

**SERA KOŞULLARINDA YETİŞTİRİLEN İKİ  
FARKLI ENGİNAR ÇEŞİDİNDE (*Cynara scolymus*  
L. cv. *Bayrampaşa* ve *Starline F1*) SU-VERİM  
İLİŞKİLERİNİN BELİRLENMESİ**

**Ahmet YILMAZ**

**Yüksek Lisans Tezi  
Biyosistem Mühendisliği Anabilim Dalı  
Danışman: Prof. Dr. Yeşim AHİ**

**2015**

**T.C.**  
**NAMIK KEMAL ÜNİVERSİTESİ**  
**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**SERA KOŞULLARINDA YETİŞTİRİLEN İKİ FARKLI ENGİNAR  
ÇEŞİDİNDE (*Cynara scolymus* L. cv. *Bayrampaşa* ve *Starline F1*)  
SU-VERİM İLİŞKİLERİNİN BELİRLENMESİ**

**Ahmet YILMAZ**

**BİYOSİSTEM MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**DANIŞMAN: Prof. Dr. Yeşim AHİ**

**TEKİRDAĞ-2015**

**Her hakkı saklıdır**

**Bu Çalışma NKÜ Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi Tarafından**

**NKÜBAP.00.24.YL.13.22 Nolu Proje ile Desteklenmiştir.**

Prof. Dr. Yeşim AHİ danışmanlığında, Ahmet YILMAZ tarafından hazırlanan “Sera Koşullarında Yetiştirilen İki Farklı Enginar Çeşidinde (*Cynara scolymus* L. cv. *Bayrampaşa* ve *Starline F1*) Su-Verim İlişkilerinin Belirlenmesi” isimli bu çalışma aşağıdaki jüri tarafından Biyosistem Mühendisliği Anabilim Dalı’nda Yüksek Lisans tezi olarak oy birliği ile kabul edilmiştir.

Jüri Başkanı: Prof. Dr. Servet VARIŞ

İmza :

Üye: Prof. Dr. Yeşim AHİ (Danışman)

İmza :

Üye: Yrd. Doç. Dr. Hüseyin T. GÜLTAŞ

İmza :

Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu adına

Prof. Dr. Fatih KONUKCU  
**Enstitü Müdürü**

## ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

SERA KOŞULLARINDA YETİŞTİRİLEN İKİ FARKLI ENGİNAR ÇEŞİDİNDE (*Cynara scolymus* L. cv. *Bayrampaşa* ve *Starline F1*) SU-VERİM İLİŞKİLERİNİN BELİRLENMESİ

**Ahmet YILMAZ**

Namık Kemal Üniversitesi  
Fen Bilimleri Enstitüsü  
Biyosistem Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman : Prof. Dr. Yeşim AHİ

Araştırma, 2013 - 2014 yıllarına ait kış yetiştirme sezonunda Tekirdağ Ziraat Fakültesi deneme serasında yürütülmüştür. Araştırmada, damla sulama yöntemi ile sulanan enginar bitkisinin, farklı sulama suyu miktarlarına karşı oluşacak tepkisi belirlenmiş ve farklı teknikler altında, bölge koşullarında en uygun sulama zamanı planı ile su-verim-üretim faktörleri geliştirilmeye çalışılmıştır. Deneme, üç farklı sulama suyu düzeyi ve iki farklı enginar çeşidi (*Cynara scolymus* L. cv. *Bayrampaşa* ve *Starline F1*) göz önüne alınarak, tesadüf bloklarında bölünmüş parseller deneme tertibinde üç tekerrürlü yürütülmüştür. Sulama suyu düzeyleri, toprağın izlenmesi esasına dayalı olarak, kullanılabilir su tutma kapasitesinin %40' ı tüketildiğinde sulamalara başlanması ve nem açığının %100, 70, 40' ının uygulanması şeklinde oluşturulmuştur.

Mevsimlik bitki su tüketimi değerleri tam su alan (%100) konuda en yüksek değere ulaşmış, Bayrampaşa ve Starline F1 çeşitleri için sırasıyla 797 ve 811 mm olarak hesaplanmıştır. Araştırma sonucunda, en yüksek enginar verimi, %100 sulama düzeyinden Bayrampaşa çeşidinde 20,33 t ha<sup>-1</sup>, Starline F1 çeşidinde 33,69 t ha<sup>-1</sup> olarak elde edilmiştir. Genel olarak farklı sulama uygulamalarının verim üzerine istatistiksel açıdan önemli düzeyde etkileri olduğu görülmüştür. En yüksek sulama suyu kullanım randımanı (IWUE) değerleri su ihtiyacının %70' inin karşılandığı sulama düzeyinde elde edilmiştir. Su kullanım randımanları (WUE), Bayrampaşa ve Starline F1 çeşitleri için sırasıyla 1,84 – 2,55 kg m<sup>-3</sup> ve 2,62 – 4,15 kg m<sup>-3</sup> arasında değişmiştir. Toplam büyüme mevsimi için su-verim ilişkisi faktörü 1,37 olarak belirlenmiştir.

**Anahtar kelimeler:** Enginar (*Cynara scolymus* L.), damla sulama sistemi, su-üretim fonksiyonları, bitki su stresi indeksi (CWSI)

2015, 70 sayfa

## ABSTRACT

MSc. Thesis

DETERMINATION of the YIELD RESPONSE to WATER for TWO DIFFERENT GLOBE ARTICHOKE CULTIVARS (*Cynara scolymus* L. cv. *Bayrampaşa* and *Starline F1*) in GREENHOUSE CONDITIONS

**Ahmet YILMAZ**

Namık Kemal University  
Graduate School of Natural and Applied Sciences  
Department of Biosystem Engineering

Supervisor: Prof. Dr. Yeşim AHI

This study was conducted at the Tekirdağ Agricultural Faculty experimental greenhouse in the growing season 2013-2014. Globe Artichoke experiment irrigation system was chosen as drip. In this study aim that; was defined that reactions of different irrigation water ratio, determination of optimum water-yield-production function about globe artichoke cultivation in this region with different irrigation water ratio and techniques. Experiment was applied at three different irrigation ratios and two globe artichokes cultivars (*Cynara scolymus* L. cv. *Bayrampaşa* and *Starline F1*) with the randomized complete block design experimental design and three replicates. Irrigation water ratio was, depending on the greenhouse soil moisture monitoring; the irrigation application was started when available soil moistures drops to 60% and deficit soil water was completed at 40, 70 and 100%percent.

As a result of research, the highest values of seasonal crop water consumption were 797 and 811 mm about Bayrampaşa, Starline F1, respectively at the treatment of 100%. Also, the highest yield values were about 20,33 t ha<sup>-1</sup>, 33,69 t ha<sup>-1</sup> at the treatment of 100%. In general, the research shows that the value of different irrigation water effect on yield was statistically significant. The highest irrigation water use efficiency (IWUE) was obtained from treatment of the ratio %70 ET. Water use efficiency values (WUE) ranged between 1,84 – 2,55 kg m<sup>-3</sup> and 2,62 – 4,15 kg m<sup>-3</sup> in the Bayrampaşa and Starline F1 species, respectively. The whole growing season yield response factor was determined as 1.37.

**Key Words:** Globe Artichoke (*Cynara scolymus* L.), drip irrigation system, water - yield production, crop water stress index (CWSI)

2015, 70 page

# İÇİNDEKİLER

## Sayfa No

<b>ÖZET</b> .....	i
<b>ABSTRACT</b> .....	ii
<b>İÇİNDEKİLER</b> .....	iii
<b>ÇİZELGELER DİZİNİ</b> .....	v
<b>ŞEKİLLER DİZİNİ</b> .....	vii
<b>SİMGELER DİZİNİ</b> .....	viii
<b>ÖNSÖZ</b> .....	x
<b>1. GİRİŞ</b> .....	1
<b>2. KAYNAK ARAŞTIRMASI</b> .....	4
2.1. Enginar Bitkisinin Su – Üretim Fonksiyonları.....	4
2.2. Bitki Su Stresinin Belirlenmesinde Bitkisel Yaklaşımlar.....	10
<b>3. MATERYAL ve YÖNTEM</b> .....	16
3.1. Materyal.....	16
3.1.1. Araştırma alanı.....	16
3.1.2. İklim özellikleri.....	16
3.1.3. Toprak özellikleri.....	16
3.1.4. Sulama sistemi.....	17
3.1.5. Tansiyometre.....	17
3.1.6. İnfrared termometre aletinin özellikleri.....	18
3.1.7. Bitki özellikleri.....	18
3.1.8. Kullanılan bilgisayar paket programları.....	25
3.2. Yöntem.....	25
3.2.1. Araştırma alanı topraklarının fiziksel ve kimyasal özellikleri.....	25
3.2.2. Deneme düzeni ve araştırma konuları.....	25
3.2.3. Tarım tekniği.....	26
3.2.4. Sulama suyu uygulamaları.....	28
3.2.5. Damla sulama yönteminde projelendirme kriterlerinin belirlenmesi.....	29
3.2.6. Bitki su tüketiminin saptanması.....	29
3.2.7. Su – üretim fonksiyonları ve verim ilişkileri.....	30
3.2.8. Bitki su stres indeksi (CWSI) değerlerinin saptanması.....	31

3.2.9. Verim ve verim parametrelerinin belirlenmesi.....	32
3.2.10. İstatistiksel analizler.....	33
<b>4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA.....</b>	<b>34</b>
4.1. Toprağın fiziksel ve kimyasal analiz sonuçları.....	34
4.2. Meteorolojik ölçüm sonuçları.....	35
4.3. Fenolojik gözlemlere ilişkin sonuçlar.....	37
4.4. Damla sulama sisteminin boyutlandırılmasına ilişkin sonuçlar.....	37
4.5. Sulama suyu miktarı ve bitki su tüketimi sonuçları.....	39
4.6. Verim ve verim öğelerine ilişkin sonuçlar.....	43
4.6.1. Toplam pazarlanabilir verim.....	43
4.6.2. Birim alan saplı baş adedi.....	45
4.6.3. Bitki başına toplam baş adedi .....	46
4.6.4. Sapsız baş ağırlığı .....	47
4.6.5. Saplı baş ağırlığı.....	48
4.6.6. Baş çapı.....	49
4.6.7. Baş boyu.....	50
4.6.8. Çiçek tabla çapı.....	51
4.6.9. Çiçek tabla ağırlığı.....	52
4.6.10. Sap kalınlığı.....	53
4.7. Su – Üretim fonksiyonlarına ilişkin sonuçlar.....	54
4.7.1. Su verim ilişkisi sonuçları.....	54
4.7.2. Sulama suyu kullanım ve su kullanım randımanları.....	55
4.8. Bitki su stres indeksi (CWSI) sonuçları.....	59
<b>5. SONUÇ ve ÖNERİLER.....</b>	<b>61</b>
<b>6. KAYNAKLAR.....</b>	<b>63</b>
<b>ÖZGEÇMİŞ.....</b>	<b>70</b>



## ÇİZELGELER DİZİNİ

### Sayfa No

Çizelge 3.1. Araştırma alanına ilişkin iklim değerlerinin uzun yıllar ortalamaları (1954-2013).....	20
Çizelge 3.2. Araştırma alanına ilişkin 2013 ve 2014 yıllarına ait iklim verileri.....	21
Çizelge 3.3. Sera içindeki meteoroloji istasyonundan (Aqua Weather) alınan iklim değerleri.....	22
Çizelge 4.1. Araştırma alanı topraklarının fiziksel özellikleri.....	35
Çizelge 4.2. Araştırma alanı topraklarının kimyasal özellikleri.....	35
Çizelge 4.3. I <sub>100</sub> konusuna Starline F1 ve Bayrampaşa çeşitlerinde uygulanan sulama suyu miktarları (mm).....	40
Çizelge 4.4. Büyüme mevsimi boyunca deneme konularına göre hesaplanan mevsimlik toplam bitki su tüketimi değerleri (mm/90 cm).....	41
Çizelge 4.5. Toplam pazarlanabilir verime ilişkin ortalama değerler (t ha <sup>-1</sup> ).....	44
Çizelge 4.6. Toplam pazarlanabilir verime ilişkin varyans analizi sonuçları.....	44
Çizelge 4.7. Toplam pazarlanabilir verime ilişkin ortalama ve standart hata değerleri.....	44
Çizelge 4.8. Birim alan toplam baş adedine ilişkin değerler (adet ha <sup>-1</sup> ).....	45
Çizelge 4.9. Birim alan toplam baş adedine ilişkin varyans analiz sonuçları.....	45
Çizelge 4.10. Birim alan toplam baş adedine ilişkin ortalama ve standart hata değerleri.....	45
Çizelge 4.11. Bitki başına toplam baş adedi ortalama değerleri.....	46
Çizelge 4.12. Bitki başına toplam baş adedine ilişkin varyans analiz sonuçları.....	46
Çizelge 4.13. Bitki başına toplam baş adedine ilişkin ortalama ve standart hata değerleri.....	46
Çizelge 4.14. Sapsız baş ağırlığına ilişkin ortalama değerler (g).....	47
Çizelge 4.15. Sapsız baş ağırlığına ilişkin varyans analiz sonuçları.....	47
Çizelge 4.16. Sapsız baş ağırlığına ilişkin ortalama ve standart hata değerleri.....	47
Çizelge 4.17. Saplı baş ağırlığına ilişkin ortalama değerler (g).....	48
Çizelge 4.18. Saplı baş ağırlığına ilişkin varyans analiz sonuçları.....	48
Çizelge 4.19. Saplı baş ağırlığına ilişkin ortalama ve standart hata değerleri.....	48
Çizelge 4.20. Baş çapına ilişkin ortalama değerler (cm).....	49
Çizelge 4.21. Baş çapına ilişkin varyans analiz sonuçları.....	49
Çizelge 4.22. Baş çapına ilişkin ortalama ve standart hata değerleri.....	49

	<b><u>Sayfa No</u></b>
Çizelge 4.23. Baş boyuna ilişkin ortalama değerler (cm).....	50
Çizelge 4.24. Baş boyuna ilişkin varyans analiz sonuçları.....	50
Çizelge 4.25. Baş boyuna ilişkin ortalama ve standart hata değerleri.....	50
Çizelge 4.26. Çiçek tabla çapına ilişkin ortalama değerler (cm).....	51
Çizelge 4.27. Çiçek tabla çapına ilişkin varyans analiz sonuçları.....	51
Çizelge 4.28. Çiçek tabla çapına ilişkin ortalama ve standart hata değerleri.....	51
Çizelge 4.29. Çiçek tabla ağırlığına ilişkin ortalama değerler (g).....	52
Çizelge 4.30. Çiçek tabla ağırlığına ilişkin varyans analiz sonuçları.....	52
Çizelge 4.31. Çiçek tabla ağırlığına ilişkin ortalama ve standart hata değerleri.....	52
Çizelge 4.32. Sap kalınlığına ilişkin ortalama değerler (cm).....	53
Çizelge 4.33. Sap kalınlığına ilişkin varyans analiz sonuçları.....	53
Çizelge 4.34. Sap kalınlığına ilişkin ortalama ve standart hata değerleri.....	53
Çizelge 4.35. Büyüme mevsimi boyunca oransal su tüketimi açığına karşılık oransal verim azalması değerleri.....	55
Çizelge 4.36. Sulama suyu kullanım randımanı (IWUE) ve su kullanım randımanı (WUE) değerleri ( $\text{kg m}^{-3}$ ).....	57
Çizelge 4.37. Sulama suyu kullanım randımanına (IWUE) ilişkin varyans analiz sonuçları.....	58
Çizelge 4.38. Sulama suyu kullanım randımanına (IWUE) ilişkin ortalama ve standart hata değerleri.....	58
Çizelge 4.39. Su kullanım randımanına (WUE) ilişkin varyans analiz sonuçları.....	58
Çizelge 4.40. Su kullanım randımanına (WUE) ilişkin ortalama ve standart hata değerleri.....	58

## ŞEKİLLER DİZİNİ

### Sayfa No

Şekil 3.1. Araştırma alanı.....	19
Şekil 3.2. Deneme planı.....	23
Şekil 3.3. Deneme parselinin ayrıntısı.....	23
Şekil 3.4. Tansiyometrelerin görünüşü.....	24
Şekil 3.5. Tansiyometre kalibrasyon eğrisi ve eşitliği.....	24
Şekil 3.6. Üretim döneminden görüntüler.....	27
Şekil 4.1. Sera içi iklim elemanları.....	36
Şekil 4.2. Enginar bitkisinin büyüme periyodu uzunlukları.....	38
Şekil 4.3. Aylık ortalama bitki su tüketimi.....	41
Şekil 4.4. Büyüme mevsimi boyunca izlenen nem değişimleri.....	42
Şekil 4.5. Mevsimlik sulama suyu miktarı (a) ve bitki su tüketimine (b) karşılık elde edilen pazarlanabilir verim.....	54
Şekil 4.6. Mevsimlik su – verim ilişkisi faktörü ( $k_y$ ).....	56
Şekil 4.7. Farklı su uygulama düzeylerinde elde edilen sulama suyu kullanım randımanı (a) ve su kullanım randımanı (b) değerleri.....	57
Şekil 4.8. Enginar bitkisi için maksimum ve minimum stres koşullarında yaprak –hava sıcaklığı farkı ( $T_c-T_a$ ) ile buhar basıncı açığı (VPD) arasındaki ilişki.....	60

## SİMGELER DİZİNİ

%	: Yüzde
A	: Alan
atm	: Atmosfer
cm	: Santimetre
cm <sup>2</sup>	: Santimetrekare
C <sub>p</sub>	: Kılcal yükselişle kök bölgesine giren su miktarı (mm)
CWSI	: Bitki su stresi endeksi
da	: Dekar
d <sub>n</sub>	: Sulamada uygulanacak net sulama suyu miktarı (mm)
d <sub>t</sub>	: Her sulamada uygulanacak toplam sulama suyu miktarı (mm)
DOY	: Yılın günü (day of year)
D <sub>p</sub>	: Derine sızma kayıpları (mm)
dS	: DeciSiemens
E <sub>a</sub>	: Sulama randımanı (%)
ET	: Bitki su tüketimi (mm)
FAO	: Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü (Food and Agriculture Organisations of the United Nations, FAO)
g	: Gram
h	: Saat
ha	: Hektar
H <sub>m</sub>	: Manometrik yükseklik (m)
I	: Uygulanan sulama suyu miktarı (mm)
IRT	: İnfrared termometre
IWUE	: Sulama suyu kullanım randımanı (kg m <sup>-3</sup> )
WUE	: Su kullanım randımanı (kg m <sup>-3</sup> )
kg	: Kilogram
kPa	: Kilopascal
k <sub>y</sub>	: Su verim ilişkisi faktörü
L	: Litre
m	: Metre
m <sup>2</sup>	: Metrekare
m <sup>3</sup>	: Metreküp

mm	: Milimetre
mg	: Miligram
Mg	: Megagram
N	: Bir parseldeki damlatıcı sayısı (adet)
$\mu$	: Mikron
P	: Islatılan alan yüzdesi (%)
PE	: Polietilen
q	: Damlatıcı ya da başlık debisi ( $L h^{-1}$ )
Q	: Sistem debisi ( $L s^{-1}$ )
s	: Saniye
$S_d$	: Damlatıcı aralığı (m)
$S_l$	: Lateral aralığı (m)
t	: Ton
T	: Bir sezondaki toplam sulama süresi (h)
$T_a$	: Sulama süresi (h)
TSE	: Türk Standartları Enstitüsü
VPD	: Buhar basıncı açığı (vapor pressure deficit) (kPa)
$\gamma_t$	: Toprağın hacim ağırlığı ( $g cm^{-3}$ )
$\Delta$	: Buhar basıncı eğrisinin eğimi
$\Delta S$	: Kök bölgesindeki toprak nemindeki değişimler (mm)

## ÖNSÖZ ve TEŞEKKÜR

Su ve toprak, ekolojik sistem bütününün ayrılmaz parçalarıdır. Bugün pek çok insan, su kaynaklarının dünyada insanlığın yararına sunulmuş sonsuz bir kaynak olduğunu düşünmektedir. Oysa sonlu bir kaynak olan su, yaşayan bir gezegen olan dünyamızın temel parçasıdır. Bunun yanı sıra, tarımsal üretimin temeli olan toprak; öncelikle onu verimli kılacak ve verimliliğini sürdürecektir bir tarımsal arazi kullanımı stratejisine sahip olmalıdır.

Bilinçsiz kullanılan su kaynakları ve verimli tarım topraklarının yerini alan sanayi, kentleşme ve küresel ısınma, Türkiye ve özellikle Trakya Bölgesi'nin zengin gibi görünen su ve toprak kaynaklarını tüketmektedir. Bu tüketimin durdurulması için toprak ve su kaynaklarının bilinçli kullanılması gerekmektedir.

Artan nüfusun gıda ihtiyacını karşılamak ve birim alandan elde edilen geliri yükseltmek için bölge üreticilerinin alternatif tarım ürünlerine yönelimi teşvik edilmelidir. Ayrıca, farklı sulama programları ve teknikleriyle optimum su kullanımı ve birim alandan alınan ürün miktarının artırılması zorunluluk teşkil etmektedir.

Tezin hazırlanmasında hiçbir yardımı esirgemeyen, büyük bir sabırla, çok fazla emek sarfeden Hocam Sayın Prof. Dr. Yeşim AHİ' ye, araştırma ve tezin yazımı süresince her türlü desteği gösteren Sayın Yrd. Doç. Dr. Hüseyin T. GÜLTAŞ' a, araştırmada kullanılan fidelerin ve bitki ile ilgili her türlü bilgi akışının sağlanmasında destek aldım GİRAYLAR TARIM'dan Sayın Zir. Mühendisi Ertan GİRAY'a ve sevgili arkadaşlarım Ziraat Yük. Mühendisi Levent TUNA, Ziraat Yük. Mühendisi Ali KAYHAN, Ziraat Yük. Mühendisi Selçuk ÖZER, Ziraat Yük. Mühendisi Ferhan BALCI' ya ve araştırma boyunca yardım eden öğrenci arkadaşlarıma, araştırmanın yürütüldüğü arazi koşullarını bizlere sağlayarak, bütün imkânlarını hizmetimize sunan Ziraat Fakültesi Dekanlığına ve en önemlisi eğitimim süresince maddi ve manevi desteğini esirgemeyen aileme ve hayat arkadaşım Hemşire Yasemin YILDIRIM' a şükranlarımı sunmayı bir borç bilirim.

Ahmet YILMAZ

## 1. GİRİŞ

Ülkemizde son yıllarda tarım arazilerinde ve mevcut su kaynaklarımızda ortaya çıkan azalmalar göz önüne alındığında, birim alandan daha fazla ürün alınmasını sağlayacak en önemli girdi sulama olmaktadır. Bu amaçla, sulamadan beklenen faydanın sağlanabilmesi için, bitkilere koşulların gerektirdiği sulama yöntemi ile zamanında ve yeterli sulama suyunu uygulayacak ve kullanıcının hizmetine sunulacak alternatif sulama zamanı planları geliştirilmelidir.

Ayrıca birim alan üretim miktarının artırılması, ürün kalitesinin yükseltilmesi ve su kaynaklarından optimum biçimde yararlanılması için bitki büyüme mevsimi ve gelişme periyotları boyunca su tasarrufunun sınanması gerekmektedir. Bu amaçla yetiştirilen bitkinin su-verim ilişkilerinin başka bir deyişle su ihtiyacının tam ve eksik karşılandığı koşullarda bitki su tüketimi ile verim değerlerinin bilinmesi gerekir.

Türkiye'nin farklı iklim ve toprak yapısına sahip olması nedeniyle sebze üretimi hemen her bölgeye yayılmakla birlikte, bölgenin ekolojik yapısına bağlı olarak toplam üretim içindeki oranı değişmektedir. Ülkemiz sebze tarımında son 20 yılda, ekim alanlarında %35, üretim miktarında %88 ve verimde ise %39' luk artış kaydedilmiştir. Üretim alanlarının belli bir sabite ulaşmadan halen artmaya devam etmesi Türkiye' de sebze yetiştiriciliğinin üreticiler tarafından kazançlı bir tarım kolu olarak tercih edildiğini göstermektedir. Genellikle üretimin en fazla yapıldığı Akdeniz bölgesi örtü altı sebze yetiştiriciliği, Ege ve Trakya ile Anadolu bölümünü içine alan Marmara ise açıkta sebze yetiştiriciliği açısından ön plandadır. Sebze üretiminin %87' si açıkta, %13' ü örtü altında yapılmaktadır (Şeniz, 2004). Son yıllarda, gelişmiş ülkelerde geniş alanlarda yetiştiriciliği yapılan ve tüketiciler tarafından çok sevilen bir sebze olarak bilinen enginar tarımı ülkemizde giderek önem kazanmaktadır. Beslenme ihtiyacına alternatif olmasının yanı sıra tıbbi tedavide de kullanılmaktadır. FAO 2014 yılı verilerine göre, dünyada toplam 125 420 ha alanda enginar yetiştiriciliği yapılmakta olup, toplam üretim 1 634 219 ton'dur. Ülkemizde ise, toplam sebze üretimi 27,5 milyon ton olup; bunun yaklaşık 33 460 tonunu enginar teşkil etmektedir (Anonim 2014). TÜİK verilerine göre Marmara bölgesi bu üretim değerinin sadece yüzde 26,9'unu karşılamaktadır ve üretim miktarı 8 955 ton civarındadır (Anonim 2012).

Enginarın, serin iklim bitkisi olarak, ülkemiz koşullarında, ilkbahar ve sonbahar aylarında, düşük sıcaklık ve düşük don riski ile birlikte tarımı yapılabilmektedir. Ancak yüksek verim ve kalitede ürün sağlanabilmesi için su-üretim fonksiyonlarının çok iyi bilinmesi gerekmektedir.

Özellikle, su kaynaklarının kısıtlı olduğu, plansız ve hızlı gelişen sanayi sektörü nedeniyle de suyun giderek azaldığı Trakya Bölgesinde, farklı bitki su stresi düzeylerine karşı elde edilecek verim ve kalite, su ve bitki yönetimi stratejilerinin geliştirilmesinde ve yöntem kullanımına karar vermede oldukça önemli olacaktır. Bu amaçla, damla sulama sistemi ile farklı sulama suyu altında yetiştirilecek enginarın sulama zamanı planlamasında ve bitki stres seviyesinin belirlenmesinde bitki–toprak-atmosfer ölçümlerini kapsayan bilgilere ihtiyaç vardır.

Damla sulama yöntemi, uygulama kolaylığı ve su kaynaklarını koruma açısından ön plana çıkmakta ve tarımda söz sahibi ülkelerde entansif üretim için kaçınılmaz olmaktadır. Sulama bir yatırım programıdır ve ortaya çıkan üretimden kar elde edilmesi belli bir süreci kapsamaktadır. Bu nedenle, sulama ile birlikte bitkilerden elde edilecek verim ve kalite artışı ile sağlanacak faydaların yanısıra ülke ekonomisine kazandıracığı faydaların göz ardı edilmemesi gerekir. Özellikle damla sulama ile elde edilecek yüksek verim ve kalitedeki ürünler ile öncelikle ülke talebinin karşılanması ve yurtdışı standartlarına uygun ürünler ile ihracatımızı artırmakta olası olacaktır. Ayrıca, sulama ve entansif tarım ile ülke ekonomisinde önemli bir yer tutan işsizlik sorunu ve kırsal alandaki insan nüfusunun büyük şehirlere taşınması da engellenebilir.

Su kaynaklarının kısıtlı olduğu ve mevcut su ile yüksek kalite ve verimin arandığı Trakya Bölgesi gibi bölgelerde sulu koşullarda ve ayrıca örtü altında alternatif üretimin yaratılabilmesi, iyi bir sulama programının geliştirilmesinin gerekliliği nedeniyle, toprak bitki ve atmosfer ilişkileri çok iyi irdelenerek, mevcut enginar üretiminin bölge koşullarında uygulanabilirliği araştırılmış ve yeni araştırmalara temel oluşturabilecek veriler elde edilmiştir.

