

**SERA KOŞULLARINDA VERMİKOMPOST  
VE AMONYUM NİTRAT UYGULAMALARININ  
BROKOLİ (*Brassica oleracea* L.var. *Italica*)  
BİTKİSİNE ETKİSİNİN TOPRAK  
VE YAPRAK ANALİZLERİYLE BELİRLENMESİ**

**Ali ZAHMACIOĞLU**

**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**

**SERA KOŞULLARINDA VERMİKOMPOST  
VE AMONYUM NİTRAT UYGULAMALARININ  
BROKOLİ (*Brassica oleracea* L.var. *Italica*)  
BİTKİSİNE ETKİSİNİN TOPRAK  
VE YAPRAK ANALİZLERİYLE BELİRLENMESİ**

**Ali ZAHMACIOĞLU**

**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 danışmanlıklarında, Ali ZAHMACIOĞLU tarafından hazırlanan “SeraKoşullarında Vermikompost ve Amonyum Nitrat Uygulamalarının Brokoli (*Brassica oleracea*L.var.*italica*) Bitkisine Etkisinin Toprak ve Yaprak Analizleriyle 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

### SERA KOŞULLARINDA VERMİKOMPOST VE AMONYUM NİTRAT UYGULAMALARININ BROKOLİ (*Brassica oleracea* L.var. *Italica*) BİTKİSİNE ETKİSİNİN TOPRAK VE YAPRAK ANALİZLERİYLE BELİRLENMESİ

**Ali ZAHMACIOĞLU**

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 yetiştirilme olanaklarının ve uygulanan gübrelerin toprak ve bitki üzerine etkilerinin 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 olarak 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 (amonyum nitrat) uygulaması olarak gerçekleştirilmiştir. Genel olarak, farklı sulama uygulamaları ve gübre uygulamalarının, verim ile bitki ve toprağın makro ve mikro besin elementi içeriklerini istatistiksel açıdan önemli düzeyde etkilediği belirlenmiştir. 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 konusundanelde edilmiştir. Gübre etkinliğinin sulama uygulamaları ile arttığı, kimyasal gübre uygulamalarının verime etki bakımından ön plana çıktığı, ancak vermikompost uygulamalarının toprak ve yaprakta bitki besin elementleri açısından katkı sağladığı görülmüştür.

**Anahtar kelimeler:**Brokoli, vermikompost, fertigasyon, organik gübre, kimyasal gübre.

2017, 78 sayfa

## ABSTRACT

MSc. Thesis

DETERMINATION of THE EFFECT of VERMICOMPOST and AMONIUM NITRATE APPLICATIONS on BROCCOLI (*Brassica oleracea* L. var. *Italica*) PLANT by SOIL and LEAF ANALYSES UNDER GREENHOUSE CONDITIONS

Ali ZAHMACIOĞLU

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

Supervisor (I): Prof. Dr. Yeşim AHI

Supervisor (II): 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, growing possibilities of broccoli and the effects of soil and plant 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. Control treatment, I<sub>1</sub> was designated to receive 100% soil water depletion and irrigation was applied when 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 (amoniium nitrate). Generally, the effects of irrigation and fertilizer amounts on yield and macro and micro nutrient content of plant and soil were statistically significant. 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>. It was observed that fertilizer activity increased with irrigation practices, chemical fertilizer applications contributed to yield; also, vermicompost applications have been shown to contribute to soil in respect of soil and leaf nutrients.

**Key words:** Broccoli, vermicompost, fertigation, organic fertilizer, chemical fertilizer.

2017, 78 page

# İÇİNDEKİLER

## Sayfa No

ÖZET.....	i
ABSTRACT.....	ii
İÇİNDEKİLER.....	iii
ÇİZELGEDİZİNİ.....	v
ŞEKİL DİZİNİ.....	vii
SİMGELER DİZİNİ.....	viii
ÖNSÖZ.....	x
<b>1. GİRİŞ</b> .....	1
<b>2. KAYNAK ARAŞTIRMASI</b> .....	4
2.1. Gübre Çeşitleri, Kimyasal Gübreler, Organik Gübreler, Vermikompost.....	4
<b>3. MATERYAL ve YÖNTEM</b> .....	12
3.1. Materyal.....	12
3.1.1. Araştırma alanı.....	12
3.1.2. İklim özellikleri.....	12
3.1.3. Toprak özellikleri.....	12
3.1.4. Gübre özellikleri.....	13
3.1.4.1. Kimyasal Gübre.....	13
3.1.4.2. Vermikompost (katı ve sıvı).....	13
3.1.5. Sulama sistemi.....	13
3.1.6. Bitki özellikleri.....	14
3.1.7. Kullanılan bilgisayar paket programları.....	18
3.2. Yöntem.....	18
3.2.1. Deneme düzeni ve araştırma konuları.....	18
3.2.2. Deneme süresince yürütülen tarımsal uygulamalar.....	18
3.2.3. Fertigasyon uygulamaları.....	19
3.2.4. Toprak ve Yaprak Analiz Yöntemleri.....	21
3.2.5 İstatistiksel analizler.....	22
<b>4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA</b> .....	23
4.1. Araştırma Alanı Topraklarının Fiziksel Ve Kimyasal Analiz Sonuçları.....	23
4.2. Meteorolojik Ölçüm Sonuçları.....	24

4.3. Fertigasyon Uygulamalarına Ait Sonuçlar .....	25
4.4. Fenolojik Gözlemlere İlişkin Sonuçlar .....	25
4.5. Verime İlişkin Bazı Sonuçlar .....	25
4.6. Bitki Analiz Sonuçları .....	29
4.7. Toprak Analiz Sonuçları .....	40
4.7.1. İlkbahar Yetiştiriciliği Toprak Analiz Sonuçları.....	40
4.7.2. Sonbahar Yetiştiriciliği Toprak Analiz Sonuçları.....	49
<b>5. SONUÇ ve ÖNERİLER.....</b>	<b>55</b>
<b>6. KAYNAKLAR.....</b>	<b>58</b>
<b>ÖZGEÇMİŞ.....</b>	<b>65</b>

## ÇİZELGE DİZİNİ

	<u>Sayfa No</u>
Çizelge 3.1 : Firmadan temin edilen ve araştırmada kullanılan katı ve sıvı organik solucan gübresinin analiz sonuçları.....	13
Çizelge 3.2 : Araştırma alanına ilişkin iklim değerlerinin uzun yıllar ortalamaları (1997 - 2016).....	15
Çizelge 3.3 : Araştırma alanına ilişkin 2016 ve 2017 yıllarına ait iklim verileri.....	16
Çizelge 4.1 : Araştırma alanı topraklarının fiziksel özellikleri.....	23
Çizelge 4.2 : Araştırma alanı topraklarının kimyasal özellikleri.....	23
Çizelge 4.3 : Toplam verime ilişkin ortalama değerler (kg da <sup>-1</sup> ).....	26
Çizelge 4.4: Toplam verime ilişkin değerler.....	26
Gübre çeşitlerinin toplam verim değerlerine etkisi üzerine LSD testi sonuçları.....	26
Çizelge 4.5 : İlkbahar yetiştiricilik dönemi (yaprak).....	30
Çizelge 4.6 : Yaprakta N elementine ait varyans analiz sonuçları (İlkbahar).....	31
Çizelge 4.7 : Yaprakta P elementine ait varyans analiz sonuçları (İlkbahar).....	31
Çizelge 4.8 : Yaprakta K elementine ait varyans analiz sonuçları (İlkbahar).....	31
Çizelge 4.9 : Yaprakta Ca elementine ait varyans analiz sonuçları (İlkbahar).....	32
Çizelge 4.10 : Yaprakta Mg elementine ait varyans analiz sonuçları (İlkbahar).....	32
Çizelge 4.11 : Yaprakta B elementine ait varyans analiz sonuçları (İlkbahar).....	33
Çizelge 4.12 : Yaprakta Cu elementine ait varyans analiz sonuçları (İlkbahar).....	33
Çizelge 4.13 : Yaprakta Fe elementine ait varyans analiz sonuçları (İlkbahar).....	34
Çizelge 4.14 : Yaprakta Mn elementine ait varyans analiz sonuçları (İlkbahar).....	34
Çizelge 4.15 : Yaprakta Zn elementine ait varyans analiz sonuçları (İlkbahar).....	34
Çizelge 4.16 : Sonbahar yetiştiricilik dönemi (yaprak).....	36
Çizelge 4.17 : Yaprakta N elementine ait varyans analiz sonuçları (Sonbahar).....	37
Çizelge 4.18 : Yaprakta P elementine ait varyans analiz sonuçları (Sonbahar).....	37
Çizelge 4.19 : Yaprakta K elementine ait varyans analiz sonuçları (Sonbahar).....	37
Çizelge 4.20 : Yaprakta C elementine ait varyans analiz sonuçları (Sonbahar).....	38
Çizelge 4.21 : Yaprakta Mg elementine ait varyans analiz sonuçları (Sonbahar).....	38
Çizelge 4.22 : Yaprakta Cu elementine ait varyans analiz sonuçları (Sonbahar).....	38
Çizelge 4.23 : Yaprakta Fe elementine ait varyans analiz sonuçları (Sonbahar).....	39
Çizelge 4.24 : Yaprakta Mn elementine ait varyans analiz sonuçları (Sonbahar).....	39
Çizelge 4.25 : Yaprakta Zn elementine ait varyans analiz sonuçları (Sonbahar).....	39
Çizelge 4.26 : İlkbahar yetiştiricilik dönemi sonrası (toprak).....	42
Çizelge 4.27 : Sonbahar yetiştiricilik dönemi öncesi (toprak).....	43
Çizelge 4.28 : Toprakta N elementine ait varyans analiz sonuçları (İlkbahar).....	44
Çizelge 4.29 : Toprakta P elementine ait varyans analiz sonuçları (İlkbahar).....	44
Çizelge 4.30 : Toprakta K elementine ait varyans analiz sonuçları (İlkbahar).....	44
Çizelge 4.31 : Toprakta Ca elementine ait varyans analiz sonuçları (İlkbahar).....	45
Çizelge 4.32 : Toprakta Mg elementine ait varyans analiz sonuçları (İlkbahar).....	45
Çizelge 4.33 : Toprakta B elementine ait varyans analiz sonuçları (İlkbahar).....	45
Çizelge 4.34 : Toprakta Cu elementine ait varyans analiz sonuçları (İlkbahar).....	46
Çizelge 4.35 : Toprakta Fe elementine ait varyans analiz sonuçları (İlkbahar).....	46
Çizelge 4.36 : Toprakta Mn elementine ait varyans analiz sonuçları (İlkbahar).....	46
Çizelge 4.37 : Toprakta Zn elementine ait varyans analiz sonuçları (İlkbahar).....	46
Çizelge 4.38 : Toprakta Zn elementine ait varyans analiz sonuçları (İlkbahar).....	47



Çizelge 4.39 :	Sonbahar yetiştiricilik dönemi sonrası (toprak).....	48
Çizelge 4.40 :	Toprakta N elementine ait varyans analiz sonuçları (Sonbahar).....	51
Çizelge 4.41 :	Toprakta P elementine ait varyans analiz sonuçları (Sonbahar).....	51
Çizelge 4.42 :	Toprakta K elementine ait varyans analiz sonuçları (Sonbahar).....	51
Çizelge 4.43 :	Toprakta Ca elementine ait varyans analiz sonuçları (Sonbahar).....	52
Çizelge 4.44 :	Toprakta Mg elementine ait varyans analiz sonuçları (Sonbahar).....	52
Çizelge 4.45 :	Toprakta Cu elementine ait varyans analiz sonuçları (Sonbahar).....	52
Çizelge 4.46 :	Toprakta Fe elementine ait varyans analiz sonuçları (Sonbahar).....	53
Çizelge 4.47 :	Toprakta M nelementine ait varyans analiz sonuçları (Sonbahar).....	53
Çizelge 4.48 :	Toprakta Zn elementine ait varyans analiz sonuçları (Sonbahar).....	53

