



T.C.  
EGE ÜNİVERSİTESİ  
Fen Bilimleri Enstitüsü



**TOPRAKSIZ ÇİLEK YETİŞTİRİCİLİĞİNDE  
FARKLI YETİŞTİRME ORTAMLARI VE SULAMA  
PROGRAMLARININ VERİM VE  
SU TÜKETİMİNE ETKİLERİ**

**Yüksek Lisans Tezi**

Şeyda SEVİNÇ

Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı

İzmir  
2019



T.C.  
EGE ÜNİVERSİTESİ  
Fen Bilimleri Enstitüsü

**TOPRAKSIZ ÇİLEK YETİŞTİRİCİLİĞİNDE  
FARKLI YETİŞTİRME ORTAMLARI VE SULAMA  
PROGRAMLARININ VERİM VE  
SU TÜKETİMİNE ETKİLERİ**

Şeyda SEVİNÇ

Danışman : Prof. Dr. İsmail Hakkı TÜZEL

Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı  
Tarımsal Yapılar ve Sulama Yüksek Lisans Programı

İzmir  
2019



Şeyda SEVİNÇ tarafından yüksek lisans tezi olarak sunulan “Topraksız Çilek Yetiştiriciliğinde Farklı Yetiştirme Ortamları ve Sulama Programlarının Verim ve Su Tüketimine Etkileri” başlıklı bu çalışma EÜ Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliği ile EÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Eğitim ve Öğretim Yönergesi'nin ilgili hükümleri uyarınca tarafımızdan değerlendirilerek savunmaya değer bulunmuş ve 10 Haziran 2019 tarihinde yapılan tez savunma sınavında aday oybirliği/oyçokluğu ile başarılı bulunmuştur.

**Jüri Üyeleri:**

**Jüri Başkanı : Prof. Dr. Erhan AKKUZU**

**Raportör Üye : Prof. Dr. Ayşe GÜL**

**Üye : Prof. Dr. Fuat SEZGİN**

**İmza**



# EGE ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

## ETİK KURALLARA UYGUNLUK BEYANI

EÜ Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliğinin ilgili hükümleri uyarınca Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum “Topraksız Çilek Yetiştiriciliğinde Farklı Yetiştirme Ortamları ve Sulama Programlarının Verim ve Su Tüketimine Etkileri” başlıklı bu tezin kendi çalışmam olduğunu, sunduğum tüm sonuç, doküman, bilgi ve belgeleri bizzat ve bu tez çalışması kapsamında elde ettiğimi, bu tez çalışmasıyla elde edilmeyen bütün bilgi ve yorumlara atıf yaptığımı ve bunları kaynaklar listesinde usulüne uygun olarak verdiğimi, tez çalışması ve yazımı sırasında patent ve telif haklarımı ihlal edici bir davranışımın olmadığını, bu tezin herhangi bir bölümünü bu üniversite veya diğer bir üniversitede başka bir tez çalışması içinde sunmadığımı, bu tezin planlanmasından yazımına kadar bütün safhalarda bilimsel etik kurallarına uygun olarak davrandığımı ve aksinin ortaya çıkması durumunda her türlü yasal sonucu kabul edeceğimi beyan ederim.

10 Haziran 2019

Şeyda SEVİNÇ





**ÖZET****TOPRAKSIZ ÇİLEK YETİŞTİRİCİLİĞİNDE FARKLI  
YETİŞTİRME ORTAMLARI VE SULAMA PROGRAMLARININ  
VERİM VE SU TÜKETİMİNE ETKİLERİ**

SEVİNÇ, Şeyda

Yüksek Lisans Tezi, Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı

Tez Danışmanı: Prof. Dr. İsmail Hakkı TÜZEL

Haziran 2019, 93 sayfa

Sera topraksız çilek yetiştiriciliğinde farklı sulama programlarının ve bitki yetiştirme ortamlarının bitki gelişimi, verim, meyve kalitesi ile bitki su tüketimi ve su kullanım randımanı değerleri üzerine etkilerinin saptanması amacı ile Kasım 2017-Haziran 2018 döneminde yürütülen çalışmada Rubygem çilek çeşidi kullanılmıştır. Araştırmada sulama uygulamaları, sera içine gelen güneş radyasyonu birikimli değerlerine göre gerçekleştirilmiştir. Bu amaçla 2 farklı sulama başlangıç değeri (1 ve 3 MJ/m<sup>2</sup>) seçilerek gün içerisinde sulamalar yapılmıştır. Deneme, bölünmüş parseller deneme desenine göre 4 tekerrürlü olarak (n: 27 bitki) kurulmuştur. Ana parselde sulama, alt parselde ise ortam konusu yer almıştır. İki farklı yetiştirme ortamı (Hindistan cevizi torfu ve perlit) yatay saksılara doldurulmuş ve her saksıya 3 bitki dikilmiştir (6.15 bitki/m<sup>2</sup>). Yetiştirme ortamı ve sulama programının verim, bitki gelişimi ve su tüketimi üzerine etkisi önemli bulunmuş, Hindistan cevizi torfu ve gün içerisinde sık aralıklarla yapılan sulamaların (1 MJ/m<sup>2</sup>) daha iyi sonuç verdiği belirlenmiştir. Meyve kalitesi üzerine ortamların etkisi önemsiz bulunurken, sulama aralığının arttırıldığı ve bitkinin belirli ölçüde su stresine sokulduğu koşullarda (3 MJ/m<sup>2</sup>) SÇKM, TA, vitamin C ve fenolik madde aktivitesinin arttığı saptanmıştır. Araştırma konuları arasında sulama suyu kullanım randımanları ve su kullanım randımanı yönünden önemli farklılıklar bulunmamasına karşın 1 MJ/m<sup>2</sup> x Hindistan cevizi torfunun kullanıldığı konulardan daha yüksek randıman değerleri elde edilmiştir.

**Anahtar sözcükler:** *Fragaria* × *ananassa*, topraksız tarım, Hindistan cevizi torfu, perlit, solar radyasyon, su kullanım randımanı.



**ABSTRACT****EFFECTS OF DIFFERENT GROWING MEDIA AND IRRIGATION PROGRAMS ON YIELD AND WATER CONSUMPTION OF STRAWBERRY GROWN IN SOILLESS CULTURE**

SEVİNC, Seyda

MSc in Agricultural Structures and Irrigation

Supervisor: Prof. Dr. İsmail Hakkı TUZEL

June 2019, 93 pages

This study was conducted to determine the effects of different irrigation programs and growing media on plant growth, yield, fruit quality, plant water consumption and water use efficiency of strawberry grown in soilless culture. The study was carried out between November 2017 and June 2018, Rubygem variety was used. Irrigation programs were managed based on the cumulative solar radiation values coming into the greenhouse. For this purpose, 2 different irrigation start values were selected as 1 MJ m<sup>-2</sup> or 3 MJ m<sup>-2</sup> in a day in order to start irrigation. The experimental design was split plot with 4 replicates (n: 27 plants). The main plots and sub-plots were assigned to irrigation programs and growing media. Two different growing media (coir and perlite) were filled into horizontal pots, each pots have 3 plants (6.15 plant m<sup>-2</sup>). Growing media and irrigation programs had significant effects on yield, fruit quality and plant water consumption. Coir and frequent irrigations during the day (1 MJ m<sup>-2</sup>) gave rise to increase in yield, plant growth and plant water consumption values. It has been observed that fruit quality was not affected by growing media but TSS, TA, the amount of vitamin C and phenolic compounds increased where the irrigation interval increased, in other words, when the plant was introduced to a certain degree of water stress (3 MJ m<sup>-2</sup>). Although there were no significant differences in terms of irrigation water use efficiency and water use efficiency in treatments, relatively higher values were obtained from 1 MJ m<sup>-2</sup> x coir treatment.

**Keywords:** *Fragaria* × *ananassa*, soilless culture, coir, perlite, solar radiation, water use efficiency.



## ÖNSÖZ

Günümüzde kullanılabilir su kaynakları gün geçtikçe azalma eğilimindedir. Tarımsal sulamada su kaynaklarının gerektiğinden fazla kullanılması bu eğilimi arttırmaktadır. Doğru bir sulama programı ve sulama suyu miktarıyla bitkisel üretimde verim ve kalite artışı sağlanabilmektedir. Topraklarda kirliliğın, patojenlerin ve nematodların artması topraksız tarım alternatifini ortaya çıkarmaktadır. Topraksız tarım Türkiye’de 1995 yılından itibaren ticari üretimde kullanılmaktadır. Bu yolla en fazla domates üretilmekle birlikte son yıllarda topraksız çilek tarımı hızla artış göstermektedir. Meyvesi tüketilen diğer türlerde olduğu gibi topraksız tarımda çilek üretiminde de ortam (substrat) kültürü tercih edilmektedir. Başarılı bir yetiştiricilik için sulamanın kullanılan ortama uygun bir şekilde gerçekleştirilmesi gerekmektedir.

Çilek leziz, hoş kokulu, güzel görünümüyle cezbeden, herkes tarafından da sevilerek tüketilen bir meyvedir. Taze tüketimin yanı sıra pasta yapımı, reçel, marmelat, dondurma gibi gıda endüstrisinde ve kozmetik sanayinde de hammadde olarak kullanılmaktadır. Bu nedenle çileğe olan talep her geçen yıl artmaktadır.

Bu çalışmada ülkemizde topraksız çilek tarımında en fazla kullanılan Hindistan cevizi torfu ve yerli bir ortam olan perlitte farklı sulama programları altında çilek bitkilerinin gelişimi, verim ve meyve kalitesi ile su kullanım randımanı değerleri saptanmıştır. Yürütölen bu projeye (18-ZRF-016) verdiği destekten dolayı Ege Üniversitesi Rektörlüğü Bilimsel Araştırma Komisyonuna teşekkür ederiz.

İZMİR

10 Haziran 2019

Şeyda SEVİNÇ



**İÇİNDEKİLER**

	<u>Sayfa</u>
ÖZET .....	vii
ABSTRACT .....	ix
ÖNSÖZ .....	xi
ŞEKİLLER DİZİNİ .....	xvi
ÇİZELGELER DİZİNİ .....	xix
SİMGELER VE KISITLAMALAR DİZİNİ .....	xx
1. GİRİŞ .....	1
2. LİTERATÜR ÖZETİ .....	8
2.1 Topraklı Tarımda Çilek Yetiştiriciliği ile İlgili Önceki Çalışmalar .....	8
2.2 Topraksız Tarımda Çilek Yetiştiriciliği ile İlgili Önceki Çalışmalar .....	10
2.3 Çilek Yetiştiriciliğinde Sulama ile İlgili Önceki Çalışmalar .....	14
3. MATERYAL VE YÖNTEM .....	24
3.1 Materyal .....	24
3.1.1 Araştırma serası ve özellikleri .....	24
3.1.2 Araştırmada kullanılan çeşit ve özellikleri .....	24
3.1.3 Araştırmada kullanılan yetiştirme saksıları .....	25
3.1.4 Araştırmada kullanılan yetiştirme ortamları .....	25

**İÇİNDEKİLER (devam)**

	<u>Sayfa</u>
3.1.5 Sulama ve drenaj sistemi.....	27
3.2 Yöntem.....	28
3.2.1 Denemenin kurulması .....	28
3.2.2 Bitkilerin beslenmesi.....	29
3.2.3 Sulama suyunun uygulanması.....	29
3.2.4 Bakım işlemleri .....	31
3.2.5 Yapılan ölçüm ve analizler .....	34
3.2.6 İstatistiksel analizler.....	46
4. BULGULAR.....	47
4.1 İklim Verileri.....	47
4.1.1 Sera dışı iklim verileri.....	47
4.1.2 Sera içi iklim verileri.....	47
4.2 Uygulanan Sulama Suyu Miktarı .....	48
4.3 Bitki Su Tüketimi.....	50
4.4 Yıkama Oranı.....	52
4.5 Drenaj ve Besin Çözeltisi EC ve pH Değerleri.....	53
4.6 Verim Değerleri .....	54



**İÇİNDEKİLER (devam)**

	<u>Sayfa</u>
4.7 Su Kullanım Randımanı (WUE) ve Sulama Suyu Kullanım Randımanı (IWUE) .....	56
4.8 Bitki Ölçümleri .....	56
4.8.1 Üretim dönemi boyunca yapılan bitki ölçümleri .....	56
4.8.2 Üretim dönemi sonunda yapılan bitki ölçümleri .....	61
4.9 Meyve Kalite Analizleri .....	64
5. TARTIŞMA VE SONUÇ .....	69
KAYNAKLAR DİZİNİ .....	80
TEŞEKKÜR .....	92
ÖZGEÇMİŞ .....	93

**ŞEKİLLER DİZİNİ**

<u>Şekil</u>	<u>Sayfa</u>
3.1. Araştırma yapılan seranın genel görünümü .....	24
3.2. Rubygem çilek çeşidi .....	25
3.3. Denemede kullanılan saksılar.....	25
3.4. Hindistan cevizi torfunun suda şişirilmesi .....	26
3.5. Araştırmada kullanılan perlit.....	26
3.6. Denemede kullanılan damlatıcı.....	27
3.7. Denemede kullanılan sayaçların genel görünümü .....	27
3.8. Denemede kullanılan drenaj tankları.....	28
3.9. Drenaj tanklarının genel görünümü.....	30
3.10. Dikim öncesi fidelere fungusit uygulanması.....	31
3.11. Fideler dikilirken genel görünüm.....	31
3.12. Deneme alanının genel görünümü.....	32
3.13. İlk çiçeklerin budanması .....	33
3.14. Hasat yapılırken genel görünüm .....	33
3.15. Tam verim döneminde denemenin genel görünümü.....	34
3.16. Denemede kullanılan sera içi algılayıcı ve veri kaydedici .....	35
3.17. Üretim döneminde bitki boyu ölçümü .....	37

**ŞEKİLLER DİZİNİ (devam)**

<u>Şekil</u>	<u>Sayfa</u>
3.18. Taç izdüşüm ölçümü.....	38
3.19. Klorofil indeksi ölçümü.....	38
3.20. Bitki boyu ölçümü.....	39
3.21. Üst aksam yaş ağırlık ölçümü.....	39
3.22. Kök boyu ölçümü.....	40
3.23. 3 MJ/m <sup>2</sup> perlit (sol) ve 3 MJ/m <sup>2</sup> Hindistan cevizi torfu (sağ) konularında yetiştirilen bitkilerde kök gelişimi.....	40
3.24. Meyvelerde renk ölçümü.....	41
3.25. Minolta CR-300 renk ölçere ait L*, a*, b* diyagramları.....	42
3.26. Meyve eti sertliği ölçümü.....	42
3.27. Meyve en ve boy ölçümü.....	43
3.28. Kuru ağırlık ölçümü.....	43
3.29. Suda çözünebilir kuru madde (SÇKM) ölçümü.....	44
3.30. Titre edilebilir asitlik (TA) ölçümü.....	44
3.31. Vitamin C tayinine ait görüntüler.....	45
4.1. Sera içi aylık ortalama sıcaklık, oransal nem ve solar radyasyon.....	48
4.2. Konulara göre sulama suyu miktarları (mm).....	49
4.3. Konulara göre haftalık sulama suyu miktarları.....	49

**ŞEKİLLER DİZİNİ (devam)**

<u>Şekil</u>	<u>Sayfa</u>
4.4. Konulara göre bitki su tüketimleri .....	50
4.5. Konulara göre dönem boyunca hesaplanan günlük bitki su tüketimi ve referans bitki su tüketimi değerleri .....	51
4.6. Konulara göre haftalık bitki su tüketimleri .....	52
4.7. Konulara göre yıkama oranı .....	52
4.8. Araştırma konularında haftalık EC değerlerinin değişimi .....	53
4.9. Araştırma konularında haftalık pH değerlerinin değişimi.....	54
4.10. Araştırma konularında WUE ve IWUE değerleri .....	56
4.11. Araştırma konularında haftalık bitki boyu değerlerinin değişimi .....	57
4.12. Dönem boyunca yaprak sayısı değerlerinin değişimi .....	57
4.13. Dönem boyunca taç izdüşümü değerlerinin değişimi .....	58
4.14. Dönem boyunca tomurcuk sayılarının değişimi.....	59
4.15. Dönem boyunca açan çiçek sayısının değişimi.....	59
4.16. Klorofil indeks değerlerinin haftalık değişimi .....	60

**ÇİZELGELER DİZİNİ**

<u>Çizelge</u>	<u>Sayfa</u>
3.1. Kullanılan besin çözeltisi reçetesi.....	29
4.1. Üretim dönemi boyunca sera dışı (Bornova ilçesi) iklim verileri .....	47
4.2. Verim parametrelerinin deneme konularına göre değişimi .....	54
4.3. Bitki gelişim parametrelerinin deneme konularına göre değişimi.....	61
4.4. Uygulamaların dönem sonunda bitki boyu ve üst aksam biyokütlesine etkisi .....	62
4.5. Uygulamaların dönem sonunda kök boyu ve kök biyokütlesine etkisi.....	63
4.6. Uygulamaların dönem sonunda yaprak renk değerleri üzerine etkisi.....	64
4.7. Meyvelerde yapılan 3 kalite analizinde ölçülen parametrelere ait maksimum, minimum ve ortalama değerler. ....	65
4.8. Meyve iriliği ve kuru ağırlığı üzerine uygulamaların etkisi .....	66
4.9. Sertlik, SÇKM, TA, EC ve pH üzerine uygulamaların etkisi.....	67
4.10. Uygulamaların meyve renk değeri üzerine etkileri.....	67
4.11. Uygulamaların vitamin C, antioksidan aktivitesi ve toplam fenolik madde içeriği üzerine etkileri.....	69

**SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ**

<u>Simgeler</u>	<u>Açıklama</u>
%	Yüzde
°C	Santigrat derece
μmol	Mikromol
cm	Santimetre
cm <sup>2</sup>	Santimetrekaire
cm <sup>3</sup>	Santimetreküp
da	Dekar
dS	Desisiemens
g	Gram
GAE	Gallik Asit Eş Değeri
h	Saat
ha	Hektar
hPa	Hektopaskal
kg	Kilogram
kPa	Kilopaskal
L	Litre

**SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ (devamı)**

<u>Simgeler</u>	<u>Açıklama</u>
m	Metre
m <sup>3</sup>	Metreküp
mg	Miligram
MJ	Mega Joule
ml	Mililitre
mm	Milimetre
MPa	Megapaskal
nm	Nanometre
sn	Saniye
t	Ton
Tan	Tanjant
TE	Trolox Eş Değeri

**SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ (devamı)**

<u>Kısaltmalar</u>	<u>Açıklama</u>
*	%95 Önemli
**	%99 Önemli
a	Kırmızılık Değeri
AA	Askorbik Asit
ABA	Absisik Asit
B	Bor
b	Sarılık Değeri
C	Yoğunluk
C*	Kroma
Ca	Kalsiyum
Cu	Bakır
D	Drenaj
EC	Elektriksel İletkenlik
Ep	Evaporasyon
ET	Bitki Su Tüketimi
ET <sub>0</sub>	Referans Bitki Su Tüketimi



**SİMGELER VE KISITLAMALAR DİZİNİ (devamı)**

<u>Kısaltmalar</u>	<u>Açıklama</u>
ETc	Gerçek Bitki Su Tüketimi
Fe	Demir
Hue	Renklendirme Açısı
I	Sulama Suyu
IR	Sulama suyu
IWUE	Sulama Suyu Kullanım Randımanı
K	Potasyum
Kc	Bitki Katsayısı
Ky	Verim Tepki Faktörü
L	Parlaklık Değeri
Mg	Magnezyum
Mn	Mangan
Mo	Molibden
N	Azot
N	Kuzey
NaOH	Sodyum Hidroksit

**SİMGELER VE KISITLAMALAR DİZİNİ (devamı)**

<u>Kısaltmalar</u>	<u>Açıklama</u>
ö.d.	Önemli Değil
P	Fosfor
P	Güven Aralığı
pH	Çözeltinin asitlik-bazlıgını gösteren ölçü birimi
R <sup>2</sup>	Regresyon
S	Kükürt
SÇKM	Toplam Suda Çözünebilir Kuru Madde Miktarı
SPAD	Özel ürünler analiz bölümü (Special Products Analysis Division)0
SSM	Sulama Suyu Miktarı
TA	Titre edilebilir Asitlik
WUE	Su Kullanım Randımanı
YA	Yaş Ağırlık
YO	Yıkama Oranı
Zn	Çinko
ΨI	Yaprak Su Potansiyeli

## 1. GİRİŞ

Dış iklim faktörlerinin etkisini ortadan kaldırarak veya azaltarak uygun çevre koşullarının sağlandığı ya da iyileştirildiği yüksek (cam veya plastik sera, yüksek plastik tünel) ve üretim döneminin kaydırıldığı alçak (alçak plastik tünel) yapılar altında üretim ile dondan korunmak amacıyla bitki üzerine (agryl örtü) veya toprak yüzeyine serilen örtüler (malç) ile yapılan yetiştiriciliğine “örtüaltı yetiştiriciliği” adı verilmektedir. Örtüaltı sebze yetiştiriciliği denildiğinde genellikle seracılık, yani plastik ve cam seralar ile yüksek plastik tünel altında yapılan tarımsal faaliyetler anlaşılmaktadır. Seracılıkta amaç mevsimi dışı bitki yetiştiriciliğidir (Tüzel vd., 2008; Yashoğlu, 2011; Tüzel ve Öztekin, 2013)

Akdeniz Havzasında İspanya ve İtalya'dan sonra üçüncü sırada yer almakta, ancak bu ülkeler ile kıyaslandığında seracılığının daha yeni olduğu görülmektedir. Ülkemizde seracılık ilk olarak 1940'lı yıllarda Antalya'da başlamıştır. Yıllar içerisinde üretim alanları artan bir ivme göstermiş ve son on yıl içerisinde yaklaşık 1.5 kat artmıştır (Tüzel ve Öztekin, 2018). 2018 yılı itibari ile ülkemiz toplam örtüaltı üretim alanı 772 091 dekar olup, bu alanın %10.12'si cam sera, %47.73'ü plastik sera, %14.80'i yüksek tünel, %27.36'sı ise alçak tünellerden oluşmaktadır (TÜİK, 2018a). Seracılık özellikle iklimin uygun olduğu sahil kuşağımızda gelişmiştir. Nitekim, toplam örtüaltı alanlarımızın %84.35'i Akdeniz Bölgesi'nde (656 033 da) yer almaktadır. Akdeniz Bölgesini Ege (76 223 da), Marmara (19 592 da) ve Karadeniz Bölgesi (14 569 da) izlemektedir. (TÜİK, 2018b).

Sera topraklarının bir örtü altında bulunması nedeni ile yağışlardan yoksun olması ve monokültür uygulamalar sonucunda ard arda aynı veya yakın türlerin yetiştirilmesi bu topraklarda hastalık etmenleri ve nematod gibi zararlıların artmasına yol açmaktadır. Yıldan yıla verimde yaşanan düşüşler nedeni ile sera topraklarının düzeltilmesi amacıyla gübreleme, yıkama, dezenfeksiyon ve toprak değiştirme uygulamaları yapılmaktadır. Ancak bu uygulamalar kısmen etkili olabilmekte ve buna karşılık üreticiye büyük yük getirmektedir. Toprakta yapılan yetiştiriciliğin meydana getirdiği bu sorunlarla yola çıkan araştırmacılar, su ve

ortam kültürü şeklinde yapılabilen topraksız yetiştiriciliği geleneksel yetiştiriciliğe alternatif olarak geliştirmişlerdir (Sevgican, 2002; Gül, 2008).

Topraksız tarım; her türlü tarımsal üretimin durgun veya akan besin çözeltilerinde, besin çözeltileri içinde veya besin maddelerince zenginleştirilmiş organik veya inorganik katı ortamlarda gerçekleştirilmesidir (Sevgican, 2002). Bitkilerin yaşamını sürdürebilmesi için gerekli su ve besin maddelerini stres oluşturmadan yeterli miktarda kök bölgesine verilmesine dayalı bir sistem olup; su kültürü ve ortam (substrat) kültürü olarak iki şekilde uygulanmaktadır (Jones, 1983; Winsor and Schwarz, 1990; Resh, 1991; İlkhchi, 2013). Topraksız yetiştiricilik, toprak dezenfeksiyonu gereğini ortadan kaldırmasının yanında, bitkilerin kontrollü bir şekilde beslenmesi, su ve gübre kullanım randımanının artırılması, erkenci, homojen ve kaliteli yüksek verim sağlanması, otomasyonun sağlanarak iş gücünü en aza indirmesi, toprak kökenli sorunları ortadan kaldırması, toprağın bulunmadığı veya kalitesinin üretim için yeterli olmadığı yerlerde yetiştiricilik yapılmasına olanak tanınması ve toprak ve yeraltı suyu kirliliğine engel olması gibi önemli avantajlara sahiptir (Winsor and Schwarz, 1990; Abak vd., 1994; Benoit and Ceustermans, 1995; Sevgican, 2002; Gül, 2008).

Sera işletmelerimizin büyük çoğunluğunda üretim geleneksel şekilde toprakta gerçekleştirilmektedir. Topraksız tarım 1995 yılında 100 dekar üretim alanı ile Antalya'da kurulan modern sera işletmelerinde başlamıştır. 2016 yılı itibarı ile topraksız tarım yapılan sera işletmelerinin üretim alanının 12000 dekara ulaştığı rapor edilmektedir (Gül, 2017).

Sera alanlarının %96'sında sebze türleri, %3'ünde kesme çiçek ve iç mekan bitkileri ve %1'inde meyve türleri yetiştirilmektedir. Sebze seralarında üretilen ürünlerin %67'si Patlıcangiller familyasına ait ürünler (domates, biber, patlıcan) olup, Kabakgiller familyası (hıyar, karpuz, kavun, kabak) üyeleri %31 ile ikinci sırada yer almaktadır. Marul gibi yaprakları tüketilen sebzeler ise soğuk dönemde ikincil ürün olarak yetiştirilmektedir. Sebzeler gibi meyvelerin de örtüaltı yetiştiriciliği tüm dünyada artmaktadır. Özellikle son 20 yılda örtüaltı meyve üretimimiz 7.7 kat artış göstermiş ve yetiştirilen ürün yelpazesi artmıştır.

Örtüaltında yetiştirilen meyve türleri arasında çilek ilk sırada gelmekte, bunu muz, üzüm, kayısı, kiraz ve şeftali/nektarin izlemektedir (Tüzel and Öztekin, 2018) Bitkilerin çiçek açması, meyve tutumu ve gelişimi için gerekli olan koşulların erken dönemde uygun hale getirilerek hasatta erkencilik sağlanması, o dönemde daha yüksek fiyatlarla ürün satışına, kaliteli ve verimli hasatlara olanak vermesi nedenleri ile meyvelerin örtü altı yetiştiriciliği tüm dünyada giderek artmaktadır (Öztekin vd., 2016).

Çilek, hem sanayiye elverişli hem de taze olarak tüketilebilen çok lezzetli ve hoş kokulu albenisi yüksek bir meyve türüdür. Reçel, marmelat, dondurma, pasta, likör, şarap, meyve suyu, süt, kozmetik sanayinde (krem, şampuan, duş jeli vs) hammadde kaynağı olarak kullanılmaktadır. Çilek sağlık açısından da olumlu etkilere sahiptir. 100 g çilek meyvesi 40-50 kalori içerir. Düşük kalorisi nedeni ile iyi bir diyet meyvesidir. Enerji, protein, yağ ve karbonhidrat yönünden fakir olmasına rağmen, vitaminler, mineraller, fenolik bileşikler ve organik asitlerce zengindir. 100 g çilekte 50-100 mg vitamin C bulunmaktadır. Bol miktarda potasyum, kalsiyum, fosfor gibi mineral maddeler içerir. Zengin selüloz içeriği ile sindirimi kolaylaştırır. Çileğin en üstün özelliklerinden biri de içerdiği yüksek oranda ellajik asit ile (630 µg/g kuru ağırlık) antikansorejen olmasıdır (Aybak, 2005; Yılmaz, 2009).

Yukarıda sayılan özellikleri nedenleri ile üretimi her geçen gün artmaktadır. 2017 yılı Dünya çilek üretimi 9 167 665 ton, olup bunun %4.36'lük kısmı (400167 ton) Türkiye'de üretilmektedir (FAOSTAT, 2018). 2005-2016 yılları arasında ülkemiz çilek üretimi %107.5 oranında artış göstermiştir. 2016 yılında toplam çilek üretimimiz 154 308 da alanda 415 150 ton olmuştur. Bu üretim içinde örtüaltı çilek üretimi 41 071 da alanda, 168 191 ton olmuştur. 2018 yılı verilerine göre örtüaltı çilek üretiminin %52.9'u yüksek plastik tünellerden, %40.8'i alçak plastik tünellerden, %6'sı plastik seradan ve %0.4'ü cam seradan sağlanmaktadır (TÜİK, 2018c).

Çileğin serada üretilmesinin en önemli nedeni erkenciliktir. Akdeniz Bölge şartlarında açıkta çilek yetiştiriciliğinde ilk hasat Mart ayında başlamaktadır. Oysa serada üretimde Kasım-Aralık aylarında ürün piyasaya sunulmakta ve yüksek

fiyattan satılabilmektedir. Bu da serada ilek üretimine olan ilgiyi arttırmaktadır (Aybak, 2005; Yılmaz, 2009).

Açıkta tarlada ilek yetiştiriciliğinde en önemli sorunlardan birisi de toprak kökenli patojenlerin ve nematodların yol açtığı verim ve bitkisel kayıplarıdır. ilek üreticilerinin alternatif dezenfeksiyon veya üretim yöntemleri arayışına topraksız tarım ümitvar bir cevap olmaktadır. Bununla birlikte, topraksız ilek yetiştiriciliğinin tercih edilmesinin nedenleri arasında pestisit kullanımının azaltılması, herbisit kullanımının olmaması, verim ve meyve kalitesinin artması, su ve gübre tasarrufu sağlanması, ürün hasadının kolay olması ve bu yetiştirme tekniğinin çevreci ve sürdürülebilir olması sayılabilmektedir.

Topraksız tarım seralarında yetiştirilen en önemli ürün domates olmasına rağmen, biber ve meyve türleri arasında ilek üretimi de oldukça fazladır. Topraksız tarımda ilek yetiştiriciliğinin en önemli nedeni topraksız yetiştiricilikte birim alandan daha fazla ürün alınmasının mümkün olmasıdır. Bilindiği gibi seralar yatırım masrafı yüksek tesisler olduğundan birim alandan en iyi Şekilde yararlanmak gerekir. Açıkta veya tünel altındaki geleneksel yetiştiricilik topraklı sera üretimine taşınırsa, birim alandaki karlılık düşük olacaktır. Bu nedenle değişik katı ortamlarda (genellikle Hindistan cevizi torfu veya perlit kullanılmaktadır) ve katlı sistemlerde yetiştiricilik yapılarak serada birim alandan daha fazla ürün alınabilmektedir. Açıkta tarlada ilek yetiştiriciliğinde 6.2-8 bitki/m<sup>2</sup> bitki yoğunluğunda 3-4 ton verim alınırken; topraksız tarımda ortam kültüründe m<sup>2</sup>'ye 33-35 bitki, NFT sisteminde 50 bitki dikilebilmekte (ortalama 12-24 bitki/ m<sup>2</sup>) ve katlı sistemler ile ortalama 13-15 ton/da verim alınabilmektedir (Aybak, 2005; Yılmaz, 2009).

Meyvesi tüketilen diğer türlerde olduğu gibi topraksız tarımda ilek üretiminde de yetiştirme ortamı olarak katı ortam (substrat) kültürü tercih edilmektedir. Ortam kültürü, bitki köklerinin gelişip dağılabilmesi için besin czeltisi ile zenginleştirilmiş ortamlarda bitkilerin yetiştirilmesidir. Su kültürüne göre daha ucuz bir başlangıç yatırımı gerektirmesi, kök bölgesi etrafında tampon görevi yapan bir ortamın olması, sistemi kurmanın ve çalıştırmanın kolay olması, sistemde meydana gelen bir arıza söz konusu olduğunda bitkilerin birkaç gün

kadar yaşamlarını devam ettirebilmesi sistemin avantajı olup, kullanım alanını genişletmektedir. Topraksız yetiştiricilikte kullanılan ortamlar inorganik (zeolit, pomza, kum, çakıl ve volkanik curuf gibi doğal veya perlit, kayayünü gibi işlem görmüş ortamlar), organik kökenli (torf, talaş, ağaç kabukları, sap saman, kullanılmış mantar kompostu, çeltik kavuzları vs. ) olabilmektedir (Raviv et al., 2002; Gül, 2008; Savvas et al., 2013).

