

**FERTİGASYON TEKNİĞİ İLE ORGANİK VE  
KİMYASAL GÜBRE UYGULAMALARININ  
BROKOLİNİN (*Brassica oleracea* L. var. *italica*)  
VERİM VE KALİTESİ ÜZERİNE ETKİNLİĞİNİN  
BELİRLENMESİ**

**Münteha ALTUN**

**Yüksek Lisans Tezi**

**Biyosistem Mühendisliği Anabilim Dalı**

**I. Danışman: Prof. Dr. Yeşim AHİ**

**II. Danışman: Yrd. Doç. Dr. Korkmaz BELLİTÜRK**

**2017**

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

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**FERTİGASYON TEKNİĞİ İLE ORGANİK VE KİMYASAL GÜBRE  
UYGULAMALARININ BROKOLİNİN (*Brassica oleracea* L. var. *italica*)  
VERİM VE KALİTESİ ÜZERİNE ETKİNLİĞİNİN BELİRLENMESİ**

**Münteha ALTUN**

**BİYOSİSTEM MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**I. DANIŞMAN: Prof. Dr. Yeşim AHİ**

**II. DANIŞMAN: Yrd. Doç. Dr. Korkmaz BELLİTÜRK**

**TEKİRDAĞ-2017**

**Her hakkı saklıdır**

Prof. Dr. Yeşim AHİ ve Yrd. Doç. Dr. Korkmaz BELLİTÜRK danışmanlığında, Münteha ALTUN tarafından hazırlanan “Fertigasyon Tekniği ile Organik ve Kimyasal Gübre Uygulamalarının Brokolinin (*Brassica oleracea* L. var. *italica*) Verim ve Kalitesi Üzerine Etkinliğinin Belirlenmesi” isimli bu çalışma aşağıdaki jüri tarafından Biyosistem Mühendisliği Anabilim Dalı’nda Yüksek Lisans tezi olarak oybirliği ile kabul edilmiştir.

Üye: Prof. Dr. A. Halim ORTA

*İmza:*

Üye: Prof. Dr. Belgin ÇAKMAK

*İmza:*

Üye: Prof. Dr. Yeşim AHİ (I. Danışman)

*İmza:*

Üye: Yrd. Doç. Dr. Korkmaz BELLİTÜRK (II. 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

### FERTİGASYON TEKNİĞİ İLE ORGANİK VE KİMYASAL GÜBRE UYGULAMALARININ BROKOLİNİN (*Brassica oleracea* L. var. *italica*) VERİM VE KALİTESİ ÜZERİNE ETKİNLİĞİNİN BELİRLENMESİ

**Münteha ALTUN**

Namık Kemal Üniversitesi  
Fen Bilimleri Enstitüsü  
Biyosistem Mühendisliği Anabilim Dalı

I. Danışman : Prof. Dr. Yeşim AHİ

II. Danışman: Yrd. Doç. Dr. Korkmaz BELLİTÜRK

Bu çalışmada, brokoli (*Brassica oleracea* L. var. *italica*) bitkisinin Tekirdağ koşullarında, fertigasyon tekniği kullanılarak, farklı gübre ve su uygulamaları ile verim ve verim öğelerinin belirlenmesi, sera koşullarında uygun sulama zamanı planı ile su-verim faktörlerinin saptanması amaçlanmıştır. Araştırma, 2016 yılının ilkbahar ve sonbahar yetiştirme sezonunda, iki farklı sulama suyu düzeyi ve dört farklı gübre konusu göz önüne alınarak, tesadüf bloklarında bölünmüş parseller deneme tertibinde üç tekerrürlü yürütülmüştür. Sulama suyu düzeyleri; toprağın izlenmesi esasına dayalı olarak, etkili kök derinliğinde kullanılabilir su tutma kapasitesinin yaklaşık %40'ı tüketildiğinde sulamalara başlanması ve eksik nemin tarla kapasitesi düzeyine tamamlanması şeklinde I<sub>1</sub> konusu ve bu konunun %50'si kadar su uygulanan I<sub>2</sub> konusu şeklinde oluşturulmuştur. Gübre uygulamaları; katı vermikompost, iki farklı dozda sıvı vermikompost ve kimyasal gübre uygulaması olarak gerçekleştirilmiştir. Bitki su tüketimi değerleri ilkbahar yetiştiriciliğinde 253–451 mm, sonbahar yetiştiriciliğinde 230–364 mm arasında değişmiştir. Araştırma sonucunda, en yüksek brokoli baş verimi, ilkbahar yetiştiriciliğinde 1665 kg da<sup>-1</sup> ile I<sub>1</sub>G<sub>4</sub> deneme konusundan elde edilmiştir. Genel olarak, farklı sulama uygulamaları ve gübre uygulamalarının, verim ve verim öğelerini istatistiksel açıdan önemli düzeyde etkilediği belirlenmiştir. Sulama suyu kullanım randımanı (IWUE) değerleri ilkbahar yetiştiriciliğinde 3,78-14,61 kg m<sup>-3</sup> arasında değişirken, su kullanım randımanları ise (WUE) 37,32-73,13 kg m<sup>-3</sup> arasında değişmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Brokoli (*Brassica oleracea* L. var. *italica*), fertigasyon, su-gübre-verim ilişkileri, bitki su tüketimi

2017, 71 sayfa

## ABSTRACT

MSc. Thesis

DETERMINATION of ORGANIC and CHEMICAL FERTILIZER APPLICATION EFFECTIVENESS on YIELD and QUALITY of BROCCOLI (*Brassica oleracea* L. var. *italica*)

**Münteha ALTUN**

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

I. Supervisor: Prof. Dr. Yeşim AHİ

II. Supervisor: Yrd. Doç. Dr. Korkmaz BELLİTÜRK

The aim of this study was to evaluate irrigation and fertilizer requirements of broccoli (*Brassica oleracea* L. var. *italica*) in Tekirdağ region. For this purpose, using fertigation techniques, yield response functions of broccoli to fertilizer concentrations have been established and compared with applied fertilizer rates and irrigation water volumes. Field trials were conducted in a greenhouse during the year 2016 spring and autumn periods. Experiment was applied at two different irrigation levels and four different fertilizer with the randomized complete block design and three replicates. The irrigation treatments were based on soil water depletion replenishments. Control treatment, I<sub>1</sub> was designated to receive 100% soil water depletion and irrigation was applied when about 40% of available soil moisture was consumed in the effective root zone. The other treatment, I<sub>2</sub> was arranged to receive 50% of the soil water depletion measured in treatment I<sub>1</sub>. Fertilizer applications was performed as solid vermicompost, two different doses of liquid vermicompost and chemical fertilizer. The measured crop evapotranspiration for the spring and autumn periods changed as 253-451 mm and 230-364 mm, respectively. The greatest broccoli yield was obtained in the spring period from I<sub>1</sub>G<sub>4</sub> treatment as 1665 kg da<sup>-1</sup>. Generally, the effects of irrigation and fertilizer amounts on yield and yield parameters were statistically significant. Irrigation water use efficiency (IWUE) changed as 3,78-14,61 kg m<sup>-3</sup> for spring period, while water use efficiency (WUE) changes as 37,32-73,13 kg m<sup>-3</sup>.

**Key Words:** Broccoli (*Brassica oleracea* L. var. *italica*), fertigation, water-fertilizer-yield relations, evapotranspiration

2017, 71 pages

# İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa No</u>
<b>ÖZET</b> .....	i
<b>ABSTRACT</b> .....	ii
<b>İÇİNDEKİLER</b> .....	iii
<b>ÇİZELGELER DİZİNİ</b> .....	v
<b>ŞEKİLLER DİZİNİ</b> .....	vi
<b>SİMGELER DİZİNİ</b> .....	vii
<b>ÖNSÖZ</b> .....	ix
<b>1. GİRİŞ</b> .....	1
<b>2. KAYNAK ARAŞTIRMASI</b> .....	4
2.1. Brokoli Bitkisinin Toprak, Su ve Gübre İsteği .....	4
2.2. Gübrelemenin Sebze Yetiştiriciliğine Etkileri ve Fertigasyon Uygulamaları .....	9
<b>3. MATERYAL VE YÖNTEM</b> .....	24
3.1. Materyal .....	24
3.1.1. Araştırma alanı .....	24
3.1.2. İklim özellikleri .....	24
3.1.3. Toprak özellikleri .....	24
3.1.4. Sulama sistemi .....	25
3.1.5. Bitki özellikleri .....	25
3.1.6. Kullanılan bilgisayar paket programları .....	29
3.2. Yöntem .....	29
3.2.1. Araştırma alanı topraklarının fiziksel ve kimyasal özellikleri .....	29
3.2.2. Deneme düzeni ve araştırma konuları .....	29
3.2.3. Deneme süresince yürütülen tarımsal uygulamalar .....	30
3.2.4. Sulama suyu ve gübre uygulamaları .....	30
3.2.5. Damla sulama yönteminde projelendirme kriterlerinin belirlenmesi .....	33
3.2.6. Bitki su tüketiminin saptanması .....	33
3.2.7. Su-üretim fonksiyonları .....	34
3.2.8. Verim ve verim parametrelerinin belirlenmesi .....	35
3.2.9. İstatistiksel analizler .....	35
<b>4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA</b> .....	36
4.1. Toprağın Fiziksel ve Kimyasal Analiz Sonuçları .....	36

4.2. Meteorolojik Ölçüm Sonuçları.....	37
4.3. Fenolojik Gözlemlere İlişkin Sonuçlar.....	37
4.4. Damla Sulama Sisteminin Boyutlandırılmasına İlişkin Sonuçlar.....	38
4.5. Sulama Suyu Miktarı ve Bitki Su Tüketimi Sonuçları.....	38
4.6. Verim ve Verim Ögelerine İlişkin Sonuçlar.....	40
4.6.1. Toplam verim.....	45
4.6.2. Birim alan toplam baş adedi.....	46
4.6.3. Parsel başına toplam baş adedi.....	46
4.6.4. Baş ağırlığı.....	47
4.6.5. Baş çapı.....	47
4.6.6. Baş boyu.....	48
4.6.7. Sap kalınlığı.....	49
4.6.8. Ürüne ait makro ve mikro elementler.....	49
4.7. Su – Üretim Fonksiyonlarına İlişkin Sonuçlar.....	55
<b>5. SONUÇ VE ÖNERİLER.....</b>	<b>59</b>
<b>6. KAYNAKLAR.....</b>	<b>61</b>
<b>ÖZGEÇMİŞ.....</b>	<b>71</b>

## ÇİZELGELER DİZİNİ

	<u>Sayfa No</u>
Çizelge 3.1: Araştırma alanına ilişkin değerlerinin uzun yıllar ortalamaları (1997-2016)	26
Çizelge 3.2: Araştırma alanındaki yetiştirme periyotlarına ait (2016-2017) iklim verileri	27
Çizelge 4.1: Araştırma alanı topraklarının fiziksel özellikleri.....	36
Çizelge 4.2: Araştırma alanı topraklarının kimyasal özellikleri.....	36
Çizelge 4.3: İlkbahar ve sonbahar dönemlerinde sulama konularına göre uygulanan sulama suyu miktarları ve bitki su tüketimleri (mm).....	40
Çizelge 4.4: Hasat ürünlerinin toplamından oluşan verim ortalamaları ve LSD grupları..	44
Çizelge 4.5: Toplam verime ilişkin varyans analiz sonuçları.....	46
Çizelge 4.6: Birim alan toplam baş adedine ilişkin varyans analiz sonuçları.....	47
Çizelge 4.7: Parsel başına toplam baş adedine ilişkin varyans analiz sonuçları.....	47
Çizelge 4.8: Baş ağırlığına ilişkin varyans analiz sonuçları.....	48
Çizelge 4.9: Baş çapına ilişkin varyans analiz sonuçları.....	48
Çizelge 4.10: Baş boyuna ilişkin varyans analiz sonuçları.....	49
Çizelge 4.11: Sap kalınlığına ilişkin varyans analiz sonuçları.....	49
Çizelge 4.12: Üründe gerçekleştirilen makro ve mikro element analiz sonuçları ve LSD grupları.....	51
Çizelge 4.13: Azot elementine ilişkin varyans analiz sonuçları.....	52
Çizelge 4.14: Fosfor elementine ilişkin varyans analiz sonuçları.....	52
Çizelge 4.15: Potasyum elementine ilişkin varyans analiz sonuçları.....	52
Çizelge 4.16: Kalsiyum elementine ilişkin varyans analiz sonuçları.....	52
Çizelge 4.17: Magnezyum elementine ilişkin varyans analiz sonuçları.....	54
Çizelge 4.18: Bor elementine ilişkin varyans analiz sonuçları.....	54
Çizelge 4.19: Bakır elementine ilişkin varyans analiz sonuçları.....	54
Çizelge 4.20: Demir elementine ilişkin varyans analiz sonuçları.....	54
Çizelge 4.21: Mangan elementine ilişkin varyans analiz sonuçları.....	55
Çizelge 4.22: Çinko elementine ilişkin varyans analiz sonuçları.....	55
Çizelge 4.23: Su kullanım randımanı (WUE) değerleri (kg m <sup>-3</sup> ).....	56
Çizelge 4.24: Su kullanım randımanına ilişkin varyans analiz sonuçları.....	56
Çizelge 4.25: Gübre çeşitlerinin su kullanım randımanı (WUE) değerlerine etkisi üzerine LSD testi sonuçları.....	56
Çizelge 4.26: Sulama suyu kullanım randımanı (IWUE) değerleri (kg m <sup>-3</sup> ).....	57
Çizelge 4.27: Sulama suyu kullanım randımanına (IWUE) ilişkin varyans analiz sonuçları.....	57
Çizelge 4.28: Gübre çeşitlerinin sulama suyu kullanım randımanı (IWUE) değerlerine etkisi üzerine LSD testi sonuçları.....	57
Çizelge 4.29: Sulama düzeyi*Çeşit interaksyonunun sulama suyu kullanım randımanı (IWUE) değerlerine etkisi üzerine LSD testi sonuçları.....	58



## ŞEKİLLER DİZİNİ

	<u>Sayfa No</u>
Şekil 3.1: Araştırma alanı.....	25
Şekil 3.2: Deneme planı.....	28
Şekil 3.3: Deneme parselini ayrıntısı.....	28
Şekil 3.4: Üretim döneminden görüntüler.....	31
Şekil 4.1: Büyüme periyodu sıcaklık değerleri.....	37
Şekil 4.2: Brokoli bitkisinin büyüme periyodu uzunlukları (ilkbahar ve sonbahar).....	39
Şekil 4.3: İlkbahar dönemi ortalama bitki su tüketimleri.....	41
Şekil 4.4: Sonbahar dönemi ortalama bitki su tüketimleri.....	42
Şekil 4.5: Büyüme mevsimi boyunca izlenen nem değişimleri.....	43
Şekil 4.6: Mevsimlik sulama suyu miktarı (a) ve bitki su tüketimine (b) karşılık elde edilen toplam verim.....	55

## SİMGELER DİZİNİ

%	: Yüzde
atm	: Atmosfer
cm	: Santimetre
cm <sup>2</sup>	: Santimetrekare
C <sub>p</sub>	: Kılcal yükselişle kök bölgesine giren su miktarı (mm)
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 Organizations of the United Nations, FAO)
g	: Gram
GDO	: Genetiği Değiştirilmiş Organizmalar
h	: Saat
ha	: Hektar
I	: Uygulanan sulama suyu miktarı (mm)
IWUE	: Sulama suyu kullanım randımanı (kg m <sup>-3</sup> )
WUE	: Su kullanım randımanı (kg m <sup>-3</sup> )
kg	: Kilogram
kPa	: Kilopascal
L	: Litre
m	: Metre
m <sup>2</sup>	: Metrekare
m <sup>3</sup>	: Metreküp
mm	: Milimetre
mg	: Miligram
N	: Bir parseldeki damlatıcı sayısı (adet)
μ	: Mikron

P	: Islatılan alan yüzdesi (%)
PE	: Polietilen
q	: Damlatıcı 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 Standardları Enstitüsü
$\gamma_t$	: Toprağın hacim ağırlığı ( $g cm^{-3}$ )
$\Delta S$	: Kök bölgesindeki toprak nemindeki değişimler (mm)

## ÖNSÖZ ve TEŞEKKÜR

Su ve toprak, ekolojik sistemin ayrılmaz parçalarıdır. Su kaynaklarının dünyada insanlığın yararına sunulmuş sonsuz bir kaynak olduğu düşünülse de 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 kullanımını 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, Yrd. Doç. Dr. Korkmaz BELLİTÜRK'e, tezin yazımı süresince her türlü desteği gösteren Sayın Yrd. Doç. Dr. Hüseyin T. GÜLTAŞ'a, ortak deneme yürüttüğümüz Ziraat Yüksek Mühendisi Ali ZAHMACIOĞLU'na, araştırmada kullanılan seranın sağlanmasında destek veren Riverm Kompost Vermikompost Tarım Hayvancılık Makine San. ve Tic. Ltd. Şti.'ne, arazi çalışmalarında ve araştırma boyunca yardım eden öğrenci arkadaşlarıma ve en önemlisi eğitimim süresince maddi ve manevi desteğini esirgemeyen Ablam Kübra ALTUN'a ve aileme şükranlarımı sunmayı borç bilirim.

Haziran, 2017

Münteha ALTUN

## 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 sulamadır. 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 brokoli tarımı ülkemizde giderek önem kazanmaktadır. Beslenme ihtiyacına alternatif olmasının yanı sıra tıbbi tedavide de kullanılmaktadır. FAO (2014) verilerine göre, dünyada toplam 125 420 ha alanda brokoli yetiştiriciliği yapılmakta olup, toplam üretim 1 634 219 ton'dur. Ülkemizde ise, toplam sebze üretimi 29,5 milyon ton olup; bunun yaklaşık 39 495 tonunu brokoli teşkil etmektedir (Anonim 2015). TÜİK verilerine göre Marmara bölgesi bu üretim değerinin %26,9'unu karşılamaktadır ve üretim miktarı 8 955 ton civarındadır (Anonim 2012).

Brokolinin, 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 ve farklı gübreleme düzeylerine karşı elde edilecek verim ve kalite, su, toprak ve bitki yönetimi stratejilerinin geliştirilmesinde ve yöntem kullanımına karar vermede oldukça önemli olacaktır. Bu amaçla, fertigasyon yöntemiyle, farklı sulama suyu ve gübre çeşitleri ile yetiştirilecek brokolinin sulama zamanı planlamasında ve bitki stres seviyesinin belirlenmesinde bitki-toprak-atmosfer ölçümlerini kapsayan bilgilere ihtiyaç vardır.

Damla sulama yöntemi ve fertigasyon, 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 yapılan 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 yurtdışına satışa uygun, yüksek kaliteli ürünler ile ihracatımızı artırmakta olası olacaktır.

Bugünkü tarımsal üretim ele alındığında, özellikle tarım topraklarının giderek verimsizleşmesi nedeniyle, kimyasal gübreler farklı teknikler kullanılarak yavaş salımlı formlara dönüşme eğilimine girmiştir. Doğanın ve iklimlerin değişmesi neticesinde, tarım toprakları bünyelerinde bitki büyümeye etkili olan bitki besin elementlerini tutamaz hale gelerek verimsizleşme sürecine girmiştir. Bunun başlıca sebepleri arasında “organik maddenin” giderek azalması gelmektedir. Bu durumda % 1’er seviyesinin bile altında seyreden toprak organik maddesini arttırmak için kimyasal gübre kullanımı tek başına yeterli olamamakta, ancak “vermikompost, çöp kompostu, termofilik kompost, yeşil gübre, yarasa gübresi vb.” gibi organik gübre takviyesi ile tarımsal üretim sürdürülebilir kılınabilmektedir (Bellitürk 2016).

Yapılan çalışmada, su ve toprak kaynaklarının kantite ve kalite olarak giderek bozulduğu ve mevcut kaynaklar ile yüksek kalite - verimin arandığı Trakya Bölgesi gibi bölgelerde, sulu koşullarda ve ayrıca örtü altında alternatif üretimin yaratılabilmesi için iyi bir sulama ve gübreleme programının geliştirilmesinin gerekliliği nedeniyle, toprak, su, bitki ve gübre ilişkileri çok iyi irdelenerek, mevcut brokoli üretiminin bölge koşullarında uygulanabilirliği araştırılmış ve yeni araştırmalara temel oluşturabilecek veriler elde edilmiştir.

Bu çalışmada sera koşullarında, fertigasyon tekniği, farklı sulama suyu ve farklı gübre çeşitleriyle (organik gübre, kimyasal gübre) yetiştirilen brokolinin bitki-toprak-su isteklerinin verimlilik ile ilişkilendirilerek etkinliklerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

## 2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

### 2.1. Brokoli Bitkisinin Toprak, Su ve Gübre İsteği

Dünya sebze üretimi 842 milyon ton seviyesinde olup, ülkemizin bu üretimden almış olduğu pay 25,6 milyon ton değeri ile %3,1'dir. Domates, lahana, soğan, karpuz, kavun, havuç, hıyar ve kornişon en fazla yetiştirilen sebzelerdir. Türkiye bir Akdeniz ülkesi olmasının avantajı olarak sahip olduğu ekolojik özellikleri nedeniyle sebze yetiştiriciliğine çok uygun bir ülkedir. Türkiye, Çin, Hindistan ve ABD'den sonra, bölgesel olarak sahip olduğu farklı iklim özellikleri nedeniyle açıkta olduğu kadar örtü altında da yetiştiriciliğin yoğun olarak yapıldığı bir ülkedir (Şeniz ve ark. 2005).

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 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 brokolinin, protein, vitamin ve besin maddelerince zengin ve çok iyi bir diyet sebzesi olması nedeniyle, ülkemizde de bu sebze türüne olan talep hızlı bir şekilde artmaktadır (Eşiyok ve Yoldaş 2001). Özellikle, brokolinin insan sağlığı açısından, kalp rahatsızlıklarına ve kansere karşı olumlu yönde etkisi olduğu söylenmektedir (Krauss ve ark. 1996). Brokolinin, 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.

Lahanagiller familyasında yer alan brokoli üretimi Türkiye'de 2004 yılında kayıt altına alınmaya başlanmış ve gelişen dünya koşullarında üretimi artarak devam eden sebzeler içinde yerini almıştır. Türkiye'de toplam 23,7 milyon ton sebze üretiminin içerisinde brokoli üretimi 2008 yılı itibariyle yaklaşık 20 bin ton iken, 2015 yılı itibariyle bu pay 29,6 milyon ton toplam sebze üretimi içerisinde yaklaşık 47 bin ton olarak gerçekleşmiştir (Anonim 2015).

Trakya Bölgesi, ülkemizin önemli tarımsal bölgelerinden birisi olup, ayçiçeği ülke üretiminin %35'ini ve buğday üretiminin ise %12'sini sağlamaktadır. Fakat bölgedeki hızlı sanayileşme nedeniyle tarım alanlarının azalması ve birim alandan elde edilecek üretim artışı zorunluluğundan dolayı, alternatif bitki desenleri arayışı hızlanmıştır. Bölgede ayçiçeği ve buğday tarımı kuru koşullarda yapılmasına karşın, ilkbahar yağışlarının düzenli olması



nedeniyle her iki bitkiden de elde edilen birim alan verimleri ülke ortalamasının üstündedir. Ayrıca, iki bitki yetiştirme periyodu arasında kalan sürede, özellikle Haziran-Temmuz aylarındaki buğday hasadından sonra, Nisan-Mayıs aylarında ki ayçiçeği ekimine kadar yaklaşık 8 ay boş kalan tarım arazisinde, sulu koşullar altında yetiştirilecek bitki alternatifleri üretilmeli ve entansif tarımın bölgede kullanılabilirliği ortaya çıkarılmalıdır. Entansif tarım örtüaltı yetiştiriciliği ile de desteklenerek verimliliği artırılmalıdır. Alternatiflerden birisi olarak, yetiştirme periyodu kısıtlılığı ile uygunluğu ve pazarlanabilir özelliklerden dolayı sebze yetiştiriciliği tercih edilebilir (Erdem ve ark. 2010a).

Günümüzde insanların gelir durumunun ve eğitim seviyelerinin artması, sağlıklı yaşama bilincinin oluşması sebzelere olan eğilimi artırmıştır. Bilhassa, sağlık açısından önemli oldukları bilinen sebzelerin tüketimi günden güne artmaktadır. Brokoli de bu sebzelerden biridir (Karakaya ve Paksoy 2008).

Brokoli bünyesinde bulunan bazı maddeler açısından insan sağlığına çok faydalı bir sebzedir. Bu maddeler; glukozinolatlar (özellikle karaciğer kanserinin gelişmesine engel olduğu bildirilmektedir), İndoller (bitkisel hormonlardır, meme kanserinin oluşmasına engel olduğu ileri sürülmektedir), sülforafan (vücutta kanser ile savaşan enzimlerin yapımını arttırmaktadır), C vitamini (bağışıklık sistemini güçlendirmesi, oksidasyondan koruması, kolesterol düzeyini kontrol etmesi, demir emilimini artırması, bağ dokusunu güçlendirmesi, çeşitli hastalıkların iyileşmesini hızlandırması sayılabilir), beta karoten (bağışıklık sistemini güçlü tutar, üreme fonksiyonu, doğurganlık ve emzirme üzerine tesirleri vardır, protein sentezi için gereklidir, bazı kanserlerin oluşumunu engelleyebilmektedir, göz sağlığının düzenlenmesinde rol almaktadır, kemik oluşumu ve büyümesi için gereklidir ve oksidasyonun zararlı tesirlerinden korumaktadır), selenyum (çok güçlü bir antioksidandır, hücre duvarını ve kırmızı kan hücrelerini oksidasyonun vereceği zararlardan korur, bağışıklık sistemini güçlendirir), ditiyoltiyonlar (lahana grubu bitkilerde bulunan ve kanserin oluşumunun engellenmesinde rol aldığı düşünülen maddelerden birisidir), quersetin (kansere yol açan çeşitli maddeleri engelleyici bir özelliği vardır), Lutein (özellikle mavi, yeşil ve ela gözlü insanlarda gözü güneşin zararlı tesirlerinden korumaktadır) ve E vitamini (kolesterolün zararlı etkilerinden kalbi koruyan kanı sulandırıcı tesirleri vardır). Ayrıca, brokolinin özel selülozik yapısı bağırsaklardaki zehirli maddeleri ve ağır metalleri uzaklaştırarak koruyucu tesir göstermektedir (Krauss ve ark. 1996, Anonim 2002, Yoldaş 2003).