## ŞEKİL DİZİNİ

	<b><u>Sayfa No</u></b>
Şekil 3.1: Araştırma alanı.....	14
Şekil 3.2: Deneme planı.....	17
Şekil 3.3: Deneme parselinin ayrıntısı.....	17
Şekil 3.4: Üretim döneminden görüntüler.....	20
Şekil 4.1: Büyüme periyodu sıcaklık değerleri.....	24
Şekil 4.2.: Büyüme mevsimi boyunca izlenen nem değişimleri.....	27
Şekil 4.3.: Brokoli bitkisinin büyüme periyodu uzunlukları (ilkbahar ve sonbahar).....	28

## SİMGELER DİZİNİ

%	: Yüzde
A	: Alan
atm	: Atmosfer
cm	: Santimetre
cm <sup>2</sup>	: Santimetrekare
C <sub>p</sub>	: Kılcal yükselişle kök bölgesine giren su miktarı(mm)
CWSI	: Bitki su stresi endeksi
da	: Dekar
d <sub>n</sub>	: Sulamada uygulanacak net sulama suyu miktarı (mm)
d <sub>t</sub>	: Her sulamada uygulanacak toplam sulama suyu miktarı (mm)
DOY	: Yılın günü (day of year)
D <sub>p</sub>	: Derine sızma kayıpları (mm)
dS	: DeciSiemens
E <sub>a</sub>	: Sulama randımanı (%)
ET	: Bitki su tüketimi (mm)
FAO	: Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü (Food and Agriculture Organisations of the United Nations)
g	: Gram
h	: Saat
ha	: Hektar
H <sub>m</sub>	: Manometrik yükseklik (m)
I	: Uygulanan sulama suyu miktarı (mm)
IRT	: İnfrared termometre
IWUE	: Sulama suyu kullanım randımanı (kg m <sup>-3</sup> )
WUE	: Su kullanım randımanı (kg m <sup>-3</sup> )
mgkg <sup>-1</sup>	: Miligram bölü kilogram
kPa	: Kilopascal
k <sub>y</sub>	: Su verim ilişkisi faktörü
L	: Litre
m	: Metre
m <sup>2</sup>	: Metrekare
m <sup>3</sup>	: Metreküp

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

Vermikompost: Solucan gübresi yerine kullanılan bir terimdir.

AG	: Ahır gübresi
N	: Azot
P	: Fosfor
K	: Potasyum
Ca	: Kalsiyum
Mg	: Magnezyum
B	: Bor
Cu	: Bakır
Fe	: Demir
Mn	: Mangan
Zn	: Çinko
ppm	: Milyonda bir kısım (part per million)

## ÖNSÖZ ve TEŞEKKÜR

Su ve toprak, ekolojik sistem bütünüünün ayrılmaz parçalarıdır. Bugün pek çok insan, su kaynaklarının dünyada insanlığın yararına sunulmuş sonsuz bir kaynak olduğunu düşünmektedir. Bunun yanında, tarımsal üretimin temeli olan toprak; öncelikle onu verimli hale getirecek ve verimliliğinin devam etmesi için bir tarımsal arazi kullanımı stratejisine sahip olmalıdır.

Bilinçsiz kullanılan su kaynakları ve verimli tarım topraklarının yerini alan sanayi, kentleşme ve küresel ısınma, Türkiye ve özellikle Trakya Bölgesi'nin zengin gibi görünen su ve toprak kaynaklarını azaltmaktadır. 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 yeterli su kullanımı ve birim alandan alınan ürün miktarının artırılması zorunluluk teşkil etmektedir. Bunların dışında, tarımsal verimliliğin artırılması için sadece kimyasal değil, ilaveten organik gübrelerin de kullanılması gerekmektedir. Bu manada günümüzde giderek popüleritesi artan vermikompost (katı ve sıvı) olarak adlandırılan “organik solucan gübresi” kullanımının da yaygınlaştırılması hem verimlilik artışı, hem kalite ve toprak düzenleme açısından son derece önemlidir. Önemli tarımsal uygulamalardan bir diğeri olan fertigasyonun da gübre-su kullanım etkinliğine sağladığı yararlar açısından yaygınlaştırılması önemli olan diğeri bir husustur.

Tezin hazırlanmasında her türlü yardımını esirgemeyen, sabırla ve sevgiyle çok fazla emek sarfeden Danışman Hocalarım Sayın Prof. Dr. Yeşim AHİ'ye, Sayın Yrd. Doç. Dr. Korkmaz BELLİTÜRK'e, araştırma ve tezin yazımı süresince her türlü desteği gösteren Sayın Yrd. Doç. Dr. Hüseyin T. GÜLTAŞ'a, deneme alanının kurulması konusunda yardımcı olan Ziraat Yük. Mühendisi Levent TUNA'ya, analizlerimin yapılması konusunda yardımcı olan Ziraat Yük. Mühendisi Selçuk ÖZER'e ve arkadaşlarım Ziraat Yük. Mühendisi Berkan AYDIN, Ziraat Yük. Mühendisi Munteha ALTUN'a ve araştırma boyunca yardım eden öğrenci arkadaşlarıma, araştırmanın yürütüldüğü arazi koşullarını bizlere sağlayarak, bütün imkânlarını hizmetimize sunan Riverm Kompost Vermikompost Tarım Hayvancılık Makine San. ve Tic. Ltd. Şti.'ne ve özellikle eğitimim süresince maddi ve manevi desteğini benden hiçbir zaman esirgemeyen aileme şükranlarımı sunmayı bir borç bilirim.

Haziran, 2017

Ali ZAHMACIOĞLU  
Ziraat Mühendisi

## 1. GİRİŞ

İnsanların hızla artan gıda ihtiyaçlarını karşılamak için birim alandan elde edilen verim ve kaliteyi arttırmak zorunlu hale gelmiştir. Bunu sağlayabilmenin temel yolu ise modern tarım tekniklerini bilinçli ve doğru bir şekilde kullanmanın sonucunda ortaya çıkacaktır.

Tarımsal üretimde en önemli konular arasında yer alan sulama ve gübreleme uygulamaları bitkisel üretimin temelini oluşturur.

Azalan su kaynakları ve su talepleri sulama teknolojilerinin gelişmesine olanak sağlamıştır. Tarımsal sulamalarda su, toprağa farklı yöntem ve sistemlerle verilebilmektedir. Günümüzde daha az sulama suyuyla toprakta drenaj ve tuzluluk problemini ortadan kaldırarak, verim-kaliteyi arttıracak organik gübreleme ve sulama yöntemi sistemlerinin kullanımı gün geçtikçe daha fazla önem kazanmaktadır (Çetin ve ark. 2006).

Son yıllarda ülkemizde de organik tarım ve iyi tarım uygulamaları yapılmakta ve bozulan toprak yapısını iyileştirmek için organik gübrelere olan talepte artmaktadır. Popüleritesi giderek yaygınlaşan organik gübrelerin başında da vermikompost diye adlandırılan organik solucan gübresi gelmektedir.

Vermikompost ifadesi, toprak solucanlarını kullanarak organik atıkların kompostlaştırılması işlemi sonunda elde edilen humus benzeri maddeler için kullanılmakta olup, ülkemizde “organik solucan gübresi” olarak bilinmektedir (Bellitürk 2016).

Kompost uygulamaları hızla yaygınlaşırken, vermikompost uygulamaları ülkemiz için yeni bir uygulama sayılabilecek niteliktedir. Organik artıkların fermentasyon yolu ile kompostlaştırılmasının yanı sıra toprak solucanları ilave edilerek vermikompost oluşturulması ile de değerlendirilmesi mümkündür (Bellitürk ve Görres 2012).

Vermikompost, üretimi gerekçesiyle, organik atıkların kullanımına yani onların geri dönüşümüne katkısı olan bir gübre çeşididir. Solucanlar tarafından elde edilen vermikompost kullanıma hazır şekilde sunulmakta, başka hiçbir işlem uygulanmadan doğrudan toprağa verilebilmektedir. Solucan gübresini diğer gübrelerden ayıran en önemli özelliği de toprak ıslahcısı olarak kullanılmasıdır. Bunun yanında bir diğer avantajıda kokusuz olmasıdır.

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

Türkiye'nin farklı iklim ve toprak yapısına sahip olması nedeniyle sebze üretimi hemen her bölgeye yayılmakla birlikte, bölgenin ekolojik yapısına bağlı olarak toplam üretim artmaktadır. 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 yılı verilerine göre, dünyada toplam 125,420 ha alanda brokoli yetiştiriciliği yapılmakta olup, toplam üretim 1634219 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 sadece yüzde 26,9'unu karşılamaktadır ve üretim miktarı 8,955 ton civarındadır (TÜİK 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.

Ülkemizin kurak ve yarı kurak iklim kuşağında yer alması bakımından, çoğu bölgesinde olduğu gibi, Trakya Bölgesinde de, su kaynaklarının kısıtlı olması, son yıllarda hızlı ve plansız gelişen sanayinin bu mevcut kaynakları kalite ve kantite açısından her geçen gün daha büyük boyutlarda tehdit etmesi tarımsal sulamada kullanılacak su miktarını kısıtlamaktadır. Damla sulama sistemlerinde, sistemin birçok avantajı ile birlikte, tarımsal amaçlı kullanılan gübre ve ilaç gibi diğer etken maddelerden tasarruf sağlanarak, bitkiye, toprağa, insanlara ve çevreye verilen zarar azaltılmaktadır. Sulama ile birlikte bitkilerden elde edilecek verim ve kalite artışı ile sağlanacak faydaların yanısıra ülke ekonomisine kazandıracakları faydaların göz ardı edilmemesi gerekir.

Trakya Bölgesi gibi bölgelerde sulu koşullarda ve ayrıca örtü altında alternatif üretimin yaratılabilmesi, iyi bir sulama programının geliştirilmesinin gerekliliği nedeniyle, toprak bitki ve atmosfer ilişkileri çok iyi irdelenerek, mevcut brokoli üretiminin bölge koşullarında uygulanabilirliği araştırılmış ve yeni araştırmalara temel oluşturabilecek veriler elde edilmiştir.

Bu çalışmadan, sebze tarımında vermikompostun kullanılabilirlik durumu; toprağa farklı oranlarda verilen kimyasal, sıvı ve katı vermikompost uygulaması sonucunda, damla sulama ile geliştirilen brokolide bitki besin elementi içeriklerinin yapılmış olan toprak ve yaprak analizleri ile ortaya koyulması amaçlanmıştır.



## 2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

### 2.1. Gübre Çeşitleri, Kimyasal Gübreler, Organik Gübreler, Vermikompost

Brokolinin anavatanının Akdeniz Bölgesi olduğu kabul edilmektedir. Yeşil renkli olgunlaşmamış çiçek taslakları oluşturan çeşitlerine Calabrese adı verilmektedir. Calabrese sözcüğü İtalya'da bir bölgenin adı olup birçok araştırmacı buna istinaden, brokolinin anavatanının İtalya olduğunu belirtmektedir. Brokoli (*Brassica oleracea* var. *italica*), Brassicaceae (Cruciferae) familyasının bir üyesidir (Vural 2000).

Ülkemizde kışlık sebzeler arasında yer alan brokoli, son yıllarda üretimi ve tüketimi hızla artan bir lahanagil sebzesidir. Brokoli morfolojik olarak karnabahara benzemektedir. Sebze olarak değerlendirilen kısımları renkli ve olgunlaşmış çiçek taslakları ile kalın ve etli çiçek sapları oluşturur. Brokolide dallanma çok sayıda olup, çiçeklenme bu dalların ucunda meydana gelir. Brokolide başlar korunmasız olarak açıkta gelişir (Anonim 2015).

