Agricultural Water Management,* 97(1): 131-138.

Patanè, C., Tringali, S., Sortino, O. 2011. Effects of deficit irrigation on biomass, yield, water productivity and fruit quality of processing tomato under semi-arid Mediterranean climate conditions. *Scientia Horticulturae*, 129(4): 590-596.

Rahil, M., Hajjeh, H., Qanadillo, A. 2013. Effect of saline water application through different irrigation intervals on tomato yield and soil properties. *Open Journal of Soil Science,* 3: 143-147.

Safdar, M.N., Mumtaz, A., Amjad, M., Siddiqui, N. Hameed, T. 2010. Development and quality characteristics studies of tomato paste stored at different temperatures. *Pakistan Journal of Nutrition*, 9(3): 265-268.

Salokhe, V. M., Babel, M. S., Tantau, H. J. 2005. Water requirement of drip irrigated tomatoes grown in greenhouse in tropical environment. *Agricultural Water Management*, 71(3): 225-242.

Sezen, S.M., Yazar, A., Tekin, S., Kapur, B. 2010. Effect of irrigation management on yield and quality of tomatoes grown in different soilless media in a glasshouse. *Scientific Research and Essays*, 5(1): 041-048.

Stewart, J.I., Hagan, R.M., Pruitt, W.O. 1976. Production Functions and Predicted Irrigation Programs for Principal Crops as Required for Water Resources Planning and Increased Water use Efficiency. Tech. Bureau Recl. No: 14-06-D. 7329, USA, p. 80.

Sun, Q., Wang, Y., Chen, G., Yang, H., Du, T. 2018. Water use efficiency was improved at leaf and yield levels of tomato plants by continuous irrigation using semipermeable membrane. *Agricultural Water Management*, 203: 430-437.

Şimşek, M., Gerçek, S. 2005. Yarı-kurak koşullarda damla sulamada farklı sulama aralıklarının mısır bitkisinin su verim ilişkilerine etkisi. *Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Derg.* 36(1): 77-82.

Tarı, A.F., Sapmaz, M. 2017. Farklı sulama düzeylerinin serada yetiştirilen domatesin verim ve kalitesine etkisi. *Toprak Su Dergisi*, 6(2): 11-17.

Topçu, S., Kirda, C., Dasgan, Y., Kaman, H., Çetin, M., Yazici, A., Bacon, M. A. 2007. Yield response and N-fertiliser recovery of tomato grown under deficit irrigation. *European Journal of Agronomy*, 26(1): 64-70.

Turhan, A., Özmen, N., Serbeci, M.S., Seniz, V. 2011. Effects of grafting on different rootstocks on tomato fruit yield and quality. *Hort. Sci.*, 4: 142–149.

Tüzüner, A. 1990. Toprak ve Su Analiz Laboratuvarları El Kitabı, Tarım Orman ve Köy İsleri Bakanlığı, Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü, Ankara, 180 s.

USSLS, 1954. Diagnosis and Improvement of Saline and Alkali Soils. Agriculture Handbook., No: 60, USA, 160 pp.

Vural, H., Özzambak, E., Eser, B., Eşiyok, B., Yoltaş, T., Duman, I. 1993. Üstün Verim ve Teknolojik Özelliklere Sahip Sanayi Domatesi Çeşitlerinin Belirlenmesi. Sanayi Domatesi Üretimini Geliştirme Projesi. Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Doğruluk Matbaacılık San. Tic. ve Ltd. Şti.

Xiukang, W., Yingying, X. 2016. Evaluation of the effect of irrigation and fertilization by drip fertigation on tomato yield and water use efficiency in greenhouse. *International Journal of Agronomy*, 2016: 10.

Yavuz, M.Y., Yildirim, M., Camoglu, G., Erken, O. 2007. Effect of different irrigation levels on yield, water use efficiency and some quality parameters on tomato. *The Philippine Agricultural Scientist,* 90(4): 283-288.

Yaylalı, İ.K., Çiftçi, N. 2007. Farklı tuz konsantrasyonlarına sahip sulama suyu uygulamalarının domateste su tüketimine ve bazı verim parametrelerine etkisi. *Selcuk Journal of Agriculture and Food Sciences*, 21(43): 86-97.

Yazgan, S., Değirmenci, H., Demirtaş, Ç. 2000. Bursa Koşullarında Sanayi Domatesi Su Verim İlişkilerinin Belirlenmesi Üzerine Bir Araştırma, Akdeniz Üniversitesi *Ziraat Fakültesi Dergisi*, 13(1): 1-9.

Yetik, A.K. 2020. Şeker Pancarında (*Beta vulgaris* L.) Su-Verim İlişkilerinin ve Bitki Su Stres İndeksi (CWSI) Kullanılarak Sulama Zamanının Belirlenmesi. *Yüksek Lisans Tezi*, UÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyosistem Mühendisliği Anabilim Dalı, Bursa.

Yıldırım, M., Bahar, E., Demirel, K. 2015. Farklı sulama suyu seviyelerinin serada yetiştirilen kıvırcık marulun (*Lactuca sativa* var. campania) verimi ve gelişimi üzerine etkileri. *ÇOMÜ Zir. Fak. Derg*., 3 (1): 29–34.

Zhai, Y.M., Shao, X.H., Xing, W.G., Wang, Y., Hung, T., Xu, H.L. 2010. Effects of drip irrigation regimes on tomato fruit yield and water use efficiency. *Journal of Food, Agriculture & Environment*, 8(3-4): 709-713.

Zhang, H., Xiong, Y., Huang, G., Xu, X., Huang, Q. 2017. Effects of water stress on processing tomatoes yield, quality and water use efficiency with plastic mulched drip irrigation in sandy soil of the hetao irrigation district. *Agricultural Water Management*, 179: 205-214.