Branca (2008), brokoli ve karnabaharın Avrupa'nın geleneksel ürünleri olduğunu ve Asya'ya yakın geçmişte yayıldığını belirtmektedir. Çin ve Hindistan'da 1999–2005 yılları arasında brokoli ve karnabahar yetiştirilen alanın %28 artışla Çin'de 363 bin ha ve

Hindistan'da 280 bin ha alana ulaştığını belirten araştırmacı son yıllarda çeşit geliştirme çalışmalarının önem kazandığını vurgulamaktadır.

Brokolide verimlilik üzerine en önemli faktör sıcaklıktır. Sıcaklığın yanında su ve gübre gereksinimi yüksek sebzelerden biridir (Nonnecke 1989, Wurr ve ark. 1995). Bu nedenle sıcak dönemde yapılan brokoli yetiştiriciliğinde sıcaklık ve nem kontrolü önem kazanmaktadır.

Brokoli serin iklim sebzesi olup, karnabahara göre iklim ve toprak istekleri bakımından daha az seçicidir. Brokolinin yetiştirilmesi için en uygun hava sıcaklığı 15-17°C olup, en fazla 24 °C'ye kadar dayanır. Brokolinin yeşil sürgünlerinin kalitesinin korunması açısından yaz aylarındaki kurak ve sıcak havalar uygun değildir. Sıcak havalarda sürgünlerdeki çiçek taslakları normal gelişme göstermez, gevşek yapılı olur ve hasattan birkaç saat sonra sürgünlerde pörsüme görülür. Çiçek tomurcuklarının gelişmesini engeller ve gevşek yapılı olmalarına neden olur. Bu nedenle, yaz aylarında sıcaklığın 20 °C'nin üstünde olduğu yerlerde brokoli yetiştiriciliği uygun değildir. Ayrıca, brokoli yetiştirme döneminde %65-70 neme ihtiyaç duymaktadır (Sürmeli 2002). Ülkemizde sonbahar ve kış döneminde yetiştiriciliği yapılmakta ve sebze olarak tüketilmektedir. Kışın sert geçtiği bölgelerde, brokolinin çiçek tablaları zarar gördüğü için yetiştiriciliği yapılamamaktadır (Günay 1984).

Brokoli yeşil sürgünleri ve çiçek tomurcukları yenilen bir sebze türüdür. Bitki yeşil çiçek tomurcukları ile kalın ve etli çiçek sapından oluşan bir taçtan ibarettir. Brokoli bitkisi, kök özellikleri bakımından lahanaya ve karnabahara benzemektedir. Üretim şekli fide ile olduğundan genellikle kazık kökler kaybolmaktadır. Toprak yüzeyine yakın bölgelerde bol miktarda saçak kök oluşturmaktadır. Brokolinin gövdesi lahanaya ve karnabahardan farklıdır. Gövde 30-50 cm arasında boylanabilmektedir. Gövde üzerinde oluşan yapraklar aralıklı olarak dizilirler. Gövde olgunlaşmamış yeşil renkli ana çiçek taslakları (tomurcukları) ile son bulur. Ana çiçek tomurcuğunun kesilmesi ile yaprak koltuklarından ikincil çiçek taslakları meydana gelir. Yaprak koltuklarından çıkan yeşil çiçek tomurcuklarının çapları ana çiçek tomurcuğundan daha küçüktür. Lahanada taç kesildiğinde bitki yaprak koltuklarından tekrar sürgün ve taç meydana getirmediği halde brokolide ise taç kesildiğinde bitki yaprak koltuklarından koltuk sürgünleri meydana getirir (Vural ve ark. 2000). Yetiştiricilikte taç kalitesi ve taç verimi dikkate alınan en önemli faktörlerdir. Taç büyüklüğü brokolide en önemli ticari özelliktir (Wescott ve Callan 1990) ve taç büyüklüğü üzerine etki eden en önemli faktör dikim sıklığıdır (Wien ve Wurr 1997).

Brokoli'de hasadı yapılarak değerlendirilen ana baş ve yan başların pazarlanabilir veya işlenebilir kaliteleri ile birlikte arzulanan verim üzerinde, bitkiye verilen dikim sıklıkları da

etkili olmaktadır. Ayrıca, uygulanan dikim mesafeleri elde edilen çiçek sürgünlerinin ve gövdenin içindeki boşlukların oluşmasında etkili olmaktadır (Günay 1984). Yoldaş (2003) tarafından yürütülen çalışmada, bitki başına toplam verim bakımından en yüksek değerlere 70x30 cm sıklığında dikilen Marathon çeşidinde ulaşılmıştır.

Brokoli yetiştiriciliğinde verim miktarlarını belirleyen faktörler arasında çeşit seçiminin yeri ayrıcalıklıdır. Brokoli çeşitleri, dikimden hasada kadar geçen gün sayıları dikkate alınarak sınıflandırılmaktadır (Nieuwhof 1969, Bessels 1980, Titley 1987, Yoldaş 2003). Günümüzde çeşitler erkenci, orta ve geçici olarak gruplandırılmaktadır. Bu şekilde yapılan sınıflandırmada; 75-80 günlük bir gelişme döneminde hasadı yapılan çeşitler erkenci, 90 günlük gelişme döneminde hasadı yapılan çeşitler orta mevsim ve 100-105 günlük gelişme periyodunda olgunlaşan çeşitler ise kış yetiştirme döneminde olgunlaşarak hasat edilebilen geçici çeşitlerdir (Nieuwhof 1969, Titley 1987). Wiebe (1975), brokolinin tropikal iklimden, karasal iklime kadar çok farklı ekolojilerde yetiştirilebilen ve adaptasyon yeteneği yüksek çeşitlerinin mevcut olduğunu bildirmiştir.

Vural ve ark. (2000)'e göre, brokoli bitkisi toprak istekleri bakımından seçici değildir. Ancak gevşek ve besin maddesi bakımından fakir olan toprakları sevmez. Organik madde bakımından zengin topraklar brokoli yetiştiriciliği için elverişlidir. Kuraklığa hassas olduğu için hafif bünyeli topraklarda yetiştiricilik yapılmamalıdır. Aksi takdirde sıcaklığın yükselmesi halinde dağınık yapılı taçlar meydana gelir. Brokoli bitkilerinin gelişmesi için pH değeri 6,5'den yukarı olan topraklarda yetiştiricilik yapılmalıdır. Toprak yorgunluğu meydana gelmesi nedeniyle aynı toprakta üst üste brokoli yetiştiriciliği yapılmamalıdır.

Brokoli karnabahara göre topraktan daha fazla besin maddesi kaldırır. Çiçek tomurcukları hızla gelişir. Bu nedenle fakir topraklarda gübreleme yapmak gerekir. Aksi takdirde içi kof sürgünler meydana gelir. Brokoli nemli topraklardan hoşlanır. Kuru topraklarda sürgünler lifli bir yapı kazanır (Nieuwhof 1969, Vural ve ark. 2000).

İnsan beslenmesinde çok önemli bir yere sahip olan brokolide su stresi koşullarında küresel ısınma ve diğer faktörlerin etkisiyle, etkili su kullanımı ve minimum bitki su ihtiyacının belirlenerek yetiştiricilik yapılması giderek önem kazanmaktadır. Stres altında yetiştiriciliği yapılan bitkilerdeki değişimlerin incelenmesi ile en uygun ve ekonomik yetiştirme tekniğinin oluşturulması, su stresi koşullarının da yetiştirilen brokoli bitkisinde meydana gelebilecek verim ve kalite değişiklikleri ile bazı fizyolojik ve biyokimyasal değişimlerin belirlenmesi, sınırlı su kaynakları koşullarında etkili su kullanımı açısından büyük önem arz etmektedir. Wurr ve ark. (2002) tarafından yürütülen çalışmada, sera koşullarında yetiştirilen brokolide, baş olumundan sonra ortaya çıkan su stresinin etkileri

araştırılmıştır. Su ihtiyacının tamamının karşılandığı ve stres aralığı yaratılan konular şeklinde oluşturulan farklı su stresi düzeylerinin; ürün oluşumu evresindeki hasat zamanını geciktirdiğini ve ürün kalitesini olumsuz etkilediğini belirtmişlerdir. Bandurska (2004), su stresi altında yetiştirilen bitkilerin yapraklarındaki prolin miktarlarının değişimlerini izlediği araştırmasında; incelenen bitkiler arasında oransal su içeriğindeki azalmanın en yüksek brokoli yapraklarında oluştuğunu; en düşük oransal su içeriğinin ise arpa yapraklarında rastlandığını tespit etmiştir.

Farklı gelişme dönemlerinde, farklı su stresi uygulamalarının, brokolide verim, morfolojik ve biyokimyasal değişimlere etkisinin incelendiği çalışmada, brokoli bitkisinin su stresine karşı en hassas döneminin çiçeklenme olduğu ortaya konulmuştur. Üç yıllık deneme sonuçlarına bakıldığında sulama suyu miktarlarındaki değişimlere göre herbir yılda sırasıyla 667,84–101,68 g/bitki, 775,87–109,29 g/bitki ve 514,5–97,27 g/bitki arasında verim elde edilmiştir. Brokoli yapraklarındaki içsel prolin birikimleri değerlendirildiğinde ise bitkilerde stres arttıkça prolin birikiminin arttığı saptanmıştır (Erken 2012).

Doorenbos ve Kassam (1979), brokoli türü bitkilerin tümünde maksimum su ihtiyacının 5–6 mm olduğunu ve kullanılabilir su tutma kapasitesinin % 35’den daha fazlası tüketildiğinde sulanmaya başlanması halinde su alımının azalmaya başlayacağını açıklamışlardır.

Sulama suyu tuzluluğunun ve sulama suyu miktarının brokolide verim ve mineral madde içeriğine etkilerinin incelendiği çalışmada; 5 tuzluluk seviyesi ve 3 farklı sulama suyu seviyesi uygulanmıştır. Araştırma bulgularına göre; verim üzerine sulama suyu tuzluluğu ile sulama suyu miktarının her ikisinin de etkili olduğu sonucuna varılmıştır. Tuzluluk düzeyinin 6 dS/m sınırından itibaren brokoli veriminde önemli düşüşler görülmüş, sulama suyu miktarının artması ile verimin arttığı tespit edilmiştir (Yurtseven ve Baran 2000).

Tekirdağ koşullarında damla sulama yöntemi ile farklı sulama suyu ve azot miktarları altında yetiştirilen brokolinin sulama zamanı planlaması ve bitki stres seviyesinin belirlenmesi amacıyla yürütülen çalışmada; brokoli bitkisinin yetiştirme dönemleri içinde damla sulama yöntemi ile farklı sulama seviyelerinde uygulanan sulama suyu miktarları ilkbahar döneminde 68,8-164,3 mm, sonbahar döneminde 67,0-132,6 mm arasında değişmiştir. Mevsimlik bitki su tüketimi değerleri sırasıyla, 231-331 mm ve 268-350 mm arasında ölçülmüştür. Sulama suyu kullanım ve su kullanım randımanları ise toplam buharlaşmanın %50’sinin uygulandığı konuda yüksek çıkmıştır (Erdem ve ark. 2010a,b).

Gutezeit (2006), brokolide toprak neminin verim ve bitkisel özellikler üzerine etkisini araştırdığı çalışmasında; topraktaki ortalama nem miktarına bağlı olarak, 14-42 mm arasında

değişen oranlarda sulama uygulaması yapmış, topraktaki nem düzeyi belirli noktaya kadar arttığında verimde de bir artış olduğunu, ancak belirli bir noktadan sonra ise artan nem miktarının verimde düşüşe yol açtığını, en ideal su uygulamasının 2 sefer 14 mm veya tek sefer 28 mm olduğunu ve bu sulamaların topraktaki kullanılabilir su miktarının % 55 düzeyine ulaştığında yapıldığını belirtmiştir. Gutezeit (2004), brokolide ilkbahar ve sonbahar dönemlerinde farklı sulama düzeylerinin bitki gelişmesi üzerine etkilerini belirlediği araştırmasında topraktaki nem miktarı arttıkça bitki gelişiminin de arttığını belirtmektedir.

## **2.2. Gübrelemenin Sebze Yetiştiriciliğine Etkileri ve Fertigasyon Uygulamaları**

Sebzeler diğer bitkilerle kıyaslandığında çok daha fazla besin maddesine ihtiyaç duyarlar. Bu yüzden sebze yetiştiriciliğinde gübrelemenin ayrı bir önemi vardır. Ürünle topraktan kaldırılan ya da çeşitli yollarla uzaklaşan besin maddeleri, yeterince sağlanamazsa ya da bilinçsizce fazla uygulanırsa verim ve kalite olumsuz etkilenmektedir. Ortalama değerler incelendiğinde, birim alana kullanılan gübre miktarı bakımından Türkiye Avrupa ülkelerinin hayli gerisinde kalmaktadır. Bir karşılaştırma yapılacak olursa; İspanya, İngiltere ve İtalya'da birim alana verilen gübre miktarlarının Türkiye'de kullanılanın iki katı olduğu; Fransa'da bunun üç katına, Almanya'da ve Hollanda'da dört katına çıktığı görülmektedir. Ancak Türkiye'de yoğun bir gübreleme yapılmadığı halde, gübre verildiğinde de bu, bilinçsiz bir şekilde yapılmakta ve kullanılan gübre de dengesiz bir şekilde uygulanmaktadır. Türkiye'de uygulanan gübre miktarı Avrupa ülkelerinin bir hayli gerisinde olmasına karşın; özellikle sebze tarımında gübre kullanma oranlarının yüksek olduğu da bir gerçektir. Bu durum hem gereksiz gübre tüketimini artırmakta, hem de insan sağlığını ve çevreyi olumsuz etkilemektedir (Kardeş 2012).

Gübre, tarımsal üretimde en önemli girdilerden biridir. Yeterli uygulanmadığında verim ve kalitede önemli kayıplara neden olmakta, buna karşın gereğinden fazla uygulanması durumunda ise özellikle azotlu gübrenin yıkanması ile taban ve yüzey sularının kirliliğine, azot oksitlerin (NO, N<sub>2</sub>O, NO<sub>2</sub>) emisyonu ile sera gazları üretimine neden olmaktadır (Güler 2004). Ayrıca azotlu gübrelerin fazla kullanılması durumunda yapraktaki nitrat miktarı özellikle yaprağı yenen sebzelerde insan sağlığını tehdit edecek düzeye ulaşmaktadır (Roorda van Eysinga 1984). Özellikle dengesiz azotlu gübre kullanımı bitki bünyesinde azot depolanmasına ve azot nitrat formunda alınmış ise nitrat birikimine yol açmaktadır (Schuphan ve Hentschel 1970).

Zhou ve ark. (2000) Çin'deki sebzelerde nitrat ve nitrit kirliliğini araştırdıkları çalışmalarında 13 şehirde toplam 2373 örnek incelemiş; kök, sap ve yapraklı sebzelerde ortalama 199 ile 2758 mg kg<sup>-1</sup> aralığında nitrat değerleri bulmuşlardır. Kök, sap ve yapraklı sebzelerde nitrat birikiminin daha fazla olduğu ve bunların kereviz, ıspanak, turp, havuç, marul, lahana ve Çin lahanası gibi sebzeler olduğu belirlenmiştir. Nitrat birikiminin düşük olduğu sebzelerin ise domates, sarımsak, salatalık, sukabağı ve mantar olduğu belirlenmiştir. Sonuçta özellikle saplı ve yapraklı sebzelerdeki yüksek nitrat içeriklerinin toplum için ciddi bir problem olduğu ve nitratlı gübre kullanımının artması sonucu bu problemin daha da artacağı belirtilmiştir.

İnsanların sağlıklı beslenme ve sağlıklı yaşam arayışları hızla devam etmekte olup artan dünya nüfusunun 2020 yılında 8,5 milyar, 2030 yılında 9,6 milyar, 2040 yılında 10,3 milyar ve 2050 yılında 12 milyara ulaşacağı tahmin edilmektedir (TÜİK 2014). Bu varsayım göre insan beslenmesi ile ilgili sorunların çözümleri önem arz etmektedir. Teknolojideki ilerleme ile nüfus artışına bağlı olarak, tarımsal üretimi artırmak amacıyla tarımda kullanılan kimyasallar miktar ve çeşit olarak artmaya başlamıştır. İvmesi artan nüfusa yeteri miktarda gıda işleyebilme, tarımsal verimi artırma ve dış görüntüsü çekici ürünler elde etmek amacıyla kontrol dışı insektisit, fungusit ve herbisit gibi toksik maddelerin kullanımı yaygınlaşmıştır. Toprak ve bitki test sonuçları dikkate alınmaksızın kimyasalların ve gübrelerin uygunsuz kullanımı besin dengesizliğine neden olmuş; toprak tahribatı, tuzluluk ve toprak kirliliğine yol açmıştır. Bununla beraber besin zinciri aracılığıyla flora ve faunada ciddi problemler ortaya çıkmıştır. Geçen yüzyıl içerisinde büyük bir hızla gerçekleşen teknolojik gelişmeler, etkilerini tarımsal sistemler üzerinde göstermiş, en az girdi ile en fazla ürün alabilmek için her türlü teknolojik gelişme tarımsal sistemlere uyarlanmıştır (Gök 2008).

Su ve gübreden en yüksek düzeyde yararlanma zorunluluğu damla sulama sistemini ve bu yöntemle gübre uygulamalarını (fertigasyon) ön plana çıkartmıştır. Bu nedenle son yıllarda özellikle açık alan yetiştiriciliği ve meyvecilikte damla sulama sistemi ile gübre uygulamalarında artışlar gözlenmektedir (Ünlükara ve Örs 2012).

Bitkiler normal gelişmelerini sürdürebilmek için kökleri aracılığıyla topraktan devamlı su alırlar. Bitki kökleri aracılığıyla aldığı suyun hemen hemen tamamına yakın bir bölümünü terleme yoluyla atmosfere vermektedir. Suyun bu hareketi ile toprak eriyiğinde çözünmüş halde bulunan bitki besin maddeleri bitki tarafından alınmakta ve üst organlara doğru taşınmaktadır. Bitki kök bölgesine verilen besin maddelerinin bitki tarafından etkin bir biçimde kullanılması için, toprakta yeterli düzeyde nemin olması gereklidir. Aksi takdirde, besin maddelerinin bitkiler tarafından alınması güçleşmekte, dolayısıyla verimde istenen

düzeyle ulaşılammamaktadır. Bitkinin besin maddelerini alma ve kullanma oranını arttırmanın yolu ise bu maddeleri bitki kök bölgesine sulama suyu ile birlikte vermektir. Damla sulama yöntemi, arındırılmış sulama suyu ile birlikte bitki besin maddelerinin toprak yüzeyine düşük basınç altında, kısa zaman aralıkları ile damlatılarak verildiği bir yöntemdir. Bu yöntemde bitki gelişmesi yönünden uygun olan toprak suyu istenilen sınırdaki tutulabilmekte, bitkide aşırı bir su isteği ve dolayısıyla nem eksikliğinden kaynaklanan gerilim yaratılmamaktadır. Bunun yanında, gübreler sulama suyu ile birlikte uygulanmakta, böylece gübreden yararlanma oranı artmaktadır. Ayrıca gübrenin araziye üniform bir biçimde dağılımı sağlanmakta, ek bir işçiliğe gereksinim duyulmamakta ve dozaj kontrolü kolayca yapılabilmektedir (Orta ve ark. 1996).

Fertigasyon, bitki besin maddelerinin (sıvı veya katı gübrelerin) sulama sistemleri vasıtasıyla sulama suyu ile birlikte toprağa veya bitki kök bölgesine uygulanmasıdır (Çetin ve Tolay 2009). Fertigasyon tekniğinde gübre kullanım etkinliği yüksek olmaktadır. Fertigasyon teknikleri kullanılarak bitkilerden daha yüksek ve kaliteli verim alınabilmektedir. Zamandan ve iş gücünden tasarruf sağlayan fertigasyon tekniğinde gübre kullanım etkinliğinin yüksek olması nedeniyle gübre kayıpları azalmakta ve dolayısıyla tarımın çevre kirliliğine olan etkisi düşmektedir. Fertigasyon tekniğinden etkin şekilde yararlanabilmek için sulamaların zamanında ve yeterince yapılması, bitkilerin besin maddesi ihtiyaçlarının bilinmesi, toprağın besin maddesi durumunun belirlenmesi, bitki ve toprağın izlenmesi ve gübre enjeksiyon yöntemlerinin bilinmesine gerek duyulmaktadır.

Tarımsal üretimde en dikkate değer konular arasında sulama ve gübreleme uygulamaları yer almakta ve bu konuda çok sayıda araştırma yürütülmektedir. Su-gübre ilişkisini en yüksek düzeyde tutarak bitkiden beklenilecek olan verimin maksimum düzeylerde olması hedeflenmektedir.

Fertigasyonla toprak tipi, bitkilerin fizyolojik evresi, iklim ve diğer faktörlere göre azot, fosfor ve potasyum (NPK) temel besin maddelerinin ve mikro elementlerin en yararlı hale gelmesi için öneriler geliştirilmektedir (Imas 1999).

Bu uygulamada gübreler ihtiyaç duyulduğu zamanda ve az miktarda uygulandığı için aşırı yağış ve aşırı sulama şartlarında bile suda çözünebilir besin elementleri kayıpları daha az düzeylerde gerçekleşmektedir.

Geleneksel gübrelemeye göre, fertigasyon uygulaması ile gübre kullanım etkinliğinin %20-50 arasında daha fazla olduğu bildirilmiştir (Gaskell 2004). Fertigasyon ile azot (N) uygulamasında, geleneksel uygulamaya (toprağa serpererek) göre, verimde önemli bir azalma meydana gelmeden, ortalama 135 kg N ha<sup>-1</sup> tasarruf sağlanabileceği belirtilmiştir (Schepers

ve ark. 1995). Potasyum nitrat ile greyfurtta yapılan çalışmada fertigasyon uygulaması, toprağa serpilerek yapılan gübre uygulamasına göre verimi %11 oranında artırmıştır (Boman 1995).

Gonzalez-Meza ve ark. (1998), gübre uygulamasını geleneksel ve fertigasyon yöntemi uygulayarak yaptıkları araştırmada, mısır veriminin fertigasyon uygulamalarında %31 daha yüksek olduğunu belirlemişlerdir. Darwish ve ark. (2002) patatesten damla sulama ile yaptıkları araştırmada, fertigasyon uygulaması ile geleneksel gübreleme yöntemine göre daha yüksek su ve besin elementleri kullanım etkinliği elde etmişlerdir.

Singandhupe ve ark. (2003), damla sulama yöntemi ile geleneksel karık sulama yöntemini karşılaştırdıkları iki yıllık tarla denemesi çalışmasında damla sulama yönteminde 10 eşit seferde yapılan N uygulamasıyla, karık sulama yönteminde iki seferde yapılan azot uygulamasına göre %20-40 oranında azot tasarrufu sağlamışlardır. Benzer şekilde damla sulama sisteminde %31-37 su tasarrufu ile birlikte %3,7-12,5 daha yüksek verim elde etmişlerdir. Damla sulama sisteminde toplam azot alımı, karık sulama sisteminden %8-11 daha yüksek olmuştur.

Peng ve ark. (2008), Çin'de Shandog bölgesinde farklı gübre uygulamalarının yer aldığı fertigasyon uygulamaları ile o bölgedeki çiftçilerin pratikte uyguladıkları gübrelerin genç elma ağaçlarının gelişimi üzerine etkilerini araştırmak için çok yıllık bir çalışma yürütmüşlerdir. Temel uygulamalar ve fertigasyon ile N, P ve K uygulanan deneme alanında çiftçi uygulamalarına göre elmanın kalite ve veriminde artışlar olmuştur. Fertigasyon sisteminin, 0-30 cm toprak horizonunun üst kısmında N, P ve K'un yerleşmesine izin verdiğini ve buna ilave olarak kullanılan suda %30-50'lik bir oranda kazanç sağladığını bildirmişlerdir.

Silber ve ark. (2004), fertigasyon uygulamalarının marul verimi üzerine etkilerini çalıştıkları araştırmada, düşük besin elementi konsantrasyonu ve sık fertigasyon uygulamalarının verim artışını önemli bir şekilde teşvik ettiğini ve özellikle P gibi besin elementi alımını arttırdığını bildirmişlerdir.

Kumlu-tınlı bir toprakta, gübre uygulama metotları ve gübre seviyelerinin domatesin gübre kullanım etkinliği, verimi ve gelişimi üzerine etkilerini araştırmak için yürütülen bir araştırma sonucuna göre, domatesin toplam kuru madde verimi ve yaprak alan indeksi, karık sulamaya kıyasla, damla sulama sisteminde fertigasyon uygulamaları ile daha yüksek seviyelerde bulunmuştur (Hebbar ve ark. 2004).