Son yıllarda, gelişmiş ülkelerde geniş alanlarda yetiştiriciliği yapılan ve tüketiciler tarafından çok sevilen bir sebze olarak bilinen brokolinin, protein, vitamin ve besin maddelerince zengin diyet sebzesi olması, ülkemizde de bu sebze türüne talebi arttırmaktadır (Eşiyok ve Yoldaş 2001).

Özellikle, brokolinin insan sağlığı açısından, kalp rahatsızlıklarına ve kansere karşı olumlu yönde etkisi olduğu söylenmektedir (Krauss ve ark. 1996). Dünya'da 2012 yılında 1,20 milyon ha alanda 21,27 milyon ton brokoli üretimi yapılmıştır (FAO 2014). Türkiye'de ise, brokoli üretimi 2008 yılında 19 bin ton civarlarındayken 2016 yılında 55 bin tona yaklaşmıştır (TÜİK 2014).

Brokolinin dondurulmuş gıda sanayisinde kullanılan sebzeler arasında ilk sırada yer aldığı bilinmektedir (Salman 2007).

Türkiye'nin farklı iklim ve toprak yapısına sahip olması nedeniyle sebze üretimi hemen her bölgeye yayılmaktadır. 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 öne çıkmaktadır. Sebze üretiminin %87'si açıkta, %13'ü örtü altında yapılmaktadır (Şeniz 2004).

Brokolinin yetiştirilmesi için optimum sıcaklık 18-24°C'dir. Sıcak havalar sürgünlerdeki çiçek taslaklarının normal gelişme göstermesini engeller. 24°C'den sonra gelişmesinde bozukluklar meydana gelmeye başlar. Serin iklim sebzesi olmasına rağmen sıcaklığın 3,8°C'nin altına düşmesi soğuktan etkilenmesine ve ölümüne yol açmaktadır.

Yüksek sıcaklıklar çiçek tomurcuklarının gelişmesini engeller ve gevşek yapıli olmalarına neden olur (Atağ 2012).

Brokoli organik maddece zengin toprakları sever. Yüksek toprak asitliğine karşı oldukça duyarlıdır.pH 5,5-6,6 arasındadır.

Damla sulama yöntemi ile farklı sulama suyu ve azot miktarları altında Tekirdağ koşullarında yetiştirilen brokolinin sulama zamanı planlaması ve bitki stres seviyesinin belirlenmesi, damla sulama yöntemi ile birlikte bitki besin maddeleri uygulama tekniği olan fertigasyonun kullanılabilirliği, uygun gübreleme programının eldesi ve üretime olan etkilerinin açıklanması 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 değişirken, mevsimlik bitki su tüketimi değerleri sırasıyla, 231–331 mm ve 268–350 mm arasında ölçülmüştür. Azot gübre dozlarındaki artışla, ürünlerdeki nitrat içeriği artışı paralel olmuş, dekara 25 kg N uygulanan N<sub>3</sub> konusunda ilkbahar döneminde 687,8 mg kg<sup>-1</sup>, sonbahar döneminde 166,9 mg kg<sup>-1</sup> olarak en yüksek olmuştur. En düşük nitrat içeriği ise azot uygulaması yapılmayan N<sub>0</sub> konusunda 62,3 ve 49,9 mg kg<sup>-1</sup> bulunmuştur. Ayrıca N<sub>1</sub> konusunda nitrat içeriklerinin düşük bulunması, sulama suyu kullanım ve su kullanım randımanlarının da toplam buharlaşmanın %50'sinin uygulandığı I<sub>1</sub> konusunda yüksek olması I<sub>1</sub>N<sub>1</sub> konusunu ön plana çıkarmıştır (Erdem ve ark. 2010).

Drust ve Johnson (2010), serin iklim bitkisi olan brokolinin iyi drenajlı toprağı ve güneşli iklimi tercih ettiğini, bitkinin dikimden önce dikim yerinin gübrenmesi gerekir. Gelişim döneminde yaz sıcaklarının kaliteyi düşürdüğünü ve damla sulama ile sulama yapılması gerektiğini belirtmiştir. Hasadın başlar sıkıyken yapılmasının uygun olduğunu savunmuştur.

Bazı çalışmalar ahır gübresinin kimyasal gübre ile birlikte uygulandığında daha etkili olduğunu göstermektedir. Ancak sadece ahır gübresi uygulaması ile toprakta elektriksel iletkenliğin (EC), katyon değişim kapasitesinin (KDK), organik karbonun (OC) ve toprak neminin arttığı belirlenmiştir (Clark ve ark. 1994).

Kompostlamada solucan kullanılmasının yararları, bitkisel ürünü arttırması değil aynı zamanda ortamda hastalık etmeni olan patojenleri de azaltmaktadır. Bitkisel üretimde vermikompost kullanımının artırılması toprakların sürdürülebilirliğinin sağlanmasına yönelik pek çok eksikliği de ortadan kaldırmaktadır. Vermikompost, yavaş salınımlı olması ve kullanıldığı toprakta sağladığı fiziksel, kimyasal ve biyolojik iyileşmeler sebebiyle son zamanların en gözde organik gübre olduğunu açıklamışlardır (Yağmur ve ark.2015).

Kompost ile ilgili önceki çalışmalarda, vermikompost üretim yönteminin kentsel ve endüstriyel organik çöplerin geri kazanımında, hem işlem hem de ürün itibariyle aerobik komposttan daha üstün niteliklere sahip olduğu ispatlanmıştır (Dominguez ve ark. 1997). Diğer bazı araştırmacılar ise, agroekosistemler için toprak solucanlarının toprakların kalitesi üzerinde çok önemli etkiye sahip olduğunu bildirmişlerdir (Edwards ve Bohlen 1996, Bellitürk ve Görres 2012).

Ülkemizde belirli alanlarda sebze tarımı yapılmaktadır. Bu alanlar genel olarak kimyasal gübre ile gübrenenmekte olduğu için, organik gübrelerin kullanılması, sebze üretim miktarlarında artışaneden olması beklenmektedir. Özellikle kimyasal gübrelemeden dolayı çevre kirliliğini önlemek bakımından organik gübrelerin kullanıldığı çalışmaların ülkemizdeki her bölgede yapılması yararlı olacaktır (Bellitürk ve ark. 2009)

Jahan ve ark. (2014) tarafından karnabahar bitkisi kullanılarak Bangladeş'te yapılan bir araştırmada artan dozlarda solucan gübresi uygulamasının karnabahar bitkisinin beslenmesi üzerine etkileri araştırılmıştır. Solucan gübresi bitkilere 0; 1,5; 3; 4,5 ton/ha olmak üzere dört farklı dozda uygulanmıştır. Yapılan deneme sonucunda karnabahar bitkisinin yaprak sayısı, meyve boyu, bitki boyu, toplam ağırlık ve koçan verimi ölçümleri yapılmıştır. Elde edilen veriler sonucunda en yüksek parametre değerlerine 6 ton/ha solucan gübresinin uygulandığı parsellerde saptanmıştır.

Adiloğlu ve ark. (2015) tarafından yapılan bir araştırmada artan miktarlarda solucan gübresi uygulamasının salata (*Lactuca sativa L. var. crispa*) bitkisinin verimi üzerine olan etkisi incelenmiştir. Solucan gübresi uygulaması dört doz (I. doz: 0 kg da<sup>-1</sup>, II. doz: 400 kg da<sup>-1</sup>, III. doz: 800 kg da<sup>-1</sup>, IV. doz: 1200 kg da<sup>-1</sup>) şeklinde uygulanmıştır. Elde edilen bulgulara göre bitkinin N, P, K, Ca, Mg, Cu ve Zn içeriklerindeki değişimler önemli bulunamamıştır. Bununla birlikte solucan gübresi uygulaması ile birlikte bitkinin Fe ve Mn içeriklerinde istatistiksel olarak % 5 düzeyinde önemli artışlar saptanmıştır.

Singh et al. (2008), vermikompost uygulamasının çilek bitkisinin verim ve kalitesi üzerine etkisini belirlemek için 4 farklı vermikompost miktarı (2.5, 5, 7.5 ve 10 t ha<sup>-1</sup>) uygulamışlardır. Denemelerinde çileğin gübre ihtiyacını belirlemek için inorganik gübreleme uygulaması yapmışlardır. Elde edilen sonuçlara göre vermikompost uygulamasının çilek bitkisinin yayılımı, lif miktarı, kuru madde miktarı ve toplam meyve miktarını artırdığını saptamışlardır.

Çıtak ve ark. (2011), açık tarla koşullarında kış döneminde yürütülen bu çalışmada, farklı dozlarda vermikompost (VC<sub>1</sub>= 100 kg da<sup>-1</sup>; VC<sub>2</sub>= 200 kg da<sup>-1</sup>), ahır gübresi (AG<sub>1</sub>=1500 kg da<sup>-1</sup> AG<sub>2</sub>=3000 kg da<sup>-1</sup>) ve kontrol uygulamalarının ıspanak (*Spinacia oleracea var. L.*)

bitkisinin gelişimi ve toprak verimliliğine etkileri araştırılmıştır. Genel olarak bitki gelişimi, verim, mineral madde kapsamı ve toprak verimliliği parametrelerine AG<sub>2</sub> daha etkili olurken, VC'li uygulamalar da kontrole oranla önemli artışlar göstermiştir. Özellikle bitkinin Fe içeriği ile toprağın Ca içeriği üzerine VC<sub>2</sub> uygulaması en iyi sonucu vermiştir.

Soba (2012), topraktan (% 0, % 0.5, % 1, % 1.5 ve % 2) ve yapraktan (% 0, % 1 ve % 2) uygulanan yarasa gübresinin domates (*Lycopersicon esculentum*) ve biber (*Capsicum annum* L.) bitkilerinin beslenme ile ürün miktarı ve meyvede bazı kalite özelliklerine etkisini araştırmıştır. Araştırma sonucunda, topraktan artan düzeylerde yarasa gübresi uygulamasının biber bitkisinde toplam N, P ve Cu miktarlarını, yapraktan artan düzeylerdeki yarasa gübresi uygulamasının ise bitkide toplam Fe miktarlarını arttırdığı saptanmıştır.

Zimny ve ark. (2001) Polonya'da şeker pancarı yetiştirerek yaptıkları bir çalışmada kimyasal azotlu gübre, ahır gübresi ve vermikompostu karşılaştırmıştır. Yapılan çalışmadan elde edilen sonuçlara göre, 10 t/ha düzeyinde kullanılan vermikompostun şeker pancarı bitkisinin kök verimi, yaparka gelişmesi ve biomas oluşturma etkisinin 30 t/ha düzeyinde kullanılan ahır gübresi ve ayrıca 140 kg/ha kimyasal azotlu gübre uygulamalarına göre daha iyi sonuçlar verdiği bildirilmiştir.

Ostrowska (1992) ile Slowinski ve ark. (1995) ise, ekonomik ve ekolojik açıdan organik gübre kullanımından ziyade aşırı olmayan dozlarda kimyasal azotlu gübrelerin kullanılmasının şeker pancarında iyi sonuçlar verdiğini vurgulamışlardır.

Organik tarımda kullanılan gübreler denilince ilk akla gelen hayvan dışkıları ile ahırlarda hayvanların altına serilen yataklıktan oluşan ahır gübresi olmaktadır. Bir diğer organik gübre ise yeşil gübrelerdir. Yeşil gübrelemede amaç toprakta gerekli organik maddeyi sağlamak amacıyla yetiştirilen bitkilerin, gelişmelerinin belli devrelerinde ve henüz yeşil halde iken sürülerek toprak altına getirilmesidir (Taban ve ark. 2005).

Üreticiler tarafından yaygın olarak kullanılan organik gübrelerin başında ahır gübresi gelmektedir. Çok değerli bir kaynak olan ahır gübresi sadece bitki gelişimi için gerekli bitki besin maddelerini içermeyip (Lampkin 2002, Herenica ve ark. 2007 ve Watson ve ark. 2002) ayrıca 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 kaynağıdır (Çıtak ve Sönmez 2009).