Substrat kültüründe bitkilerin su ve besin ihtiyaçları verilen besin çözeltisi damla sulama sistemi ile karşılanmaktadır. Bitki gelişimi için mutlak gerekli olan makro (N, P, K, Ca, Mg, S) ve mikro (Fe, Cu, Mn, Mo, Zn, B) elementler bitkinin istediği zaman ve miktarlarda kök bölgesine uygulanmaktadır. Besin çözeltisi, kullanılan ortamların özellikleri ve hacmine bağlı olarak günde birkaç kez, verilen çözeltinin %20-%30'u drene olacak şekilde uygulanmaktadır (Winsor and Schwarz, 1990). Besin çözeltisinin bitkilere uygulanması ise açık ve kapalı sistemler olmak üzere iki farklı şekilde yapılmaktadır. Açık sistemde, besin eriyiği tek yönlü kullanılarak bitki kök bölgesine uygulandıktan sonra drene olan eriyik sistemden uzaklaştırılarak dışarı atılmakta; kapalı sistemde ise besin eriyiği kök bölgesine uygulandıktan sonra drene olan eriyik toplanıp kontrol edilerek bitki kök bölgesine tekrar (resirkülasyon) uygulanmaktadır (Winsor and Schwarz, 1990; Resh, 1991). Açık sistemler uygulama kolaylığı ve sürekli taze besin solüsyonu verilmesi nedeni ile kök bölgesinde tuz birikim sorununu azaltmasından dolayı pratikte daha çok uygulanmaktadır. Ancak kök bölgesindeki tuzların yıkanmasına bağlı olarak açık sistemde kapalı sisteme göre daha fazla su kullanılmaktadır (Gül, 2012).

Akdeniz ülkelerinde en önemli tarımsal girdilerden biri sulamadır. Geleneksel sulama yöntemleri, birçok üretici tarafından uygulanmakla birlikte, farklı bitkilerin gereksinim duydukları su ihtiyacını karşılamada yetersizdir. Sürdürülebilir ürün yetiştirme sistemlerinde, su kullanım randımanının (WUE) geliştirilmesi çok önemlidir. Bu amaca yönelik olarak modern sulama yöntemlerinin kullanılması, toprak-bitki-iklim-su ilişkileri üzerinde daha fazla kontrolün sağlanması ve sulama ile diğer önemli tarımsal girdileri arasındaki ilişkileri mevcut koşullara göre optimize etmek gereklidir (Bacci et al., 2011).

Topraksız tarımda, sulamanın programlamasında, ortam su içeriği tarla kapasitesine yakın tutularak, yüksek verim elde etmek amaçlanır ve bu amaçla optimum düzeyde su sağlanır (Jones, 2004; Bacci et al., 2011). Özellikle Akdeniz ikliminin hakim olduğu seracılık bölgelerinde birçok üretici, bitkilerini otomatik sulama sistemleri ile sulamakta, ancak sulama programlamasını kendi deneyimlerine dayanarak yapmaktadırlar.

Serada yapılan saksı kültüründe sulama suyunun verimli bir şekilde kullanılması için bitki su ihtiyacının doğru tahmin edilmesi gereklidir. Bitki su tüketimi (ET), bitki su gereksinimlerini etkileyen başlıca etmendir ve bitki su tüketiminin bilinmesi, verimli sulama için çok önemlidir. ET, toprak veya substrattan buharlaşma ve yapraktan terleme aşamalarının birleşimidir. Evapotranspirasyon bir enerji kaynağı ve buhar taşıma mekanizması gibi iki temel bileşen gerektirir. Alt-stoma boşluklarında sıvıdan buhara faz değişimi için enerjiye ihtiyaç duyulurken, yapraktan havaya buhar basıncı değişimi, su buharının yaprak stomalarını geçmesiyle sağlanır. Saksıda yapılan bitki yetiştiriciliğinde ET, hem çevresel (örneğin hava sıcaklığı, radyasyon, nem, rüzgar hızı), hem de bitki ile ilgili özelliklerin (örneğin büyüme safhası, yaprak alanı) yanı sıra, yetiştirilen substrat tipi ve saksı boyutu gibi birçok faktörden etkilenir. Bitki su gereksinimlerini doğru bir şekilde tahmin etmek için kullanılan herhangi bir yöntem çevresel ve bitki faktörlerini dikkate almalıdır. Saksıda yapılan yetiştiricilikte bitkilerin sulama sıklıkları ölçülen veya hesaplanan ET değerlerine dayanabilir (Treder et al., 1997; Bacci et al., 2011).

Çilek bitkisinde üretimin koşullara uygun olarak sulamanın doğru yönetilmesi çok önemlidir. Uygun sulama koşulları altında çilek veriminde %40-60 oranında artış sağlandığı belirtilmektedir (Yılmaz, 2009). Çilek bitkilerine suyun gereğinden fazla uygulanması çilek köklerine zarar verebilmektedir. Gereğinden fazla sulama kırmızı öz çürüklüğü (*Phytophthora fragariae*) ve siyah kök çürüklüğü (*Rhizoctonia solani* Kühn) gibi hastalıkların yayılmasına yol açmaktadır. Bununla birlikte, çilek tuzlu koşullara da çok hassas bir bitkidir. Bu nedenle sulamaların programlanmasında bitki kök bölgesinde yaratılabilecek tuzluluk koşullarının da dikkatle izlenmesinde yarar vardır (Yılmaz, 2009).



Topraksız yetiştiriciliğe yönelik olarak birçok türde farklı konularda çok sayıda çalışma yapılmış olmasına rağmen, çilekte yapılmış araştırma sayısının sınırlı olduğu görülmektedir. Topraksız tarımda çilek yetiştiriciliği ile ilgili çalışmaların sistem araştırmaları (Eltez ve Tüzel, 2007; Adak ve Gözlekçi, 2016; Murthy et al., 2017), farklı çeşitlerde yetiştirme ortamlarının incelenmesi (Voca et al, 2006; Ghazvini et al., 2007; Ameri et al., 2012; Wang et al., 2016), besin çözeltisi çalışmaları (Fernandez et al., 2006) ve tuz stresi (Saied et al., 2005; Keutgen and Paweizick, 2007) etrafında yoğunlaştığı görülmüştür. Literatür taramasında topraksız çilek yetiştiriciliğinde sulamanın programlanmasına ilişkin herhangi bir çalışmaya rastlanmamıştır.

Yürütülen bu çalışmada, sera topraksız çilek yetiştiriciliğinde, sulama suyunun etkin kullanımı ve bitki su gereksiniminin belirlenmesi amacıyla, sulamaların otomatik olarak gerçekleştirildiği koşullarda, farklı sulama programlarının ve bitki yetiştirme ortamlarının, bitki gelişimi, verim ve meyve kalitesi ile bitki su tüketimi ve WUE değerleri üzerine etkilerinin saptanması amaçlanmıştır.

## 2. LİTERATÜR ÖZETİ

### 2.1 Topraklı Tarımda Çilek Yetiştiriciliği ile İlgili Önceki Çalışmalar

Albregts et al. (1991) yaptıkları çalışmada, malç materyalini çilek üretiminde denemeye almışlardır. Siyah polietilen malç beyaz, sarı, kırmızı, turuncu, yeşil, kahverengi, maviye boyadıkları malçlar ile karşılaştırmışlardır. Günün bazı saatlerinde 2.5-5 cm toprak derinliğinde toprak sıcaklığının siyah, mavi ve kahverengi malçta, beyaz ve sarı malça göre 2-4°C daha yüksek olduğunu saptamışlardır. Kırmızı, turuncu ve yeşil malçların sıcaklığının, beyaz ve siyah malç sıcaklık değerlerinin arasında olduğunu tespit etmişlerdir. Gün doğumunda toprak sıcaklığının tüm malçlarda benzer olduğunu vurgulamışlardır. Ocak ayında meyve veriminin koyu renk malçta daha düşük, Şubat veriminin sarı renk malçın daha yüksek ve mevsimsel verimin beyaz, sarı, turuncu ve yeşil malçın daha yüksek olduğunu saptamışlardır. Sarı malçta çürük meyve sayısının fazla olması nedeni ile pazarlanabilir meyve sayısı yüzdesinin daha düşük olduğunu; ortalama meyve ağırlığının beyaz ve sarı malçta daha yüksek olduğunu belirtmişlerdir.

Açık arazi, alçak tünel ve yüksek tünel koşullarında üretilen Aromas, Camarosa, Selva ve Sweet Charlie çilek çeşitlerinin meyve verim özelliklerinin belirlenmesi amacıyla yürütülen bir çalışmada, meyve verimi açısından en yüksek değer 352.05 g/bitki ile açık arazi uygulamasından elde edilmiştir. Birinci kalite fidelerin meyve verimi 336.73 g/bitki olarak saptanmıştır. Sweet Charlie çeşidi 435.27 g/bitki ile en verimli çeşit olmuştur. En fazla meyve sayısı (17.52 adet/bitki) ile alçak tünel uygulamasından elde edilmiştir. Aromas (19.49 adet/bitki) ve Sweet Charlie (20.10 adet/bitki) çeşitlerinin daha yüksek meyve sayısına sahip olduğu tespit edilmiştir. Suda çözünür kuru madde (SÇKM) oranı açısından ise %8.06 ile yüksek tünel uygulamasından elde edilmiştir. Çeşitler arasında da Camarosa çeşidi, %8.20 ile en yüksek SÇKM oranına sahip olmuştur (Geçer ve Yılmaz, 2011).

İspanya'nın güney batı kıyısında Huelva eyaletinde ticari çilek üretim alanında yürütülen bir çalışmada, Camarosa çeşidi ile ekimden hazirana kadar

üretim yapılmıştır. Erken ve toplam çilek üretimleri (g/bitki) sırasıyla, ocaktan marta ve ocaktan mayısa kadar haftalık olarak kaydedilmiştir. Veriler, erken üretim ile sıcaklık ( $R^2 = 0.86$ ) ve güneş radyasyonu ( $R^2 = 0.73$ ) arasında doğrusal bir ilişki olduğunu ortaya koymuştur. Ancak, toplam üretim ve sıcaklık ( $R^2 = 0.69$ ) ile güneş radyasyonu ( $R^2 = 0.69$ ) arasında ikinciden bir ilişki olduğu saptanmıştır. Mevcut iklim koşulları altında optimum üretim stratejilerini öneren model sonuçları ile, 6.3 bitki/m<sup>2</sup> bitki yoğunlukları kullanılarak, ocak ve mart ayları arasında 458.11 g/bitki (erken kümülatif üretim) ve ocak ve mayıs ayları arasında 1.090.05 g/bitki (toplam kümülatif üretim) elde edilmiştir. Yüksek sıcaklıklarda erken çilek veriminin 17.8 g/bitki'ye yükseldiği saptanmıştır. Nisan ve mayıs aylarında radyasyon ve maksimum hava sıcaklığı değerlerinin, ürün döngüsünün sonunda daha yüksek olduğunu; üretim dönemi boyunca güneş radyasyonu değerlerinin artış gösterdiği ve hasat sonunda en yüksek değerlere (28.82 MJ/m<sup>2</sup>) ulaştığı belirlenmiştir. İkinci ürün döngüsünde ise daha yüksek değerler elde edilmiştir. En yüksek verim değerleri mayıs ayında kaydedilmiştir. İkinci ürün döngüsünde çilek toplam verimi, nisan ve mayıs aylarında değerlendirilen diğer ürün döngülerine kıyasla artmıştır. Verim, nisan ve mayıs ayları arasında (geç verim) ocak ve mart ayları arasındakine (erkenci verim) göre daha yüksek olmuştur. Mart ayının son haftasında dikim yapıldıktan 14 hafta sonra 113.54 g/bitki ile maksimum verim elde edilmiştir. Sonuçlar, çilek üretiminin iklim değişikliğinden etkilenebileceğini göstermiştir. Verim ve sıcaklık ile verim ve güneş radyasyonu arasındaki ilişki nedeniyle iklim değişikliği senaryolarının ürün döngüsü süresinde azalmalara neden olduğu sonucuna varılmıştır (Palencia et al., 2013).

Oruç (2016), 2013-2014 araştırma yıllarında Düzce ili Beyköy ilçesinde kurulmuş olan serada Camarosa ve Sweet Charlie çilek çeşitlerinin çiçeklenme başlangıç dönemi, vejetatif gelişme durumları, meyve olgunlaşma süresi, meyve ağırlığı ve toplam verim değerlerini incelemiştir. Çilek bitkilerini yaz dikimi olarak 30 x 30 cm sıra arası ve sıra üstü mesafede dikmiş ve malçlama yapmıştır. Çiçeklenme Sweet Charlie çeşidinde daha erken başlamışken, vejetatif gelişmenin Camarosa çeşidinde daha iyi olmuştur. Her iki çeşitte de meyve ağırlığı temmuz, ağustos ve eylül aylarında maksimum değerlere ulaşmış iken, Camarosa çeşidinde ortalama meyve ağırlığı 2013 yılında 12.8 g, 2014 yılında ise 13.7 g, Sweet

Charlie çeşidinde 2013 yılında 11.5 g, 2014 yılında 11.8 g olarak ölçülmüştür. Ortalama toplam verim değerleri ortalama meyve ağırlığıyla doğru orantılı olarak temmuz ayında maksimuma ulaşmış ve Camarosa çeşidinde 1100 kg/da, Sweet Charlie çeşidinde ise 951 kg/da olarak bulunmuştur. Araştırmacı yaptığı çalışmada, Camarosa çeşidini yaz dikimi ve sera koşullarında ümit vadeden çilek çeşidi olarak saptamıştır.

Geçer vd. (2018) tarafından Amasya'nın Merzifon ilçesinde yürütülen bir çalışmada dört ticari çilek çeşidinin (Albion, Sweet Charlie, San Andreas, Monterey) üretim olanakları ve verimleri incelenmiştir. Araştırmacılar Monterey çeşidinin bitki başına en yüksek verime sahip olduğunu, en düşük verimin ise Sweet Charlie çeşidine ait olduğunu belirlemişlerdir. Verim değerleri sırasıyla Monterey, Albion, San Andreas ve Sweet Charlie çeşitlerinde 307.8, 283.7, 243.7 ve 64.41 g olarak ölçülmüştür. Monterey çeşidinin (26.08 adet) en yüksek meyve sayısına sahip olduğu saptanmıştır. Albion çeşidi irilik indeksi açısından 12.8 g/meyve ile en iri meyvelere sahip olurken, en küçük meyve iriliğine 7.39 g/meyve ile Sweet Charlie çeşidi sahip olmuştur. Çeşitler arasında SÇKM miktarı bakımından istatistiksel açıdan önemli fark gözlenmemesine rağmen, en yüksek değer %9.81 ile Monterey çeşidinden alınmıştır. Çalışmanın yürütüldüğü ilçenin uygun iklim ve toprak özelliklerine sahip olmasından dolayı özellikle Albion, Monterey ve San Andreas çilek çeşitlerinin ilçede alternatif ürün olarak değerlendirilebileceği sonucuna varılmıştır.

## 2.2 Topraksız Tarımda Çilek Yetiştiriciliği ile İlgili Önceki Çalışmalar

Voca et al. (2006) yürüttükleri çalışmada, çilek meyvelerinin fiziksel ve kimyasal bileşimindeki farklılıkları tespit etmeyi amaçlamışlardır. Elsanta çilek çeşidini, üç farklı yetiştirme sistemi olarak açık alan, yüksek tünel ve topraksız kültürde yetiştirmişlerdir. Açıkta, yüksek tünelde ve topraksız kültürde yetiştirilen meyvelerin ağırlığı sırasıyla 17.0, 20.0 ve 21.0 g olarak tespit etmiştir. Açıkta yetişen meyvelerin en yüksek meyve eti sertliğine (0.76 kg/cm<sup>2</sup>) sahip olduğu saptanmıştır. Renk analizinde L değerinin 37.52 (topraksız yetiştiricilik) ile 41.94 (açıkta) arasında değiştiğini gözlemlemişlerdir. Kroma (C\*), toprakta 24.71, açık alanda 31.65 olarak tespit edilmiştir. Hue değeri (h°) ise yüksek tünelde 47.44,

topraksız kültürde 54.77 olmuştur. Brix değerleri, yüksek tünel yetiştirme sisteminde %6.23, topraksız ortamda %7.25 olarak ölçülmüştür. Topraksız tarımda titre edilebilir asitlik (TA) 7.35 g/L'iken, açık alanda yetiştirilen meyvelerde 7.39 g/L ve yüksek tünelde 7.64 g/L olarak bulunmuştur. Brix/TA oranının, topraksız kültürde ve açık alanda düşük (0.85), yüksek tünelde (0.95) yüksek olduğunu saptamışlardır. Askorbik asit miktarının, topraksız kültürde 58.32 mg/100 g'dan, yüksek tünelde 68.58 mg/100 g'a kadar değiştiğini belirlemişlerdir. Topraksız kültürde meyve pH değeri 3.70 iken, açık alanda 3.91 olarak bulunmuştur. Fiziksel ve kimyasal analizler, üç farklı sistemde yetiştirilen meyvelerin kalitesinde uyum göstermiş; ancak yüksek tünelde yetiştirilen meyvelerin biraz daha iyi özellikler gösterdiğini ortaya koymuştur.

Fernandez et al. (2006), besin kalitesi ile ilgili temel özellikleri topraksız kültürde yetiştirilen çilek meyvelerinde incelemişlerdir. Organik asitler, çözünebilir şekerler, mineraller ve anyonlar gibi bileşiklerin miktarını değerlendirmişlerdir. Elde edilen parametreleri geleneksel tarımdan elde edilen değerlerle karşılaştırmışlardır. Araştırma sonucunda topraklı veya topraksız yetiştirilen çileğin besin özellikleri arasında istatistiksel olarak önemli bir fark olmadığını belirtmişlerdir.

Eltez ve Tüzel (2007), merdiven şeklinde (A-shape) tasarlanan sistemde yapılan sera çilek yetiştiriciliğinde besleyici film tekniği (NFT) ve ortam kültüründe kullanılan perlit ve perlit+torf (1:1) (v/v)'un verim ve kalite üzerine etkisini araştırmışlardır. Uygulamalar arasında, en fazla meyve sayısını, (34.8 adet/bitki), erkenci (40.8 g/bitki) ve toplam verimi (387.5 g/ bitki) NFT'den, en yüksek meyve ağırlığını ise (13.128 g) perlit+torf (1:1) (v/v) ortamından elde etmişlerdir. Ayrıca, NFT'de perlit ortamına göre %56.4, perlit+torf (1:1) (v/v) ortamına göre ise %32.7 daha fazla toplam verim elde etmişlerdir.

Ghazvini et al. (2007) perlit ve zeolitin beş farklı karışım oranının (1:0, 3:1, 1:1, 1:3, 0:1 v/v) çilekte (*Fragaria ananassa* cv. *Camarosa*) meyve sayısı ve kalitesi üzerine etkilerini değerlendirmişlerdir. Bitkilerin beslenmesinde, elektriksek iletkenlik (EC) 0.9-1.4 dS/m değerlerinde, pH 5.8 değerinde tutularak makro ve mikro besin elementleri içeren besin çözeltisi ile gübreleme yapılmıştır.

Perlit/zeolit substratlarının 3:1 ve 1:1 oranlarında (v/v) karıştırıldığı ortamlarda, bitki başına en yüksek meyve sayısı sırasıyla 22.66 ve 23.05 olmuş; zeolit tek başına en düşük meyve sayısını (12.19) göstermiştir. Buna ek olarak, bitkilerin en yüksek taç genişliği ve meyve verim perlit/zeolit 3:1 ve 1:1 oranındaki karışımlarda kaydedilmiştir. Ayrıca Perlit/zeolit 1:3 oranında çiçek ve meyve sayılarının, meyve ağırlığı ve bitki başına verimin azaldığı saptanmıştır. Meyve analizinde, en yüksek kuru ağırlık (%10.23) ve SÇKM (%7.87) ve TA oranı en yüksek (10.57 mg/100g) perlit ortamında ölçülmüştür. Buna karşılık en yüksek TA ise zeolit ve Perlit/zeolit 1:3 oranında gözlemlenmiştir. Perlit ortamında TA değerlerinin ve Perlit/zeolit 3:1 ve 1:1 oranlarındaki karışımlarının arasında önemli bir farklılık görülmediğini kaydetmişlerdir.

Ameri et al. (2012), farklı ortamlarda çilek yetiştiriciliğinin değerlendirilmesi üzerine araştırma yapmışlardır. Uygulama olarak üç çilek çeşidi (Camarosa, Mrak ve Selva) ve altı yetiştirme ortamı [pirinç kabuğu, çınar budama atığı, Hindistan cevizi torfu+perlit (50:50), vermikompost+perlit+Hindistan cevizi torfu (5:45:50), (15:40:45) ve (25:35:40)] seçilmiştir. Araştırmada, kök kuru ve yaş ağırlığı, sürgün sayısı, yaprak sapı genişliği, yaprak alanı, toplam biyokütle ve kök/sürgün oranı ölçülmüştür. Fiziksel ve kimyasal özellikleri farklı olan substratlarda pH, EC, porozite, kütle yoğunluğu, tane yoğunluğu, organik ve inorganik materyal içeriği saptanmıştır. Sonuçlar çeşitlerin farklı substratlara farklı yanıt verdiğini göstermiştir. Ayrıca, bu substratların çeşitler üzerinde önemli etkileri olduğunu saptamışlardır. Camarosa çeşidinde en yüksek bulunan parametreler yaprak alanı, yaprak sapı uzunluğu, sürgün sayısı ve toplam biyokütle olmuştur. Mrak çeşidinde ise en yüksek verim elde edilmiştir. Substratlara vermikompost eklenmesi denemelerin çoğunu olumlu olarak etkilemiştir. En yüksek verim vermikompost+perlit+Hindistan cevizi torfu (5:45:50), (15:40:45) ortamlarından elde edilmiştir.

Adak ve Gözlekçi (2016), Camarosa, Rubygem ve Candonga çilek çeşitlerini üç farklı topraksız sistemde yetiştirmişlerdir. Plastik yüksek tünelde konvansiyonel topraksız sistem, modern seralarda tek katlı sistem ve çift katlı sistem kullanılmıştır. Yatay torba kültüründe substrat olarak Hindistan cevizi torfu kullanılmıştır. Sonuçlar, modern sera uygulamalarının ilk çiçeklenme ve hasat

tarihleri bakımından avantajlı olduğunu, ancak bitki başına verim yönünden uygulamalar arasında önemli ölçüde farklılığının olmadığını göstermiştir. Meyve kalitesi özellikleri (meyve ağırlığı ve SÇKM) açısından, uygulamalar arasında farklılıklar saptanmıştır. Rubygem çeşidinde SÇKM, Candonga çeşidinde ise meyve boyutu en yüksek değerde olmuştur.

Wang et al. (2016) açık alanda toprağa yapılan yataklar içerisinde 2 yıllık çilek üretimi yapmışlardır. Yatakların içine %100 Hindistan cevizi torfu, torf+perlit karışımı, torf+pirinç kabuğu karışımı ve torf-Hindistan cevizi torfu-pirinç kabuğu karışımından oluşan dört farklı ortam koymuşlardır. Sonuçlar, yetiştirme ortamlarında bulunan makro ve mikro besin elementi konsantrasyonlarının, pH'nın ve tuzluluğunun, çilek üretimi için önerilen aralıklarda olduğunu göstermiştir. Toprak yataklarındaki ortam karışımları karşılaştırıldığında doyumluk ve serbest drenaj sonrası yüksek su içeriği değerlerinin bulunduğunu saptamışlardır. %100 Hindistan cevizi torfu ortamı serbest drenajdan sonra en yüksek su içeriği ( $0.51 \text{ cm}^3/\text{cm}^3$ ) ve doyumluk değerlerini ( $0.95 \text{ cm}^3/\text{cm}^3$ ) göstermiştir. Bitki kanopi büyüklüğü ve biyokütle ağırlığı Hindistan cevizi torfunda en fazla olmuştur. İlk yıl deneylerinde, Hindistan cevizi torfu, torf+perlit ve torf+pirinç kabuğundan elde edilen pazarlanabilir çilek verimi ortalaması 41.640 kg/ha olarak tespit edilmiştir. İkinci yılda yıllık üretilebilir çilek verimi Hindistan cevizi torfu ve torf+perlit ortamlarında ortalama 48.520 kg/ha olmuştur. Bu durum verim açısından topraklı yetiştiricilikle arasında önemli bir fark olmadığını göstermiştir. Çalışmalar, torf+perlit veya %100 Hindistan cevizi torfu gibi bazı yetiştirme ortamı karışımlarının bitkinin büyümesi için gerekli kimyasal ve hidrolik özelliklere sahip olduğunu ve %100 Hindistan cevizi torfunun toprak yataklarında umut verici bir substrat malzemesi olarak kullanılabileceğini göstermiştir. Araştırmacılar, bitki başına ihtiyaç duyulan yetiştirme ortamının hacmini ve üretim maliyetini azaltmak, substrat ortamının kullanımını değerlendirmek, sulama ve gübreleme rejimlerini en uygun hale getirmek için ilave çalışmalara ihtiyaç olduğunu vurgulamışlardır.

Murthy et al. (2017) yürüttükleri bir çalışmada, doğal havalandırılmalı bir serada, topraksız dört katlı dikey sistem altında Festival çilek çeşidini

yetiştirmişler ve yaprak sayısı, yaprak alanı, ta çapı ve biyokütle üretiminde önemli farklılıklar gözlemişlerdir. Daha yüksek fotosentetik aktif radyasyon (PAR) mevcudiyetinden dolayı daha yüksek fotosentez gerçekleştiğini görmüşlerdir. En yüksek kattaki bitkilerin PAR'dan daha çok yararlandığını ve bitkilerin daha iyi büyüdüğünü saptamışlardır. Erken ieklenmeye ilaveten, en üst kattaki bitkilerde çiçeklenme, ortalama meyve ağırlığı, toplam meyve ağırlığı ve meyve sayılarının daha yüksek olduğunu gözlemişlerdir. Bunun sonucu olarak, daha yüksek meyve boyu, ortalama meyve çapı, pazarlanabilir meyve yüzdesi, meyvede SÇKM değerlerinin elde edildiğini belirtmişlerdir. Ayrıca daha düşük TA değerine sahip meyveler elde edildiğini saptamışlardır. Sonuç olarak, sınırlı ışık yoğunluğunun ve alt katlardaki düşük fotosentetik oranın, çileğin büyümesinde, verimde ve meyve kalitesinde belirgin bir azalmaya neden olduğunu saptamışlardır.

### **2.3 ilek Yetiştiriciğinde Sulama ile İlgili Önceki alışmalar**

Gehrmann (1985), *Fragaria ananassa* Dutch. cv. Korona'da su stresinin etkisini araştırmıştır. Bitkiler dört farklı Hoagland solüsyonu ile kum kültüründe yetiştirilmiştir. Günlük su tüketiminin %25'i, %50'si ve %75'i bitkilere uygulanarak farklı su stresi koşulları oluşturulmuştur. Ortalama meyve sayısının ve meyve ağırlığının azalması nedeniyle su stresi uygulanan bitkilerde verimin düştüğü, meyve olgunluğunun hızlandığı saptanmıştır.

Mannini and Battilani (1989), Kuzey İtalya'da Bolonya yakınlarında tünelde yetiştirilen bitkilerde yürütölen dört yıllık sulama sonuçlarını rapor etmişlerdir. A sınıfı buharlaşma kabı ile tüneldeki Kc'da test edilen maksimum evapotranspirasyon oranlarını değerlendirmişlerdir. 1986 ve 1987'de baharda yeniden büyüme başlayan ilek bitkilerine büyüme başladıkları dönemden itibaren sulama kontrolü uygulamışlardır. Sulamanın, ilek verimini ve büyüklüğünü sadece 1987 yılında önemli ölçüde arttırdığını kaydetmişlerdir. Taban suyu düzeyinin daha düşük olduğu yıllarda bile, bitkinin sulama ihtiyacının 1100 m<sup>3</sup>/ha olduğunu saptamışlardır.



Nötr gün çilek çeşidi Tristar ile yapılan bir çalışmada, sulama zamanının belirlenmesi için bitki su tüketimi (ET) esas alınmıştır. Sulama, ET'nin %'sine ve haftalık uygulama sayısına dayandırılmış olup, sulama konuları olarak ET'nin %30, 60 ve 90'ı haftada bir kez ve ET'nin %30'u haftada 3 kez seçilmiştir. Toplam verim değerleri incelendiğinde, ET'nin %30'unun esas alındığı ve haftada 3 kez yapılan sulama konusunda aynı konunun haftada 1 kez yapılan sulama konusuna göre meyve sayısını %30 oranında artırdığı saptanmıştır. Yetiştirme mevsimi boyunca ortalama çilek ağırlıkları tüm uygulamalarda benzer bulunmuştur (Nonnecke and Taber, 1991).

Serrano et al. (1992), çilek bitkilerini (*Fragaria x annanasa D. cv Chandler*) kontrollü toprak nemi rejimi altında drenaj lizimetreleriyle tarlada yetiştirmişlerdir. Toprak su potansiyeli -0.01, -0.03, -0.05 ve -0.07 MPa'a ulaştığında, bitkiler sulanmaya başlanmıştır. Araştırmacılar maksimum verimi -0.01 MPa toprak su potansiyelinde elde etmişlerdir. Verimdeki farklılıkların, bitki başına düşen meyve sayısında ve meyve başına yaş ağırlıkta meydana gelen değişikliklerden kaynaklandığını saptamışlardır. Verim miktarında azalmaları, -0.03, -0.05 ve -0.07 MPa toprak su potansiyeli uygulamalarında da görmüşlerdir. Verim tepki faktörünü (Ky) 1.01 olarak bulmuşlardır. WUE'yi -0.01'den -0.07 MPa olan konularda sırasıyla 14.67, 17.23, 20.76 ve 17.90 g/L olarak bulmuşlardır. Büyüme mevsimi boyunca sulanan çileğin su kullanımı -0.01 MPa toprak su tansiyonunda 566 mm olarak bulunmuştur.

Clark et al. (1996) damla sulama ile sulanan çilek bitkilerinin su tüketimini ölçmek ve toprak nem tansiyon seviyesinin meyve verimine ve sulama suyu gereksinimine etkisini değerlendirmek amacıyla 1988 ve 1991 yılları arasında üç üretim dönemi içinde yürüttükleri araştırmalarında 5, 10 ve 15 kPa toprak tansiyonu değerlerini kullanmışlardır. Toprak tansiyon seviyelerinin, üç sezondaki tarla çalışmalarında verimi etkilemediğini, sulamanın artan toprak tansiyon eşiği ile azaldığını saptamışlardır. Mevsimsel sulama farklılıklarının 5-30 kPa, uygulama farklılıklarının ise 77 ile 130 mm arasında değiştiğini gözlemişlerdir.

Çilekte sulama ve verim arasındaki ilişkiyi belirlemek amacıyla, tansiyometre ve bir sulama programlayıcısının bilgisayarlı versiyonu test

edilmiştir. Kritik tansiyometre okumalarına ulaşıldığında damla sulama uygulanmıştır. 1997 ve 1998'de değerlerin 200 ve 300 hPa, 1999 yılında ise 100 ve 200 hPa'a ulaştığı görülmüştür. Sulama programlayıcısı, günlük olarak, bitkilerin kök bölgesindeki su miktarını, toprak türü, yağış, kılcal su hareketi, sızma, kök gelişimi, farklı gelişim aşamaları ve yerel hava koşulları altında bitki su tüketimini dikkate alarak hesaplamıştır. Sulama programlayıcısının, sınırlı sayıda toprak tipinde toprak nem içeriği hesapladığı belirtilmiştir. Tansiyometrelerin kullanımı daha tatmin edici bulunmuştur. Güvenilir okumalar elde etmek için en az 3 tansiyometrenin gerekli olduğu ve bunların düzenli olarak kontrol edilmesi gerektiği saptanmıştır. Ürün verimliliğinin, tahmin edilenden daha düşük tansiyometre değerlerinde arttığı görülmüştür. Araştırmacılar, suyu verimli bir şekilde kullanmak ve derine sızma yoluyla kayba uğramaması için, az miktarda su ile sık sulama yapılması gerektiğini vurgulamışlardır (Evenhuis and Alblas, 2002).