Dünyada ve ülkemizde fertigasyon uygulamalarının, brokoli verimi ve kalitesi üzerine etkilerinin belirlendiği araştırmalar mevcut olup tamamında bu uygulama biçiminin sulamanın ve gübrelemenin etkinliğini arttırdığı açıktır.

Thompson ve ark. (2002), brokolide toprakaltı damla sulama sistemini kullanarak fertigasyon uygulamalarının verim ve kalite üzerine etkilerini araştırmışlardır. Araştırma sonuçlarına göre; güney-batı Amerika'da 3 ile 18 t ha<sup>-1</sup> verim elde etmişlerdir.

Nkoa ve ark. (2001) iki farklı brokoli çeşidinde farklı azot dozlarının araştırıldığı diğer bir çalışmada, fertigasyon ile uygulanan azot dozlarının brokolide verim ve kaliteye etkilerinin önemli olduğu sonucunu ortaya koymuşlardır. Yapılan değerlendirmeler sonunda; uygulanan azot dozlarına göre 239 g/bitki ile 622 g/bitki arasında yaş ağırlık, 187 ile 297 g/bitki kuru ağırlık elde etmişlerdir.

Gutezeit (2004), farklı toprak nemi seviyelerinde brokolide azot dengesi ve verim arasındaki ilişkileri araştırmıştır. İlkbahar ve sonbahar dönemlerinde gerçekleştirdiği çalışmada; ilkbahar döneminde 288 ile 319 g/bitki, sonbahar döneminde 296 ile 415 g/bitki arasında değerşen verim tespit etmiştir.

California'nın iki farklı bölgesinde organik azotlu gübreler ve farklı sulama suyu uygulamalarının brokoli üzerine etkileri Pasakdee ve ark. (2006) tarafından 2002, 2003 ve 2004 yıllarında araştırılmıştır. %80, %100 ve %150 oranlarında sulama suyu uygulanan deneme konularından ilk yıl 1,3 ile 3,8 t ha<sup>-1</sup> ikinci yıl 5,4 ile 17,9 t ha<sup>-1</sup>, son deneme yılında ise uygulanan azot ve sulama suyu miktarlarına göre 13,8 ile 23,6 t ha<sup>-1</sup> arasında değerşen verim elde etmişlerdir.

Sulama ve azot dengesinin brokolide verim üzerine etkilerinin incelendiği araştırmada, brokoli bitkisinin optimum gelişiminin gerçekleşebilmesi için 178 ile 203 mm sulama suyu uygulanması gerektiği bildirilmiştir (Paschold ve ark. 2000). Buna ek olarak; 173 ile 311 kg N ha<sup>-1</sup> gübreleme yapılmasını belirten araştırmacılar optimum sulama koşullarında köksüz olarak 100 t ha<sup>-1</sup> bitki ağırlığı ve 22 t ha<sup>-1</sup> toplam verim elde etmişlerdir.

Aires ve ark. (2007), tarafından azotlu ve kükürtlü gübrelemenin brokoli sürgünlerindeki mineral bileşimine etkileri araştırılmıştır. İki farklı azot ve 2 farklı kükürt miktarı uygulamalarının değerlendirildiği araştırma sonuçlarına göre; azot ve kükürt uygulamalarının erken gelişme döneminde biomass üretimini arttırdığı belirtilmiştir. Buna ek olarak; yüksek kalsiyum konsantrasyonu için amonyum sülfat formunda gübre seçilmesini tavsiye etmişlerdir.

Babik ve Elkner (2000), 1997–1999 yıllarında yürüttükleri tarla denemesinde, brokolide azotlu gübreleme ve sulamanın verim ve kalite üzerine etkilerini araştırmışlardır.

Sonbahar dönemi brokoli yetiştiriciliği için doğal yağış koşulları altında toprak nem düzeyinin 30 kPa seviyesinde sulama konuları seçilmiştir. 0–60 cm’lik toprak derinliğinde 100, 200, 400 ve 600 kg N ha<sup>-1</sup> olarak değişen azot uygulamaları yapmışlardır. Sulama ile birlikte ve yüksek azot uygulamaları (400–600 kg N ha<sup>-1</sup>) baş oluşumunu ve hasat zamanını hızlandırdığı gibi bitki ağırlığını ve brokoli verimini artırmıştır. Azot uygulamalarının artması ile brokolinin nitrat içeriği artmış, sulama uygulamaları ile düşmüştür. Nitrat içeriği düşük sulamalar şeker miktarı, askorbik asit ve beta karoten sulanmayan bitkilerle karşılaştırıldığında değişim göstermemiştir.

Thompson ve ark. (2002) tarafından Arizona’da yürütülen çalışmada, brokoli bitkisi sızdırma sulama yöntemi ile farklı azot uygulamaları ve farklı azot uygulama sıklıkları (günlük, haftalık, 2 haftalık ve aylık) koşullarında yetiştirilmiştir. Pazarlanabilir brokoli verimi, gübre miktarındaki artış ile artarak yaklaşık 1250–1500 kg da<sup>-1</sup> bulunmuştur. Nitrat içerikleri azot dozlarındaki artıştan yüksek oranda etkilenmiş, gübre uygulama zamanlarının etkisi önemli bulunmamıştır.

Aydın ve ark. (2012), brokoli bitkisinin verim parametreleri ile klorofil içeriği ve stoma geçirgenliğinin, farklı dozlarda humik asit, PGPR (Plant Growth Promoting Rhizobacteria) ve kimyasal gübre uygulamalarına bağlı olarak artışlar gösterdiğini belirtmişlerdir. En fazla kök ağırlığı, kimyasal gübre uygulanmayan 1000 mg kg<sup>-1</sup> humik asit uygulaması ile C26 bakterisi uygulamasında, en fazla bitki ağırlığı ve bitki klorofil içeriği kimyasal gübre uygulanmayan 2000 mg kg<sup>-1</sup> humik asit uygulaması ile Osu-142 bakterisi uygulamasında, en yüksek stoma geçirgenliği ise kimyasal gübre uygulanmayan 1000 mg kg<sup>-1</sup> humik asit uygulaması ile Osu-142 bakterisi uygulamasında elde edilmiştir.

Altındışli ve ark. (2012) brokolide azotlu gübre ihtiyacının belirlenebilmesi amacıyla yaptıkları çalışmada, farklı dozlardaki azot uygulamalarının brokolide verim ve taç çapı üzerine etkileri ile yaprak ve taçta toplam azot içeriğinin değişimini incelemişlerdir. Araştırmada bitkisel materyal olarak Marathon brokoli çeşidi ve 0, 6, 12, 18, 24, 30 ve 36 kg da<sup>-1</sup> N dozları kullanılmıştır. Çalışma sonucunda taç çapında meydana gelen değişimlerin istatistiksel olarak önemsiz olduğunu, en yüksek verimin ise azotun 30 kg da<sup>-1</sup> dozundan elde edildiğini saptamışlardır.

Son yıllarda gerek tarımsal ilaçların, gerekse gübrelerin bilinçsizce kullanımı, uygun olmayan uygulama şekilleri ve zamanları bitkisel üretimde artışın yanında kalitesiz ve insan sağlığını tehdit edecek ürünlerin ortaya çıkmasına neden olmuştur. Toprağın derinlerine sızan fosfor ve nitrat, tatlı su kaynaklarına ulaşmakta bu da insan, evcil hayvan ve yaban hayatı açısından ciddi problemlere yol açmaktadır. Ayrıca kimyasal tarım ilaçları toprakta

birikmekte, bitki sağlığını olumsuz yönde etkileyerek ekolojik, dengeyi bozmaktadır. Bu olumsuz koşullar karşısında gelir düzeyi yüksek olan ülkeler başta olmak üzere birçok ülkede bilinçlenerek örgütlenen üretici ve tüketiciler, doğayı tahrip etmeyen yöntemlerle insanlarda zehirli etki yapmayan tarımsal ürünleri üretmeyi ve tüketmeyi tercih etmeye başlamışlardır (Bozköylü 2008).

Yapılan araştırmalar ekosistemin ve insanların büyük tehdit altında olduğunu göstermektedir. Günümüze değin uygulanan tarımsal faaliyetlerin meydana getirdiği değişimlerin büyük ölçekte olumsuz olduğunu ortaya koymaktadır. Toprak sisteminin verimliliğini kaybetmesi, erozyona duyarlı hale gelmesi, çoraklaşma, denetimsiz gübre ve tarım ilacı kullanımı, aşırı su tüketimi, toprak sisteminin özelliklerini etkilemesi yanında su kaynakları ve biyolojik çeşitliliğe de zarar vermektedir. Bilinçsiz, kontrolsüz, insan sağlığı düşünülmeden sürdürülebilirliği olmayan ve kar amacı güden üretim sisteminde; kimyasal gübre kullanımı, tarımsal mücadele ilaçları, yoğun girdili üretim, genetiği değiştirilmiş organizmalar, transgenik ürünler gibi sorunlar ekosistemlerin korunması ve gıda arzı güvenliğinin sağlanmasını güçleştirmektedir (Haktanır 2014). Buna paralel olarak insanların artan sağlık sorunları yanında tükettikleri gıdanın da nüfus artışıyla ters orantılı olduğu dikkate alınırca tarımda sürdürülebilirliğin önemi, doğal kaynakları ve çevreyi en iyi şekilde kullanarak doğanın dengesini bozmak ve doğayı bilinçsizce tüketmek yerine, doğa dostu üretim yöntemlerine geçişin hızlandırılması gerektiği ortaya çıkmaktadır (Tatar 2015).

Sürdürülebilir tarım kavramı, doğa dostu, çevre dostu üretim modelini tanımlamaktadır. Gerek sürdürülebilir tarım ve gerekse iyi tarım uygulamalarını ifade edenler, alternatif tarım, dinamik tarım, ekolojik tarım ve organik tarım kavramlarını birbiri yerine kullanmaktadır. Ekolojik tarım, ekolojik sistemde hatalı uygulamalar sonucunda kaybolan doğal dengeyi yeniden kurmaya yönelik, insana ve çevreye dost üretim sistemlerini içermekte olup, esas itibariyle sentetik kimyasal ilaçlar ve gübrelerin kullanımının yasaklanmasının yanında, organik ve yeşil gübreleme, münavebe, toprağın muhafazası, bitkinin direncini arttırma, parazit ve predatörlerden yararlanmayı tavsiye eden, bütün bu olanakların kapsamlı bir sistemde oluşturulmasını talep eden, üretimde miktar artışını değil ürünün kalitesinin yükseltilmesini amaçlayan üretim şeklidir (Altındışli ve İter 1998). Konvansiyonel tarım ise, üretimde kar marjının düşünüldüğu, modern teknolojiden her işlem basamağında faydalandığı, birim alandan fazla ürün almaya odaklı, kültürel işlemlerden çok kimyasal uygulamaların tercih edildiği, sürdürülebilirliğin göz ardı edildiği, çoğunluk tarafından kabul görmüş üretim şeklidir.

Dünyada yirminci yüzyılın ikinci yarısında yaşanan hızlı sanayileşme ve nüfus artışı önemli çevre sorunlarını da beraberinde getirmiş, sonuçta yoğun ve bilinçsiz tarım ilacı ve gübre kullanılması, yanlış toprak işleme uygulamaları, kalıntı riski, toprağın fiziksel yapısının ve bitki besin maddesi dengesinin bozulması, organik madde ve toprak canlılığının yitirilmesi, tuzlanma, çoraklaşma gibi önemli çevre sorunlarının ortaya çıkmasına neden olmuştur (Aksoy ve Altındişli 1999).

Uzun yıllar boyunca konvansiyonel (geleneksel) tarımda kullanılan sentetik (kimyasal) gübre ve bitki koruma ilaçları, daha fazla verim almak amacıyla çoğu zaman gereğinden fazla kullanılarak, zararları düşünülmemekte, bu durum global kirlenmeye hızlı bir şekilde katkıda bulunmakta çevre ve insan sağlığını önemli boyutlarda tehdit etmektedir. Organik tarım ürünleri, çevreye duyarlı ilkelerle üretilmesi ve hem de insan sağlığı yönünden öne çıkardığı cazip avantajlar nedeniyle giderek artan bir ivmeyle önem kazanmaktadır (Badgley ve Perfecto 2007).

Er (2009), organik tarımın diğer tarım sistemlerinden amaç olarak farklılıklarını şu şekilde sıralamıştır; Doğal kaynakları toprak, su, hava, bitki ve diğer kıt kıymetleri geliştirerek ve kalitelerini yükselterek muhafaza etmek; Başta toprak olmak üzere her türlü canlı erozyonunu (aşınıp taşınmasını ve kaybolmasını) önlemek için önlemler almak; Toprakların bünyesindeki her türlü canlı ve organik madde oranını artırmak ve tarımı zenginleştirmek; Su ve enerji tasarrufunu sağlamak, her türlü israftan kaçınmak; Organik tarıma uygun projelerle kapama olarak küçük çiftçi işletmelerinden başlayarak ve yapılan desteklerle çiftçileri buldukları yerde hayata devam ettirmek, göçü ve yok olmalarını önlemek, fakat ürünlerinin değer fiyatla para etmesini sağlamak; Organik tarım, bir yerde aynı zamanda da sözleşmeli tarım olduğu için, çiftçilerin yetiştirdikleri organik ürünler alınıp pazarlaması yapılarak pazarlama sorunu çözmektir. Yerel ve bölgesel üretimler organik tarım sayesinde desteklenmiş olacak ve çoğu yok olmaya yüz tutmuş bitkisel, hayvansal ve su ürünleri üretimleri teşvik edileceği için biyolojik çeşitlilik ve endemik türler geliştirilmiş olacaktır. Organik tarımın en önemli hedeflerinden biri de üretim materyali olarak hiçbir şekilde Genetiği Değiştirilmiş Organizmaları (GDO) kullanmamaktır. Bu şekilde insan ve hayvanlarımız için temiz, sağlıklı ve güvenli ürünler ortaya konulmuş olacaktır.

Günümüzde organik tarım dünyada yaklaşık olarak 31 milyon ha'lık bir alanda uygulanmaktadır. Avustralya 11,8 milyon ha ile ilk sırada yer almakta, bunu 3,1 ve 2,3 milyon ha'lık üretim alanı ile Arjantin ve Çin izlemektedir. Organik ürünlerin pazar değeri 2002 ve 2005 yılları arasında %43 oranında artarak 25 milyar avro'yu geçmiştir ve 2006

yılında 31 milyar Avro'ya ulaştığı tahmin edilmektedir. Avrupa organik pazarının ise 13 ile 14 Avro milyar arasında olduğu bildirilmektedir (Fibl 2005).

Organik tarımda azot çeşitli yollarla sağlanabilir. Bunlar; ahır gübresi, kompost veya diğer organik gübrelerin uygulanması ya da biyolojik azot fiksasyonu yani atmosferin serbest halde bulunan azotunun mikroorganizmalar aracılığıyla biyokimyasal olarak organik forma dönüştürülmesidir (Jamea 2004).

Günlük beslenme diyetlerinin vazgeçilmezi olan sebzelerin organik üretilmesi ve tüketilmesi de sürekli artarak önem kazanmaktadır. Dünyanın her yerinde olduğu gibi ülkemizde de organik sebzeler, kış aylarında mevsim dışında serada üretilmekte ve tüketiciler tarafından talep edilmektedir ve bu pazar büyük bir potansiyel taşımaktadır (Engindeniz ve Tüzel 2006).

Günümüzde seralarda özel yetiştirme sistemleri, saksı ortamları ve gübreleme konusunda organik yetiştiriciliğe adaptasyon bakımından çok fazla araştırma mevcut değildir. Yetiştiricilerin var olan bilgilere kolayca ulaşması ve yollarına durmadan devam edebilmeleri sağlanmalıdır (Uzun 2007).

Sera ürünlerinde organik yolla üretim dünya genelinde son onbeş yılda hızlı bir artış göstermiştir. Organik seracılık (özellikle organik sera sebzeciliği) genelde sertifikalı seracılar ve yerel pazarlara düzenli olarak ürün pazarlama şansına sahip seracılar tarafından uygulama alanı bulmaktadır. Organik seracılığın günümüzdeki durumu ile hâlihazırda seracılık yapan işletmelerle seracılığa yeni başlayan üreticiler için sürdürülebilir bir üretim metodu veya pazarda daha yüksek fiyattan ürün pazarlama sistemi olarak geniş bir potansiyele sahip olduğu düşünülmektedir (Adam 2005).

Sebzelerin doğal mevsimlerinin dışında seralarda sezon dışında üretimleri sırasında beslenmeleri açıkta yetiştiricilikten farklılıklar göstermektedir. Açıkta yetiştiriciliğe göre üretimin daha uzun bir zamana yayılması, seralarda sıcaklık, nem, ışık, karbondioksit gübrelemesi vb iklim kontrollerinin yapılabilmesi, yetiştirilen çeşitlerin güçlü hibrit çeşitler olması, birim alanındaki bitki yoğunluğunun yüksek olması gibi sebeplerden dolayı, seralarda üretim açıkta yetiştiriciliğe göre daha fazla gübre kullanmayı ve beslenme programlarının değişen iklim koşullarına, bitki gereksinimlerine ve uzun zamana göre daha iyi programlanmasını gerektirmektedir. Son yıllarda popüler olan organik tarım kurallarına göre seralarda sezon dışı sebze üretimi yapmak istendiğinde bitkilerin beslenmesi ve hastalık zararlı kontrollerinin yapılması özel programlar gerektirmektedir. Bu alanda halen eksikler vardır, sistemin optimizasyonu için araştırmalara gereksinim duyulmaktadır (Bozköylü 2008).

Trakya Bölgesi toprağın en etkin şekilde kullanıldığı bir bölgedir. Bölgede Türkiye’de tüketilen gübrenin yaklaşık % 20’si kullanılmaktadır. Bu gübreler içerisinde azotlu gübreler ilk sırayı almaktadır. Çünkü bölgede uzun yıllardır uygulanan mono kültür tarım ve anızın yakılması topraktaki organik maddenin ve dolayısı ile yararlı azotun yıldan yıla azalmasına neden olmaktadır. Ancak kullanılan azotlu gübrelerin miktarı da esaslı bir temele dayanmamaktadır (Yılmaz 2006). Trakya Bölgesi birim alana en çok gübre kullanan bir bölgedir. Burada birim alana kullanılan toplam gübre miktarı, yaklaşık olarak Türkiye ortalamasının iki katı kadardır. Bununla birlikte bölgede son zamanlarda bilinçsizce ve aşırı oranlarda gübre kullanıldığı da vurgulanmaktadır (Bellitürk 2012). Kimyasal gübreler, tarımda en büyük paya sahip bir üretim girdisidir.

Tarımsal alanlara baskının giderek artış gösterdiği günümüz koşullarında, bitkisel üretimde yeni yaklaşımlar gün geçtikçe önem kazanmaktadır. Geleneksel yöntemlerde yoğun şekilde kullanılan tarımsal kimyasalların yol açtığı çevresel sorunlar ve ayrıca beslenme kaynaklı problemler bu gelişmeyi giderek hızlandırmış ve bu nedenle özellikle hayvansal atıklar, kompost vb. materyaller yaygın olarak kullanılmaya başlanmıştır. Hayvansal atıklar içerisinde ise ahır gübresi üreticiler tarafından uzun yıllardır başarı ile kullanılan bir materyaldir (Çıtak ve ark. 2011).

Ahır gübresi sadece bitki gelişimi için gerekli bitki besin maddelerini içermeyip (Lampkin 2002, Watson ve ark. 2002), toprağın fiziksel ve biyolojik özellikleri üzerine de olumlu yönde etki göstermektedir (Lampkin 2002, Schoenau 2006). Ayrıca ahır gübresi uzun vadeli etki gösteren iyi bir besin maddesi kaynağı olup, özellikle organik koşullarda ıspanak yetiştiriciliğinde oldukça etkili olduğu bildirilmektedir (Çıtak ve Sönmez 2010). Bununla beraber, ahır gübresinin kalitesi ve içeriği hayvanın cinsi, yaşı, beslenme durumu, yataklık materyali, saklama koşulları ve araziye uygulama şekli olmak üzere pek çok faktöre bağlı olarak değişmektedir (Lampkin 2002). Nitekim hayvan beslenmesinde protein içeriği ne kadar yüksek ise, gübrenin azot içeriği de o kadar yüksek olmakta, ayrıca beslenmede yüksek fosfor ve potasyum verilmesi ahır gübresinin bu besinler bakımından daha zengin olmasını sağlamaktadır (Lampkin 2002, Watson ve ark. 2002).

Son yıllarda dünya tarımsal üretiminde ismi sıkça duyulan ve kimyasal gübrelerle uygulanabilir olan organik gübrelerden birisi de vermikomposttur. Solucanların organik atıkları metabolize ederken zenginleştirmesi sonucu ortaya çıkan vermikompostun toprağa uygulanması ile toprak fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerinin iyileştirilebildiği ve bu sayede kaliteli ve verimi yüksek bitkiler yetiştirilebildiği rapor edilmektedir (Arancon ve ark.

2003, Jat ve Ahlawat 2006, Alam ve ark. 2007, Ali ve ark. 2007, Singh ve ark. 2008, Rangarajan ve ark. 2008, Bellitürk 2016).

Vermikompostun toprağın fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerini olumlu yönde etkilemesinden dolayı bu gübrenin kullanımı ile yetiştirilen bitkilerde verim ve kalite artışları elde edilmektedir (Tavalı ve ark. 2013).

Vermikompost, solucanlar tarafından organik materyalin sindirilmesi ile üretilen, bitki büyümesi, toprak ıslahı, bitki sağlığı ve çevreye olan diğer birçok olumlu etkileri normal komposttan daha fazla olduğu rapor edilen bir materyaldir (Fritz ve ark. 2012, Bellitürk ve ark. 2013, Bellitürk ve ark. 2015).

Wang ve ark. (2006), vermikompost uygulanarak yetiştirilen bitkilerin hastalık ve zararlılara karşı daha dirençli olduğunu bildirerek, bu durumun, vermikompostun bitkiler üzerindeki antibakteriyel ve antifungal etkisinden ve özellikle solucanların vücutlarından dışarıya salgıladıkları sölom sıvısından kaynaklandığını ifade etmektedir.

Son yıllarda uygulamada popülerite kazanan vermikompost (solucan gübresi), organik materyallerin solucanlar kullanılarak humus benzeri materyallere dönüştürülmesi ile elde edilmektedir (Garg ve ark. 2010). Vermikompostlama, solucanlar ve mikroorganizmalar arasındaki interaksiyon vasıtasıyla organik materyallerin non-thermofilik biyodegradasyonu ve stabilizasyonudur (Arancon ve ark. 2002) ve böylece ince dokulu, peat benzeri, yüksek gözenekli, havalanma, drenaj, su tutma kapasitesi ve mikrobiyal aktiviteye sahip bir materyal oluşmaktadır (Ansari 2008, Garg ve ark. 2010).

Yapılan çalışmalar, vermikompost uygulamasının bitkinin gereksinim duyduğu bitki besin maddelerini elverişli bir biçimde sağladığı ve bu besinlerin bitki tarafından alımını artırdığını göstermektedir (Peyvast ve ark. 2007).

Toprak solucanlarının sığır ve koyun gübrelere olgunlaşmasını hızlandırma özelliği vardır. Bu nedenle son yıllarda vermikompost üretiminde bu gübreler de kullanılabilir. Kompost uygulamaları ülkemizde de hızla yaygınlaşırken, vermikompost uygulamaları ülkemiz için yeni bir uygulama sayılabilecek niteliktedir. Organik artıkların normal fermentasyon yolu ile kompostlaştırılmasının yanı sıra, toprak solucanları ilave edilerek vermikompost oluşturulması ile de değerlendirilmesi mümkündür (Bellitürk ve Görres 2012).

Bellitürk (2012) tarafından açıklandığı üzere, toprak solucanları hem doğal hem de tarımsal ekosistemlere önemli hizmetler sağlayan canlılardır. Solucanların, bitki besin maddesi mineralizasyonu yoluyla toprak verimliliğine önemli katkıları olmaktadır. Solucanların verimlilik üzerindeki direkt etkileri, bitki artıklarının parçalanma ve mineralizasyonunun geliştirilmesini sağlamasıdır. İndirekt etkileri ise toprak gözenekliliğinin,

toprak organik maddesinin ve suya dayanıklı agregat stabilitesinin artması yoluyla toprak-su ilişkilerinin geliştirilmesine olan katkılarıdır. Derin toprak işleme, tarımsal ilaçlarının ve kimyasal gübrelerin aşırı kullanımı ve bitki artıklarının yakılması gibi yaygın tarımsal uygulamalar, Türkiye tarım alanlarındaki toprak solucanlarının popülasyonlarını tehlikeye atmaktadır. Tarımda verimi artırmak amacıyla yapılan gübrelemede büyük çoğunlukla inorganik (kimyasal) gübreler kullanılmaktadır. Bunların yerine çok yönlü olumlu etkisi olan hayvan gübresi, yeşil gübre ve kompost gibi organik gübreler kullanılması konusunda Türkiye, Avrupa ve Amerika'da yaşayan çiftçilerin çok gerisindedir. Tarımda solucanların kullanılmasıyla, ülkemizin özellikle Trakya Bölgesi gibi bazı yerlerindeki yoğun kimyasal gübre tüketiminin azaltılması hedeflenmektedir. Çevre ve toprak kirliliğini ve gübreleme için harcanan aşırı kimyasal gübre giderlerini azaltma açısından bu konu son derece önemlidir. Ülkemizde petrolden sonra en çok dövizin tahsis edildiği tarımsal girdi, kimyasal gübrelerdir.

Darwin'in 1881 yılında solucanlar üzerindeki çalışmasından bu yana, genel olarak solucanların toprakları iyileştirdiği düşünülmektedir (Edwards 2011).