Organik gübreler besin içerikleri büyük ölçüde değişkenlik gösteren saf materyallerden meydana gelmektedir. Genellikle, ahır gübresinin besin içeriği tavuk gübresinden daha düşüktür. Taze tavuk gübresi ahır gübresinden iki ya da üç kat daha fazla azot içermektedir (Lampkin 2002).

Farklı organik gübrelerin ve kimyasal gübre uygulamasının ıspanak ve lahana yetiştiriciliği üzerine olan etkilerinin araştırıldığı bir çalışmada ahır gübresi uygulamasının başarı ile kullanılabileceği bildirilmiştir (Çıtak ve Sönmez 2010).

Kandil ve Gad (2009) inorganik gübreler ile birlikte ahır gübresi kullanılmasının brokoli bitkisinin mineral içeriğini, kimyasal bileşenlerini, baş verimini ve bitki gelişimini teşvik ettiğini bildirmişlerdir. Ayrıca araştırmacılar organik gübrelerin toprak agregatlaşmasını, havalanmasını, su tutma kapasitesini artırdığını saptamışlardır.

Abou El-Magd ve ark. (2006) 2 yıl ard arda yürütmüş oldukları tarla denemesinde kimyasal gübreli ve kimyasal gübresiz organik gübre uygulamalarının farklı brokoli çeşitlerinde verim ve kalite üzerine etkilerini araştırmışlardır. Araştırmacılar denemede organik gübre olarak ahır gübresi ve tavuk gübrelerini kullanmışlardır. En yüksek vejetatif gelişme ve verim değerlerinin %100 ahır gübresi uygulamasından elde edildiğini belirtirken, denemelerinde brokoli bitkilerinin organik gübreleme ile daha iyi gelişme gösterdiklerini ifade etmişlerdir.

Yapılan çalışmalar vermikompost uygulamasının bütün besinleri elverişli bir biçimde sağladığını ve bu besinlerin bitki tarafından alınımını artırdığını göstermektedir (Nagavallema ve ark. 2006, Peyvast ve ark 2007).

Arancon ve ark.(2002) yaptıkları bir çalışmada patates, biber, domates ve çilek yetiştiriciliğinde gübre olarak vermikompost kullanmışlar ve sonuçta domates ve biberde sürgün uzunluğu, yaprak alanı ve çilekte meyve pazar değerinin önemli oranda artarak kimyasal gübre uygulamasına yakın sonuçların elde edildiğini bildirmişlerdir.

Yapılan bir çalışmada, iki farklı tekstüre sahip toprakta sızık fasulyesi yetiştirilmiştir. Araştırma sonucunda, killi toprağa 500 kg da<sup>-1</sup> vermikompost uygulamasının, kumlu toprağa göre toprağın gözenek oranını, yarayışlı su miktarını ve katyon değişim miktarını daha fazla artırdığı ve ayrıca söz konusu topraktan elde edilen fasulye veriminin daha fazla olduğu ortaya konulmuştur (Manivannan ve ark. 2009).

Arancon ve ark. (2005), az miktarda kullanıldıklarında dahi bitkilerin gelişmelerini önemli ölçüde arttıran vermikompost gerek çiçekçilikte gerekse meyve ve sebze yetiştiriciliğinde etkin bir şekilde kullanılmaktadır.

Kale ve Bano (1986) tarafından yazlık çeltikte yapılan çalışmada, vermikompost uygulamasının kimyasal gübre uygulamasına göre bitkinin vejetatif gelişmesini olumlu yönde artırdığı belirlenmiştir.

Marul ve lahana yetiştiriciliği ile ilgili olarak; Alıve ark. (2007) tarafından yapılan çalışmada, kompost ve vermikompost marul yetiştirme ortamı olarak kullanılmış ve en iyi

marul gelişiminin 20/80 kompost/vermikompost karışımında gerçekleştiği gözlenmiştir. Ayrıca, ortama vermikompost ilavesi ile çinko haricindeki besin elementlerinin ve potansiyel toksik elementlerin miktarının ciddi bir artış göstermediği tespit edilmiştir.

Diğer taraftan, Rangarajan ve Leonard Bestsy (2008) tarafından yapılan lahana denemesinde kompost ve vermikompost gübre olarak kullanılmış ve vermikompostun termofilik komposta göre lahana verimini daha fazla arttırdığı belirtilmiştir.

Abou El-Magd ve ark. (2009) mineral gübre ve organik gübre uygulamalarının brokoli gelişimi üzerine olan etkilerini inceledikleri çalışmalarında, uygulanacak azot miktarının % 75'lik kısmının organik ve % 25'lik kısmının kimyasal gübreden sağlandığında en yüksek verim ve bitki gelişiminin elde edildiğini ve organik uygulamaların bitki gelişimini olumlu yönde etkilediğini, ayrıca tavuk gübresinin mineral gübre ile birlikte uygulanmasının oldukça etkili olduğunu bildirmişlerdir.

Schallenberger ve ark. (2004) lahana bitkisi üretiminde kompost kullanım olanaklarını araştırdıkları çalışmalarında, kompost miktarının tamamının ekimde ya da bir kısmının ekimde kalan kısmının gelişmenin belli dönemlerinde verilmek üzere yürütülen denemede, kompost uygulamasının kimyasal gübreleme kadar etkili olduğunu belirtmişlerdir.

Ohio Üniversitesi'nde yapılan birçok sera denemesinde, vermikompostların sera ürünlerinin büyümesine, bitki tohumlarının büyümesine ve daha fazla ürün elde edilmesine katkı sağladığı görülmüştür. Bazı süs bitkilerinin, ticari yetiştiricilikle kıyaslandığında, vermikompost içerisinde daha çabuk tohumlanıp, çiçeklendiği belirlenmiştir (Edwards ve Burrows 1988).

Gutiérrez-Miceli ve ark. (2007) tarafından yapılan bir çalışma sonucunda, koyun gübresi kullanılarak elde edilen vermikompostun domates bitkisinin ağırlığını dikkate değer oranlarda arttırdığı, topraktaki pH değerini düşürdüğü ve diğer besin elementlerinin çözünürlüğünü artırdığı saptanmıştır.

Bellitürk (2011) tarafından açıklandığı üzere, toprak solucanları hem doğal hem de tarımsal ekosistemlere önemli hizmetler sağlayan canlılardır. Solucanların verimlilik üzerindeki direkt etkileri, bitki artıklarının parçalanma ve mineralizasyonunun geliştirilmesini sağlamasıdır. Solucanların, bitki besin maddesi mineralizasyonu yoluyla toprak verimliliğine önemli katkıları olmaktadır.

Toprak solucanların işlediği hayvansal atıklar ile ticari kompostlar karşılaştırıldığında, hayvansal atık bazlı vermikompostların daha fazla mineral madde içerdiği belirlenmiştir. İnek, domuz, kaz ve tavuk dışkısından elde edilen vermikompostun mineral içeriği (% kuru ağırlık); % 2,2-3,0 N; % 0,4-2,9 P; % 1,7- 2,5 K ve % 1,2-9,5 Ca olarak bulunmuştur. Ticari

kompostların mineral madde içeriği ise N, P, K ve Ca için sırasıyla %1,8; %0,21; %0,48 ve %0,94'tür (Edwards 1988).

Suhane (2007) organik (çeşitli tipte kompostlar) ve kimyasal gübreleme yapılan toprakların kimyasal ve biyolojik özelliklerini belirlemek üzerine yaptığı çalışmada kompost materyali uygulanmış toprakta kimyasal gübre uygulanmış toprağa göre besin elementleri ve mikroorganizma sayısının çok daha fazla olduğunu belirlemiştir.

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).

Domates ve marul tohumlarının çimlendirilmesi konusunda yapılan bir çalışmada, büyükbaş hayvan gübresi ile vermikompost gübrelemenin domates ve marul tohumlarının çimlendirilmesindeki etkileri karşılaştırılmıştır. Yapılan çalışmanın sonucunda, vermikompost gübrelemesinin, bitki büyüme gelişimi üzerine etkilerinin büyükbaş hayvan gübresine göre daha başarılı sonuçlar verdiği tespit edilmiştir (Atiyeh ve ark. 2000).

Thompson ve ark. (2002), tarafından Arizona' da yapılan çalışmada, brokolide farklı sulama yöntemi ve farklı zamanlarda azotlu gübrelemenin (günlük, haftalık, 2 haftalık ve aylık) verim ve kaliteye etkileri araştırılmıştır. Üründeki nitrat içeriklerinin azot dozlarındaki artıştan yüksek oranda etkilendiğini, gübre uygulama zamanlarının ise etkisinin önemli bulunmadığını saptamışlardır.

Erdoğan ve ark. (2006), farklı besin maddesi uygulamalarının organik olarak yetiştirilen İnegöl 92 pırasa çeşidinde nitrat birikimi üzerine etkilerini inceledikleri çalışma sonucunda, inorganik NPK ile gübreleme yapılan parsellerde yetiştirilen pırasaların nitrat içeriğinin ( $146.38 \text{ mg kg}^{-1}$ ), organik gübreleme ile yetiştirilen bitkilerin nitrat içeriğinden daha fazla olduğunu ancak bu miktarın pırasa için belirlenen  $200-600 \text{ mg kg}^{-1}$  değerinin altında kaldığını tespit etmişlerdir.

Özyazıcı ve ark. (2013), organik biber yetiştiriciliğinde ön bitki ve organik gübre uygulamalarının toprakların bazı biyolojik özelliklerine etkisini inceledikleri çalışmada; en yüksek verim ön bitkisi brokoli olan parsellerden ( $3.933 \text{ kg da}^{-1}$ ) elde edilmiştir. Organik gübreler içerisinde ise  $3822 \text{ kg da}^{-1}$  ile en yüksek yağlık biber verimini kompost uygulamasından elde etmişlerdir.

Besirli ve ark. (2004), Yalova kosullarında Matador Ispanak çeşidinin organik ve inorganik koşullarda yetistirilmesinin verim ve bitki kalitesi üzerine olan etkilerini

incelemek amacıyla yaptıkları araştırma sonucunda; organik gübrelerden tavuk gübresi sığır gübresi ve koyun gübresi kullanımı ile inorganik bitki besin maddesi kullanımına yakın miktarda verim elde edilebileceğini bildirmişlerdir.

Vermikompostun içindeki bitki besin elementlerinin % 97'si özellikle N, P ve K bitki tarafından doğrudan alınabilir formdadır. Buna bağlı olarak vermikompostta, zengin üst topraktan kullanılabilir formdaki azot miktarının 5 kat, potasyum miktarının 7 kat, kalsiyum miktarının ise 3 kat daha fazla olduğu, Barley (1961) tarafından açıklanmıştır.

Azarmi ve ark. (2008), domates yetiştirilen topraklarda dekara 1,5 ton vermikompost uygulandığında toprak fiziksel yapısının olumlu yönde değiştiği, organik karbon, N, P, K, Ca, Zn, Mn miktarlarında artış olduğunu ifade etmişlerdir.

Ouda ve Mahadeen (2008), sera koşullarında kış döneminde yapmış oldukları çalışmada organik ve inorganik gübrelemenin brokoli bitkisinin verim ve kalitesi üzerine olan etkilerini araştırmışlardır. 2 yıllık denemelerinde 4 farklı organik gübre (0, 40, 60 ve 80 ton/ha) ve 3 farklı inorganik gübre dozunu (0, 30 ve 60 kg/ha) karşılaştırmışlardır. Deneme sonucunda yapraktaki Mg, P, K, Fe, Mn ve Zn elementi içeriklerinin hem organik hem de inorganik gübrelemede, kontrol uygulamasına göre arttığını belirlemişlerdir.