Trout and Gartung (2004) çilek bitkisinin taç izdüşümüne dayalı bitki kat sayılarını belirlemek için tarla denemesi yapmışlardır. Ölçülen referans bitki su tüketimi ve bitki taç izdüşümüne dayalı olarak parsellere beş sulama suyu miktarı uygulanmıştır. Uygulamalarda (%70-%150 ETC), sulama miktarlarında büyük farklılıklar olmasına rağmen, her bir sulama seviyesinde toprak nem içeriğinin arttığı ancak aşırı sulama yapılmadığı belirtilmiştir.

Yuan et al. (2004) çilekte yürüttükleri çalışmalarında, uygulanan sulama suyunun miktarlarını, 200 mm'lik pan kabından ölçülen su yüzeyinden buharlaşmanın Ep 0.75, Ep 1.00 ve Ep 1.25 olarak belirlemişlerdir. Araştırma süresi boyunca, 0.2 m derinlikte Ep 1.00 ve Ep 1.25 rejimlerinde toprak nem tansiyonu 5-17 kPa arasında; 0.4 m derinlikte 5-23 kPa arasında değişmiştir. Ancak Ep 0.75'in 0.2 m derinlikteki toprak nem tansiyonunun 6.5-43 kPa arasında olduğu, 0.4 m derinlikteki toprak nem tansiyonunun ise 70 kPa'nın üzerine çıktığını bulmuşlardır. Sulama suyu miktarı Ep 0.75'ten, Ep 1.00 ve Ep 1.25'e arttıkça bitki yaprakları, çiçekler ve meyveler ile toprak üstü biyokütle, çileklerin büyüklüğü, kollar, toplam meyve verimi ve pazarlanabilir verim artmıştır. Aynı zamanda, hem çilek sayısının, hem de çileklerin ortalama ağırlığının arttığı belirlenmiştir. Uygulanan sulama suyu miktarı ne kadar düşüğe sulama suyu

kullanım randımanının (IWUE) da o kadar yüksek olduğu saptanmıştır. Deney sonuçlarına dayanarak, optimum sulama suyu miktarı yaklaşık 380 mm olarak bulunmuştur. Optimum pan faktörü yaklaşık 1.1 ve plastik sera koşulları içerisinde çilek yetiştirme ve verimi için optimum IWUE yaklaşık 1.63 g/mm olarak bulunmuştur. Araştırmacılar bu sonuçlara göre, plastik sera içerisinde yetiştirilen çileklerin, tam büyüme mevsimi boyunca 1.1'lik bir pan kap faktörü kullanılarak sulanmasını önermişler, daha düşük bir pan faktörünün kullanılmasının meyve verimini önemli ölçüde azaltabileceğini belirtmişlerdir.

Pires et al. (2006), 1995 yılında örtüaltında ve açık alanda, farklı sulama seviyelerini ve malç materyallerini (siyah ve şeffaf polietilen) karşılaştırmak amacı ile Campinas IAC-2712 çeşidini kullanarak iki deney gerçekleştirmişlerdir. 10 cm derinliğe kurulan tansiyometreler aracılığıyla ölçülen, -0.010, -0.035, ve -0.070 MPa'ya karşılık gelen üç toprak su potansiyeli seviyesini, sulama zamanlarını belirlemek için kullanmışlardır. Örtüaltında -0.010 ve -0.035 MPa sulama düzeylerinde ve şeffaf plastik malç materyali altında vejetasyon büyümesinin arttığı gözlemlenmiştir. Açık alan yetiştiriciliğinde, yağışlar yüzünden uygulamaların etkisi saptanmamış ve yağış miktarı 764 mm olarak tespit edilmiştir. Örtüaltı ve açık alanda, siyah ve şeffaf malç materyalleri aynı sulama seviyesinde karşılaştırıldığında, toplam sulama miktarının aynı olduğu belirlenmiştir. Örtüaltında -0.010 MPa, -0.035 MPa ve -0.070 MPa konularında toplam su miktarları sırasıyla 580, 496, 474 mm ve açık alanda 438, 380 ve 336 mm olarak kaydedilmiştir. Örtüaltında yapılan çilek yetiştiriciliğinde, -0.010 ve -0.035 MPa sulama seviyeleri ve şeffaf polietilen malç, bitki büyümesini (bitki boyu, bitki taç izdüşümü ve yaprak alan indeksi), toplam pazarlanabilir meyve verimini, bitki başına düşen meyve sayısını ve ortalama meyve ağırlığını arttırmıştır.

Liu et al. (2007) çalışmalarında, IWUE ve çilek verimini incelemişlerdir. Ayrıca çilekte (*cv. Honeoye*) tam sulama, kısıt sulama ve kısmi kök bölgesi kuruluşunun etkilerini karşılaştırmışlardır. Sulama uygulamalarını çiçeklerin açmasından meyve olgunluk döneminin bitimine kadar uygulamışlardır. Tam sulamada kök bölgesi tarla kapasitesine ulaşacak biçimde her iki günde bir sulanmıştır. Kısıtlı sulama ve kısmi kök bölgesi kuruluşu ve tam sulamada

uygulanan suyun %60'ını her sulama işleminde, sırasıyla kök sisteminin tamamı veya yarısı için uygulamışlardır. Yaprak alanı, meyve verimi, meyve ağırlığı, meyve su içeriği ve meyve kuru ağırlığı kısıt sulama ve kısmi kök kuruluğu uygulamalarında tam sulama uygulamasına göre önemli derecede daha düşük bulunurken, bitki başına toplam çilek meyvesi sayısı uygulamalar arasında benzerlik göstermiştir. Tam sulama ile karşılaştırıldığında, kısıt sulama ve kısmi kök kuruluğu uygulamalarında sulama suyundan %40 oranında tasarruf sağlanmıştır. Kısıt sulama ve kısmi kök kuruluğu uygulamaları IWUE'yi sırasıyla %28 ve 50 oranlarında artmıştır. Sonuç olarak, bu çalışmada kısmi kök kuruluğunun çilek verimi ve IWUE açısından kısıtlı sulamaya kıyasla avantajlı olmadığı görülmüştür. Kısıtlı sulama ve kısmi kök kuruluğu benzer şekilde çilek verimi ve verim parametrelerini azaltmıştır.

Klamkowski and Treder (2008), üç çilek çeşidinin (Elsanta, Elkat, Salut) kuraklık stresine tepkisini, verim, morfolojik (yaprak alanı, kök gelişimi) ve fizyolojik (yaprak gazı değişimi, yaprak su potansiyeli) parametrelerini incelemişlerdir. Bitkileri, optimum sulama (kontrol) ve kısıtlı sulama (kuraklık stresi uygulaması) olarak iki farklı su rejimine tabi tutmuşlardır. Genotiplerin su kısıtına karşı farklı tepkiler gösterdiklerini, Elsanta çeşidinin su kısıtı altında daha yüksek WUE ve daha yüksek net fotosentez oranına sahip olduğunu saptamışlardır. Kuraklık stresi yaprak alanını azaltmış, ancak kök gelişiminin sadece Elkat çeşidinde geciktiği; Elsanta çeşidi en yüksek verimi verirken, Elkat çeşidinde verimin en düşük seviyede olduğu belirlenmiştir. İncelenen çeşitler arasında, Elsanta çeşidinin, hem kuraklık hem de verim parametreleri açısından kuraklığa daha toleranslı olduğunu saptanmıştır.

Terry et al. (2009), yaptıkları çalışmada, meyve kuru madde içeriğinin, tarla kapasitesinde veya yakınında tutulan bitkilerden elde edilen meyvelere kıyasla kısıtlı suya maruz bırakılan bitkilerde arttığını gözlemlemişlerdir. Elsanta çilek çeşidinin daha az su alan bitkilerden elde edilen meyvelerinin, daha yüksek düzeyde absisik aside (ABA) sahip olduğu belirlenmiştir. Bununla birlikte, bazı tat (monosakkaritler ve şeker-asit oranları) ve sağlıkla ilgili bileşiklerin (antioksidan kapasitesi ve toplam fenollerin) konsantrasyonu kısıt sulama uygulamalarından alınan meyvelerde genellikle daha yüksek bulunmuştur. Glikoz

ve fruktoz konsantrasyonlarının, kontrol uygulamasındaki meyvelere göre kısıt sulama uygulanmış meyvelerde 1.2 kat daha yüksek olduğunu bulmuşlardır. Benzer olarak, toplam fenoller kısıt sulama uygulaması yapılmış bitkilerin meyvelerinde 1.4 kat daha yüksek bulunmuştur.

Johnson et al. (2009), çileğin su kısıtı koşullarına göre davranışlarını tespit etmek için iki sulama programı (tam sulama ve %31 su kısıtı) kullanmışlardır. Çalışmada verim, kuraklık toleransı ve WUE arasındaki karmaşık ilişki belirlenmeye çalışılmıştır. Kısıtlı sulanan bitkilerin gündeğümü öncesi yaprak su potansiyelinde ( $\Psi$ ) önemli bir azalma olduğu saptanmıştır. Diğer taraftan, yaprakların termal görüntüsünden elde edilen indeksleri, porometre kullanılarak yapılan ölçümlerden daha kararlı bulunmuştur ve çeşitler arasında daha net ve tutarlı farklılıklar belirlenmiştir. Sonuç olarak, WUE ile ilişkili olan karbon izotop bileşimi ve termal görüntüleme, daha ileri incelemeler için en uygun tarama araçları olarak önerilmiştir.

Grant et al. (2010), yaptıkları bir çalışmada, bitki su tüketiminin %70'inden daha azını (kısıtlı su) veya %100 (kontrol)'ünü karşılayan sulamalarda 10 çilek çeşidini yetiştirmişlerdir. Araştırmacılar, bitki su tüketimi, yaprakların sayıları ve alanı, yaprak ve köklerin kuru kütlesi ve yaprak su potansiyelinin su kısıtı altında önemli derecede azaldığını saptamışlardır. Kökten sürgüne kuru kütle oranının önemli derecede arttığını gözlemlemişlerdir. WUE'nin, su kısıtı altında arttığını saptamışlardır. Çeşitler arasında söz konusu parametreler yönünden farklılıklar olduğunu ve kurak koşullar altında çeşitlerin davranışlarının benzer olduğunu belirlemişlerdir.

Tarla koşullarında, damla sulama ve yüzey sulama sistemleri altında, farklı malçların (saman ve siyah polietilen) kök büyümesi, besin alınımı, WUE ve Chandler çileğinin verimine etkisinin araştırıldığı bir çalışmada tınlı toprakta, ılıman iklim koşulları altında, ard arda iki yıl boyunca çalışmalar yürütülmüştür. Malçsız ve yağmur suyuyla beslenen konular kontrol konuları olarak belirlenmiştir. Tüm bitki yetiştirme dönemi boyunca daha yüksek toprak nem içeriği her iki malç materyali altında kaydedilmiştir. Siyah polietilen malç saman malçı ile karşılaştırıldığında toprak nemi daha yüksek bulunmuştur. Siyah

polietilen malçsız uygulama ile karşılaştırıldığında, nem tutunumunun %2.8-12.8 arasında arttığı saptanmıştır. Malçsız uygulama ile karşılaştırıldığında saman malç uygulamasında sulama yöntemine bakmaksızın minimum toprak sıcaklığının arttığı (2.8-5.2 °C) ve maksimum toprak sıcaklığının düştüğü (2.7-5.8 °C) görülmüştür. Siyah polietilen malçta minimum toprak sıcaklığının arttığı 0.4'ten 2.5 °C'ye yükseldiği, sulama uygulamasının toprak sıcaklığını azalttığı (minimum 2.6 ve maksimum 1.4 °C) bulunmuştur. İki malç materyalinin kök gelişimini (%63), besin alımını (%279.2), WUE (%84.4) ve verimi (%343) arttırmada etkili olduğu sonucuna varılmıştır. Damla sulama ile salma sulama konularını karşılaştırdıklarında sulama suyunda %51 tasarruf edilmiştir. Yine bu kıyaslama sonucunda damla sulamada meyve veriminin yaklaşık %19 arttığı tespit edilmiştir (Kumar and Dey, 2011).

Kısıt sulamaların nötr gün ve yediveren çilek çeşitlerinin çiçeklerine etkilerinin belirlenmesi amacıyla yürütülen çalışmada, üç çeşide (Albion, Evie 2, Portola) üç sulama konusu (%100 kontrol, %80 hafif stres, %60 şiddetli stres) uygulanmıştır. Beş hafta boyunca tüm konulara tam sulama uygulandıktan sonra kısıt sulama uygulamalarına başlanmıştır. Sulama, potansiyel bitki su tükemindeki değişikliklere göre günlük olarak ayarlanmıştır. Kalibrasyon katsayıları, 24 saatlik bir süre zarfında saksı ağırlığında değişiklikler ile haftalık olarak belirlenmiştir. Çiçek sayıları haftada iki kez olacak şekilde 12 hafta boyunca kaydedilmiştir. Hafif veya şiddetli kısıt uygulamalarında, ölçümü yapılan çeşitlerin hiçbirinde ekstra çiçeklenme görülmediği saptanmıştır. Hafif bir stresin çiçek sayıları üzerinde hiçbir etkisi olmadığı belirlenmiştir. Ancak şiddetli stres, kısıt uygulamasından sekiz hafta sonra çiçek sayılarında bir azalmaya neden olmuştur (Johnson and Simpson, 2014).

Gavilan et al. (2015), bitki sayıları ve sera ortamındaki referans bitki su tüketimi ( $ET_0$  çim) değerlerini kullanarak çileğin günlük bitki su tüketimini ( $ET_C$ ) tahmin etmek için bir metot önermişlerdir.  $ET_0$  değerleri sera koşulları için, solar radyasyon ve Makkink FAO-24 eşitliği kullanılarak tahmin edilmiştir. Elde edilen tahmin değerleri drenaj lizimetleri kullanılarak çileğin  $ET_C$  ölçüleriyle karşılaştırılmıştır. Araştırmacılar  $ET_0$  değerlerinin tahminlenmesinde Makkink

yönteminin; solar radyasyon yöntemine göre daha yüksek doğrulukla sonuç verdiğini belirlemişlerdir.

Létourneau et al. (2015), tarla denemelerinde farklı toprak yapısı ve iklim koşullarına sahip dört ticari çilek üretim sahasında çalışmalarını yürütmüşlerdir. Her saha (konu) içerisinde, farklı toprak matrik potansiyelinin etkilediği sulama eşiklerine dayanan verim ve WUE'yi değerlendirmişlerdir. Matrik potansiyele dayalı sulama yönetimi, her bölgenin kendi üreticileri tarafından yaygın kullanılan sulama uygulamaları ile de karşılaştırılmıştır. Bölge 1'de [siltli killi tın; nemli karasal (Dfb) iklim], -15 kPa'lık sulama eşiği yaygın sulama uygulamalarına göre herhangi bir ilave su kullanımı olmadan %6.2 oranında verim artışı sağlanmıştır. Benzer toprak ve iklim koşullarına sahip olan Bölge 2'de sulama konuları verimi etkilememiş ve matrik potansiyele dayalı yönetimin yaygın uygulamalara göre WUE'yi düşürdüğü belirlenmiştir. Ancak, sonuçlar -9 kPa'nın altındaki toprak matrik potansiyelinin muhafaza edilmesinin, bitkiler için stres koşullarını tetikleyebileceğini göstermiştir. Bölge 3'te [kumlu balçık; Akdeniz (Cs) iklimi], en iyi verim ve WUE, -8 kPa'lık sulama eşiği ile elde edilmiştir ve WUE'nin yüksek frekanslı sulama uygulanarak daha da geliştirilebileceği önerilmiştir. Bölge 4'te (killi tın; Akdeniz (Cs) iklimi), sonuçlar -10 ile -15 kPa arasındaki bir sulama eşiğinin verimi ve WUE'yi optimize edebileceğini göstermiştir. Bununla birlikte sulamaya dayalı matrik potansiyelin yaygın uygulamalara göre kök bölgesi altında sızmayı önemli ölçüde azalttığı saptanmıştır. Tüm alanlardaki sonuçları karşılaştırdıklarında, -10 kPa'lık bir sulama eşiğinin çoğu tarla koşullarında daha optimize sulama için bir başlangıç noktası olarak yeterli olacağı belirtilmiştir.

Lozano et al. (2016) çileğin (*Fragaria x ananassa*) su ihtiyaçlarını belirlemek için yürüttükleri denemelerde Sabrina ve Antilla çeşitlerini kullanmışlardır. Üç sulama konusunu, farklı su hacimleri olarak uygulamışlardır. Bitki su tüketimini hesaplamak için drenaj lizimetrelerini kurmuşlardır. Sabrina çeşidinde, mevsimlik bitki su tüketimi 430 ile 453 mm arasında iken, Antilla çeşidinde bu değer 352 mm olmuştur. Bitki katsayıları (Kc) sırasıyla, Sabrina ve Antilla'da 1.1 ve 0.8 olarak maksimum değerlere ulaşmıştır. Sabrina çeşidinde, su hacmi 5500 m<sup>3</sup>/ha uygulandığı zaman, sulama randımanı %81'e ulaşmıştır.

Sabrina'ya ait deneme konularında, konular arası önemli bir fark olmaksızın ( $P<0.05$ ), pazarlanabilir meyve verimi 1000 g/bitki'yi aşmıştır ve bitki verimi 74 t/ha'nın üzerinde olmuştur. Antilla çeşidinde, maksimum sulama randımanı %58'e ulaşmıştır. Önemli bir fark olmaksızın, verim 750 g/bitki civarında iken, toplam 48 t/ha'nın üzerinde verim elde edilmiştir. Araştırma sonucunda, meteorolojik verilere ve tahmin edilen bitki katsayılarına dayanan bir sulama takvimi izlenerek verimi kaybetmeden önemli su tasarrufları sağlanabileceği belirtilmiştir.

Farklı sulama seviyelerinin ve biyoaktivatör uygulamasının Rubygem çilek çeşidinde meyve kalitesine etkilerinin incelendiği bir araştırmada dört farklı sulama düzeyi kullanılmıştır. Sulama konularını, A sınıfı buharlaşma kabından ölçülen buharlaşma miktarının tamamı olan IR100, uygulanacak suyun yarısının uygulanacağı IR50, %75'nin verileceği IR75 ve %125'inin uygulanacağı IR125 konuları oluşturmuştur. Ayrıca, bitki dikimden yaklaşık iki ay sonra her üç haftada bir olmak üzere dört kez yapraktan biyoaktivatör uygulaması yapılmıştır. Biyoaktivatör olarak ComCat ticari isimli, bitki büyümesini teşvik eden, toksik olmayan yabancı bitkilerden üretilen organik sertifikalı bitki özü kullanılmıştır. Biyoaktivatörün tek başına etkisinin önemsiz olduğu; sulama düzeyleri azaldıkça meyvelerde tadı etkileyen SÇKM ve şeker/asit oranının önemli ölçüde arttığı saptanmıştır. En yüksek SÇKM (%9.42) ve şeker/asit (%21.7) oranlarına IR50 konusunda ulaşılmıştır. Ancak IR100 konusu dışındaki bütün uygulamalarda meyve ağırlığının önemli derecede azaldığı belirlenmiştir. Bununla beraber meyve ağırlığında azalmaya neden olmayan tam sulamanın biyoaktivatör ile birlikte uyguladıklarında meyve tadının arttığı da ortaya konmuştur (Sarıdaş vd., 2017).

Çilek yetiştiriciliğinde bitkinin evapotranspirasyonuna (ET) dayalı sulama konularının (%50, %75 ve %100 ET), -8 ile -35 kPa arasında değişen eşik değerlerine göre yapılan tansiyon ölçümü konular ile karşılaştırıldığı bir çalışmada, tansiyon esaslı sulama konularının WUE'yi arttırdığı saptanmıştır. Aynı miktarda kullanılan su için, WUE %7.5 ile %8.3 oranında artmıştır (Gendron et al., 2017).

Garcia-Tejero et al. (2018) yaptıkları çalışmada, Huelva (İspanya) kıyısındaki plastik tüneller altında yetişen çileklerde (*Fragaria x ananassa* cv.



Sabrina) bitki katsayılarını ( $K_c$ ) üç drenaj lizimetresi kullanarak belirlemişlerdir. Tahmini  $K_c$  değerleri, tünellerin içinde ve dışında yer alan iki meteoroloji istasyonu tarafından sağlanan tarımsal iklim verilerine dayanılarak saptanmıştır. Dış veriler kullanıldığında  $K_c$  değerleri 0.3 ile 0.8, tünel içindeki iklim verileri kullanıldığında ise  $K_c$  değerleri 0.4 ile 1.4 arasında değişim göstermiştir.



### 3. MATERYAL VE YÖNTEM

Araştırma, Kasım 2017 - Haziran 2018 tarih aralığında Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü'ne (Bornova/İzmir) ait polietilen örtülü serada yürütülmüştür.

#### 3.1 Materyal

##### 3.1.1 Araştırma serası ve özellikleri

Araştırma serası bitünel şeklinde olup eni 16 m, uzunluğu 50 m, yan yüksekliği 2.5 m ve çatı yüksekliği de 4.0 m'dir. Kuzey-güney yönünde ( $38^{\circ}27'16.20''$  N,  $27^{\circ}13'17.50''$  E) kurulmuş, yan yüzeyleri ve çatı havalandırma açıklıkları zararlı girişini önlemek için net ile kaplanmıştır (Şekil 3.1). Sera içerisinde otomasyonu sağlanmış olan 2 adet sıcak hava üflemleri ısıtıcı ile sera içerisinde ve dışarısında bazı meteorolojik verileri ölçmek amacı ile iklim sensörleri bulunmaktadır.



Şekil 3.1. Araştırma yapılan seranın genel görünümü.

##### 3.1.2 Araştırmada kullanılan çeşit ve özellikleri

Araştırma da bitkisel materyal olarak Rubygem çilek çeşidi kullanılmıştır (Şekil 3.2). Hazır fide kullanılmış olup, frigo fide (Yaltır Tarım Ürünleri, Adana)

olarak temin edilmiştir. Rubygem çeşidi kısa gün çeşidi olup, erkenciliği ve çok beğenilen tadı ile tanınmaktadır. Külleme hastalığına hassas, Fusarium solgunluğuna ve antraknoza karşı dirençlidir. Raf ömrü uzun, meyve aroması mükemmeldir. Parlak, iri, tatlı ve kırmızı renklere sahip olan bir çeşittir (Anonim, 2018a).



Şekil 3.2. Rubygem çilek çeşidi.

### 3.1.3 Araştırmada kullanılan yetiştirme saksıları

Araştırmada, saksı yetiştiriciliği uygulanmıştır. Bu amaçla boyutları 75x23x16 cm olan 25 litrelik plastik yatay saksılardan (S334 Model, Ceren Plastik, Yenişehir/İzmir) yararlanılmıştır (Şekil 3.3).



Şekil 3.3. Denemede kullanılan saksılar.

### 3.1.4 Araştırmada kullanılan yetiştirme ortamları

Yetiştirme ortamı olarak fiziksel ve kimyasal özellikleri birbirinden farklı olan organik (Hindistan cevizi torfu) ve inorganik (perlit) substrat kullanılmıştır.

Hindistan cevizi torfu tropik bölgelerde Hindistan cevizi (*Cocos nucifera*) bitkisinden elde edilen lifli bir ortamdır. Sri Lanka, Endonezya, Hindistan,

Filipinler ve Latin Amerika ülkeleri tarafından üretilmektedir. Topraksız tarımda kullanımı tüm dünyada artış göstermektedir. Genelde 5-25 kg'lık sıkıştırılmış bloklar halinde satılmaktadır (Şekil 3.4). Atık sorunu yoktur. Gerekliğinde sterilize edilebilir (Gül, 2012).



Şekil 3.4. Hindistan cevizi torfunun suda şişirilmesi.

Perlit ise doğada gri, beyaz ve siyah renklerle bulunan, volkanik kökenli, camsı, asidik bir kayaktan oluşur. Kırılarak milimetrik boyutlara getirildikten sonra 800-1000°C arasında ısıtılardan geçirilir. Daha sonra mısır tanesi gibi patlayarak, hacmi 20 katı kadar artar. Kullanım alanına göre perlit büyüklüğü değişebilir. Tarımda kullanılan perlitin çapı 0-6 mm arasında değişmektedir. pH'sı 7,0'dir (Şekil 3.5). Hafif ve steril oluşu, havalanma kapasitesinin yüksek olması, uygulanan su ve besin maddelerini bitkilerin kolay bir şekilde alması ve pH'sının nötr olması olumlu özellikleri arasındadır. Atık problemi oluşturmaz. Bununla birlikte; zaman içerisinde perlit tanelerinin ufalanması, ortamın pH'sının düşük olması durumunda, perlitin bünyesindeki alüminyum çözünmesi sonucunda Al zehirlenmesi olma ihtimali dezavantajı olarak görülmektedir (Gül, 2012).



Şekil 3.5. Araştırmada kullanılan perlit.

### 3.1.5 Sulama ve drenaj sistemi

Çalışmada, damla sulama sistemi kullanılmıştır. Kullanılan damla sulama sistemi; ana depo, pompa, hidrofor, basınç regülatörü, disk filtre, ana boru hattı, selenoid vanalar, su sayaçları, basınç regülatörleri, ikincil filtreler, lateral boru hattı ve damlatıcılardan oluşmaktadır. Sulama suyu uygulaması için otomasyon sistemi kullanılmıştır. Lateral boru hattı her saksı sırasına 1 adet olmak üzere kurulmuştur. Lateral boru hattı üzerine her bitkiye 1 damlatıcı gelecek şekilde damlatıcılar yerleştirilmiştir. Şekil 3.6'da görüldüğü gibi damlatıcı tipi olarak 2.2 L/h damlatıcı debisine sahip, süpertif PC akış düzenleyici online damlatıcılar kullanılmıştır.



Şekil 3.6. Denemede kullanılan damlatıcı.

Araştırma konularına uygulanan sulama suyunun belirlenmesinde kalibrasyonu yapılmış elektronik sayaçlardan yararlanılmıştır (Şekil 3.7).



Şekil 3.7. Denemede kullanılan sayaçların genel görünümü.

Araştırma konularına uygulanan sulama suyunun fazlası (drenaj), saksıların alt kısımlarına açılan drenaj deliklerinden toplanmıştır. Her konudan drene olan çözeltinin buharlaşma kayıplarına izin verilmeyecek şekilde toplanabilmesi amacıyla 32 mm çapındaki polietilen borular ve bu boruların taşıdığı drenaj suyunun toplandığı plastik tanklar kullanılmıştır (Şekil 3.8).



Şekil 3.8. Denemede kullanılan drenaj tankları.

## 3.2 Yöntem

### 3.2.1 Denemenin kurulması

Deneme, bölünmüş parseller deneme desenine göre 4 tekerrürlü olarak kurulmuştur. Ana parseller tesadüf blokları deneme desenine göre dağıtılmıştır. Araştırmada iki ortam (perlit ve Hindistan cevizi torfu) ve iki sulama (1 ve 3 MJ/m<sup>2</sup>) konusu test edilmiş, ana parselde sulama, alt parselde ise ortamlar yer almıştır. Her parselde 9 saksı ve her saksıda 3 bitkiye (6.15 bitki/m<sup>2</sup>) yer verilmiştir.

### 3.2.2 Bitkilerin beslenmesi

Sera dışında kurulmuş ve elektrik jeneratörü ile destekli sistem denetim biriminde besin çözeltisi hazırlanmıştır. Sistem otomasyonu sağlanmış bir düzen ile sera içindeki ana besleme tanklarını besin çözeltisi ile doldurmaktadır. Hazırlanan besin çözeltisinin pH'sı 5.5-6.5 arasında tutulmuştur. Bitkilere uygulanan besin çözeltisi reçetesi (Cantliffe et al., 2007) ve kullanılan kimyasal gübreler Çizelge 3.1'de verilmiştir. Kullanılan gübrelerden gübrelerin karışabilirliklerine göre 1:200 oranında A, B ve C stoğu hazırlanmış ve stoklar ana besleme tankında 1 ton suya 5 litre olacak şekilde seyreltilerek kullanılmıştır.

Çizelge 3.1. Kullanılan besin çözeltisi reçetesi

Besin Elementi	mg/L	Kullanılan Kimsayal Kaynak
N	65	Amonyum Nitrat, $\text{NH}_4\text{NO}_3$
P	50	Fosforik Asit, $\text{H}_3\text{PO}_4$
K	85	Potasyum Nitrat, $\text{KNO}_3$
Ca	100	Kalsiyum Nitrat, $5\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot \text{NH}_4\text{NO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$
Mg	40	Magnezyum Sülfat, $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$
S	56	-
Fe	2.8	Demir Şelat, $\text{Na}_2\text{Fe-EDDHA}$ (% 12 Fe)
B	0.6	Borik Asit $\text{H}_3\text{BO}_3$
Mn	0.4	Mangan Sülfat, $\text{MnSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$
Cu	0.1	Bakır Sülfat, $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$
Zn	0.2	Çinko Sülfat, $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$
Mo	0.03	Amonyum Molibdat, $(\text{NH}_4)_6\text{Mo}_7\text{O}_{24} \cdot 4\text{H}_2\text{O}$

### 3.2.3 Sulama suyunun uygulanması

Sulama suyunun uygulanması (besin çözeltisi) sera içine gelen birikimli güneş radyasyonu değerlerine göre gerçekleştirilmiştir. Bu amaçla 2 farklı sulama başlangıç değeri seçilerek ( $1 \text{ MJ/m}^2$  ve  $3 \text{ MJ/m}^2$ ) gün içerisinde sulamalar buna göre yapılmıştır. Diğer bir deyişle, Hindistan cevizi torfu ve perlit parsellerine her sulama konusu için farklı zamanlarda ve farklı sayıda sulama yapılmıştır. Solar radyasyon değerlerine ilişkin veriler 10 dakika aralıklarla elde edilmiştir.

Sulama uygulamaları damla sulama yöntemi kullanılarak, elektrik jeneratörü destekli otomasyon sistemiyle haftalık olarak belirlenen solar radyasyon değerlerine göre programlanmıştır. Sulama programına 24 Kasım 2017 tarihinde başlanmış olup fide dikiminden sonraki 22 gün boyunca tüm konulara eşit miktarda sulama suyu uygulanmıştır.

Açık sistemde kurulan denemede, kullanılan saksıların alt kısımlarına deneme süresince uygulanan besin çözeltisinin (sulama suyunun) fazlasını uzaklaştırmak amacıyla Şekil 3.3'de görüldüğü gibi drenaj delikleri açılmıştır. Her konunun altına ayrı ayrı tank yerleştirilmiştir. 1 MJ/m<sup>2</sup> konusunun Hindistan cevizi torfu ve perlit ortamları ile 3 MJ/m<sup>2</sup> konusunun Hindistan cevizi torfu ve perlit ortamlarının her bir tekerrürden drene olan besin çözeltisi ayrı tanklarda toplanmıştır (Şekil 3.9). Drenaj sularını uzaklaştırmadan önce örnekler alınıp her birinin ayrı ayrı EC ve pH'sı ölçülmüştür.

Drenaj tanklarında toplanan drenaj suları günlük bitki su tüketimini belirlemek amacıyla haftada iki kere olacak şekilde üzerinde kalibre edilmiş sayacı bulunan dalgıç pompa ile hacimsel olarak ölçülerek deneme alanından uzaklaştırılmıştır.



Şekil 3.9. Drenaj tanklarının genel görünümü.



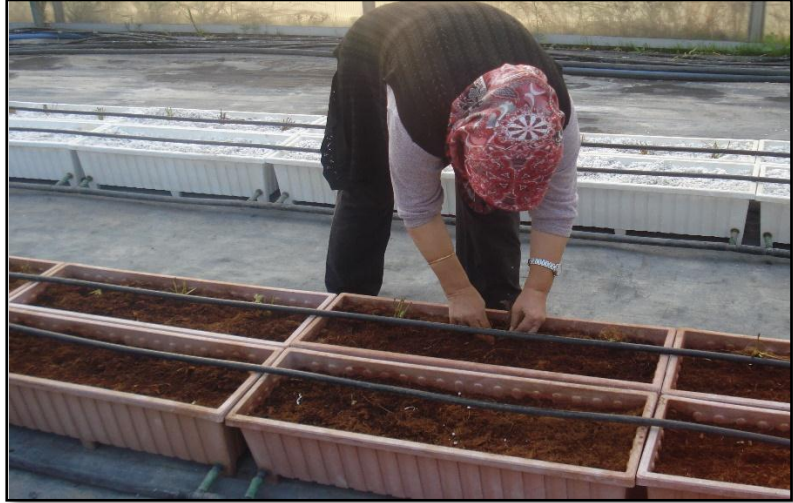
### 3.2.4 Bakım işlemleri

Frigo fidelerin dikim öncesi kökleri traşlanmış ve köklere Mancozeb etki maddeli fungusit Dikotan M-45 (Koruma Klor Alkali San. ve Tic. A.Ş., Kocaeli) (2 g/L) uygulanmıştır (Şekil 3.10).