Bu çalışma ile sera koşullarında damla sulama yöntemi ile farklı sulama suyu miktarları altında yetiştirilen iki çeşit enginar bitkisinin (*Cynara scolymus* L. cv *Bayrampaşa* ve *Starline F1*) su-verim ilişkileri ile su-üretim fonksiyonları belirlenmiştir.

Elde edilen çıktılar;

Bölgede sera koşullarında yetiştirilecek enginar bitkisinin sulama zamanının planlanması, bitki su tüketiminin belirlenmesi,

Az su kullanımı ve üniform su dağılımı gibi özelliklere sahip damla sulama yönteminin enginar bitkisinde uygulanabilirliği,

Topraktaki nem miktarının izlenmesinde tansiyometrelerin, damla sulama yöntemi ile sağlıklı bir şekilde kullanılabilirliği,



Bitki su stresinin belirlenmesinde toprağa dayalı ölçümler dışında, bitkiye ve çevre koşullarına dayalı ölçümlerin randımanlı bir şekilde yapılması, bu değerlerin sulama programlaması ve verim tahmininde kullanım olanaklarının araştırılması, denemeler süresince infrared termometre ile elde edilen sonuçların sağlıklı bir şekilde yorumlanması,

Trakya Bölgesindeki bitki yetiştiriciliğine, sera koşullarında alternatif bitki türlerinin eklenmesi ve bölge çiftçisi ile ülke ekonomisine katkı sağlanması,

Son günlerde, uzmanlar tarafından insan sağlığı açısından öneminin yoğun bir şekilde vurgulandığı enginarın, bölge koşullarında yetiştirme olanaklarının araştırılması,

Farklı sulama suyu miktarlarının, enginarın verim ve kalite özelliklerine etkisinin araştırılması, sulama ekonomisinin irdelenmesidir.

## 2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

### 2.1. Enginar Bitkisinin Su – Üretim Fonksiyonları

Sulama programlaması, bir bitkiye yetiştirme periyodu boyunca ne zaman ve ne kadar sulama suyu uygulanacağına ilişkin belirlenmesine yönelik çalışmaları kapsar. Bu kapsamda; öncelikle yörenin iklim, toprak, topoğrafya ve bitki özelliklerine uygun, mevcut suyun etkin olarak kullanılacağı, verim azalması yaratmayacak bir sulama yönteminin seçilmesi gerekmektedir. Sulama yöntemleri içerisinde, üniform su kullanımı, yüksek randıman, sulama suyu tasarrufu ve işletme kolaylığı bakımından, özellikle sebze ve meyve ağaçlarının sulanmasında damla sulama yöntemi ön plana çıkmaktadır. Günümüzde, İsrail'in sulu tarım alanlarının tamamı, Fransa'nın %95'i, Mısır'ın %62'si ve Amerika Birleşik Devletleri'nin %50'si damla sulama yöntemini içerisine alan basınçlı sulama yöntemleri ile sulanmaktadır (www.icid.org). Ülkemizde ise bu değerin tahmini olarak %10 civarında olduğu varsayılmasına karşın son yıllarda kullanımı giderek artmaktadır.

Ülkemizde ve dünyada farklı iklim ve bitki koşulları için sulama programlamasına ışık tutacak çok sayıda araştırmalar yapılmıştır. Yapılan bu çalışmaların bir kısmında, bitkilerin sulama zamanı planlaması topraktaki nem miktarının izlenmesi ve bu değerlendirmelerin bitki su kullanımı ve atmosferik ilişkiler ile birlikte incelenmesi şeklinde gerçekleştirilmektedir. Damla sulama yöntemi ile sulanan ve bitki-toprak-atmosfer ilişkileri dikkate alınarak değerlendirilen brokkoli, havuç, kabak, turp (Imtiyaz ve ark., 2000); kabak (Eliades, 1988; Randall ve Locassio, 1988); domates (Locassio ve Smajstrla, 1996); patates (Panigrahi ve ark., 2001; Ferreria ve Carr, 2002; Ünlü ve ark., 2006); çilek (Yuan ve ark., 2004a) ve enginar (Boari ve ark. 2012) gibi sebze ve meyve grubunda çok sayıda araştırma tamamlanmış ve bu yöntemin çabuk ve uygulanabilir sonuçlar verdiği açıklanmıştır.

Bitki su tüketimi, toprak nem düzeyinin tahmini ve bitki su stresi düzeyinin geniş alanlarda daha kısa sürede ve yüksek duyarlılık düzeyinde elde edilmesi ile sağlanabilmektedir (Ayan, 1994). Bitki su tüketimi (evapotranspirasyon) doğrudan ölçülebildiği gibi değişik yöntemler ile tahmin edilebilmektedir. Doğrudan ölçüm yöntemleri içerisinde su bütçesi tekniği ile topraktaki nem değişimleri izlenerek bitki su tüketimi hesaplanabilmektedir (Kanber, 1997). Topraktaki nem değişimleri, toprak nem sensörleri, nötronmetre, tansiyometre ve alçı blokları gibi araçların, kullanıldıkları toprak özelliklerine göre kalibrasyonu yapılarak izlenmektedir. Bu araçlar içerisinde tansiyometreler, toprak

neminin 0.85 atm değerine kadar sağlıklı sonuç vermektedir. Bu nedenle, tansiyometreler daha çok toprak neminin devamlı olarak tarla kapasitesi civarında tutulduğu damla sulama yönteminin uygulandığı tarla parsellerinde kullanılmaktadırlar (Yıldırım, 1996). Ayrıca, farklı bitkiler altında damla sulama yöntemi ile yapılan çalışmalarda tansiyometrelerin sağlıklı sonuçlar verdiği belirtilmiştir (Pier ve Doerge, 1995; Thompson ve ark., 2002; Wiedenfeld, 2004).

Akdeniz lkelerinde geniş alanlarda yetiştiriciliği yapılan ve oldukça çok tüketilen enginar, protein, vitamin ve besin maddelerince zengin ve çok iyi bir diyet sebzesi olması nedeniyle, lkemizde de bu sebze türüne olan talep hızlı bir şekilde artmaktadır. Enginar insan sağlığı açısından yararlı olması nedeniyle ilaç sanayisinde de yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Özellikle, kalp rahatsızlıklarına, kansere ve karaciğer rahatsızlıklarına karşı olumlu yönde etkisi olduğu söylenmektedir (Krauss ve ark., 1996). Enginarın karaciğer dostu olmasının yanında idrar söktürücü etkisi, böbrek taşlarının dökülmesi, sarılık tedavisi, safra salgısının arttırılması, damar sertliğine karşı koruyucu özelliği, kandaki yağ düzeyini düşürmesi gibi amaçlarla da kullanıldığı belirtilmektedir (Eser, 2002).

Enginarın, serin iklim bitkisi olarak, ülkemiz koşullarında, ilkbahar ve sonbahar aylarında, düşük sıcaklık ve düşük don riski ile birlikte tarımı yapılabilir. Ancak yüksek verim ve kalitede ürün sağlanabilmesi için su-üretim fonksiyonlarının çok iyi bilinmesi gerekmektedir.

Türkiye'nin farklı iklim ve toprak yapısına sahip olması nedeniyle sebze üretimi hemen her bölgeye yayılmakla birlikte bölgenin ekolojik yapısına bağlı olarak toplam üretim içindeki oranı değişmektedir. Genellikle retim en fazla yapıldığı Akdeniz Bölgesi rt altı sebze yetiştiriciliği, Ege ve Trakya ile Anadolu bölümünü içine alan Marmara ise açıkta sebze yetiştiriciliği açısından ön plandadır. Enginar üretiminin %82' si açık alan, %18'lik kısmı da rtaltı tarımından elde edilmektedir. Ege Bölgesi enginar üretiminde %28 üretim payı ile bölgeler arasında ilk sıradadır (zalp 2010).

Tipik bir Batı ve Orta Akdeniz lkeleri sebzesi olan enginarın (*Cynara scolymus* L.) ilk kültüre alınmasının Batı Akdeniz Havzasında M.S. (Milattan Sonra) ilk yüzyılda olduğu bildirilmiştir (Foury 1987). Enginar, iek tablası ve yapraklarından çeşitli şekillerde faydalanılan bir bitkidir. Sebze olarak değerlendirilen kısmı, "baş" olarak adlandırılan kapitulum eksen tablası ile brakte yaprakların bir araya gelmesiyle oluşan ve olgun olmayan çiçekleri de içeren organlar topluluğudur. Besin değeri oldukça yüksek olan enginar, içerdiği besin maddelerinin zenginliği bakımından sebze ve meyveler arasında ilk sıralarda yer almaktadır. Taze enginarın 100 g' ının tüketilmesi ile 86.5 g su, 9.9 g karbonhidrat, 2.8 g

protein, 0.2 g yağ, 150 mg vitamin A, 8 mg vitamin C, 310 mg potasyum (K), 69 mg fosfor (P), 51 mg kalsiyum (Ca), 30 mg sodyum (Na) ve 11 mg demir (Fe) besin olarak alınır (Ryder ve ark., 1983).

Enginar bitkisinin toprak altı gövdesi çok yıllıktır. Kök gövdesi üzerindeki uyur gözler sonbaharda ilk yağmurlardan veya sulandıktan sonra uyanıp sürerek ertesi yıl ürün verecek bitkileri meydana getirirler. Enginar geniş ve derin bir kök sistemine sahiptir. Çok iyi toprak koşullarında kökler 120 cm' den daha derine inebilmektedir (Abak, 1987; Foury, 1987)

Enginar, besleyiciliği yanında insan vücudunun fizyolojik faaliyetlerine de etkide bulunur. Vücutta biriken toksik maddelerin nötrleştirilmesine, kalp faaliyetlerinin düzenlenmesine ve kan dolaşımıyla kılcal damar direncine olumlu etkileri vardır. İçerdiği "ciarin" (1,5-dicaffeoyl-guinic acid) karaciğer, safrakesesi ve bağırsakların düzenli çalışmasını sağlar (Messegue, 1973; Ryder ve ark., 1983). Bazı yörelerde yaprakların kaynatılması ile elde edilen suyun içilmesi ve bazı hallerde de başlarının kaynatılarak sularının içilmesi ile böbrek taşlarının düşürülmesinde işe yaradığı söylenmektedir (Macit ve Şalk, 1970). Ayrıca, sarılık tedavisinde vücuttaki ödemin giderilmesinde kullanıldığı belirtilmektedir (Bayraktar,1981; Abak, 1987; Koçer, 1993). Bunların yanında enginarın, içerdiği krom nedeniyle şeker hastalığı tedavisinde de kullanıldığı bildirilmiştir (Müller ve ark.,1988).

Gelişmiş bir enginar bitkisi 1 m kadar yüksekliğe sahip olmakta ve toprak yüzeyinde 1.20 m<sup>2</sup> kadar bir alan kaplamaktadır. Yapraklar toprak üzerinde rozet şeklinde dizilmektedir. Bitkiler, çeşide ve yetiştirme mevsimlerine göre değişmekle birlikte 30-40 kadar yaprak oluşturabilmektedir (Choux ve Foury, 1994).

Dünyada ve ülkemizde yüksek verim ve kalitede ürün sağlanabilmesi için çeşitli bitki ve özellikle sebzelerin su - üretim fonksiyonlarının belirlenmesi ve sulama programlaması üzerine birçok araştırma yürütülmüştür.

Francois (1995) yaptığı çalışmada, sulama uygulamaları sonucu meydana gelen tuzluluğun enginar bitkisi üzerindeki etkilerini araştırmıştır. Potansiyel olarak tuzlu olan topraklar ve sulama suyu ile daha da artabilecek tuzluluk koşullarında oluşacak değişimleri incelemek için, iki sene süre ile çalışma yapılmıştır. Araştırma sonucunda sulama suyunda ve topraktaki tuzlulukta değişimler izlenmiş, toprak ekstraktı tuzluluk değerinin 6.1 dS m<sup>-1</sup> ye kadar artışının verim ve kalitede herhangi bir olumsuz duruma sebebiyet vermediği, üstünde gerçekleşen durumlarda ise %11.5 oranında bir verim azalması gerçekleştiğini açıklamıştır.

Mansour ve ark. (2000)' nın Tunus' ta yürüttükleri çalışmada enginarda damla ve karık sulama yöntemleri fertigasyon yöntemiyle karşılaştırılmış, fertigasyon uygulaması ile

damla sulamaya göre %16, karık sulamaya göre %71 daha fazla verim (8,3 baş bitki<sup>-1</sup>) elde edilmiştir.

Saleh (2003) tarafından yapılan çalışma 1998-2000 yılları yetiştiricilik periyodunda çalışılmıştır. Denemede üç ana amaç öngörülmüştür; 1) enginar bitkisinde gerçek kc değerinin belirlenmesinde gerekli olan sulama suyu miktarının belirlenmesi, 2) verim ve kaliteyi arttırabilmek için ihtiyaç duyulan N ve K miktarlarının bulunması ve 3) tuzluluğun yetiştiricilik üzerinde yaratmış olduğu olumsuz etkilerin giderilmeye çalışılmasıdır. Sonuçlarda en uygun enginar verim ve kalite değerlerinin alınması için A kaptan olan buharlaşmanın %75 ve 100 oranlarında tamamlandığı koşullarda yapılan sulamaların en etkili sulama uygulaması olduğu açıklanmıştır. Gübre düzeylerinde, N uygulaması olarak 300-350 kg ha<sup>-1</sup> ve K uygulaması olarak 400-450 kg ha<sup>-1</sup> miktar değerlerinin dinamik aplikasyonlarda en uygun ürün gelişimi ve kalite özelliklerini verdiğini açıklamıştır.

Litrico ve ark. (2004) yaptıkları çalışmada, İtalya Gioia Tauro Bölgesinde mevsimlik sulama suyu miktarının enginar verimi üzerine etkilerini incelemişlerdir. Üç enginar çeşidi üzerine mevsimlik sulama suyu ihtiyacının (ETm) %33, 66 ve 100' ünün uygulandığı şekilde deneme konuları oluşturulmuş ve araştırma yapılmıştır. 452.4 mm sulama suyu ile en yüksek uygulamanın yapıldığı konuda en iyi verim değerleri alınmış, %66 (301,3 mm) ve %33 (150,7 mm) konularında ise kayda değer bir istatistiki farklılık görülmediği açıklanmıştır.

Pomares ve ark. (2004) tarafından 2001-2002 yıllarında yapılan çalışmada, sulamanın ve gübrelemenin enginar yetiştiriciliğinde verim üzerine etkileri araştırılmıştır. Üç sulama konusu uygulanmış (ETc' nin %75, 100 ve 125' inin uygulandığı) ve toplam uygulanan su miktarları 4 104, 5 475 ve 7 265 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> olarak gerçekleşmiştir. Alınan verimler üzerine sulamanın önemli düzeyde etkisi olmuştur. Uygulanan dört farklı gübreleme konusunun ise karık ve damla sulama yöntemleri altında enginar verimi üzerine önemli bir etkilerinin olmadığı araştırmacılar açıklanmıştır.

Santini ve ark. (2008)' de bildirildiği üzere Mauro ve ark. (2008) tarafından İtalya Sicilya'da üç çeşit enginar bitkisinde yürütülen çalışmada damla sulama yöntemi uygulanmış, çimlenme çıkıştan itibaren 31 gün sonra başlatılan ve gün içerisinde saat 12:00 – 14:00 arasında beş dakikalık periyot aralığında üç kez yapılan sislemenin verime etkisi incelenmiştir. Sisleme uygulaması yapılan konularda Tema 2000, Violet de Provence ve Spinoso de Palermo çeşitlerinde pazarlanabilir verim sırasıyla %41,31 ve %12 daha yüksek olmuştur. Bu çeşitlerde elde edilen pazarlanabilir verimler 9745, 7549 ve 8221 adet ha<sup>-1</sup> bulunmuştur.

Enginar bitkisinin kurak ve yarı kurak bölgelerde sulama ve gübreleme uygulamalarına reaksiyonunun yüksek olduğu uygulamalarda görülmektedir. Yapılan çalışmada, tarla koşullarında yetiştiriciliği yapılan enginar bitkisinde üç farklı sulama düzeyi uygulanması (bitki su tüketiminin %50,75 ve 100' ü) ve farklı gübre düzeyleri kullanılmıştır. Sulama uygulamalarının gübre uygulamalarına göre daha etkili olduğu açıklanmıştır. ETC' nin %50' sinin karşılandığı konuda elde edilen baş verimi ve ağırlık değerlerinin en düşük olduğu, en yüksek verimin %100 ETC ve 120 kg ha<sup>-1</sup> N uygulamasından alındığı araştırma sonuçlarında belirtilmiştir (Shinohara 2008).

Şinik (2008) tarafından Almanyada enginar yetiştiriciliği üzerine yürütülen tez çalışmasında saksı ve tarla denemeleri gerçekleştirilmiştir. Farklı N dozları ve sulama suyu uygulamasının verim üzerine etkilerini araştırmıştır. Sulama suyu uygulamalarında yağmurlama sulama yöntemi kullanılmış, farklı zaman aralıklarında 20 – 25 mm sulama suyu uygulaması yapılmıştır. Ayrıca denemede sulama suyu uygulanmayan parseller oluşturulmuştur. Araştırma sonucunda en yüksek bitki verim 2,06 t ha<sup>-1</sup> ile sulama yapılan parsellerden elde edilmiştir.

Kolodziej ve Winiarska (2010) tarafından yapılan çalışma 2004-2006 yılları arasında yürütülmüştür. Araştırmada, damla sulama yöntemi kullanılan enginar yetiştiriciliğinde; sulama, sulama ile farklı gübreleme biçimlerinin verim, kalite parametreleri ve bitki içerisinde bulunan bazı önemli bileşikler üzerine olan etkilerinin incelenmesi amaçlanmıştır. Tesadüf blokları deneme deseninde 4 tekrarlamalı olarak kurulan denemede 2 m<sup>2</sup>' lik parseller oluşturulmuş, damla sulama uygulamaları T-tape lateral borularıyla yapılmıştır. Fertigasyonda sulamaya ek olarak %0,2' lik gübre solüsyonu (Universol Green) kullanılmıştır. Sulamalara kullanılabilir su tutma kapasitesinin (KSTK) %40 tüketildiğinde başlanmış ve topraktaki eksik nem Tarla Kapasitesi değerine çıkarılmak suretiyle sulamalar tamamlanmıştır. Toprak neminin takibinde toprak nem sensörü (ThetaProbe Type ML2x) kullanılmıştır. Denemede ilk yıl 130 mm, ikinci yıl 90 mm üçüncü yıl ise 150 mm su uygulanmıştır. Yetiştiricilikte yılda iki kez ürün hasadı yapılmış ve gerekli analizler-ölçümler (bitki yüksekliği, yaprak sayısı, baş sayısı vb.), tesadüfi şekilde alınan ürün ve bitki materyalleri üzerinde yapılmıştır. Elde edilen verimler kontrol konusunda ilk hasatta ve ikinci hasatta sırasıyla 267-344 g, sulama konusunda 362-448 g ve fertigasyon konusunda ise 401-520 g elde edilmiştir. Fertigasyon konusunda damla sulama ve kontrol konusuna göre verimler sırasıyla %20, %50 oranlarında daha yüksek elde edilmiştir. Genel olarak damla sulama ya da fertigasyon kullanımının enginarda vejetatif aksam gelişimini, ürün verimi ve büyüklüğünü arttırdığı görülmüştür.

Aynı zamanda bazı poly-flavonoidler ve CQA içeriklerinin de hem sulama hem de fertigasyon uygulamasında yüksek olduğu açıklanmıştır.

Boari ve ark. (2012) tarafından yapılan çalışmada farklı sulama suyu ve tuzluluk seviyelerinin Enginar yetiştiriciliği üzerine etkileri araştırılmıştır. Çalışmada konular, üç farklı sulama suyu tuzluluk değeri (0,5, 5, 10 dS m<sup>-1</sup>) ve üç farklı sulama suyu rejimi (KSTK' nın %20, 40 ve 60' ının kullanılması) şeklinde düzenlenmiştir. Araştırma sonuçlarında daha sık sulama yapılan konunun (%20) tuza dayanımının daha az sulama yapılan konuya (%60) göre yüksek gerçekleştiği belirtilmiştir. Tuzluluk seviyelerinin artması ile verimde düşmeler gözlenmiş (12,9 Mg ha<sup>-1</sup> dan 8,8 Mg ha<sup>-1</sup> a), meydana gelen enginar başlarında kuru madde miktarında artış gözlemlenirken kullanılabilir (pazarlanabilir) baş veriminde nisbi azalma meydana gelmiştir. Toplam pazarlanabilir enginar verimleri ise 11,4 – 10,0 Mg ha<sup>-1</sup> (W1-W3 konularında) elde edilmiştir.

Leskovar ve Xu (2012) tarafından, yüksek sıcaklık ve kuraklığın enginar yetiştiriciliğinde yaratabileceği olduğu olumsuz etkilerin neler olacağı ve bunların uygun sulama stratejileri ile nasıl giderilebileceği hakkında çalışma yapılmıştır. Bitkinin tohum olarak ekilmesi, fide şaşırtılması ve sonrasında kök-vejetatif aksam gelişiminde sulamanın önemi büyüktür. Uygun sulama ve bitki yetiştiricilik stratejileri ile ürün kalite-verim artışının sağlanabileceği, bunun ekonomik olarak yapılabileceği açıklanmıştır. Araştırmada bitkinin kuraklık toleransları, bitki su tüketimleri yağmurlama, damla ve karık sulama yöntemleri altında incelenmiştir. Sonuç olarak, Akdeniz iklim kuşağında damla sulama yönteminin kullanılabilirliğinin verim ve kalite üzerindeki etkileri, su kullanım randımanlarının yüksekliği sebepleriyle öne çıktığı açıklanmıştır.

Saleh ve ark. (2012) yaptıkları çalışmada, enginar bitkisinde verilmesi gereken optimum su miktarını belirlemek için düşük kaliteli-tuzlu ile sulamalar yapmışlardır. Deneme 2008-2010 yılları arasında yürütülmüş, denemede konular üç tuzluluk düzeyi (1,5, 3,0 ve 6,0 dS m<sup>-1</sup>) ve üç sulama düzeyi (A sınıfı kaptan olan buharlaşmanın %85, 100 ve 115' nin uygulanması) olmak üzere oluşturulmuştur. Tuzlu su uygulamalarının enginar baş oluşumu ve vejetatif aksam gelişimi üzerine olumsuz etkilerinin olduğu belirtilmiştir. Bunun yanı sıra, tuzluluğun önemli besin maddelerinin alımını zorlaştırarak zararlı element oluşumunu arttırdığı açıklanmıştır. Sulama suyu kullanım randımanı değerlerinin de %85 ve 115 konularında belli oranlarda daha az gerçekleştiği sonucuna varılmıştır.

Cantore ve ark. (2013) tarafından Bari - İtalya' da lizimetre koşullarında yetiştirilen enginar çeşidinin mevsimlik bitki su tüketimi ilk yıl 967 mm, ikinci yıl 911 mm elde

edilmiştir. Sulama programı kullanılabilir suyun %40' ının tüketilmesi halinde sulamalara başlanması ve eksik nemin tamamlanması şeklinde gerçekleştirilmiştir.

## **2.2. Bitki Su Stresinin Belirlenmesinde Bitkisel Yaklaşımlar**

Sulama programlamasında kullanılan yöntemleri genel olarak; toprağı, meteorolojik verileri ve bitkiyi baz alan yaklaşımlar olmak üzere üç grupta toplamak olasıdır. Bitkiler, toprak ve atmosferik çevrelerinin etkilerini bünyelerinde birleştirmektedirler. Bu nedenle sulama programlamasında bitkiyi baz alan ölçümlerin kullanılması son yıllarda giderek artan bir önem kazanmıştır (Ödemiş ve Baştuğ 1999). Özellikle, bitki yüzey sıcaklığının ölçülmesine dayalı infrared termometre tekniğı bitkiye dokunmaksızın, daha hızlı ve doğru ölçüm yapma olanağı sağladığından, popüleritesi artmaktadır. Anılan teknik, transpirasyonun yaprak yüzey sıcaklığını düşürmesi ilkesine dayanır. Bitkinin büyüme döneminde aldığı su sınırlanırsa, gözenek direnci artar, transpirasyon azalır ve yaprak sıcaklığı yükselir. Bu özellikten ve psikrometrik ölçümlerden yararlanarak bitki su stresi endeksi (CWSI) belirlenmektedir. Idso ve ark. (1981), potansiyel hızda transpirasyon yapan bir bitki için atmosferin buhar basıncı açığının (VPD) fonksiyonu olarak bitki tacı - hava sıcaklığı farkını ( $T_c - T_a$ ) ölçmüşler ve bu değerler arasında doğrusal bir ilişki olduğunu göstermişlerdir. Yeterli düzeyde sulanan ve potansiyel düzeyde transpirasyon yapan bitkiler için bu doğrusal ilişki alt baz çizgisi olarak adlandırılır. Bu ilişkinin bitki çeşidine bağlı olduğu ve geniş coğrafik alanlarda kabul edilebilir olduğu saptanmıştır (Idso ve ark. 1981). Buhar basıncı açığından bağımsız, hava sıcaklığına bağımlı olan bitki tacı - hava sıcaklığı farkının üst baz çizgisi ise transpirasyon yapmayan bitkilerde belirlenir. Bu biçimde elde edilen temel grafik yardımıyla, genellikle bitkilerin en çok streste olduğu öğle saatlerinde yapılan bitki yüzey sıcaklığı, kuru ve ıslak termometre sıcaklığı ölçümleri yapılarak CWSI hesaplanabilir. Alt ve üst sınır çizgilerinin bulunmasında teorik ve deneysel yaklaşım kullanılabilir. Her ikisinde de CWSI sıfır ile bir arasında değişir (Idso 1982). Horst ve ark. (1989) su stresinin olmadığı alt sınırın bitki türüne, çeşidine ve çevre koşullarına bağlı olduğunu ifade etmişlerdir.

Ülkemizde ve dünyada birçok araştırmacı tarafından çeşitli bitkiler üzerine farklı iklim ve bölge koşullarında yapılan çalışmalar sonucunda, CWSI' nin sulama programlarının hazırlanmasında kullanılabileceğı belirtilmiştir (Nielsen ve Gardner 1987, Gençoğlan ve Yazar 1999, Yazar ve ark., 1999, Irmak ve ark. 2000, Alderfasi ve Nielsen 2001, Orta ve ark. 2002, Colaizzi ve ark. 2003, Orta ve ark. 2003, Yuan ve ark. 2004, Gonza'lez-Dugo ve ark.



2005, Erdem ve ark. 2010). Aynı araştırmacılar, CWSI ile sulama zamanının belirlenebileceğini, ancak, bu yöntemin uygulanacak sulama suyu konusunda bir fikir vermeyeceğini açıklamışlardır.

Trakya Bölgesinde yoğun olarak yetiştiriciliği yapılan, ayçiçeği, karpuz, buğday, patates, fasulye bitkileri için, bitki su stresi indeksinin (CWSI) belirlenmesi ve sulama zamanı planlamasında kullanım olanaklarının araştırılması amacıyla yürütölen araştırmalarda (Orta ve ark. 2002; Orta ve ark. 2003; Orta ve ark. 2004; Erdem ve ark. 2006a; Erdem ve ark. 2006b, Erdem ve ark. 2010) infrared termometre tekniği ile bitki su stresi indeksinin (CWSI) hesaplanmasında yararlanılan alt ve üst baz çizgileri belirlenerek, verim tahmininde kullanılabilecek mevsimlik ortalama CWSI ile verimler arasındaki ilişkiler ortaya konmuştur. Ayrıca, porometre tekniği ile yaprak gözenek dirençleri ölçölmüş ve CWSI, yaprak gözenek direnci ve toprak nemi arasındaki ilişkiler açıklanmıştır. Trakya koşullarında enginarın su kullanım özelliklerinin belirlenmesine yönelik herhangi bir çalışma bugüne kadar yapılmamıştır. Dünyada ve ölkemizde, uzaktan algılama tekniklerinin sulama zamanının planlanmasında kullanım olanaklarının araştırıldığı çalışma sayısı da çok az olup, mevcut çalışmalar aşağıda özetlenmeye çalışılmıştır.