Mısırlıoğlu (2011) tarafından yürütülen çalışmalarda toprak solucanlarının tahıl bitkilerinin gelişimini % 39, tohum rekoltesini % 35, tohumun azot içeriğini % 12 oranında artırdığı saptanmıştır. Ayrıca yapılan sera çalışmalarında, bitki verimini belirgin şekilde etkiledikleri, bunun yanında buğday ve yonca kalitesini artırdıkları saptanmıştır. Bunun yanında toprak solucanlarının bitki kök gelişimini destekledikleri, kök hastalıkları oranını önemli ölçüde düşürdükleri, çayır ve ürün rekoltesi ile tahıl kalitesini artırdıkları (örneğin protein içeriği) gerek laboratuvar ve gerekse arazi koşullarında yapılan denemelerle ortaya konulmuştur.

Papathanasiou ve ark. (2012) solucan gübresinin katı formda olduğu gibi sıvı formda da üretilmekte olduğunu ve birçok bitki türü ile birlikte salata-marul yetiştiriciliğinde verim ve kaliteyi artırmakta olduğunu, Hernandez ve ark. (2010) sıvı solucan gübresinin değişik oranlarda çok sayıda makro ve mikro besin maddesi ile birlikte organik asit ve büyümeyi düzenleyici maddeler içermekte olduğunu ancak bitki türlerine göre uygulama doz ve sayılarının araştırılması gerekliliğini açıklamışlardır. Vural ve ark. (2000) ise lahanalar grubu sebzelerde olduğu gibi karnabaharında organik gübrelere olumlu tepkiler verdiğini bildirmişlerdir. Ayrıca, organik ve kimyasal gübrelerin birlikte çok daha başarılı olarak sebze yetiştiriciliğinde kullanılabileceğine ilişkin bulgular da yer almaktadır (Kaplan ve ark. 2008).

Toprak solucanları her gün vücut ağırlıklarının % 60'ı kadar atığı dışarı atmaktadırlar. Özellikle üre bakımından zengin olan ve ayrıca nitrat, fosfor, magnezyum, potasyum ve kalsiyum gibi bitkilerin büyümesi için gerekli olan neredeyse tüm elementleri içeren bu



atıklar bitkiler için yararlı bir gübre niteliğindedir. Bu nedenle pek çok ülke ile birlikte son yıllarda ülkemizde de gübre elde etmek için toprak solucanı çiftlikleri kurulmaktadır (Mısırlıoğlu 2011).

Organik ve konvansiyonel üretim sistemlerinin topraktaki solucan popülasyonu ve toprak erozyonu üzerine etkilerinin araştırıldığı bir çalışmada; solucan biyomasının organik üretim parsellerinde daha yüksek bulunduğu ve toprak agregalarının daha stabil olmasından dolayı konvansiyonel üretimin toprak erozyonuna daha hassas olduğu rapor edilmektedir (Siegrist ve ark. 1998).

Tarla denemeleri sonucunda vermikompostun domates ve biberde sürgün uzunluğu ve yaprak alanını, çilekte ise meyve pazar değerini önemli oranda arttırdığı (Arancon ve ark. 2003), vermikompost ve kimyasal gübrelerin birlikte kullanımı ile patates veriminin önemli ölçüde arttığı, en yüksek verim artışının 500-1000 kg da<sup>-1</sup> vermikompost ve tavsiye edilen dozda kimyasal gübre uygulaması ile elde edildiği görülmüştür (Alam ve ark. 2007). Ayrıca, vermikompostun kullanıldığı çalışmalarda birçok bitkinin N konsantrasyonunun önemli ölçüde artış gösterdiği bildirilmektedir (Kumari ve Ushakumari 2002, Azarmi ve ark. 2008, Gopal ve ark. 2010).

Açık tarla denemesi şeklinde yürütülen çalışmada, kimyasal gübrelemeye ilave olarak artan vermikompost uygulamalarının, karnabahar bitkisinin kalite kriterlerinden taç çapı, taç yüksekliği, minimum, maksimum taç ağırlığı, ortalama taç ağırlığı ve mineral madde kompozisyonu (Zn, Mn, Cu hariç) ile dekara verim değerini istatistikî açıdan önemli düzeyde etkilediği belirlenmiştir. Bununla birlikte, lahananın diğer kalite özellikleri olan vitamin C ve baş kuru ağırlığı değerlerinin de gübre uygulamaları karşısında istatistikî olarak önemli derecede değişime uğradığı tespit edilmiştir. Ayrıca, vermikompost uygulamalarına bağlı olarak lahana baş kuru ağırlığı ile vitamin C değeri arasında ve lahana baş çapı ile N, K arasında önemli pozitif ilişki tespit edilmiştir. Diğer taraftan, lahana yaprağında özellikle N ve Mg elementlerinin konsantrasyonlarının vermikompost uygulaması ile beslenme açısından yeterli düzeye ulaştığı görülmüştür (Tavalı ve ark. 2013).

Warman ve Havard (1997), organik ve konvansiyonel olarak yetiştirilen havuç ve lahanaların verimleri ile vitamin ve mineral madde içeriklerini saptamak amacıyla yürüttükleri çalışmada, verim ve vitamin içeriğinin uygulamalara göre değişmediğini, 1990, 1991 ve 1992 yıllarındaki organik havuçtan elde edilen verim değerlerinin sırasıyla 31,01, 33,90 ve 18,86 t ha<sup>-1</sup> ve konvansiyonel üretimdeki verimlerin de 26,41, 31,15 ve 21,31 t ha<sup>-1</sup> olduğunu bildirmişlerdir. Organik lahana verimi aynı dönemde 56,00, 53,04 ve 27,68 t ha<sup>-1</sup> iken konvansiyonel üretimden gelen verim değerleri 52,33, 56,36 ve 30,63 t ha<sup>-1</sup> olarak

saptanmıştır. Havuç köklerinde azot, kükürt, mangan, bakır ve bor miktarları, havuç yapraklarında kükürt ve sodyum miktarları ve lahanada ise azot, mangan ve çinko miktarları bakımından uygulamalar arasında fark bulunmuştur.

Brandt ve ark. (2001), organik sebze ve meyvelerin, konvansiyonel olarak üretilenlerden daha fazla mineral madde, vitamin, protein ve karbonhidrat içerdiğinden insan sağlığı açısından daha çok yarar sağlayabileceğini belirtmişlerdir.

Bulluck ve ark. (2002), organik ve konvansiyonel sebze yetiştiriciliğinde, organik (pamuk-cırcır atığı, kompost edilmiş bahçe artıkları veya sığır gübresi) ve sentetik gübrelemenin toprağın mikrobiyal aktivitesine, fiziksel ve kimyasal özelliklerine etkilerini saptamak amacıyla iki yıl boyunca üçer tane işletmeyi izlemişler; *Trichoderma* türlerinin sporları, termofilik mikroorganizmalar ve barsak bakterileri organik gübrelenmiş topraklarda daha yüksek iken, *Phytophthora* ve *Pythium* türleri düşük bulunmuştur. Kalsiyum, potasyum, magnezyum ve mangan konsantrasyonları da bu topraklarda daha fazla çıkmıştır. Yararlı toprak mikroorganizmalarındaki artışın patojen popülasyonunu azalttığı, toprak organik maddesini, toplam karbon ve katyon değişim kapasitesini arttırdığı ve hacim ağırlığını azalttığı, böylelikle toprak kalitesinin iyileştirildiği saptanmıştır.

Toskana (İtalya)'da işletme düzeyinde organik, entegre ve konvansiyonel üretim sistemlerinin değerlendirildiği çalışmada, organik üretim sistemlerinin azot kayıpları, pestisit riski, bitki çeşitliliği ve çevre ile ilgili göstergelerin çoğu bakımından daha iyi performans gösterdiği bildirilmiştir (Pacini ve ark. 2003).

Pandey ve ark. (2006), 2002-2003 ve 2003-2004 Hindistan koşullarında organik olarak yetiştirilen bezelyede; çiftlik gübresi, vermikompost ve tavuk gübrelerinin etkilerini araştırmışlardır. Araştırma sonuçlarına göre; vermikompost dışındaki bütün uygulamalar yeşil bakla veriminde kontrole göre yüksek değerler verirken, yeşil bakla veriminde en yüksek değer % 181,5 ile 200 kg da<sup>-1</sup> çiftlik gübresi uygulamasından elde edilmiştir. Ayrıca bütün organik gübre uygulamalarının toprağın fiziko-kimyasal yapısını iyileştirdiği saptanmıştır.

Mohammadi ve ark. (2010), İran koşullarında 2007 ve 2008 yıllarında yürüttükleri araştırmalarında; organik ve kimyasal gübreleme [çiftlik gübresi (200 kg/da), kompost (1 t da<sup>-1</sup>), Triple Süper Fosfat (7,5 kg da<sup>-1</sup>), yeşil gübreleme (*Vicia pannonica* + *Hordeum vulgare*) ve biyolojik gübreleme (*Bacillus lentus*, *Pseudomonas putida*, *Tricoderma harzinaum*)] ile bunların bazı kombinasyonlarının nohutun kalitesi ve verim özelliklerine etkilerini araştırmışlardır. Nohutta kimyasal gübreye ilave olarak çiftlik gübresi ve kompost verildiğinde tane veriminin dekarda 211,9 kg'dan 260,9 kg'a, protein oranının ise %12,38'den %17,15'e ulaştığı saptanmıştır.

Jaipaul ve ark. (2011), Hindistan'da biber ve bezelye ile iki yıl yürüttükleri çalışmalarında, organik (çiftlik gübresi, tavuk gübresi ve vermikompost), mikrobiyal (azotobacter, *Rhizobium*, fosfor çözücü bakteri), kimyasal (bezelyede: 2,5 kg N + 7,5 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> + 5 kg K<sub>2</sub>O + çiftlik gübresi 500 kg da<sup>-1</sup>) gübreler ile kombinasyonlarının verim ve verim özelliklerine etkilerini araştırmışlardır. Araştırmada incelenen özellikler bakımından bezelyede en yüksek bitki boyu 93,6 cm olarak tavuk gübresi (500 kg da<sup>-1</sup>) + mikrobiyal gübreler ile elde edilirken bu değeri kimyasal + çiftlik (500 kg da<sup>-1</sup>) + mikrobiyal gübre kombinasyonunun verildiği parseller izlemiştir. En düşük bitki boyu değerine (72 cm); sadece organik gübrelerin kombine edildiği parsellerde [çiftlik gübresi (1 ton/da) + tavuk gübresi (150 kg da<sup>-1</sup>) + vermikompost (150 kg da<sup>-1</sup>) + mikrobiyal gübre] rastlanmıştır. Kimyasal ve organik gübrelerin kombine edildiği uygulama; bakla boyu (10,1 cm) ve baklada tane sayısı (9,1 adet) değerlerinde de aynı pozitif etkiyi göstermiş olup, dekara bakla veriminde ilk sırada yer almıştır. Çalışmanın sonuçları genel olarak incelendiğinde organik gübrelerin bezelyede gelişim ve verimi arttırdığı gözlenirken; en yüksek etkinin kimyasal ve organik gübrelerin kombine edildiği uygulamada, en düşük değerlere ise çiftlik gübresi (2 ton da<sup>-1</sup>) + mikrobiyal gübre kombinasyonu ile ulaşıldığı anlaşılmaktadır.

Scalzo ve ark. (2008) İtalya'da 16 karnabahar çeşidinde 6 yıl boyunca yapılan çalışmalarda organik ve konvansiyonel uygulamalarda kalite parametrelerini incelemişlerdir. Verim ve taç ağırlıklarının organik uygulamalarda konvansiyonel uygulamalardan %25 daha az olduğunu, vitamin C ve antioksidan içeriklerinin ise organik uygulamalarda %18 daha fazla olduğunu belirlemişlerdir.

### **3. MATERYAL ve YÖNTEM**

#### **3.1. Materyal**

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

##### **3.1.1. Araştırma alanı**

Araştırma, Tekirdağ ilinde faaliyet gösteren, "Riverm Kompost Vermikompost Tarım Hayvancılık Makina San. ve Tic. Ltd. Şti," şirketine ait araştırma-uygulama alanında yer alan 48,00 m x 8,00 m boyutlarındaki yüksek tünelde 2016-2017 üretim sezonunda yürütülmüştür. Araştırma alanının 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 1997–2016 yıllarına ait her aya ilişkin uzun yıllar ortalamaları Çizelge 3.1'de ve araştırmanın yürütüldüğü 2016–2017 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 14,7 °C olup, aylık sıcaklık ortalamaları açısından en soğuk ay 5,3 °C ile Ocak, en sıcak 25,1 °C ile Temmuz ve Ağustos aylarıdır. Ortalama son don tarihi 21 Mart, ilk don tarihi ise 7 Aralık'tır. Yıllık ortalama bağıl nem %77,7 olup, bu değer Temmuz ayında %69,0'a düşmekte, Ocak ayında %84,0'e yükselmektedir.

##### **3.1.3. Toprak özellikleri**

Araştırma alanı genellikle killi tın bünyeye sahip, organik madde içeriği az, potasyumca fakir, hafif alkalın, orta kireçli topraklardan oluşmakta, taban suyu 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 48,0 x 8,0 m boyutlarında olup, toplam 384 m<sup>2</sup>'dir. Bir deneme parseli 3,0 x 3,0 m boyutlarında olmak üzere toplam 9,0 m<sup>2</sup> alana sahiptir ve 6 adet bitki sırasından oluşmaktadır. Her deneme parselindeki bitki sayısı 42 adettir. Bitkilerin sıra aralığı 0,50 ve sıra üzeri 0,40 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 damlatıcılardan oluşturulmuştur. Araştırma parsellerinin sulanması için gerekli olan sulama suyu, yer altı suyundan alınarak sisteme verilmiştir. Sulama suyu kontrol biriminde damlatıcıları tıkamayacak biçimde süzülüp basıncı ve debisi denetlenerek deneme parsellerine dağıtılmıştır. Sulama sistemi içerisinde; ana boru hattı 32 mm dış çaplı ve manifold boru hattı 16 mm dış çaplı yumuşak PE borular kullanılmıştır. Lateraller üzerinde toprağın infiltrasyon hızına göre seçilen 0,50 m aralıklı ve 4 L h<sup>-1</sup> debili 1 atü işletme basıncında basınç düzenleyicili on-line damlatıcıların bulunduğu 16 mm çapında yumuşak PE borular kullanılmıştır (Şekil 3.3).

### 3.1.5. Bitki özellikleri

Araştırmada, Antalya'daki fide firması tarafından üretilen, erkenci grupta yüksek verim potansiyeline sahip, taze tüketim ve derin dondurma için uygun olan, koyu yeşil renkli ve sıkı baş tutan "Rumba F1" hibrit çeşidi kullanılmıştır. 2016 yılının ilkbahar ve sonbahar yetiştirme sezonlarında, fideler temin edilip daha sonra deneme arazisine dikilmiştir.



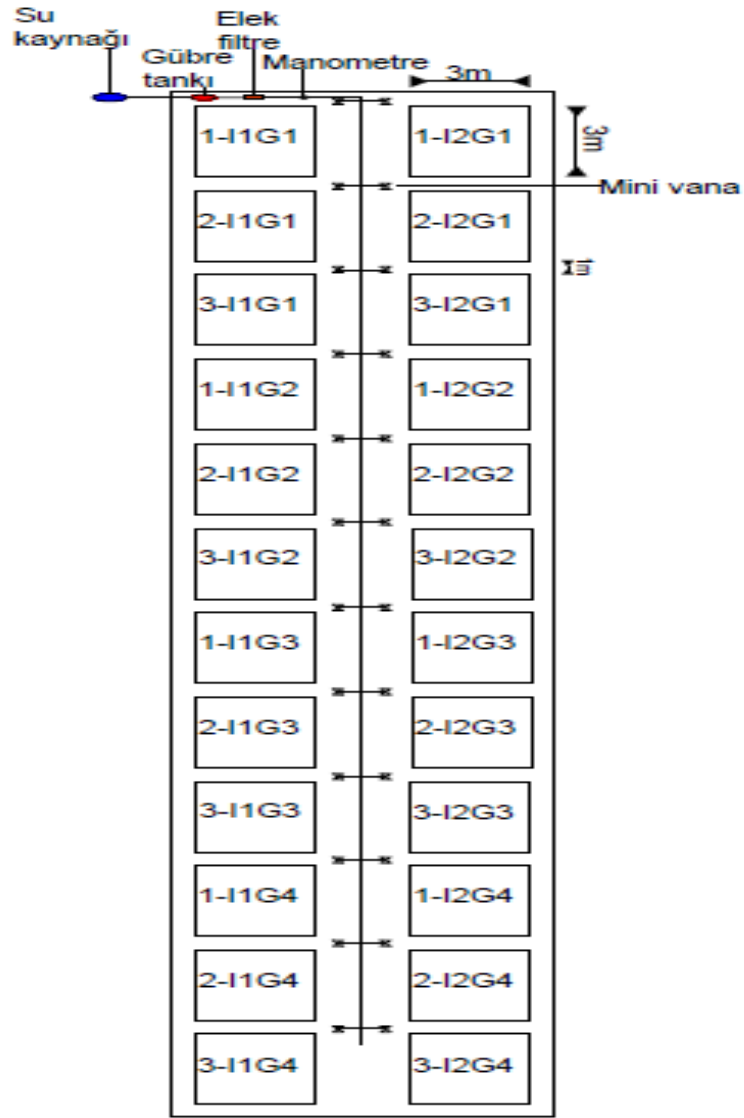
Şekil 3.1. Araştırma alanı (Google Earth,2016)

**Çizelge 3.1.** Araştırma alanına ilişkin iklim değerlerinin uzun yıllar ortalamaları (1997 - 2016)

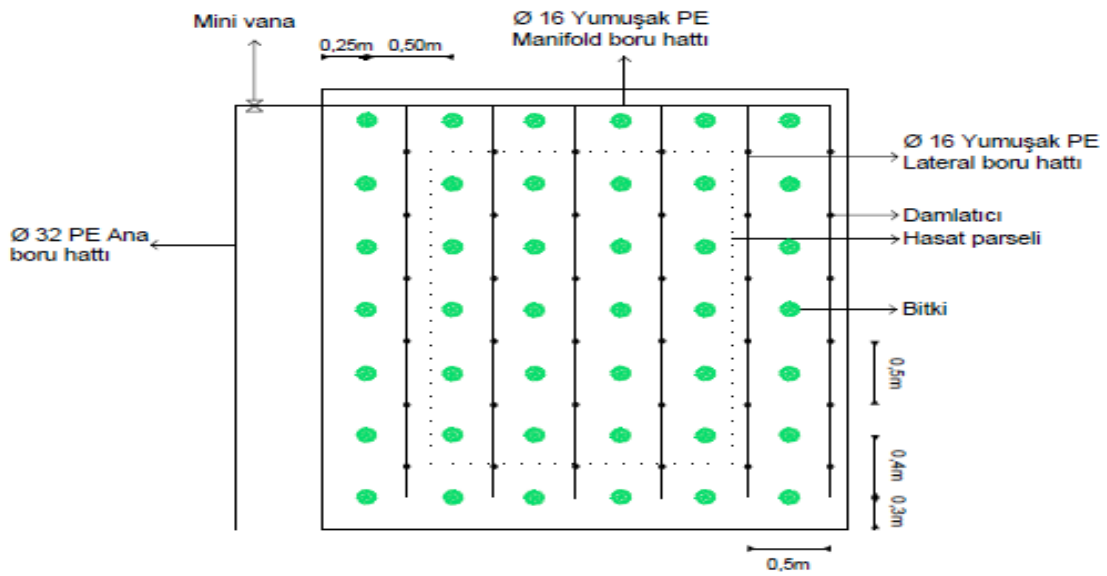
Uzun Yıllar İklim Verileri	Aylar												Yıllık Ortalama
	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	
Ortalama sıcaklık (°C)	5,3	5,9	8,3	12,5	17,6	22,3	25,1	25,1	20,6	15,8	11,4	6,9	14,7
Ortalama mak. sıcaklık (°C)	8,8	9,6	12,3	16,5	21,5	26,3	29,2	29,3	25,0	20,0	15,3	10,3	18,7
Ortalama min. sıcaklık (°C)	2,5	2,9	4,9	8,6	13,3	17,5	20,2	20,7	16,7	12,6	8,4	4,0	11,0
Ortalama bağıl nem (%)	84,0	81,6	80,8	77,8	75,0	72,5	69,0	70,1	74,6	80,4	83,9	83,1	77,7
Ort. güneşlenme süresi (h)	2,48	3,30	4,27	5,42	8,57	9,03	10,03	9,07	7,13	4,36	3,21	2,36	5,77
Buharlaşma (mm)	-	-	-	62,4	112,4	138,1	176,8	170,2	113,2	67,8	22,6	9,2	872,7

**Çizelge 3.2.** Araştırma alanındaki yetiştirme periyotlarına ait (2016-2017) iklim verileri

Yıllar	Aylar	Ortalama	Ortalama	Ortalama	Güneşlenme	Toplam
		sıcaklık (°C)	bağıl nem (%)	rüzgar hızı (m s <sup>-1</sup> )	süresi (h)	Yağış (mm)
2016 İlkbahar	Nisan 1-10	14,8	69,56	0,83	9,54	0,0
	Nisan 11-20	17,2	76,46	1,00	8,14	0,0
	Nisan 21-30	13,4	72,96	1,14	6,67	5,1
	Mayıs 1-10	14,8	82,58	1,21	6,87	2,2
	Mayıs 11-20	19,1	70,91	1,16	7,70	0,7
	Mayıs 21-31	18,2	72,55	1,21	7,10	2,4
	Haziran 1-10	20,7	73,95	1,30	8,59	11,6
	Haziran 11-20	24,5	74,50	1,04	10,41	5,0
	Haziran 21-30	26,5	70,59	1,68	10,06	2,4
	Ekim 1-10	18,9	93,79	1,20	0,52	4,4
	Ekim 11-20	15,8	93,69	1,53	0,00	2,6
	Ekim 21-31	13,8	93,70	1,28	0,00	0,4
2016 Sonbahar	Kasım 1-10	14,9	92,88	1,63	0,00	5,0
	Kasım 11-20	10,0	95,74	1,08	0,00	2,1
	Kasım 21-28	9,6	81,22	1,37	0,00	26,9
	Aralık 1-10	5,5	70,44	1,10	2,02	0,0
	Aralık 11-20	3,4	77,01	0,97	5,24	3,8
	Aralık 21-31	2,7	80,15	1,52	2,19	3,1
	Ocak 1-10	0,0	88,73	1,37	3,13	7,9
	Ocak 11-20	4,2	87,43	1,34	1,66	6,4
	Ocak 21-30	2,0	77,46	1,31	1,89	0



Şekil 3.2. Deneme planı



Şekil 3.3. Deneme parselinin ayrıntısı



### 3.1.6. Kullanılan bilgisayar paket programları

Araştırmada, istatistiksel analizlerin yapılmasında ve çeşitli denklemlerin elde edilmesinde JMP 10 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 60 cm derinliğe kadar toprak profilleri açılarak 0-30 ve 30-60 cm toprak katmanlarından bozulmuş ve bozulmamış toprak örnekleri alınmıştır. Bu örneklerden hacim ağırlığı, tarla kapasitesi, solma noktası ve bünye sınıfı değerleri belirlenmiştir (Tüzüner 1990).

Araştırmada kullanılan sulama suyu özelliklerini belirlemek için su örnekleri alınmış, Ayyıldız (1990)'da verilen esaslara göre su kalite sınıfı T<sub>2</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 silindirli 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, iki farklı sulama suyu miktarı ve üç farklı gübre çeşidi göz önüne alınarak, tesadüf bloklarında bölünmüş parseller deneme deseninde üç tekerrürlü yürütülmüştür. (Şekil 3.2). Deneme konuları bloklara rasgele dağıtılmıştır (Düzgüneş 1963, Yurtsever 1984). Dikkate alınan deneme konuları aşağıda açıklanmıştır:

I<sub>1</sub> : Tüm büyüme mevsimi boyunca su ihtiyacının tam olarak karşılandığı konu (kullanılabilir su tutma kapasitesinin yaklaşık %40'ı tüketildiğinde eksik nem tarla kapasitesine kadar tamamlanacaktır),

I<sub>2</sub> : Tüm büyüme mevsimi boyunca I<sub>1</sub> konusuna uygulanan suyun % 50'si kadar sulama suyu uygulanan konu,

G<sub>1</sub> : Katı vermikompost (katı solucan gübresi) uygulaması (toprak hazırlığında fide dikiminden önce 200 kg/da),

G<sub>2</sub> : Sıvı vermikompost (sıvı solucan gübresi) uygulaması (dikimden sonra 10. gün ve ilk uygulamadan 20 gün sonra 1 L da<sup>-1</sup>),

G<sub>3</sub> : G<sub>2</sub> deneme konusunda uygulanan sıvı vermikompostun 2 katı kadar gübre uygulaması,

G<sub>4</sub> : Kimyasal gübre uygulaması (dikimden önce toprak hazırlığı ile birlikte ve çiçeklenmeden önce 15 kg da<sup>-1</sup> amonyum nitrat gübresi) şeklindedir.

### **3.2.3. Deneme süresince yürütülen tarımsal uygulamalar**

Deneme alanı freze ve tırmıkla işlenerek ekime hazır hale getirilmiştir. Antalya'nın Kumluca ilçesinde ki özel fide üretim tesisinden Rumba F1 fideleri alınmıştır. Brokoli fideleri birinci evrede 2016 yılı 15 Nisan (DOY 106), ikinci evrede 1 Ekim (DOY 274)'de, tarla hazırlığı tamamlanan parsellere sıra aralığı 0,50 m ve sıra üzeri 0,40 m olacak şekilde el ile dikilmiştir. Deneme süresince gerektiği zamanlarda çapa işlemi yapılmış, böylece yabancı otlar temizlenmiş ve toprak havalandırılmıştır.