Şekil 3.10. Dikim öncesi fidelere fungusit uygulanması.

Fideler 2 Kasım 2017 tarihinde her saksıya 3 fide olacak şekilde dikilmiştir (Şekil 3.11). Dikimden hemen sonra can suyu verilmiştir. Fideler dikilmeden önce ortam sıcaklığını artırma ve buharlaşma yoluyla su kaybını engellemek için saksı yüzeylerine malçlama yapılmıştır (Şekil 3.12). Ayrıca zararlılardan korunmak amacıyla da parsel aralarına sarı ve mavi renkte yapışkan tuzaklar asılmıştır.



Şekil 3.11. Fideler dikilirken genel görünüm.



Şekil 3.12. Deneme alanının genel görünümü.

Köklendirmeyi geliştirmek ve kök bölgesi pH değerini düzenleyerek makro ve mikro besin elementlerinin bitki tarafından alınabilirliğini arttırmak için dikimden itibaren iki hafta ara ile Fulvinol extra (Kare Tarım, Antalya) ticari isimli hümik asit (500 ml/da) damla sulama ile birlikte verilmiştir (Anonim, 2018b).

Çiçeklenme döneminden önce ve meyve bağlama döneminde kök gelişiminin sağlanması ve bitkilerin su ve besin maddelerini kolay alınabilmesine yardımcı olmak amacıyla Bioplex ticari (Cosmocel, AMC-TR, Antalya) isimli sıvı deniz yosunu damla sulama ile birlikte (10 ml/da) verilmiştir (Anonim, 2018c).

Çiçeklenme dönemi başlayınca Flora-x (Şahtar Zirai Ürünler, İzmir) isimli demir, mangan, çinko sıvı mikro bitki besin maddeleri karışımı verilmiştir. Sıvı bitki besin maddesi karışımı yapraktan sırt tulumbası ile (100 cc/da) uygulanmıştır.

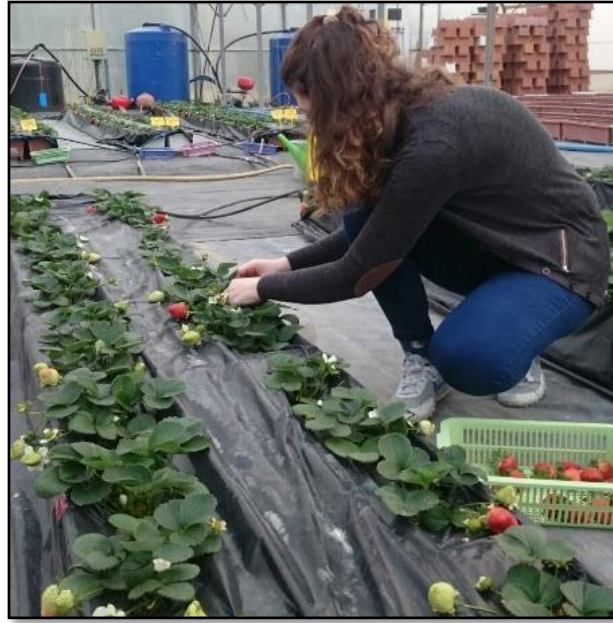
Dikimden 20-25 gün sonra açan ilk çiçekler makasla alınıp, meyve oluşumu teşvik edilmiştir. İlk çiçeklenme 7 Aralık 2017 tarihinde görülmüştür. Açan bu çiçekler bitkileri don zararından korumak ve vejetatif gelişme yerine kök gelişimi

arttırmak amacıyla budanmıştır (Şekil 3.13). Çiçekler alınırken kök bölgesinin oynamamasına özen gösterilmiştir (Anonim, 2018a).



Şekil 3.13. İlk çiçeklerin budanması.

Yetiştirme süresi boyunca hastalık (kurşuni küf, külleme) ve zararlı (kırmızı örümcek) varlığı gözlemlenmiş, gerektiğinde ilaçlama yapılmıştır. Bitkilerde ilk hasat 8 Şubat 2018 tarihinde yapılmış ve hasatlar 18 Haziran 2018 tarihine kadar devam etmiştir (Şekil 3.14 ve 3.15). Bu süre içinde meyvelerin kızarma durumuna göre 20 haftada toplam 30 hasat yapılmıştır.



Şekil 3.14. Hasat yapılırken genel görünüm.



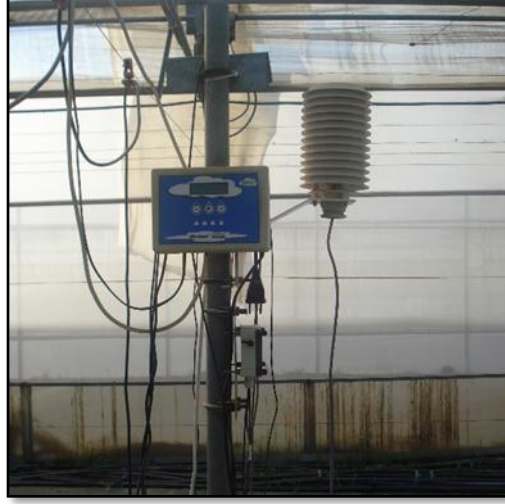
Şekil 3.15. Tam verim döneminde denemenin genel görünümü.

### 3.2.5 Yapılan ölçüm ve analizler

#### 3.2.5.1. İklim verilerinin toplanması

Yetiştirme dönemini kapsayan Kasım 2017-Haziran 2018 tarihleri arasında ait sera dışı iklim verileri (güneşlenme süresi, oransal nem, ortalama rüzgar hızı, ortalama sıcaklık ve toplam yağış) Bornova Zeytincilik Araştırma Enstitüsü'nden temin edilmiştir. Söz konusu iklim parametrelerine ait veriler aylık ortalama değer olarak verilmiştir.

Araştırma süresince sera içersindeki solar radyasyon, sıcaklık ve nem gibi iklim verilerini toplamak için bir iklim istasyonu (Delta-T Devices) kurulmuş ve sözü edilen iklim elemanları 10 dakika aralıklarla kaydedilmiştir (Şekil 3.16).



Şekil 3.16. Denemede kullanılan sera içi iklim algılayıcı ve veri kaydedici.

### **3.2.5.2 Bitki su tüketiminin belirlenmesi**

Gerçek bitki su tüketimi ( $ET_c$ ) hesabı, su bütçesi yöntemi (Baille, 1996; Kırdı, 1999; Castilla, 2000) kullanılarak hesaplanmıştır.

$$ET_c = I - D \quad (1)$$

Eşitlikte;

$ET_c$  = Bitki su tüketimi (L/bitki)

$I$  = Sulama suyu miktarı (L/bitki)

$D$  = Drenaj miktarı (L/bitki)

Sera içinde ölçülen iklim verilerini kullanarak referans bitki su tüketimi ( $ET_0$ ) Penman-Monteith eşitliğinden yararlanılarak günlük  $ET_0$  değerleri elde edilmiştir (Allen et al., 1998).

### **3.2.5.3. Yıkama oranının (YO) hesaplanması**

Yetiştirme dönemi boyunca drene olan ortalama besin çözeltisi miktarının, bitkilere uygulanan ortalama sulama suyu miktarına oranlanması ile elde edilmiştir.

### **3.2.5.4. Drenaj ve besin çözeltilisinde EC ve pH ölçümleri**

Dönem boyunca haftada iki kez pH ve EC düzeyleri ölçülmüş, ortalamaları alınıp haftalık ortalama değer olarak verilmiştir. Besin solüsyonunun elektriksel geçirgenliği (EC) EC-metre ile (Mettler Toledo marka MC-126 model, Japonya), pH'sı ise pH-metre ile (Mettler Toledo marka Seven Easy model, Japonya) ölçülmüştür.

### **3.2.5.5 Verim parametrelerinin ölçümü**

**Toplam verim ( $kg/m^2$ ):** İlk hasattan son hasada kadar olan süreçte her parselden toplanan meyvelerin ayrı ayrı tartılmasıyla belirlenmiştir. Hasat periyodu sonunda her bir konunun verim değerleri kümülatif olarak toplanarak toplam verim değeri bulunmuştur.

**Pazarlanabilir verim ( $kg/m^2$ ):** Pazarlanabilir verim, toplam verimden pazarlanamaz boydaki ve zarar görmüş meyvelerin ağırlığının çıkarılması ile hesaplanmıştır.

**Toplam meyve sayısı ( $adet/m^2$ ):** Her hasatta toplanan meyvelerin sayısı alınmış ve dönem sonunda konulara ait  $m^2$ 'deki toplam meyve sayısı belirlenmiştir.

**Ortalama meyve ağırlığı (g):** Konulara ait toplam meyve ağırlığı, toplam meyve sayısına bölünerek hesaplanmıştır.

### **3.2.5.6 Su kullanım randımanı (WUE) ve sulama suyu kullanım randımanı (IWUE) hesaplanması**

Birim alandan elde edilen toplam verimin o birim alandaki bitkilerin toplam su tüketimine oranlanması ile WUE, uygulanan sulama suyu miktarına oranlanması ile IWUE elde edilmiştir. Hesaplamalarda aşağıdaki eşitliklerden yararlanılmıştır (Chaves et al., 2004; Howell, 2006).

$$IWUE_{SSM} = \left( \frac{\text{Toplam verim}}{\text{Sulama suyu miktarı}} \right) \quad (\text{kg/m}^3 = \text{g/l})$$

$$WUE_{BST} = \left( \frac{\text{Toplam verim}}{\text{Bitki su tüketimi}} \right) \quad (\text{kg/m}^3 = \text{g/l})$$

### 3.2.5.7 Bitki ölçümleri

#### - Üretim dönemi boyunca yapılan bitki ölçümleri

Çalışmanın yürütüldüğü dönem boyunca bitki gelişiminin izlenmesi amacıyla haftalık olarak bazı ölçümler yapılmıştır. Her parselden tesadüfi olarak seçilen 3'er bitkide aşağıdaki ölçümler yapılmıştır.

**Yaprak sayısı (adet):** Seçilen bitkilerdeki tam açmış yapraklar haftalık olarak sayılmıştır.

**Bitki boyu ölçümleri (cm):** Yetiştirme ortamının yüzeyinden en uzun yaprak boğumuna kadar olan mesafe cetvel yardımı ile ölçülerek ortalama değerler verilmiştir (Şekil 3.17).



Şekil 3.17. Üretim döneminde bitki boyu ölçümü.

**Taç izdüşümü ölçümü (cm):** X koordinatına göre yaprakların kapladığı mesafeler cetvel yardımı ile cm cinsinden ölçülmüştür (Şekil 3.18).



Şekil 3.18. Taç izdüşüm ölçümü.

**Tomurcuk sayısı (adet):** Tomurcuk sayıları, seçilen bitkilerde haftalık olarak sayılmıştır.

**Açan çiçek sayısı (adet):** Bitkilerin üzerindeki açan çiçekler haftalık olarak sayılmıştır.

**Klorofil indeksi (SPAD):** Seçilen bitkilerde klorofil indeks değeri klorofil metre (520Plus, Japonya) ile SPAD cinsinden ölçülmüştür (Şekil 3.19).



Şekil 3.19. Klorofil indeksi ölçümü.

### - Üretim dönemi sonunda yapılan bitki ölçümleri

Üretim döneminin sonu olan 19 Haziran 2018 tarihinde her parselden 4'er bitki seçilerek aşağıdaki belirtilen ölçümler yapılmıştır.



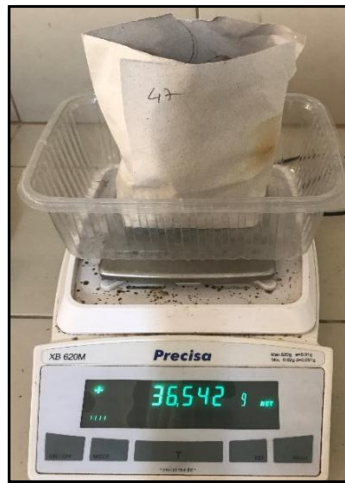
**Yaprak rengi:** Meyve rengi ölçümünde anlatılan yöntem ile yaprak rengi ölçülmüştür.

**Bitki boyu (cm):** Seçilen örnek bitkilerin boyu kök boğazından en uç yaprak boyuna kadar metre ile ölçülmüştür (Şekil.3.20).



Şekil 3.20. Bitki boyu ölçümü.

**Üst aksam yaş ve kuru ağırlığı (g):** Örnek bitkiler, darası alınmış kese kağıdının içine konularak hassas terazide tartılmış (Şekil 3.21) ve yaş ağırlıkları alındıktan sonra 65°C'lik etüvde kurumaya bırakılmıştır. Örnekler etüvde sabit ağırlığa gelinceye kadar tutulduktan sonra kuru ağırlıkları ölçülmüştür. Yaş ağırlık ile kuru ağırlık arasındaki fark % toplam kuru ağırlık olarak ifade edilmiştir (Kacar, 1984).



Şekil 3.21. Üst aksam yaş ağırlık ölçümü.

**Kök boyu (cm):** Seçilen bitkilerin kök boyları kökün başlangıç noktasından en uzun kökün ucuna kadar metre yardımıyla ölçülmüştür (Şekil 3.22 ve 3.23). Köklerin uygulamalara göre değişimi Şekil 3.23'te gösterilmiştir.



Şekil 3.22. Kök boyu ölçümü.



Şekil 3.23. 3 MJ/m<sup>2</sup> perlit (sol) ve 3 MJ/m<sup>2</sup> Hindistan cevizi torfu (sağ) konularında yetiştirilen bitkilerde kök gelişimi.

**Kök yaş ve kuru ağırlığı (g):** Yetiştirme ortamından çıkartılan kökler akan su altında yıkanarak köklerin substratlarından temizlenmesi sağlanmıştır. Kökler, darası alınmış bir kese kağıdına konularak hassas terazi yardımıyla yaş ağırlıkları belirlenmiştir. 65°C etüvde sabit ağırlığa gelene kadar kurutulduktan sonra köklerin kuru ağırlığı yüzde cinsinden hesaplanmıştır (Kacar, 1984).

### 3.2.5.8. Kalite analizi

Meyve kalite analizi 15 Mart, 10 Nisan, ve 28 Mayıs 2018 tarihinde 3 sefer yapılmıştır. Her parselden hasat olgunluğuna gelmiş, tam kırmızı olumda 20 adet meyve alınarak aşağıdaki ölçüm ve analizler yapılmıştır.

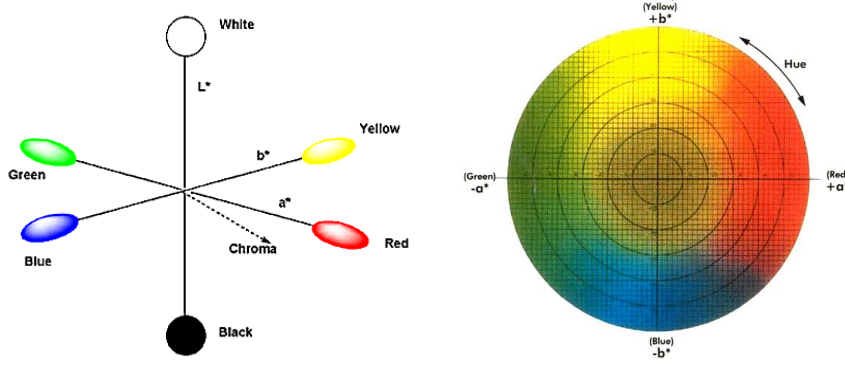
**Meyve rengi:** Her parselden rastgele seçilen 5 meyvenin rengi (Minolta CR-300, Tokyo/Japan) renk ölçerle  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$  değeri ile ölçülmüştür (Şekil.3.24).  $L^*$ , siyah:0'dan beyaz:100'a olacak şekilde rengin açıklık veya koyuluğunu,  $a^*$  ve  $b^*$  ise  $L^*$ 'ye dik bir renk düzleminde rengi belirler. Eksenin tam ortasında renk ( $a^*=0$ ,  $b^*=0$ ) renksiz (gri-akromatik)'dir. Yatay ekseninde pozitif  $a^*$  kırmızıyı, negatif  $a^*$  yeşili; dikey eksenindeki pozitif  $b^*$  sarıyı ve negatif  $b^*$  ise maviyi göstermektedir (Şekil.3.25). Rengin temel bileşenlerini (kırmızı, sarı, mavi ve yeşil) belirleyen hue ve rengin doygunluğunu, canlılığını belirleyen kroma değerleri  $a^*$  ve  $b^*$  üzerinden aşağıdaki formüllere göre hesaplanarak elde edilmiştir (McGuire, 1992)

$$\text{Hue } \theta = \tan^{-1} (b/a)$$

$$\text{Kroma } C^* = \sqrt{a^2 + b^2}$$



Şekil.3.24. Meyvelerde renk ölçümü.



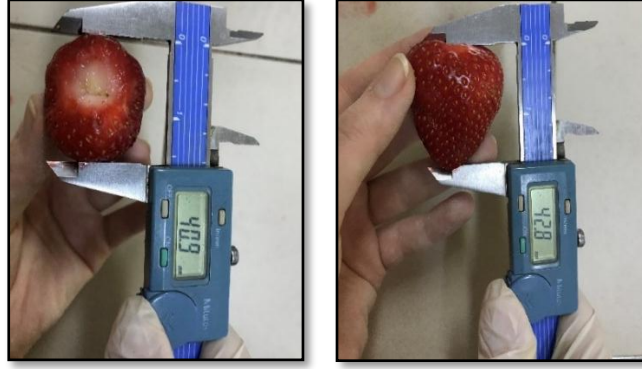
Şekil.3.25. Minolta CR-300 renk ölçere ait L\*, a\*, b\* diyagramları.

**Meyve eti sertliği (N):** Hasat edilen meyveler hiç bekletilmeden sertlik ölçümüne tabi tutulmuştur. Her parselde ait rasgele seçilen 5 meyveye, penetrometre (Fruit Pressure Testure Analyser: GS-15, Güss Co., Güney Afrika) (Şekil 3.26) yardımıyla yapılan basınç sonucunda kg cinsinden sertliği ölçülmüş ve değerler Newton'a çevrilmiştir (Nas, 2016; Suzan, 2018).



Şekil.3.26. Meyve eti sertliği ölçümü.

**Meyve eni ve boyu (mm):** Her parselden rasgele seçilen 10 meyvenin en geniş bölümündeki çapı dijital kumpas yardımıyla, boyu cetvel yardımıyla ölçülmüş ve ortalama sonuçlar mm olarak verilmiştir (Şekil 3.26).



Şekil.3.27. Meyve en ve boy ölçümü.

**Meyve kuru ağırlığı (%):** % Kuru ağırlık hesaplamaları için meyve örnekleri alınıp darası alınmış plastik kaplara konularak hassas terazide tartılmış ve 65°C'lik etüvde kurumaya bırakılmıştır. Örnekler sabit ağırlığa gelinceye kadar tutulduktan sonra kuru ağırlıkları ölçülmüştür (Kacar, 1984; Suzan, 2018). Yaş ağırlık ile kuru ağırlık arasındaki fark hesaplanarak % toplam kuru ağırlık olarak ifade edilmiştir (Şekil 3.27).



Şekil 3.28. Kuru ağırlık ölçümü.

**Suda çözünebilir kuru madde (SÇKM, %):** 10 adet meyveden blender yardımıyla elde edilen meyve suyu tülbent yardımıyla süzölmüş ve bu süzökten 4-5 damla örnek dijital el refraktometresi (Euromex RD 645, Hollanda) (Karaçalı, 2002) ile okunmuştur (Şekil 3.28).



Şekil 3.29. Suda çözünebilir kuru madde (SÇKM) ölçümü.

**Titre edilebilir asitlik (TA, mval/100 ml):** Hazırlanan meyve suyu süzüğünden alınan 10 ml örneğe 15 ml saf su konularak, 0.1 N NaOH çözeltisi ile 8.01 değeri elde edilinceye kadar pH metre ile titrasyon yapılmıştır. Harcanan NaOH miktarı üzerinden sarf edilen asit miktarı hesaplanmıştır (Şekil 3.29) (Karaçalı, 2002; Suzan, 2018).



Şekil 3.30. Titreedilebilir asitlik (TA) ölçümü.

**Meyve suyu EC değeri (dS/m):** Süzüğe batırılan EC metre (Mettler Toledo, MC 126, Schwerzenbach, İsviçre) probu yardımı ile yapılan okumalar sonucunda elde edilmiştir.

**Meyve suyu pH değeri:** Süzüğe batırılan pH metre (Mettler Toledo, MP 220, Schwerzenbach, İsviçre) probu yardımı ile yapılan okumalar sonucunda elde edilmiştir (Maden, 2013; Suzan, 2018)

**Vitamin C (mg/100g):** C vitamini askorbik asit cinsinden belirlenmiştir. Her parselden rastgele seçilen 12.5 g örnek Waring ticari blender (Blender 8011ES, ABD) ile 50 ml oksalik asit ilave edilerek parçalanarak filtre kağıdından süzölmüştür. Bu süzökten alınan örneklere C vitamini miktarı 2,6-dikloroindofenol ile AOAC (1995) titrimetrik metod kullanılarak spektrofotometrede (Varian Bio 100, Avustralya) 518 nm dalga boyunda ölçölmüş ve sonuçlar mg C vitamini/100 g yaş ağırlık olarak verilmiştir (Pearson, 1970; Aydın, 2011) (Şekil 3.30).



Şekil.3.31. Vitamin C tayinine ait görüntüler.

**Toplam fenolik madde miktarı (mg gallik asit/100g):** Çilek meyvelerinden alınan 5 g örnek 25 ml metanol ile 2 dakika homojenizatörde (Ika Ultra-Turrax T18 Basic, Almanya) orta hızda homojenize edilmiş ve 14-16 saat 4°C’de karanlık koşullarda bekletilmiştir. Örnekler filtre kağıdından süzölüp, tüplere alınarak analiz edilinceye kadar -20°C’de muhafaza edilmiştir (Thaiponga et al., 2006). Toplam fenol miktarı Folin-Ciocalteu kolorimetrik yöntemi modifiye edilerek spektrofotometre (Varian Bio 100, Avustralya) ile ölçölmüştür (Zheng and Wang, 2001). Ekstrakte edilen örneklere 150 µl ekstrakta 2400 µl saf su, 150 µl folin-ciocalteu (1:10) çözeltisi konarak 30–40 saniye vortekste (Heidolph Reax Top, Almanya) karıştırılmıştır. 3–4 dakika sonra 300 µl sodyum karbonat (Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>, 1

N) ilave edilerek 20°C'de karanlık koşullarda 2 saat bekletilmiştir. Çözeltilerin spektrofotometre 725 nm dalga boyunda absorbansları okunmuştur. Bu yöntemde gallik asidin farklı konsantrasyonlarında hazırlanan standart çözeltiler ile eğri çizilerek sonuçlar hesaplanarak, çilek meyvesinde bulunan toplam fenolik madde miktarı mg gallik asit eşdeğeri (GAE) /100 g yaş ağırlık olarak ifade edilmiştir.

**Antioksidan aktivitesi ( $\mu\text{mol trolox/g}$ ):** Antioksidan aktivitesinin belirlenmesinde Ferric Reducing Antioxidant Power (FRAP) yöntemi kullanılmıştır. Ekstrakte edilen örneklerden 150  $\mu\text{l}$  ekstrakta 2850 FRAP çalışma solüsyonu eklenerek 30 dakika 20°C'de karanlık koşullarda bekletilmiştir. Çözeltilerin spektrofotometre 593 nm dalga boyunda absorbansları okunmuştur. 50–400  $\mu\text{mol}$  konsantrasyonları arasında hazırlanan standart trolox (6-hydroxy-2,5,7,8-tetramethylchromane-2-carboxylic acid) standart çözeltiler ile eğri çizilerek sonuçları hesaplanmıştır. Çilek meyvesinde saptanan antioksidan aktivitesi değerleri  $\mu\text{mol trolox}$  eşdeğeri (TE)/g yaş ağırlık olarak verilmiştir (Benzie and Strain, 1996).

### 3.2.6. İstatistiksel analizler

Araştırmadan elde edilen verileri değerlendirmek için JMP (sürüm 8.0) istatistiksel programı kullanılmış ve varyans analizi yapılmıştır. F testine göre *ö.d.* değeri istatistiksel anlamda önemsiz olduğunu, \* değeri alfa %95 seviyesinde önemli ( $P \leq 0.05$ ) ve \*\* değeri alfa %99 seviyesine göre önemli ( $P \leq 0.01$  veya  $P \leq 0.001$ ) olduğunu vurgulamaktadır. Ortalamalar arasındaki farklılıkları belirlemek için %95 önem düzeyinde Student't Newman Keuls testi kullanılmıştır.



## 4. BULGULAR

### 4.1 İklim Verileri

#### 4.1.1 Sera dışı iklim verileri

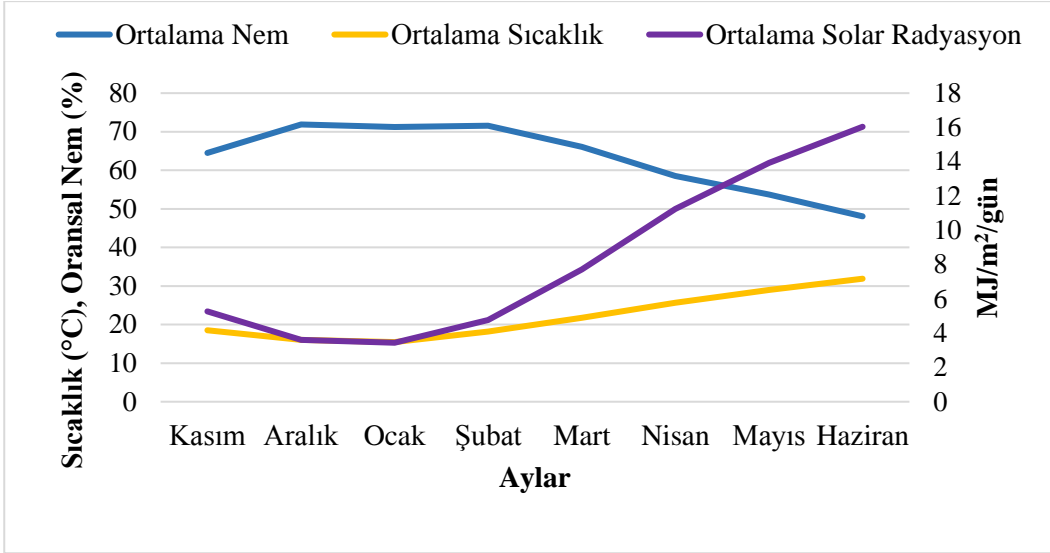
Araştırmanın yürütüldüğü İzmir ilinde tipik Akdeniz iklimi (yazları kurak ve sıcak, kışları ılık ve yağışlı) hüküm sürmektedir. Temmuz-ağustos ayları en sıcak aylar, ocak-şubat ayları en soğuk olan aylardır (MGM, 2018). Araştırmaya ait yetiştiriciliğin yapıldığı süreler olan Kasım 2017 ile Haziran 2018 tarihleri arasında İzmir'in Bornova ilçesine ait aylık iklim verileri Çizelge 4.1'de verilmiştir. Söz konusu süreler içerisinde güneşlenme süresi 88.5 ile 327.9 saat, oransal nem %55.6 ile %79.8 arasında, ortalama rüzgar hızı 1.7 m/s ile 2.3 m/s, ortalama sıcaklık 9.1°C ile 26.8°C ve toplam yağış 29.7 mm ile 134.9 mm arasında değişmiştir.

Çizelge 4.1. Üretim dönemi boyunca sera dışı (Bornova ilçesi) iklim verileri (MGM, 2018)

Aylar	Güneşlenme Süresi (saat)	Oransal Nem (%)	Ortalama Rüzgar Hızı (m/s)	Ortamala Sıcaklık (°C)	Toplam Yağış (mm)
2017 Kasım	179.9	72.2	1.7	13.4	62.1
Aralık	108.9	76.7	2.1	11.7	81.4
2018 Ocak	134.2	76.7	2.2	9.1	58.0
Şubat	88.5	79.8	2.2	12.1	134.9
Mart	181.8	66.5	2.2	15.8	49.1
Nisan	294.5	63.4	2.1	19.3	11.3
Mayıs	298.5	59.3	2.3	23.9	67.7
Haziran	327.9	55.6	2.3	26.8	29.7

#### 4.1.2 Sera içi iklim verileri

Dikimden söküme kadar geçen sürede sera içi aylık ortalama sıcaklık, oransal nem ve solar radyasyon değerleri Şekil 4.1'de gösterilmiştir.



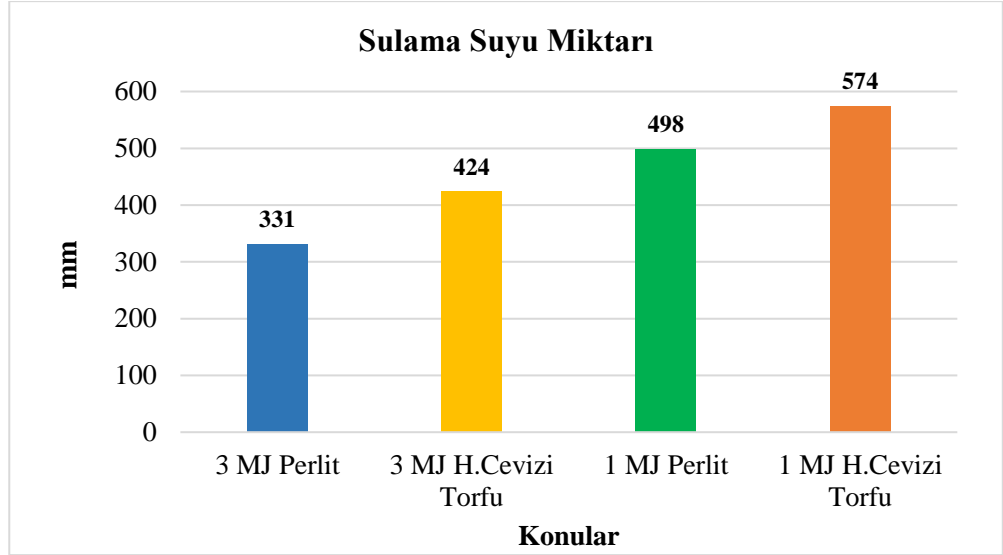
Şekil 4.1. Sera içi aylık ortalama sıcaklık, oransal nem ve solar radyasyon.

Şekil 4.1’de görüldüğü gibi ortalama sıcaklık en yüksek Haziran (1-19) ayında 31.9 °C’ye ulaşırken, en düşük Ocak ayında 15.5 °C olarak gözlenmiştir. Ortalama oransal nem en yüksek Aralık ayında %71.9 olukken, en düşük Haziran ayında %48.1 olarak ölçülmüştür. Ortalama solar radyasyon en yüksek Haziran ayında 16.0 MJ/m<sup>2</sup>/gün, en düşük Ocak ayında 3.4 MJ/m<sup>2</sup>/gün olarak saptanmıştır.