Bu çalışma ile örtüaltı domates yetiştiriciliğinde kullanılmakta olan sıvı organik gübrelerin domates bitkisinin beslenme durumu ve toprak verimliliği üzerine olan etkileri araştırılmıştır. Denemede kontrol, organik gübre, kimyasal gübre, <sup>1/1</sup> kimyasal+organik gübre, <sup>1/2</sup> kimyasal+organik gübre ve kimyasal gübre+yapraktan organik gübre konuları karşılaştırılmıştır. Tesadüf blokları deneme desenine göre dört tekerrürlü olarak gerçekleştirilen bu çalışmada sonuç olarak söz konusu gübrelerin etkilerinin kontrole göre farklı olduğu, organik gübreler ve kimyasal gübrelerin tek başına kullanılmasına göre gübre kombinasyonlarının genellikle daha olumlu sonuçlar verdiği belirlenmiştir (Demirtaş ve ark. 2012).



### **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 üretim yapan “Riverm Kompost Vermikompost Tarım Hayvancılık Makina San. ve Tic. Ltd. Şti” araştırma-uygulama alanında yer alan 48.00 m x 8.00 m boyutlarındaki yüksek tünel serada 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 1954–2013 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 ay ise 25,1 °C ile Temmuz aylarıdır. Yıllık ortalama yağış miktarı 829,9 mm’dir. 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 ve Ocak ayında %84,0’e yükselmektedir. Yıllık ortalama rüzgâr hızının 2 m yükseklikteki değeri 2,6 m s<sup>-1</sup>’dir.

##### **3.1.3. Toprak 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.

### 3.1.4. Gübre Özellikleri

#### 3.1.4.1. Kimyasal Gübre

Araştırmada kullanılan kimyasal gübre, özel bir firma tarafından üretilen ve araştırmanın yapıldığı dönemde satışı yasal olarak yapılmakta olan “% 33 N” içeren “amonyum nitrat” gübresidir.

#### 3.1.4.2. Vermikompost (katı ve sıvı)

Araştırmada kullanılan vermikompost (solucan gübresi) isimli gübrenin katı ve sıvı formları, söz konusu firmadan temin edilen aşağıdaki Çizelge 3.1’de verilen özelliklere sahiptir. Firmanın katı solucan gübresinin yapılmış olan analiz sonuçlarına göre organik madde oranının ise % 63,3 olduğu bilinmekte ve genel olarak son derece iyi özellikler taşıdığı görülmektedir. Vermikompost üretiminde hayvan dışkıları, bitkisel üretim artıkları, sebze-meyve atıkları kullanılmış olup, bu atıklar *Eisenia fetida* türü solucanların sindirim sistemlerinden geçmiş olan son ürün olarak piyasada “solucan gübresi” olarak satılmaktadır.

**Çizelge 3.1.** Firmadan temin edilen ve araştırmada kullanılan katı ve sıvı organik solucan gübresinin analiz sonuçları

Gübre	N %	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>	Fe mg kg <sup>-1</sup>	Mn mgkg <sup>-1</sup>	OM %
Katı Vermikompost	2,7	1,35	1,2	4,58	1,59	0,007	0,34	0,029	63,3
Sıvı Vermikompost	0,12	0,10	0,10						

### 3.1.5. 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 0,50 m aralıklı ve  $4 \text{ L h}^{-1}$  debili 1 atü işletme basıncında basınç düzenleyicili on-line damlatıcıların bulunduğu 16 mm çapında yumuşak PE borular kullanılmıştır (Şekil 3.3)

### 3.1.6. Bitki Özellikleri

Araştırmada, Antalya’da bulunan 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)

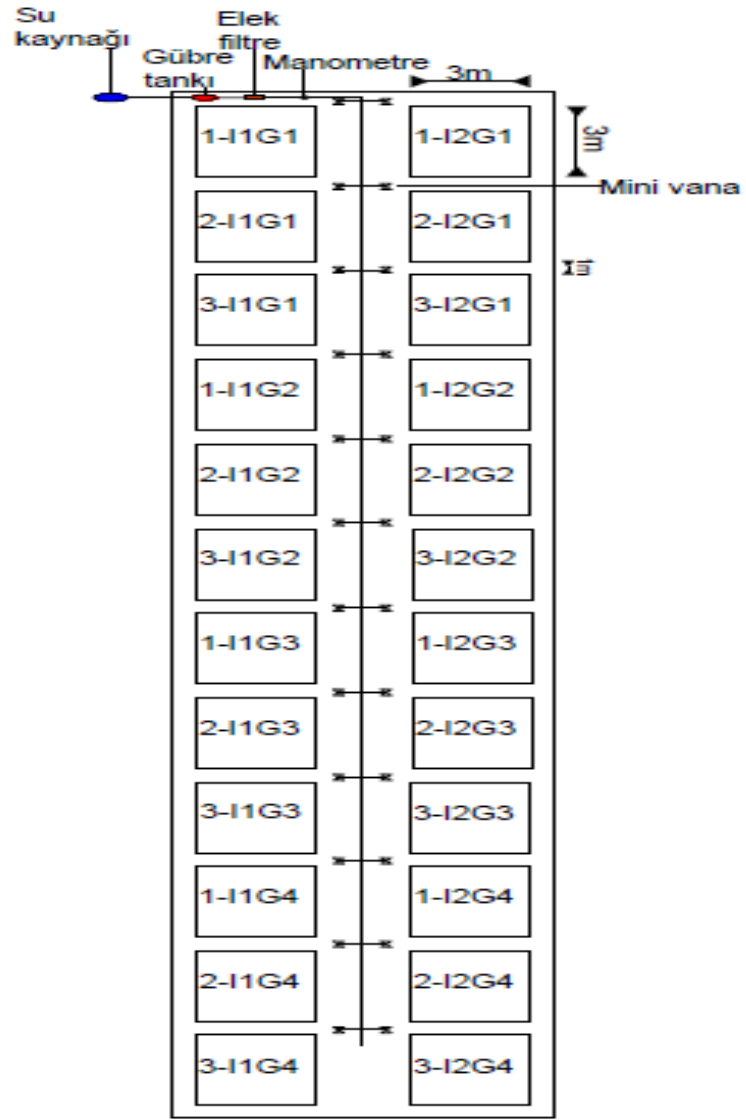
**Çizelge 3.2.** Araştırma alanına ilişkin iklim değerlerinin uzun yıllar ortalamaları (1997-2016)

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
Ortalama rüzgar hızı* (m s <sup>-1</sup> )	2,7	2,7	2,6	2,3	2,3	2,4	2,7	2,8	2,5	2,6	2,5	2,8	2,6
Ort. güneşlenme süresi (h)	2,5	3,3	4,3	5,42	8,6	9,0	10,03	9,1	7,1	4,4	3,2	2,4	5,8
Yağış (mm)	67,0	50,5	58,0	47,0	32,1	55,6	86,0	52,3	104,4	140,1	69,0	67,9	829,9
Buharlaştırma (mm)	-	-	-	62,4	112,4	138,1	176,8	170,2	113,2	67,8	22,6	9,2	872,7

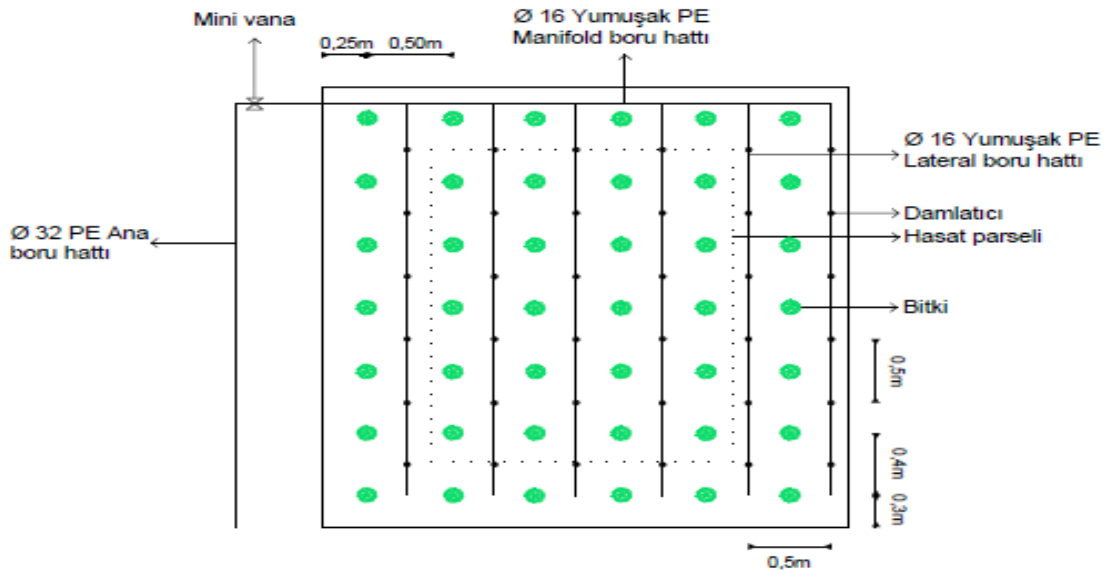
\*: 2 m yükseklikte ölçülen değerdir.

**Çizelge 3.3.** Araştırma alanına ilişkin 2016 ve 2017 yıllarına ait 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

### 3.1.7. 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.

#### 3.2.2. Deneme düzeni ve araştırma konuları

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

Dikkate alınacak 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 I1 konusuna uygulanan suyun % 50 'si kadar sulama suyu uygulanan konu,

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

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 fide üretim tesisinden elde edilen Rumba F1 fideleri alınmıştır. Toprak altı gözlerinin birinci evresi 2016 yılı 15 Nisan (DOY 106) ve 1 Ekim (DOY 274)'de, ikinci

evresi 1 Ekim (DOY 275) ve 31 Ocak (DOY 31) tarla hazırlığı tamamlanan parsellere sıra aralığı 0,50 m ve sıra üzeri 0,40 m olacak şekilde el ile dikilmiştir. Toprak hazırlığında, dikim öncesi G<sub>1</sub>, G<sub>2</sub>, G<sub>3</sub> deneme konularına 200 kg da<sup>-1</sup> katı solucan gübresi, G<sub>4</sub> deneme konusuna 15-15-15 taban gübresi uygulaması yapılmıştır. Vejetatif gelişme döneminde dikimden sonra 10.gün ve 30.günde G<sub>2</sub>, G<sub>3</sub> deneme konularına sıvı solucan gübresi uygulanmıştır. G<sub>4</sub> deneme konusuna çiçeklenme başlamadan önce dekara 10 kg gelecek şekilde AN gübrelemesi yapılmıştır. Deneme süresince gerektiği zamanlarda çapa işlemi yapılmış, böylece yabancı otlar temizlenmiş ve toprak havalandırılmıştır.

Ürün hasadı, ilkbahar döneminde 27 Haziran'da, sonbahar yetiştiriciliğinde 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 ulaşamamıştır. 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. Fertigasyon 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.

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, %,

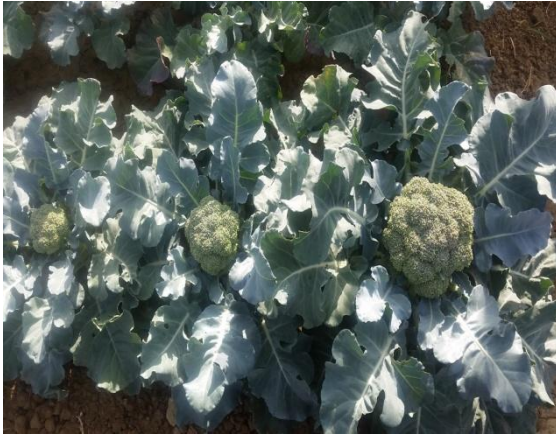
MN : Mevcut nem, %,

$\gamma_t$  : Toprağın hacim ağırlığı, g cm<sup>-3</sup>,

D : Etkili kök derinliği, mm,

P : ıslatılan alan yüzdesi, %değerlerini göstermektedir.