Gardner ve ark. (1992b), bitki su stresi indeksi ile bitkiye ilişkin diğer su stresi ölçüm parametreleri, yaprak su potansiyeli, biomass, gözenek direnci, verim, transpirasyon ve toprak nemi gibi faktörler arasındaki ilişkilerin açıklanmaya çalışıldığı çok sayıda araştırmayı listelemiştir. Bu araştırmalar içinde, özellikle sebze grubuna giren pazı, bezelye, domates ve kabak gibi bitkilerde sırasıyla, Idso (1982), Clark ve Hiler (1973), Kateriji ve ark. (1987), Hatfield ve ark. (1983), Hatfield ve ark. (1984a), Idso ve ark. 1981a için bu ilişkilerin çoğu belirlenmiştir.

Gençoğlan ve Yazar (1999), Çukurova koşullarında I. ürün mısır bitkisinde, su – verim ilişkileri, IRT ve porometre gözlemlerinden saptanan bitki su stres indekslerinden (CWSI) yararlanarak sulama programı hazırlamak amacıyla bir araştırma yürötmüşlerdir. Mısır dane veriminin düşmeye başladığı, sulamadan önceki infrared gözlemlerinden belirlenen eşik CWSI değerini 0.19, porometre gözlemlerinden belirlenen eşik değerinin ise 0.26 olarak bulunduğunu ve bu koşullarda sulanan mısırdaki verim kaybı olmayacağını belirtmişlerdir.

Yazar ve ark. (1999), Texas'ta LEPA yöntemiyle farklı düzeylerde sulanan mısır bitkisinde CWSI değerlerini ampirik yöntemle belirlemişler ve verimde azalmanın olmadığı stres eşik değerini 0,33 olarak belirlemişlerdir. Tam sulanan konuda mısır verimi 12460 kg ha<sup>-1</sup> olarak belirlenmiştir.

Sulama programlamasında su stresinin belirlenmesinde bitki su stres indeksi değeri oldukça değerli bir izleme ve değerlendirme parametresidir. 1990 - 1991 yıllarında Kolorado, ABD’de yapılan çalışmada, buğday sulama programlamasında kullanılmak üzere bazı denklemlerinin oluşturulması ile CWSI değerlerinin elde edilmesi amaçlanmıştır. Çalışmada, bitki yüzey sıcaklığı-hava sıcaklığı ile atmosferik buhar basıncı açığı arasında negatif bir ilişki olduğu açıklanmıştır (Alderfasi ve Nielsen 2001).

Kuzey Çin platosunda yürütülen çalışmada, CWSI’ nin tanımlanmasında üç farklı model olan, Idso deneysel metodu, Jackson teorik metodu ve yeni geliştirilen Alves modeli kullanılmış; yüzeyden yansıyan sıcaklığın ifadesi olan ıslak termometre sıcaklığı ve bitki yüzey direncinin değerlendirilmesiyle elde edilmiş olan çok sayıda veri dikkate alınmıştır. Elde edilen sonuçlar Jackson ve Alves modellerinin deneysel modele göre kışlık buğdayın su stresinin belirlenmesinde daha iyi sonuçlar verdiğini göstermiştir. Jackson modelinin daha belirleyici değerler vermesinin yanında, Alves modelinin buğdayda su stresinin bulunmasında daha pratik olarak kullanılabileceği belirtilmiştir (Yuan ve ark. 2004).

Silva ve Rao (2005) yarı kurak iklime sahip Kuzey Doğu Brezilya’da Ağustos 1993 - Ocak 1994 ayları arasında yetiştirilen pamuk bitkisinde, enerji dengesi eşitliği temel alınarak günlük ve mevsimlik bitki su stres indeksi (CWSI) değerlerinin değişiminin incelenmesi amaçlanmıştır. Bitki yüzey alanı sıcaklığı, hava sıcaklığı, net radyasyon, rüzgar hızı ve psikrometrik ölçümler yapılmıştır. CWSI değeri 0,3 olduğu zaman sulamalara başlanması yaklaşımında bulunulmuştur.

Erdem ve ark. (2006b) tarafından Tekirdağ koşullarında, damla sulama yöntemi ile sulanan fasulyenin, maksimum su stresi (%0) ve tam sulama koşullarında (%100), bitki su stresi indeks (CWSI) değerlerinin elde edilmesinde kullanılan bitki tacı-hava sıcaklığı farkı ile buhar basıncı açığı arasındaki ilişkileri belirlemek amacıyla bir araştırma yürütülmüştür. Çalışmada, beş farklı sulama konusunun (tam sulanan konuda 60 cm toprak derinliğinde, kullanılabilir su tutma kapasitesinin yaklaşık %50’ si tüketildiğinde eksik nemin %0, 25, 50, 75 ve 100’ ünün karşılandığı) verim ve sayısal yaklaşım ile hesaplanan bitki su stresi indeksi değerlerine etkisi araştırılmıştır. En yüksek verim ve su kullanımı bitki su ihtiyacının tamamının karşılandığı konudan elde edilmiştir. Verim değerleri ile ortalama CWSI değerleri arasında verim tahmininde kullanılabilecek ‘ $Y = 2.731 - 2.034 \text{ CWSI}$ ’ doğrusal eşitliği elde edilmiştir.

Sulama zamanı planlamasında, uzaktan algılama uygulamaları, toprak tabanlı ölçüm yöntemlerine göre daha hızlı sonuç almayı sağlamaktadırlar. Arizona ABD’ de pamuk bitkisinde yürütülen araştırmada, bitki yüzey sıcaklığı ve bitki su stresinin belirlenmesi

amaçlanmıştır. Kullanılan ölçüm teknikleri ve simülasyon modelleri istatistik olarak değerlendirilmiş, düşük ve orta stres koşullarında bitki yüzey sıcaklığının ( $T_c$ ) bitki su stresinin (CWSI) belirlenmesinde kullanılabileceği açıklanmış, yüksek stres koşullarına ise bitki su stresinin belirlenmesinde tavsiye edilmemiştir. Ayrıca, elde edilecek değerler ile kısıtlı su koşullarında ürün veriminin maksimuma çıkarılmasının mümkün olacağı belirtilmiştir (Gonzales-Dugo ve ark. 2005).

Payero ve Irmak (2006) sulama zamanı planlamasında infrared termometrenin dolayısıyla CWSI'nın kullanımının artırılması amacıyla, Nebraska koşullarında yürüttükleri çalışmalarda mısır ve soya bitkisine ait alt ve üst baz denklemlerini deneysel yaklaşımdan yararlanarak, buhar basıncı açığı, bitki yüksekliği, solar radyasyon ve rüzgar hızının bir fonksiyonu olarak regrasyon analizleri ile elde etmişlerdir. Mısır için üst baz değeri " $T_c - T_a = 1.61$ ", alt baz denklemi ise " $T_c - T_a = 1.58 - 1.66 \text{ VPD}$ " olarak bulunmuştur. Ayrıca, araştırmacılar mısır için daha önce çeşitli araştırmacılar tarafından belirlenen alt baz denklemlerini grafikleyerek, üst baz değerlerinin ise Shanahan ve Nielsen (1987), Nielsen ve Gardner (1987) tarafından  $3 \text{ }^\circ\text{C}$ , Steele ve ark. (1994) tarafından  $5 \text{ }^\circ\text{C}$ , Irmak ve ark. (2000) tarafından  $4,6 \text{ }^\circ\text{C}$  olarak belirlendiğini açıklamışlardır.

Adana koşullarında yetiştirilen pamuk bitkisinde, farklı su ve gübre uygulamalarına karşı su stres indeksinin değişimi araştırılmıştır. Çalışmada üç farklı sulama konusu ele alınmıştır. Yaprak su potansiyeli değerleri baz alınarak yapılan ilk sulamalar, topraktaki eksik nem değeri tarla kapasitesine getirilecek şekilde uygulanmıştır. Diğer sulamalar açık su yüzeyi buharlaşma kabından elde edilen yaklaşık birer haftalık yığılımlı buharlaşma değerlerinin %100'nün  $I_1$  konusuna, %70'inin  $I_2$  konusuna ve %50'sinin  $I_3$  konusuna uygulanmasıyla gerçekleştirilmiştir. Araştırmada  $I_1$ ,  $I_2$  ve  $I_3$  deneme konularına sırasıyla 493, 316 ve 163 mm sulama suyu uygulanmıştır. Söz konusu sulama konularında kütlü verimleri sırayla 312, 349 ve 334  $\text{kg da}^{-1}$  olmuştur. Çalışma sonucunda deneme konularından elde edilen sulama öncesi ortalama CWSI değerleri;  $I_1$  için 0,06,  $I_2$  için 0,15 ve  $I_3$  için 0,30 olarak hesaplanmıştır. Bu sonuçlar doğrultusunda farklı su ve gübre düzeyleri altında verimde çok önemli farklılıklar olmadığından,  $I_3$  konusuna ait  $\text{CWSI} = 0,30$  değerinin ölçüt olarak alınacağı saptanmıştır (Kaçar 2007).

Dağdelen ve ark. (2008) tarafından yürütülen çalışmada; karık sulama ile sulanan mısır bitkisinde bitki su stres indeksi, bitki yüzey alanı sıcaklığı ve buhar basıncı açığı arasındaki ilişki incelenerek belirlenmeye çalışılmıştır. Beş farklı sulama (%100, 70, 50, 30 ve 0) konusu ile yapılan sulamalara karşılık elde edilen mısır verimi ve CWSI sonuçları incelenmiştir. En yüksek mısır verimi ve su kullanımı optimum konuda (%100) elde

edilmiştir. CWSI değerleri topraktaki nem azalmasını sağlayan kısıntılı sulama uygulamalarıyla paralel olarak değişmiştir, topraktaki suyun azalmasına bağlı olarak CWSI değerleri artmıştır. Sulama öncesi ortalama CWSI değeri 0.22 olduğunda en yüksek silaj verimi elde edilmiş ve  $Y = 59258CWSI^2 - 72051CWSI + 24060$  eşitliğinin mısır bitkisi verim tahmininde kullanılabileceği açıklanmıştır.

Gontia ve Tiwari (2008) tarafından yürütülen çalışmada, bitki yüzey - hava sıcaklığı ve buhar basıncı açığı (VPD) arasındaki ilişkiler belirlenerek, kışlık buğday bitkisinde bitki su stres indeksi (CWSI) değerleri belirlenmeye çalışılmıştır. Araştırmada deneme konuları ihtiyaç duyulan sulama suyunun tamamının karşılandığı, sulama suyu uygulanmayan ve kullanılmasına izin verilen nemin %10, 40, 60' ının tüketildiği konulardan oluşturulmuştur. Geliştirilen CWSI değerlerinin buğdayda bitki su stresinin izlenmesinde ve sulama zamanı planlamasında kullanılabileceği açıklanmıştır.

Bitkiye dayalı sulama programlama tekniklerinden olan infrared termometre yöntemi ile su uygulama zamanı bilinirken, sulama suyu miktarı konusunda fikir sahibi olunamamaktadır. Yöntemin bu eksikliğini gidermek amacıyla yürütülen bu çalışmada; toprak profilindeki kullanılabilir suyun tüketilen yüzdesini (fDEP) doğrudan bitki su stres indeksi ile ilişkilendiren bir yaklaşım incelenmiştir. Araştırmada kök bölgesindeki kullanılabilir suyun %40, 60, 80 'i tüketildiğinde sulama suyu uygulama şeklinde 3 farklı sulama konusu ele alınmıştır. Kuramsal CWSI ile fDEP arasındaki ilişkiler belirlenerek sulamalar öncesi toprak profilinden tüketilen su miktarı belirlenmiş dolayısıyla sulamada uygulanacak sulama suyu miktarı da belirlenmiştir. Böylece, CWSI yöntemi hem sulama zamanını hem de ne kadar su uygulanması gerektiğini belirleyebilen bir yaklaşım haline dönüştürülmüştür (Gençel 2009).

Erdem ve ark. (2010) tarafından Tekirdağ koşullarında yürütülen çalışmada, brokkoli bitkisinin, damla sulama ile fertigasyon tekniği kullanılarak; verim ve verim öğelerinin, bitki su tüketimi ve uygun sulama programlarının belirlenmesi amaçlanmıştır. Deneme A sınıfı kaptan olan buharlaşmanın %50, 75, 100 ve 125' i kadar sulama suyu ve dekara 0, 15, 20 ve 25 kg' lık azotlu gübre konuları olmak üzere 16 konuda yürütülmüştür. En yüksek verim değerleri her iki dönemde de %50 konusunda gerçekleşmiştir. Mevsimlik su tüketimi değerleri ilkbahar ve sonbahar dönemlerinde sırasıyla 187-326 mm ve 242-346 mm olarak bulunmuştur. Ayrıca çalışmada, bitki yüzey sıcaklığı, hava sıcaklığı ve VPD değerlerinden yararlanılarak sayısal yaklaşım ile CWSI hesaplanmıştır. Brokkoli sulamasında CWSI değeri 0,61' e ulaştığında sulamaya başlanmasının daha uygun olacağı belirtilmiştir. Verim değerleri ile ortalama CWSI değerleri arasında verim tahmininde kullanılabilecek  $Y = 2,731 - 2,034 CWSI$  doğrusal eşitliği elde edilmiştir.

Literatürde adı geçen tüm yöntem ve modellerin farklı bölge ve bitki çeşidi için test edilmesi yani kullanılabilirliğinin ortaya konulması ve geliştirilmesi gerekmektedir. Trakya Bölgesi' nde yetiştirilen sebze grubu içinde yer alan karpuz bitkisinde sulamaya başlanması gereken CWSI değeri 0,41; kabak bitkisinde 0,38; bağda 0,21 olarak elde edilmiştir (Orta ve ark. 2003, Özer 2012; Ahi ve ark. 2014)

### **3. MATERYAL ve YÖNTEM**

#### **3.1. Materyal**

Bu bölümde, araştırmada kullanılan materyal ile arazi, laboratuvar ve büro çalışmalarında uygulanan yöntemler açıklanmıştır.

##### **3.1.1. Araştırma alanı**

Araştırma, 2013-2014 Tekirdağ ili Namık Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Uygulama Alanı' nda yer alan 36.00 m x 8.00 m boyutlarındaki serada yürütülmüştür. Araştırma alanının fakülte arazisindeki konumu Şekil 3.1' de verilmiştir.

##### **3.1.2. İklim özellikleri**

Araştırmanın yürütüldüğü Tekirdağ iline ait, Meteoroloji Genel Müdürlüğü Araştırma ve Bilgi İşlem Daire Başkanlığından sağlanan 1954 – 2013 yıllarına ait her aya ilişkin uzun yıllar ortalamaları Çizelge 3.1' de ve araştırmanın yürütüldüğü 2013–2014 yılına ait bazı iklim elemanlarının onar günlük ortalama değerleri Çizelge 3.2' de verilmiştir.

Araştırma alanı yarı kurak bir iklim kuşağı içinde yer almaktadır. Uzun yıllar ortalamaları dikkate alındığında; yıllık ortalama sıcaklık 14,1 °C olup, aylık sıcaklık ortalamaları açısından en soğuk ay 4,8 °C ile Ocak, en sıcak 23,8 °C ile Temmuz aylarıdır. Yıllık ortalama yağış miktarı 588,4 mm' dir. Ortalama son don tarihi 21 Mart, ilk don tarihi ise 7 Aralık' tır. Yıllık ortalama bağıl nem %78,1 olup, bu değer Temmuz ayında %70,7' ye düşmekte ve Ocak ayında %82,8' e yükselmektedir. Yıllık ortalama rüzgâr hızının 2 m yükseklikteki değerleri 2,7 m s<sup>-1</sup> dir.

Araştırma serasında yetiştiricilik periyodu boyunca sera içine yerleştirilen meteoroloji istasyonundan (Aqua wheater model) ölçülen iklim elemanlarının onar günlük ortalama değerleri Çizelge 3.3' de verilmiştir.

##### **3.1.3. Toprak özellikleri**

Araştırma alanı genellikle killi tın bünyeye sahip, organik madde içeriği zayıf, potasyumca zengin topraklardan oluşmakta, taban suyu, tuzluluk ve sodyumluluk gibi sorunlar bulunmamaktadır.

### 3.1.4. Sulama sistemi

Araştırmada kullanılan deneme planı ve bir deneme parseli ile sulama sistemi ayrıntıları sırasıyla Şekil 3.2. ve 3.3.' de verilmiştir. Deneme alanı 36,0 x 8,0 m boyutlarında olup, toplam 288 m<sup>2</sup>' dir. Bir deneme parseli 4,0 x 3,0 m boyutlarında olmak üzere toplam 12,0 m<sup>2</sup> alana sahiptir ve 4 adet bitki sırasından oluşmaktadır. Her deneme parselindeki bitki sayısı 12 adettir. Bitkilerin sıra aralığı ve sıra üzeri 1,00 m' dir. Tüm kenarlardaki birer bitki sırası, kenar etkisi göz önüne alınarak, hasat parseli dışında bırakılmıştır. Parsellerin düzenlenmesi sırasında bloklar ve parseller arasında 1,0 m boşluk bırakılmıştır.

Sulama sistemi sırasıyla, su kaynağı, gübre tankı, elek filtre, boru hatları ve damlaticılardan oluşturulmuştur. Araştırma parsellerinin sulanması için gerekli olan sulama suyu, deneme alanı yakınından geçen şehir şebeke hattından alınarak sisteme verilmiştir. Sulama suyu kontrol biriminde damlaticıları tıkamayacak biçimde süzülüp basıncı ve debisi denetlenerek deneme parsellerine dağıtılmıştır. Sulama sistemi içerisinde; ana boru hattı ve manifold boru hatları için 16 mm dış çaplı yumuşak PE borular ve lateraller için üzerinde toprağın infiltrasyon hızına göre aralıkları ve debisi belirlenmiş basınç düzenleyicili in-line damlaticıların bulunduğu 16 mm çapında yumuşak PE borular kullanılmıştır (Şekil 3.3).

### 3.1.5. Tansiyometre

Araştırmada, toprak nem değişimi tansiyometre ile izlenmiştir. Bu amaçla Irrrometer firması tarafından üretilen, SR Model tansiyometreler kullanılmıştır. Nem belirlemeleri için Güngör ve Yıldırım (1989)' da belirtilen esaslara uygun olarak, deneme parsellerine 30 cm ve 60 cm toprak derinliğinde olacak şekilde yerleştirilen 2 adet tansiyometre çakılmıştır (Şekil 3.4). Çalışmaya başlamadan önce arazi koşullarında tansiyometre kalibrasyonu yapılmış ve her bir 30 cm' lik katman için denklemler elde edilmiştir.

Değişik katmanlar için hazırlanan kalibrasyon eğrilerine ilişkin denklemler Yurtsever (1984) tarafından verilen esaslara göre test edilerek homojen oldukları belirlenmiştir. Bu nedenle tüm katmanlara ilişkin kalibrasyon eğrileri ve eşitlikleri yerine tüm profili temsil eden bir eğri ve eşitlik kullanılmıştır (Şekil 3.5).

### 3.1.6. İnfared termometre aletinin özellikleri

Araştırmada, bitki su stresinin belirlenmesi amacıyla, bitki taç sıcaklığı ölçümlerinde “Fluke 574 Model”; 3 noktalı lazer ışını ile sıcaklık ölçümleri alan, ayarlanabilir görüş açısı (FOV) özelliğine ve bitki taç sıcaklığı ölçümlerinde 8-14 µ dalga boyunda ışınları algılayan filtrelelere sahip, emissivite katsayısı 0,98 olarak ayarlanmış portatif infared termometre kullanılmıştır.

### 3.1.7. Bitki özellikleri

Araştırmada Bayrampaşa ve Starline F1 olarak anılan enginar (*Cynara scolymus* L. cv. *Bayrampaşa* ve *Starline F1*) çeşitleri kullanılmıştır. Bayrampaşa çeşidi, dinlenme halinde olan bitkinin toprak altındaki gövdesinden alınmış ve üzerindeki gözler uyandırılarak kullanılmıştır. Starline F1 hibrit çeşidi ise, fide halinde parsellere şaşırtılarak yetiştirilmiştir. Starline F1 çeşidi erkenci ve yüksek verimli olup güçlü kök ve gövde yapısına sahiptir. Bayrampaşa çeşidi oldukça iri ve basık başlı özellik gösterir ve iri çiçek tablası taşır. Geççi çeşit olması taze tüketim oranını azaltmaktadır.





Şekil 3.1. Araştırma alanı (Google Earth,2014)

**Çizelge 3.1.** Araştırma alanına ilişkin iklim değerlerinin uzun yıllar ortalamaları (1954 - 2013)

Uzun Yıllar İklim Verileri	Aylar												Yıllık Ortalama
	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	
Ortalama sıcaklık (°C)	4,8	5,2	7,5	11,9	16,9	21,4	23,7	23,8	19,9	15,4	11,0	7,1	14,1
Ortalama mak. sıcaklık (°C)	8,1	8,8	11,0	15,7	20,6	25,3	27,9	28,0	24,3	19,6	14,7	10,5	17,9
Ortalama min. sıcaklık (°C)	2,0	2,2	4,1	8,1	12,6	16,5	18,9	19,2	15,9	12,0	7,9	4,3	10,3
Ortalama bağıl nem (%)	82,8	80,9	80,7	78,6	77,2	73,8	70,7	72,0	75,4	79,6	82,3	82,8	78,1
Ortalama rüzgar hızı* (m s <sup>-1</sup> )	3,0	3,1	2,8	2,3	2,2	2,2	2,6	2,7	2,6	2,7	2,7	3,1	2,7
Ort. güneşlenme süresi (h)	2,4	3,2	4,1	5,4	7,5	9,1	9,5	9,0	7,2	4,5	3,2	2,3	5,6
Yağış (mm)	67,0	55,5	54,7	42,1	37,2	36,8	23,3	12,8	36,1	62,4	75,6	84,9	588,4
Buharlaşma (mm)	-	-	-	62,4	112,4	138,1	176,8	170,2	113,2	67,8	22,6	9,2	872,7

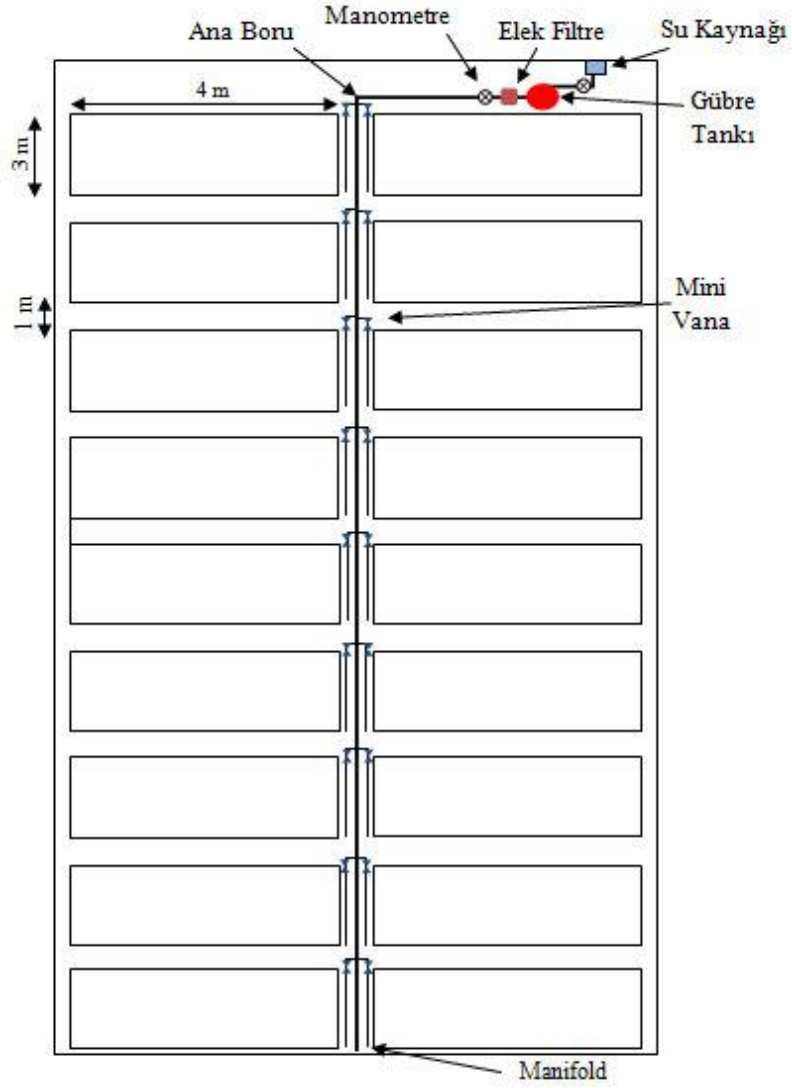
\*: 2 m yükseklikte ölçülen değerdir.