## 4.2 Uygulanan Sulama Suyu Miktarı

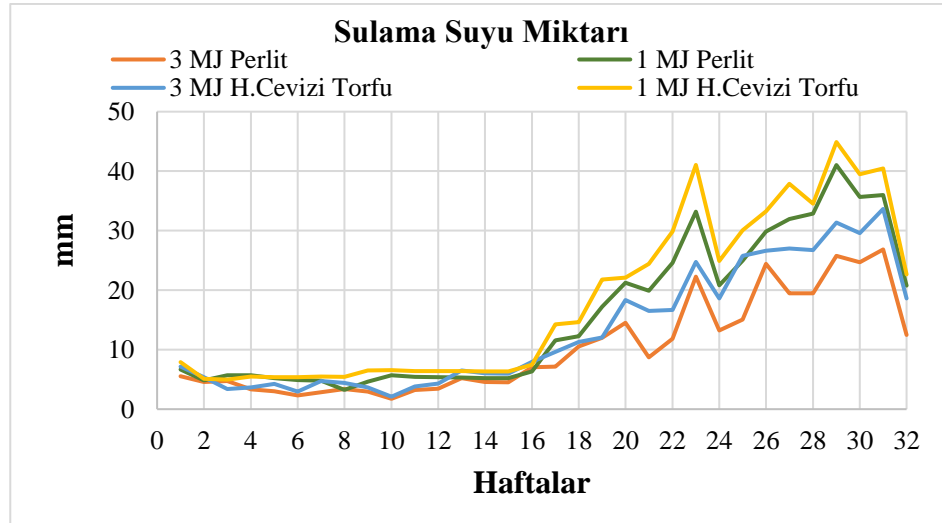
Dikim tarihi olan 2 Kasım 2017’den 24 Kasım 2017 tarihine kadar deneme parsellerine eşit miktarda su verilmiştir. Böylece, çilek bitkisinin gelişimini engelleyebilecek bir su kısıtının deneme sonuçlarına olumsuz etkilerinden kaçınılmıştır. Araştırma boyunca konulara uygulanan toplam sulama suyu miktarları (SSM) Şekil 4.2’de, haftalık sulama suyu miktarının değişimleri ise Şekil 4.3’de verilmiştir.

Dönem boyunca 1 MJ/m<sup>2</sup> x Hindistan cevizi torfu konusuna 574 mm ve 3 MJ/m<sup>2</sup> x Hindistan cevizi torfu konusuna ise 424 mm su verilmiştir. 1 MJ/m<sup>2</sup> x perlit konusuna 498 mm, 3 MJ/m<sup>2</sup> x perlit konusuna ise 331 mm su verilmiştir (Şekil 4.2).



Şekil 4.2. Konulara göre sulama suyu miktarları (mm).

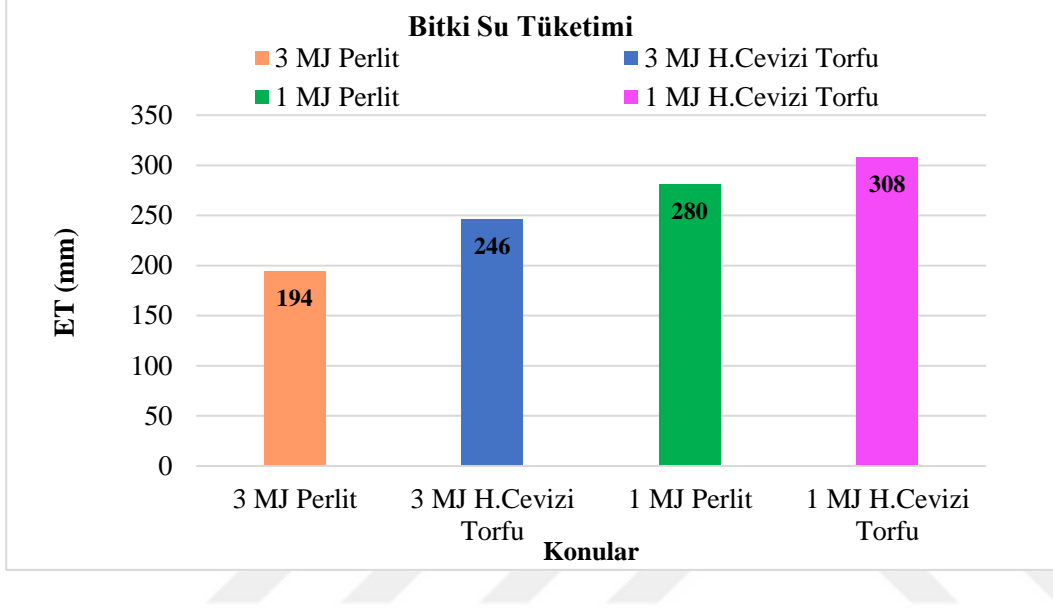
4. hafta (26 Kasım 2017) ve 15. Haftaya (17 Şubat 2018) kadar sulama suyu miktarı sera içi iklim ve bitki su tüketim hızına bağlı olarak düşük seviyede uygulanmıştır. Hava sıcaklığı artmaya başladıkça verilen sulama suyu miktarı da artmıştır. 29. haftada (18 Mayıs-25 Mayıs 2018) en yüksek seviyeye ulaşmıştır (Şekil 4.3).



Şekil 4.3. Konulara göre haftalık sulama suyu miktarları.

### 4.3 Bitki Su Tüketimi

Araştırma döneminde, konulardan elde edilen toplam ET değerleri Şekil 4.4'de verilmiştir. En yüksek bitki su tüketim değeri 308 mm ile sık sulanan (1 MJ/m<sup>2</sup>) Hindistan cevizi torfu konusundan elde edilmiş, bunu sırasıyla perlit (1 MJ/m<sup>2</sup>), Hindistan cevizi torfu (3 MJ/m<sup>2</sup>) ve perlit (3 MJ/m<sup>2</sup>) konuları izlemiştir.

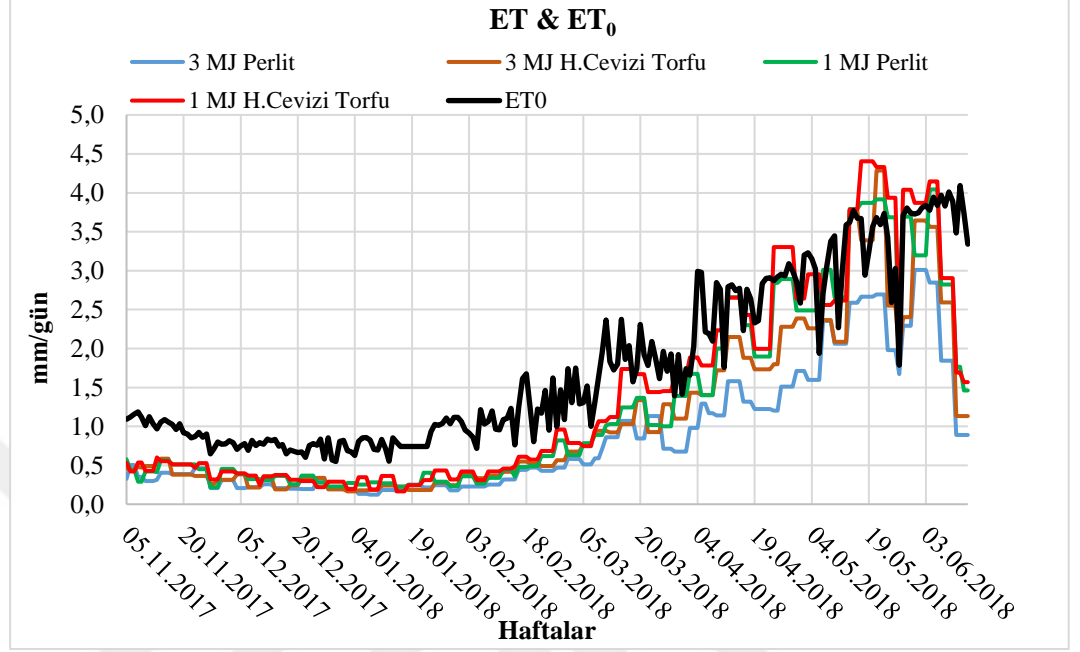


Şekil 4.4. Konulara göre bitki su tüketimleri.

Konulara ilişkin, bitki gelişim dönemi boyunca elde edilen günlük bitki su tüketimleri ile FAO Penman-Monteith yöntemine göre hesaplanan referans bitki su tüketimi değerlerinin değişimleri Şekil 4.5'de gösterilmiştir.

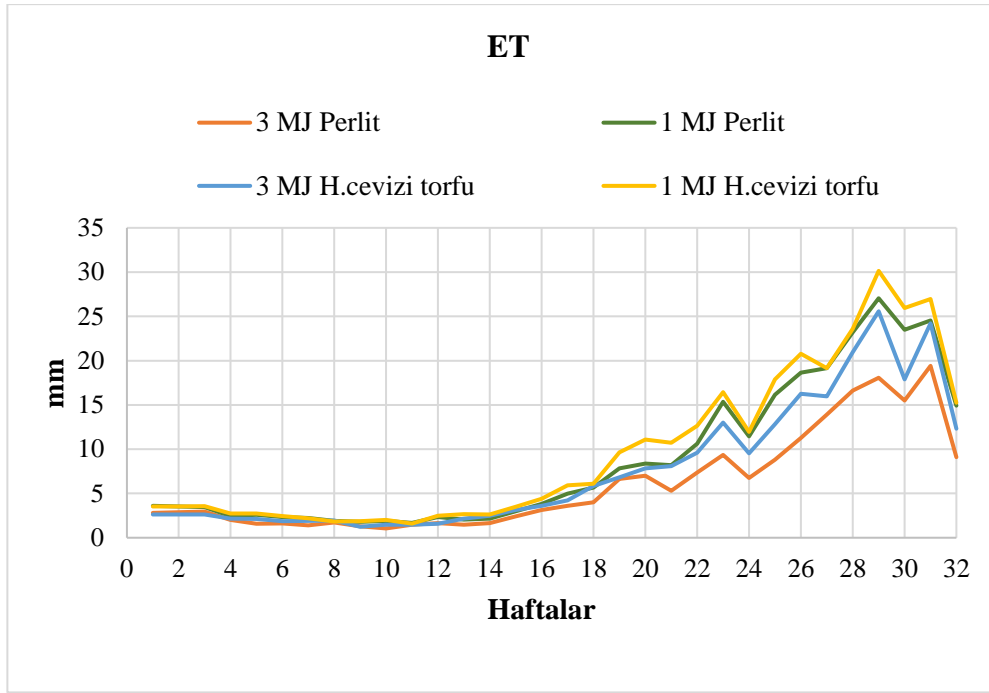
Şekil 4.5'e göre en yüksek referans bitki su tüketimi 4.09 mm/gün değeri ile 19 Mayıs günü saptanmıştır. En düşük referans bitki su tüketimi ise 0.54 mm/gün değeri ise 30 Aralık gününde belirlenmiştir. Toplam referans bitki su tüketimi ise 390.52 mm olarak hesaplanmıştır. Diğer taraftan konulardan sağlanan ET değerleri, bitki yetiştirme döneminin büyük bir bölümünde referans bitki su tüketiminden daha düşük ölçülürken, son bölümlerinde 1 MJ/m<sup>2</sup> konusuna göre sulama yapılan H. cevizi torfu ve perlit ortamlarından sağlanan günlük su tüketim değerleri daha yüksek olarak ölçülmüştür.

Gerçek bitki su tüketiminin ( $ET_c$ ) referans bitki su tüketimi ( $ET_0$ ) değerlerine oranı olan Kc kat sayısı gelişim dönemi boyunca farklılıklar göstermiş olup, 0.22 ile 1.22 arasında değişmiştir.



Şekil 4.5. Konulara göre dönem boyunca hesaplanan günlük bitki su tüketimi ve referans bitki su tüketimi değerleri.

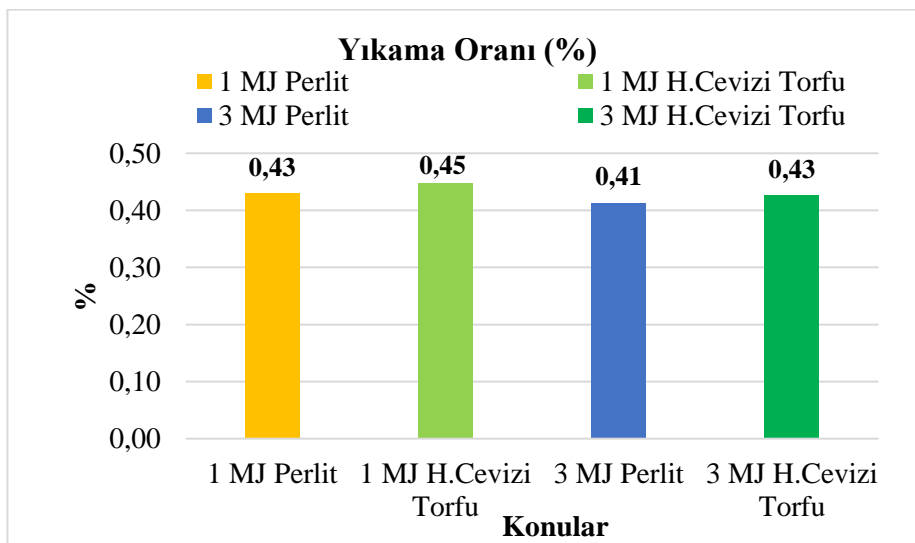
$ET$ 'nin haftalık değişimleri ise Şekil 4.6'da görülmektedir. Dikimden sonraki 3 haftalık sürenin ardından kış mevsimine geçilmesi nedeniyle sıcaklık azalmış dolayısıyla bitki su tüketimi de azalmıştır. En düşük bitki su tüketimi değerleri 4. hafta ile 15. hafta arasında görülmüştür. Bitki su tüketimi değerleri 1.7 mm ile 3 mm arasında değişmiştir. 15. haftadan sonra sıcaklıklar arttığı için bitki su tüketimleri de artmıştır. En yüksek bitki su tüketimi değerleri 29. haftada 1  $M/m^2$  x perlit konusundan 27.1 mm, 1  $MJ/m^2$  x Hindistan cevizi torfu konusundan ise 30.1 mm olarak elde edilmiştir. 3  $MJ/m^2$  x Hindistan cevizi torfu ve perlit konularına ilişkin bitki su tüketim değerlerinin değişimleri de 1  $MJ/m^2$  konularındakilere benzer olmuştur.



Şekil 4.6. Konulara göre haftalık bitki su tüketimleri.

#### 4.4 Yıkama Oranı

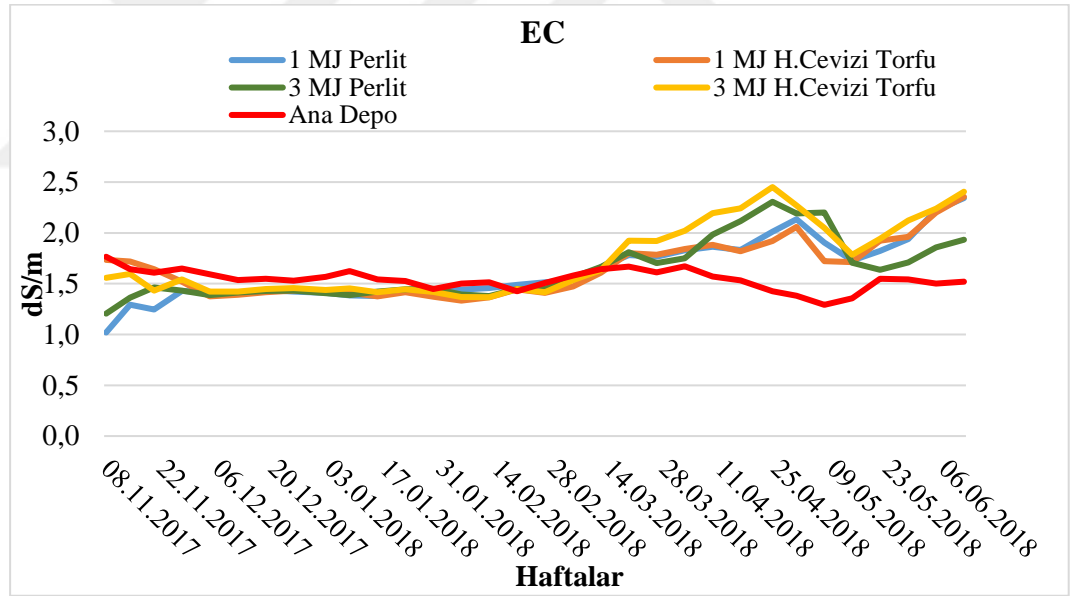
Şekil 4.7’de görüleceği gibi yıkama oranları, 1 MJ/m<sup>2</sup> x Hindistan cevizi torfu uygulamasında %45, 1 MJ/m<sup>2</sup> x perlit uygulamasında ise %43 olarak bulunmuştur. 3 MJ/m<sup>2</sup> x Hindistan cevizi torfu ve perlit ortamının yıkama oranları sırası ile %43 ve %41 olarak bulunmuştur.



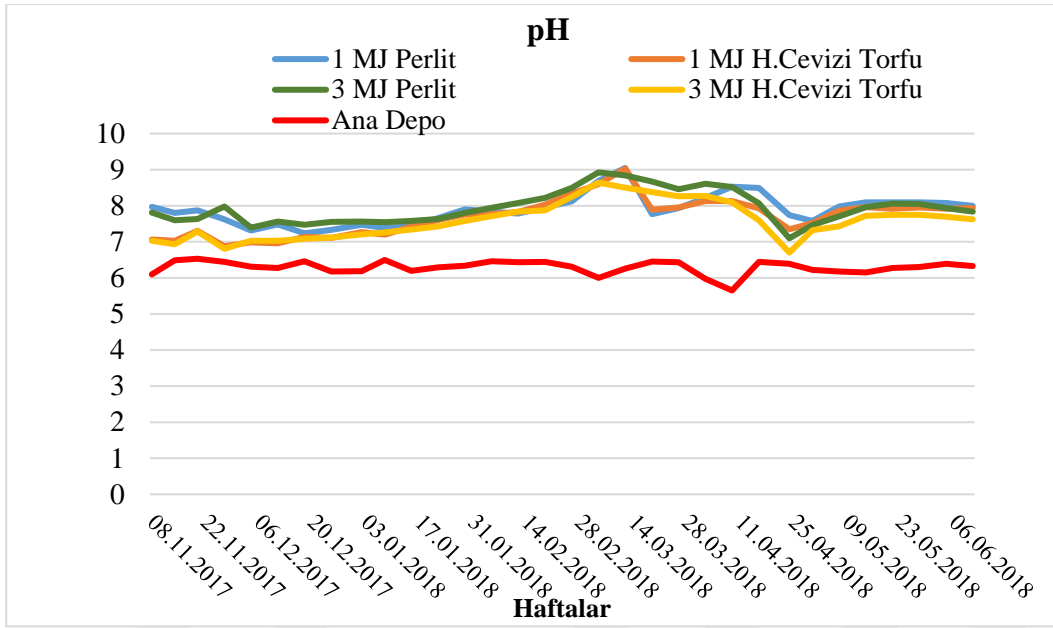
Şekil 4.7. Konulara göre yıkama oranı.

#### 4.5 Drenaj ve Besin Çözeltileri EC ve pH Değerleri

Dönem boyunca uygulanan besin çözeltilerinin ve drenaj çözeltilerinin EC ve pH değerleri Şekil 4.8 ve 4.9’da verilmiştir. Uygulanan besin çözeltilerinin EC değerleri 1.29 dS/m ile 1.77 dS/m arasında, pH değerleri ise 5.65 ile 6.50 arasında değişmiştir. Drenaj çözeltilerinin EC’si 1 MJ/m<sup>2</sup> x perlit konusunda 1.02 dS/m ile 2.34 dS/m arasında ve 1 MJ/m<sup>2</sup> x Hindistan cevizi torfu konusunda 1.33 dS/m ile 2.36 dS/m arasında değişmiştir. 3 MJ/m<sup>2</sup> x perlit konusunda EC 1.21 dS/m ile 2.31 dS/m arasında ve 3 MJ/m<sup>2</sup> x Hindistan cevizi torfu konusunda ise 1.37 dS/m ile 2.45 dS/m arasında değişmiştir. Drenaj çözeltilerindeki pH değerleri 1 MJ/m<sup>2</sup> x perlit konusunda 7.31 ile 9.05 arasında ve 1 MJ/m<sup>2</sup> x Hindistan cevizi torfu konusunda 6.88 ile 9.03 arasında değişmiştir. 3 MJ/m<sup>2</sup> x perlit konusunda pH 7.10 ile 8.93 arasında değişirken, 3 MJ/m<sup>2</sup> x Hindistan cevizi torfu konusunda da 6.70 ile 8.64 arasında değişmiştir.



Şekil 4.8. Araştırma konularında haftalık EC değerlerinin değişimi.



Şekil 4.9. Araştırma konularında haftalık pH değerlerinin değişimi.

#### 4.6 Verim Değerleri

Hasatlar 8 Şubat 2018 tarihinde başlamış olup 18 Haziran 2018 tarihine kadar devam etmiştir. Dönem boyunca haftada 1 veya 2 kez olmak üzere 20 haftalık verim döneminde toplam 30 hasat yapılmıştır. Araştırmadan elde edilen verim değerlerinin konulara göre değişimi Çizelge 4.2’de verilmiştir.

Çizelge 4.2. Verim parametrelerinin deneme konularına göre değişimi

Sulama	Ortam	Toplam verim (kg/m <sup>2</sup> )	Pazarlanabilir verim (kg/m <sup>2</sup> )	Toplam meyve sayısı (adet/bitki)	Pazarlanabilir meyve ağırlığı (g/meyve)	Ortalama meyve ağırlığı (g)
1 MJ/m <sup>2</sup>		2.70 a	2.66 a	31.73 a	13.69	13.71
3 MJ/m <sup>2</sup>		1.87 b	1.85 b	22.69 b	13.28	13.28
		**	**	**	ö.d.	ö.d.
	Perlit	1.95 b	1.94 b	24.38 b	12.89 b	12.87 b
	H. cevizi torfu	2.61 a	2.58 a	30.03 a	14.09 a	14.13 a
		**	**	**	**	**
1 MJ/m <sup>2</sup>	Perlit	2.36	2.35	28.76	13.29	13.262
	H. cevizi torfu	3.03	2.98	34.69	14.10	14.162
3 MJ/m <sup>2</sup>	Perlit	1.54	1.53	20.01	12.48	12.479
	H. cevizi torfu	2.20	2.17	25.36	14.08	14.098
		ö.d.	ö.d.	ö.d.	ö.d.	ö.d.

ö.d.: önemli değil, \*=%95 önemli, \*\*=%99 önemli



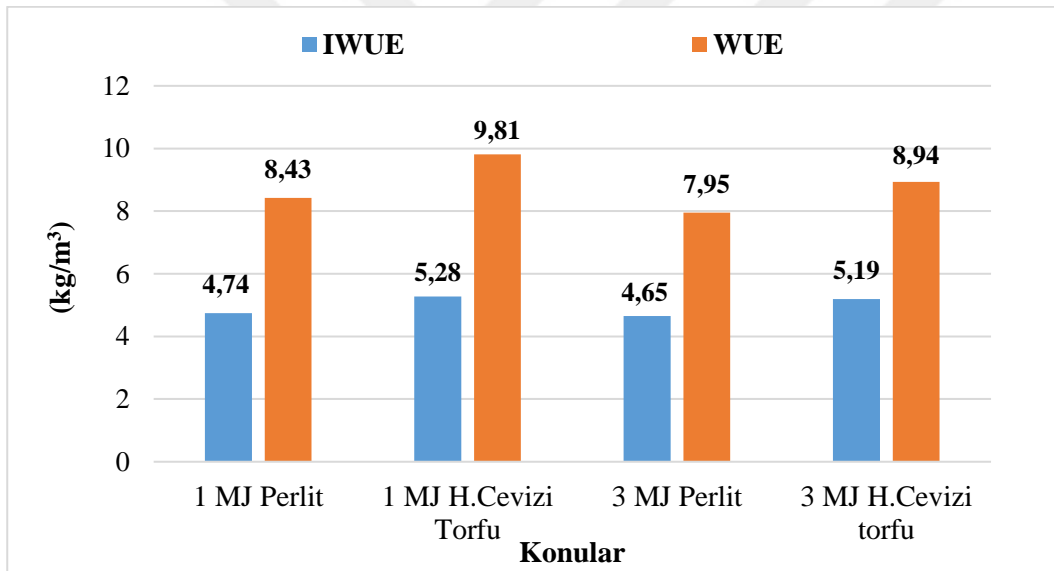
Test edilen ortam ve sulama miktarlarının toplam ve pazarlanabilir verim üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ( $P < 0.01$ ). Sık aralıklarla yapılan ( $1 \text{ MJ/m}^2$ ) sulama uygulamasında, geniş aralıklarla yapılan sulamaya ( $3 \text{ MJ/m}^2$ ) göre toplam verim %44.4, pazarlanabilir verimi %43.8 oranında artmıştır. Kullanılan ortamlar içerisinde Hindistan cevizi torfunun toplam ve pazarlanabilir verimi perlite göre sırası ile %33,8 ve %33.0 arttırdığı saptanmıştır. Ortam x sulama interaksiyonunun toplam ve pazarlanabilir verim üzerine etkisi önemsiz bulunmuştur. En yüksek toplam verim gün içerisinde sık aralıklarla sulamaların yapıldığı  $1 \text{ MJ/m}^2$  uygulamasında Hindistan cevizi torfu konusundan sağlanmış ( $3.03 \text{ kg/m}^2$ ), bunu perlit takip etmiştir ( $2.36 \text{ kg/m}^2$ ). Gün içerisinde daha az sayıda sulamaların yapıldığı koşullarda ( $3 \text{ MJ/m}^2$ ) Hindistan cevizi torfu ve perlit konularında sağlanan verimler sırasıyla  $2.20 \text{ kg/m}^2$  ve  $1.54 \text{ kg/m}^2$  olarak belirlenmiştir.

Pazarlanabilir verim değerleri toplam verim değerlerine benzer eğilim göstermiş ve en yüksek verim  $1 \text{ MJ/m}^2$  sulama uygulamasında Hindistan cevizi torfunda ( $2.98 \text{ kg/m}^2$ ) elde edilmiştir.  $1 \text{ MJ/m}^2$  x perlit uygulamasında pazarlanabilir verim  $2.35 \text{ kg/m}^2$  olmuştur.  $3 \text{ MJ/m}^2$  sulama uygulamasında ise perlit ortamı  $1.53 \text{ kg/m}^2$  ve Hindistan cevizi torfu ortamı ise  $2.17 \text{ kg/m}^2$  verim vermiştir. Toplam verim ve pazarlanabilir verimler Hindistan cevizi torfu ortamında yüksek, perlit ortamında ise düşük olarak belirlenmiştir.

Çizelge 4.2'de görüldüğü gibi ortamların toplam meyve sayısı, pazarlanabilir ve ortalama meyve ağırlığı üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli bulunurken, sulama konusunun etkisi sadece toplam meyve sayısı üzerine önemli bulunmuştur. Ortamlar içerisinde Hindistan cevizi torfu perlite göre daha yüksek değerler vermiş ve toplam meyve sayısını %23.2, pazarlanabilir meyve ağırlığını %9.3 ve ortalama meyve ağırlığını %9.8 oranında arttırmıştır.  $1 \text{ MJ/m}^2$  uygulamasında toplam meyve sayısı  $3 \text{ MJ/m}^2$  uygulamasına göre %39.8 artış göstermiştir. Ortam x sulama interaksiyonu toplam meyve sayısı, pazarlanabilir ve ortalama meyve ağırlığını etkilememiştir. Toplam meyve sayısı 34.69 adet/bitki ile, pazarlanabilir meyve ağırlığı  $14.10 \text{ g/meyve}$  ile ve ortalama meyve ağırlığı  $14.16 \text{ g/meyve}$  ile en yüksek  $1 \text{ MJ/m}^2$  x Hindistan cevizi torfu interaksiyonundan elde edilmiştir (Çizelge 4.2).

#### 4.7 Su Kullanım Randımanı (WUE) ve Sulama Suyu Kullanım Randımanı (IWUE)

Araştırma konularından elde edilen toplam verim değerleri için IWUE ve WUE Şekil 4.10'da gösterilmiştir. Denemeye alınan sulama programları arasında, kullanılan toplam sulama suyu miktarına ve toplam verime göre en yüksek WUE değeri  $9.81 \text{ kg/m}^3$  ile  $1 \text{ MJ/m}^2$  Hindistan cevizi torfu uygulamasından sağlanmıştır. Benzer şekilde IWUE göre en yüksek değer  $5.28 \text{ kg/m}^3$  ile  $1 \text{ MJ/m}^2$  Hindistan cevizi torfu uygulamasından elde edilmiştir. Toplam sulama suyu miktarına göre en düşük WUE değeri  $7.95 \text{ kg/m}^3$  ve IWUE göre en düşük randıman değeri  $4.65 \text{ kg/m}^3$  ile  $3 \text{ MJ/m}^2$  sulama uygulaması ile perlit ortamından elde edilmiştir.



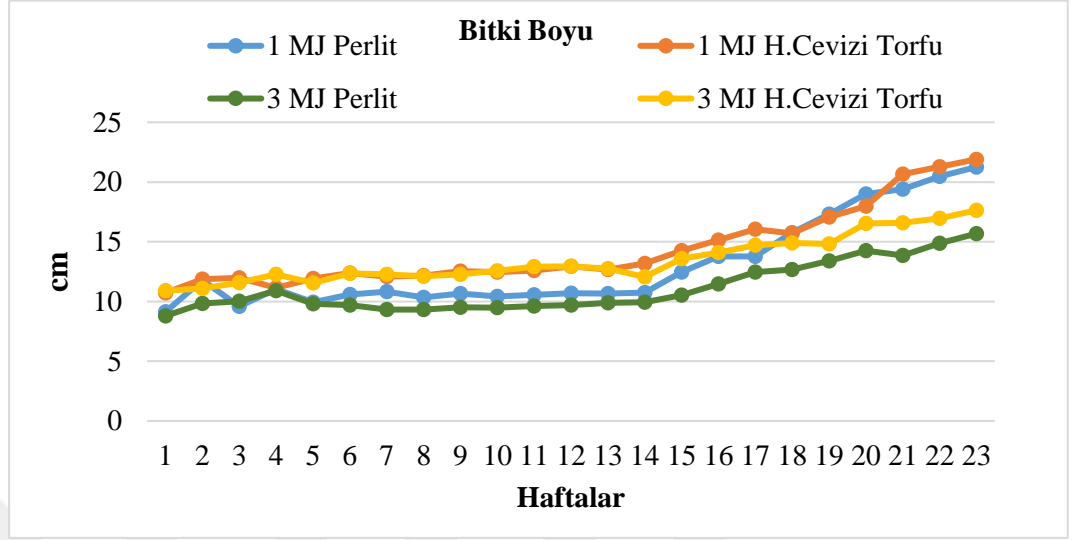
Şekil 4.10. Araştırma konularında WUE ve IWUE değerleri.

#### 4.8 Bitki Ölçümleri

##### 4.8.1 Üretim dönemi boyunca yapılan bitki ölçümleri

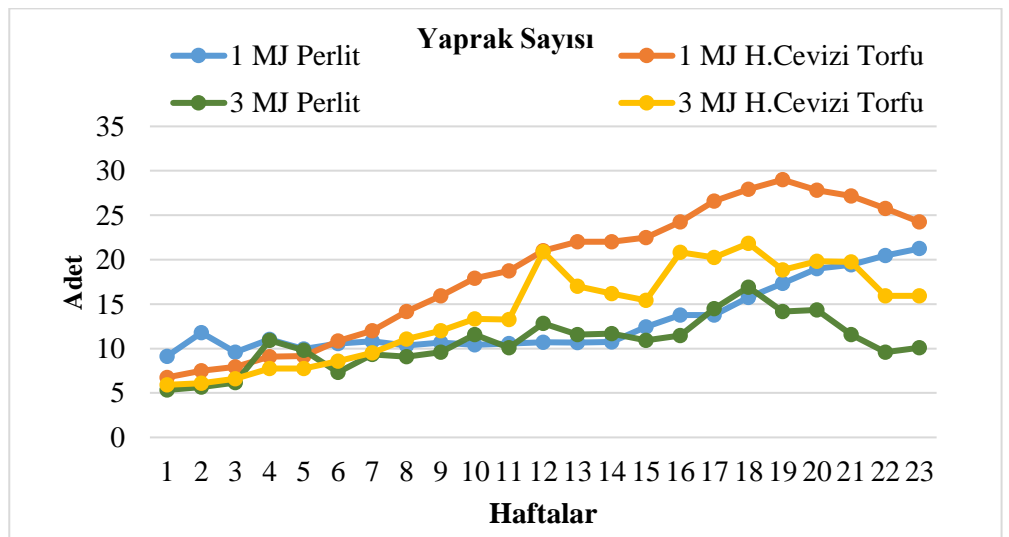
Yirmi üç haftalık üretim dönemi boyunca, dikiminden itibaren haftalık olarak bitki boyunun arttığı görülmüştür. Dönem sonunda en yüksek bitki boyları  $21.90 \text{ cm}$  ile  $1 \text{ MJ/m}^2$  sulama konusunda Hindistan cevizi torfu ortamından elde

edilmiştir. En düşük bitki boyu 15.68 cm ise 3 MJ/m<sup>2</sup> sulama konusu olan perlit ortamından elde edilmiştir (Şekil 4.11).