**Şekil 3.4.** Üretim döneminden bazı görüntüler

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,

$P$  : Islatılan alan yüzdesi, %,

$A$  :Alan, da,

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

$N$  : Parseldeki damlatıcı sayısı, adettir.

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).

$$IWUE = \frac{Y_1}{I} \quad (3.3)$$

$$WUE = \frac{Y_1}{ET} \quad (3.4)$$

Eşitliklerde;

$IWUE$  : Sulama suyu kullanım randımanı,  $kg m^{-3}$ ,

$WUE$  : Su kullanım randımanı,  $kg m^{-3}$ ,

$Y_1$  : Pazarlanabilir verim,  $kg da^{-1}$ ,

$I$  : Mevsimlik sulama suyu miktarı, mm,

$ET$  : Mevsimlik bitki su tüketimi, mm dir.

### 3.2.5. Toprak ve yaprak analiz yöntemleri

Araştırmada yapılan toprak ve yaprak analizlerine ilişkin yöntemler aşağıda açıklanmıştır;

1. Organik Madde: Toprak örneklerinin organik madde içerikleri Walkey-Black yöntemi ile tayin edilmiştir (Sağlam 2012).

2. Kireç: Toprak örneklerinin kireç miktarları Scheibler Kalsimetresi ile belirlenmiştir (Sağlam 2012).
3. Toprak Reaksiyonu (pH): Toprakların pH değerleri elektrometrik olarak ölçülmüştür (Sağlam 2012).
4. Tekstür: Toprak örneklerinin tekstür tayinleri Bouyoucos Hidrometre yöntemi ile yapılmıştır (Demiralay 1993).
5. Bitkiye Yararışlı Fosfor: Toprak örneklerinin bitkiye yararışlı fosfor içerikleri Olsen yöntemi ile ekstrakte edildikten sonra (Sağlam 2012), ICP-OES (Inductively Coupled Plasma Optical Emission Spectrometry) cihazında okunarak belirlenmiştir.
6. Değişebilir Katyonlar (K, Ca, Mg): Toprak örnekleri amonyum asetatla ekstrakte edildikten sonra (Sağlam 2012)'e göre değişebilir katyonlar (K, Ca, Mg) ICP-OES ile belirlenmiştir.
7. Yararışlı bor; Kacar (2009)'un Berger ve Troug (1939)'dan bildirdiğine göre, sıcak suda çözünen bor ekstrakte edilerek ICP-OES'de belirlenmiştir.
8. Toplam Tuz: Toprak örneklerinin suda çözünebilir toplam tuz içerikleri sature toprak macununda EC cihazı ile belirlenmiştir (U.S Soil Survey Staff 1951).
9. Bitkilere Yararışlı Bazı Mikro Elementler (Fe, Cu, Zn, Mn): Toprak örnekleri yararışlı mikro element analizi için 0.005 M DTPA+ 0.01 M CaCl<sub>2</sub> + 0,1 M TEA (pH 7.3) ile ekstrakte edilmiştir (Lindsay ve Norvell 1978). Ekstrakttaki yararışlı Fe, Cu, Zn, ve Mn miktarları ICP-OES'de belirlenmiştir.

### 3.2.6. İstatistiksel analizler

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

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

#### 4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI ve TARTIŞMA

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

##### 4.1. Araştırma Alanı Topraklarının 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 1,60g 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 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 Kapasitesi		Solma Noktası		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

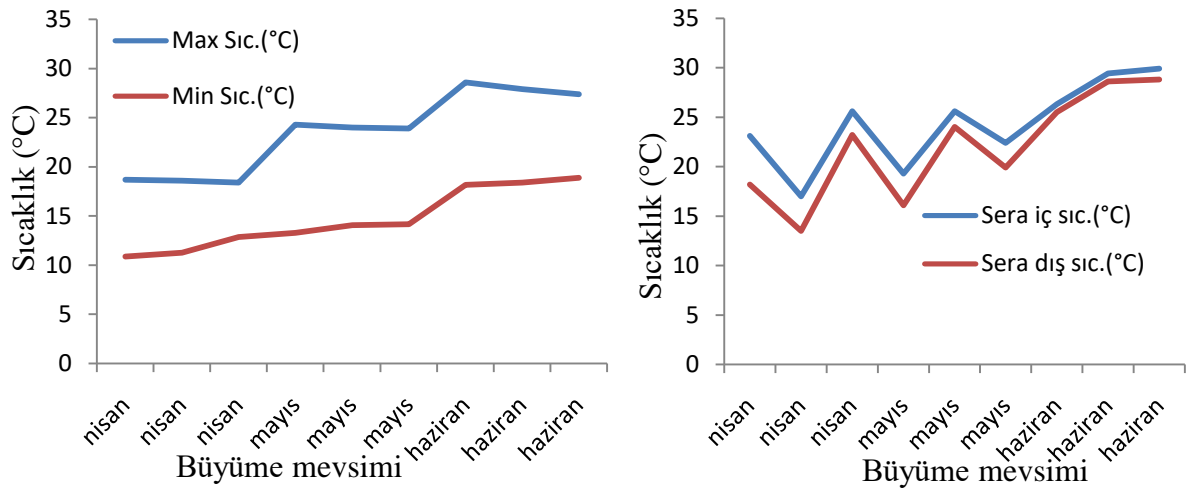
**Çizelge 4.2.** Araştırma alanı topraklarının kimyasal özellikleri

Yıl	Profil derinliği (cm)	Su ile doygunluk (%)	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

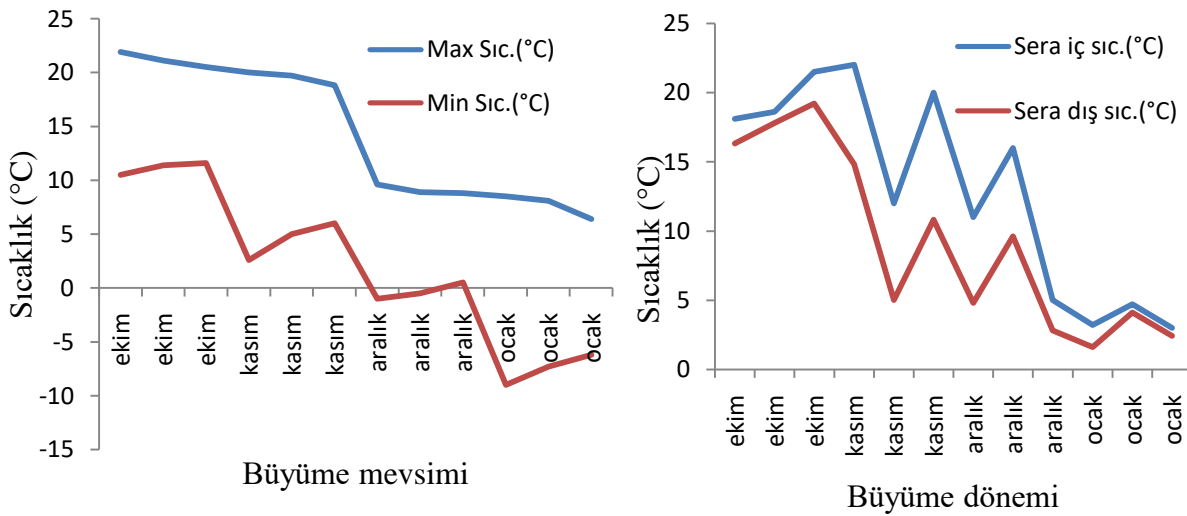
Araştırma alanı genellikle killi tın bünyeye sahip, organik madde içeriği az, potasyumca fakir, hafif alkalın, orta kireçli, topraklardan oluşmakta, taban suyu ve sodyumluluk gibi sorunlar bulunmamaktadır. Yörede yapılan birçok çalışmada kullanılan toprakların benzer özellikler taşıdığı belirtilmektedir (Bellitürkve Sağlam 2005)

#### 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. Fertigasyon uygulamalarına ait sonuçlar

Araştırma alanı topraklarının bünye sınıfı ve gerçek infiltrasyon hızı değerlerine göre damlatıcı debisi 4 L/h olarak seçilmiş, damlatıcı debisi ve toprağın gerçek su alma hızı ( $I = 12,0$  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 döşenmiş ve böylece ıslatılan alan yüzdesi %100 olarak bulunmuştur.

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

Deneme konularında yetiştiricilik dönemi içerisinde uygulanan sulama suyu miktarları ve topraktaki nem değişimi değerleri Şekil 4.2'de grafiklendirilmiştir. Toplam büyüme mevsimi boyunca deneme konularında uygulanan toplam sulama suyu değerleri ilkbahar yetiştirme döneminde 197,0 mm ile 442,0 mm, bitki su tüketimi değerleri 253,0 mm ile 441,0 mm arasında; sonbahar yetiştirme döneminde ise sulama suyu 153,0 mm ile 326,0 mm ve bitki su tüketimi 230,0 mm ile 364,0 mm arasında değişmiştir.

Araştırmada elde edilen verim, bitki su tüketimi ve uygulanan sulama suyu değerlerinden yararlanılarak elde edilen IWUE değerleri, sırasıyla 1,34-6,78  $\text{kg/m}^3$  arasında değişirken, su kullanım randımanları (WUE) 1,19-5,28  $\text{kg/m}^3$  arasında değişmiştir. 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.

### 4.4. Fenolojik Gözlemlere İlişkin Sonuçlar

Denemenin yürütüldüğü yıla ilişkin gelişme periyotları ve büyüme mevsimi uzunlukları Şekil 4.3'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.

### 4.5. Verime ilişkin bazı sonuçlar

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 4.3, 4.4, 4.5'te 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 G4 konusu tek başına ilk grubu oluştururken, diğer konular aynı grup içinde kalmışlardır.

**Çizelge 4.3.** Toplam verime ilişkin ortalama değerler (kg da<sup>-1</sup>)

Sulama Düzeyi	Gübre Çesidi	Ortalama
I <sub>1</sub>	G <sub>1</sub>	1485
	G <sub>2</sub>	1043
	G <sub>3</sub>	1223
	G <sub>4</sub>	1665
I <sub>2</sub>	G <sub>1</sub>	506
	G <sub>2</sub>	616
	G <sub>3</sub>	318
	G <sub>4</sub>	1337

I<sub>1</sub>:Yeterli sulama, I<sub>2</sub>: Kısıtlı sulama

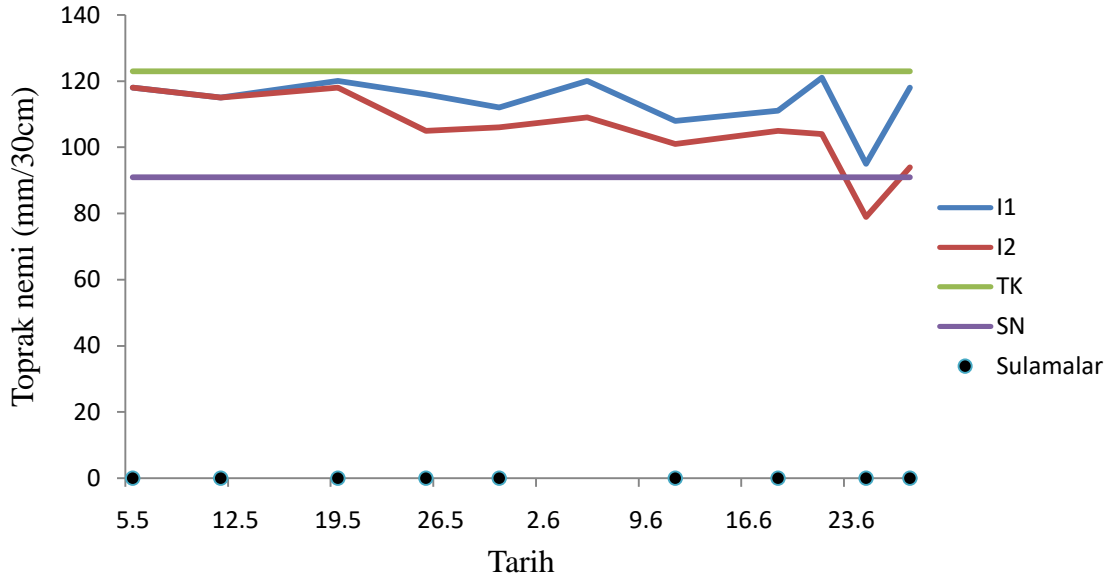
**Çizelge 4.4.** Toplam verime ilişkin varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Tekerrür	2	465486,6	232743	0,4749	0,6316
Sulama Düzeyi	1	1052947,0	1052947	2,1484	0,1648ns
Gübre Çesidi	3	8742953,8	2914318	5,9462	0,0078*
Sulama Düzeyi * Çeşit	3	730754,1	243585	0,4970	0,6902ns
Hata	14	6861617	490116		
Genel	23	17853759	776250		