**Çizelge 3.2.** Araştırma alanına ilişkin 2013 ve 2014 yıllarına ait iklim verileri

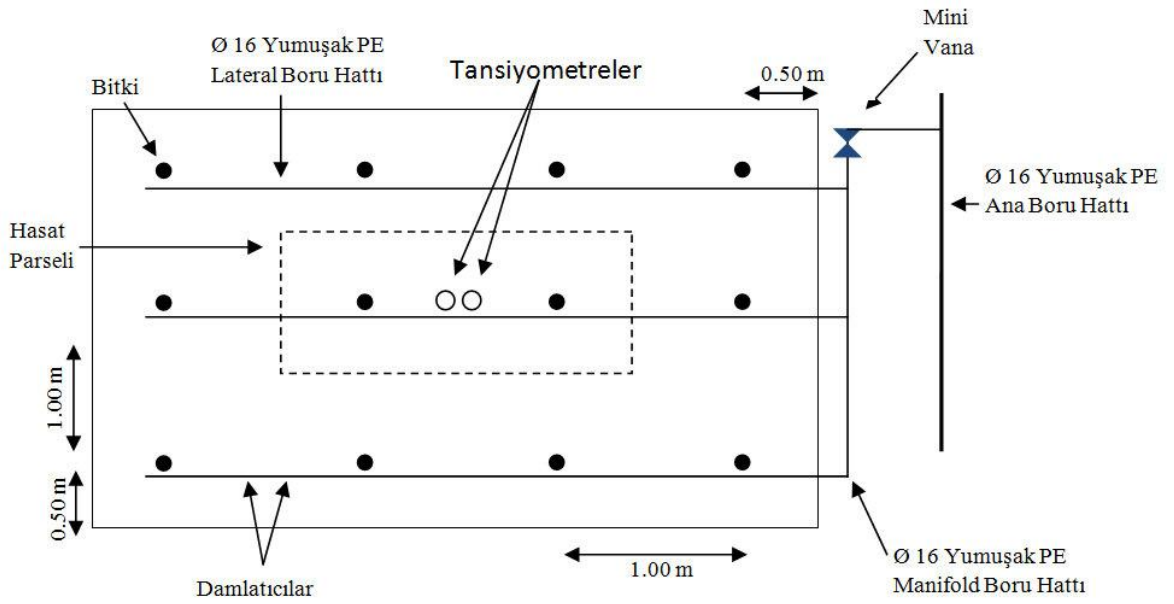
Yıllar	Aylar	Ortalama sıcaklık (°C)	Ortalama bağıl nem (%)	Ortalama rüzgar hızı (m s <sup>-1</sup> )	Güneşlenme süresi (h)	Buharlaşma miktarı (mm)	Toplam Yağış (mm)
2013	Eylül 1-10	22,3	57,2	2,9	9,1	4,1	0,0
	Eylül 11-20	22,0	63,5	2,0	7,9	3,4	9,2
	Eylül 21-30	20,5	63,5	2,9	8,2	3,0	1,0
		<b>21,6</b>	<b>61,4</b>	<b>2,6</b>	<b>8,4</b>	<b>3,5</b>	<b>10,2</b>
	Ekim 1-10	12,6	68,0	2,8	6,9	1,8	40,0
	Ekim 11-20	16,0	81,0	2,2	5,7	1,5	53,0
	Ekim 21-31	14,3	79,4	1,6	6,9	1,5	0,0
		<b>14,3</b>	<b>76,1</b>	<b>2,2</b>	<b>6,5</b>	<b>1,6</b>	<b>93,0</b>
	Kasım 1-10	15,0	78,3	2,5	5,5	1,3	9,0
	Kasım 11-20	12,8	75,3	1,0	3,1	1,2	0,0
	Kasım 21-30	11,1	83,4	4,6	2,2	0,7	22
		<b>13,0</b>	<b>79,0</b>	<b>2,7</b>	<b>3,6</b>	<b>1,1</b>	<b>31,0</b>
2014	Aralık 1-10	7,0	66,3	3,1	3,6	1,0	1,8
	Aralık 11-20	4,9	73,0	2,6	2,2	0,7	0,6
	Aralık 21-31	6,6	82,3	2,5	2,2	0,5	0,0
		<b>6,2</b>	<b>73,9</b>	<b>2,7</b>	<b>2,7</b>	<b>0,7</b>	<b>2,4</b>
	Ocak 1-10	7,7	90,2	2,0	1,2	0,5	0,0
	Ocak 11-20	9,1	60,0	1,5	1,8	0,7	0,6
	Ocak 21-31	9,2	88,5	3,6	1,2	0,8	43,4
		<b>8,7</b>	<b>79,6</b>	<b>2,4</b>	<b>1,4</b>	<b>0,7</b>	<b>44,0</b>
	Şubat 1-10	8,0	79,8	3,6	2,2	1,1	4,4
	Şubat 11-20	10,4	84,3	1,7	4,5	0,9	1,0
	Şubat 21-28	7,3	62,9	2,2	0,9	0,9	0,6
		<b>8,6</b>	<b>75,6</b>	<b>2,5</b>	<b>2,5</b>	<b>1,0</b>	<b>6,0</b>
Mart 1-10	7,9	89,0	2,5	2,3	1,1	46,8	
Mart 11-20	8,8	67,2	2,6	7,5	2,1	2,6	
Mart 21-31	10,7	88,6	1,9	6,0	1,9	15,8	
	<b>9,1</b>	<b>81,6</b>	<b>2,3</b>	<b>5,3</b>	<b>1,7</b>	<b>65,2</b>	
Nisan 1-10	12,4	78,9	2,2	5,1	2,2	13,6	
Nisan 11-20	12,7	83,3	2,6	5,7	2,3	22,4	
Nisan 21-30	15,1	87,7	2,4	3,6	2,2	5,2	
	<b>13,4</b>	<b>83,3</b>	<b>2,4</b>	<b>4,8</b>	<b>2,2</b>	<b>41,2</b>	
Mayıs 1-10	14,7	86,0	2,6	4,0	2,3	33,2	
Mayıs 11-20	17,5	77,0	4,3	7,6	3,6	12,2	
Mayıs 21-31	18,3	78,5	2,3	7,1	3,4	19,8	
	<b>16,8</b>	<b>8,5</b>	<b>3,1</b>	<b>6,2</b>	<b>3,1</b>	<b>65,2</b>	
Haziran 1-10	19,8	82,6	2,4	1,5	3,3	52,8	
Haziran 11-20	22,5	63,4	2,2	7,6	4,1	4,6	
Haziran 21-30	23,1	67,9	3,1	8,9	4,9	2,4	
	<b>21,8</b>	<b>71,3</b>	<b>2,6</b>	<b>6,0</b>	<b>4,1</b>	<b>60,0</b>	

**Çizelge 3.3.** Sera içindeki meteoroloji istasyonundan (Aqua Weather) alınan iklim değerleri

Yıl	Ay	Sera Sıcaklığı (°C)	Nem (%)	Çiğlenme Noktası Sıcaklığı (°C)
2013	Kasım 1-10	19,66	57,04	12,87
	Kasım 11-20	17,25	64,41	12,72
	Kasım 21-30	24,62	49,80	13,48
		<b>20,51</b>	<b>57,08</b>	<b>13,02</b>
	Aralık 1-10	20,94	51,44	10,56
	Aralık 11-20	25,03	39,28	10,11
Aralık 21-31	6,89	85,38	4,50	
	<b>17,62</b>	<b>58,70</b>	<b>8,39</b>	
2014	Ocak 1-10	8,44	90,20	6,90
	Ocak 11-20	10,21	87,39	8,12
	Ocak 21-31	8,64	89,49	6,94
		<b>9,10</b>	<b>89,03</b>	<b>7,32</b>
	Şubat 1-10	9,80	86,01	7,31
	Şubat 11-20	21,75	62,02	14,06
	Şubat 21-28	11,60	64,50	7,48
		<b>14,38</b>	<b>70,84</b>	<b>9,62</b>
	Mart 1-10	17,22	75,40	14,02
	Mart 11-20	16,09	81,07	13,10
	Mart 21-31	11,62	77,48	8,70
		<b>14,98</b>	<b>77,98</b>	<b>11,94</b>
	Nisan 1-10	13,04	75,40	8,92
	Nisan 11-20	13,31	78,21	9,19
	Nisan 21-30	19,79	67,38	13,35
		<b>15,38</b>	<b>73,66</b>	<b>10,49</b>
	Mayıs 1-10	17,03	79,14	13,24
	Mayıs 11-20	23,65	69,27	17,44
Mayıs 21-31	25,43	74,49	18,75	
	<b>22,04</b>	<b>74,30</b>	<b>16,48</b>	
Haziran 1-10	21,19	62,07	15,63	
Haziran 11-20	23,81	69,75	17,56	
Haziran 21-30	24,07	61,73	15,58	
	<b>23,03</b>	<b>64,52</b>	<b>16,26</b>	



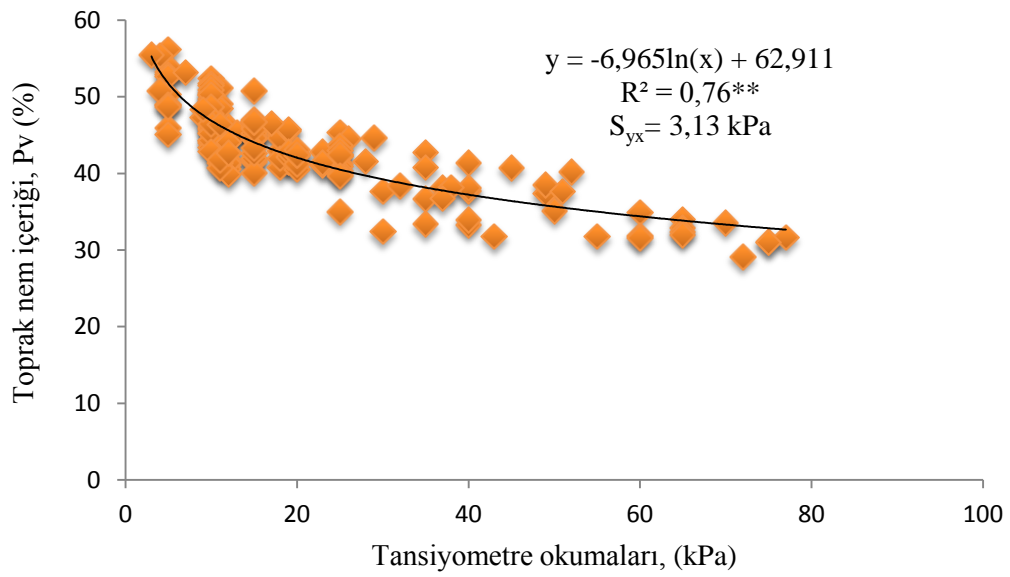
Şekil 3.2. Deneme planı



Şekil 3.3. Deneme parselinin ayrıntısı



Şekil 3.4. Tansiyometrelerin görünüşü



Şekil 3.5. Tansiyometre kalibrasyon eğrisi ve eşitliği (\*\* :  $p < 0,01$ )

### **3.1.8. Kullanılan bilgisayar paket programları**

Araştırmada, istatistiksel analizlerin yapılmasında ve çeşitli denklemlerin elde edilmesinde SPSS 8.0 ve EXCEL isimli programlar kullanılmıştır.

## **3.2. Yöntem**

Bu bölümde, araştırma alanı topraklarının fiziksel özellikleri dikkate alınarak, kullanılacak sulama yönteminin gerektirdiği sistem unsurlarının projelendirilmesi, araştırma konuları ve su – verim - üretim fonksiyonları hakkında bilgiler yer almaktadır.

### **3.2.1. Araştırma alanı topraklarının fiziksel ve kimyasal özellikleri**

Araştırma alanı topraklarının fiziksel özelliklerini belirlemek amacıyla 2 farklı yerde 90 cm derinliğe kadar toprak profilleri açılarak 0 - 30, 30 - 60 ve 60 - 90 cm toprak katmanlarından bozulmuş ve bozulmamış toprak örnekleri alınmıştır. Bu örneklerden hacim ağırlığı, tarla kapasitesi, solma noktası ve bünye sınıfı değerleri belirlenmiştir (Blake 1965, Benami ve Diskin 1965).

Araştırmada kullanılan sulama suyu özelliklerini belirlemek için su örnekleri alınmış, Ayyıldız (1990)' da verilen esaslara göre su kalite sınıfı T<sub>1</sub>S<sub>1</sub> olarak tespit edilmiştir. Damla sulama sistem unsurlarının boyutlandırmasında yararlanmak üzere, toprak örneği alınan profilin hemen yanında Güngör ve Yıldırım (1989)' da belirtilen ilkelere uygun biçimde değişken seviyeli çift silindirik infiltrometre yöntemiyle infiltrasyon testleri yapılmış ve gerçek su alma hızı değeri Criddle ve ark. (1956)' da verilen esaslara göre belirlenmiştir.

### **3.2.2. Deneme düzeni ve araştırma konuları**

Denemede, üç farklı sulama suyu miktarı ve iki farklı enginar çeşidi göz önüne alınarak, tesadüf bloklarında bölünmüş parseller deneme tertibinde üç tekerrürlü yürütülmüştür (Şekil 3.2). Deneme konuları bloklara rasgele dağıtılmıştır (Düzgüneş 1963, Yurtsever 1984). Kullanılan deneme konuları aşağıda açıklanmıştır.

Ana konular: (Çeşit)

V<sub>1</sub> : Bayrampaşa Çeşidi

V<sub>2</sub> : Hibrit Starline F1 Çeşidi

Alt konular: (Sulama Düzeyi)

I<sub>100</sub> : Tüm büyüme mevsimi boyunca kullanılabilir su tutma kapasitesinin (KSTK) %40'ı tüketildiğinde eksik nemi tarla kapasitesine çıkaracak kadar sulama suyu uygulanan konu

I<sub>70</sub> : Tüm büyüme mevsimi boyunca I<sub>100</sub> konusunda uygulanan suyun %70' i kadar sulama suyu uygulanan konu,

I<sub>40</sub> : Tüm büyüme mevsimi boyunca I<sub>100</sub> konusunda uygulanan suyun %40' ı kadar sulama suyu uygulanan konudur.

### 3.2.3. Tarım tekniği

Deneme alanı freze ve tırmıkla işlenerek ekime hazır hale getirilmiştir. İzmir'in Urla ilçesindeki üreticiden temin edilen Starline F1 fideleri ve Bayrampaşa toprak altı gözleri 2013 yılı 20 Eylül (DOY 263)' de tarla hazırlığı tamamlanan parsellere sıra aralığı ve sıra üzeri 1,0 m olacak şekilde el ile dikilmiştir. Toprak hazırlığında, vejetatif gelişme döneminde başlangıcı ve baş oluşumu dönemlerinde olmak üzere üç kez dekara 10 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 10 kg N, 5 kg K<sub>2</sub>O gelecek şekilde gübreleme yapılmıştır. Deneme süresince gerektiği zamanlarda çapa işlemi yapılmış, böylece yabancı otlar temizlenmiş ve toprak havalandırılmıştır.

Ürün hasadı, genel olarak baş çapı yaklaşık 13 cm uzunluğa ulaştığında 2014 yılında 20 - 25 Mart tarihleri (DOY 79 - 84) arasında gerçekleştirilmiştir. Her parselden alınan ürün örnekleri, numaralanan torbalara konularak, laboratuara getirilmiş ve fiziksel ölçümler gerçekleştirilmiştir. Uygulanan tarım tekniklerine ve yetiştiriciliğe ait bazı görüntüler Şekil 3.6' da verilmiştir.





Şekil 3.6. Üretim döneminden görüntüler

### 3.2.4. Sulama suyu uygulamaları

Araştırmada, enginar göz ve fideleri dikiminden sonra, sulama suyu damla sulama yöntemi ile parsellere uygulanmıştır. Sulamalarda ıslatılacak toprak derinliği olarak 90 cm'lik etkili kök derinliği dikkate alınmıştır. Toprak nemi ölçümlerine dikim ile birlikte başlanmış ve hasat sonuna kadar devam edilmiştir.

Uygulanacak sulama suyu miktarı, topraktaki mevcut nemi tarla kapasitesine çıkaracak biçimde aşağıdaki eşitlik yardımıyla hesaplanmıştır (Güngör ve Yıldırım 1989).

$$d_n = \frac{TK - SN}{100} \gamma_t * R_y * D \quad (3.1)$$

Eşitlikte;

$d_n$  : Her sulamada uygulanacak net sulama suyu miktarı, mm,

TK : Tarla kapasitesi, %,

SN : Solma Noktası, %,

$R_y$  : KSTK'nın tüketilmesine izin verilen kısmı, %,

$\gamma_t$  : Toprağın hacim ağırlığı,  $g\ cm^{-3}$ ,

D : Etkili kök derinliği, mm, değerlerini göstermektedir.

Deneme koşullarında ıslatılan alan yüzdesi (P) %50 olarak gerçekleştirilmiştir. Damla sulama yöntemi ile sulanan parsellerde mm cinsinden hesaplanan net sulama suyu miktarı sulama süresine çevrilmiştir. Sulama süresinin hesaplanmasında;

$$T_a = \frac{1000 * d_t}{q * N} \quad (3.2)$$

eşitliği kullanılmıştır. Eşitlikte;

$T_a$  : Sulama süresi, h,

$d_t$  : Her bir sulamada uygulanacak net sulama suyu miktarı, mm,

P : ıslatılan alan yüzdesi, %,

q : Bir damlatıcının debisi,  $L\ h^{-1}$  ve

N : Bir parseldeki damlatıcı sayısı, adettir.

### 3.2.5. Damla sulama yönteminde projeleme kriterlerinin belirlenmesi

Güngör ve Yıldırım (1989)' da belirtilen esaslara göre, her bir bitki sırasına bir lateral gelecek şekilde lateraller döşenmiştir (Şekil 3.3). Denemede, 1,0 atm basınçta, 4 L h<sup>-1</sup> debiye sahip, basınç düzenleyicili, laterale boyuna geçik (inline) damlatıcılar kullanılmıştır. Damlatıcı aralığı, seçilen işletme basıncına göre elde edilen damlatıcı debisi ve toprağın su alma hızı değerlerinden yararlanılarak aşağıdaki eşitlikle hesaplanmıştır (Papazafrou 1980).

$$S_d = 0.9 \sqrt{\frac{q}{I}} \quad (3.3)$$

Eşitlikte;

S<sub>d</sub> : Damlatıcı aralığı, m,

q : Damlatıcı debisi, L h<sup>-1</sup>,

I : Toprağın su alma hızı, mm h<sup>-1</sup>, değerlerini göstermektedir.

Damla sulama sisteminde ıslatılan alan yüzdesi ise;

$$P = \frac{S_d}{S_l} 100 \quad (3.4)$$

eşitliği ile belirlenmiştir (Güngör ve Yıldırım 1989). Eşitlikte;

P : ıslatılan alan yüzdesi, %,

S<sub>d</sub> : Damlatıcı aralığı, m,

S<sub>l</sub> : Lateral aralığı değerlerini göstermektedir.

### 3.2.6. Bitki su tüketiminin saptanması

Araştırmada, toprak nem içeriği gravimetrik olarak 90 cm toprak derinliğinde her 30 cm' lik toprak katmanı için belirlenmiştir. Bitki su tüketimi değerleri 90 cm toprak derinliğinde su bütçesi yaklaşımına göre hesaplanmıştır (Walker ve Skogerboe 1987). Bu amaçla aşağıdaki eşitlik kullanılmıştır.

$$ET = I + P + C_p - D_p \pm R_f \pm \Delta S \quad (3.5)$$

Eşitlikte;

ET : Bitki su tüketimi, mm,

I : Periyot boyunca uygulanan sulama suyu miktarı, mm,

P : Periyot boyunca düşen yağış, mm,

C<sub>p</sub> : Kılcal yükselişle kök bölgesine giren su miktarı, mm,

D<sub>p</sub> : Derine sızma kayıpları, mm,

R<sub>f</sub> : Deneme parsellerine giren ve çıkan yüzey akış miktarı, mm,

ΔS : Kök bölgesindeki toprak nemindeki değişimler, mm

değerlerini göstermektedir.

Deneme alanında taban suyu bulunmadığından, kılcal hareketle bitki kök bölgesine su girişi olmadığı varsayılarak C<sub>p</sub> değeri göz önüne alınmamıştır. Ayrıca, basınçlı sulama sistemi kullanıldığından yüzey akış ve derine sızma miktarları da ihmal edilmiştir. Sera koşulları söz konusu olduğundan yağış sıfır alınmıştır.

### 3.2.7. Su – üretim fonksiyonları ve su-verim ilişkileri

Elde edilen sonuçların ekonomik olarak değerlendirilebilmesi için, uygulanan sulama suyu ve ölçülen bitki su tüketimi ile hasat verimi arasındaki ilişkilerden yararlanarak su - üretim fonksiyonları belirlenmiştir (Howell ve ark. 1990).

Deneme konularına uygulanan sulama suyu, ölçülen bitki su tüketimi ve elde edilen hasat verimlerine göre hesaplanan sulama suyu kullanım ve su kullanım randımanı değerleri aşağıdaki eşitlikler yardımı ile hesaplanmıştır (Zhang ve ark. 1999, Kanber ve ark. 2003).

$$IWUE = \frac{Y_1}{I} \quad (3.6)$$

$$WUE = \frac{Y_1}{ET} \quad (3.7)$$

Eşitliklerde;

IWUE : Sulama suyu kullanım randımanı, kg m<sup>-3</sup>

- WUE : Su kullanım randımanı, kg m<sup>-3</sup>,  
Y<sub>1</sub> : Pazarlanabilir verim, kg da<sup>-1</sup>,  
I : Mevsimlik sulama suyu miktarı, mm,  
ET : Mevsimlik bitki su tüketimi, mm dir.

Ayrıca, su kısıtının hasat verimi üzerindeki etkisini belirleyebilmek için, Stewart modeli olarak bilinen su – verim ilişkisi yöntemi kullanılmıştır (Doorenbos ve Kassam 1979, Korukçu ve Kanber 1981).

$$\left(1 - \frac{Y_a}{Y_m}\right) = k_y \left(1 - \frac{ET_a}{ET_m}\right) \quad (3.8)$$

Eşitlikte;

- Y<sub>a</sub> : Gerçek verim, kg da<sup>-1</sup>,  
Y<sub>m</sub> : Maksimum verim, kg da<sup>-1</sup>,  
Y<sub>a</sub>/Y<sub>m</sub> : Oransal verim,  
1-(Y<sub>a</sub>/Y<sub>m</sub>) : Oransal verim azalması,  
k<sub>y</sub> : Su-verim ilişkisi faktörü,  
ET<sub>a</sub> : Gerçek bitki su tüketimi, mm,  
ET<sub>m</sub> : Maksimum bitki su tüketimi, mm,  
ET<sub>a</sub>/ET<sub>m</sub> : Oransal bitki su tüketimi,  
1-(ET<sub>a</sub>/ET<sub>m</sub>) : Oransal bitki su tüketimi açığıdır.

### 3.2.8. Bitki su stres indeksi (CWSI) değerlerinin saptanması

İnfrared termometre ölçümlerine yetiştirme dönemi içerisinde vejetatif gelişmenin tamamlandığı 7 Şubat (DOY 38) tarihinde başlanmış ve 2 Haziran (DOY 153) tarihinde son verilmiştir.

Deneme konularına göre, infrared termometre (IRT) (Fluke 574 Model) ölçümlerinde her bir parselde, 2 farklı bitkinin üst kısmında bulunan, tam olarak güneş gören birer yaprak dikkate alınmış ve dört yönden ölçüm yapılmıştır. Her bir parselde yapılan sekiz ölçümün ortalaması alınarak o parselle ilişkin ortalama yaprak sıcaklığı bulunmuştur. Ölçümler, havanın tamamen açık olduğu veya bulutların güneşi engellemediği koşullarda her gün saat 11:00 – 14:00 arası günde dört kez yapılmıştır. Aynı saatlerde sera içi çiğlenme noktası

sıcaklıkları ölçülmüş, ortalamaları elde edilmiş ve bunlardan yararlanılarak Allen ve ark. (1998)' de belirtilen esaslara göre buhar basıncı açığı (VPD) hesaplanmıştır.

Bitki su stres indeksi (CWSI)' nin belirlenmesinde deneysel yaklaşım olarak bilinen Idso modelinden yararlanılmıştır (Idso ve ark. 1981; Gardner ve ark. 1992). Bu amaçla, su stresine sokulmayan, su ihtiyacının tamamının, %100 ( $I_{100}$ )' ünün uygulandığı deneme konularında her bir çeşitten alınan ölçümlerden belirlenen  $T_c-T_a$  ve VPD değerlerinin doğrusal regrasyonu ile alt baz çizgisi elde edilmiştir. Araştırmada susuz konu yer almadığı için üst baz değerinin eldesinde aynı bölgede daha önce gerçekleştirilmiş araştırmalarda (Orta ve ark. 2003, Erdem ve ark. 2010, Özer 2012) sebzeler için elde edilen değerlerin ortalaması kullanılmıştır. CWSI değerleri anılan değerlerden yararlanılarak aşağıdaki eşitlik ile belirlenmiştir.

$$CWSI = \frac{[(T_c - T_a) - (T_c - T_a)_A]}{[(T_c - T_a)_Ü - (T_c - T_a)_A]} \quad (3.9)$$

Eşitlikte;

$T_c$  : Yaprak sıcaklığı, ( $^{\circ}C$ ),

$T_a$  : Hava sıcaklığı, ( $^{\circ}C$ ),

$(T_c-T_a)_A$  : Bitkide su stresinin olmadığı alt sınır,

$(T_c-T_a)_Ü$  : Bitkinin tamamen stres altında olduğu üst sınır değerlerini göstermektedir.

### 3.2.9. Verim ve verim parametrelerinin belirlenmesi

Araştırmada elde edilen verilerin varyans analizi, ortalamalar arasındaki farklılıkların önemlilik kontrolü, incelenen karakterler arasındaki korelasyonlar Yurtsever (1984) ile Düzgüneş ve ark. (1987)' de belirtilen esaslara göre belirlenmiştir.

Yetiştiricilik sonrası ürünler Türk Standartlar Enstitüsünün TSE 1133 no' lu standardında (Anonim 2007) açıklanan baş çapı minimum 6 cm olmak şartıyla 6-13 cm ve daha fazla çap genişliğine ulaştığında hasat edilmiş ve bitkiler aşağıdaki ölçüm, sayım, tartım

ve hesaplamalar yapılarak değerlendirilmiştir. İlk başların hasadından sonra sekonder sürgünler gelişmeye başlamış ve hasat edilmiştir.

Denemede yapılan ölçümler şu şekildedir;

1. Toplam saplı baş ağırlığı (g): Her bitkideki primer ve sekonder başların ağırlığı üzerinde 10 cm sap kalacak şekilde (g) 0,01 g' a duyarlı terazide tartılarak tespit edilmiştir.

2. Toplam sapsız baş ağırlığı (g): Her bitkideki primer ve sekonder başların ağırlığı (g) 0,01 g' a duyarlı terazide tartılarak tespit edilmiştir.

3. Pazarlanabilir verim ( $t\ ha^{-1}$ ): Hasat parselinden elde edilen pazarlanabilir ürünlerin (primer ve sekonder sürgünlerde) ağırlıklarının toplanması ve alana (ha) oranlanmasıyla tespit edilmiştir.

4. Bitki başına toplam baş adedi (adet): Bir bitkiden elde edilen toplam baş sayısıdır.

5. Birim alan saplı baş adedi: Bir bitkiden elde edilen toplam baş sayısı birim alan (ha) için hesaplanmıştır.

6. Baş boyu (cm): Başın iki uç noktası arasındaki uzunluk ölçülmüştür.

7. Baş çapı (cm): Başın en geniş yeri ölçülmüştür.

8. Çiçek tabla ağırlığı (g): Braktelerinden ayrılan başın içinde kalan tabla kısmı 0,01 grama duyarlı terazide tartılarak tespit edilmiştir.

9. Çiçek tabla çapı (cm): Braktelerinden ayrılan başın içinde kalan tabla kısmının iki uç noktası arasındaki uzunluk ölçülmüştür.

10. Sap kalınlığı (cm): 10 cm sap kalacak şekilde hasat edilen başların sapları kumpas ile ölçülmüştür. Elde edilen baş, tabla ve sapların boy ve en ölçümlerinde 0,1 mm taksimli kumpas ve şeritmetre kullanılmıştır.

### **3.2.10. İstatistiksel analizler**

Deneme konularından elde edilen verim ve verim parametreleri arasındaki farklılıkların düzeyinin belirlenmesinde varyans analizi, farklılıkların sınıflandırılmasında ise Duncan testi kullanılmış, sulama suyu ve bitki su tüketimi ile anılan verim öğeleri arasındaki ilişkiler regresyon eşitlikleri ile Yurtsever (1984) ile Düzgüneş ve ark. (1987)' de verilen esaslara göre değerlendirilmiştir.

#### 4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI ve TARTIŞMA

Bu bölümde, araştırma alanı topraklarının fiziksel ve verimlilik analizlerine ilişkin sonuçlar, uygulanan sulama suyu miktarları, hesaplanan bitki su tüketimi sonuçları, elde edilen verim sonuçları, su-üretim fonksiyonları sonuçları verilmiş ve bulunan sonuçlar değerlendirilmiştir.

##### 4.1. Toprağın Fiziksel ve Kimyasal Analiz Sonuçları

Araştırma alanında iki farklı profilden alınan toprakların fiziksel özellikleri; bünye sınıfı, hacim ağırlığı, tarla kapasitesi, solma noktası ve kullanılabilir su tutma kapasitesi değerleri Çizelge 4.1' de verilmiştir.

Çizelge 4.1' deki sonuçlara göre, araştırma alanının her katmandaki toprak bünye sınıfı farklı olmakla birlikte genel olarak killi tın toprak bünye sınıfına sahiptir. Toprak hacim ağırlığı değerleri her bir katman için sırasıyla 1,87; 1,73 ve 1,70 g cm<sup>-3</sup>, 0 – 90 cm' deki kullanılabilir su tutma kapasitesi 165,0 mm' dir.

Deneme parsellerinden 0 - 20 cm ve 20 - 40 cm toprak derinliklerinden verimlilik analizi amacıyla alınan toprak örneklerinin analizine ilişkin sonuçlar Çizelge 4.2' de verilmiştir. Çizelge 4.2' de yer alan toprak analiz sonuçlarıyla, Trakya bölgesi sebze yetiştiriciliğinde tavsiye edilen gübre miktarları ve enginarın vejetasyon döneminde kullandığı besin elementi seviyesi dikkate alınarak, toprak hazırlığı ve bitki gelişim dönemlerinde uygulanması gereken gübreleme programı çıkarılmıştır.