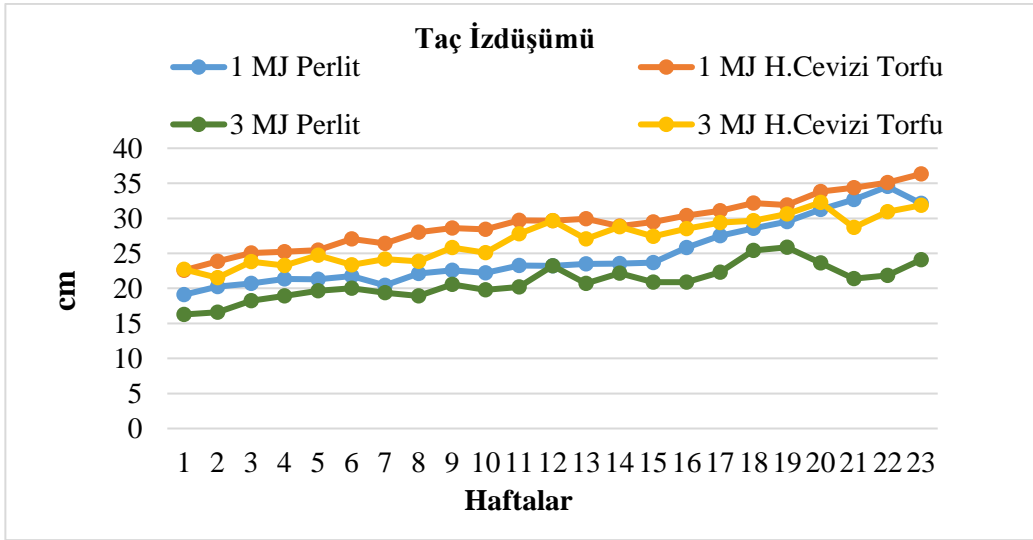
Şekil 4.11. Araştırma konularında haftalık bitki boyu değerlerinin değişimi.

Yetiştirme dönemi boyunca çilek bitkilerinin yaprak sayısı 5.92 ile 29.00 arasında değişmiştir. En yüksek yaprak sayısı 1MJ/m<sup>2</sup> x Hindistan cevizi torfu konusunda, en düşük yaprak sayısı ise 3 MJ/m<sup>2</sup> x perlit ortamından elde edilmiştir. Kuruyan yaprakların budanmasına bağlı olarak yaprak sayısında artış ve azalışların olduğu görülmüştür (Şekil 4.12).



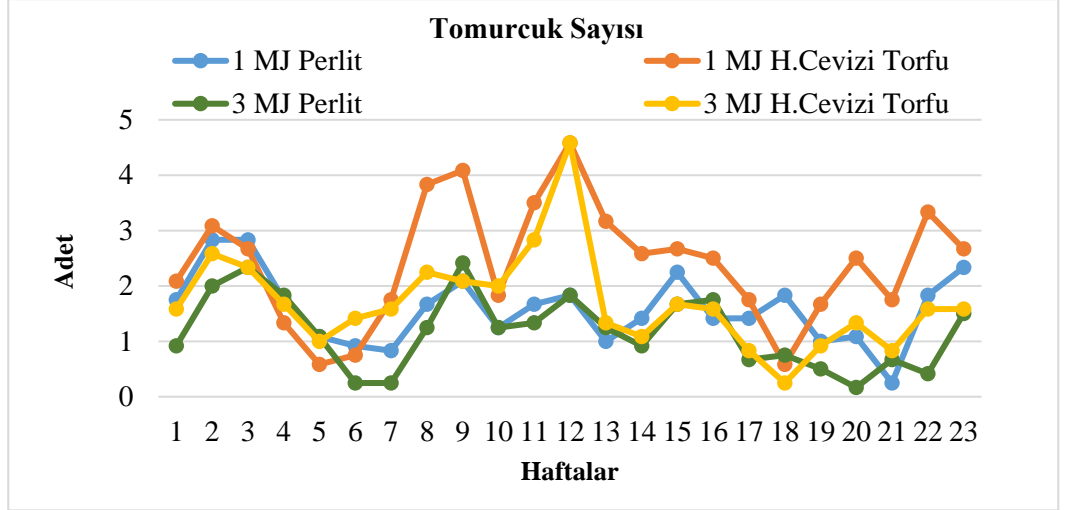
Şekil 4.12. Dönem boyunca yaprak sayısı değerlerinin değişimi.

Taç izdüşümü tüm konularda haftalık olarak dönem sonuna kadar artış göstermiştir (Şekil 4.13). 1 MJ/m<sup>2</sup> sulama konusunda Hindistan cevizi torfu ortamının taç izdüşümü 22.73 cm ile 36.32 cm arasında değişmiş ve dönem sonunda 36.32 cm ile en yüksek değerine ulaşmıştır. 1 MJ/m<sup>2</sup> sulama konusunda perlit ortamındaki bitkilerin taç izdüşümü 19.10 cm ile 35.11 cm arasında değişmiştir. Taç izdüşümü 3 MJ/m<sup>2</sup> Hindistan cevizi torfu uygulamasında 21.52 cm ile 32.26 cm arasında, 3 MJ/m<sup>2</sup> perlit uygulamasında ise 16.28 cm ile 25.86 cm arasında değişmiştir.



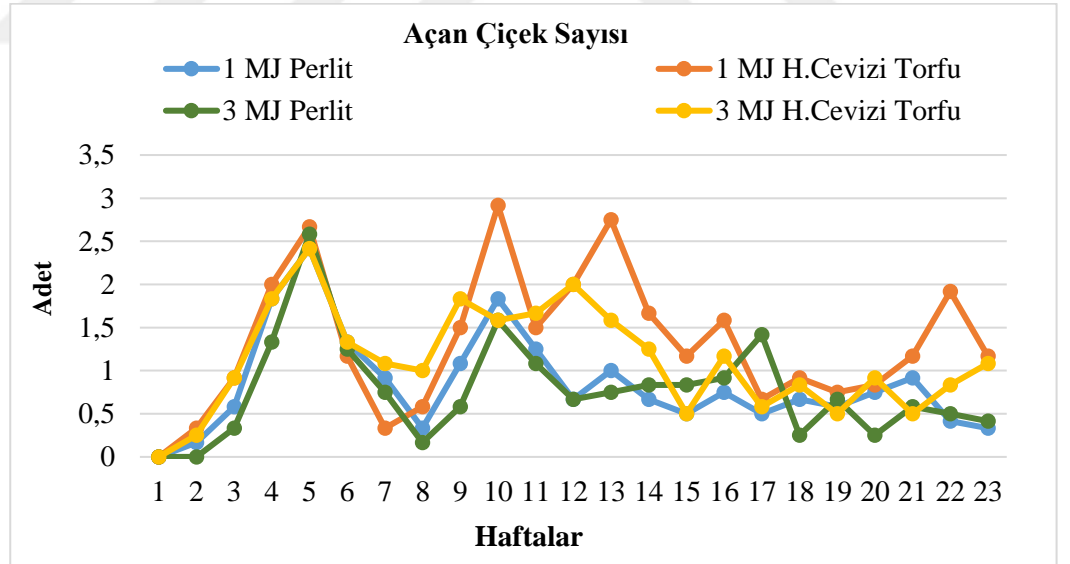
Şekil 4.13. Dönem boyunca haftalık ölçülen taç izdüşümü değerlerinin değişimi.

Denemeye alınan konulara ait tomurcuk sayılarının değişimleri Şekil 4.14'de verilmiştir. Ortalama tomurcuk sayısı 1 MJ/m<sup>2</sup> sulama konusu altında perlit ortamında 1.58 adet, Hindistan cevizi torfu 2.40 adet olurken, 3 MJ/m<sup>2</sup> sulama konusu altında perlit ortamında 1.17 adet, Hindistan cevizi torfu ortamında 1.69 adet olmuştur. Genel olarak en düşük tomurcuk sayıları 1 MJ/m<sup>2</sup> x perlit ile 3 MJ/m<sup>2</sup> x perlit ortamından elde edilmiştir.



Şekil 4.14. Dönem boyunca tomurcuk sayılarının değişimi.

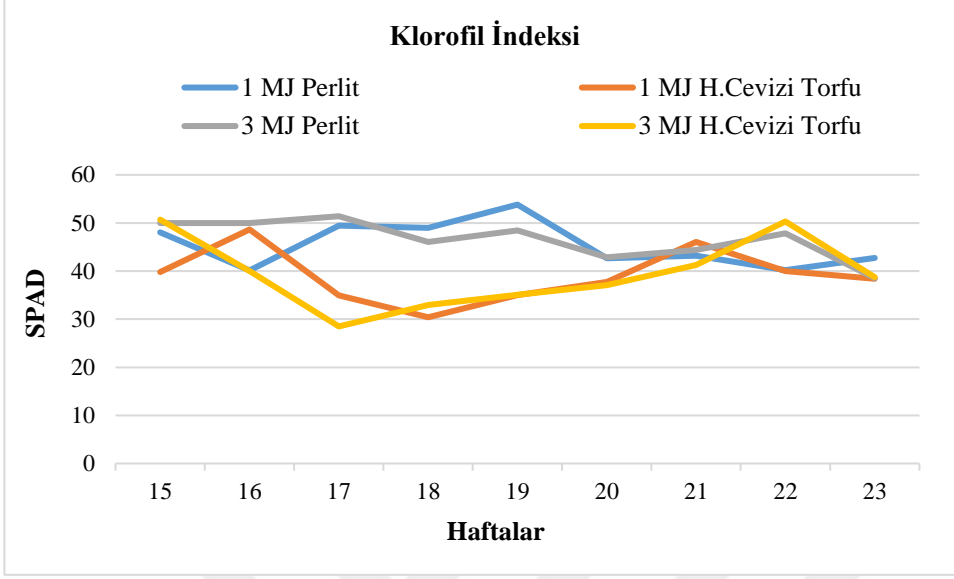
Konulara göre bitkide açan çiçek sayıları çilek bitkisinde mevsimsel değişikliğe bağlı olarak her hafta değişmiştir. Çilek bitkisinde haftalık açan çiçek sayısı 0-3 arasında değişmiş, genel olarak 1 MJ/m<sup>2</sup> x Hindistan cevizi torfu konusunda açan çiçek sayısı diğer konulardan fazla olmuştur (Şekil 4.15).



Şekil 4.15. Dönem boyunca açan çiçek sayısının değişimi.

Klorofil indeks değeri (SPAD) 1 MJ/m<sup>2</sup> x perlit konusunda 40.14 ile 53.82; 1 MJ/m<sup>2</sup> x Hindistan cevizi torfu konusunda 30.40 ile 48.65; 3 MJ/m<sup>2</sup> perlit konusunda 38.53 ile 51.40; 3 MJ/m<sup>2</sup> Hindistan cevizi konusunda 28.49 ile 50.69

arasında değişmiştir (Şekil 4.16). Perlitin yetiştirme ortamı olarak kullanıldığı araştırma konularında klorofil indeksi değerleri genelde daha yüksek olmuştur.



Şekil 4.16. Klorofil indeks değerlerinin haftalık değişimi.

Dönem boyunca ölçülen verilerin ortalaması alınarak hesaplanan bitki ölçümlerine ilişkin istatistiksel analiz sonuçları Çizelge 4.3’de verilmiştir. Ortam ve sulama ana etkisinin ölçülen tüm parametreler üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Sulama uygulamaları arasında 1 MJ/m<sup>2</sup> ile sık sulama yapılan konularda 3 MJ/m<sup>2</sup> sulama uygulamasına göre bitki boyunun %11.9, yaprak sayısının %27.0, taç izdüşümünün %12.9, tomurcuk sayısının %39.1 ve açan çiçek sayısının %16.0 oranında arttığı saptanmıştır. Sulama programlarının klorofil indeksi üzerine etkisi önemsiz bulunmuştur.

Kullanılan ortamlar arasında Hindistan cevizi torfunun bitki boyu, yaprak sayısı, taç izdüşümü, tomurcuk sayısı ve açan çiçek sayısını arttırdığı bu artışın perlite göre sırası ile %15.4, 43.8, 23.0, 48.6 ve 50.6 olduğu saptanmıştır. Ancak klorofil indeks miktarının Hindistan cevizi torfu ortamında %16.1 oranında azaldığı görülmüştür.

Her ne kadar klorofil indeksi hariç ölçülen diğer bitki gelişim parametrelerinde en yüksek değerler 1 MJ/m<sup>2</sup> x Hindistan cevizi torfu

uygulamasından elde edilse de ortam x sulama interaksyonunun söz konusu parametreleri üzerine etkisi istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur.

Çizelge 4.3. Bitki gelişim parametrelerinin deneme konularına göre değişimi.

Sulama	Ortam	Bitki boyu (cm)	Yaprak sayısı (adet)	Taç izdüşümü (cm)	Tomurcuk sayısı (adet)	Açan çiçek sayısı (adet)	Klorofil indeksi
1 MJ/m <sup>2</sup>		13.73 a	15.56 a	27.05 a	1.99 a	1.09 a	42.90
3 MJ/m <sup>2</sup>		12.27 b	12.25 b	23.95 b	1.43 b	0.94 b	43.01
		**	**	**	**	*	ö.d.
	Perlit	12.07 b	11.41 b	22.87 b	1.38 b	0.81 b	46.70 a
	H. cevizi torfu	13.93 a	16.41 a	28.14 a	2.05 a	1.22 a	39.20 b
		**	**	**	**	**	**
1 MJ/m <sup>2</sup>	Perlit	13.05	12.41	24.82	1.58	0.85	46.79
	H. cevizi torfu	14.41	18.71	29.28	2.40	1.33	39.00
3 MJ/m <sup>2</sup>	Perlit	11.09	10.40	20.91	1.17	0.77	46.61
	H. cevizi torfu	13.45	14.11	27.00	1.69	1.12	39.40
		ö.d.	ö.d.	ö.d.	ö.d.	ö.d.	ö.d.

ö.d.: önemli değil, \* = %95 önemli, \*\* = %99 önemli

#### 4.8.2 Üretim dönemi sonunda yapılan bitki ölçümleri

Üretim dönemi sonunda konularına göre değişmekle birlikte bitki boyu 26.93-33.93 cm, üst aksamın (gövde+yaprak+çiçek+meyve) yaş ağırlığı 52.13-86.30 g/bitki, kuru ağırlığı 14.79-26.81 g/bitki ve kuru maddesi %24.31-31.07 arasında değişim göstermiştir. Sulama farklılığının bitki boyu ve toprak üst aksamın yaş ve kuru ağırlığı üzerine etkisi önemli bulunmuştur. Söz konusu parametreler 1 MJ/m<sup>2</sup> uygulaması ile 3 MJ/m<sup>2</sup> uygulamasına göre sırası ile %18.3, %53.6 ve %69.7 oranında artış göstermiştir. Üst aksam kuru madde içeriği sulama farkından etkilenmemiştir. Perlit ve Hindistan cevizi torfu kullanımı ile sulama x ortam interaksyonunun bitki boyu ve üst aksam bitki biyokütlesi üzerine etkisi istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur (Çizelge 4.4).

Çizelge 4.4. Uygulamaların dönem sonunda bitki boyu ve üst aksam biyokütlesine etkisi.

<b>Sulama</b>	<b>Ortam</b>	<b>Bitki Boyu (cm)</b>	<b>Yaş Ağırlık (g/bitki)</b>	<b>Kuru Ağırlık (g/bitki)</b>	<b>Kuru Madde (%)</b>
1 MJ/m <sup>2</sup>		33.11 a	84.47 a	25.73 a	30.46
3 MJ/m <sup>2</sup>		27.99 b	55.24 b	15.16 b	29.02
		**	*	*	ö.d.
	Perlit	29.60	72.33	21.96	30.36
	H. cevizi torfu	31.50	67.39	19.62	29.12
		ö.d.	ö.d.	ö.d.	ö.d.
1 MJ/m <sup>2</sup>	Perlit	32.28	86.30	26.81	31.07
	H. cevizi torfu	33.93	82.64	20.09	24.31
3 MJ/m <sup>2</sup>	Perlit	26.93	58.35	17.31	29.66
	H. cevizi torfu	29.06	52.13	14.79	28.38
		ö.d.	ö.d.	ö.d.	ö.d.

ö.d.=önemli değil, \*\*=% 99 önemli, \*=% 95 önemli

Kök boyu 27.93-42.58 cm, kök yaş ağırlığı 30.83-38.76 g/bitki, kuru ağırlığı 5.55-7.98 g/bitki ve kuru maddesi %17.99-21.12 arasında değişim göstermiştir. Kök boyu üzerine sulama ve ortamların ana etkisi hariç, kök biyokütlesinin uygulamaların tekel ve interaksiyon etkisinden etkilenmediği görülmüştür. Kök boyu kısıtlı sulama koşulu olan 3 MJ/m<sup>2</sup> uygulamasında sık sulama 1 MJ/m<sup>2</sup> uygulamasına göre %29.8 oranında artış göstermiştir. Kullanılan ortamlar içerisinde Hindistan cevizi torfunun kök boyunu ve biyokütlesini arttırdığı görülmüştür. Kök boyu Hindistan cevizi torfu kullanımı ile %19.2 oranında artmıştır (Çizelge 4.5).



Çizelge 4.5. Uygulamaların dönem sonunda kök boyu ve kök biyokütlesine etkisi.

Sulama	Ortam	Kök Boyu (cm)	Yaş Ağırlık (g/bitki)	Kuru Ağırlık (g/bitki)	Kuru Madde (%)
1 MJ/m <sup>2</sup>		29.36 b	34.96	9.30	20.68
3 MJ/m <sup>2</sup>		38.10 a	31.08	6.08	19.55
		**	ö.d.	ö.d.	ö.d.
	Perlit	30.77 b	31.00	6.00	19.37
	H. cevizi torfu	36.69 a	35.04	9.40	20.86
		*	ö.d.	ö.d.	ö.d.
1 MJ/m <sup>2</sup>	Perlit	27.93	31.16	6.47	20.75
	H. cevizi torfu	30.79	38.76	7.98	20.60
3 MJ/m <sup>2</sup>	Perlit	33.61	30.83	5.55	17.99
	H. cevizi torfu	42.58	31.32	6.61	21.12
		ö.d.	ö.d.	ö.d.	ö.d.

ö.d.=önemli değil, \*\*=% 99 önemli, \*=% 95 önemli

Dönem sonunda yaprak renklerinde yapılan okumada sulama programlarının L, a\*, b\*, h° ve C\* değerleri üzerine etkisinin önemsiz olduğu belirlenmiştir. Ortam kullanımının ise a\*, b\* ve C\* değeri üzerine etkisi önemli bulunmuştur. Test edilen ortamlar içerisinde Hindistan cevizi torfu kullanıldığında yüksek a\* ve b\* değeri ile yaprak renginin daha sarımtırak yeşil olduğu saptanmıştır. Sulama x ortam interaksiyonunun renk değerleri üzerine etkisi önemsiz bulunmuştur (Çizelge 4. 6).

Çizelge 4.6. Uygulamaların dönem sonunda yaprak renk değerleri üzerine etkisi.

<b>Sulama</b>	<b>Ortam</b>	<b>L</b>	<b>a*</b>	<b>b*</b>	<b>h°</b>	<b>C*</b>
1 MJ/m <sup>2</sup>		33.68	-13.63	19.03	125.71	23.41
3 MJ/m <sup>2</sup>		33.61	-13.53	18.99	125.54	23.33
		ö.d.	ö.d.	ö.d.	ö.d.	ö.d.
	Perlit	33.13	-13.10 a	17.90 b	126.21	22.18 b
	H. cevizi torfu	34.17	-14.07 b	20.12 a	125.03	24.56 a
		ö.d.	*	*	ö.d.	**
1 MJ/m <sup>2</sup>	Perlit	33.26	-13.02	17.80	126.22	22.05
	H. cevizi torfu	34.10	-14.25	20.26	125.19	24.78
3 MJ/m <sup>2</sup>	Perlit	33.00	-13.18	18.00	126.20	22.31
	H. cevizi torfu	34.23	-13.88	19.98	124.87	24.34
		ö.d.	ö.d.	ö.d.	ö.d.	ö.d.

L: parlaklık, a: (+) kırmızı – (-): yeşil, b: (+) sarı – (-) mavi, h°(Hue): rengin bileşenleri, C\* (Croma): rengin yoğunluğu. ö.d.=önemli değil, \*\*=% 99 önemli, \*=% 95 önemli

#### 4.9 Meyve Kalite Analizleri

Yetiştirme dönemi içerisinde dikimden 143 gün (15 Mart 2018), 169 gün (10 Nisan 2018) ve 217 gün (28 Mayıs 2018) sonra olmak üzere 3 kalite analizi yapılmıştır. Kalite analizlerinde ölçülen parametrelerin her üç analizde de birbirine yakın değerlerde olduğu, ancak üretim dönemi sonuna doğru yapılan 3. kalite analizinde meyve iriliğinin ve sertliğinin azaldığı görülmüştür (Çizelge 4.7). Meyve kalite değerleri genelde birbirine yakın olması nedeniyle tam verim aşamasındaki bitkilerden alınan meyvelere ait analiz sonuçları (2. kalite analizi) burada sunulmuştur.

Çizelge 4.7. Meyvelerde yapılan 3 kalite analizinde ölçülen parametrelere ait maksimum, minimum ve ortalama değerler.

Ölçülen kalite parametreleri	1.kalite analizi (15.03.2018)			2.kalite analizi (10.04.2018)			3.kalite analizi (28.05.2018)		
	min.	max.	ort.	min.	max.	ort.	min	max.	ort.
Meyve eni (mm)	32.9	36.3	34.6	32.1	35.4	33.7	26.7	29.0	27.6
Meyve boyu (mm)	40.1	48.0	44.1	38.1	40.8	39.5	31.0	34.9	33.0
Kuru ağırlık (%)	9.4	10.2	9.8	10.4	11.0	10.7	8,7	11.3	10.0
Sertlik (N)	8.4	9.4	8.9	6.9	8.5	7.7	5.0	6.0	5.5
SÇKM (%)	7.8	9.1	8.4	7.7	8.6	8.1	8.1	9.2	8.7
TA (mval/100ml)	9.9	11.6	10.7	9.7	11.5	10.6	10.4	11.8	11.1
EC (dS/m)	3.4	3.9	3.7	3.6	3.9	3.7	3.3	3.8	3.6
pH	4.1	4.3	4.2	4.3	4.4	6.4	4.3	4.3	4.3
L	33.8	35.5	34.6	34.7	35.3	35.0	34.7	35.9	35.3
a*	35.6	36.1	35.8	33.5	35.4	34.5	37.1	38.4	37.8
b*	20.2	21.3	20.8	19.0	20.9	19.9	21.0	22.7	21.9
$h^{\circ}$	29.3	30.9	30.1	29.0	30.8	29.9	29.5	31.0	30.3
C*	41.33	41.85	41.59	38.93	40.69	39.8	42.6	44.3	43.5
Vit. C (mg/100 g)	- <sup>a</sup>	- <sup>a</sup>	- <sup>a</sup>	61.90	91.5	76.7	71.4	83.0	77.2
Antioksidan aktivitesi ( $\mu$ mol TE/g YA)	20.8	23.1	22.0	26.0	28.2	27.1	39.5	48.9	44.2
Toplam fenolik madde miktarı (mg GAE/100 g YA)	103.9	107.8	105.9	107.9	118.5	113.2	119.3	127.0	121.7

(a: 1. kalite analizinde Vitamin C değeri ölçülmemiştir.)

İkinci meyve kalite analizinde, meyve eni, meyve boyu ve kuru ağırlığı üzerine ortamların etkisi önemsiz bulunmuştur. Sulama uygulaması ise meyve iriliğini etkilemiş, meyve en ve boyu 1 MJ/m<sup>2</sup> uygulamasında daha yüksek olmuştur. 3 MJ/m<sup>2</sup> sulama konusuna göre 1 MJ/m<sup>2</sup> sulama uygulaması ile meyve eni %7.3, meyve boyu %7.4 artış göstermiştir. Meyve kuru ağırlığı açısından

sulama uygulamaları arasındaki fark önemsiz bulunmuştur. Ortam x sulama interaksyonunun da meyve en, boy ve kuru ağırlığı üzerine etkisi önemsiz bulunmuştur (Çizelge 4.8).

Çizelge 4.8. Meyve iriliği ve kuru ağırlığı üzerine uygulamaların etkisi.

Sulama	Ortam	Meyve eni	Meyve boyu	Meyve kuru
		(mm)	(mm)	ağırlığı (%)
1 MJ/m <sup>2</sup>		35.31 a	40.80 a	10.66
3 MJ/m <sup>2</sup>		32.91 b	37.98 b	11.04
		*	**	ö.d.
	Perlit	33.73	39.34	10.70
	H. cevizi torfu	34.49	39.44	10.99
		ö.d.	ö.d.	ö.d.
1 MJ/m <sup>2</sup>	Perlit	35.35	40.83	10.37
	H. cevizi torfu	35.27	40.76	10.95
3 MJ/m <sup>2</sup>	Perlit	32.11	40.76	11.04
	H. cevizi torfu	33.71	38.12	11.03
		ö.d.	ö.d.	ö.d.

ö.d.=önemli değil, \*\*=% 99 önemli, \*=% 95 önemli

Sulama uygulamalarının meyve SÇKM'si, TA'i, ve pH'sı üzerine etkisi önemli bulunmuştur. SÇKM ve TA kısıtlı sulama (3 MJ/m<sup>2</sup>) ile artarken pH azalmıştır. Bu artış ve azalış sırası ile +%7.9, +%9.3 ve -%2.5 olmuştur. Ortamlar sertlik, SÇKM, TA, EC ve pH'yı etkilememiştir. Ortam x sulama interaksyonunun söz konusu parametreler üzerine etkisi TA ve pH hariç önemsiz bulunmuştur. Test edilen konular içerisinde 1 MJ/m<sup>2</sup> x Hindistan cevizi torfu en düşük TA (%9.7) ve en yüksek pH'ya (4.43) sahip olmuştur (Çizelge 4.9).

Çizelge 4.9. Sertlik, SÇKM, TA, EC ve pH üzerine uygulamaların etkisi.

Sulama	Ortam	Sertlik (Newton)	SÇKM (%)	TA (mval/100ml)	EC (dS/m)	pH
1 MJ/m <sup>2</sup>		8.26	7.68 b	10.31 b	3.76 w	4.40 a
3 MJ/m <sup>2</sup>		7.11	8.29 a	11.27 a	3.73	4.29 b
		ö.d.	*	*	ö.d.	**
	Perlit	7.49	7.84	11.00	3.69	4.34
	H. cevizi torfu	7.88	8.13	10.58	3.80	4.35
		ö.d.	ö.d.	ö.d.	ö.d.	ö.d.
1 MJ/m <sup>2</sup>	Perlit	8.05	7.70	10.92 ab	3.77	4.37 b
	H. cevizi torfu	8.46	7.65	9.70 b	3.74	4.43 a
3 MJ/m <sup>2</sup>	Perlit	6.93	7.98	11.07 ab	3.61	4.32 b
	H. cevizi torfu	7.30	8.60	11.47 a	3.85	4.26 c
		ö.d.	ö.d.	*	ö.d.	**

ö.d.=önemli değil, \*\*=% 99 önemli, \*=% 95 önemli

L, a\*, b\*, h° ve C\* renk değerleri üzerine uygulamaların tekse ve interaksiyon etkisi istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur (Çizelge 4.10).

Çizelge 4.10. Uygulamaların meyve renk değeri üzerine etkileri.

Sulama	Ortam	L	a*	b*	h°	C*
1 MJ/m <sup>2</sup>		34.15	33.84	19.37	29.76	39.00
3 MJ/m <sup>2</sup>		34.63	35.15	20.42	30.07	40.67
		ö.d.	ö.d.	ö.d.	ö.d.	ö.d.
	Perlit	35.01	34.21	20.33	30.65	39.81
	H. cevizi torfu	33.77	34.78	19.46	29.18	39.86
		ö.d.	ö.d.	ö.d.	ö.d.	ö.d.
1 MJ/m <sup>2</sup>	Perlit	34.74	33.53	19.77	30.49	38.93
	H. cevizi torfu	33.56	34.14	18.97	29.03	39.07
3 MJ/m <sup>2</sup>	Perlit	35.28	34.88	20.90	30.81	40.69
	H. cevizi torfu	33.98	35.42	19.95	29.34	40.66
		ö.d.	ö.d.	ö.d.	ö.d.	ö.d.

ö.d.=önemli değil, \*\*=% 99 önemli, \*=% 95 önemli

Uygulamaların vitamin C içeriği 61.9 ile 91.5 mg/100 g arasında, antioksidan aktivitesi 26.0-28.2  $\mu\text{mol TE/g YA}$  arasında ve toplam fenolik madde miktarı 107.9 ile 118.5 mg GAE/100 g YA arasında değişmiştir (Çizelge 4.11). Hindistan cevizi torfu veya perlit kullanımı vitamin C, antioksidan ve fenolik madde içeriğinde önemli bir değişiklik meydana getirmemiştir. Ancak sulama uygulaması ile vitamin C ve fenolik madde içeriğinin kısıtlı sulama konusu olan 3 MJ/m<sup>2</sup> uygulamasında 1 MJ/m<sup>2</sup> uygulamasına göre sırası ile %34.3 ve %9.9 oranında arttığı saptanmıştır. Sulama x ortam interaksyonunun söz konusu parametreler üzerine etkisi istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur.

Çizelge 4.11. Uygulamaların vitamin C, antioksidan aktivitesi ve toplam fenolik madde içeriği üzerine etkileri.

Sulama	Ortam	Antioksidan aktivitesi ( $\mu\text{mol TE/g YA}$ )	Toplam fenolik madde içeriği (mg GAE/100 g YA)	Vitamin C (mg/100 g)
1 MJ/m <sup>2</sup>		26.5	108.1 b	66.4 b
3 MJ/m <sup>2</sup>		27.9	118.8 a	89.2 a
		ö.d.	**	**
	Perlit	27.3	113.7	74.4
	H. cevizi torfu	27.1	113.2	81.2
		ö.d.	ö.d.	ö.d.
1 MJ/m <sup>2</sup>	Perlit	27.0	108.3	61.9
	H. cevizi torfu	26.0	107.9	70.9
3 MJ/m <sup>2</sup>	Perlit	27.6	119.1	86.8
	H. cevizi torfu	28.2	118.5	91.5
		ö.d.	ö.d.	ö.d.

ö.d.=önemli değil, \*\*=% 99 önemli, \*=% 95 önemli

## 5. TARTIŞMA VE SONUÇ

Kasım 2017-Haziran 2018 aralığında yürütülen bu çalışmada, sera topraksız çilek yetiştiriciliğinde, sulama suyunun etkin kullanımı ve bitki su gereksiniminin belirlenmesi için sulamaların otomatik olarak gerçekleştirildiği koşullarda, farklı sulama programlarının ve bitki yetiştirme ortamlarının, bitki gelişimi, verim ve meyve kalitesi ile bitki su tüketimi ve su kullanım randımanı değerleri üzerine etkilerinin saptanması amaçlanmıştır.