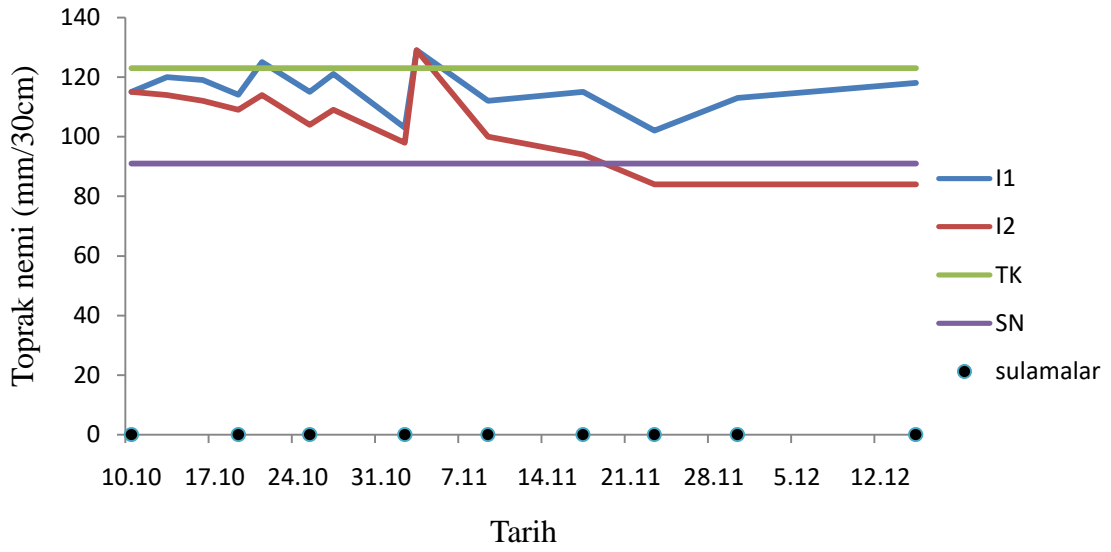
ns: önemsiz, \* : P<0,05 düzeyinde önemli

**Çizelge 4.5.** Gübre çeşitlerinin toplam verim değerlerine etkisi üzerine LSD testi sonuçları

Deneme konuları	En Küçük Kareler Ortalaması	Toplam verim değerleri (kg da-1)	LSD Grubu
G <sub>4</sub>	2099,1667	2099,5	A
G <sub>2</sub>	743,5000	733,5	B
G <sub>1</sub>	736,6667	736,5	B
G <sub>3</sub>	644,5000	644,5	B



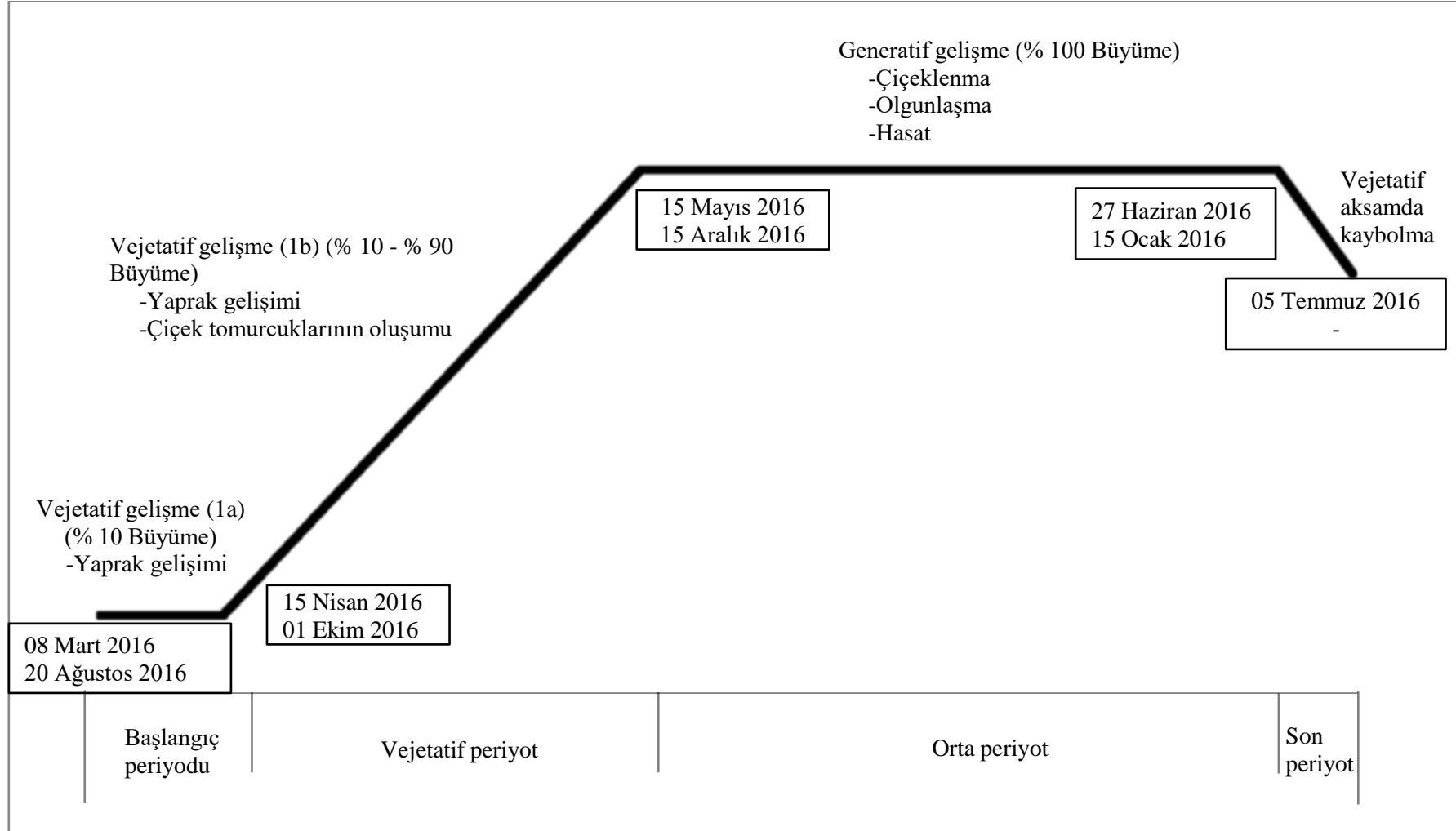
(a) İlkbahar



(b) Sonbahar

Şekil 4.2. Büyüme mevsimi boyunca izlenen nem değişimleri





Şekil 4.3. Brokoli bitkisinin büyüme periyodu uzunlukları (ilkbahar ve sonbahar)

#### 4.6. Bitki Analiz Sonuçları

Araştırmada ilkbahar ve sonbahar yetiştiricilik dönemlerinde denemeler sonrasında bitkiden alınan yaprak örneklerinden elde edilen makro ve mikro element miktarları Çizelge 4.6'da, herbir elemente ait varyans analizi sonuçları Çizelge 4.7-4.16'da verilmiştir.

Yapraktaki azot ve fosfor miktarı (%) ile ilgili verilerde uygulanan varyans analizi (Çizelge 4.7 ve 4.8) sonucunda; gübre uygulamaları arasındaki farklılık istatistiksel olarak  $P < 0,05$  seviyesinde önemli bulunmuştur. Uygulamalara ait yapraktaki ortalama azot değerleri Çizelge 4.6'da verilmiştir. Buna göre en fazla azot miktarı  $G_4$  (%0,11) uygulamasında, en az azot miktarı ise  $G_2$  (%0,05) uygulamasında kaydedilmiştir. Jones ve ark. (1991), Alpaslan ve ark. (1998) yapraktaki azot miktarının %3,30-4,50 arası "yeterli" olduğunu belirtmişlerdir. Castellanos ve ark. (1999), Hanlon ve Hochmuth (2000)'in brokoli yaprak örneklerinde yaptıkları araştırmada N içeriklerinin % 3-5 arasında değiştiğini belirtmişlerdir.

Yaprakta elde edilen en fazla fosfor miktarı  $G_4$  uygulamasında %0,23 olarak, en az fosfor miktarı ise %0,15 olarak  $G_1$  uygulamasında kaydedilmiştir. Jones ve ark. (1991) ve Alpaslan ve ark. (1998)'e göre yapraktaki fosfor miktarı % 0,33-0,80 arasında "yeterli" iken, Bergmann (1992) ve İbrikçi ve ark. (2004) %0,40-0,70 arasında "yeterli" olduğunu belirtmişlerdir.

Yapraktaki potasyum ve kalsiyum miktarı (%) ile ilgili verilerde uygulanan varyans analizi sonucunda (Çizelge 4.9 ve 4.10); farklılıklar istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur. Uygulamalara ait yapraktaki ortalama potasyum değerleri %1,06-1,34; kalsiyum değerleri %2,35-3,23 arasında değişmiştir. Jones ve ark. (1991) ve Alpaslan ve ark. (1998)'na göre yapraktaki potasyum miktarı %2,60-4,20; kalsiyum miktarı % 2,0-3,50 arasında "yeterli" iken, Bergmann (1992) ve İbrikçi ve ark. (2004) bu miktarların sırasıyla %3,0-4,20 ve %1,0-1,50 arası "yeterli" olduğunu belirtmişlerdir.

Yaprakta elde edilen magnezyum miktarlarına ait varyans analizi sonuçları Çizelge 4.11'de verilmiştir. Varyans analizi sonuçlarına göre konular arasındaki farklılık istatistiksel açıdan önemsiz bulunmuştur. Yapraktaki magnezyum miktarı en fazla  $G_4$  (%0,08) uygulamasında, en az  $G_2$  (%0,05) uygulamasında kaydedilmiştir. Jones ve ark. (1991), Alpaslan ve ark. (1998)'na göre yapraktaki kalsiyum miktarı % 2,0-3,50 arasında "yeterli" iken, Bergmann (1992) ve İbrikçi ve ark. (2004)'na göre % 1,0-1,50 arası "yeterli"dir. Deneme sonucuna göre Mg miktarları sınır değerlerinin altında kaldığı için yetersiz bulunmuştur.