Çift silindir infiltrometre ölçmeleri sonucunda toprağın gerçek su alma hızı değeri 12 mm/h olarak saptanmıştır. Araştırmada kullanılan sulama suyu özelliklerini belirlemek için su örnekleri alınmış, Ayyıldız (1990)' da verilen esaslara göre su kalite sınıfı T<sub>1</sub>S<sub>1</sub> olarak tespit edilmiştir.



**Çizelge 4.1.** Araştırma alanı topraklarının fiziksel özellikleri

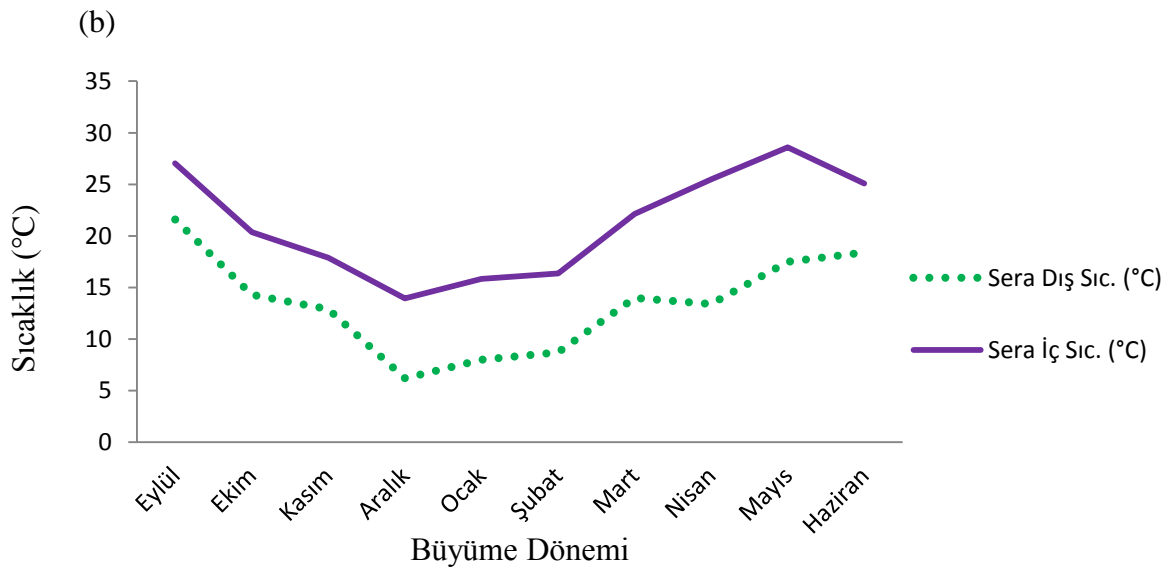
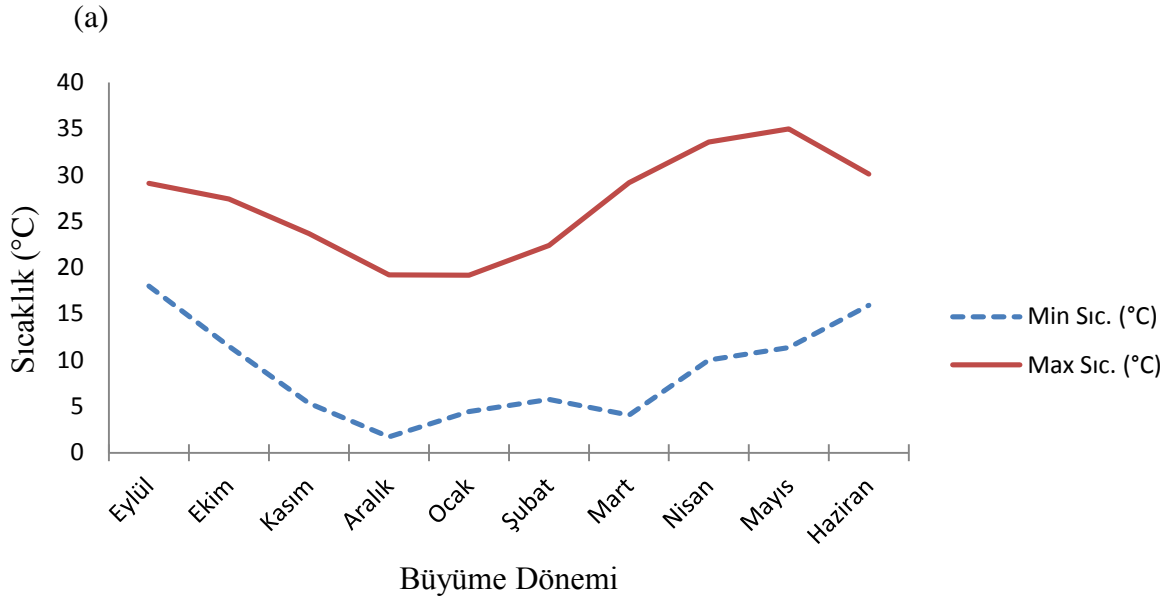
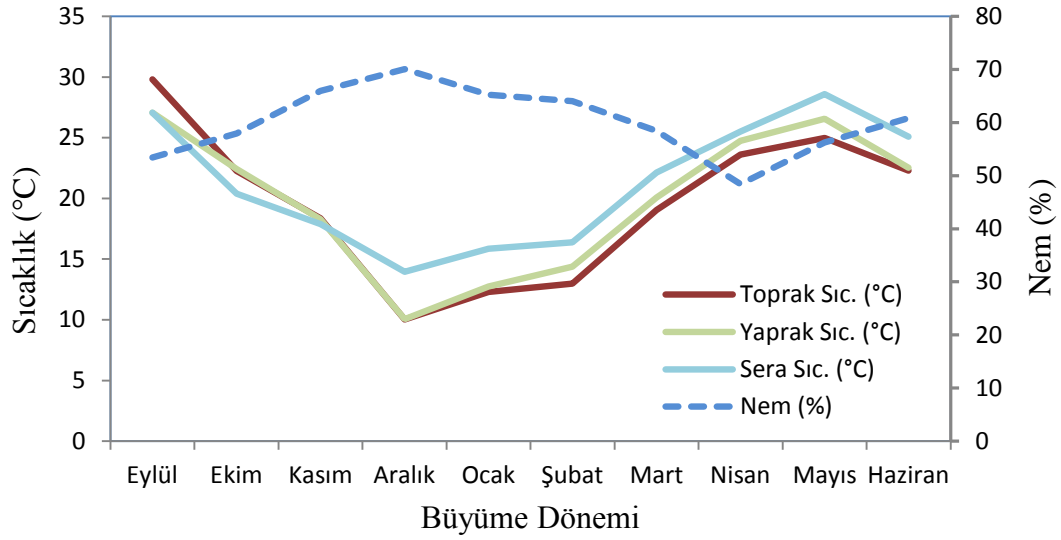
Yıl	Profil Derinliği (cm)	Bünye Sınıfı	Tarla Kapasitesi		Solma Noktası		Hacim Ağırlığı (gcm <sup>-3</sup> )	KSTK (mm)
			%	mm	%	mm		
2013/2014	0-30	Killi Tın	28,00	157,10	16,00	89,80	1,87	67,20
	30-60	Killi Tın	26,00	134,90	17,00	88,20	1,73	46,70
	60-90	Killi Tın	27,00	137,70	17,00	86,70	1,70	51,00
	0-60			292,00		178,00		113,90
	0-90			430,00		265,00		165,00

**Çizelge 4.2.** Araştırma alanı topraklarının kimyasal özellikleri

Yıl	Profil derinliği (cm)	Su ile doygunluk (%)	Toplam tuz (%)	pH	Kireç CaCO <sub>3</sub> (%)	Fosfor P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (kg da <sup>-1</sup> )	Potasyum K <sub>2</sub> O (kg da <sup>-1</sup> )	Organik Madde (%)
2013	0-20	55,0	0,073	7,40	2,38	14,10	77,30	1,16
2014	20-40	57,0	0,080	7,40	2,86	10,95	59,20	0,89

#### 4.2. Meteorolojik ölçüm sonuçları

Yetiştiricilik periyodu süresince sera içinde yer alan meteoroloji istasyonundan alınan iklim elemanları Şekil 4.1' de grafiklendirilmiştir. Şekillerden izlenebileceği gibi sera iç sıcaklığındaki artışa paralel olarak sera içi toprak sıcaklığı ve yaprak yüzey sıcaklıkları artış göstermiş, nisbi nem değerleri ise düşmüştür. Sera içi sıcaklık değerleri, dış sıcaklık değerlerinin değişimi ile aynı eğilimi göstermiştir. Sera içi maksimum sıcaklık değeri Mayıs ayında 35 °C, minimum sıcaklık değeri Aralık ayında 1,7 °C olarak ölçülmüştür.



(c) **Şekil 4.1.** Sera içi iklim elemanları

### **4.3. Fenolojik Gözlemlere İlişkin Sonuçlar**

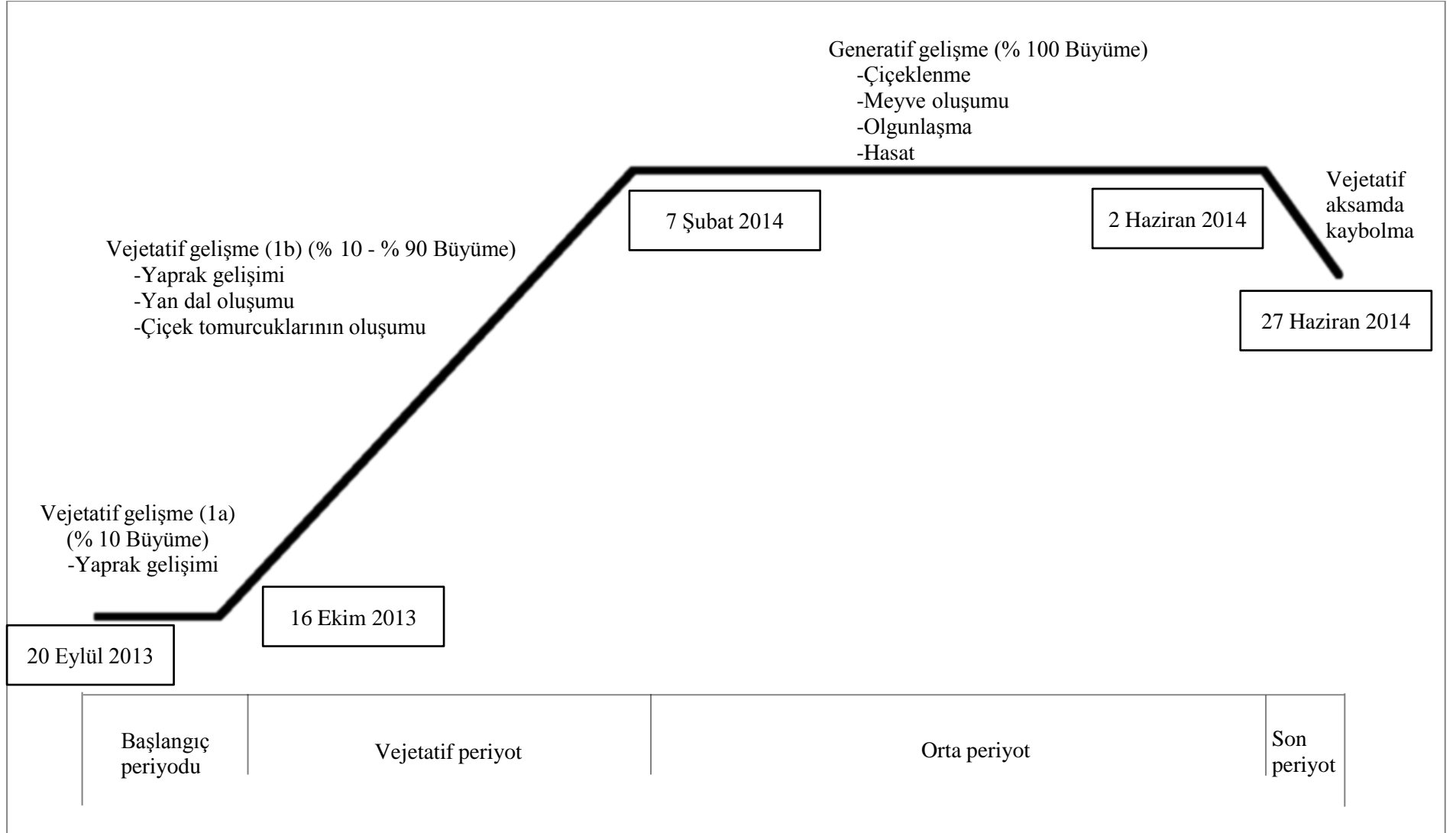
Denemenin yürütüldüğü yıla ilişkin gelişme periyotları ve büyüme mevsimi uzunlukları Şekil 4.2' de verilmiştir. Starline F1 fideleri ve Bayrampaşa dip sürgünleri 20 Eylül tarihinde parsellere dikilmiştir. Şekilden izleneceği gibi bitki ilk hasat olgunluğuna 2014 yılında gelişme periyodu içerisinde yaklaşık 116 günde ulaşmıştır. Toplam büyüme mevsimi 281 günde tamamlanmıştır.

Enginar bitkisinin gelişme dönemleri; erken vejetatif gelişme dönemi (1a, yaprak gelişimi), geç vejetatif gelişme dönemi (1b, Yaprak gelişimi, yan dal oluşumu, çiçek tomurcuklarının oluşumu), generatif gelişme dönemi (çiçeklenme, meyve oluşumu, olgunlaşma) ve vejetatif aksamda kaybolma dönemleri şeklinde tanımlanmıştır. Farklı bölge koşulları ve enginar çeşitlerinde yürütülen araştırmalar incelendiğinde enginarın büyüme mevsimi toplam 9 ay olmak üzere 270 günde tamamlanmaktadır ve ardından 3 ay dinlenmeye bırakılmaktadır (Vural ve ark. 2000, Benian ve ark. 2006, Prohens ve Nuez 2008).

Cantore ve ark. (2013) tarafından açıkta yetiştiricilik yapılan enginarda büyüme periyotları beş devreye ayrılmış ve bunlar; çimlenme ve çıkış (30 gün), erken vejetatif gelişme (60 gün), kış dinlenme periyodu (90 gün), uyanma periyodu (90 gün) ve generatif gelişme periyodu (45 gün) şeklinde tanımlanmıştır.

### **4.4. Damla Sulama Sisteminin Boyutlandırılmasına İlişkin Sonuçlar**

Araştırma alanı topraklarının bünye sınıfı ve gerçek infiltrasyon hızı değerlerine göre damlatıcı debisi 4 L/h olarak seçilmiş, damlatıcı debisi ve toprağın gerçek su alma hızı ( $I = 12 \text{ mm/h}$ ) değerlerinin 3.3 no' lu eşitlikte kullanılmasıyla damlatıcı aralığı 0,50 m olarak hesaplanmıştır. Lateraller her bir bitki sırasına 1 adet olacak biçimde 1,0 m ara ile döşenmiş ve böylece ıslatılan alan yüzdesi 3.4 no' lu eşitlik ile %50 olarak bulunmuştur.



Şekil 4.2. Enginar bitkisinin büyüme periyodu uzunlukları

#### 4.5. Sulama Suyu Miktarı ve Bitki Su Tüketimi Sonuçları

Sulama sezonu boyunca, tam su alan I<sub>100</sub> deneme konusuna ilişkin sulama tarihleri, toprak nemleri ve uygulanan sulama suyu miktarları Çizelge 4.3' de, tüm deneme konularına ilişkin toplam sulama suyu miktarları Çizelge 4.4' de verilmiştir.

Çizelgeden izleneceği gibi, deneme konularına dikim işlemini takiben 15 mm çimlenme ve çıkış suyu uygulaması yapılmıştır. Deneme konularına, değişen gün aralıklarında, çimlenme ve çıkış suyu hariç 15 kez sulama yapılmıştır. İlk iki sulamada tarla kapasitesi değeri alanda daha önce gerçekleştirilmiş analiz sonuçlarında yer alan 450 mm, daha sonraki sulamalarda ise deneme başlangıcında alınan topraklardan yinelenen tarla kapasitesi değeri olan 430 mm kullanılmıştır. Uygulanan toplam sulama suyu miktarları, Bayrampaşa çeşidinde, deneme konularına göre 310,0 ile 774,9 mm arasında, Starline F<sub>1</sub> çeşidinde ise 319,7 ile 799,4 mm arasında değişmiştir.

Tüm deneme konularında yetiştiricilik dönemi içerisinde uygulanan sulama suyu miktarları ve topraktaki nem değişimi değerleri de dikkate alınarak su bütçesi yaklaşımı ile hesaplanan mevsimlik toplam bitki su tüketimi değerleri Çizelge 4.4' de özetlenmiştir. Toplam büyüme mevsimi boyunca deneme konularında ölçülen bitki su tüketimi değerleri Bayrampaşa çeşidi için 435,8 mm ile 796,5 mm arasında, Starline F<sub>1</sub> çeşidi için 431,4 mm ile 811,4 mm arasında değişmiştir. Elde edilen bitki su tüketim değerleri Şekil 4.3' de aylık ortalamalar halinde verilmiştir.

Çizelgeden görülebileceği gibi, en yüksek sulama suyu miktarı ve bitki su tüketimi I<sub>100</sub>, en düşük bitki su tüketimi ise I<sub>40</sub> konusunda gerçekleşmiştir. Cantore ve ark. (2013) tarafından Bari - İtalya' da lizimetre koşullarında yetiştirilen enginar çeşidinin mevsimlik bitki su tüketimi ilk yıl 967 mm, ikinci yıl 911 mm elde edilmiştir.

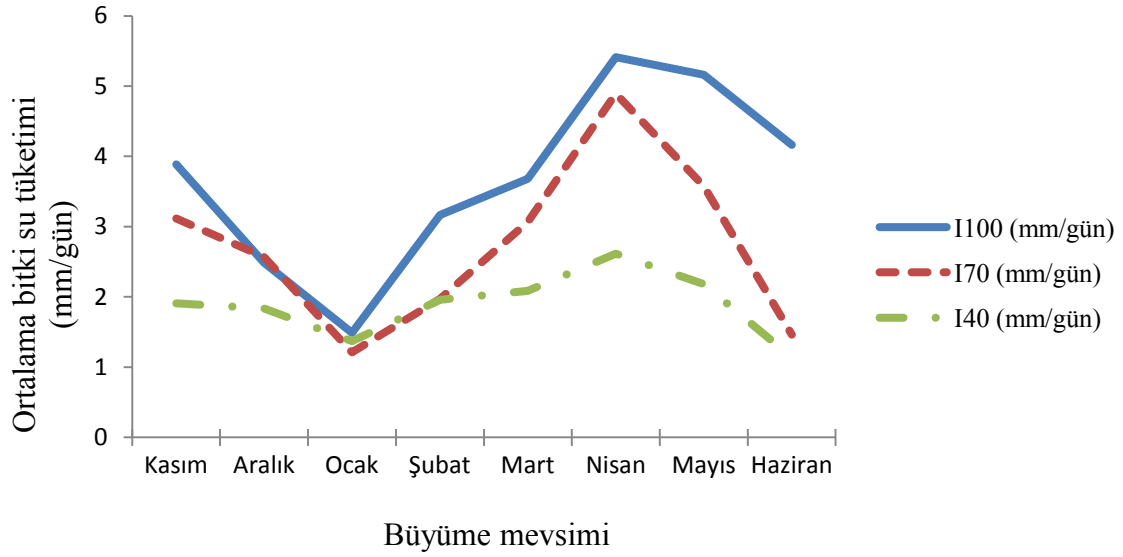
Toprak profilinde izlenen nem değerleri; araştırma konularına uygulanan sulama suyu miktarlarına paralel bir eğilim göstermiştir. Deneme konularına ait etkili kök derinliğini kapsayan nem değerlerini içeren grafikler Şekil 4.4' de verilmiştir. Şekiller incelendiğinde her bir deneme konusunda tarla kapasitesi ve solma noktası aralığında bitkinin su stresine girme miktarı görülebilir. Birçok deneme konusunda toprak neminin solma noktasına yakın olmasına rağmen bitkilerin fonksiyonlarını devam ettirmesi, sulama suyunun evaporasyonu karşılayacak kadar uygulanması, sera içi nisbi neminin yüksek olması vb. nedenlere bağlanabilir.

**Çizelge 4.3.** I<sub>100</sub> konusuna Starline F<sub>1</sub> ve Bayrampaşa çeşitlerinde uygulanan sulama suyu miktarları

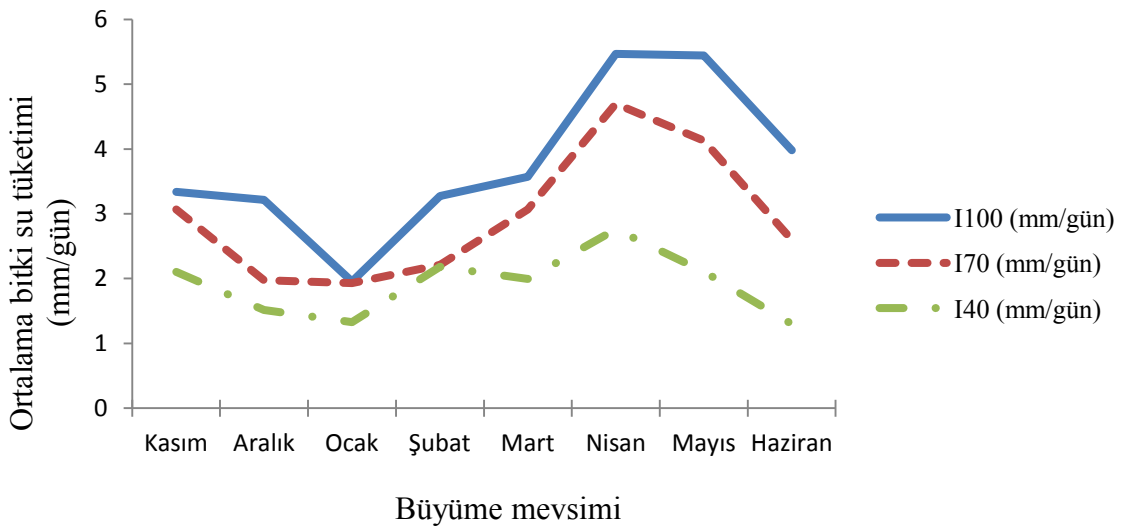
Çeşit	Sulama No	Sulama Tarihi	Toprak nemi (mm/90cm)	Uygulanan sulama suyu miktarı (mm)
Bayrampaşa	1	12.11.2013	405,80	44,20
	2	19.11.2013	399,30	50,70
	3	03.12.2013	379,00	51,00
	4	22.12.2013	390,30	39,70
	5	10.01.2014	383,10	46,90
	6	05.02.2014	374,60	55,40
	7	20.02.2014	374,80	55,20
	8	11.03.2014	378,30	51,70
	9	26.03.2014	366,80	63,20
	10	08.04.2014	378,50	51,50
	11	15.04.2014	377,00	53,00
	12	28.04.2014	364,30	65,70
	13	08.05.2014	376,90	53,10
	14	16.05.2014	381,30	48,70
	15	24.05.2014	385,00	45,00
	<b>Toplam</b>			<b>775,00</b>
Starline F <sub>1</sub>	1	12.11.2013	398,30	51,70
	2	19.11.2013	417,00	44,00
	3	03.12.2013	387,50	42,50
	4	22.12.2013	370,30	59,70
	5	10.01.2014	381,50	48,50
	6	05.02.2014	375,60	54,40
	7	20.02.2014	371,50	58,50
	8	11.03.2014	378,30	51,70
	9	26.03.2014	371,00	59,00
	10	08.04.2014	377,10	52,90
	11	15.04.2014	376,30	53,70
	12	28.04.2014	363,10	66,90
	13	08.05.2014	379,90	50,10
	14	16.05.2014	377,20	52,80
	15	24.05.2014	377,00	53,00
	<b>Toplam</b>			<b>799,40</b>

**Çizelge 4.4.** Büyüme mevsimi boyunca deneme konularına göre hesaplanan mevsimlik toplam bitki su tüketimi değerleri

Çeşit	Deneme konusu	Topraktaki nem değişimi (mm)	Uygulanan sulama suyu miktarı (mm)	Toplam mevsimlik su tüketimi (mm)
Bayrampaşa	I <sub>100</sub>	21,6	774,9	796,5
	I <sub>70</sub>	87,0	542,4	629,4
	I <sub>40</sub>	125,8	310,0	435,8
Starline F1	I <sub>100</sub>	12,1	799,4	811,4
	I <sub>70</sub>	85,0	559,6	644,6
	I <sub>40</sub>	111,7	319,7	431,4

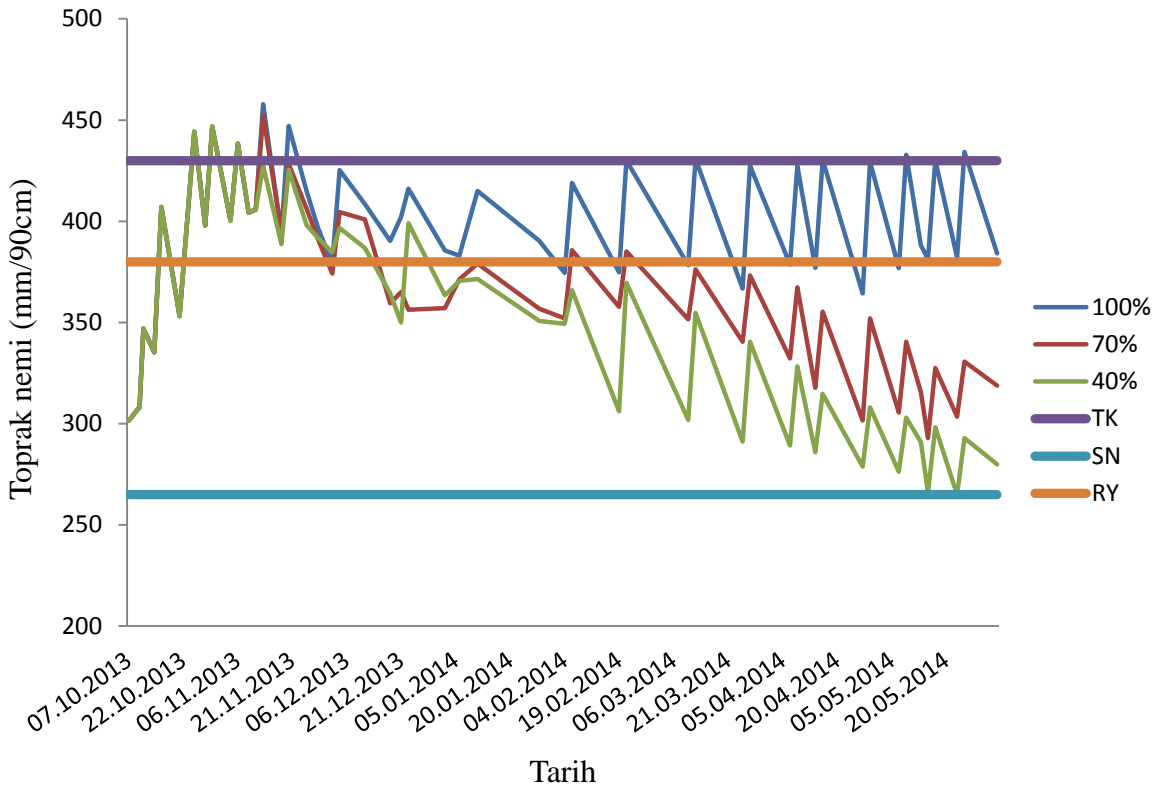


a) Bayrampaşa

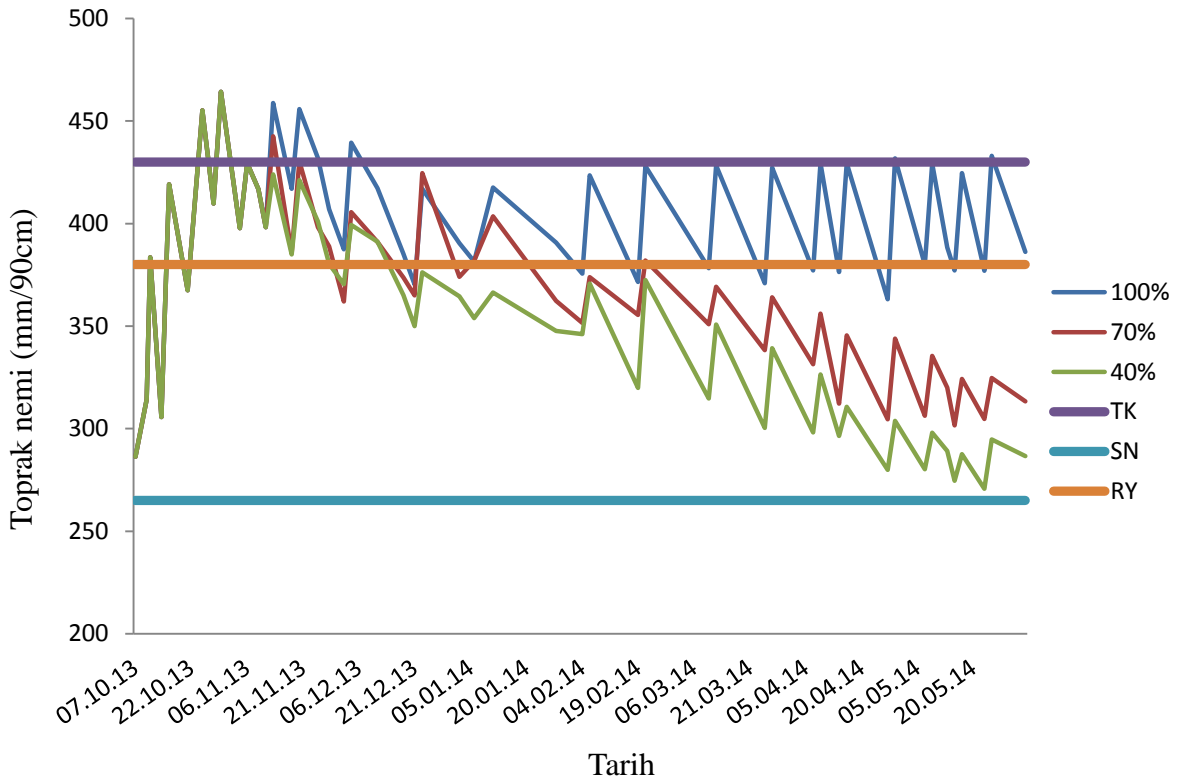


(b) Starline F1

**Şekil 4.3.** Aylık ortalama bitki su tüketimi



(a) Bayrampaşa



(b) Starline F<sub>1</sub>

Şekil 4.4. Büyüme mevsimi boyunca izlenen nem değişimleri



## 4.6. Verim ve Verim Ögelerine İlişkin Sonuçlar

Bu bölümde, hasatta ve laboratuvar koşullarında her bir deneme konusu için belirlenen toplam pazarlanabilir verim, birim baş ağırlığı, baş boyu ve baş çapı gibi parametrelere ilişkin elde edilen sonuçlar ve bu değerlere göre yapılan istatistiksel analizler detaylı olarak verilmiştir.