Çilek bitkisi iklim koşullarına oldukça duyarlıdır. Özellikle sıcaklık bitki gelişimini, verim ve meyve kalitesini etkileyen önemli faktördür. Çilek bitkisinin gelişimi için en uygun sıcaklık 20-27°C'dir. Gece sıcaklığının gündüz sıcaklığından 5-7°C daha düşük olması istenir. Çilek bitkisinin çiçekleri -2°C'de zarar görmeye başlar. Eğer örtüaltında yeterli ısıtma yapıyor ise bu sorun ortadan kalkar. Çilek yetiştirilen dönemler de dikkate alındığında, çilek bitkisinde ilk açan çiçeklerin daha büyük ve kaliteli meyveler oluşturması, albenisi yüksek olan bu meyveler için erkenciliği de sağlamaktadır (Yılmaz, 2009; Palencia et al., 2013; Lozano et al., 2016). Çilek yetiştiriciliğinde 35 °C'den yüksek sıcaklıklarda bitki gelişiminin giderek yavaşladığı saptanmıştır (Renquist et al., 1982; Hellman and Travis, 1988; Bankaoğlu, 2017). Yürütülen bu çalışmada, bitki yetiştirme döneminde sera içi ortalama sıcaklık değerleri en yüksek 31.9°C, en düşük ise 15.5°C olmuştur. Diğer taraftan, Lozano et al. (2016), çilek yetiştiriciliği için en uygun sera içi ortalama oransal nem değerlerinin %67.6 ile 86.0 arasında, sera içi günlük ortalama solar radyasyon değerlerinin 6.2 ile 20.8 MJ/m<sup>2</sup> arasında değiştiğini belirtmektedirler. Yürütülen çalışmada, sera içi ortalama oransal nem değerleri, %48.1-71.9 arasında değişirken, sera içi günlük ortalama solar radyasyon değerleri en düşük 3.44 MJ/m<sup>2</sup>, en yüksek 16.04 MJ/m<sup>2</sup> olarak saptanmıştır.

Araştırmada, konulara uygulanan sulama suyu miktarları sera içi güneş radyasyonunun farklı birikimli değerleri ve drenaj oranlarına bağlı olarak gerçekleştirilmiştir. Hindistan cevizi torfu ve perlit konularına 1 MJ/m<sup>2</sup> ve 3 MJ/m<sup>2</sup> konularında, sırasıyla, gün içerisinde en az 1 ile 3 kez, en çok 5 le 16 kez sulama yapılmıştır. Sulama suyu miktarları 1 MJ/m<sup>2</sup> ve 3 MJ/m<sup>2</sup> konularında

Hindistan cevizi torfu ortamında sırasıyla 424 ve 574 mm, perlit ortamında ise sırasıyla 331 ve 498 mm arasında değişmiştir. Diğer bir deyişle Hindistan cevizi torfu yetiştirme ortamında perlit ortamına göre yaklaşık %20 daha fazla sulama suyu uygulanırken, bu oran farklı sulama programlarında %42 olmuştur. Konular arasındaki farklılıklar ortamların farklı su tutma özellikleri ve gün içerisinde yapılan sulama sayılarının farklılığından kaynaklanmıştır. Konuyla ilgili olarak, Lozano et al. (2016), yaptıkları çalışmada farklı çilek çeşitlerine 564-846 mm su uygularken; Yuan et al. (2004) 254.8 ve 414.0 mm arasında su uyguladıklarını bildirmektedir. Söz konusu farklılıklar yetiştirme sistemi, çeşit özellikleri, kültürel işlemler, üretim dönemi uzunluğu ve iklim değişikliklerinden kaynaklanmaktadır.

En yüksek bitki su tüketim değeri 308 mm ile sık sulanan ( $1 \text{ MJ/m}^2$ ) Hindistan cevizi torfu konusundan elde edilmiş, bunu sırasıyla  $1 \text{ MJ/m}^2$  x perlit (280 mm),  $3 \text{ MJ/m}^2$  x Hindistan cevizi torfu (246 mm) ve  $3 \text{ MJ/m}^2$  x perlit (194 mm) konuları izlemiştir. Diğer bir deyişle, Hindistan cevizi torfu ortamında perlit ortamına göre yaklaşık %17 daha fazla su tüketimi meydana gelirken, bu oran farklı sulama programlarında %34 olmuştur. Konular arasındaki farklılıklar, ortamların farklı su tutma özellikleri ve gün içerisinde yapılan sulama sayılarının farklılığından kaynaklanmıştır. Yürütülen çalışmada  $1 \text{ MJ/m}^2$  sulama uygulaması perlit konusunda kış mevsimi boyunca bitki su tüketiminin haftalık olarak 1.7 mm ile 3 mm arasında değiştiği gözlemlenmiştir. En yüksek bitki su tüketimine ise yine aynı konu için 27.1 mm ile nisan ayında ulaştığı belirlenmiştir.  $3 \text{ MJ/m}^2$  sulama uygulaması perlit konusunda kış ayları boyunca 1.1 mm ile 2.4 mm arasında değişmiştir. En yüksek bitki su tüketiminin ise 19.4 mm olduğu belirlenmiştir.  $1 \text{ MJ/m}^2$  sulama uygulaması Hindistan cevizi torfu konusunda su tüketiminin kış ayları boyunca 1.6 mm ile 3.6 mm arasında değiştiği görülüp, en yüksek bitki su tüketimi 30.1 mm olarak saptanmıştır.  $3 \text{ MJ/m}^2$  sulama uygulaması Hindistan cevizi torfu konusunda ise kış ayları için bitki su tüketimi 1.2 mm ile 3.1 mm arasında değişirken, en yüksek değerin 25.6 mm olduğu tespit edilmiştir. Kış aylarında beklendiği gibi bitki su tüketiminin tüm konularda düşük olduğu belirlenmiştir. En yüksek bitki su tüketimi değerlerinin ise havaların ısınmaya başlaması ile birlikte beklendiği gibi arttığı tespit edilmiştir. 16. haftadan 29. haftaya kadar olan dalgalanmaların sebebinin sera içi güneş radyasyonu değişimine bağlı olarak sulama programındaki değişimlerden kaynaklandığı



düşünülmektedir. 30. haftadan itibaren bitki su tüketiminin düşmeye başlamasının nedeni ise bitkilerin son dönemlerine girmesi nedeni ile yapraklarının kurumaya başlamasından kaynaklanmıştır (Şekil 4.5). Ortam ve sulama konuları arasında en yüksek bitki su tüketiminin 1 MJ/m<sup>2</sup> sulama uygulaması Hindistan cevizi torfu konusunda olduğu saptanmıştır. Hindistan cevizi torfu lifli yapısı ile daha fazla suyu absorbe etmekte ve daha uzun süre bitkilerin kullanımında tutmaktadır. Bu nedenle bitkilerin perlit ortamına göre Hindistan cevizi torfu ortamında bitki su tüketimini artırdığı söylenebilir. Konuyla ilgili olarak, Lozano et al. (2016), çilekte yaptıkları bir çalışmada maksimum bitki su tüketiminin Haziran ayında olduğunu, Sabrina ve Antilla çeşitlerinde sırasıyla ortalama günlük bitki su tüketiminin 5.5 ve 3.6 mm olduğunu belirlemişlerdir. Kasım ayında ise bitki su tüketim değerlerini 0.4 mm/gün (Sabrina) ve 0.3 mm/gün (Antilla) olarak saptamışlardır. Söz konusu bu farklılıkların çeşit özelliklerine, bitki gelişim dönemine, kültürel işlemlere ve iklim değişikliklerine bağlı olduğu söylenebilir.

Araştırmada, 1 MJ/m<sup>2</sup> sulama uygulamasında Hindistan cevizi torfu konusundan 3.03 kg/m<sup>2</sup> verim elde edilirken, perlit konusundan ise 2.36 kg/m<sup>2</sup> verim elde edilmiştir. 3 MJ/m<sup>2</sup> sulama uygulamasında ise Hindistan cevizi torfunda verim 2.20 kg/m<sup>2</sup>, perlitte ise 1.54 kg/m<sup>2</sup> olarak belirlenmiştir. Diğer bir deyişle Hindistan cevizi torfu yetiştirme ortamlarında perlit ortamına göre yaklaşık %34 daha fazla verim elde edilirken, bu oran farklı sulama programlarının kullanılması durumunda %44 olmuştur. Bitki başına verim 1 MJ/m<sup>2</sup> x Hindistan cevizi torfu konusunda 492 g/bitki, perlit konusunda ise 384 g/bitki olurken, 3 MJ/m<sup>2</sup> sulama uygulamasında Hindistan cevizi torfunda 357 g/bitki, perlitte ise 250 g/bitki olmuştur. Konular arasındaki verim farklılıklarının ortamların farklı su tutma özellikleri ve gün içerisinde yapılan sulama sayılarının farklılığından kaynaklandığı düşünülmektedir. Çilek bitkisinde verim çeşit özelliklerine, yetiştirme ortamlarına, iklime, kullanılan fide tipine ve dikim zamanına, uygulanan yetiştirme tekniklerine bağlı olarak önemli oranda değişebilmektedir (Faedi et al., 1989; Kanmaz, 1995; Türemiş vd., 1996, Eltez ve Tüzel, 2007; Bankaoğlu, 2017; Geçer vd., 2018). Yürütülen bir çalışmada San Andreas, Camarosa, Mojave ve Fortuna çeşitlerinden sırasıyla 516.24, 483.38, 385.81 ve 369.75 g/bitki verim elde etmiştir (Bankaoğlu, 2017). Gül (2011), açıkta yapılan yetiştiricilikte Camarosa, Fern, Gianna ve Whitney çeşitlerinde

sırasıyla 59.53, 83.87, 88.22 ve 65.73 g/bitki verim elde ettiklerini bildirmişlerdir. Bu değerler, tünel serada yapılan yetiştiriciliklerde Camarosa çeşidi için 44.35 g/bitki, Fern çeşidi için 79.97 g/bitki, Gianna çeşidi için 96.93 g/bitki ve Whitney çeşidi için ise 83.02 g/bitki olmuştur. Özbahçali ve Aslantaş (2015), yapmış oldukları çalışmada Sweet Ann çeşidinden 220.5 g/bitki, Crystal çeşidinden 272.6 g/bitki, Fern çeşidinden 261.7 g/bitki, Redlands Hope çeşidinden 109.9 g/bitki, Kabarla çeşidinden 296.2 g/bitki ve Rubygem çeşidinden ise 98.6 g/bitki olarak verim almışlardır. Wang et al. (2016), verim veya meyve kalitesine bitki büyüklüğündeki farklılıkların etkili olabileceğini belirtmişlerdir. Bitki içindeki besin aktarımının da toplam biyokütle yanında diğer birçok faktöre de bağlı olduğunu saptamışlardır. Diğer taraftan bitki biyokütlesi üzerine yetiştirme ortamlarının etkisi olduğunu; bitki yetiştirme ortamı olarak Hindistan cevizi torfunun yenilenebilir bir kaynak olduğunu ve topraksız tarımda daha kabul edilebilir olduğunu bildirmişlerdir. Ghazvini et al. (2007), yaptıkları çalışmada perlit+zeolit (50+50) ortamından 260.81 g/bitki, perlit+zeolit (75+25) ortamından 256.84 g/bitki, perlit ortamından 210.00 g/bitki, perlit+zeolit (25+75) ortamından 158.87 g/bitki ve zeolit ortamından 98.83 g/bitki verim elde etmişlerdir. Ameri et al. (2012), ise yaptıkları çalışmada Selva çeşidini kullanmışlar ve denemeye aldıkları ortamlar arasında en yüksek verimin vermikompost+perlit+Hindistan cevizi torfu (15:40:45) ortamında 254.23 g/bitki olduğunu belirtmişlerdir. En düşük verim miktarı ise çınar budama atığı ortamında 123.38 g/bitki olmuştur. Adak ve Gözlekçi (2016), yaptıkları çalışmada çilek çeşitleri bakımından Candonga, Rubygem ve Camarosa'dan sırasıyla 804.0, 785.9 ve 706.2 g/bitki verim elde etmişlerdir. Önceki çalışmaların sonuçları çilek veriminin kullanılan ortam ve çeşide bağlı olarak değiştiğini göstermiştir. Yürütülen çalışmadan sağlanan verim değerleri dikkate alındığında, önceki çalışmalara uygun olduğu görülmüştür. Bu durum pazarlanabilir verim yönünden de benzer özellikler göstermiştir (Ghazvini et al., 2007).

Çalışmada toplam meyve sayısı, 1 MJ/m<sup>2</sup> sulama uygulamasında Hindistan cevizi torfunda 34.69 adet/bitki, perlitte ise 28.76 adet/bitki olmuş; 3 MJ/m<sup>2</sup> sulama uygulamasında Hindistan cevizi torfunda 25.36 adet/bitki, perlitte ise 20.01 adet/bitki olarak bulunmuştur. Yetiştirme ortamları ve sulama konularının her ikisinin de etkisi söz konusu parametre üzerine istatistiksel olarak önemli

olmuştur. Çeşitlerin değerlendirilmesine yönelik olarak gerçekleştirilen bir çalışmada meyve sayıları sırasıyla Sweet Ann, Crystal, Fern, Redlands Hope, Kabarla ve Rubygem çeşitlerinde 24.5, 34.8, 42.3, 17.5, 38.9 ve 11.8 adet/bitki olarak elde edilmiştir (Özbahçalı ve Aslantaş, 2015). Berk (2013) çalışmasında en yüksek meyve sayısını Kabarla çeşidinde 169.66 adet, en düşükse Festival çeşidinde 36.50 adet olarak bulmuştur. Geçer vd. (2018) ise en yüksek meyve sayısını Monterey çeşidinden (26.08 adet/bitki), en düşük meyve sayısını ise Sweet Charlie çeşidinden (8.73 adet/bitki) almışlardır. Araştırmadan elde edilen meyve sayısının önceki çalışmalar ile uyum içerisinde olduğu görülmektedir.

Yürütülen çalışmadan elde edilen ortalama meyve ağırlığı verileri incelendiğinde, 1 MJ/m<sup>2</sup> sulama uygulamasında, ortalama meyve ağırlığının perlit ve Hindistan cevizi torfu konularında sırasıyla 13.26 g ve 14.16 g olduğu görülmüştür. 3 MJ/m<sup>2</sup> sulama uygulamasında perlit ve Hindistan cevizi torfu ortamlarında ise sırasıyla 12.48 g ve 14.10 g olmuştur. Araştırmada meyve ağırlıklarındaki değişim üzerine yetiştirme ortamlarının etkisinin önemli olduğu; gün içerisinde sık yapılan sulamalardan (1 MJ/m<sup>2</sup>) daha yüksek meyve ağırlığı alınsa da sulama konularının etkisinin istatistiksel olarak önemsiz olduğu görülmüştür. Belirtildiği üzere Terry et al. (2009), genellikle daha az suladıkları bitkilerde meyve ağırlığının azaldığını bildirmişlerdir. Diğer taraftan Bankaoğlu (2017), çalışmasında meyve ağırlığı bakımından çeşitler arasındaki farkı istatistiksel anlamda önemsiz bulmuştur. Yetiştirme ortamları yönünden, Ghazvini et al. (2007), yaptıkları çalışmada meyve ağırlıklarını perlit+zeolit (50+50) ortamında 11.55 g, perlit+zeolit (75+25) karışımında 11.44 g, perlit ortamında 10.18 g, perlit+zeolit (25+75) ortamında 8.87 g ve zeolit ortamında 8.09 g olarak elde etmişlerdir. Adak ve Gözlekçi (2016) ise yaptıkları çalışmada meyve ağırlıkları değerlerinin yetiştirme sistemi ve yetiştirme sistemi x çeşit interaksiyonundan istatistiksel olarak etkilenmediğini bildirmişlerdir. Çeşitler arasında ise meyve ağırlığı Candonga, Rubygem ve Camarosa çeşitlerinde sırasıyla 42.80, 36.32 ve 29.20 g olarak belirlenmiştir. Bu bağlamda, araştırmadan elde edilen meyve ağırlığının (12.48-14.10 g) önceki çalışmaların bazısından yüksek, bazısından düşük olduğu görülmüştür.

Araştırmada, IWUE değerleri 1 MJ/m<sup>2</sup> sulama uygulaması Hindistan cevizi torfu ortamında 5.28 kg/m<sup>3</sup> ve perlit ortamında 4.74 kg/m<sup>3</sup> olarak tespit edilmiştir. 3 MJ/m<sup>2</sup> sulama uygulaması Hindistan cevizi torfu ve perlit ortamında ise bu değerler sırasıyla 5.19 kg/m<sup>3</sup> ve 4.65 kg/m<sup>3</sup> olarak elde edilmiştir. Lozano et al. (2016), Sabrina çeşidinde IWUE'nin uygulamalara göre sırasıyla, T1 16.5 kg/m<sup>3</sup>, T2 16.8 kg/m<sup>3</sup> ve T3 için ise 18.3 kg/m<sup>3</sup> olarak tespit etmişlerdir. Antilla çeşidinde ise T1, T2 ve T3 konuları için bu değerler sırasıyla 13.8, 14.3 ve 14.1 kg/m<sup>3</sup> olmuştur. Yuan et al. (2004), IWUE ile elde edilen verim veya kuru madde ile sulama suyu miktarı arasında ilişki olduğunu; ancak topraksız yetiştiriciliğin farklılığına neden olabileceğini de belirtmişlerdir.

Yürütülen çalışmada çilek bitki gelişimi en fazla sık sulamanın olduğu 1 MJ/m<sup>2</sup> sulama uygulaması Hindistan cevizi torfu ortamından elde edilmiştir. Çilekte yapılan çalışmalar bitkide yaprak sayısı, kök ve üst aksam yaş ve kuru ağırlıklarının çeşitlere (Saraç, 2009; Ameri et al., 2012), üretimin açık veya örtüaltında yapılmasına (Gül, 2011), yetiştirme sistemlerine ve tekniklerine (Adak ve Gözlekçi, 2016) bağlı olarak değiştiğini göstermiştir. Bu açıdan değerlendirildiğinde araştırma sonuçlarımız önceki çalışmalar ile uyum göstermektedir.

Meyve en ve boyu 1 MJ/m<sup>2</sup> sulama uygulaması perlit için sırasıyla 35.35 mm ve 40.83 mm ve Hindistan cevizi torfu için 35.27 mm ve 40.76 mm olarak saptanmıştır. 3 MJ/m<sup>2</sup> sulama uygulaması perlit ortamında 32.11 mm ve 40.76 mm, Hindistan cevizi torfu ortamında 33.71 mm ve 38.12 mm olarak bulunmuştur. Araştırmada meyve en ve meyve boyu üzerine sadece sulama konularının etkisi önemli olmuştur. Ancak Hindistan cevizi torfu kullanıldığında meyve iriliğinin arttığı saptanmıştır. Bulgularımızı destekler nitelikte, Adak ve Pekmezci (2012), yaptıkları çalışmada ortalama meyve boyu ve meyve enini en yüksek Hindistan cevizi torfu + volkanik tüf ortam karışımından elde ettiklerini bildirmişlerdir. Diğer taraftan Bankaoğlu (2017), çilek çeşitleri arasında meyve eni ölçümleri bakımından istatistiksel olarak önemli bir farklılık saptamadıklarını belirtmişlerdir.

Çilekte meyve sertliği taşıma ve hasat sonrası muhafaza için önemli bir kalite kriteridir. Ancak araştırmamızda uygulamaların meyve sertliğine etkisi önemli olmamıştır. Adak ve Pekmezci (2012), araştırmalarında meyve eti sertliği bakımından yetiştirme ortamları arasında farklılık görmemişler; 2006-2007 yılları arasında, meyve eti sertliği ile SÇKM arasında negatif yönde bir korelasyon olduğunu belirlemişlerdir. Adak ve Gözlekçi (2016), yaptıkları çalışmada farklı çeşitleri ve yetiştirme sistemlerini denemeye almış ve ortalama meyve sertliğinin 0.70 ve 0.80 kg/cm<sup>2</sup> arasında değişmekte olduğunu, uygulamalardan etkilenmediğini saptamışlardır. Akaroğlu ve Seferoğlu (2018), kontrol grubuyla sulanan bitkilerin meyve eti sertliğini Nisan, Mayıs ve Haziran aylarında ortalama 1.08 kg (10.59 N), kanal suyu ile sulanan bitkilerin ortalamasını ise 1.05 kg (10.29 N) olarak belirlemişlerdir. Yürütülen çalışmada çilek meyvelerin sertliği ortam ve sulama konusunda göre değişmekle birlikte 6.93-8.46 N arasında değişmiş ve meyvelerin önceki çalışmalara göre daha yumuşak olduğu belirlenmiştir. Bunda da sera için yüksek sıcaklık değerlerinin etkili olduğu düşünülmektedir. Farklı zamanlarda yapılan kalite analizlerinde de hasat tarihi ilerledikçe ve yaz aylarına gelindikçe meyve sertliğinin azaldığı görülmüştür.

Yürütülen çalışmada ölçülen meyve kalite özelliklerinden suda çözünür kuru madde (SÇKM), titre edilebilir asitlik (TA), meyve suyu pH'sı ve toplam fenolik madde içeriği üzerine sulama uygulamalarının etkisi istatistiksel olarak önemli çıkmış, ortam ve sulama x ortam interaksyonu (pH hariç) söz konusu bu ve diğer parametrelerde önemsiz bulunmuştur. Önceki çalışmalar incelendiğinde meyve kalitesinin ortamlardan, çeşitlerden ve yetiştirme koşullarından etkilendiği veya etkilenmediği, etkilenen parametrelerin de çalışmalara göre değiştiği görülmüştür.

Adak ve Pekmezci (2012), çilekte en yüksek (%7.75) SÇKM değerini Hindistan cevizi torfu + volkanik tuf ortamından elde etmişlerdir. Bankaoğlu (2017), yaptığı çalışmada çilek çeşitlerindeki SÇKM değerlerini sırasıyla, San Andreas çeşidinde %7.21, Fortuna çeşidinde %6.73, Mojave çeşidinde %6.61 ve Camarosa çeşidinde ise %5.95 olarak bulmuştur. Özbahçali ve Aslantaş (2015), çilek çeşitlerinin SÇKM değerlerini Sweet Ann, Crystal, Fern, Redlands Hope, Kabarla ve Rubygem çeşitlerinde sırasıyla %8.8, %7.6, %7.5, %8.3, %7.3 ve

%9.5 olarak elde etmişlerdir. Berk (2013), çilek çeşitlerinden elde ettiği SÇKM değerlerini 2010 yılında yaptıkları çalışmada Camarosa çeşidinde %8.95, Kabarla'da %7.79, Festival'de %8.05, Cal-Giant 3'de %6.86, Whitney'de %7.56 ve Sweet Charlie'de %8.20 olarak tespit etmiştir. 2011 yılında ise aynı çeşitlerde SÇKM değerleri sırasıyla %7.19, %5.73, %7.16, %6.35, %6.21 ve %6.53 olarak belirlenmiştir. Akaroğlu ve Seferoğlu (2018), nisan, mayıs ve haziran aylarının ortalaması olarak kontrol grubu ile sulanan çilek bitkilerin SÇKM değerini %7.69, kanal sulamasıyla sulanan bitkilerin meyveleri için bu değer %7.32 olduğunu bildirmiştir. Oğuz vd., (2017), çilekte en düşük SÇKM değerini %9.75 ile Portola çeşidinden, en yüksek SÇKM değerini ise %14.56 ile Monterey çeşidinden elde etmişlerdir. Geçer vd., (2018), SÇKM değerinin Monterey çeşidinde %9.81, Albion çeşidinde %9.44, Sweet Charlie çeşidinde %8.76 ve San Andreas çeşidinde ise %8.70 olarak elde etmişlerdir. Ghazvini et al. (2007), yaptıkları çalışmada çilekte SÇKM değerinin kullanılan ortamlara göre değiştiğini ve perlit ortamında %7.87, perlit+zeolit (75+25) ortamında %7.38, perlit+zeolit (50+50) ortamında %6.63, perlit+zeolit (25+75) ortamında %6.43 ve zeolit ortamında %6.42 olduğunu belirtmişlerdir. Adak ve Gözlekçi (2016), çilekte SÇKM değerinin yetiştirme sistemi ve yetiştirme sistemi x çeşit interaksiyonundan etkilenmediğini, ancak çeşit farkından etkilendiğini tespit etmişlerdir. SÇKM değeri çeşitlerden Camarosa'da %6.50, Candonga'da %8.17 ve en yüksek Rubygem çeşidinde %8.39 olarak elde etmişlerdir. Yürütülen çalışmada SÇKM değeri ortam ve sulama konusuna göre değişmekle birlikte %7.65-8.60 arasında değişmiştir. Sık sulama yapılan 1 MJ/m<sup>2</sup> uygulamasına göre sulamanın az yapıldığı 3 MJ/m<sup>2</sup> konusunda meyve SÇKM değerinin arttığı saptanmıştır. Denemede elde edilen değerler önceki çalışmalarla uyum içindedir. Ayrıca, çilek yetiştiriciliğinde sıcaklık ve ışıklandırma süresinin de SÇKM değerini etkilediği (İslam vd., 2003; Bankaoğlu, 2017), çeşitlere göre değerlerinin değiştiği (Galetta and Bringham, 1990; Bankaoğlu, 2017) belirlenmiştir.

TA değerleri bakımından Ghazvini et al. (2007) ile Adak ve Pekmezci (2012) yetiştirme ortamları arasında, Oğuz vd., (2017) çeşitler arasında önemli farklılıklar gözlemlenmiştir. Oğuz vd., (2017), TA değerlerini en düşük %0.81 ile Portola çeşidinden, en yüksek ise %0.99 ile Albion çeşidinden elde etmişlerdir. Ghazvini et al. (2007), yaptıkları çalışmada TA miktarlarını zeolit ortamında 1.04

mg/100 g, perlit+zeolit (25+75) ortamında 0.98 mg/100 g, perlit+zeolit (50+50) ortamında 0.84 mg/100 g, perlit+zeolit (75+25) ortamında 0.75 mg/100 g ve perlit ortamında 0.74 mg/100 g olarak elde etmişlerdir. Araştırmamızda, TA miktarının sulama konusundan etkilendiği ve 3 MJ/m<sup>2</sup> sulama konusunda arttığı gözlemlenmiştir. 1 MJ/m<sup>2</sup> sulama konusuna göre daha az sayıda sulama yapılan ve daha az su kullanılan 3 MJ/m<sup>2</sup> uygulamasında asitliğin artışı, çilekte pek çok neden ile ortaya çıkan kısıt/stres faktörlerinin bitki gelişimi ve verimini olumsuz etkilerken, sekonder metabolitleri arttırması, TA değerinin de buna bağlı olarak artış gösterebileceğini belirten araştırma sonuçları ile uyumludur (Ozkurt and Altuntas, 2018).

Çileklerde meyve suyu pH'sı çeşitlere ve test edilen konulara göre değişmekle birlikte 2.3 ile 4.5 arasında olabilmektedir. Bankaoğlu (2017), yaptığı çalışmada çilekte meyve suyu pH değerini Mojave çeşidinde 3.56, San Andreas çeşidinde 3.55, Camarosa çeşidinde 3.54 ve Fortuna çeşidinde ise 3.50 olarak elde ederken; Özbahçali ve Aslantaş (2015), Sweet Ann, Crystal, Fern, Redlands Hope, Kabarla ve Rubygem çeşitlerinde sırasıyla 2.8, 2.4, 2.5, 2.6, 2.3 ve 2.9 olarak belirlemiştir. Oğuz vd., (2017) yaptıkları çalışmada en düşük pH değerini 3.61 ile San Andreas çeşidinden, en yüksek pH değerini Monterey çeşidinden 3.84 elde etmişlerdir. Yetiştirme ortamlarının ise etkisi ise yürütülen bu çalışmada olduğu gibi Ghazvini et al. (2007), Adak ve Pekmezci (2012) ve Adak ve Gözlekçi (2016) tarafından önemsiz bulunmuştur. Araştırmamızda Hindistan cevizi torfu uygulamasından hasat edilen meyvelerin meyve suyu pH'sının yüksek olduğu görülmüştür. Bu da yetiştirme ortamlarının, özellikle sulama gibi bir uygulama ile birleştirildiğinde bitki besin maddesi alınımını ve meyve kalite özelliklerini etkileyebileceği sonucunu çıkarmaktadır (Ayesha et al., 2011).

Önceki çalışmalara göre, meyve rengini ifade eden L, a\*, b\*, h°ve C\* değerleri yetiştirme ortamlarından (Shahzad et.al., 2018), çeşitlerinden (Bankaoğlu, 2017; Oğuz vd., 2017), iklim koşullarından ve diğer hasat öncesi uygulamalardan (Taghavi et al., 2019) etkilenmektedir. Ancak, çilek meyvesinin albenisini belirleyen renk kriterleri, araştırmamızda ortam ve sulama ana ve interaksiyon etkisinden etkilenmemiştir.

Çilek vitamin C bakımından zengin bir türdür. 100 g meyvede 58.8-60 mg Vitamin C bulunmaktadır (Yılmaz, 2009). Adak ve Pekmezci (2012) yetiştirme ortamlarının çileğin vitamin C içeriğini etkilemediğini; Özbahçali ve Aslantaş, (2015) ile Bankaoğlu, (2017) çeşitler arasında vitamin C içeriği bakımından farklılıklar olduğunu belirtmişlerdir. Araştırmamızda çilek meyvesinin vitamin C içeriği ortam farkından etkilenmemiş ancak sulama farkından etkilenmiştir. 1 MJ/m<sup>2</sup> x perlit ortamında meyvelerin vitamin C içeriği 61.9 mg/100 g, Hindistan cevizi torfu ortamında 70.9 mg/100 g; 3 MJ/m<sup>2</sup> x perlit ortamda 86.8 mg/100 g, Hindistan cevizi torfu ortamında 91.5 mg/100 g olarak bulunmuştur. 3 MJ/m<sup>2</sup> sulama koşullarında C vitamini miktarının arttığı tespit edilmiştir. Bu sonuç da su stresi/kısıtı ile vitamin C içeriğinde artışa değinen diğer çalışmalarla uyum göstermektedir (Klar et al., 1990; Hannenberg et al., 2016). Vitamin C miktarında olduğu gibi benzer durum fenolik madde miktarı ve antioksidan aktivitesinde de görülmüş, kısıtlı sulama koşullarında söz konusu değerler artış göstermiştir. Bu sonuç, sekonder metabolitlerin çeşitlere bağlı olarak değişebildiğini (Panico et al., 2009) ve abiyotik stres koşullarında artış gösterdiğini (Keutgen and Pawelzik, 2007) belirten önceki çalışmalar ile desteklenmektedir.

Kullanılan ortamlar içerisinde Hindistan cevizi torfu verim, bitki gelişimi, bitki su tüketimi ve su kullanım randımanı açısından perlite göre daha iyi sonuç vermiştir. Hindistan cevizi lifi 0.04-0.08 g/cm<sup>3</sup> kütle yoğunluğuna sahip hafif bir material olup, toplam gözenek oranı %98, hava ile dolu gözenek oranı %70'dir. Nispi olarak kolay alınabilir su içeriği (%35-41), kation değişim kapasitesi (32-95 cmol/kg) ve lignin içeriği (%35-70) yüksektir. Hindistan cevizi torfunun toplam ve hava ile dolu gözenek hacminin, kolay alınabilir su içeriğinin ve kation değişim kapasitesinin perlitten yüksek olduğu rapor edilmiştir (Raviv et al., 2002; Raviv and Lieth, 2008). Ayrıca yüksek lif oranı ve su tutma kapasitesi ile bitkiler için iyi bir yetiştirme ortamı ve besleme sağlamaktadır (Adak ve Pekmezci, 2011). Yürütülen bu çalışma ve yukarıda verilen önceki çalışmalarda da benzer sonuçlar elde edilmiştir.

Araştırmadan sağlanan bulgular toplu olarak değerlendirildiğinde aşağıdaki sonuçlara varılmıştır:



Yetiştirme ortamlarının fiziksel ve kimyasal yapılarındaki farklılık belirli bir sulama programı için verim, bitki su tüketimi, su kullanım randımanı ve bazı meyve kalite parametrelerini etkilemiştir. Çalışmada daha yüksek verim, bitki gelişim ve bitki su tüketim değerleri Hindistan cevizi torfunun kullanıldığı konulardan sağlanmıştır.

Farklı sulama programlarının bitki gelişimi, verim, kalite ve bitki su tüketimi üzerine etkileri de önemli düzeyde olmuştur. Çalışmada gün içerisinde sık aralıklarla yapılan sulamalardan ( $1 \text{ MJ/m}^2$ ) daha yüksek bitki gelişimi, verim ve bitki su tüketimi sağlanmıştır. Sulama aralığının arttırıldığı, başka bir deyişle bitkinin belirli ölçüde su stresine sokulduğu koşullarda ( $3 \text{ MJ/m}^2$ ) ise özellikle tat ve lezzeti iyileştiren SÇKM ve TA miktarı, sekonder metabolitler olarak tanımlanan vitamin C miktarı, fenolik maddeler ve antioksidan aktivitesinin arttığı gözlenmiştir. Araştırma konularında sulama suyu kullanım randımanları ve su kullanım randımanı yönünden önemli farklılıklar bulunmamasına karşın Hindistan cevizi torfunun kullanıldığı ve sık sulama uygulamalarının yapıldığı konulardan daha yüksek randıman değerleri elde edilmiştir.