Ürün hasadı, ilkbahar döneminde 27 Haziran'da gerçekleşmiş, sonbahar döneminde ise hava şartlarının olumsuz (zirai donların uzun süreli olması ve kar yağışının bölgede beklenenden daha uzun süre kalması) gitmesinden dolayı çiçeklenme geç başlamış olup bitkiler hasat olgunluğuna ulaşmamıştır. Her parselden alınan ürün örnekleri, numaralanan torbalara konularak, laboratuara getirilmiş ve fiziksel ölçümler ile kimyasal analizler için gerekli işlemler yapılmıştır. Uygulanan tarım tekniklerine ve yetiştiriciliğe ait bazı görüntüler Şekil 3.4'de verilmiştir.

### **3.2.4. Sulama suyu ve gübre uygulamaları**

Araştırmada, brokoli fideleri dikiminden sonra, sulama suyu damla sulama yöntemi ile parsellere uygulanmıştır. Sulamalarda ıslatılacak toprak derinliği olarak 30 cm'lik etkili kök derinliği dikkate alınmıştır. Toprak nemi ölçümleri gravimetrik yöntem kullanılarak gerçekleştirilmiş, ölçümlere dikim ile birlikte başlanmış ve hasat sonuna kadar devam edilmiştir.



Şekil 3.4. Üretim döneminden görüntüler

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

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

Eşitlikte;

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

TK : Tarla kapasitesi, %,

MN : Mevcut nem, %,

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

D : Etkili kök derinliği, mm,

P : İstatılan alan yüzdesi, %, değerlerini göstermektedir.

Deneme koşullarında ıslatılan alan yüzdesi (P) %100 olarak gerçekleşmiştir. Damla sulama yöntemi ile sulanan parsellerde mm cinsinden hesaplanan net sulama suyu miktarı sulama süresine çevrilmiştir. Sulama süresinin hesaplanmasında;

$$T_a = \frac{A * d_n}{q * N} \quad (3.2)$$

eşitliği kullanılmıştır. Eşitlikte;

$T_a$  : Sulama süresi, h,

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

P : İslatılan alan yüzdesi, %,

A : Alan, da,

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

N : Parseldeki damlatıcı sayısı, adettir.

Toprak hazırlığında, dikim öncesi  $G_1$ ,  $G_2$ ,  $G_3$  deneme konularına  $400\ kg\ da^{-1}$  katı solucan gübresi,  $G_4$  deneme konusuna 15-15-15 taban gübresi uygulaması yapılmıştır. Vejetatif gelişme döneminde dikimden sonra 10. gün ve 30. günde  $G_2$ ,  $G_3$  deneme konularına sıvı solucan gübresi uygulanmıştır.  $G_4$  deneme konusuna çiçeklenme başlamadan önce dekara 10 kg gelecek şekilde amonyum nitrat gübrelemesi yapılmıştır.

### 3.2.5. Damla sulama yönteminde projeleme kriterlerinin belirlenmesi

Güngör ve Yıldırım (1989)' da belirtilen esaslara göre, her 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, lateral üzerine geçik (on-line) damlatıcılar kullanılmıştır. Damlatıcı aralığı, seçilen işletme basıncına göre elde edilen damlatıcı debisi ve toprağın su alma hızı değerlerinden yararlanılarak aşağıdaki eşitlikle hesaplanmıştır (Papazafirou 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 60 cm toprak derinliğinde her 30 cm'lik toprak katmanı için belirlenmiştir. Bitki su tüketimi değerleri 60 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

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.

### 3.2.8. Verim ve verim parametrelerinin belirlenmesi

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

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

2. Toplam verim ( $\text{kg da}^{-1}$ ): Hasat parselinden elde edilen pazarlanabilir ürünlerin (primer sürgünlerde) ağırlıklarının toplanması ve alana (da) oranlanmasıyla tespit edilmiştir.

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

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

5. Sap kalınlığı (cm): Sapın en geniş yeri ölçülmüştür.

6. Bitki ve yaprak örneklerinde makro-mikro besin elementleri ICP-OES ile azot analizi Kjeldahl yöntemine göre yapılmıştır.

### 3.2.9. İstatistiksel analizler

Deneme konularından elde edilen verim ve verim parametreleri arasındaki farklılıkların düzeyinin belirlenmesinde varyans analizi, farklılıkların sınıflandırılmasında ise LSD 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 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 1,52 ve 1,60 g cm<sup>-3</sup>, 0-60 cm'deki kullanılabilir su tutma kapasitesi 79,92 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.

Çift silindir infiltrometre ölçmeleri sonucunda toprağın gerçek su alma hızı değeri 7,3 mm h<sup>-1</sup> olarak saptanmıştır. Araştırmada kullanılan sulama suyu özelliklerini belirlemek için su örnekleri alınmış, Ayyıldız (1990)'da verilen esaslara göre su kalite sınıfı T<sub>2</sub>S<sub>1</sub> olarak tespit edilmiştir.

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

Yıl	Profil Derinliği (cm)	Bünye Sınıfı	Tarla		Solma		Hacim ağırlığı (gr cm <sup>-3</sup> )	KSTK (mm)
			%	mm	%	mm		
2016	0-30	Killi tın	27,00	123,12	20,00	91,20	1,52	31,92
	30-60	Tın	20,00	192,00	15,00	144,00	1,60	48,00
	0-60			315,12		235,20		79,92

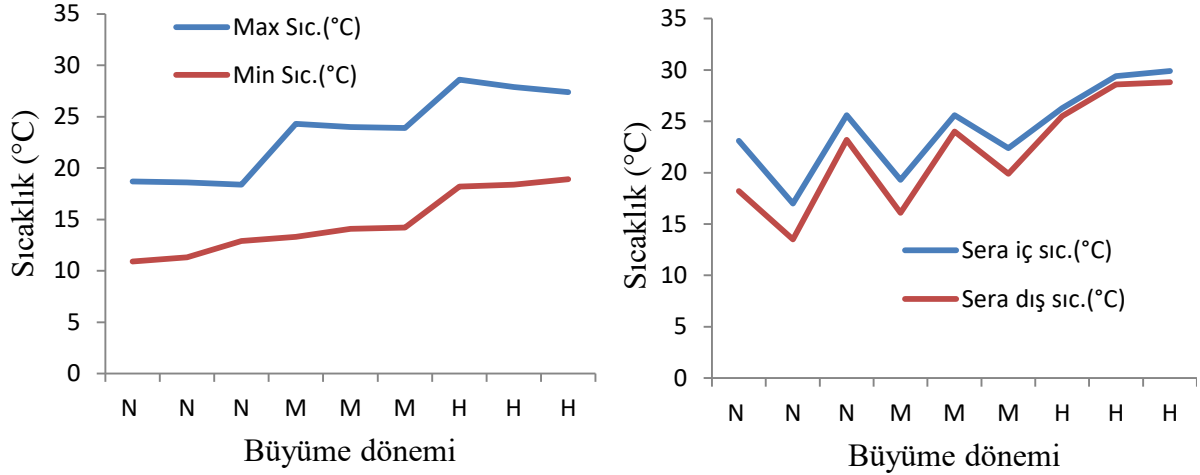
**Çizelge 4.2.** Araştırma alanı topraklarının kimyasal özellikleri

Yıl	Profil derinliği (cm)	Su ile doyguluk (%)	Toplam tuz (mmhos/cm)	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 (%)
2016	0-20	48,0	789	7,68	9	9,23	34,15	1,15
2017	20-40	60,0	731	7,51	7	11,54	27,06	1,03

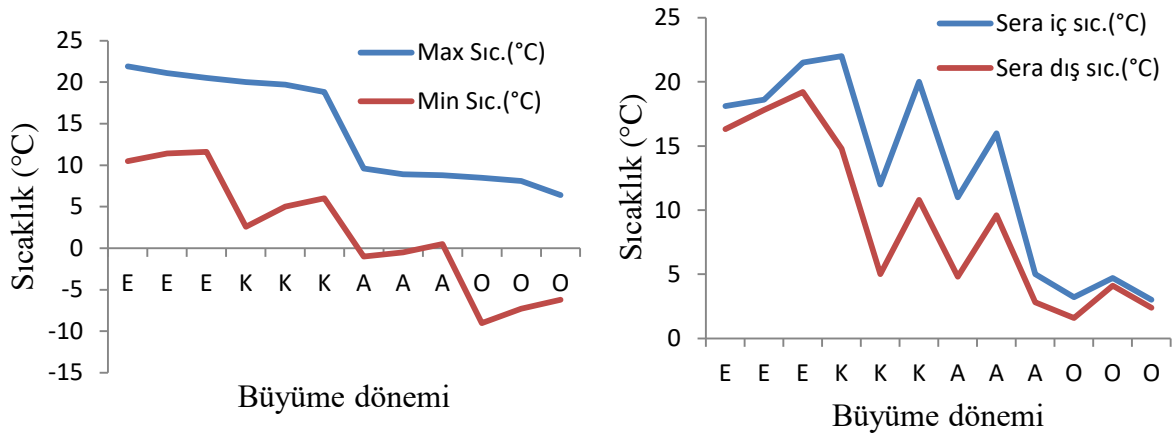


## 4.2. Meteorolojik ölçüm sonuçları

Yetiştiricilik periyodu süresince sera içinde yer alan meteoroloji istasyonundan alınan sıcaklık değerleri Şekil 4.1’de grafiklendirilmiştir. Sera içi sıcaklık değerleri, dış sıcaklık değerlerinin değişimi ile aynı eğilimi göstermiştir.



(a) İlkbahar



(b) Sonbahar

Şekil 4.1. Büyüme periyodu sıcaklık değerleri

## 4.3. Fenolojik Gözlemlere İlişkin Sonuçlar

Denemenin yürütüldüğü yıla ilişkin gelişme periyotları ve büyüme mevsimi uzunlukları Şekil 4.2’de verilmiştir. Brokoli fideleri ilkbahar periyodunda 15 Nisan, sonbahar periyodunda 1 Ekim tarihinde parsellere dikilmiştir. Şekilden izleneceği gibi ilkbahar

periyodunda bitki hasat olgunluğuna 96 günde ulaşmıştır. Sonbahar periyodunda olumsuz iklim koşullarından dolayı bitkiler hasat olgunluğuna ulaşmadan yaşam belirtileri son bulmuştur.

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

Araştırma alanı topraklarının bünne sınıfı ve gerçek infiltrasyon hızı değerlerine göre damlatıcı debisi 4 L/h olarak seçilmiş, damlatıcı debisi ve toprağın gerçek su alma hızı ( $I = 12,0$  mm/h) değerlerinin 3.3 no'lu eşitlikte kullanılmasıyla damlatıcı aralığı 0,50 m olarak hesaplanmıştır. Lateraller herbir bitki sırasına 1 adet olacak biçimde 0,50 m ara ile dōřenmiř ve böylece ıslatılan alan yüzdesi 3.4 no'lu eşitlik ile %100 olarak bulunmuştur.

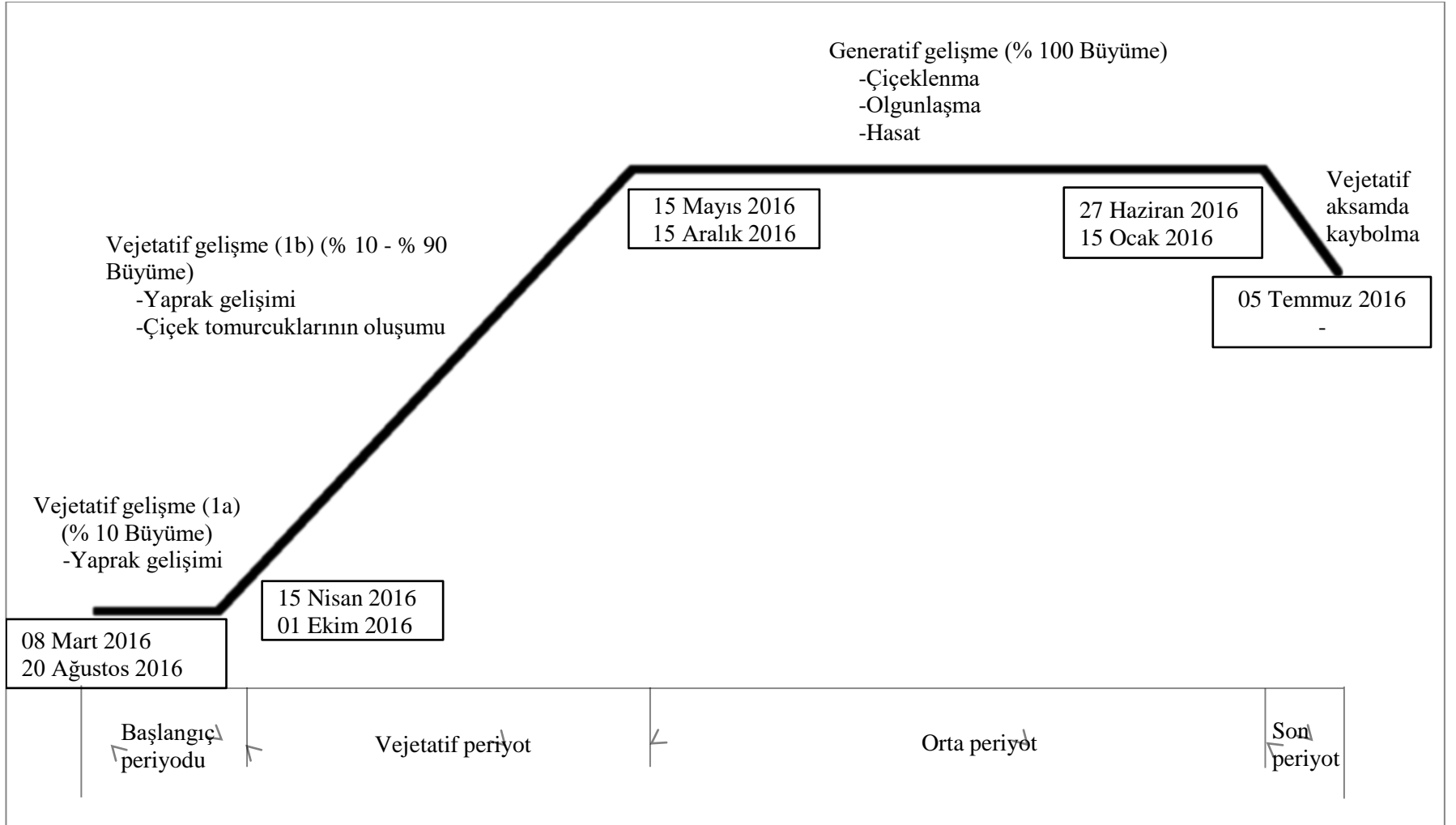
#### **4.5. Sulama Suyu Miktarı ve Bitki Su Tüketimi Sonuçlar**

İlkbahar ve sonbahar dönemlerinde deneme konularına göre uygulanan sulama suyu miktarları Çizelge 4.3'de verilmiştir. Çizelge 4.3'de verilen değerler optimum su uygulamasının yapıldığı  $I_1$  deneme konusuna ait değerler olup, kısıtlı su uygulanan  $I_2$  konusuna %50'si kadar su uygulaması yapılmıştır.

Deneme konularına, değişen gün aralıklarında, ilkbahar ve sonbahar yetiştirme dönemlerinde 9'ar kez sulama yapılmıştır

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 4.3'de özetlenmiştir. Toplam büyüme mevsimi boyunca deneme konularında ölçülen bitki su tüketimi değerleri ilkbahar yetiştirme döneminde 253,0 mm ile 441,0 mm arasında, sonbahar yetiştirme döneminde ise 230,0 mm ile 364,0 mm arasında değişmiştir. Elde edilen bitki su tüketim değerleri ilkbahar dönemi için Şekil 4.3'de, sonbahar dönemi için Şekil 4.4'de aylık ortalamalar halinde verilmiştir.

Çizelgeden görülebileceği gibi, en yüksek sulama suyu miktarı ve bitki su tüketimi ilkbahar yetiştirme dönemi için  $I_1G_3$  konusunda 451,0 mm, sonbahar yetiştirme dönemi için  $I_1G_4$  konusunda 364,0 mm olarak belirlenmiştir. En düşük sulama suyu miktarı ve bitki su tüketimi ise ilkbahar yetiştirme dönemi için  $I_2G_4$  konusunda 253,0 mm, sonbahar yetiştirme dönemin için  $I_2G_1$  konusunda 144,0 mm olarak belirlenmiştir.



Şekil 4.2. Brokoli bitkisinin büyüme periyodu uzunlukları (ilkbahar ve sonbahar)

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 4.3’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.

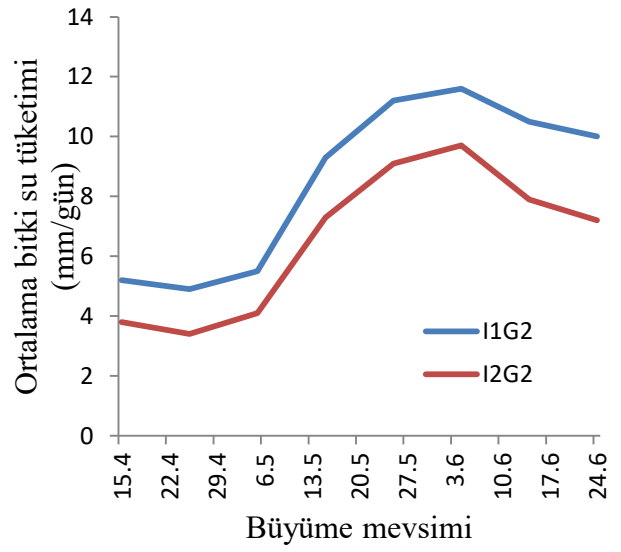
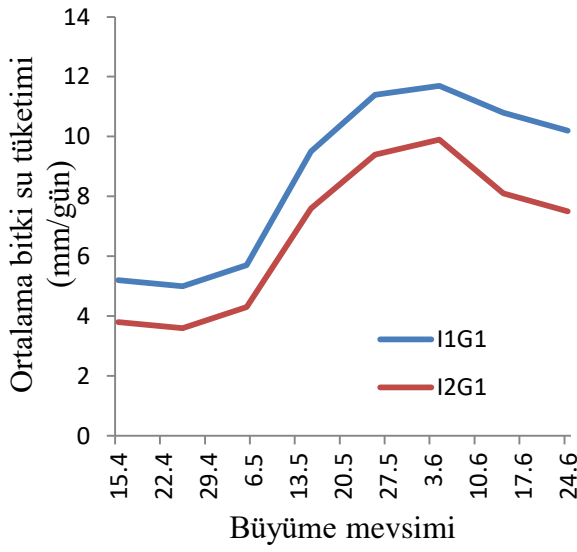
#### 4.6. Verim ve Verim Öğelerine İlişkin Sonuçlar

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

Araştırmada dikkate alınan farklı sulama düzeyi ve çeşitli gübre konularından elde edilen hasat ürünlerinin toplamından oluşan verim ortalamaları, ortalamalar arasındaki farklılıklara ait önemlilik düzeyleri ile LSD grupları Çizelge 4.4’de verilmiştir. Çizelgeden izlenebileceği gibi, sulama düzeylerinin verim üzerine etkisi önemsiz iken, gübre konularının verim ve verim parametreleri üzerine etkisi  $p<0,05$  düzeyinde önemli olmuştur. Kimyasal gübre uygulaması yapılan G<sub>4</sub> konusu tek başına ilk grubu oluştururken, diğer konular aynı grup içinde kalmışlardır.

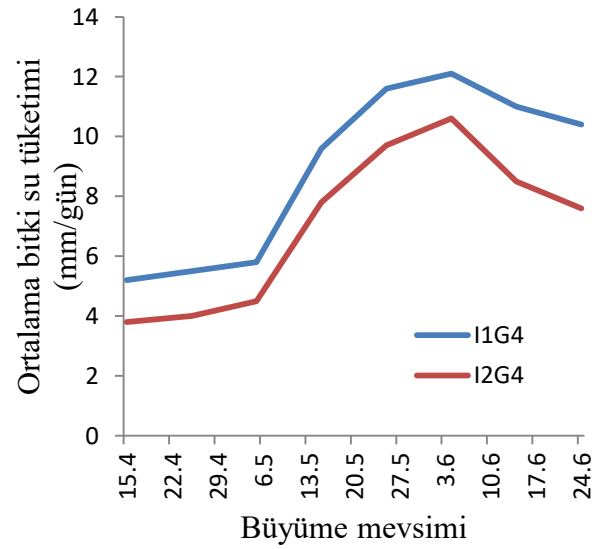
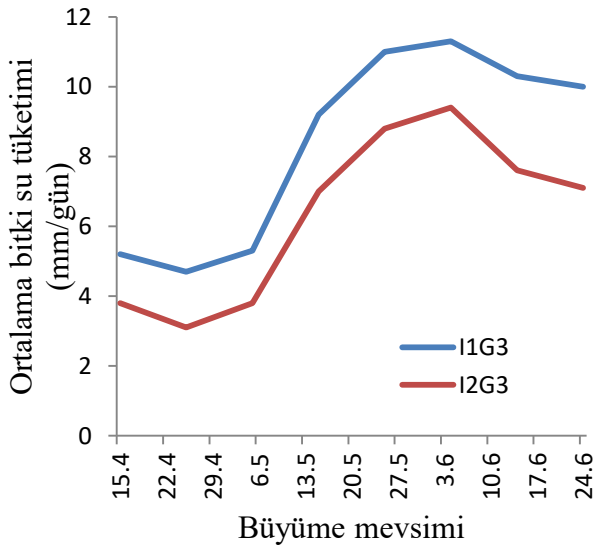
**Çizelge 4.3.** İlkbahar ve sonbahar dönemlerinde deneme konularına göre uygulanan sulama suyu miktarları ve bitki su tüketimleri (mm)

Sulama konusu	Gübre konusu	İlkbahar		Sonbahar	
		I	ET	I	ET
I <sub>1</sub>	G <sub>1</sub>	432	441	288	299
	G <sub>2</sub>	403	412	307	326
	G <sub>3</sub>	442	451	306	325
	G <sub>4</sub>	394	394	326	364
I <sub>2</sub>	G <sub>1</sub>	216	273	144	230
	G <sub>2</sub>	202	259	153	249
	G <sub>3</sub>	221	269	153	249
	G <sub>4</sub>	197	253	163	240



(a) G1 deneme konusu

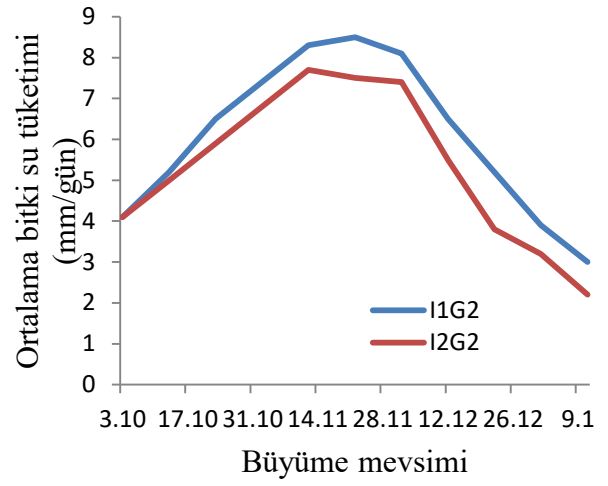
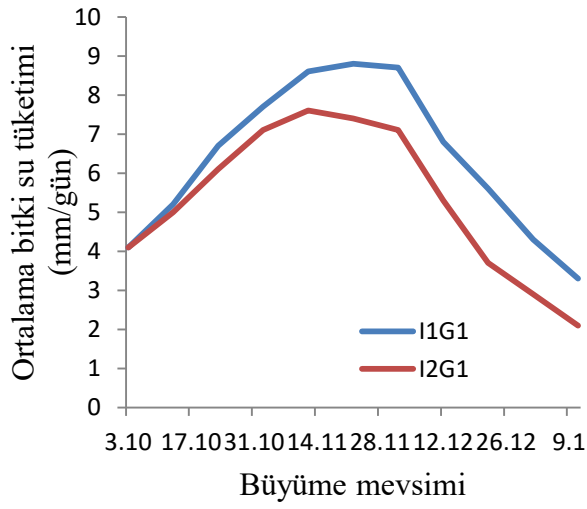
(b) G2 deneme konusu



(c) G3 deneme konusu

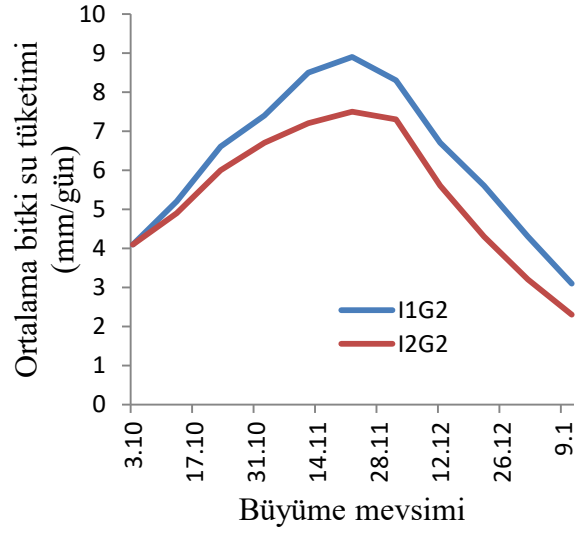
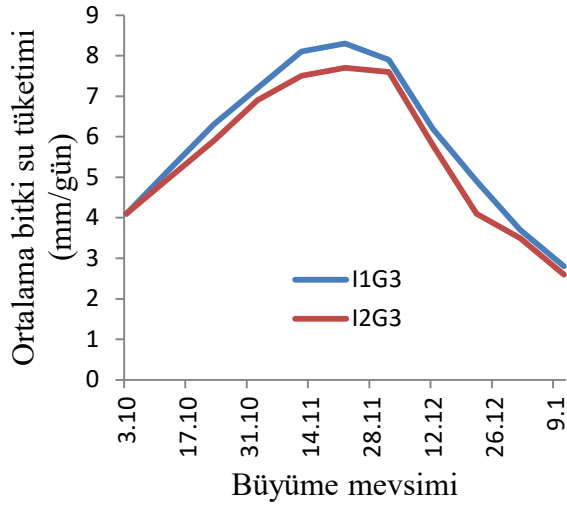
(d) G4 deneme konusu