### 4.6.1. Toplam pazarlanabilir verim

Araştırmada dikkate alınan farklı sulama düzeyi konularından elde edilen hasat ürünlerinin toplamından oluşan pazarlanabilir verim ortalamaları Çizelge 4.5' te, varyans analizi sonuçları ise Çizelge 4.6 ve 4.7' de verilmiştir. Çizelge 4.5' den izleneceği gibi, Bayrampaşa ve Starline F1 çeşitlerinde en yüksek ortalama verim sırasıyla 20,33 t ha<sup>-1</sup> ve 33,69 t ha<sup>-1</sup> olarak I<sub>100</sub> konusunda elde edilmiştir. En düşük ortalama verimlerin ise her iki çeşit için sırasıyla 8,00 t ha<sup>-1</sup> ve 11,32 t ha<sup>-1</sup> olarak su uygulamasının %40 düzeyinde yapıldığı L<sub>40</sub> konusunda gerçekleştiği görülmüştür.

Varyans analizi sonuçlarına göre (Çizelge 4.6 ve 4.7); farklı su uygulama düzeyleri ve çeşitler arasındaki farklılık istatistiksel açıdan  $p < 0.05$  düzeyinde önemlilik göstermiş, çeşit \* sulama düzeyi interaksyonu önemsiz bulunmuştur. Farklılığın düzeyinin belirlenmesi için yapılan Duncan testi sonuçlarına (Çizelge 4.7) göre, her bir çeşit ve sulama düzeyi farklı bir grupta yer almış, su ihtiyacının tamamının karşılandığı I<sub>100</sub> konusu, ilk grubu, L<sub>40</sub> konusu en düşük verimle son grubu oluşturmuştur. Bu sonuçlar değerlendirildiğinde, sulama suyu ihtiyacının tamamının karşılandığı I<sub>100</sub> konusunu en iyi verim grubunu oluşturduğu dolayısıyla enginar yetiştiriciliğinde bu miktarların yüksek verim için önerilebileceği söylenebilir. Ayrıca, damla sulama yöntemi ile sulanan enginarda farklı su düzeyi uygulamalarının pazarlanabilir verim üzerine önemli bir etkisinin olduğu anlaşılmaktadır.

Ülkemiz koşullarında enginar bitkisinin su verim ilişkilerine ait bir sonuca rastlanmamıştır. Ancak TUIK (2013) ve Bektaş ve Saner (2013) tarafından yapılan açıklamalar değerlendirildiğinde enginarın en önemli üretim bölgelerinden ilki olan Ege Bölgesi İzmir ilinin ülke üretimindeki payı %32 olup verim ortalaması 12,55 t ha<sup>-1</sup>, ikinci sırada yer alan Doğu Marmara Bölgesi Bursa ilinin üretimdeki payı ise %23, verim ortalaması 11,48 t ha<sup>-1</sup> dir.

Enginarın dünya ortalaması verim değeri ülkeler bazında değerlendirildiğinde; Arjantin ve Mısır 23 t ha<sup>-1</sup> ile en yüksek verime sahip olup, bu ülkeleri yaklaşık 20 t ha<sup>-1</sup> ile Özbekistan, Kıbrıs ve Peru izlemektedir. Almanya Münih Teknik Üniversitesi tarafından

(Saleh 2003) yapılan enginar çalışmasında elde edilen verim değerleri 14,64 – 21,07 t ha<sup>-1</sup>, Garnica ve ark. (2004)' nın İspanya' da yürüttüğü çalışmada 11,9 – 19,9 t ha<sup>-1</sup>, Boari ve ark. (2012) tarafından İtalya' da yürütülen araştırmada ise 10 – 11,4 t ha<sup>-1</sup> arasında değişmiştir.

**Çizelge 4.5.** Toplam pazarlanabilir verime ilişkin ortalama değerler (t ha<sup>-1</sup>)

Çeşit	Sulama Düzeyleri	Bloklar			Ortalama
		I	II	III	
V <sub>1</sub>	I <sub>100</sub>	19,63	22,88	18,49	20,33
	I <sub>70</sub>	15,03	13,52	14,20	14,25
	I <sub>40</sub>	8,14	8,00	7,83	8,00
V <sub>2</sub>	I <sub>100</sub>	46,37	29,80	24,91	33,69
	I <sub>70</sub>	35,14	23,39	16,45	24,99
	I <sub>40</sub>	12,11	12,44	9,42	11,32

V<sub>1</sub>:Bayrampaşa, V<sub>2</sub>: Starline F<sub>1</sub>

**Çizelge 4.6.** Toplam pazarlanabilir verime ilişkin varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Çeşit	1	376,477	376,477	10,071*	0,008
Sulama Düzeyi	2	910,566	455,283	12,179*	0,001
Çeşit * Sulama Düzeyi	2	81,086	40,543	1,085ns	0,369
Hata	12	448,575	37,381		
Genel	18	8153,833			

ns: önemsiz, \* : P<0,05 düzeyinde önemli

**Çizelge 4.7.** Toplam pazarlanabilir verime ilişkin ortalama ve standart hata değerleri

	Sulama	Bayrampaşa ( $\bar{X} \pm Sh$ )	Starline F1 ( $\bar{X} \pm Sh$ )	Su ana etkisi
Verim	I <sub>100</sub>	20,33 ± 2,27	33,69 ± 11,24	27,01 ± 10,31 <sup>a</sup>
	I <sub>70</sub>	14,25 ± 0,76	24,99 ± 9,44	19,62 ± 8,40 <sup>b</sup>
	I <sub>40</sub>	7,98 ± 0,16	11,32 ± 1,65	10,19 ± 2,11 <sup>c</sup>
Çeşit ana etkisi		14,19 ± 5,48 <sup>A</sup>	23,33 ± 12,25 <sup>B</sup>	

a, b, c: Sulama konuları arasındaki farklılık önemlidir., A, B: Çeşitler arasındaki farklılık önemli (P<0,05)

#### 4.6.2. Birim alan saplı baş adedi

Araştırma sonucunda hasat edilen başların birim alan (ha) bazında hesaplanmasıyla elde edilen toplam baş adetleri Çizelge 4.8’de, varyans analiz sonuçları ise Çizelge 4.9 ve 4.10’da verilmiştir. Bu değer optimum su uygulanan konuda Bayrampaşa çeşidi için 40000 adet ha<sup>-1</sup>; Starline F1 çeşidinde ise 60000 adet ha<sup>-1</sup> olarak elde edilmiştir. En düşük baş adedi 18333 adet ha<sup>-1</sup> olarak Bayrampaşa, 23333 adet ha<sup>-1</sup> olarak Starline F1 çeşidi I<sub>40</sub> konusundan elde edilmiştir. Santini ve ark. (2008) tarafından açıklanan araştırmada İtalya’ da toplam baş adetleri üç farklı çeşit için 7549, 8221 ve 9745 adet ha<sup>-1</sup> bulunmuştur.

**Çizelge 4.8.** Birim alan toplam baş adedine ilişkin değerler (adet/ha)

Çeşit	Sulama Düzeyleri	Bloklar			Ortalama
		I	II	III	
V <sub>1</sub>	I <sub>100</sub>	40000	45000	35000	40000
	I <sub>70</sub>	30000	30000	25000	28333
	I <sub>40</sub>	20000	20000	15000	18333
V <sub>2</sub>	I <sub>100</sub>	80000	55000	45000	60000
	I <sub>70</sub>	65000	40000	30000	45000
	I <sub>40</sub>	25000	25000	20000	23333

V<sub>1</sub>: Bayrampaşa, V<sub>2</sub>: Starline F<sub>1</sub>

**Çizelge 4.9.** Birim alan toplam baş adedine ilişkin varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Çeşit	1	8,681E	8,681E	7,440*	0,018
Sulama Düzeyi	2	2,558E	1,279E	10,964*	0,002
Çeşit * Sulama Düzeyi	2	1,861E	9,306E	0,798ns	0,473
Hata	12	471,349			
Genel	18	8103,427			

ns: önemsiz, \* : P<0,05 düzeyinde önemli

**Çizelge 4.10.** Birim alan toplam baş adedine ilişkin ortalama ve standart hata değerleri

	Sulama	Bayrampaşa ( $\bar{X} \pm Sh$ )	Starline F1 ( $\bar{X} \pm Sh$ )	Su ana etkisi
Birim Baş Adedi	I <sub>100</sub>	40000 ± 5000	60000 ± 18027,75	50000 ± 16124,5 <sup>a</sup>
	I <sub>70</sub>	28333 ± 2886,75	45000 ± 18027,75	36666 ± 14719,6 <sup>b</sup>
	I <sub>40</sub>	18333 ± 2886,75	23333 ± 2886,75	20833 ± 3763,86 <sup>c</sup>
Çeşit ana etkisi		28888,8 ± 9930,31 <sup>A</sup>	42777 ± 20480,3 <sup>B</sup>	

a, b, c: Sulama konuları arasındaki farklılık önemli, A, B: Çeşitler arasındaki farklılık önemli (P<0,05)

#### 4.6.3. Bitki başına toplam baş adedi

Denemede elde edilen bitki başına toplam baş adedi ortalamaları Çizelge 4.11’de ve bu parametrelere ilişkin varyans analiz sonuçları Çizelge 4.12 ve 4.13’ de verilmiştir. Bayrampaşa çeşidi için bitki baş adedi sulama suyu ihtiyacının tamamının karşılandığı konuda ortalama 4,0 adet bitki<sup>-1</sup>; Starline F1 çeşidi için ise 6,0 adet bitki<sup>-1</sup> olarak hesaplanmıştır. Çizelge 4.12 ve 4.13’ de izleneceği gibi çeşitler ve sulama düzeyleri arasındaki farklılık P<0,05 düzeyinde önemlidir ve I<sub>100</sub> konusu tek başına ilk grubu oluşturmuştur.

**Çizelge 4.11.** Bitki başına toplam baş adedi ortalama değerleri (adet/bitki)

Çeşit	Sulama Düzeyleri	Bloklar			Ortalama
		I	II	III	
V <sub>1</sub>	I <sub>100</sub>	4,0	4,5	3,5	4,0
	I <sub>70</sub>	3,0	3,0	2,5	2,8
	I <sub>40</sub>	2,0	2,0	1,5	1,85
V <sub>2</sub>	I <sub>100</sub>	8,0	5,5	4,5	6,0
	I <sub>70</sub>	6,5	4,0	3,0	4,5
	I <sub>40</sub>	2,5	2,5	2,0	1,3

V<sub>1</sub>:Bayrampaşa, V<sub>2</sub>: Starline F<sub>1</sub>

**Çizelge 4.12.** Bitki başına toplam baş adedine ilişkin varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Çeşit	1	8,681	8,681	7,440*	0,018
Sulama Düzeyi	2	25,583	12,792	10,964*	0,002
Çeşit * Sulama Düzeyi	2	1,861	0,931	0,798ns	0,473
Hata	12	14,00	1,167		
Genel	18	281,250			

ns: önemsiz, \* : P<0,05 düzeyinde önemli

**Çizelge 4.13.** Bitki başına toplam baş adedine ilişkin ortalama ve standart hata değerleri

	Sulama	Bayrampaşa ( $\bar{X} \pm Sh$ )	Starline F1 ( $\bar{X} \pm Sh$ )	Su ana etkisi
Baş Adedi	I <sub>100</sub>	4,00 ± 0,50	6,00 ± 1,80	5,00 ± 1,16 <sup>a</sup>
	I <sub>70</sub>	2,83 ± 0,28	4,50 ± 1,80	3,66 ± 1,47 <sup>b</sup>
	I <sub>40</sub>	1,83 ± 0,28	2,33 ± 0,28	2,08 ± 0,37 <sup>c</sup>
Çeşit ana etkisi		2,88 ± 0,993 <sup>A</sup>	4,27 ± 2,048 <sup>B</sup>	

a, b, c: Sulama konuları arasındaki farklılık önemlidir., A, B: Çeşitler arasındaki farklılık önemli (P<0,05)

#### 4.6.4. Sapsız baş ağırlığı

Araştırmada her bir bitkiden elde edilen ortalama sapsız baş ağırlığı değerleri Çizelge 4.14, varyans analizi sonuçları Çizelge 4.15 ve 4.16’ da açıklanmıştır. Çizelge 4.16 incelendiğinde toplam verimde olduğu gibi en yüksek ortalama sapsız baş ağırlığı değerleri I<sub>100</sub> konusundan elde edilmiş, değerler Bayrampaşa ve Starline F1 çeşitleri için sırasıyla 466,71 g ve 490,26 g olarak bulunmuştur. Çizelge 4.15 ve 4.16’ da görüldüğü gibi çeşitler ve sulama düzeyleri arasındaki farklılıklar P<0,05 düzeyinde önemli bulunmuştur. Herbir konu ve çeşit ayrı bir grubu oluşturmuştur.

**Çizelge 4.14.** Sapsız baş ağırlığına ilişkin ortalama değerler (g)

Çeşit	Sulama Düzeyleri	Bloklar			Ortalama
		I	II	III	
V <sub>1</sub>	I <sub>100</sub>	455,32	462,28	482,54	466,71
	I <sub>70</sub>	450,21	402,12	488,32	446,88
	I <sub>40</sub>	368,74	340,71	457,80	389,08
V <sub>2</sub>	I <sub>100</sub>	501,62	474,52	494,64	490,26
	I <sub>70</sub>	471,35	514,09	477,68	487,71
	I <sub>40</sub>	444,19	447,35	430,53	440,69

V<sub>1</sub>:Bayrampaşa, V<sub>2</sub>: Starline F<sub>1</sub>

**Çizelge 4.15.** Sapsız baş ağırlığına ilişkin varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Çeşit	1	6725,29	6725,29	6,101*	0,029
Sulama Düzeyi	2	13833,69	6916,85	6,27*	0,014
Çeşit * Sulama Düzeyi	2	601,064	300,532	0,273ns	0,766
Hata	12	13227,54	1102,295		
Genel	18	3737224,22			

ns: önemsiz, \*: P<0,05 düzeyinde önemli

**Çizelge 4.16.**Sapsız baş ağırlığına ilişkin ortalama ve standart hata değerleri

	Sulama	Bayrampaşa ( $\bar{X} \pm Sh$ )	Starline F1 ( $\bar{X} \pm Sh$ )	Su ana etkisi
Sapsız Baş Ağırlığı	I <sub>100</sub>	466,71 ± 14,14	490,26± 14,07	478,48 ± 18,04 <sup>A</sup>
	I <sub>70</sub>	446,88 ± 43,19	487,71 ± 23,07	467,29 ± 38,19 <sup>B</sup>
	I <sub>40</sub>	389,083 ± 61,14	440,69 ± 8,94	414,88 ± 48,23 <sup>C</sup>
Çeşit ana etkisi		434,23 ± 51,68 <sup>a</sup>	472,88 ± 28,04 <sup>b</sup>	

a,b: Çeşitler arasındaki farklılık önemli, A,B,C: Sulama konuları arasındaki farklılık önemli (P<0,05)

#### 4.6.5. Saplı baş ağırlığı

Araştırma konularında her bir bitkiden elde edilen saplı enginar başlarının ortalama ağırlıkları Çizelge 4.17’ de ve bu değerlere ilişkin varyans analizleri ise Çizelge 4.18 ve 4.19’da verilmiştir. Bayrampaşa çeşidinde ortalama saplı baş ağırlığı 442,92 – 509,26 g arasında, Starline F1 çeşidinde ise 484,37 – 558,34 g arasında değişmektedir.

Varyans analizi sonuçlarına göre (Çizelge 4.17 ve 4.18) sulama düzeyleri ve çeşitler arasındaki farklılık  $p < 0,05$  düzeyinde önemli olup, çeşit\*sulama etkisi önemsiz olarak bulunmuştur.

**Çizelge 4.17.** Saplı baş ağırlığına ilişkin ortalama değerler (g)

Çeşit	Sulama Düzeyleri	Bloklar			Ortalama
		I	II	III	
V <sub>1</sub>	I <sub>100</sub>	490,87	508,55	528,35	509,26
	I <sub>70</sub>	500,97	450,61	568,00	506,53
	I <sub>40</sub>	407,05	399,5	522,20	442,92
V <sub>2</sub>	I <sub>100</sub>	579,68	541,88	553,46	558,34
	I <sub>70</sub>	540,61	584,69	548,34	557,88
	I <sub>40</sub>	484,44	497,51	471,15	484,37

V<sub>1</sub>: Bayrampaşa, V<sub>2</sub>: Starline F<sub>1</sub>

**Çizelge 4.18.** Saplı baş ağırlığına ilişkin varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Çeşit	1	10065,91	10065,91	6,258*	0,028
Sulama Düzeyi	2	19250,41	9625,2	5,98*	0,016
Çeşit * Sulama Düzeyi	2	80,748	40,374	0,025ns	0,96
Hata	12	19302,5	1608,5		
Genel	18	4728317,1			

ns: önemsiz, \*:  $P < 0,05$  düzeyinde önemli

**Çizelge 4.19.** Saplı baş ağırlığına ilişkin ortalama ve standart hata değerleri

	Sulama	Bayrampaşa ( $\bar{X} \pm Sh$ )	Starline F1 ( $\bar{X} \pm Sh$ )	Su ana etkisi
Saplı Baş Ağırlığı	I <sub>100</sub>	509,25 ± 18,74	558,79 ± 19,37	533,79 ± 31,83 <sup>A</sup>
	I <sub>70</sub>	506,53 ± 58,89	557,88 ± 23,54	532,20 ± 48,99 <sup>B</sup>
	I <sub>40</sub>	442,92 ± 68,77	484,37 ± 13,18	463,64 ± 49,76 <sup>C</sup>
Çeşit ana etkisi		486,23 ± 56,51 <sup>a</sup>	533,52 ± 31,83 <sup>b</sup>	

a,b: Çeşitler arasındaki farklılık önemli, A,B,C: Sulama konuları arasındaki farklılık önemlidir ( $P < 0,05$ ).

#### 4.6.6. Baş çapı

Deneme konularında elde edilen ortalama baş çapı değerleri Çizelge 4.20' de ve bu değerlere göre yapılan varyans analizi sonuçları Çizelge 4.21 ve 4.22' de verilmiştir. Çizelge 4.20' den izleneceği gibi Bayrampaşa ve Starline F1 çeşitlerinin baş çapları sırasıyla, 12,09 – 12,69 cm ve 12,22 – 12,61 cm arasında değişmiştir.

Farklı su uygulamaları açısından ortalama baş çapları arasındaki farklılık önemsiz bulunmuştur. Baş çapları arasında farklılığın bulunmaması hasat sırasında Türk Standartları Enstitüsünün TSE 1133 no' lu standardı (Anonim 2007) dikkate alınarak başların seçilmesine bağlanabilir.

**Çizelge 4.20.** Baş çapına ilişkin ortalama değerler (cm)

Çeşit	Sulama Düzeyleri	Bloklar			Ortalama
		I	II	III	
V <sub>1</sub>	I <sub>100</sub>	12,41	13,44	12,23	12,69
	I <sub>70</sub>	12,97	13,50	9,80	12,09
	I <sub>40</sub>	11,80	13,25	11,83	12,29
V <sub>2</sub>	I <sub>100</sub>	12,50	12,60	12,28	12,46
	I <sub>70</sub>	12,40	12,98	12,45	12,61
	I <sub>40</sub>	12,10	12,50	12,05	12,22

V<sub>1</sub>: Bayrampaşa, V<sub>2</sub>: Starline F<sub>1</sub>

**Çizelge 4.21.** Baş çapına ilişkin varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Çeşit	1	0,022	0,022	0,025ns	0,877
Sulama Düzeyi	2	0,328	0,164	0,185ns	0,833
Çeşit * Sulama Düzeyi	2	0,474	0,237	0,268ns	0,769
Hata	12	10,614	0,885		
Genel	18	2776,39			

ns: önemsizdir

**Çizelge 4.22.** Baş çapına ilişkin ortalama ve standart hata değerleri

	Sulama	Bayrampaşa ( $\bar{X} \pm Sh$ )	Starline F1 ( $\bar{X} \pm Sh$ )	Su ana etkisi
Baş Çapı	I <sub>100</sub>	12,69 ± 0,65	12,46 ± 0,16	12,57 ± 0,44
	I <sub>70</sub>	12,09 ± 2,00	12,61 ± 0,32	12,35 ± 1,31
	I <sub>40</sub>	12,29 ± 0,82	12,22 ± 0,25	12,26 ± 0,55
Çeşit ana etkisi	12,36 ± 1,16	12,43 ± 0,28		

#### 4.6.7. Baş boyu

Deneme konularında elde edilen ortalama baş boyları Çizelge 4.23’de ve bu değerlere göre yapılan varyans analizi sonuçları Çizelge 4.24 ve 4.25’de verilmiştir. Çizelgelerden izleneceği gibi, ortalama baş boyu tüm konular arasında 9,81 ile 10,51 cm arasında yer almıştır.

Yetiştirme döneminde, ortalama baş boyu bakımından en yüksek değerler Bayrampaşa çeşidinde I<sub>70</sub> konusundan elde edilirken Starline F1 çeşidinde ise I<sub>100</sub> deneme konusundan elde edilmiş, istatistiksel olarak baş boyları arasındaki farklılık önemsiz bulunmuştur (Çizelge 4.24).

**Çizelge 4.23.** Baş boyuna ilişkin ortalama değerler (cm)

Çeşit	Sulama Düzeyleri	Bloklar			Ortalama
		I	II	III	
V <sub>1</sub>	I <sub>100</sub>	10,93	9,44	10,74	10,37
	I <sub>70</sub>	9,62	11,60	10,30	10,51
	I <sub>40</sub>	9,97	10,75	10,60	10,44
V <sub>2</sub>	I <sub>100</sub>	10,32	10,27	10,64	10,41
	I <sub>70</sub>	9,88	9,49	10,35	9,91
	I <sub>40</sub>	9,88	9,68	9,88	9,81

V<sub>1</sub>: Bayrampaşa, V<sub>2</sub>: Starline F<sub>1</sub>

**Çizelge 4.24.** Baş boyuna ilişkin varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Çeşit	1	0,704	0,704	2,03ns	0,18
Sulama Düzeyi	2	0,219	0,109	0,315ns	0,735
Çeşit * Sulama Düzeyi	2	0,427	0,214	0,616ns	0,556
Hata	12	4,16	0,342		
Genel	18	1893,36			

ns: önemsiz (P<0,01)

**Çizelge 4.25.** Baş boyuna ilişkin ortalama ve standart hata değerleri

	Sulama	Bayrampaşa ( $\bar{X} \pm Sh$ )	Starline F1 ( $\bar{X} \pm Sh$ )	Su ana etkisi
Baş Boyu	I <sub>100</sub>	10,37 ± 0,81	10,41 ± 0,20	10,39 ± 0,52
	I <sub>70</sub>	10,51 ± 1,00	9,90 ± 0,43	10,21 ± 0,76
	I <sub>40</sub>	10,44 ± 0,41	9,81 ± 0,11	10,13 ± 0,44
Çeşit ana etkisi		10,44 ± 0,68	10,04 ± 0,37	



#### 4.6.8. Çiçek tabla çapı

Hasat sonrası braktelerinden ayrılan enginar başlarının çiçek tabla genişlikleri Çizelge 4.26' da verilmiştir. Geniş tabla özelliği gösteren Bayrampaşa çeşidi beklenildiği üzere Bayrampaşa I<sub>100</sub> konusu 8,51 cm ile en geniş tabla değerini vermiştir. En küçük tabla değeri ise Starline F1 I<sub>70</sub> konusundan elde edilmiştir.

Çiçek tabla çap değerlerine ilişkin varyans analizleri Çizelge 4.27 ve 4.28' de verilmiş olup, istatistiksel olarak farklılığın önemsiz olduğu görülmektedir.