Araştırmadan sağlanan sonuçlara göre, çileğin su kısıtına karşı hassas bir bitki olması ve kullanılan bitki yetiştirme ortamlarının fiziksel ve kimyasal özellikleri açısından farklılıklar göstermesi nedeniyle, sulama programlarının oluşturulmasında bu özelliklerin dikkate alınması önem taşımaktadır. Sulama uygulamalarında yapılabilecek hataların bitki gelişimi ve verimi azaltmaması için, bitki başına kullanılan ortam hacimlerinin arttırılması veya su tutma kapasitesinin daha yüksek olduğu organik kökenli ortamların kullanılması önerilebilir. Ayrıca, çilek yetiştiriciliğinde giderek artan topraksız yetiştiricilik konusunda daha fazla çalışma yapılmasına ve birim alanda daha fazla bitkinin yer aldığı substrat veya akan su kültürü şeklinde yapılabilen katlı sistemlerde uygulamalarına ilişkin araştırmaların yapılmasına ihtiyaç vardır.

## KAYNAKLAR DİZİNİ

- Abak, K., Sevgican, A., Çolakoğlu, H., Eryüce, N., Gül, A., Baytorun, N., Çelikel, G. ve Paksoy, M.,** 1994, Sera Tarımında Topraksız Yetiştirme Üzerine Araştırmalar, (TOAG 884 nolu proje)
- Adak, N. and Pekmezci, M.,** 2011, Effects of Different Seedling Types and Growing Media on Soilless Culture Strawberry Growing (in Turkish). *Journal of Agricultural Science*, 17, 269-278pp.
- Adak, N., ve Pekmezci M.,** 2012, Topraksız Çilek Yetiştiriciliğinde Fide Tipi ve Yetiştirme Ortamının Meyve Kalitesi Üzerine Etkileri, *Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg.*, 49 (2), 135-142ss.
- Adak, N. ve Gözlekçi, S.,** 2016, Effects of Different Growing Systems and Cultivars on Plant Growth, Fruit Quality and Yield of Strawberry in Soilless Culture, *Acta Hort.* 1139. ISHS 2016. DOI 10.17660/ActaHortic.2016.1139.97.Proc. III Balkan Symposium on Fruit Growing
- Akaroğlu, Ş.N. ve Seferoğlu, S.,** 2018, Sulama Suyu Kalitesinin Çileğin (*Fragaria x ananassa Duch. Rubygem*) Besin Maddesi İçerikleri ve Bazı Meyve Kalite Özellikleri Üzerine Etkileri, *Adü Ziraat Derg.*, 15(1), 47-54ss. DOI: 10.25308/aduziraat.352830
- Albregts, E.E., Howard, C.M. and Chandler, C.K.,** 1991, Mulch Color Affects Strawberry Yield and Fruit Size, *Hortscience*, 26 (6)
- Allen, R.G., Pereira, L.S., Raes, D. and Smith, M.,** 1998, Crop Evapotranspiration, Guidelines for Computing Crop Water Requirements, *FAO Irrigation and Drainage Paper 56*, FAO, Rome, Italy.
- Ameri, A., Tehranifar, A., Shoor, M. and Davarynejad, G.H.,** 2012, Effect of Substrate and Cultivar on Growth Characteristic of Strawberry in Soilless Culture System, *African Journal of Biotechnology* Vol. 11(56)p. DOI: 10.5897/AJB11.2524

## KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Anonim**, 2018a Yalıtır Tarım Ürünleri, <http://www.yalex.com.tr/Yetistiricilerimiz-Icin,DP-36.html>, (Erişim Tarihi: 10 Ocak 2018)
- Anonim**, 2018b, Kare Tarım, <http://www.karetarim.com.tr/organik-gubreler/organik-gubreler-fulvinol-extra> , (Erişim Tarihi: 04.01.2018)
- Anonim**, 2018c, Deniz Yosunu Gübresi, <https://www.yosun.gen.tr/deniz-yosunu-gubresi.html>, (Erişim Tarihi: 04.01.2018)
- Aybak, H. Ç.**, 2005, Çilek Yetiştiriciliği, Hasad Yayıncılık, İstanbul, 128s.
- Aydın, E.**, 2011, Topraksız Tarımda Yetiştirme Ortamının Farklı Nem Düzeyinde Yapılan Sulamaların Sera Domateslerinde Verim ve Kaliteye Etkileri, Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Ayesha, R., Fatima, N., Rugayya, M., Qureshi, K.A., Hafiz, A.I., Khan, K.S. and Kamal, A.**, 2011, Influence of Different Growth Media on the Fruit Quality and Reproductive Growth Parameters of Strawberry (*Fragaria ananassa*), Journal of Medicinal Plants Research Vol. 5 (26), 6224-6232pp.
- Bacci, L., Battista, P., Cardarelli, M., Carmassi, G., Roupael, Y., Incrocci, L., Malorgio, F., Pardossi, A., Rapi, B. and Colla, G.**, 2011, Modelling Evapotranspiration of Container Crops for Irrigation Scheduling, Istituto di Biometeorologia (IBIMET) – *Consiglio Nazionale delle Ricerche* – Firenze Italia.
- Baille, A.**, 1996, Principles and Methods for Predicting Crop Water Requirement in Greenhouse Environments. Adv. Short Course on Irrigation Fertilizer Management and Soilless Culture Under Protected Agriculture, 10-17 Oct., Agadir/Morocco, 37-60pp.
- Bankaoğlu, İ.**, 2017, Giresun İli Çamoluk İlçesinde Yüksek Tünel Altında Yetiştirilen Bazı Çilek Çeşitlerinin Verim ve Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Ordu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 21-41ss.

## KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Benzie, I.F.F. and J.J. Strain.,** 1996, The Ferric Reducing Ability of Plasma (FRAP) as a Measure of “Antioxidant Power”: the FRAP Assay, *Analytical Biochemistry*, 239, 70-76pp.
- Benoit F. and Ceustermans N.,** 1995, Horticultural Aspects of Ecological Soilless Growing Methods, *Acta Hort.* 396, 11-24pp.
- Berk, S.,** 2013, Bolu (Mudurnu) Ekolojik Koşullarında Organik Olarak Yetiştirilen Bazı Çilek Çeşitlerinin Verim ve Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi, *Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi* 6 (1), 68-72s.
- Cantliffe, D.J., Paranjpe, A.S., Stoffella, P.J., Lamb, E.M. and Powell, C.,** 2007, Influence of Soilless Media, Growing Containers, and Plug Transplants on Vegetative Growth and Fruit Yield of ‘Sweet Charlie’ Strawberry Grown under Protected Culture, *Proc. Fla. State Hort. Soc.* 120: 142-150pp.
- Castilla, N.,** 2000, “Improved Irrigation Management of Greenhouse Vegetables”, FAO Regional Working Group Greenhouse Crop Production in The Mediterranean Region. Technical Paper, 46pp.
- Chaves, M.M., Osorio, J. and Pereira, J.S.,** 2004, Water Use Efficiency and Photosynthesis, 42 – 74, Water Use Efficiency in Plant Biology, Bacon, M.A., (Ed.), Blacwell Publishing Ltd., Oxford, 327p.
- Clark, G.A., Albregts, E.E., Stanley, C.D. and Smajstrla, A.G.,** 1996, Water Requirements and Crop-Coefficients of Drip-Irrigated Strawberry Plants, *Journal Article*, 39 (3), 905-913pp.
- Devlet Meteoroloji Genel Müdürlüğü (MGM),** 2018, <https://www.mgm.gov.tr/> (Erişim Tarihi: 30 Aralık 2018).
- Eltez, R.Z. ve Tüzel, Y.,** 2007, Merdiven Tipi Sistemde Farklı Topraksız Tarım Tekniklerinin Sera Çilek Yetiştiriciliğinde Verim ve Kaliteye Etkileri, *Ege Üniv. Ziraat Fak. Dergisi* 44 (1), 15-27s.

## KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Evenhuis, A. and Alblas, J.**, 2002, Irrigation of Strawberries By The Use of Decision Support Systems, *ISHS Acta Horticulturae 567: IV International Strawberry Symposium*, DOI: 10.17660/ActaHortic.2002.567.100
- Faedi, W., Turci, P., Sirolli, M., Dercole, N. and Bazzocchi, C.**, 1989, Effect of Different Propagation Systems on Strawberry Plant Performance. *Acta Horticulturae*, 265, 321-326s.
- FAOSTAT**, 2018, Bitkisel Üretim İstatistikleri, <http://www.fao.org/faostat/en/#data/GV> (Erişim Tarihi: 24.05.2019).
- Fernandez, M.A., Hernanz, D., Toscano, G., Hernandez, M.C., Peralbo, A., Flores, F. and Lopez-Medina, J.**, 2006, Strawberry Quality in Soilless Systems, *Ishs Acta Hort.* 708, V<sup>th</sup> Int. Strawberry Symposium.
- Galetta, G.J. and Bringhurst, R.S.**, 1990, Strawberry Management. in: Galetta, G.J., Himelrick, D. (eds.). *Small Fruit Crop Management*. Prentice-Hall, Englewood Cliffs, NJ, 83-156pp.
- Garcia-Tejero, I.F., Lopez-Borralló, D., Miranda, L., Medina, J.J., Arriaga, J., Muriel-Fernandez, J.L. and Martinez-Ferri, E.**, 2018, Estimating Strawberry Crop Coefficients Under Plastic Tunnels in Southern Spain by Using Drainage Lysimeters, *Scientia Horticulturae* 231, 233–240pp.
- Gavilan, P., Ruiz, N. and Lozano D.**, 2015, Daily Forecasting of Reference and Strawberry Crop Evapotranspiration in Greenhouses in a Mediterranean Climate Based on Solar Radiation Estimates, *Agricultural Water Management*, 159, 307-317pp.
- Geçer, M.K. ve Yılmaz, H.**, 2011, Van Ekolojik Koşullarında Üretilen Çilek Fidelerinin Meyve Verim Özelliklerinin Belirlenmesi, *Iğdır Üni. Fen Bilimleri Enst. Der.* 1(2), 15-22s.
- Geçer, M.K., Gündoğdu, M. ve Başar, G.**, 2018, Bazı Çilek Çeşitlerinin Merzifon (Amasya) Ekolojisindeki Verim Durumlarının Tespiti, *Iğdır Üni. Fen Bilimleri Enst. Der. / Iğdır Univ. J. Inst. Sci. & Tech.* 8(2), 11-15s.

## KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Gehrmann, H.**, 1985, Growth, Yield and Fruit Quality of Strawberries As Affected by Water Supply, *ISHS Acta Horticulturae 171*: I International Symposium on Water Relations in Fruit Crops, DOI: 10.17660/ActaHortic.1985.171.44.
- Gendron, L., Letourneau, G., Depardieu, C., Anderson, L., Sauvageau, R. and Caron, J.**, 2017, Irrigation Management Based on Soil Matric Potential Improves Water Use Efficiency of Field-Grown Strawberries in California, *ISHS Acta Horticulturae 1156*: VIII International Strawberry Symposium, DOI: 10.17660/ActaHortic.2017.1156.29.
- Ghazvini, R.F., Payvast, G. and Azarian, H.**, 2007, Effect of Clinoptilolitic-zeolite and Perlite Mixtures on the Yield and Quality of Strawberry in Soilless Culture, *Int. J. Agri. Biol.*, Vol.9, No.6
- Grant, O.M., Johnson, W.A., Davies, J.M., James, M.C. and Simpson, W.D.**, 2010, Physiological and Morphological Diversity of Cultivated Strawberry (*Fragaria×ananassa*) in Response To Water Deficit, *Environmental and Experimental Botany* 68, 264–272pp.
- Gül, A.**, 1991, Topraksız Kültür Yöntemiyle Yapılan Sera domates Yetiştiriciliğinde Uygun Agregat Seçimi Üzerine araştırmalar, Doktora Tezi, Ege Üniv. Fen Bil Ens.
- Gül, A.**, 2008, Topraksız Tarım, Hasad Yayıncılık, 144s.
- Gül, A.**, 2011, Bazı Nötr Gün Çileklerinin Tekirdağ Koşullarında Alçak Tünelde Verim ve Gelişme Kriterlerinin İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Namık Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 17-28s.
- Gül, A.**, 2012, Topraksız Tarım, Hasad Yayıncılık, İzmir, 35-63s.
- Gül, A.**, 2017, Soilless Cultivation in Turkey, *Chronica Horticulturae* 57, 3: 23-27pp.
- Hannenber, M.A.A., Janse, J. and Verkerke, W.**, 2016, LED Light to Improve Strawberry Flavour, Quality and Production, *ISHS Acta Horticulturae 1137*: International Symposium on Innovation in Integrated and Organic Horticulture, DOI: [10.17660/ActaHortic.2016.1137.29](https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2016.1137.29)

**KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)**

- Hellman, E.W. and Travis, J.D.**, 1988, Growth Inhibition of Strawberry at High Temperatures. *Adv. Strawberry Prod.* 7: 36-38pp.
- Hillel, D. and Guron, U.**, 1975, Relation Between Evapotranspiration Rate and Maize Yield, *Water Resources* 9:743
- Howell, T.A.**, 2006, Challenges in Increasing Water Use Efficiency in Irrigated Agriculture, 53 – 63, International Symposium on Water and Land Management for Sustainable Irrigated Agriculture, Yazar, A., Gencel, B., and Tekin, S. (Eds.), April 4 – 8, 2006, Çukurova University, Adana, Turkey.
- İlkhchi, E.S.**, 2013, Sera Topraksız Biber Yetiştiriciliğinde Sulamanın Programlanması, Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniv. Fen Bilimleri Enstitüsü, 3-4s.
- Johnson, A.W., Grant, M.O., Davies, J.M., James, M.C., Passey, J.A. and Simpson, W.D.**, 2009, Investigating the Response of Strawberry To Water Deficit Conditions, *ISHS Acta Horticulturae* 838: Workshop on Berry Production in Changing Climate Conditions and Cultivation Systems. COST-Action 863: Euroberry Research: from Genomics to Sustainable Production, Quality and Health. DOI: 10.17660/ActaHortic.2009.838.28
- Johnson, A.W. and Simpson, D.W.**, 2014, The Effect of Deficit Irrigation on the Flowering Behaviour of Two Day-Neutral and One Everbearing Strawberry Cultivar, 7<sup>th</sup> Intl. Strawberry Symp., *Acta Hort.* 1049
- Jones, H.G.**, 2004, Irrigation Scheduling: Advantages and Pitfalls of Plantbased Methods, *Journal of Experimental Botany*, Vol.55, 2427–2436pp.
- Jones, J.B.**, 1983, A Guide for The Hydroponic and Soilless Culture Grower, Timber Press, Portland-Oregon
- Kacar, B.**, 1984, Bitki Besleme Uygulama Kılavuzu, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları : 900, 140s.

## KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Kanmaz, G.**, 1995, Yeni Bazı Çilek Çeşitlerinde Günü Kısaltma Uygulamalarının Verim ve Kalite Üzerine Etkileri. (yüksek lisans tezi, basılmamış). Çukurova Üniv. Fen Bil. Enst., Adana.
- Karaçalı, İ.**, 2002, Bahçe Ürünlerinin Muhafaza ve Pazarlanması, Ege Üniversitesi Basımevi, Bornova/İzmir
- Keutgen, A.J. and Pawelzik, E.**, 2007, Modifications of Strawberry Fruit Antioxidant Pools and Fruit Quality under NaCl Stress, *J. Agric. Food Chem.*, 55 (10), 4066–4072pp, DOI: 10.1021/jf070010k
- Kırda, C.**, 1999, Su bütçesi yöntemiyle bitki su tüketimi çalışmaları, 85 – 103, Bitki Su Tüketiminin Belirlenmesinde Kullanılan Yöntem Bilimi: İnceleme ve Değerlendirmeler, Kanber, R., Steduto, P. (Derl.), Adana – Türkiye, 211s.
- Klamkowski, K. and Treder, W.**, 2008, Response To Drought Stress of Three Strawberry Cultivars Grown Under Greenhouse Conditions, *Journal of Fruit and Ornamental Plant Research* Vol. 16, 179-188pp.
- Klar, A.E., Campos, S. and Cataneo, A.**, 1990, Water Stress in Strawberry Plants (*Fragaria* spp. i) Production Vitamin C, Protein and Water Content in The Fruits, *Journal article : Cientifica (Jaboticabal)*, Vol.18 No.2 45-61pp.
- Kumar, S. and Dey, P.**, 2011 Effects of Different Mulches and Irrigation Methods on Root Growth, Nutrient Uptake, Water-Use Efficiency and Yield of Strawberry, *Scientia Horticulturae*, 127, 318-324pp.
- Létourneau, G., Caron, J., Anderson, L. and Cormier, J.**, 2015, Matrix Potential-Based Irrigation Management of field-grown strawberry: Effects on yield and water use efficiency, *Agricultural Water Management*, 161, 102–113pp.
- Liu, F., Savic, S., Jensen, C.R., Shahnazari, A., Jacobsen, R.S. and Andersen M.N.**, 2007, Water Relations and Yield of Lysimeter-Grown Strawberries Under Limited Irrigation, *Scientia Horticulturae* 111, 128–132pp.



## KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Lozano, D., Ruiz, N. and Gavilan, P.,** 2016, Consumptive Water Use and Irrigation Performance of Strawberries. *Agricultural Water Management*, 169, 44-51pp.
- Maden, M.,** 2013, Karacaagaç Köyünde Organik Sofralık Domates Yetiştiriciliğinin Optimizasyonu, Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 70s.
- Mannini, P. and Battilani, A.,** 1989, Effects of Irrigation on Tunnel-Grown Strawberries, *ISHS Acta Horticulturae 265: International Strawberry Symposium*, DOI: 10.17660/ActaHortic.1989.265.43
- McGuire, G.R.,** 1992, Reporting of Objective Color Measurements, *HortScience*, 27 (12), 1254-1255pp.
- Murthy, B. N. S., Karimi, F. and Laxman, R.H.,** 2017, Physiological Performance Reflecting in Yield and Quality of Strawberry Under Vertical Soilless Culture System, *Acta Hortic.* 1156. ISHS 2017. DOI 10.17660/ActaHortic.2017.1156.46. Proc. VIII International Strawberry Symposium
- Nas, Y.,** 2016, Ege Bölgesi Koşullarında ve Farklı Toprak Tiplerinde Üretilen Sanayi Domatesinde Hasat Öncesi Son Sulama Tarihinin Belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 31-61s.
- Nonnecke, G.A. and Taber, H.G.,** 1991, Trickle Irrigation of Day-Neutral Strawberries Using Evapotranspiration, *HortScience* vol.26 no:6 686.
- Oğuz, H.İ., Zorlugenç, F.K., Zorlugenç, B. ve Kafkas, E.,** 2017, Nevşehir İklim Koşullarında Yetiştirilen Bazı Çilek (*Fragaria x ananassa L.*) Çeşitlerinin Meyve Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi, *Bahçe 46 (Özel Sayı 1)*, 303-310s.
- Oruç, F.Ç.S.,** 2016, Camarosa ve Sweet Charlie Çilek Çeşitlerinin Düzce İli Sera Koşullarında Yetiştiriciliğinin Uygulanabilirliği Üzerine Bir Araştırma, 1st International Mediterranean Science and Engineering Congress, Adana/TÜRKİYE

## KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Ozkurt, H. and Altuntas, O.**, 2018, Quality Parameter Levels of Strawberry Fruit in Response to Different Sound Waves at 1000 Hz with Different dB Values (95, 100, 105 dB), *Agronomy*, 8,127, DOI: 10.3390/agronomy8070127
- Özbahçali, G. ve Aslantaş, R.**, 2015, Bazı Çilek Çeşitleri (*Fragaria X ananassa Duch.*)'nin Erzurum Ekolojisindeki Performanslarının Belirlenmesi, *Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Derg.*, 46 (2), 75-84s.
- Öztekin, G.B., İsfendiyoğlu, M. ve Özeker, E.**, 2016, Türkiye'de Örtüaltı Meyveciliğinin Durumu, *Tarım Türk Dergisi*, Seracılık Eki. Yıl 11, 62:40-44s.
- Palencia, P., Martínez, F., Medina, J.J. and Medina, J.L.**, 2013, Strawberry Yield Efficiency and Its Correlation With Temperature and Solar Radiation. *Horticultura Brasileira* 31: 93-99pp.
- Panico, A.M., Garufi, F., Nitto, S., Di Maruro, R., Longhitano, R.C., Magri, G., Catalfo, A., Serrentino, M.E. and De Guidi, G.**, 2009, Antioxidant Activity and Phenolic Content of Strawberry Genotypes from *Fragaria x ananassa*, *Pharmaceutical Biology*, 47(3), 203–208pp.
- Pearson, D.**, 1970, The Chemical Analysis of Foods (6th edn), Chemical Publishing Co Inc, New York, USA.
- Pires, R.C.D.M., Folegatti, M.V., Passos, F.A., Arruda, F.B. and Sakai E.**, 2006, Vegetative Growth and Yield of Strawberry Under Irrigation and Soil Mulches for Different Cultivation Environments, *Sci. Agric. (Piracicaba, Braz.)*, V.63, n.5, 417-425pp.
- Raviv, M., Wallach, R., Silber, A. and Bar-Tal A.**, 2002, Substrates and Their Analysis, In: Hydroponic Production of Vegetables and Ornamental., D. Savvas, H. Passam (Eds), Embryo Pub., Greece, 25-101pp.
- Raviv, M. and Lieth, J.H.**, 2008, Soilless Culture: Theory and Practice. Elsevier Science Ltd, Amsterdam. 1-587pp.

## KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Renquist, A.R., Breen, P.J. and Martin, L.W.**, 1982, Influences of Water Status and Temperature on Leaf Elongation in Strawberry, *Scientia Hort.* 18: 77-85pp.
- Resh, H.M.**, 1991, Hydroponic Food Production: A Definitive Guidebook of Soilless Food Growing Methods, 3<sup>rd</sup> ed, Woodbridge Press Publishing Co., ISBN 0-88007-171-0, California, 462p.
- Saied, A.S., Keutgen, A.J. and Noga, G.**, 2005, The Influence of NaCl Salinity on Growth, Yield and Fruit Quality Strawberry cvs. 'Elsanta' and 'Korona', *Scientia Horticulturae*, 103, 289-303pp.
- Saraç, B.P.**, 2009, Nötr Gün Çeşitlerinden (*Fragaria x Ananassa*) Fern Çeşidinin Bazı Vejetatif ve Generatif Gelişim Kriterlerinin Kısa Gün Çeşidi Çilekler ile Karşılaştırılması, Yüksek Lisans Tezi, Namık Kemal Üni. Fen Bilimleri Enstitüsü, 21-41s.
- Sarıdaş, M.A., Kapur, B., Çeliktöpez, E. ve Kargı, S.P.**, 2017, Farklı Sulama Düzeyi ve Biyoaktivatör Uygulamalarının 'Rubygem' Çilek Çeşidinde Meyve Kalite Özellikleri Üzerine Etkileri, *Türk Tarım Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 5(10), 1221-1227s.
- Savvas, D., Gianquinto, G.G., Tüzel, Y. and Gruda, N.A.**, 2013, Soilless Culture. In: Good Agricultural Practices for Greenhouse Vegetable Crops. 347-381pp.
- Serrano, L., Carbonell, X., Save, R., Marfh, O. and Penuelas, J.**, 1992, Effects of Irrigation Regimes on The Yield and Water Use of Strawberry, *Irrigation Science* 13,45-48pp.
- Sevgican, A.**, 2002, Örtüaltı Sebzeçiliği (Topraksız Tarım), Cilt II. *Ege Üniv. Ziraat Fakültesi Yayınları*, Bornova, İzmir.
- Shahzad, U., Ijaz, M., Noor, N., Hassan, M.S.Z., Kahn, A.A. and Calica, P.**, 2018, Variations in Growing Media and Plant Spacing for the Improved Production of Strawberry (*Fragaria ananassa cv. Chandler*), *Philippine Journal of Science*, 147 (4), ISSN 0031-7683, 705-713pp.

**KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)**

- Suzan, U.**, 2018, Sanayi Tipi Domates Bitkisinde Su-Verim İlişkilerinin Belirlenmesi Üzerine Bir Araştırma, Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Taghavi, T., Siddiqui, R. and Laban, K.**, 2019, The Effect of Preharvest Factors on Fruit and Nutritional Quality in Strawberry, DOI: 10.5772/intechopen.84619
- Terry, A.L., Chope, A.G. and Bordonaba, G.J.**, 2009, Effect of Water Deficit Irrigation on Strawberry (*Fragaria* × *Ananassa*) Fruit Quality, *ISHS Acta Horticulturae* 842: VI International Strawberry Symposium. DOI: 10.17660/ActaHortic.2009.842.185.
- Thaiponga, K., Boonprakoba, U., Crosbyb, K., Cisneros-Zevallos, L. and Byrne, D.H.**, 2006, Comparison of ABTS, DPPH, FRAP, and ORAC Assays for Estimating Antioxidant Activity from Guava Fruit Extracts, *Journal of Food Composition and Analysis* 19, 669-675pp.
- Treder, J., Matysiak, B., Nowak, J. and Treder, W.**, 1997, Evapotranspiration and Potted Plants Water Requirements as Affected by Environmental Factors, *Acta Horticulturae*, Vol.449, 235-239pp.
- Trout, T.J. and Gartung, J.**, 2004, Irrigation Water Requirements of Strawberry, IV<sup>th</sup> IS on Irrigation of Hort. Crops, *Acta Hort.* 664.
- Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK)**, 2018a, [http://tuik.gov.tr/PreTablo.do?alt\\_id=1001](http://tuik.gov.tr/PreTablo.do?alt_id=1001) (Erişim Tarihi: 22 Mayıs 2019).
- Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK)**, 2018b, [https://biruni.tuik.gov.tr/bolgesel\\_istatistik/degiskenlerUzerindenSorgula.do](https://biruni.tuik.gov.tr/bolgesel_istatistik/degiskenlerUzerindenSorgula.do) (Erişim Tarihi: 22 Mayıs 2019).
- Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK)**, 2018c, <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=92&locale=tr> (Erişim Tarihi: 26 Haziran 2019).
- Türemiş, N., Özdemir, E. ve Kaşka, N.**, 1996, Bazı Önemli Çilek Çeşitlerinde Değişik Dikim Mesafelerinin Fide Verim ve Kalitesi Üzerine Etkileri, *Bahçe Dergisi*, 25 (1-2), 3-10s.

**KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)**

- Tüzel, Y., Öztekin, G.B. ve Gül, A.,** 2008, Recent Developments In Protected Cultivation In Turkey, 2<sup>nd</sup> Coordinating Meeting of the Regional FAO Working Group on Greenhouse Crop Production in the SEE Countries, 7-11 April, Antalya, 75-86s.
- Tüzel, Y. ve Öztekin, G.B.,** 2013, Türkiye’de Seracılık. *Tarım Gündem Dergisi*, Yıl 3, 13, 18-24s.
- Tüzel, Y. and Öztekin, G.B.,** 2018, Protected Cultivation in Turkey. Plastic culture (in press).
- Voca, S., Duralija, B., Druzic, J., Babojelic, M.S., Dobricevic, N. and Cmelik, Z.,** 2006, Influence of Cultivation Systems on Physical and Chemical Composition of Strawberry Fruits cv. Elsanta, *Agriculturae Conspectus Scientificus*, Vol. 71, No. 4, 171-174pp.
- Wang, D., Gabriel, M.Z., Legard, D. and Sjulín, T.,** 2016, Characteristics of Growing Media Mixes and Application for Open-Field Production of Strawberry (*Fragaria ananassa*), *Scientia Horticulturae* 198, 294–303pp.
- Winsor, G.W. and Schwarz, M.,** 1990, Soilless Culture for Horticulture Crop Production. FAO Plant Production and Protection Paper, No. 101, Rome, 188p.
- Yashoğlu, E.,** 2011, Örtüaltı Üretim Sistemleri: Örtüaltı Tarımı (Ünite 1), Anadolu Üniversitesi, Açık Öğretim Fakültesi, Tarım Önlisans Programı Ders Kitabı (TRM212U), Anadolu Üniversitesi Yayınları Yayın No: 2275, Açık Öğretim Fakültesi Yayınları Yayın No: 1272, Eskişehir, 2-13s.
- Yılmaz, H.,** 2009, Çilek, Hasad Yayıncılık Ltd. Şti, İstanbul, 348s.
- Yuan, B. Z., Sun, J. and Nishiyama, S.,** 2004, Effect of Drip Irrigation on Strawberry Growth and Yield Inside a Plastic Greenhouse. *Biosystem Engineering*. 87(2), 237-245pp.
- Zheng, W. and Wang, S.Y.,** 2001, Antioxidant Activity and Phenolic Compounds in Selected Herbs. *J. Agric. Food Chem.* (49), 5165–5170pp.

## TEŞEKKÜR

Beni bu konuda çalışmaya yönlendiren, tez çalışmam ve tez yazımım için bilgilerinden, tecrübelerinden ve fikirlerinden yararlanarak tez çalışmamın her aşamasında beni yalnız bırakmayan, benden sonsuz desteğini esirgemeyen ve sabır gösteren sevgili danışman hocam Sayın Prof. Dr. İsmail Hakkı TÜZEL'e,

Çalışmam boyunca bölüm olanaklarından yararlanarak benden desteğini esirgemeyen, hep arkamda durarak bana güç veren, sevgisini hissettiren Sayın Prof. Dr. Yüksel TÜZEL'e; tez çalışmam da bilgi birikimlerinden yararlandığım ve topraksız tarım ile ilgili fikirleriyle beni yönlendiren Sayın Prof. Dr. Ayşe GÜL'e; tez yazımda benden desteklerini esirgemeyen, gerek istatistiksel hesaplamalarda gerekse analizlerimde bana yardımcı olan Sayın Doç. Dr. Gölgen Bahar ÖZTEKİN'e; kalite analizleri boyunca beni yalnız bırakmayan Sayın Prof. Dr. Fatih ŞEN'e ve meteorolojik verileri temin eden ve benden desteklerini esirgemeyen Sayın Prof. Dr. Erhan AKKUZU'ya,

Tez çalışmam boyunca hiçbir zaman beni yalnız bırakmayan, bütün analizlerimde, hasatlarımda ve bitki ölçümlerimde desteklerini benden esirgemeyen okul arkadaşlarım Zir. Yük. Müh. Umut SUZAN'a, Zir. Yük. Müh. Omar SALEY'e, Zir. Müh. Neslişah ÜNAL'a, Zir. Yük. Müh. Erkal ERTEM'e, Zir. Müh. Saeideh ARGHANDI'ye, Zir. Müh. Korhan ZENGİN'e, Zir. Müh. Ongun UÇKAY'a, Zir. Müh. Orkun İKİZ'e, Zir. Yük. Müh. Eray ŞEN'e ve yüksek lisans eğitimim boyunca benden maddi ve manevi desteklerini esirgemeyen, hep yanımda olan, en yakın arkadaşlarım Gizem ÖZVATAN'a, Rasih ARIKAN'a ve Gamze ÖKSÜZOĞLU'na,

Çalışmalarım boyunca finansal destek sağlayan ve 18-ZRF-016 kodlu projenin yapılmasında katkıda bulunan Ege Üniversitesi Bilimsel Araştırma Proje (BAP) Komisyonu'na,

Eğitimim boyunca bana destek olan, her koşulda beni yalnız bırakmayan, bana güvenen ve benim bu yolda devam etmemi sağlayan annem Türkan SEVİNÇ ve babam Yurdal SEVİNÇ'e çok teşekkür ederim.

Şeyda SEVİNÇ

## ÖZGEÇMİŞ

Şeyda SEVİNÇ, 13.08.1991 tarihinde Denizli’de doğdu. İlk ve orta öğrenimini Hürriyet İlköğretim ve Ortaöğretim okulunda tamamladı. 2006 yılında başladığı Özel Denizli Fen Lisesi’den 2010 yılında mezun oldu. 2011 yılında bir yıl İngilizce hazırlık okuyarak Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü’nde lisans eğitimine başladı ve 2016 yılında mezun oldu. Aynı yıl Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalında’da yüksek lisans eğitimine başladı. Halen bu bölümde eğitimi sürdürmektedir.