Şekil 4.3. İlkbahar dönemi ortalama bitki su tüketimleri



a) G1 deneme konusu

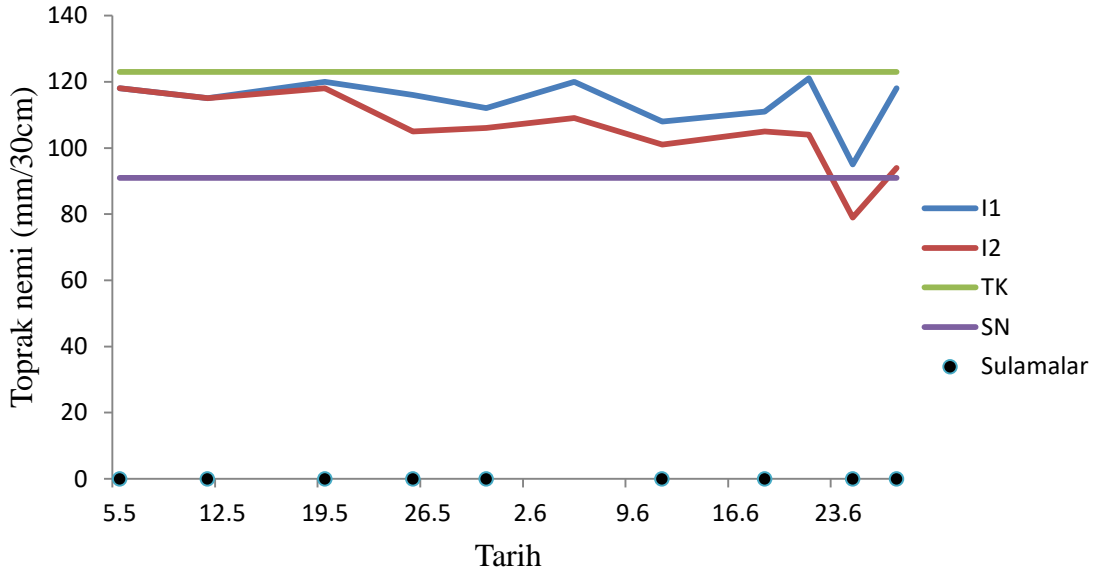
b) G2 deneme konusu



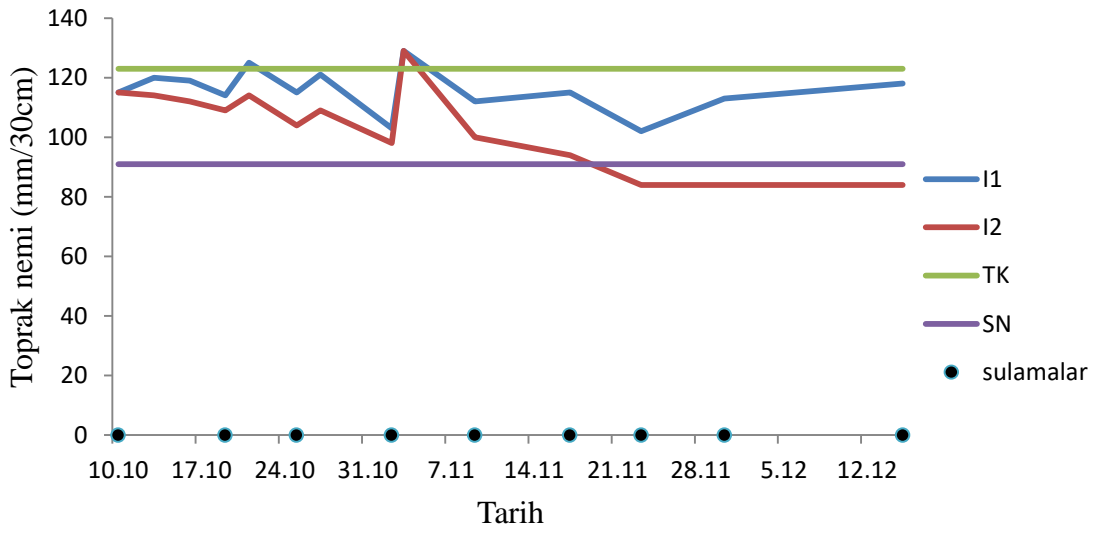
c) G3 deneme konusu

d) G4 deneme konusu

Şekil 4.4. Sonbahar dönemi ortalama bitki su tüketimleri



(a) İlbahar



(b) Sonbahar

Şekil 4.5. Büyüme mevsimi boyunca izlenen nem değişimleri

**Çizelge 4.4.** Hasat ürünlerinin toplamından oluşan verim ortalamaları ile LSD grupları

Varyasyon kaynağı	Ana konu	Alt konu	Verimlilik Parametreleri						
			Toplam verim (kg da <sup>-1</sup> )	Birim alan baş adedi (adet da <sup>-1</sup> )	Parsel başına toplam baş adedi (adet)	Baş ağırlığı (g)	Baş çapı (cm)	Baş boyu (cm)	Sap kalınlığı (cm)
Sulama Düzeyi	I1		1354 a	4156	16,6	337,31	13,88	13,93 a	3,16
	I2		694 b	3791	15,1	276,11	10,69	10,51 b	2,84
			*	ns	ns	ns	ns	*	ns
Gübre Düzeyi		G1	996 b	3042	12,2 b	211,74	10,60 b	11,04	2,74 b
		G2	830 c	4208	16,8 a	287,80	11,42 b	11,36	2,88 b
		G3	771 bc	4125	16,5 a	198,17	10,11 b	11,79	2,58 b
		G4	1501 a	4500	18,0 a	529,13	17,00 a	14,7	3,81 a
			*	*	*	*	*	ns	*
Sulama Düzeyi *	I1	G1	1485 a	3250	13,0	241,25	13,03	12,61	2,97
		G2	1043 b	4583	18,3	247,89	11,79	12,63	2,76
		G3	1223 a	4416	17,6	256,97	12,29	14,73	2,92
		G4	1665 a	4333	17,3	603,11	18,39	15,76	3,98
Gübre düzeyi	I2	G1	506 b	2833	11,3	182,22	8,17	9,46	2,50
		G2	616 b	3833	15,3	327,70	11,04	10,08	2,99
		G3	318 b	3833	15,3	139,37	7,93	8,85	2,23
		G4	1337 a	4666	18,6	455,15	15,61	13,64	3,64
			*	ns	ns	ns	ns	ns	ns

ns: önemsiz, \* : P&lt;0,05 düzeyinde önemli



#### 4.6.1. Toplam verim

Verim ortalamalarına ait varyans analizi sonuçları Çizelge 4.5'te verilmiştir. Çizelge 4.4'den izleneceği gibi, her iki sulama konusu için en yüksek ortalama verim 1665 kg da<sup>-1</sup> olarak G<sub>4</sub> konusunda elde edilmiştir. En düşük ortalama verimlerin ise G<sub>3</sub> ve G<sub>1</sub> gübre konusu için sırasıyla 318 kg da<sup>-1</sup> ve 506 kg da<sup>-1</sup> olarak su uygulamasının %50 düzeyinde yapıldığı I<sub>2</sub> konusunda gerçekleştiği görülmüştür.

Varyans analizi sonuçlarına göre (Çizelge 4.4 ve 4.5); farklı su uygulama düzeyleri, gübre çeşitleri ve çeşit \* sulama düzeyi interaksiyonları arasındaki farklılık istatistiksel açıdan p<0.05 düzeyinde önemlilik göstermiştir. Farklılığın düzeyinin belirlenmesi için yapılan LSD testi sonuçlarına (Çizelge 4.4) göre, kimyasal gübre uygulanan konu ile katı ve sıvı organik gübre uygulanan konular farklı grupta yer almış, sulama düzeyi açısından değerlendirildiğinde ise I<sub>1</sub> konusu genel olarak ilk grubu oluşturmuştur. Kimyasal gübre uygulanan G<sub>4</sub> konusu, ilk grubu, G<sub>3</sub> konusu en düşük verimle son grubu oluşturmuştur. Bu sonuçlar değerlendirildiğinde, sulama suyu ihtiyacının tamamının karşılandığı I<sub>1</sub> konusunun en iyi verim grubunu oluşturduğu dolayısıyla brokoli yetiştiriciliğinde bu miktarların yüksek verim için önerilebileceği söylenebilir. Toplam verim açısından gübre çeşitleri değerlendirildiğinde (I<sub>1</sub> konusu için) en yüksek verim değerinin G<sub>4</sub>'te 1665 kg da<sup>-1</sup> olduğu ve bu değeri ise G<sub>1</sub>'in 1485 kg da<sup>-1</sup> olarak izlediği görülmektedir. Yang ve ark. (2015), domateste farklı gübrelerin ve sulama dozlarının etkinliğini araştırdıkları çalışmada orta düzeydeki sulamanın ve vermikompostun uygulandığı parsellerden tavuk kompostu, at kompostu ve kimyasal gübre uygulamalarının denendiği parsellere göre daha yüksek domates verimi elde ettiklerini bildirmişlerdir.

Brokolinin verim düzeyinin ortaya konulması amacıyla yürütülen çok sayıda araştırmada (Cantore ve ark. 1996, Hess ve ark. 1997, Thompson ve ark. 1999, Paschold ve ark. 2000, Babik ve Elkner 2000, Gutezeit 2004, Erdem ve ark. 2010a,b) uygun gübre dozlarının kullanılmasıyla özellikle azot uygulamaları ile verimde artışlar gözlenmiş olup, verim değerleri de 1250-2520 kg da<sup>-1</sup> arasında değişmektedir.

**Çizelge 4.5.** Toplam verime ilişkin varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Tekerrür	2	106216,1	53108	0,6601	0,5322
Sulama Düzeyi	1	1902377,0	1902377	23,6443	0,0003*
Gübre Çesidi	3	2599245,5	866415	10,7685	0,0006*
Sulama Düzeyi * Çeşit	3	925835,8	308612	3,8357	0,0339*
Hata	14	1126416,6	80458		
Genel	23	6660091,0	289569		

\* : P<0,05 düzeyinde önemli

#### 4.6.2. Birim alan toplam baş adedi

Araştırma sonucunda hasat edilen başların birim alan (da) bazında hesaplanmasıyla elde edilen toplam baş adetleri Çizelge 4.4'de, varyans analiz sonuçları ise Çizelge 4.6'da verilmiştir. Bu değer optimum su uygulanan I<sub>1</sub> konusunun G<sub>2</sub> gübre çeşidi için 4583 adet da<sup>-1</sup>; su uygulamasının %50 düzeyinde yapıldığı I<sub>2</sub> konusunda G<sub>4</sub> gübre çeşidinde ise 4666 adet da<sup>-1</sup> olarak elde edilmiştir. En düşük baş adedi 3250 adet da<sup>-1</sup> olarak optimum su uygulanan I<sub>1</sub> konusunun G<sub>1</sub> gübre çeşidi, 2833 adet da<sup>-1</sup> olarak su uygulamasının %50 düzeyinde yapıldığı I<sub>2</sub> konusunda G<sub>4</sub> gübre çeşidinde elde edilmiştir. Bu çalışmada, özellikle katı vermikompost tek doz uygulanmış olup farklı dozlarda uygulanarak yeni çalışmaların hem sera hem de tarla koşullarında yürütülmesi konuya ilgi duyanlara yardımcı olacaktır.

#### 4.6.3. Parsel başına toplam baş adedi

Denemede elde edilen bitki başına toplam baş adedi ortalamaları Çizelge 4.4'de ve bu parametrelere ilişkin varyans analiz sonuçları Çizelge 4.7'de verilmiştir. Bitki baş adedi sulama suyu ihtiyacının tamamının karşılandığı konuda ortalama 18,3 adet bitki<sup>-1</sup>; sulama suyu ihtiyacının % 50'sinin karşılandığı konuda ise 18,6 adet bitki<sup>-1</sup> olarak hesaplanmıştır. Çizelge 4.4 ve 4.7'de izleneceği sulama düzeyleri arasındaki farklılık düzeyi önemsizken gübre çeşitleri arasındaki farklılık P<0,05 düzeyinde önemlidir. Ancak gübre çeşidinin brokolinin baş kalite parametrelerine etkisi daha detaylı çalışmalarda araştırılmalıdır. Özellikle vermikompost ile yapılan çalışmalarda, kimyasal gübrelere göre daha kaliteli ve zengin besin değerlerine sahip ürünler elde edildiğini bildiren çok sayıda çalışma bulunmaktadır (Mendoza-Hernandez ve ark. 2014, Tavalı ve ark. 2014, Tavalı ve ark. 2013, Nweke 2017).

**Çizelge 4.6.** Birim alan toplam baş adedine ilişkin varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Tekerrür	2	109375,0	54688	0,0908	0,9137
Sulama Düzeyi	1	752604,2	752604	1,2495	0,2825ns
Gübre Çesidi	3	7341145,8	2447049	4,0628	0,0286*
Sulama Düzeyi * Çeşit	3	1028645,8	342882	0,5693	0,6443ns
Hata	14	8432292	602307		
Genel	23	17664063	768003		

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

**Çizelge 4.7.** Parsel başına toplam baş adedine ilişkin varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Tekerrür	2	109375,0	54688	0,0908	0,9137
Sulama Düzeyi	1	752604,2	752604	1,2495	0,2825ns
Gübre Çesidi	3	7341145,8	2447049	4,0628	0,0286*
Sulama Düzeyi * Çeşit	3	1028645,8	342882	0,5693	0,6443ns
Hata	14	8432292	602307		
Genel	23	17664063	768003		

#### 4.6.4. Baş ağırlığı

Araştırmada her bir bitkiden elde edilen ortalama baş ağırlığı değerleri Çizelge 4.4, varyans analizi sonuçları Çizelge 4.8’de açıklanmıştır. Çizelge 4.4 incelendiğinde toplam verimde olduğu gibi en yüksek ortalama sapsız baş ağırlığı değerleri G<sub>4</sub> konusundan elde edilmiş, değerler sırasıyla 603,11 g ve 455,15 g olarak bulunmuştur. Çizelge 4.4’de görüldüğü gibi sulama düzeyleri arasındaki farklılık düzeyi önemsizken gübre çeşitleri arasındaki farklılık P<0,05 düzeyinde önemlidir. Tavalı ve ark. (2014), vermikompostun beyaz baş lahananın verim ve kalitesi üzerine etkisini araştırdıkları çalışmada beş farklı vermikompost dozu ve kimyasal gübre uyguladıkları parsellerden en yüksek baş ağırlığı değerini 400 kg da<sup>-1</sup> vermikompost + NPK uygulanan konudan (1005,88 g) elde etmişlerdir.

#### 4.6.5. Baş çapı

Deneme konularında elde edilen ortalama baş çapı değerleri Çizelge 4.4’de ve bu değerlere göre yapılan varyans analizi sonuçları Çizelge 4.9’da verilmiştir. Çizelge 4.4’den izleneceği gibi en büyük baş çapı su ihtiyacının tamamen karşılandığı G<sub>4</sub> konusunda 18,39 cm olarak bulunmuştur. Brokoli tarımında önemli kalite kriterlerinin başında gelen baş çapı

değerleri, farklı su uygulamaları açısından ortalama baş çapları arasındaki farklılık önemsiz, gübre çeşitleri arasındaki farklılıklar  $P<0,05$  düzeyinde önemli bulunmuştur. Vermikompost dozunun arttıkça baş çapı değerlerinin arttığı yapılan çalışmalarla ortaya koyulmuştur (Tavalı ve ark. 2014).

**Çizelge 4.8.** Baş ağırlığına ilişkin varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Tekerrür	2	7382,22	3691,1	0,4028	0,6759
Sulama Düzeyi	1	22508,76	22508,8	2,4564	0,1394ns
Gübre Çesidi	3	423483,50	141161,2	15,4052	0,0001*
Sulama Düzeyi * Çeşit	3	45956,80	15318,9	1,6718	0,2185ns
Hata	14	128285,32	9163,2		
Genel	23	627616,61	27287,7		

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

**Çizelge 4.9.** Baş çapına ilişkin varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Tekerrür	2	7,50603	3,75302	0,2461	0,7851
Sulama Düzeyi	1	60,92907	60,92907	3,9957	0,0654ns
Gübre Çesidi	3	183,40728	61,13576	4,0092	0,0297*
Sulama Düzeyi * Çeşit	3	15,48030	5,16010	0,3384	0,7979ns
Hata	14	213,48310	15,2488		
Genel	23	480,80578	20,9046		

#### 4.6.6. Baş boyu

Deneme konularında elde edilen ortalama baş boyları Çizelge 4.4’de ve bu değerlere göre yapılan varyans analizi sonuçları Çizelge 4.10’da verilmiştir. Çizelgelerden izleneceği gibi, ortalama baş boyu tüm konular arasında 8,85 ile 15,76 cm arasında değişmiştir.

Yetiştirme döneminde, ortalama baş boyu bakımından en yüksek değerler su ihtiyacının tamamen karşılandığı ve su ihtiyacının % 50’sinin karşılandığı G<sub>4</sub> konusundan elde edilmiştir. İstatistiksel olarak baş boyları arasındaki farklılıklar  $P<0,05$  düzeyinde önemli bulunmuştur. Tavalı ve ark. (2013) farklı dozda vermikompost + kimyasal gübre uygulayarak yetiştirdikleri karnabahar bitkisinde baş boyunu 19,11-19,21 cm aralığında değiştiğini belirtmişlerdir.

#### 4.6.7. Sap kalınlığı

Araştırmada elde edilen brokoli saplarının ortalama kalınlığı Çizelge 4.4’de varyans analizi sonuçları Çizelge 4.11’de verilmiştir. Su kısıtı yapılmasının sap kalınlığına etkisi oldukça düşüktür. Sap kalınlığının en fazla olduğu konu sırasıyla, su ihtiyacının tamamen karşılandığı 3,98 cm ve su ihtiyacının % 50’sinin karşılandığı G<sub>4</sub> konusundan 3,64 cm olarak elde edilmiştir. Çizelge 4.4’de izleneceği gibi sulama düzeyleri arasında farklılık önemsizken, gübre çeşitleri arasındaki farklılık P < 0,05 düzeyinde önemli bulunmuştur. Brokolinin saplarının yeşil gübreleme amacıyla kullanılması düşünüldüğünde kimyasal gübre dozunun (G<sub>4</sub>) daha iyi sonuçlar verdiği apaçık ortadadır.

**Çizelge 4.10.** Baş boyuna ilişkin varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Tekerrür	2	8,077633	4,03882	0,4702	0,6344
Sulama Düzeyi	1	70,246817	70,24682	8,1789	0,0126*
Gübre Çesidi	3	50,885517	16,96184	1,9749	0,1641ns
Sulama Düzeyi * Çeşit	3	12,862983	4,28766	0,4992	0,6888ns
Hata	14	120,24343	8,5888		
Genel	23	262,31638	11,4051		

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

**Çizelge 4.11.** Sap kalınlığına ilişkin varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Tekerrür	2	0,716933	0,358467	0,5807	0,5724
Sulama Düzeyi	1	0,026667	0,026667	0,0432	0,8383ns
Gübre Çesidi	3	11,492333	3,830778	6,2053	0,0067*
Sulama Düzeyi * Çeşit	3	1,758200	0,586067	0,9493	0,4435ns
Hata	14	8,642800	0,61734		
Genel	23	22,636933	0,98421		

#### 4.6.8. Ürüne ait makro ve mikro elementler

Araştırmada elde edilen üründe gerçekleştirilen makro ve mikro element analiz sonuçları ve LSD grupları Çizelge 4.12’de, varyans analizi sonuçları ise Çizelge 4.10-4.22’de özetlenmiştir.

Çizelge 4.13 ve 4.14’de yer alan azot ve fosfor elementine ait varyans analiz sonuçlarına göre, bitkinin tüketilen kısmının azot (N) ve fosfor (P) içeriği sulama düzeyi ve

gübre çeşidi farklılığından etkilenmemiş ve farklılıklar istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur. Üründe N içeriklerinin % 0,1268-0,1563, P içeriklerinin 7761,40-6055,80 mg kg<sup>-1</sup> aralığında değiştiği görülmektedir. Daha önce bu konuda yürütülmüş çalışmalar incelendiğinde, Abou El-Magd ve ark. (2006)'nın 2 yıl yürütmüş oldukları, kimyasal ve organik gübre uygulamalarının farklı brokoli çeşitlerinde gelişme, verim ve kalite üzerine olan etkilerini araştırdıkları tarla denemesi neticesinde, brokoli baş P içeriklerinin 2300-3300 mg kg<sup>-1</sup> aralığında değişim gösterdiğini tesbit etmişlerdir.

Farklı su uygulamaları ve farklı gübre uygulamalarının etkisi altında brokoli bitkisinin tüketilen kısımlarının potasyum (K) içerikleri Çizelge 4.12'de, varyans analiz sonuçları Çizelge 4.15'te verilmiştir. Bitkilerin K içerikleri sulama düzeyi farklılığından etkilenmemiş ve istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur. Gübre konuları bakımından farklılık p<0,05 düzeyinde önemli bulunmuştur. Üründe K içeriklerinin 30289,20-25820,90 mg kg<sup>-1</sup> aralığında değiştiği görülmektedir. Yoldaş ve ark. (2008) farklı N dozlarının brokoli bitkisinin verim, kalite ve tüketilen kısımlarındaki (baş) besin içerikleri üzerine olan etkilerini araştırdıkları çalışmalarında K içeriklerinin 21000-26000 mg kg<sup>-1</sup> aralığında değiştiğini bildirmişlerdir. Diğer bir çalışmada ise Abou El-Magd ve ark. (2006) brokoli bitkisinin K içeriklerinin 21600-28800 mg kg<sup>-1</sup> aralığında değişim gösterdiğini belirlemişlerdir.

Çizelge 4.12'de kalsiyum (Ca), magnezyum (Mg) ve mangan (Mn) içerikleri, Çizelge 4.16, 4.17 ve 4.21'de sırasıyla, Ca, Mg ve Mn elementlerine ait varyans analiz sonuçları verilmiştir. Araştırmada Mg içeriği 824,17-591,53 mg kg<sup>-1</sup>, Ca içeriği 10819,77-4772,40 mg kg<sup>-1</sup>, Mn içeriği ise 26,11-39,54 mg kg<sup>-1</sup> aralığında değişmiş, her üç elementte de sadece gübre konuları arasındaki farklılık istatistiksel olarak %5 düzeyinde önemli bulunmuştur. Brokolide yürütülen bir diğer çalışmada Mg içerikleri 2000-2500 mg kg<sup>-1</sup>, Ca içerikleri 9100-10100 mg kg<sup>-1</sup> olarak açıklanmıştır (Yoldaş ve ark. 2008).