**Çizelge 4.26.** Çiçek tabla çapına ilişkin ortalama değerler (cm)

Çeşit	Sulama Düzeyleri	Bloklar			Ortalama
		I	II	III	
V <sub>1</sub>	I <sub>100</sub>	8,32	8,70	8,52	8,51
	I <sub>70</sub>	8,75	7,45	5,62	7,27
	I <sub>40</sub>	7,53	7,90	6,50	7,31
V <sub>2</sub>	I <sub>100</sub>	7,23	7,71	8,11	7,68
	I <sub>70</sub>	6,72	7,68	7,03	7,14
	I <sub>40</sub>	7,60	8,43	7,65	7,89

V<sub>1</sub>: Bayrampaşa, V<sub>2</sub>: Starline F1

**Çizelge 4.27.** Çiçek tabla çapına ilişkin varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Çeşit	1	0,71	0,71	0,115ns	0,740
Sulama Düzeyi	2	2,387	1,193	1,943ns	0,186
Çeşit * Sulama Düzeyi	2	1,489	0,749	1,219ns	0,330
Hata	12	7,372	0,614		
Genel	18	1060,911			

ns: önemsiz (P<0,01)

**Çizelge 4.28.** Çiçek tabla çapına ilişkin ortalama ve standart hata değerleri

	Sulama	Bayrampaşa ( $\bar{X} \pm Sh$ )	Starline F1 ( $\bar{X} \pm Sh$ )	Su ana etkisi
Çiçek tabla Çapı	I <sub>100</sub>	8,51 ± 0,19	7,68 ± 0,44	8,09 ± 0,54
	I <sub>70</sub>	7,27 ± 1,57	7,14 ± 0,48	7,21 ± 1,04
	I <sub>40</sub>	7,31 ± 0,72	7,89 ± 0,46	7,6 ± 0,63
Çeşit ana etkisi		7,69 ± 1,064	7,57 ± 0,52	

#### 4.6.9. Çiçek tabla ağırlığı

Denemede elde edilen ortalama çiçek tabla ağırlıkları Çizelge 4.29’ da, bu değerlere ilişkin varyans analizleri Çizelge 4.30 ve 4.31’ de verilmiştir. Bayrampaşa çeşidinde ortalama çiçek tabla ağırlığı 54,64 – 78,57 g arasında, Starline F1 çeşidinde ise 52,99 – 71,12 g arasında değişmektedir. Genel olarak Bayrampaşa çeşidindeki değerlerin daha yüksek olması çeşidin geniş çiçek tablası özelliğinden kaynaklanmaktadır. Varyans analizi sonuçlarına göre çeşitler ve sulama düzeyleri arasındaki farklılık önemsizdir (Çizelge 4.30 ve 4.31).

**Çizelge 4.29.** Çiçek tabla ağırlığına ilişkin ortalama değerler (g)

Çeşit	Sulama Düzeyleri	Bloklar			Ortalama
		I	II	III	
V <sub>1</sub>	I <sub>100</sub>	75,73	84,44	75,55	78,57
	I <sub>70</sub>	90,74	37,34	35,85	54,64
	I <sub>40</sub>	51,04	63,95	53,06	56,02
V <sub>2</sub>	I <sub>100</sub>	53,57	57,82	74,24	61,88
	I <sub>70</sub>	46,69	58,68	53,59	52,99
	I <sub>40</sub>	68,16	73,26	71,93	71,12

V<sub>1</sub>:Bayrampaşa, V<sub>2</sub>: Starline F<sub>1</sub>

**Çizelge 4.30.** Çiçek tabla ağırlığına ilişkin varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Çeşit	1	5,292	5,292	0,026ns	0,874
Sulama Düzeyi	2	817,433	408,717	2,02ns	0,175
Çeşit * Sulama Düzeyi	2	759,008	379,504	1,875ns	0,196
Hata	12	2428,386	202,366		
Genel	18				

ns: önemsizdir. (P<0,01)

**Çizelge 4.31.** Çiçek tabla ağırlığına ilişkin ortalama ve standart hata değerleri

	Sulama	Bayrampaşa ( $\bar{X} \pm Sh$ )	Starline F1 ( $\bar{X} \pm Sh$ )	Su ana etkisi
Çiçek tabla Ağırlığı	I <sub>100</sub>	78,57 ± 5,08	61,87 ± 10,91	70,22 ± 11,90
	I <sub>70</sub>	54,64 ± 31,26	52,98 ± 6,01	53,81 ± 20,16
	I <sub>40</sub>	56,01 ± 6,94	71,12 ± 2,64	63,56 ± 9,51
Çeşit ana etkisi		63,07 ± 19,96	61,9 ± 10,11	

#### 4.6.10. Sap kalınlığı

Araştırmada elde edilen enginar saplarının ortalama kalınlığı Çizelge 4.32’ de verilmiştir. Bayrampaşa çeşidinde su kısıtı arttıkça sap kalınlığının arttığı, Starline F1 çeşidinde ise sap kalınlığının azaldığı görülmektedir. Starline F1 çeşidinde su kısıdıyla birlikte sap kalınlığının azalması vejetatif aksam yerine generatif aksamdaki artışları daha anlamlı hale getirmektedir.

Çizelge 4.33 ve 4.34’de izleneceği gibi çeşitler ve sulama düzeyleri arasında farklılık önemsizken, çeşit\*sulama düzeyi etkisi  $p < 0,05$  düzeyinde önemli bulunmuştur.

**Çizelge 4.32.** Sap kalınlığına ilişkin ortalama değerler (cm)

Çeşit	Sulama Düzeyleri	Bloklar			Ortalama
		I	II	III	
V <sub>1</sub>	I <sub>100</sub>	1,89	2,02	2,11	2,01
	I <sub>70</sub>	2,10	2,18	2,34	2,21
	I <sub>40</sub>	2,27	2,83	2,70	2,60
V <sub>2</sub>	I <sub>100</sub>	2,74	2,59	2,40	2,58
	I <sub>70</sub>	2,58	2,48	2,52	2,53
	I <sub>40</sub>	2,06	2,02	2,08	2,05

V<sub>1</sub>: Bayrampaşa, V<sub>2</sub>: Starline F<sub>1</sub>

**Çizelge 4.33.** Sap kalınlığına ilişkin varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Çeşit	1	0,059	0,059	2,429ns	0,145
Sulama Düzeyi	2	0,017	0,008	0,348ns	0,713
Çeşit * Sulama Düzeyi	2	1,030	0,515	21,233*	0,000
Hata	12	0,291	0,024		
Genel	18	98,978			

ns: önemsiz, \*:  $P < 0,05$  düzeyinde önemlidir.

**Çizelge 4.34.** Sap kalınlığına ilişkin ortalama ve standart hata değerleri

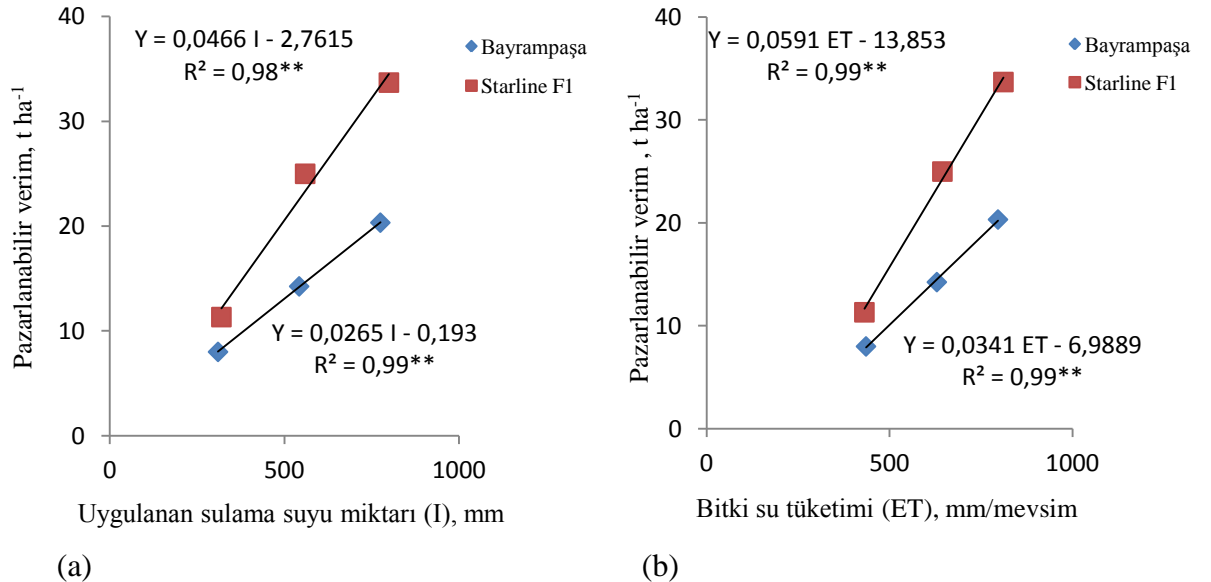
	Sulama	Bayrampaşa ( $\bar{X} \pm Sh$ )	Starline F1 ( $\bar{X} \pm Sh$ )	Su ana etkisi
Sap Kalınlığı	I <sub>100</sub>	2,00 ± 0,11	2,58 ± 0,17	2,29 ± 0,34
	I <sub>70</sub>	2,20 ± 0,12	2,53 ± 0,50	2,37 ± 0,19
	I <sub>40</sub>	2,60 ± 0,29	2,05 ± 0,30	2,33 ± 0,35
Çeşit ana etkisi		2,27 ± 0,31	2,38 ± 0,26	

#### 4.7. Su – Üretim Fonksiyonlarına İlişkin Sonuçlar

Araştırmada her bir sulama konusu ve sulama düzeyi için elde edilen verim, bitki su tüketimi ve uygulanan sulama suyu değerleri ile hazırlanan su – üretim fonksiyonu grafikleri Şekil 4.5’ de verilmiştir. Şekillerden izleneceği gibi, denemenin yürütüldüğü yılda, enginar bitkisine toplam büyüme mevsimi boyunca uygulanan sulama suyu miktarları ile elde edilen toplam verimler arasında istatistiksel açıdan  $p < 0,01$  düzeyinde doğrusal bir ilişki bulunmuştur. Benzer değerlendirme aynı deneme konuları için toplam büyüme mevsimi boyunca ölçülen mevsimlik bitki su tüketimi ile toplam verim arasında yapıldığında, Bayrampaşa ve Starline F1 çeşidi için istatistiksel açıdan  $p < 0,01$  düzeyinde önemli ilişkiler saptanmıştır. Denemenin yürütüldüğü her iki çeşitte, sulama suyundaki artış ile bitki su tüketimleri ve verimlerde önemli düzeyde artış olmuştur.

##### 4.7.1. Su verim ilişkisi sonuçları

Doorenbos ve Kassam (1979)’ da açıklanan ve Bölüm 3.2.7’ de verilen, mevsimlik su-verim ilişkisi faktörünü belirleyebilmek için gerekli oransal bitki su tüketimi açığı ve oransal verim azalması değerleri Çizelge 4.35’ de, bu değerlere göre hazırlanan mevsimlik su verim ilişkisi grafiği Şekil 4.6’ de verilmiştir.



Şekil 4.5. Mevsimlik sulama suyu miktarı (a) ve bitki su tüketimine (b) karşılık elde edilen pazarlanabilir verim

Şekil 4.6' da görüleceği gibi, enginar bitkisinin su - verim ilişkisi faktörü ( $k_y$ ), Bayrampaşa ve Starline F1 çeşitleri için 1,37 olarak bulunmuştur. Bu sonuçlara göre, Doorenbos ve Kassam (1979)' da teorisi açıklandığı üzere, tüm büyüme mevsimi boyunca yapılacak su kısıdının ya da bir başka ifade ile susuz koşullarda yapılacak enginar tarımının sulu koşullara göre verim kaybı ile karşılaşacağı açıktır.

Söz konusu grafiğe göre, toplam büyüme mevsimi boyunca %25' lik oransal su tüketimi açığı yaratıldığında yaklaşık %34, %50' lik oransal su tüketimi açığı yaratıldığında %69 verim azalması olabileceği söylenebilir.

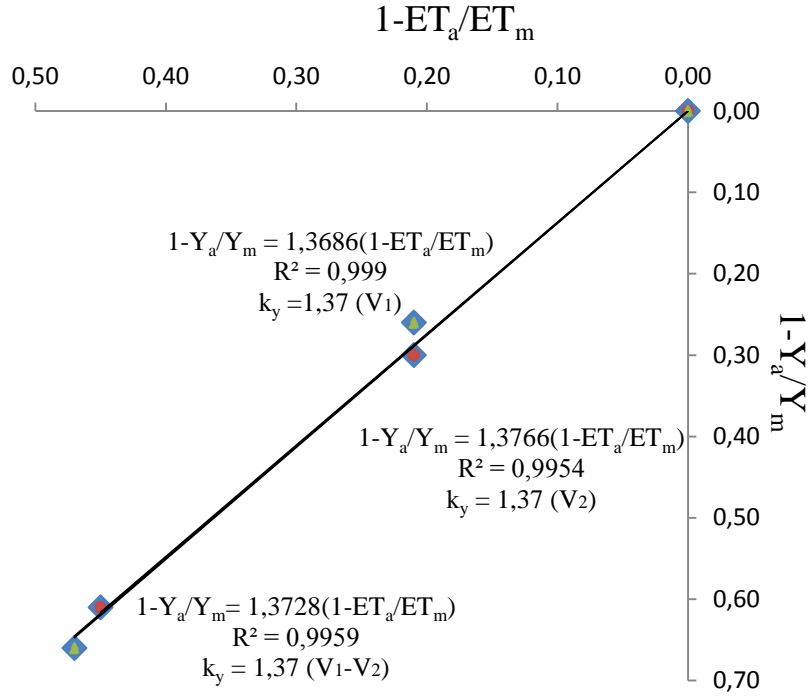
#### 4.7.2. Sulama suyu kullanım ve su kullanım randımanları

Deneme konularına uygulanan sulama suyu miktarları, ölçülen bitki su tüketimi değerleri ve elde edilen toplam verimlerin, eşitlik 3.6 ve 3.7' de yerine konulması ile hesaplanan sulama suyu kullanım randımanı ve su kullanım randımanı sonuçları Çizelge 4.36' da verilmiştir.

Çizelgeden görüleceği gibi, en yüksek sulama suyu kullanım randımanları (IWUE) Bayrampaşa ve Starline F1 çeşitleri için sırasıyla 2,63 ve 4,47  $\text{kg m}^{-3}$  olarak  $I_{70}$  konusundan, en düşük sulama suyu kullanım randımanları ise sırasıyla 2,58 ve 3,54  $\text{kg m}^{-3}$  ile  $I_{40}$  konusundan elde edilmiştir.

**Çizelge 4.35.** Büyüme mevsimi boyunca oransal su tüketimi açığına karşılık oransal verim azalması değerleri

Çeşit	Deneme Konusu	$Y_m$ ( $\text{t ha}^{-1}$ )	$Y_a$ ( $\text{t ha}^{-1}$ )	$ET_m$ (mm)	$ET_a$ (mm)	$1-(Y_a/Y_m)$	$1-(ET_a/ET_m)$
V <sub>1</sub>	$I_{100}$	20,33		796,50			
	$I_{70}$		14,25		629,40	0,30	0,21
	$I_{40}$		8,00		435,80	0,61	0,45
V <sub>2</sub>	$I_{100}$	33,69		811,40			
	$I_{70}$		24,99		644,60	0,26	0,21
	$I_{40}$		11,32		431,40	0,66	0,47



**Şekil 4.6.** Mevsimlik su - verim ilişkisi faktörü ( $k_y$ )

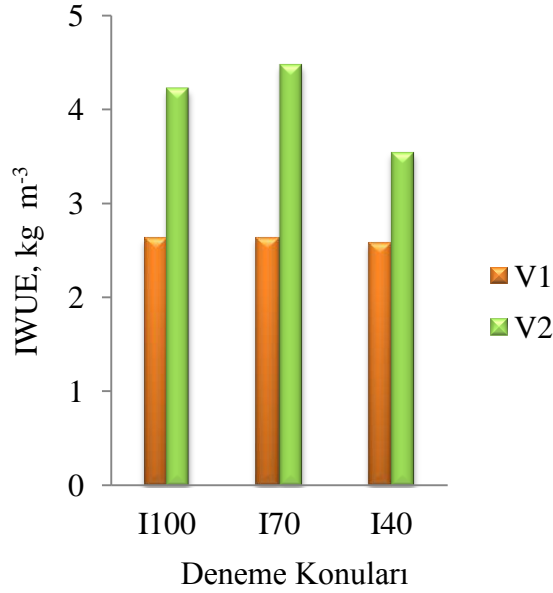
Benzer değerlendirme su kullanım randımanı için yapıldığında, en yüksek WUE değerleri Bayrampaşa ve Starline F1 çeşitleri için sırasıyla 2,55 ve 4,15 kg m<sup>-3</sup> ile I<sub>100</sub>, en düşük su kullanım randımanı ise sırasıyla 1,84 ve 2,62 kg m<sup>-3</sup> ile I<sub>40</sub> konusundan elde edilmiştir.

Ayrıca randıman değerleri arasındaki değişimin açıkça izlenebilmesi için, her bir deneme konusuna ait su kullanım randımanı (WUE) ve sulama suyu kullanım randımanı (IWUE) değerleri Şekil 4.7' de grafiklendirilmiştir. Şekilden açıkça görülebileceği gibi, IWUE ve WUE değerleri uygulanan sulama suyu düzeyi azaldıkça düşmektedir. Araştırmada Starline F1 çeşidinde IWUE ve WUE değerleri daha yüksek bulunmuştur. Bu değişim çeşitler arasındaki verim farklılığına bağlanabilir.

Sulama suyu kullanım ve su kullanım randımanı değerlerine ait varyans analizi sonuçları Çizelge 4.37, 4.38, 4.39 ve 4.40' da verilmiştir. Deneme konularına göre istatistiksel açıdan IWUE ve WUE değerleri açısından çeşitler arasındaki farklılık %5 önemli olmuş, sulama konuları arasındaki farklılık önemsiz bulunmuştur.

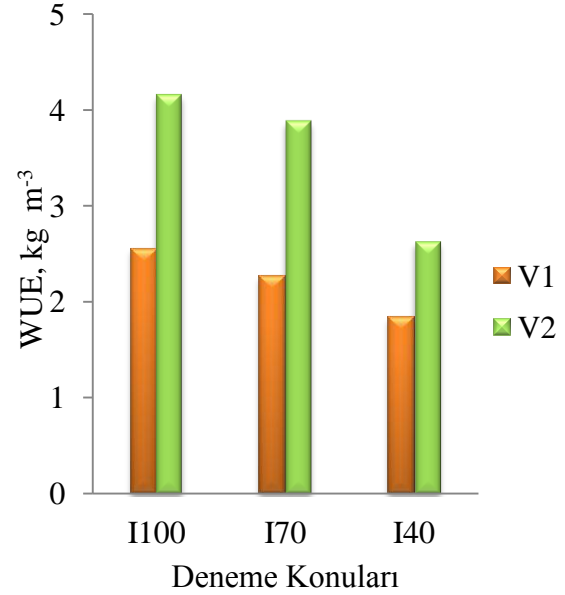
**Çizelge 4.36.** Sulama suyu kullanım randımanı (IWUE) ve su kullanım randımanı (WUE) değerleri ( $\text{kg m}^{-3}$ )

Çeşit	Sulama Düzeyleri	IWUE				WUE			
		I	II	III	Ort.	I	II	III	Ort.
V <sub>1</sub>	I <sub>100</sub>	2,53	2,95	2,39	2,62	2,46	2,87	2,32	2,55
	I <sub>70</sub>	2,77	2,49	2,62	2,63	2,39	2,15	2,26	2,26
	I <sub>40</sub>	2,63	2,58	2,53	2,58	1,87	1,84	1,80	1,83
V <sub>2</sub>	I <sub>100</sub>	5,80	3,73	3,12	4,21	5,71	3,67	3,07	4,15
	I <sub>70</sub>	6,28	4,18	2,94	4,47	5,45	3,63	2,55	3,88
	I <sub>40</sub>	3,79	3,89	2,95	3,54	2,81	2,88	2,18	2,62



V1: Bayrampaşa, V2: Starline F1

(a)



(b)

**Şekil 4.7.** Farklı su uygulama düzeylerinde elde edilen sulama suyu kullanım randımanı (a) ve su kullanım randımanı (b) değerleri

**Çizelge 4.37.** Sulama suyu kullanım randımanına (IWUE) ilişkin varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Çeşit	1	9,665	9,665	11,158*	0,006
Sulama Düzeyi	2	0,759	0,380	0,438ns	0,655
Çeşit * Sulama Düzeyi	2	0,613	0,307	0,354ns	0,709
Hata	12	10,395	0,866		
Genel	18	222,568			

ns: önemsiz, \*: P<0,05 düzeyinde önemli

**Çizelge 4.38.** Sulama suyu kullanım randımanına (IWUE) ilişkin ortalama ve standart hata değerleri

	Sulama	Bayrampaşa ( $\bar{X} \pm Sh$ )	Starline F1 ( $\bar{X} \pm Sh$ )	Su ana etkisi
IWUE	I <sub>100</sub>	2,62 ± 0,29	4,21 ± 1,40	3,42 ± 1,26
	I <sub>70</sub>	2,62 ± 0,14	4,47 ± 1,69	3,55 ± 1,47
	I <sub>40</sub>	2,58 ± 0,05	3,54 ± 0,52	3,06 ± 0,62
Çeşit ana etkisi		2,61 ± 0,165 <sup>a</sup>	4,08 ± 1,20 <sup>b</sup>	

a,b: Çeşitler arasındaki farklılık önemli (P<0,05)

**Çizelge 4.39.** Su kullanım randımanına (WUE) ilişkin varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Çeşit	1	7,987	7,987	11,120*	0,006
Sulama Düzeyi	2	4,081	2,040	2,841ns	0,098
Çeşit * Sulama Düzeyi	2	0,670	0,335	0,466ns	0,638
Hata	12	8,619	0,718		
Genel	18	171,058			

ns: önemsiz, \*: P<0,05 düzeyinde önemli

**Çizelge 4.40.** Su kullanım randımanına (WUE) ilişkin ortalama ve standart hata değerleri

	Sulama	Bayrampaşa ( $\bar{X} \pm Sh$ )	Starline F1 ( $\bar{X} \pm Sh$ )	Su ana etkisi
WUE	I <sub>100</sub>	2,55 ± 0,28	4,15 ± 1,38	3,35 ± 1,25
	I <sub>70</sub>	2,26 ± 0,12	3,87 ± 1,46	3,07 ± 1,28
	I <sub>40</sub>	1,83 ± 0,35	2,62 ± 0,38	2,23 ± 0,49
Çeşit ana etkisi		2,21 ± 0,348 <sup>a</sup>	3,55 ± 1,24 <sup>b</sup>	

a,b: Çeşitler arasındaki farklılık önemli (P<0,05)



#### 4.8. Bitki su stres indeksi (CWSI) sonuçları

Araştırmada her bir enginar bitki çeşidi için bitki su stres indeksi değerleri ve bu değerlerin hesaplanması için gerekli alt baz denklemlerinin elde edilmesinde sulama suyu ihtiyacının tamamının karşılandığı  $I_{100}$  konusu yani optimum koşullarda sulandığı varsayılan konu dikkate alınmıştır. Bölgede daha önce sebzelerde gerçekleştirilmiş araştırma sonuçları değerlendirilerek üst baz değeri  $3,5^{\circ}\text{C}$  alınmıştır.

Damla sulama yöntemi ile sulanan enginar bitkisi için maksimum ve minimum su stres koşullarında elde edilen üst ve alt sınır değerlerini gösteren temel grafikler 2013 - 2014 yetiştirme periyodunda her iki çeşit için Şekil 4.8' de verilmiştir.

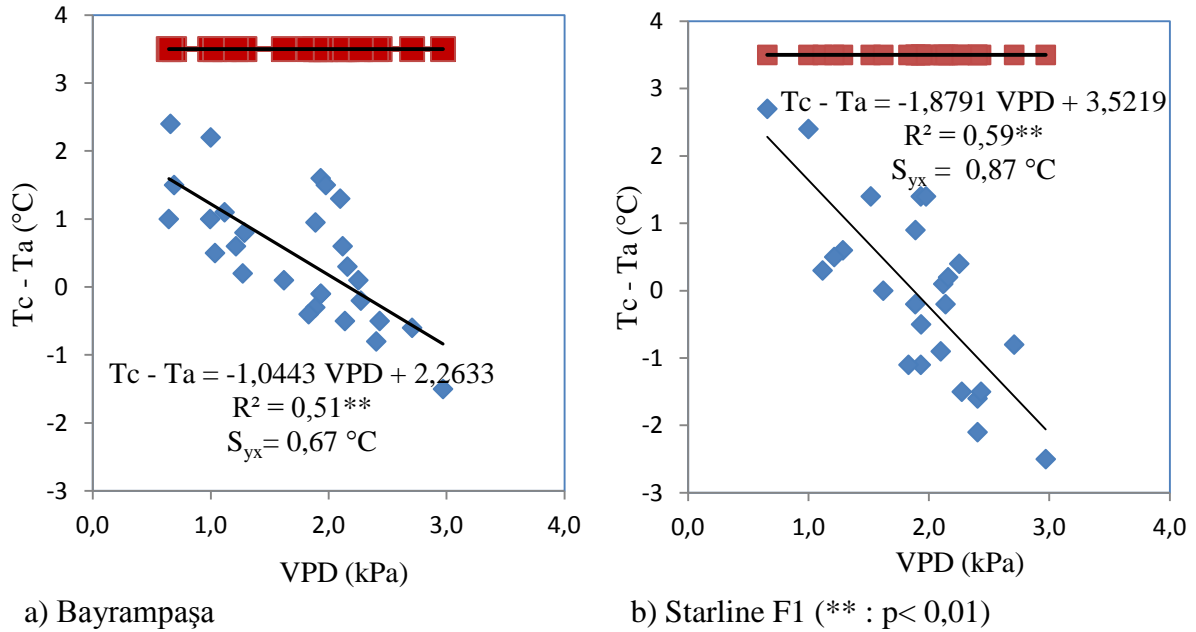
Şekillerden izlenebileceği gibi enginar bitkisi için Tekirdağ koşullarında üst baz değeri stres düzeyinin en düşük olduğu düşünülen yani en fazla sulama suyu uygulanan  $I_{100}$  konusunda alt baz denklemleri Bayrampaşa ve Starline F1 çeşitleri için sırasıyla " $T_c - T_a = -1,0443 \text{ VPD} + 2,2633$ " ve " $T_c - T_a = -1,8791 \text{ VPD} + 3,5219$ " olarak elde edilmiştir. Denklemleri ifade eden belirtme katsayılarının ( $R^2$ ),  $p < 0.01$  düzeyinde önemli olması ve standart sapmasının küçük olması doğrunun noktaları yüksek doğruluk düzeyi ile ifade ettiğini göstermektedir.

Araştırmada  $I_{100}$  konusundan alınan infrared termometre ölçümlerinden ve alt-üst baz değerlerinden yararlanılarak CWSI değerleri hesaplanmıştır. İnfrared termometre (IRT) ölçümleri havanın bulutlu ve yağışlı olması durumunda yapılmamıştır. Bu nedenle, ölçümlerin net yapılabildiği açık günler dikkate alınmıştır.

CWSI değerlerindeki değişim toprak nem değişimi ile paralellik göstermiştir. CWSI değerleri genellikle su stresinin azaldığı sulama uygulamalarından sonra en düşük, sulama öncelerinde ise en yüksek değerlere ulaşmıştır. Sulama önceleri elde edilen ortalama CWSI değeri Bayrampaşa çeşidi için 0,41, Starline F1 çeşidi için ise 0,40 olarak elde edilmiştir. Idso ve ark. (1981) ve Gardner ve Shock (1989) gibi çok sayıda yayında belirtildiği gibi teorik olarak bitki su stres indeksi değerleri 0 ile 1 arasında değişmektedir.

Alderfasi ve Nielsen (2001) ve özellikle sera koşullarında Penuelas ve ark. (1992) tarafından açıklandığı üzere, uygulamada bu aralığın dışına çıkabilen çok sayıda değer elde edilebilmektedir ve bunun sebebi ölçümler ya da hesaplamalar sırasında yapılabilecek hatalara, ayrıca doymuş hava koşulları yani sera koşullarında buhar basıncı açığının daha yüksek olmasına bağlanabilmektedir. Ortalamaların eldesinde 0 – 1 arasında yer alan CWSI değerleri dikkate alınmıştır.

CWSI değerlerinden açıkça görülebileceği gibi,  $I_{100}$  konusunda özellikle sulama uygulamalarının kritik seviye dikkate alınarak sürekli yapılmasının, bitkinin tam olarak strese girmesine izin vermediği, dolayısıyla CWSI değerlerinin genellikle düşük seyrettiği söylenebilir. Ancak, sulamalar arasında CWSI değerlerindeki değişim, su kısıdından doğan farklılığı açıkça ortaya çıkarmaktadır. Ölçüm periyodu içerisinde dikkate alınan beş adet sulama öncesi CWSI değerleri Bayrampaşa çeşidi için 0,43; 0,43; 0,42; 0,39 ve 0,36; Starline F1 çeşidi için 0,41; 0,34; 0,42; 0,39 ve 0,43 olarak elde edilmiştir. Sulamalardan sonra CWSI değerleri negatif değerlere düşmüş, sulama öncesine kadar yavaş yavaş yükselmiştir. Anılan değerlere paralellik sağlayacak dünyada ve ülkemiz koşullarında enginar da yapılmış herhangi bir çalışma bulunmamaktadır. Ancak, sebzelerde yürütülmüş az sayıda çalışmada CWSI değerlerinin sık sulama uygulamaları ve sığ kök derinliği gibi nedenlerden dolayı düşük seyrettiği söylenebilir (Erdem ve ark. 2010).



**Şekil 4.8.** Enginar bitkisi için maksimum ve minimum stres koşullarında yaprak –hava sıcaklığı farkı ( $T_c - T_a$ ) ile buhar basıncı açığı (VPD) arasındaki ilişki

## 5. SONUÇ ve ÖNERİLER

Damla sulama yöntemi ile farklı sulama suyu miktarları altında yetiştirilen enginarın bitki su tüketiminin hesaplanması, sulama zamanı planlaması, su-verim ilişkilerinin, üretim fonksiyonlarının belirlenmesi amacıyla yürütülen çalışmada elde edilen sonuçlar bu bölümde özetlenmeye çalışılmıştır. Verim ile uygulanan sulama suyu ve ölçülen bitki su tüketimi arasındaki ilişkiler sulama suyu kullanım randımanı ve su uygulama randımanı kavramları ile incelenmiştir.

Araştırmadan elde edilen verilere göre, Tekirdağ ili sera koşullarında enginar bitkisinin yetiştirme mevsimi içinde damla sulama yöntemi ile uygulanan sulama suyu miktarları Bayrampaşa çeşidi için 310,0 – 774,9 mm, Starline F1 çeşidi için 319,7 – 799,4 mm arasında değişirken, mevsimlik bitki su tüketimi değerleri sırasıyla, 435,8 – 796,5 mm ve 431,4 – 811,4 mm arasında ölçülmüştür.

Denemede her bir çeşit için en yüksek ortalama toplam verimler bitki su ihtiyacının tam olarak karşılandığı  $I_{100}$  sulama düzeyinden elde edilmiştir. Bu konuda en yüksek ortalama pazarlanabilir verim Bayrampaşa ve Starline F1 için sırasıyla 20,33 t ha<sup>-1</sup> ve 33,69 t ha<sup>-1</sup> olarak belirlenmiştir. En düşük ortalama pazarlanabilir verim ise sulama suyu ihtiyacının %40' ının karşılandığı  $I_{40}$  konusunda sırasıyla 8,0 t ha<sup>-1</sup> ve 11,32 t ha<sup>-1</sup> olarak elde edilmiştir. Su ihtiyacının tam karşılandığı  $I_{100}$  konusunda elde edilen verim değerlerinin, maksimum kısıt uygulanan  $I_{40}$  konusunda elde edilen değerlerden oldukça yüksek olması enginar yetiştiriciliğinde sulamanın önemini açıkça ortaya koymaktadır.

Sulama suyu ve su kullanım randımanları, sulama seviyelerine göre değişiklik göstermiştir. Genel olarak uygulanan sulama suyu miktarları azaldıkça, her iki çeşitte de sulama suyu kullanım randımanı ve su kullanım randımanı düşüş göstermiştir. En yüksek sulama suyu kullanım randımanı (IWUE) Bayrampaşa ve Starline F1 çeşitleri için sırasıyla 2,63 kg m<sup>-3</sup> ve 4,47 kg m<sup>-3</sup> olarak  $I_{70}$  konusundan, en düşük sulama suyu kullanım randımanları ise sırasıyla 2,58 kg m<sup>-3</sup> ve 3,54 kg m<sup>-3</sup> ile  $I_{40}$  konusundan elde edilmiştir. Optimum konuda Bayrampaşa ve Starline F1 çeşidi için sırasıyla IWUE değerleri 2,62 kg m<sup>-3</sup> ve 4,21 kg m<sup>-3</sup>; WUE değerleri 2,55 kg m<sup>-3</sup> ve 4,15 kg m<sup>-3</sup> olarak hesaplanmıştır.

Verim ve randıman sonuçları birlikte değerlendirildiğinde, istatistiksel olarak çeşitler arasında farklılık izlenirken konular arasında önemli bir farklılık görülmemektedir. Dolayısıyla, enginar yetiştiriciliğinde maksimum verim eldesi bakımından su ihtiyacının tamamının karşılandığı ( $I_{100}$ ) konu önerilebilir. Su kaynağı kapasitesinin sınırlı olduğu hallerde ise tasarruf açısından sulama suyu ihtiyacından kısıt yoluna gidilebileceği, bu kısıt

düzeyinin %30' u geçmemesi gerektiği, ancak bu sonucun ekonomik analiz ve dönemlik  $k_y$  değerlerinin incelenmesi ile desteklenmesi gerektiği söylenebilir. Ayrıca, farklı su tasarrufu düzeyleri ile bitki stres düzeyine bağlı olarak yapılacak çalışmalar dikkate alınarak farklı sulama zamanı planları geliştirilebilir.

Enginar bitkisinin mevsimlik su – verim tepki etmeni ( $k_y$ ), her iki çeşit içinde 1,37 olarak belirlenmiştir.

Enginar yetiştiriciliğinde sulama zamanı planlaması, bitkiye dayalı olarak gerçekleştirildiğinde, infrared termometre tekniği ile belirlenen bitki su stresi indeksinin (CWSI), enginarın bitki su stresinin değerlendirilmesi için kullanılabileceği söylenebilir.

Çalışmada, bitki su stresi indeksi (CWSI) değerlerinin belirlenmesi için gerekli olan üst baz çizgisi 3,5 °C, alt baz denklemi ise Bayrampaşa ve Starline F1 çeşitleri için “ $T_c - T_a = -1,0443 \text{ VPD} + 2,2633$ ” ve “ $T_c - T_a = -1,8791 \text{ VPD} + 3,5219$ ” olarak elde edilmiştir.

CWSI değerlerinin değişimi, toprak nem eksikliğindeki değişimle benzer eğilim göstermiştir. Topraktaki nem eksikliği arttıkça CWSI değerlerinde artış görülmüştür. Önerilen araştırma konusu dikkate alındığında ve her iki çeşit birlikte değerlendirildiğinde, Tekirdağ koşullarında enginar sulamasında CWSI değeri 0,40' a ulaştığında sulamaya başlanmasının yüksek verim ve kaliteli ürün açısından daha uygun olacağı açıklanabilir. Ancak elde edilen bu değerlerin daha sonra yapılacak çalışmalar ile mutlaka alternatifleri ile birlikte desteklenmesi gerekmektedir.

Tez çalışması sonucunda, enginarın su-üretim fonksiyonları ve sulama programlamasına destek sağlayacak bilimsel veriler elde edilmiştir. Bulguların, başta üreticilere daha sonra bu konuda çalışacak araştırmacı ve yatırımcılara faydalı olması beklenmektedir. Özellikle, bitki su stresine bağlı planlamalarda bu çalışmada elde edilen alt baz ve üst baz denklemleri bu konuda yürütülecek birçok çalışmaya dayanak oluşturacaktır.

## 6. KAYNAKLAR

- Anonim (2007). Türkiye Standartları Enstitüsü, TS 1133 nolu tebliğ. Ankara,
- Anonim (2012). Türkiye İstatistik Kurumu Veritabanı. Ankara. (<http://www.tuik.gov.tr>)
- Anonim (2014). Food and Agricultural Organization of the United Nation, Production Database. <http://faostat.fao.org>
- Abak K (1987). Enginar ve Kuşkonmaz Yetiştiriciliği. Tav. Yayın No: 15, 64 s.
- Ahi Y, Orta H, Gündüz A ve Gültaş HT (2014). The Canopy Temperature Response to Vapor Pressure Deficit of Grapevine cv. Semillon and Razaki. International Symposium Regarding the Effects of Irrigation and Drainage on Rural and Urban Landscape. 26 - 28 November 2014, Patras, Greece.
- Alderfasi AA ve Nielsen DC (2001). Use of crop water stress index for monitoring water status and scheduling irrigation in wheat. *Agric. Water Manage.* 47: 69-75.
- Ayan B (1994). Uzaktan Algılama Tekniklerinin Bitki Su Tüketimi ve Toprak Nem Düzeyi Tahminlerinde Kullanılması. Ankara Üniv. Ziraat Fakültesi Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı Seminer Notları, Ankara.
- Ayyıldız M (1990). Sulama Suyu Kalitesi ve Tuzluluk Problemleri. Ankara Üniversitesi. Ziraat Fakültesi Yayınları 1196. Ankara.
- Bayraktar K (1981). Sebze Yetiştirme (Cilt II). Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Yayınları no.169, Bornova-İzmir, 479 s.
- Bektaş ZK ve Saner G (2013). Türkiye’de Enginar Üretimi ve Pazarlaması. U. Ü. Ziraat Fakültesi Dergisi (Journal of Agricultural Faculty of Uludag University), 2013, Cilt 27, Sayı 1, 115-128
- Benami A ve Diskin MH (1965). Design of Sprinkling Irrigation, Lowdermilk Faculty of Agricultural Engineering, Publication 23, Technicon, Israel Institute of Tecnology, 1 - 165, Haifa, Israel.
- Blake GR (1965). Bulk density methods of soil analysis. Part I. *Am. Soc. Agron.* 9: 374-390.
- Boari F, Bernardo P, Todorovic M, De Palma E ve Cantore V (2012). Effect of water regime and salinity on artichoke yield. *Italian J. of Agron.*, 7 (e9): 58-63.
- Cantore V, Todorovic M, Schiattone MI ve Boari F (2013). Modelling evapotranspiration of seed propagated Globe Artichoke in a Mediterranean environment. 1<sup>st</sup> CIGR Inter-regional conference on land and water challenge. Mediterranean Agronomic Institute of Bari
- Chaux CL ve Foury C (1994). *Productions Legumieres*, 2: 405-438
- Clark RN ve Hlier EA (1973). Plant Measurements as Indicators of Crop Water Deficit, *Crop Sci.* 13, 466-469.
- Colaizzi PD, Barnes EM, Clarke TR, Choi CY ve Waller PM (2003). Estimating soil moisture under low frequency surface irrigation using crop water stress index. *J. of Irrig. and Drain.* 129: 27-35

- Criddle WD, Davis S, Pair CH ve Shockley DG (1956). Methods for Evaluation of Irrigation Systems. USDA Agric. Handbook, 82 pp, Washington D.C.
- Dağdelen N, Gürbüz T, Erdem Y, Sezgin F, Yılmaz E, Akçay S ve Yeşilirmak E (2008). Determination of crop water stress index (CWSI) of second crop corn in semiarid climate. International Meeting on Soil Fertility Land Management and Agroclimatology. 805-814, Turkey.
- Doorenbos J, Kassam AH (1979). Yield Response to Water. FAO Irrigation and Drainage Paper No: 33, Rome, Italy.
- Düzgüneş O (1963). İstatistik Prensipleri ve Metodları. Ege Üniv. Matbaası, 364s, İzmir
- Düzgüneş O, Kesici T, Kavuncu O, Gürbüz F (1987). Araştırma ve Deneme Metotları (İstatistiksel Metotları-II). Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No. 1021. Ankara.
- Eliades G (1988). Irrigation of greenhouse-grown cucumbers. J. Hort. Sci. 63 (2), 235–239.
- Erdem Y, Erdem T, Orta A, Okursoy H (2006a). Canopy-air temperature differential for potato under different irrigation regimes, Acta Agriculturae Scandinavica, Section B – Soil and Plant Science, 56(3): 206-216.
- Erdem Y, Şehirli S, Erdem T, Kenar D (2006b). Determination of crop water stress index for irrigation scheduling of bean (*Phaseolus vulgaris* L.), J of Agric. And Forestry 30: 195-202.
- Erdem Y, Arin L, Erdem T, Polat S, Deveci M, Okursoy H, Gültaş HT (2010). Crop water stress index for assessing irrigation scheduling of drip irrigated broccoli (*Brasica oleracea* L. Var. *Italica*). Agric. Wat. Manage. 98: 148-156.
- Eser B (2002). Enginar Yetiştiriciliği. Ege Üniversitesi Tarımsal Uygulama ve Araştırma Merkezi, Çiftçi Broşürü:26, İzmir.
- Eser B, İlbi H ve Uğur A (2006). Enginar Yetiştiriciliği. Hasad Yayıncılık, ISBN:975-8377-45-5, İstanbul, 64 s.
- Ferreria TC, Carr MKV (2002). Response of Potatoes (*Solanum tuberosum* L.) to Irrigation and Nitrogen in a Hot, Dry Climate. I. Water use. Field Drops Research, 78, 51-64.
- Foury C (1987). Quelques aspects du developpement de l'artichaut (*Cynara scolymus* L.) issue de semences; analyse plus particuliere de la floraison en conditions naturelles. Thèse Doc. és Sciences Naturelles Univ. Orsay, 189 p.
- Francois LE (1995). Salinity effects of bud yield and vegetative growth of artichoke (*Cynara scolymus* L.). Hort. Science 30 (1): 69-71.
- Gardner BR, Nielsen DC, Shock CC (1992a). Infrared Thermometry and the Crop Water Stress Index. I. History, theory, and baselines, J. Prod. Agric. 5: 462–466.
- Gardner BR, Nielsen DC, Shock CC (1992b). Infrared thermometer and the crop water stress index, II. sampling procedures and interpretation. Journal of Production Agric., 5(4): 466-475.

- Gardner BR ve Shock CC (1989). Interpreting the Crop Water Stress Index. ASAE, Paper no. 89-2642.
- Garnica J, Macua JI, Lahoz I ve Malumbres A (2004). Influence of irrigation in the production and industrial quality of artichokes in Navarra. Acta Horticulturae 660: V International Congress on Artichoke.
- Gençel B (2009). İkinci Ürün Mısır Bitkisinde Bitki Su Stresi İndeksini (CWSI) Kullanarak Uygulanacak Sulama Suyu Miktarının Kestirimi. Doktora Tezi, Çukurova Üni. Fen Bilimleri Enstitüsü 91s. Adana.
- Gençoğlan C, Yazar A (1999). Kısıntılı Su Uygulamalarının Mısır Verimine ve Su Kullanım Randımanına Etkileri. Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü, Adana.
- Gontia NK, Tiwari KN (2008). Development of crop water stress index of wheat crop for scheduling irrigation using infrared thermometry. Agric. Water. Manage. 95: 1144-1152.
- Gonzales-Dugo V, Orgaz F, Fereres E (2007). Responses of pepper to deficit irrigation for paprika production. Scientia Horticulturae, 114: 77-82.
- Güngör Y, Yıldırım O (1989). Tarla Sulama Sistemleri. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No. 1155. 371s. Ankara.
- Hatfield JL, Perrier A, Jackson RD (1983). Estimation of evapotranspiration at one time-of-day using remotely sensed surface temperatures. Agric. Water. Manage. 7, 341-350.
- Hatfield JL, Reginato RJ, Idso SB (1984). Evaluation of canopy temperature-evapotranspiration models over various surfaces, Agric. Meteorol..32:41-53
- Horst GL, O'Toole JC, Faver KL (1989). Seasonal and Species variation in baseline functions for determining crop water stress indices in turf grass. Crop. Sci. 29: 1227-1232.
- Howell TA, Cuenca RH, Solomon KH (1990). Crop Yield Response. in Management of Farm Irrigation System, Eds. GJ, Hoffman, Ta, Howell, Kh, Solomon. St. Joseph, Mich.: Asae.
- Idso SB, Jackson RD, Pinter PJ, Hatfield JL (1981). Normalizing the stress-degree-day parameter for environmental variability. Agric. Meteorol. 24: 45-55.
- Idso SB, Jackson RD, Pinter PJ, Hatfield JL (1981). Normalizing the stress-degree-day parameter for environmental variability. Agric. Meteorol. 24: 45-55.
- Idso SB (1982). Non - water stressed baselines: A key to monitoring and interpreting plant water stress, Agric. Meteorol., 27, 59 -70.
- İmtiyaz M, Mgadla NP, Chepete B, Manase SK (2000). Response of six vegetable crops to irrigation schedules. Agric. Water Manage. 45, 331-342.
- İrmak S, Dorota ZH, Baştuğ R (2000). Determination of crop water stress index for irrigation timing and yield estimation of corn. Agron. J. 92: 1221-1227.

- Kaçar MM (2007). Farklı Su ve Gübre Sistemlerinin Pamuk Bitkisinde Su Stres İndeksinin Değişiminin İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üni. Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.
- Kanber R (1997). Sulama. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ders Kitabı, Genel Yayın No. 174, Ders Kitapları Yayın No. 52, 530s, Adana.
- Kanber R, Köksal H, Ünlü M, Şenyiğit U, Onaran H, Ünlü AL, Özekici B, Sezen MS ve Ortaç İ (2003). Nevşehir Yöresinde Farklı Sulama Yöntemleriyle Sıvı Gübre Uygulamalarının (Fertigasyon) Patates Verimi ve Azot Kullanımına Etkileri, TÜBİTAK Araştırma Projesi Sonuç Raporu (TARP 2256).
- Katerji N, Itier B, Ferreira, MI ve Pereira LS (1987). Water stress indicators for tomato crop, Soil and Plant Water Status (Proceed. Int. Conf.) Logan, Utah
- Koçer G (1993). Sakız Enginar Çeşidinde (*Cynara scolymus* L. cv. Sakız) Verim Dağılımına Bitki Yaşı, Uyandırma Sulaması Veriliş Zamanı ve Gibberellik Asit Uygulamalarının Etkilerinin Belirlenmesi Üzerinde Bir Araştırma. Doktora Tezi, E.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, 1993. 226 s.
- Kolodziej B. ve Winiarska S (2010). The effect of irrigation and fertigation in artichoke (*Cynara caracundulus* L. ssp. *Flavescens* Wikl.) culture. Herba Polonica, 56 (3): 7-14.
- Korukçu A ve Kanber R (1981). Water-yield relationship. Soil-Water Main Project 435-1, Tarsus
- Krauss RM, Deckelbaum RJ ve Ernst N (1996). Dietary guidelines for Healthy American Adults. A Statement for Health Professionals from The Nutrition Committees American Heart Association, 94; 1795-1800.
- Leskovar DI ve Xu C (2012). Irrigation strategies and water use efficiency of globe artichoke. ISHS Acta Horticulturae 983: VIII International Symposium on Artichoke, Cardoon and their Wild Relatives.
- Litrico PG, Santonoceto C ve Anastasi U (2004). Effects of changes of seasonal irrigation volume on yield of globe artichoke (*Cynara scolymus* L.) grown from seed [Calabria]. Istituto di Servizi per il Mercato Agricolo Alimentare, 20 (174): 121-128.
- Locascio SJ ve Smajstrla AG (1996). Water Application Scheduling by Pan Evaporation for Drip-Irrigated Tomato. J. Am. Soc. Hortic. Sci. 121(1), 63-68.
- Macit F ve Şalk A (1970). Enginar. E.Ü.Z.F. Teknik No: 14, Bornova.
- Mansour M, Mougou R ve Mougou A (2000). Effect of modes of irrigation and fertigation on artichoke crop. IV International Congress on Artichoke, October 17-21, Valenzano Bari Italy.
- Messegue N. (1973). Tabiat Haklıdır. (Çeviri: S.M. Yurdanur). E Yayınları, İstanbul.
- Müller A, Diemann E. ve Sassenberg P (1988). Chromium contents in medicinal plants used for treating diabetes mellitus type II. Naturwissenschaften, 75 (3):155-156.
- Nielsen DC ve Gardner BR (1987). Scheduling irrigations for corn with the crop water stress index (CWSI), Appl. Agric. Res. 2: 295-300.



- Orta AH, Erdem T ve Erdem Y (2002). Determination of water stress index in sunflower, *Helia* 37: 27-38.
- Orta AH, Erdem Y ve Erdem T (2003). Crop water stress index for watermelon. *Scientia Hort.* 98: 121-130.
- Orta AH, Başer İ, Şehirli S, Erdem T ve Erdem Y (2004). Use of infrared thermometry for devepoling baseline equations and scheduling irrigation in wheat. *Cereal Research Communications*, 32(3): 363-370.
- Ödemiş B ve Baştuğ R (1999). İnfrared termometre tekniği kullanılarak pamukta bitki su stresinin değerlendirilmesi ve sulamaların programlanması, *J of Agric. And Forestry* 23: 31-37.
- Özalp R (2010). Ülkemizde biber üretimi ve örtüaltı biber yetiştiriciliği. *Tarım Türk Dergisi*, 24(5): 29-32.
- Özer S (2012). Kabak (*Cucurbita pepo* L.) Bitkisinin Sulama Zamanının Planlanmasında Bitkiye Dayalı Ölçüm Tekniklerinin Kullanım Olanakları. Y.Lisans Tezi, Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekirdağ.
- Panigrahi B, Panda SN ve Raghuvanshi NS (2001). Potato water use and yield under furrow irrigation. *Irrigation Sci.* 20(4), 155–163.
- Papazafiriou ZG (1980). A compact procedure for trickle irrigation system design. *ICID Bulletin* 19(1): 28-45.
- Payero JO ve Irmak S (2006). Design, construction, installation, and performance of two large repacked weighing lysimeters for measuring crop evapotranspiration. *Irrigation Science* (in review).
- Penuelas J, Save R, Marfa O ve Serrano L (1992). Remotely measured canopy temperature of greenhouse strawberries as indicator of water status and yield under mild and very mild water stres conditions. *Agricultural and Forest Meteorology*, 58 : 63-77, Amsterdam.
- Pier JW ve Doerge TA (1995). Nitrogen and Water Interactions in Trickle-Irrigated Watermelon. *Soil Sci. Am. J.* 59(1), 145–150
- Pomares F, Baixauli C, Aguilar JM, Giner A, Tarazona F, Gomez J. ve Albiach R (2004). Efecets of water and nitrogen fertilization on seed-grown globe artichoke. *ISHS Acta Horticulturae* 660: International Congress on Artichoke.
- Prohens J ve Nuez F(2008). Globe Artichoke and Cardoon. *Vegetables I, Asteraceae, Brassicaceae, Chenopodiaceae and Cucurbitaceae.* Springer. California, U.S.A.
- Randall HC ve Locascio SJ (1988). Root Growth and Water Status of Trickle-Irrigated Cucumber and Tomato, *J. Am.Soc. Hortic. Sci.* 113(6), 830–835.
- Ryder EJ, Devos NE ve Bari MA(1983). The globe artichoke (*Cynara scolymus* L.). *HortScience*, Vol. 18(5): 646-653.

- Saleh SAHAA (2003). Physiological Responses of Artichoke Plants to Irrigation and Fertilization under Special Recognition of Salinity. Technische Universitat München, Ph.D. Thesis, pp:158.
- Saleh SA, El-Shal ZS, Fawzy ZF ve El-Bassiony AM (2012). Effect of water amounts of artichoke productivity irrigated with Brackish water. Aust. J. of Basic and Applied Sciences, 6(5): 54-61.
- Santini A, Lamaddelena N, Severino G ve Palladino M (2008). Irrigation in Mediterranean Agriculture: challenges and innovation for the next decades. Options Mediterranennes, Series A, No.84.
- Shanahan JF ve Nielsen DC (1987). Influence of growthretardants (Anti-Gibberellins) on corn vegetative growth, water use, and grain yield under different levels of waters tress. Agron. J. 79: 103-109.
- Shinohara T (2008). Development of Management Practices for Artichoke Production in Soutwest Texas. Texas A&M University, Master of Science, pp: 149.
- Silva BB ve Rao TVR (2005). The CWSI variotions of a cotton crop in a semi-arid region of Northeast Brazil. Journal of Arid Enviroments. 62: 649-659
- Steele DD, Stegman EC ve Gregor BL (1994). Field comparison of irrigation scheduling methods for corn. Trans. ASAE 37: 1197-1203.
- Şeniz V (2004.) Genel Sebzeçilik, Uludağ Üniv. Ders Notları, No:53, 230s
- Şinik A (2008). Enginarıda (*Cynara scolymus* L.) Sulama; Azot form ve Dozlarının Yaprak Oluşumu ve Aktif İçerik Maddeleri Üzerine Etkileri. Yüksek Lisans. Ege Üni. Fen Bilimleri Enstitüsü. İzmir.
- Thompson TL, Thomas AD ve Ronald EG (2002). Subsurface drip irrigation and fertigation of broccoli: I. Yield, Quality, and Nitrogen Uptake. Soil Sci. Soc. Am. J. 66, 186-192.
- Ünlü M, Kanber R, Şenyiğit U, Onaran H ve Diker K (2006). Trickle and Sprinkler Irrigation of Potato (*Solanum Tuberosum* L.) in The Middle Anatolian Region in Turkey. Agric.Wat. Manage. 79, 43-71.
- Vural H, Eşiyok D ve İ.Duman, (2000). Kültür Sebzeleri (Sebze Yetiştirme), Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü, İzmir, 394-408.
- Walker WR ve Skogerboe GV (1987). Surface Irrigation. Theory and Practice. Prentice- Hall, Englewood Cliffs, 375pp, New Jersey.
- Wiedenfeld B, 2004. Scheduling water application on drip irrigated sugarcane. Agric. Wat. Manage. 64, 169-181.
- Yazar A, Howell AT, Dusek DA ve Copeland KS (1999). Evaluation of crop water stress index for LEPA irrigated corn. Irrig. Sci. 18: 171-180.
- Yıldırım O, 1996. Sulama Sistemleri II. A.Ü. Ziraat Fak., Ders kitabı, Genel Yayın No: 1449, Ders kitapları Yayın No: 429, 289s, Ankara
- Yuan BZ, Sun J ve Nishiyama S (2004). Effect of Drip Irrigation on Strawberry Growth and Yield Inside a Plastic Greenhouse. Biosystem Engin. 872: 237-245.

- Yuan G, Luo Y, Sun X ve Tang D (2004a). Evaluation of a crop water stres index for detecting water stres in winter wheat in the North China plain. *Agric. Wat. Manage.* 64: 29-40.
- Yurtsever N (1984). Deneysel İstatistik Metotları. Köy Hizmetleri Genel Müd. Yayınları No:56, Ankara.
- Zhang Y, Kendy E, Qiang Y, Changming L, Yanjun S ve Hongyong S (1999). Effect of soil water deficit on evapotranspiration, crop yield, and water use efficiency in the north China plain. *Agric. Water Manage.* 64: 107-122.

## **ÖZGEÇMİŞ**

Afyonkarahisar ilinde, 1990 yılında doğdu. İlk, orta ve lise eğitimini Tekirdağ'da tamamladı. Namık Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi'nde, 2007 yılında Lisans eğitimine başladı, 2012 yılında mezun oldu. Aynı yıl Namık Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Biyosistem Mühendisliği Anabilim Dalında yüksek lisansa başladı.