**Çizelge 4.12.** Üründe gerçekleştirilen makro ve mikro element analiz sonuçları ve LSD grupları

Varyasyon Kaynağı	Ana Konu	Alt Konu	Makro Elementler					Mikro Elementler				
			N (mg kg <sup>-1</sup> )	P (mg kg <sup>-1</sup> )	K (mg kg <sup>-1</sup> )	Ca (mg kg <sup>-1</sup> )	Mg (mg kg <sup>-1</sup> )	B (mg kg <sup>-1</sup> )	Cu (mg kg <sup>-1</sup> )	Fe (mg kg <sup>-1</sup> )	Mn (mg kg <sup>-1</sup> )	Zn (mg kg <sup>-1</sup> )
Sulama Düzeyi	I <sub>1</sub>		1429	6500,13	28941,58	7956,62	721,39	49,69	6,92	68,42	31,74	46,76
	I <sub>2</sub>		1522	6911,49	28268,75	7278,38	723,83	54,52	7,01	72,75	32,77	54,16
			ns	ns	ns	ns	ns	*	ns	ns	ns	*
Gübre Düzeyi		G1	1495	6351,74	28161,84 bc	7927,92 a	680,07 b	45,28 b	6,84	63,87	29,24 b	48,31
		G2	1453	6413,04	27028,04 c	7755,99 a	652,00 b	53,18 a	6,67	78,35	32,21 b	51,83
		G3	1416	7128,37	30055,69 a	9925,09 a	821,84 a	55,21 a	7,60	74,70	38,23 a	53,12
		G4	1537	6930,12	29175,10 ab	4861,00 b	736,54 ab	54,76 a	6,75	65,42	28,01 b	47,10
			ns	ns	*	*	*	*	ns	ns	*	ns
Sulama Düzeyi * Gübre Düzeyi	I <sub>1</sub>	G1	1519	6055,80	27899,10	6680,43	644,13	45,03	6,17	61,06	27,42	44,95
		G2	1380	6454,80	28235,17	9376,67	712,47	53,38	7,02	80,85	33,83	47,99
		G3	1268	6495,33	30289,20	10819,77	824,17	52,33	7,49	69,71	36,91	49,65
		G4	1547	6994,60	29342,83	4949,60	704,80	48,03	7,00	62,04	26,11	44,46
	I <sub>2</sub>	G1	1471	6647,67	28424,57	9175,40	716,00	45,53	7,51	66,68	31,05	51,67
		G2	1526	6371,27	25820,90	6135,30	591,53	52,98	6,31	75,85	30,59	55,66
		G3	1563	7761,40	29822,17	9030,40	819,50	58,09	7,71	79,68	39,54	59,58
		G4	1526	6865,63	29007,37	4772,40	768,27	61,49	6,49	68,79	29,90	49,73
			ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	

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

**Çizelge 4.13** Azot elementine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Tekerrür	2	0,00030604	0,0001530	0,7316	0,4987
Sulama Düzeyi	1	0,00051745	0,0005175	2,4739	0,1381ns
Gübre Çesidi	3	0,00049034	0,0001634	0,7814	0,5238ns
Sulama Düzeyi * Çeşit	3	0,00114622	0,0003821	1,8267	0,1886ns
Hata	14	0,00292832	0,000209		
Genel	23	0,00538838	0,000234		

ns:önemsiz

**Çizelge 4.14.** Fosfor elementine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Tekerrür	2	73335,8	36668	0,0389	0,9620
Sulama Düzeyi	1	1015294,1	1015294	1,0762	0,3171ns
Gübre Çesidi	3	2639736,5	879912	0,9327	0,4509ns
Sulama Düzeyi * Çeşit	3	1949967,7	649989	0,6890	0,5737ns
Hata	14	13207844	943417		
Genel	23	18886178	821138		

**Çizelge 4.15.** Potasyum elementine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Tekerrür	2	1375417	687708	0,3538	0,7081
Sulama Düzeyi	1	2716161	2716161	1,3972	0,2569ns
Gübre Çesidi	3	30676300	10225433	5,2601	0,0122*
Sulama Düzeyi * Çeşit	3	6937024	2312341	1,1895	0,3495ns
Hata	14	27215529	1943966		
Genel	23	68920431	2996540		

ns: önemsiz, \*: P&lt;0,05 düzeyinde önemlidir.

**Çizelge 4.16.** Kalsiyum elementine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Tekerrür	2	51223	25611	0,0071	0,9929
Sulama Düzeyi	1	2760071	2760071	0,7686	0,3954ns
Gübre Çesidi	3	78232615	26077538	7,2620	0,0036*
Sulama Düzeyi * Çeşit	3	27186754	9062251	2,5236	0,0999ns
Hata	14	50273385	3590956		
Genel	23	158504047	6891480		



Kandil ve Gad (2009) farklı formülasyonlardaki kimyasal gübre ve ahır gübresinin (AG) brokolide mineral madde kapsamı üzerine olan etkilerini inceledikleri çalışmalarında, bitkilerin Mn içeriklerinin kimyasal gübre uygulamalarında 48,92-55,52 mg kg<sup>-1</sup>, AG uygulamasında 44,60 ve AG+kimyasal gübre uygulamasında ise 48,91-57,34 mg kg<sup>-1</sup> aralığında değiştiğini belirlemişlerdir. Bitkilerin Mn içeriklerinin dönemler arasındaki değişimleri incelendiğinde, yetiştiricilik dönemleri arasında istatistiksel olarak önemli bir ilişki belirlenmemiştir.

Üründe elde edilen bor (B) elementine ait ortalamalar Çizelge 4.12'den izlenebileceği gibi, 61,49-45,03 mg kg<sup>-1</sup> aralığında değişmiştir. Varyans analiz sonuçlarına göre (Çizelge 4.18) ürünlerdeki B içerikleri sulama düzeyi ve gübre çeşidi farklılığından P<0,05 düzeyinde etkilenmiştir. Çıtak (2014) farklı yetiştiricilik dönemlerinde farklı gübre uygulamalarının etkisi altında yaptığı çalışmada brokoli bitkisinin tüketilen kısımlarının B içeriklerinin 17,1-32,6 mg kg<sup>-1</sup> aralığında, Yoldaş ve ark. (2008) ise 20,62-20,87 mg kg<sup>-1</sup> aralığında değişim gösterdiğini bildirmişlerdir.

Farklı su uygulamaları ve farklı gübre uygulamaların etkisi altında brokoli bitkisinin tüketilen kısımlarının bakır (Cu) ve demir (Fe) içerikleri Çizelge 4.12'de verilmiştir. Varyans analiz sonuçları ise sırasıyla, Çizelge 4.19 ve 4.20'de verilmiştir. Cu ve Fe içerikleri sulama düzeyi ve gübre çeşidi farklılığından etkilenmemiş ve istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur. Ürün Cu içerikleri 7,71-6,14 mg kg<sup>-1</sup>, Fe içerikleri 80,85-61,06 mg kg<sup>-1</sup> arasında değişmiştir. Benzer çalışmalarda brokoli için Cu içerikleri 5,20-5,21 mg kg<sup>-1</sup> (Yoldaş ve ark. 2008), Fe içerikleri 126-156 mg kg<sup>-1</sup> (Kandil ve Gad 2009) arasında bulunmuştur.

Çinko (Zn) içeriği bakımından brokolide farklı sulama düzeyleri istatistiksel açıdan %5 düzeyinde farklılık yaratırken, farklı gübre düzeyleri önemsiz bulunmuştur (Çizelge 4.12 ve 4.22). Zn düzeyleri çalışmada 59,58-44,46 mg kg<sup>-1</sup> arasında değişirken, Kandil e Gad (2009) tarafından yürütülen araştırmada, kimyasal gübre uygulamalarında 33,55-39,66 mg kg<sup>-1</sup>, ahır gübresi (AG) uygulamasında 30,41 mg kg<sup>-1</sup> ve AG+kimyasal gübre uygulamasında ise 39,51-47,50 mg kg<sup>-1</sup> aralığında değişmiştir.

**Çizelge 4.17.** Magnezyum elementine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik	Kareler	Kareler	F	P
	Derecesi	Toplamı	Ortalaması		
Tekerrür	2	947,02	473,51	0,0721	0,9308
Sulama Düzeyi	1	35,53	35,53	0,0054	0,9424ns
Gübre Çesidi	3	101009,02	33669,67	5,1278	0,0134*
Sulama Düzeyi * Çeşit	3	35723,70	11907,90	1,8135	0,1909ns
Hata	14	91925,49	6566,1		
Genel	23	229640,76	9984,4		

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

**Çizelge 4.18.** Bor elementine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik	Kareler	Kareler	F	P
	Derecesi	Toplamı	Ortalaması		
Tekerrür	2	89,41223	44,7061	1,9449	0,1797
Sulama Düzeyi	1	139,73200	139,7320	6,0789	0,0272*
Gübre Çesidi	3	386,52521	128,8417	5,6052	0,0097*
Sulama Düzeyi * Çeşit	3	182,20871	60,7362	2,6423	0,0900ns
Hata	14	321,8072	22,9862		
Genel	23	1119,6854	48,6820		

**Çizelge 4.19.** Bakır elementine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik	Kareler	Kareler	F	P
	Derecesi	Toplamı	Ortalaması		
Tekerrür	2	1,4949750	0,747488	0,6989	0,5137
Sulama Düzeyi	1	0,0450667	0,045067	0,0421	0,8403ns
Gübre Çesidi	3	3,3602167	1,120072	1,0473	0,4024ns
Sulama Düzeyi * Çeşit	3	3,8254333	1,275144	1,1923	0,3485ns
Hata	14	14,972558	1,06947		
Genel	23	23,698250	1,03036		

**Çizelge 4.20.** Demir elementine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik	Kareler	Kareler	F	P
	Derecesi	Toplamı	Ortalaması		
Tekerrür	2	164,59536	82,2977	0,6960	0,5150
Sulama Düzeyi	1	112,84007	112,8401	0,9543	0,3452ns
Gübre Çesidi	3	893,34178	297,7806	2,5183	0,1003ns
Sulama Düzeyi * Çeşit	3	189,48787	63,1626	0,5342	0,6664ns
Hata	14	1655,4263	118,245		
Genel	23	3015,6914	131,117		

**Çizelge 4.21.** Mangane elementine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Tekerrür	2	8,64970	4,3249	0,2560	0,7777
Sulama Düzeyi	1	17,37402	17,3740	1,0283	0,3278ns
Gübre Çesidi	3	374,12702	124,7090	7,3808	0,0033*
Sulama Düzeyi * Çeşit	3	50,23082	16,7436	0,9910	0,4255ns
Hata	14	236,55090	16,8965		
Genel	23	686,93245	29,8666		

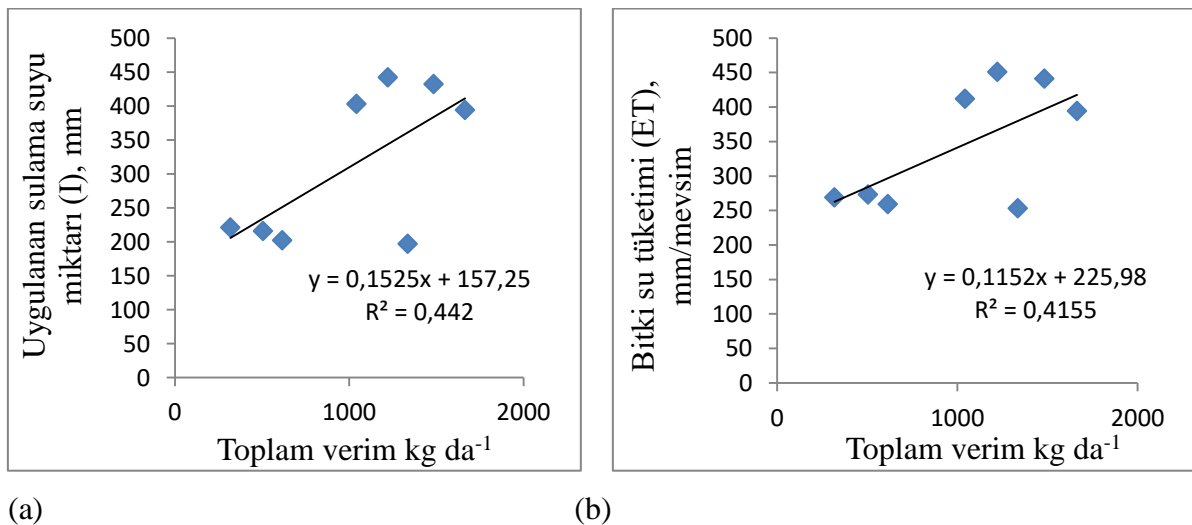
ns: önemsiz, \*: P<0,05 düzeyinde önemlidir.

**Çizelge 4.22** Çinko elementine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Tekerrür	2	4,72068	2,3603	0,0445	0,9566
Sulama Düzeyi	1	328,41202	328,4120	6,1891	0,0261*
Gübre Çesidi	3	210,40937	70,1365	1,3218	0,3068ns
Sulama Düzeyi * Çeşit	3	17,22688	5,7423	0,1082	0,9539ns
Hata	14	742,8777	53,0627		
Genel	23	1303,6466	56,6803		

#### 4.7. Su-üretim fonksiyonlarına ilişkin 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 4.6'da verilmiştir.



**Şekil 4.6.** Mevsimlik sulama suyu miktarı (a) ve bitki su tüketimine (b) karşılık elde edilen toplam verim

Araştırmada elde edilen verim, bitki su tüketimi ve uygulanan sulama suyu değerlerinden yararlanılarak elde edilen IWUE ve WUE değerleri Çizelge 4.23 ve 4.26'da; bu değerlere ilişkin varyans analiz sonuçları ile LSD testi sonuçları Çizelge 4.24, 4.25, 4.27, 4.28 ve 4.29'da verilmiştir. Varyans analizi sonuçlarına göre, gübre çeşitlerinin WUE ve IWUE üzerine etkisi istatistiksel açıdan  $p < 0,05$  düzeyinde önemli bulunmuştur. G4 gübre uygulaması tek başına en yüksek IWUE ve WUE değeri ile ilk grubu oluşturmuş, sırasıyla bu değerler  $5,51 \text{ kg m}^{-3}$  ve  $4,76 \text{ kg m}^{-3}$  olmuştur.

**Çizelge 4.23.** Su kullanım randımanı (WUE) değerleri ( $\text{kg m}^{-3}$ )

Sulama Düzeyleri	Gübre Çeşidi	Bloklar			Ortalama
		I	II	III	
I <sub>1</sub>	G <sub>1</sub>	3,96	3,37	2,77	3,37
	G <sub>2</sub>	0,89	2,53	1,36	1,59
	G <sub>3</sub>	2,80	2,71	2,62	4,07
	G <sub>4</sub>	3,61	4,23	4,84	4,23
I <sub>2</sub>	G <sub>1</sub>	1,85	1,63	2,08	1,85
	G <sub>2</sub>	2,39	3,09	1,68	2,39
	G <sub>3</sub>	1,46	1,34	0,76	1,19
	G <sub>4</sub>	3,05	5,28	7,52	5,28

**Çizelge 4.24.** Su kullanım randımanına (WUE) ilişkin varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Tekerrür	2	1,283158	0,64158	0,6915	0,5172
Sulama Düzeyi	1	0,528067	0,52807	0,5691	0,4631ns
Gübre Çesidi	3	31,421350	10,47378	11,2880	0,0005*
Sulama Düzeyi * Çeşit	3	9,006900	3,00230	3,2357	0,0546ns
Hata	14	12,990108	0,92786		
Genel	23	55,229583	2,40129		

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

**Çizelge 4.25.** Gübre çeşitlerinin su kullanım randımanı (WUE) değerlerine etkisi üzerine LSD testi sonuçları

Deneme konuları	En Küçük Kareler Ortalaması	Su kullanım randımanına ilişkin değerler ( $\text{kg m}^{-3}$ )	LSD Grubu
G <sub>4</sub>	4,7550000	4,76	A
G <sub>1</sub>	2,6100000	2,61	B
G <sub>2</sub>	1,9900000	1,99	B
G <sub>3</sub>	1,9483333	2,63	B

**Çizelge 4.26.** Sulama suyu kullanım randımanı (IWUE) değerleri (kg m<sup>-3</sup>)

Sulama Düzeyleri	Gübre Çeşidi	Bloklar			Ortalama
		I	II	III	
I <sub>1</sub>	G <sub>1</sub>	4,04	3,44	2,83	3,44
	G <sub>2</sub>	0,91	2,59	1,39	1,63
	G <sub>3</sub>	2,86	2,77	2,68	2,77
	G <sub>4</sub>	3,61	4,23	4,84	4,23
I <sub>2</sub>	G <sub>1</sub>	2,34	2,06	2,63	2,37
	G <sub>2</sub>	3,06	3,09	2,16	2,34
	G <sub>3</sub>	1,46	1,63	0,93	1,34
	G <sub>4</sub>	3,91	6,79	9,65	6,78

**Çizelge 4.27.** Sulama suyu kullanım randımanına (IWUE) ilişkin varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Tekerrür	2	1,829775	0,91489	0,6874	0,5191
Sulama Düzeyi	1	0,516267	0,51627	0,3879	0,5434
Gübre Çesidi	3	46,287150	15,42905	11,5920	0,0004*
Sulama Düzeyi * Çeşit	3	16,098367	5,36612	4,0316	0,0292*
Hata	14	18,634092	1,33101		
Genel	23	83,365650	3,62459		

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

**Çizelge 4.28.** Gübre çeşitlerinin sulama suyu kullanım randımanı (IWUE) değerlerine etkisi üzerine LSD testi sonuçları

Deneme konuları	En Küçük Kareler Ortalaması	Sulama suyu kullanım randımanına ilişkin değerler (kg m <sup>-3</sup> )	LSD Grubu
G <sub>4</sub>	5,5050000	5,51	A
G <sub>1</sub>	2,8900000	2,91	B
G <sub>2</sub>	2,2000000	1,99	B
G <sub>3</sub>	2,0550000	2,06	B

**Çizelge 4.29.** Sulama Düzeyi \* Çeşit interaksiyonunun sulama suyu kullanım randımanı (IWUE) değerlerine etkisi üzerine LSD testi sonuçları

Deneme konuları	En Küçük Kareler Ortalaması	Sulama suyu kullanım randımanına ilişkin değerler (kg m <sup>-3</sup> )	LSD Grubu
I <sub>2</sub> G <sub>4</sub>	6,7833333	6,78	A
I <sub>1</sub> G <sub>4</sub>	4,2266667	4,23	B
I <sub>1</sub> G <sub>1</sub>	3,4366667	3,44	BC
I <sub>2</sub> G <sub>2</sub>	2,7700000	2,34	BCD
I <sub>1</sub> G <sub>3</sub>	2,7700000	2,77	BCD
I <sub>2</sub> G <sub>1</sub>	2,3433333	2,37	BCD
I <sub>1</sub> G <sub>2</sub>	1,6300000	1,63	CD
I <sub>2</sub> G <sub>3</sub>	1,3400000	1,34	D

## 5. SONUÇ ve ÖNERİLER

Damla sulama yöntemi ile farklı sulama suyu miktarları ve farklı gübre uygulamaları altında yetiştirilen brokolinin 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 brokoli bitkisinin yetişme mevsimi içinde damla sulama yöntemi ile uygulanan sulama suyu miktarları ilkbahar dönemi için 197,0-442,0 mm, sonbahar yetiştirme döneminde 144,0-326,0 mm arasında değişirken, mevsimlik bitki su tüketimi değerleri ilkbahar döneminde 253,0-451,0 mm, sonbahar yetiştirme döneminde 230,0-364,0 mm arasında ölçülmüştür.

Denemede en yüksek ortalama toplam verimler bitki su ihtiyacının tam olarak karşılandığı I<sub>1</sub> sulama düzeyinden elde edilmiştir. En yüksek toplam verim G<sub>4</sub> ve G<sub>1</sub> deneme konusunda sırasıyla 1665 kg da<sup>-1</sup> ve 1485 kg da<sup>-1</sup> olarak belirlenmiştir. En düşük ortalama toplam verimler ise sulama suyu ihtiyacının %50'sinin karşılandığı (I<sub>2</sub>) G<sub>3</sub> ve G<sub>1</sub> deneme konusunda sırasıyla 318 kg da<sup>-1</sup> ve 506 kg da<sup>-1</sup> olarak belirlenmiştir. Su ihtiyacının tam karşılandığı I<sub>1</sub> konusunda elde edilen verim değerlerinin, farklı gübre uygulamaları dikkate alınmadan %50 kısıt uygulanan I<sub>2</sub> konusunda elde edilen değerlerden oldukça yüksek olması brokoli yetiştiriciliğinde sulamanın önemini açıkça ortaya koymaktadır.

Bu çalışma imkanlar ölçüsünde ve herhangi bir proje desteği olmadan sera koşullarında yürütülmüştür. Çalışma sonuçlarına bakıldığında kimyasal gübre dozu uygulanan parsellerden verim bakımından daha yüksek sonuçlar elde edildiği görülmektedir. Bu çalışmanın ileride daha da genişletilerek farklı gübre dozları uygulanacak şekilde hem tarla ve hem de sera koşulları altında brokolinin kalite parametreleri de ölçülecek şekilde planlanması, hem üreticiler hem de konuya ilgi duyan araştırmacılara önemli faydalar sağlayacaktır.

Sulama suyu ve su kullanım randımanları, sulama seviyelerine göre değişiklik göstermiştir. Genel olarak uygulanan sulama suyu miktarı azaldıkça, sulama suyu kullanım randımanı ve su kullanım randımanı düşüş göstermiştir. En yüksek sulama suyu kullanım randımanı (IWUE) optimum su uygulanan I<sub>1</sub> konusu için G<sub>4</sub> ve G<sub>1</sub> konularında sırasıyla 4,23 kg m<sup>-3</sup> ve 3,44 kg m<sup>-3</sup>, %50 kısıt uygulanan I<sub>2</sub> konusunda G<sub>4</sub> ve G<sub>1</sub> konularında sırasıyla 6,78 kg m<sup>-3</sup> ve 2,37 kg m<sup>-3</sup> olarak elde edilmiştir. Optimum konuda en yüksek WUE değeri genel

olarak her iki sulama ve G<sub>4</sub> gübre konusunda 5,28 kg m<sup>-3</sup> ve 4,23 kg m<sup>-3</sup> olarak hesaplanmıştır.

Verim ve randıman sonuçları birlikte değerlendirildiğinde, istatistiksel olarak gübre çeşitliliği ve sulama konuları arasında farklılık izlenmiştir. Dolayısıyla, brokoli yetiştiriciliğinde maksimum verim eldesi bakımından su ihtiyacının tamamının karşılandığı (I<sub>1</sub>) konu önerilebilir. Su kaynağı kapasitesinin sınırlı olduğu hallerde ise tasarruf açısından sulama suyu ihtiyacından kısıt yoluna gidilebileceği ancak, organik gübre kullanımının verimi %50 kadar azaltacağı ve bu kısıt düzeyinin %50'yi geçmemesi gerektiği söylenebilir. Ayrıca, farklı su tasarrufu düzeyleri ile bitki stres düzeyine bağlı olarak çalışmalar dikkate alınarak farklı sulama zamanı planları geliştirilebilir.

Vermikompost gübresi ülkemizde giderek üretimi ve tarımsal alanlarda kullanımı yaygınlaşan önemli bir tarımsal girdidir. Gübre özelliğine ilaveten toprak düzenleyici etkisi de önemli derecede yüksektir. Özellikle topraklarda su tutma kapasitesini artırması vermikompostun kullanılmasını gerekli kılmaktadır. Ancak brokoli ile ilgili bu konuda yeterli çalışma bulunmadığı bilinen bir gerçektir. Bu çalışma, brokoli ve vermikompost arasındaki boşluğu dolduracağı ve bu çalışmalardaki eksikliği düşünülerek planlanmıştır.

Tez çalışması sonucunda, brokolinin su-üretim fonksiyonları ve sulama programlamasına destek sağlayacak bilimsel veriler yanında brokoli yetiştiriciliğinde organik ve kimyasal gübre kullanımının verim değerlerinde gösterdiği değişiklikler elde edilmiştir. Bulguların, başta üreticilere daha sonra bu konuda çalışacak araştırmacı ve yatırımcılara faydalı olması beklenmektedir. Özellikle, bitki su stresine bağlı planlamalarda ve uygulanacak gübre konusunda bu çalışmada elde edilen veriler bu konuda yürütülecek birçok çalışmaya dayanak oluşturacaktır.



## 6. KAYNAKLAR

- Abou El-Magd MM, El-Bassiony AM, Fawzy ZF (2006). Effect of organic manure with or without chemical fertilizers on growth, yield and quality of some varieties of broccoli plants. *Journal of Applied Sciences Research*, 2: 791-798.
- Adam KL (2005). Organic Greenhouse Production. ATTRA Publication. No: IP- 164/56.
- Aires A, Rosa E, Carvalho R, Haneklaus S and Schnug E (2007). Influence of Nitrogen and Sulfur Fertilization on the Mineral Composition of Broccoli Sprouts. *Journal of Plant Nutrition*, 30: 1035–1046.
- Aksoy U, Altındışlı A (1999). Dünya’da ve Türkiye’de ekolojik tarım ürünleri üretimi, ihracatı ve geliştirme olanakları. İstanbul Ticaret Odası Yayınları No:70, 123.
- Alam MN, Jahan MS, Ali MK, Ashraf MA, Islam MK (2007). Effect of vermicompost and chemical fertilizers on growth, yield and yield components of potato in barind soils of Bangladesh. *Journal of Application Science Research* 12: 1879-1888.
- Ali M, Griffiths AJ, Williams KP, Jones DL (2007). Evaluating the growth characteristics of lettuce in vermicompost and green waste compost. *European Journal of Soil Biology* 43: 316-319.
- Altındışlı A, İter E (1998). Ekolojik Tarım ve İlkeleri. *Ekolojik (Organik, Biyolojik) Tarım*. Ekolojik Tarım Organizasyonu, İzmir, 24-29.
- Altındışlı G, Kuşvuran K, Şeytanlı İ, Kuşvuran Ş, Daşgan YH (2012). Marathon Brokoli Çeşidinin Verimi ve Azot İçeriği Üzerine Farklı Azot Dozlarının Etkisi. *Ala Tarım Derg.*, 11 (1): 1-6.
- Anonim (2002). Brokolinin ülsere etkisi. *Hasat Dergisi*, Kasım 2002 s:27.
- Anonim (2012). <http://www.tarim.gov.tr/sgb/Belgeler/SagMenuVeriler/BUGEM.pdf>
- Anonim (2015). <http://www.tarim.gov.tr/sgb/Belgeler/SagMenuVeriler/BUGEM.pdf>
- Ansari AA (2008). Effect of Vermicompost on the Productivity of Potato (*Solanum tuberosum*), Spinach (*Spinacia oleracea*) and Turnip (*Brassica campestris*). *World J. of Agric. Sci.*, 4(3): 333-336.
- Arancon NQ, Edwards CA, Bierman P, Metzger JD, Lee S, Welch C (2002). Effects of Vermicompost on Growth and Marketable Fruits of Field-Grown Tomatoes, Peppers and Strawberries. *Pedobiologia*, 47: 731-735.
- Arancon NQ, Edwards CA, Bierman P, Metzger JD, Lee S, Welch C (2003). Effects of vermicomposts on growth and marketable fruits of field-grown tomatoes, peppers and strawberries. *Pedobiologia* 47: 731-735.
- Aydın A, Yıldırım E, Karaman MR, Turan M, Demirtaş A, Şahin F, Güneş A, Esringül A, Dizman M, Tuta M (2012). Humik Asit, PGPR ve Kimyasal Gübre Uygulamalarının

- Brokoli Bitkisinin Bazı Verim Parametreleri Üzerine Etkisi. *SAÜ Fen Edebiyat Dergisi*, (2012-1): 310-315.
- Ayyıldız M (1990). Sulama Suyu Kalitesi ve Tuzluluk Problemleri. Ankara Üniversitesi. Ziraat Fakültesi Yayınları 1196. Ankara.
- Azarmi R, Giglou MT, Taleshmikail RD (2008). Influence of vermicompost on soil chemical and physical properties in tomato (*Lycopersicum esculentum*) field. *African Journal of Biotechnology* 14: 2397-2401.
- Babik I, Elkner K (2000). "The effect of nitrogen fertilization and irrigation on yield and quality of broccoli." *Workshop Towards and Ecologically Sound Fertilisation in Field Vegetable Production* 571.
- Badgley C, Perfecto I (2007). Can organic agriculture feed the world? *Renewable Agriculture and Food Systems* 22(2): 80-85.
- Bandurska H (2004). Free Proline Accumulation in Leaves of Cultivated Plant Species under Water Deficit Conditions. *Acta Agrobotanica*. 57 (1/2) 57-67.
- Bellitürk K (2012). Tarım Toprakları İçin Toprak Analizleri ve Gübrelemenin Önemi, N. K. Ü. Ziraat Fakültesi, El Kitabı, Tekirdağ.
- Bellitürk K, Aslan S, Eker M (2013). Ekosistem Mühendisleri Diye Adlandırılan Toprak Solucanlarından Elde Edilen Vermikompostun Bitkisel Üretim Açısından Önemi. *Hasad (Bitkisel Üretim) Aylık Tarım Dergisi*, Eylül, İstanbul, Yıl: 29 (340): 84-87.
- Bellitürk K, Shrestha P, Görres JH (2015). The Importance of Phytoremediation of Heavy Metal Contaminated Soil Using Vermicompost for Sustainable Agriculture. *Rice Journal* 3:2, 6: e114, doi: 10.4172/2375-4338.1000e114.
- Bellitürk K (2016). Sürdürülebilir Tarımsal Üretimde Katı Atık Yönetimi İçin Vermikompost Teknolojisi. (7. Ulusal Bitki Besleme ve Gübre Kongresi, 12-15 Ekim 2016). Çukurova Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi, 31 (3): 1-5 (Özel Sayı), Adana.
- Bellitürk K, Görres JH (2012). Balancing Vermicomposting Benefits with Conservation of Soil and Ecosystems at Risk of Earthworm Invasions, VIII. International Soil Science Congress on Land Degradation and Challenges in Sustainable Soil Management, Çeşme, İzmir, p: 302-306.
- Bessels M (1980). Broccoli A Guide for Producers of Broccoli. *Royal Sluis Seed co. Publ.* 5209.
- Boman BJ (1995). Effects of fertigation and potash source on grapefruit size and yield. In: Dahlia Greinder International Symposium on Fertigation, Technion, Haifa.
- Bozköylü A (2008). Sera Topraksız Domates Yetiştiriciliğinde Kimyasal ve Organik Gübrelemenin Karşılaştırılması, 82s., Adana.
- Branca F (2008). Cauliflower and Broccoli : Vegetables 1. *Handbook of Plant Breeding*, 1(2):151-186

- Brandt K, Molgaard JP, Lindsay DG (2001). Organic Agriculture: Does it enhance or reduce the nutritional value of plant foods? *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 81: 9, 924-931.
- Bulluck III LR, Brosius M, Evanylo GK, Ristaino JB (2002). Organic and synthetic fertility amendments influence soil microbial, physical and chemical properties on organic and conventional farms. *Applied Soil Ecology*.19: 147-160.
- Cantore V, Rubino P, De Palma E (1996). Broccoli Raab (*Brassica rapa* L.) water uses. *Acta Horticulturae*, 407, 305-311.
- Criddle WD, Davis S, Pair CH, Shockley DG (1956). Methods for Evaluation of Irrigation Systems. USDA Agric. Handbook, 82 pp, Washington D.C.
- Çetin Ö, Tolay İ (2009). Fertigasyon. Hasad Yayıncılık. 158 s, İstanbul.
- Çıtak S (2014). Farklı Organik Gübreler İle Toprak Düzenleyicinin Brokkoli (*Brassicaoleraceal.Var. İtalica*) Ve Havuç (*Daucuscorata* L.) Yetiştiriciliğinde Verim Ve Kalite Üzerine Etkileri. (Doktora Tezi), Akdeniz Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Antalya.
- Çıtak S, Sönmez S (2010). Influence of Organic and Conventional Growing Conditions on the Nutrient Contents of White Head Cabbage (*Brassica oleracea var capitata*) during Two Successive Seasons. *J. of Agric. and Food Chem.*, 58(3):1788-1793.
- Çıtak S, Sönmez S, Koçak F, Yaşın S (2011). Vermikompost ve Ahır Gübresi Uygulamalarının Ispanak (*Spinacia oleracea var. L.*) Bitkisinin Gelişimi ve Toprak Verimliliği Üzerine Etkileri, *Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Derim Dergisi*, 28(1):56-69.
- Darwis T, Therese A, El-Katip M, Hajhasan S (2002). Impact of irrigation and fertilization on NO<sub>3</sub> leaching and soil-ground water contamination in Lebanon. 17 th. WCSS, 14-21 August 2002, Thailand.
- 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.
- Edwards CA (2011). Introduction, History and Potential of Vermicomposting Technology. *Vermiculture Technology* (Edited by: Clive A. Edwards, Norman Q. Arancon ve Rhonda Sherman). CRC Press, Taylor and Francis Groop, Chapter 1: 1-10.
- Engindeniz S, Tuzel Y (2006). Economic analysis of organic greenhouse lettuce production in Turkey. *Sci. Agric.* 63 (3): 285-290.
- Er C (2009). Organik Tarım Açısından Türkiye'nin Potansiyeli, Bugünkü Durumu ve Geleceği. *İstanbul Ticaret Odası Yayınları*, Yayın No: 2009-3 İstanbul. 14-20.

- Erdem T, Arin L, Erdem Y, Polat S, Deveci M, Okursoy H, Gültas HT (2010a). Yield and quality response of drip irrigated broccoli (*Brassica oleracea* L. var. *italica*) under different irrigation regimes, nitrogen applications and cultivation periods. *Agricultural Water Management* 97 (2010) 681–688.
- Erdem Y, Arin L, Polat S, Deveci M, Okursoy H, Gültas HT (2010b). Crop Water Stress Index For Assessing Irrigation Scheduling of Drip Irrigated Broccoli (*Brassica oleracea* L. var. *italica*). *Agricultural Water Manage.* doi:10.1016/j.agwat.2010.08.013.
- Erken O (2012). Değişik Gelişme Dönemlerinde, Farklı Derecede Su Stresi Uygulamalarının Brokolide Verim, Morfolojik ve Biyokimyasal Değişimlere Etkisi. (Doktora Tezi) Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Türkiye.
- Eşiyok D, Yoldaş F (2001). Brokoli Yetiştiriciliği. Ege Üniv. *Tarımsal Araştırma Merkezi Yayın Bülteni*–37 ISSN1300–3518 Ocak–2001.
- Fibl (2005). <http://www.fibl.org/english/news/press-releases/2005/0223-organic-statistics.php> (erişim tarihi: 01.03.2005).
- Fritz JI, Franke-White IH, Haindl S, Insam H, Braun R (2012). Microbiological Analysis of Vermicompost Tea and its Influence on the Growth of and Cereals. *Canadian Journal of Microbiology*, 58:836-847. Community Vegetables
- Garg VK, Gupta R, Yadav A (2010). Vermicomposting Technology for Solid Waste Management. [http://www.environmental-expert.com/Files/0/articles/9047/Vermicomposting\\_article\\_for\\_the\\_biofertilizer\\_people.pdf](http://www.environmental-expert.com/Files/0/articles/9047/Vermicomposting_article_for_the_biofertilizer_people.pdf)
- Gaskell M (2004). Acid injection in irrigation water improving pH adjustment for blueberries <http://www.ces.uga.edu.edu/pubcd/b1130> (19/05/2016)
- Gonzalez-Meza A, Ramirez-Jaramillo G, Perez-Miranda LA, Hernandez-Leos BA (1998). Fertigation to increase corn yield The Henequez Zone in Yucatan, Mexico. Proceeding of the Irrigation Association's 19 th Annual, November 1-3, 1998 San Diego, California, USA, 237-243.
- Gopal M, Gupta A, Planiswami C, Dhanapal R, Thomas GV (2010). Coconut leaf vermiwash: a bio-liquid from coconut leaf vermicompost for improving the crop production capacities of soil. *Current Science* 98: 1202-1210.
- Gök SA (2008). Genişleyen Avrupa Birliği Pazarında Türkiye'nin Organik Tarım Ürünleri Ticareti Açısından Değerlendirilmesi. *Tarım ve Köyişleri Bakanlığı Dış İlişkiler ve Avrupa Birliği Koordinasyon Dairesi Başkanlığı*, Ankara, 2008. 1-13.
- Gutezeit B (2004). Yield and nitrogen balance of broccoli at different soil moisture levels. *Irrig Sci.* 23: 21–27.
- Gutezeit B (2006). Plant mass and yield of broccoli as affected by soil moisture. *HortScience*, 41(1): 113-118.
- Güngör Y, Yıldırım O (1989). Tarla Sulama Sistemleri. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No. 1155. 371s. Ankara.

- Güler S (2004). Dünya'da ve Türkiye'de Gübre Tüketiminde Yaşanan Gelişmeler. In: Karaman MR, Brohi A R (eds) Türkiye 3. Ulusal Gübre Kongresi, Tarım- Sanayi- Çevre, 11-13 Ekim 2004, Tokat, 47-54.
- Günay A (1984). Özel Sebze Yetiştiriciliği. Cilt III. A.Ü. Ziraat Fakültesi Çağ Matbaası. Ankara.
- Haktanır K (2014). Çevresel Değişimlerde Tarımın Etkileri ve Yönetim Arayışları. *Ankara Üniversitesi Çevre Sorunları Araştırma ve Uygulama Merkez Müdürü, Çağrılı*
- Hebbar SS, Ramachandrapa BK, Nanjappa HV, Prabhakar M (2004). Studies on NPK drip fertigation in field grown tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) *Europ. J. Agronomy*, 21, 117-127.
- Hernandez A, Castillo H, Ojeda D, Arras A, Lopez J, Sanchez E (2010). Effect of Vermicompost and Compost on Lettuce Production, *Chilean Journal of Agricultural Research*, 583-589.
- Hess M, Mansour B, Smesrud J, Selker J (1997). Broccoli Irrigation Guide, Oregon State University, Corvallis.
- 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.
- Imas P (1999). Recent Techniques in Fertigation of Horticultural Crops in Israel. Workshop on Recent Trends in Nutrition Management in Horticultural Crops, 11-12 February, Dapoli, Maharashtra, India.
- Jaipaul, Sharma S, Dixit AK, Sharma K (2011). Growth and yield of capsicum (*Capsicum annum*) and garden pea (*Pisum sativum*) as influenced by organic manures and biofertilizers. *Indian Journal of Agricultural Sciences*, 81(7): 55-60.
- Jamea EM (2004). Integration of annual self-reseeding legumes into Mediterranean organic cropping systems. CIHEAM, Mediterranean Organic Agriculture. Master of Sci. Thesis.
- Jat RS, Ahlawat IPS (2006). Direct and residual effect of vermicompost, biofertilizers phosphorus on soil nutrient dynamics and productivity of chickpea-fodder maize. *Journal of Sustainable Agriculture* 28: 41-54.
- Kanber R, Köksal H, Ünlü M, Şenyiğit U, Onaran H, Ünlü AL, Özekici B, Sezen MS, 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).
- Kandil H, Gad N (2009). Effects of inorganic and organic fertilizers on growth and production of broccoli (*Brassica oleracea* L.) *Factori si Procese Pedogenetice din Zona Temperata*, 8:61-69.
- Kaplan M, Sönmez S, Polat E, Demir H (2008). Effects of organic and mineral fertilizers on yield and nutritional status of lettuce. *Asian Journal of Chemistry* 20: 1915-1926.

- Karakaya Z, Paksoy M (2008). Yaz Sezonunda Yetiştirilen Brokkolide (*Brassica oleracea L. var. italica*) Bazı Organik Maddelerin Bitki Gelişimi, Verim ve Kaliteye Etkileri, Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 22 (44).
- Kardeş TA (2012). Azotlu ve Organik Gübrelemenin Beypazarı Yöresinde Yetiştirilen Bazı Sebzelere Nitrat Kapsamına Etkisi. Y.Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Kumari MSS, Ushakumari K (2002). Effect of vermicompost enriched with rock phosphate on the yield and uptake of nutrients in cowpea (*Vigna unguiculata L. Walp*). Journal of Tropical Agriculture 40: 27-30.
- Krauss RM, Deckelbaum RJ, Ernst N (1996). Dietary guidelines for Healthy American Adults. A Statement for Health Professionals from The Nutrition Committees American Heart Association, 94, 1795-1800.
- Lampkin N (2002). Organic Farming. Old Pond Publishing, 104 Valley Road Ipswich, IPI 4PA, U.K.
- Mısırlıoğlu M (2011). Toprak Solucanları, Biyolojileri, Ekolojileri ve Türkiye Türleri. Nobel Yayınları No: 1636, 92s, Ankara.
- Mendoza-Hernandez D, Fornes F, Belda RM (2014). Compost and vermicompost of horticultural waste as substrates for cutting rooting and growth of rosemary. Scientia Horticulturae, Spain, (178) 192-202.
- Mohammadi K, Ghalvand A, Aghaalikhani M (2010). Effect of organic matter and biofertilizers on chickpea quality and biological nitrogen fixation. *World Academy of Science, Engineering and Technology*, 68:1144-1149.
- Nieuwhof M (1969). Cole Crops. The University Press Aberdeen, London. Institute of Horticultural Plant Breeding. Wageningen, Holland p.87-91.
- Nkoa R, Coulombe J, Desjardins Y, Tremblay N (2001). Towards Optimization of Growth Via Nutrient Supply Phasing: Nitrogen Supply Phasing Increases Broccoli (*Brassica oleracea var. italica*) Growth and Yield. *Journal of Experimental Botany*, 52 (357):821–827, April, 2001.
- Nonnecke IL (1989). Vegetable Production. Avi, New York, p.657.
- Nweke IA (2017). Effect of compost and earthworm production on soil properties, growth and dry matter yield of maize in crude oil degraded soil. *Journal of Soil Science and Environmental Management*, 8(1)pp.
- Orta H, Erdem Y, Erdem T (1996). Sulama İle Gübreleme: Fertigation. *Hasad*, 134, 24-25.
- Pacini C, Wossink A, Giesen G, Vazzana C, Huirne R (2003). Evaluation of sustainability of organic, integrated and conventional farming systems: a farm and field-scale analysis. *Agricultural, Ecosystems and Environment*.95: 273-288.
- Pandey AK, Gopinath KA, Chattacharya P, Hooda KS, Sushil SN, Kundu S, Selvakumar G, Gupta HS (2006). Effect of source and rate of organic manures on yield attributes, pod

- yield and economics of organic garden pea (*Pisum sativum* subsp. *hortense*) in north west Himalaya. *Indian Journal of Agricultural Sciences*, 76 (4): 230-234.
- Papathanasiou F, Papadopoulos J, Tsakiris J, Tamoutsidis E (2012). Vermicompost as a soil supplement to improve growth, yield and quality of lettuce (*Lactuca sativa*L.). *Journal of Food, Agriculture & Environment* Vol.10 (2): 677-682.
- Papazafiriou ZG (1980). A compact procedure for trickle irrigation system design. *ICID Bulletin* 19(1): 28-45.
- Pasakdee S, Banuelos G, Shennan C, Cheng W (2006). Organic N Fertilizers and Irrigation Influence Organic Broccoli Production in Two Regions of California. *Journal of Vegetable Science*, 12: 4.
- Paschold PJ, Zengerle KH, Kleber J (2000). Influence of Irrigation on the Yield and the Nitrogen Balance of Broccoli (*Brassica oleracea* L. convar. *Botrytis* (L.) ALEF. var. *Italica* Plenck). *ISHS Acta Horticulturae 537 III International Symposium on Irrigation of Horticultural Crops*. Number of articles: 114(2): Place: Lisbon, Portugal.
- Peng Y, Shiqi P, Youguo T, Ivonova S, Magen H (2008). Research Findings: Fertigation management in young apple trees in Shandong, China.
- Peyvast GH, Olfati JA, Madeni S, Forghani A (2007). Effect of Vermicompost on the Growth and Yield of Spinach (*Spinacia oleracea* L.). *J. of Food, Agric. & Environ.*, 6(1): 132-135.
- Rangarajan A, Leonard B, Jack A (2008). Cabbage transplant production using organic media on farm. In: *Proceedings of National Seminar on Sustainable Environment*. N. Sukumaran (Ed). Bharathiar University, Coimbatore, pp. 45-53.
- Roorda van Eysinga NL (1984). Nitrate and glasshouse vegetables. *Fertilizer Research* 5, 149-156.
- Scalzo R, Iannoccarì T, Genna A, Cesare LF, Viscardi D, Ferrari V, Campanelli G (2008). Organic and Conventional Field Trials: The Effect on *Cauliflower* Quality. National Council for Agricultural Research, CRA, Research Unit for Agri-Food Processes, Via G. Vennezian, 26, 20133 Milano, Italy.
- Schepers JS, Varvel GE, Watts DG, (1995). Nitrogen and water management strategies to reduce nitrate leaching under irrigated maize. *Journal of Contaminat Hydrology*, Vol.20, Issues 3-4, 227-239.
- Schoenau JJ (2006). Benefits of Long-Term Application of Manure. *Advances in Pork Production*, 17; p.153.
- Schuphan W, Hentschel H (1970). Hohe Stickstoffgaben Beim Spinat und Ihre Folgen, *Ernährungsumschau*, 17, 197-200.
- Siegrist S, Schaub D, Pfiffner L, Mader P (1998). Does organic agriculture reduce soil erodibility? The results of a longterm field study on loess in Switzerland. *Agriculture, Ecosystems and Environment*.

- Silber A, Bruner M, Kenig E, Reshef G, Zohar H, Posalski I, Yehezkel, Shmuel, Cohen S, Dinar M, Matan E, Dinkin I, Cohen Y, Karmi L, Aloni B, Assoulin S (2004). High fertigation frequency and phosphorus level: effects of on summer- grown bell pepper growth and blossom and root incidence. *Plant and Soil*: 1-12.
- Singandhupe RB, Rao GGSN, Patil NG, Brahmanand PS (2003). Fertigation studies and irrigation scheduling in drip irrigation systems in tomato crop (*Lycopersicon esculentum* L.). *Europ. J. Agronomy*, 19, p327-340.
- Singh R, Sharma RR, Kumar S, Gupta RK, Patil RT (2008). Vermicompost substitution influences growth, physiological disorders, fruit yield and quality of strawberry (*Fragaria x ananassa* Duch). *Bioresource Technology* 99: 8507-8511.
- Sürmeli N (2002). Brokkoli Yetiştiriciliği, Tarım ve Köyişleri Bakanlığı Atatürk Bahçe Kùltürleri Merkez Araştırma Enstitüsü, Çiftçi Broşürü.
- Şeniz V (2004). Genel Sebzeçilik, Uludağ Üniv. Ders Notları, No:53, 230s.
- Şeniz V, Eser B, Daşgan Y, Akbudak N, İlbi H, Sürmeli N, Başay S (2005). Sebze Üretiminde Gelişme ve Hedefler VI. Türkiye Zir. Müh. Teknik Kongresi, Ankara.
- Tatar İ (2015). Organik Brokoli Yetiştiriciliğinde Farklı Dikim Zamanlarının Tohum Verimi ve Kalitesine Etkisi, Y.Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Çanakkale.
- Tavalı İE, Maltaş AŞ, Uz İ, Kaplan M (2013). Karnabaharın (*Brassicaoleracea* var. *botrytis*) Verim, Kalite ve Mineral Beslenme Durumu Üzerine Vermikompostun Etkisi, Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 26(2): 115-120.
- Tavalı İE, Maltaş AŞ, Uz İ, Kaplan M (2014). Vermikompostun Beyaz Baş Lahananın (*Brassica oleracea* var. *Alba*) Verim, Kalite ve Mineral Beslenme Durumu Üzerine Etkisi, Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 27(1): 61-67.
- Thompson TL, White SA, Walworth J, Sower G (1999). Fertigation Frequency Effects on Yield and Quality of Subsurface Drip Irrigated Broccoli, Agricultural College of Arizona Vegetable Report.
- Thompson TL, Thomas AD, Ronald EG (2002). Subsurface Drip Irrigation and Fertigation of Broccoli: I. Yield, Quality, and Nitrogen Uptake. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 66: 186–192.
- Titley ME (1987). The Scheduling of Fresh Market Broccoli in Southeast Queens. Land for Exporting to Southeast Asian Markets from May to September. *Acta Horticulture* 198: 235–242.
- TÜİK (2014), “İstatistiklerle Yaşlılar”, TÜİK.
- Tüzüner A (1990). Toprak ve Su Analizi Laboratuvarları El Kitabı, Ankara.
- Uzun S (2007). (Seracılıkta Konvensiyonel-Organik Karşılaştırılması), Ondokuz Mayıs Üniv., Zir. Fak., Samsun.
- Ünlükara A, Örs İ, (2012). "Sulama ve Gübrelemede Fertigasyon Tekniği", I.Ulusal Yahyalı Sempozyumu, Kayseri, Türkiye, 19-22 Eylül 2012, cilt.3, ss.261-286.



- Vural H, Eşiyok D, Duman İ (2000). Kültür Sebzeleri; (142). Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü Bornova-İzmir.
- Walker WR, Skogerboe GV (1987). Surface Irrigation. Theory and Practice. Prentice- Hall, Englewood Cliffs, 375pp, New Jersey.
- Wang C, Zheng DM, Sun ZJ (2006). A Review for Antibacterial Immunity of the Earthworm. Chinese Journal of Applied Ecology, 17 (3): 525-529.
- Warman PR, Havard KA (1997). Yield, vitamin and mineral contents of organically and conventionally grown carrots and cabbage. Agriculture, Ecosystems and Environment. 61: 155- 162.
- Watson CA, Atkinson D, Gosling P, Jackson LR, Rayns FW (2002). Managing Soil Fertility in Organic Farming Systems. Soil Use and Management, 18: 239-247.
- Wescott MP, Callan NW (1990). Modeling plant population and rectangularity effects on broccoli head weights and yield, J. Am. Soc. Hortic. Sci. 115 (1990) (6), pp. 893–897.
- Wiebe HJ (1975). The Morphological Development of Cauliflower and Broccoli Cultivars Depending on Temperature. Scientia Horticulturae, 45, 282 – 288.
- Wien HC, Wurr DCE (1997). Cauliflower, broccoli, cabbage and brussels sprouts. In: H.C. Wien, Editor, The Physiology of Vegetable Crops, CAB International, pp. 511–552.
- Wurr DCE, Fellows JR, Hambidge AJ (1995). The Potential Impact of Global Warming on Summer/Autumn Cauliflower Growth in the U.K. Agriculture and Forest Meteorology 72, 181,193.
- Wurr DCE, Hambidge AJ, Fellows JR, Lynn JR, Pink DAC (2002). The Influence of Water Stress During Crop Growth on the Postharvest Quality of Broccoli, *Postharvest Biology and Technology*, 25(2): 193-198.
- Yang L, Zhao F, Chang Q, Li T, Li F (2015). Effects of vermicomposts on tomato yield and quality and soil fertility in greenhouse under different soil water regimes, *Agricultural Water Management, China*, (160) 98-105.
- Yılmaz F (2006). Tekirdağ Yöresi Topraklarında Bitkiye Elverişli Azot Miktarının Belirlenmesinde Kullanılabilecek Kimyasal Ekstraksiyon Yöntemleri, N. K. Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Tekirdağ.
- Yoldaş F (2003). Brokkoli’de Sıcaklık Dikim Sıklığı ve Dikim Zamanlarının Generatif Gelişim ve Kalite Kriterleri Üzerine Etkileri. Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, İzmir.
- Yoldaş F, Ceylan Ş, Yağmur B, Mordoğan N (2008). Effects of Nitrogen Fertilizer on Yield Quality and Nutrient Content in Broccoli, *Journal of Plant Nutrition*, 31(7):1333-1343.
- Yurtseven E, Baran HY (2000). Sulama Suyu Tuzluluğu ve Su Miktarlarının Brokolide (*Brassica Oleracea Botrytis*) Verim ve Mineral Madde Geçeriğine Etkisi, *Turkish J. Of Agric. and Forestry*, 24: 185–190.

- Yurtsever N (1984). Deneysel İstatistik Metotları. Köy Hizmetleri Genel Müd. Yayınları No:56, Ankara.
- Zhang Y, Kendy E, Qiang Y, Changming L, Yanjun S, 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.
- Zhou ZY, Wang MJ, Wang JS (2000). Nitrate and Nitrite Contamination in Vegetables in China. *Food Rev. İnt.*, 16(1):61-76.

## **ÖZGEÇMİŞ**

Düzce ilinde, 1993 yılında doğdu. İlk ve orta öğrenimini Düzce'de, lise eğitimini Bilecik'te tamamladı. Namık Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi'nde, 2011 yılında Lisans eğitimine başladı, 2015 yılında mezun oldu. Aynı yıl Namık Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Biyosistem Mühendisliği Anabilim Dalında yüksek lisans eğitimine başladı.