**Çizelge 4.6.** İlkbahar yetiştiricilik dönemi (yaprak) analiz sonuçları

Varyasyon kaynağı	Ana konu	Alt konu	Makro Elementler					Mikro Elementler				
			N (%)	P(%)	K (%)	Ca (%)	Mg (%)	B (mgkg <sup>-1</sup> )	Cu (mgkg <sup>-1</sup> )	Fe (mgkg <sup>-1</sup> )	Mn(mgkg <sup>-1</sup> )	Zn (mgkg <sup>-1</sup> )
Sulama Düzeyi	I <sub>1</sub>		0,07	1,23	2,73	0,19	4,92	49,26	38,97 a	20,40	16,43	0,08
	I <sub>2</sub>		0,08	1,23	2,73	0,17	6,06	42,10	37,96 b	17,67	14,61	0,07
			ns	ns	ns	ns	ns	ns	*	ns	ns	ns
Gübre Düzeyi		G <sub>1</sub>	0,06 b	0,15 b	1,34	2,66	0,06	17,55 b	3,98	41,81 b	35,60 b	16,13 ab
		G <sub>2</sub>	0,07 b	0,16 b	1,31	2,64	0,06	17,92 b	6,21	48,87 ab	36,13 b	15,15 b
		G <sub>3</sub>	0,05 b	0,19 ab	1,32	2,35	0,05	16,62 b	3,49	38,84 b	33,58 b	14,58 b
		G <sub>4</sub>	0,11 a	0,23 a	1,06	3,23	0,08	26,66 a	5,06	60,08 a	47,21 a	19,55 a
			*	*	ns	ns	ns	*	ns	*	*	*
Sulama Düzeyi *	I <sub>1</sub>	G <sub>1</sub>	0,08	0,18	1,31	2,79	0,07	20,53	4,35	43,30	36,52	18,47
		G <sub>2</sub>	0,05	0,15	1,30	2,58	0,06	15,46	9,57	39,60	36,13	14,04
		G <sub>3</sub>	0,05	0,18	1,31	2,61	0,05	16,46	4,83	32,73	35,38	13,91
		G <sub>4</sub>	0,11	0,22	0,95	3,28	0,08	24,17	6,21	55,75	45,64	16,70
Gübre düzeyi	I <sub>2</sub>	G <sub>1</sub>	0,05	0,13	1,39	2,54	0,06	14,58	3,62	40,32	34,68	13,80
		G <sub>2</sub>	0,09	0,18	1,33	2,71	0,07	20,39	2,86	58,14	36,12	16,25
		G <sub>3</sub>	0,05	0,20	1,33	2,08	0,04	16,79	2,15	44,95	31,78	15,25
		G <sub>4</sub>	0,11	0,25	1,17	3,18	0,08	29,16	3,91	64,42	48,78	22,41
			ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns

**Çizelge 4.7.** Yaprakta N elementine ait varyans analiz sonuçları (İlkbahar)

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Tekerrür	2	0,00039636	0,0001982	0,4108	0,6708
Sulama Düzeyi	1	0,00002250	0,0000225	0,0467	0,8321
Gübre Çesidi	3	0,01285847	0,0042862	8,8851	0,0015*
Sulama Düzeyi * Çeşit	3	0,00353708	0,0011790	2,4441	0,1071
Hata	14	0,00675357	0,000482		
Genel	23	0,02356798	975,90035		

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

**Çizelge 4.8.** Yaprakta P elementine ait varyans analiz sonuçları (İlkbahar)

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Tekerrür	2	31937,5	15968,8	0,1538	0,8589
Sulama Düzeyi	1	28846,8	28846,8	0,2778	0,6064
Gübre Çesidi	3	2266539,6	755513,2	7,2758	0,0035*
Sulama Düzeyi * Çeşit	3	609405,9	203135,3	1,9562	0,1670
Hata	14	1453753,4	103840		
Genel	23	4390483,3	0,0000052		

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

**Çizelge 4.9.** Yaprakta K elementine ait varyans analiz sonuçları (İlkbahar)

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Tekerrür	2	4714327	2357164	0,2209	0,8045
Sulama Düzeyi	1	4479736	4479736	0,4198	0,5275
Gübre Çesidi	3	31895506	10631835	0,9963	0,4233
Sulama Düzeyi * Çeşit	3	4075471	1358490	0,1273	0,9423
Hata	14	149395509	10671108		
Genel	23	194560549	0,00000011		

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

**Çizelge 4.10.** Yaprakta Ca elementine ait varyans analiz sonuçları (İlkbahar)

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Tekerrür	2	12140140	6070070	0,1137	0,8934
Sulama Düzeyi	1	21029382	21029382	0,3938	0,5404
Gübre Çesidi	3	243556617	81185539	1,5203	0,2528
Sulama Düzeyi * Çeşit	3	33864048	11288016	0,2114	0,8868
Hata	14	747632266	53402305		
Genel	23	1058222453	0,000000217		

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

**Çizelge 4.11.** Yaprakta Mg elementine ait varyans analiz sonuçları (İlkbahar)

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Tekerrür	2	9194,42	4597,21	0,1383	0,8720
Sulama Düzeyi	1	3,77	3,77	0,0001	0,9917
Gübre Çesidi	3	271909,29	90636,43	2,7265	0,0837
Sulama Düzeyi * Çeşit	3	56809,01	18936,34	0,5696	0,6441
Hata	14	465392,10	33242,3		
Genel	23	803308,60	0,000028		

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

Farklı su uygulamaları ve farklı gübre uygulamalarının etkisi altında brokoli bitkisinin yapraklarındaki bor, demir mangan ve çinko miktarları Çizelge 4.6’da, varyans analiz sonuçları Çizelge 4.12, 4.14, 4.15, 4.16’da verilmiştir. Bu parametreler sulama düzeyi farklılığından etkilenmemiş ve istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur. Gübre konuları bakımından farklılık p<0,05 düzeyinde önemli bulunmuştur. Çizelge 4.6’ya göre, yaprakta bor miktarı G<sub>4</sub> konusunda en fazla 26,66 mg kg<sup>-1</sup>, G<sub>2</sub> konusunda en az 16,62mg kg<sup>-1</sup> olmuştur.

Yapraktaki en fazla demir miktarı G<sub>4</sub>(60,08mg kg<sup>-1</sup>) uygulamasında, en az G<sub>2</sub> (38,84mg kg<sup>-1</sup>) uygulamasında kaydedilmiştir. Jones ve ark. (1991) ve Alpaslan ve ark. (1998) yapraktaki demir miktarının 30-200 mg kg<sup>-1</sup> arasında “yeterli” seviyede olduğunu belirtmişlerdir.

Yapraktaki mangan miktarı 47,21 mg kg<sup>-1</sup> olarak G<sub>4</sub> uygulamasında en çok, 33,58mg kg<sup>-1</sup> ile G<sub>2</sub> uygulamasında en az olmuştur. Jones ve ark. (1991) ile Alpaslan ve ark.

(1998)'na göre yapraktaki mangan miktarı 25-250 mg kg<sup>-1</sup> arasında “yeterli” iken, Bergmann (1992) ve İbrikçi ve ark. (2004) 30-100 mg kg<sup>-1</sup> arasında “yeterli” olduğunu belirtmişlerdir.

Yapraktaki çinko miktarı 14,58 ile 19,55 mg kg<sup>-1</sup> arasında değişmiştir. Jones ve ark. (1991) ile Alpaslan ve ark. (1998)'na göre yapraktaki çinko miktarı 20-250 mg kg<sup>-1</sup> arasında “yeterli” iken Bergmann (1992) ve İbrikçi ve ark. (2004)'na göre 30-70mg kg<sup>-1</sup> arası “yeterli”dir.

Yapraktaki bakır miktarı ile ilgili verilerde uygulanan varyans analizi (Çizelge 4.13) sonucunda; istatistiksel olarak sulama düzeyleri arasında P<0,05 seviyesinde farklılık bulunmuştur. Buna göre yapraktaki bakır miktarı en fazla I<sub>1</sub>(38,97mg kg<sup>-1</sup>) uygulamasında ve en az I<sub>2</sub>(37,96mg kg<sup>-1</sup>) uygulamasında bulunmuştur.

**Çizelge 4.12.** Yaprakta B elementine ait varyans analiz sonuçları (İlkbahar)

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Tekerrür	2	21,95191	10,9760	0,5971	0,5639
Sulama Düzeyi	1	6,91227	6,9123	0,3760	0,5496
Gübre Çesidi	3	394,28368	131,4279	7,1492	0,0038*
Sulama Düzeyi * Çeşit	3	120,17197	40,0573	2,1790	0,1360
Hata	14	257,36956	18,3835		
Genel	23	800,68938	0,028725		

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

**Çizelge 4.13.** Yaprakta Cu elementine ait varyans analiz sonuçları (İlkbahar)

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Tekerrür	2	19,945158	9,97258	1,0799	0,3663
Sulama Düzeyi	1	57,970417	57,97042	6,2776	0,0252*
Gübre Çesidi	3	26,319650	8,77322	0,9501	0,4432
Sulama Düzeyi * Çeşit	3	29,201783	9,73393	1,0541	0,3997
Hata	14	129,28257	9,2345		
Genel	23	262,71958	0,087545		

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

**Çizelge 4.14.** Yaprakta Fe elementine ait varyans analiz sonuçları (İlkbahar)

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Tekerrür	2	4,0780	2,0390	0,0174	0,9828
Sulama Düzeyi	1	497,9526	497,9526	4,2427	0,0585
Gübre Çesidi	3	1605,6405	535,2135	4,5602	0,0198*
Sulama Düzeyi * Çeşit	3	367,3884	122,4628	1,0434	0,4039
Hata	14	1643,1439	117,367		
Genel	23	4118,2034	0,005584		

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

**Çizelge 4.15.** Yaprakta Mn elementine ait varyans analiz sonuçları (İlkbahar)

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Tekerrür	2	12,57707	6,2885	0,1140	0,8931
Sulama Düzeyi	1	2,00682	2,0068	0,0364	0,8515
Gübre Çesidi	3	681,37885	227,1263	4,1159	0,0274*
Sulama Düzeyi * Çeşit	3	37,35938	12,4531	0,2257	0,8770
Hata	14	772,5581	55,1827		
Genel	23	1505,8803	0,015273		

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

**Çizelge 4.16.** Yaprakta Zn elementine ait varyans analiz sonuçları (İlkbahar)

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Tekerrür	2	2,372008	1,18600	0,1410	0,8697
Sulama Düzeyi	1	7,877604	7,87760	0,9363	0,3496
Gübre Çesidi	3	89,367913	29,78930	3,5407	0,0427*
Sulama Düzeyi * Çeşit	3	83,751079	27,91703	3,3182	0,0511
Hata	14	117,78659	8,4133		
Genel	23	301,15520	0,076372		

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

Yaprakta sonbahar yetiştiriciliğine ait elde edilen makro ve mikro element analizi sonuçları Çizelge 4.17’de, varyans analiz sonuçları ise Çizelge 4.18-4.27’de verilmiştir.

Sonbaharda yaprakta elde edilen azot (N), fosfor (P), potasyum (K), kalsiyum (Ca) ve çinko (Zn) elementlerine ait varyans analiz sonuçlarına göre (Çizelge 4.18, 4.19, 4.20, 4.21 ve 4.27) sulama ile gübreleme konuları arasındaki farklılık istatistiksel olarak %5 düzeyinde önemli olurken sulama\*gübreleme interaksiyonları önemsiz bulunmuştur. Yaprakta elde edilen N,P, K, Ca ve Zn miktarları, sırasıyla, %0,05-0,11; %0,28-0,41; %0,12-0,16; %1,28-1,70; 184,61-272,64 aralığında değişiklik göstermiştir. Jones ve ark. (1991) ile Alpaslan ve ark. (1998)’na göre yapraktaki fosfor miktarı %0,33-0,80; potasyum miktarı % 2,60-4,20;kalsiyum miktarı % 2,0-3,50; çinko miktarı 20-250 mg kg<sup>-1</sup> arasında “yeterli” iken, Bergmann (1992) ile İbrikçi ve ark. (2004)’na göre fosfor miktarı% 0,40-0,70; potasyum miktarı % 3,0-4,20; kalsiyum miktarı % 1,0-1,50 ve çinko miktarının 30-70 mg kg<sup>-1</sup> arasında“yeterli” olduğunu belirtmişlerdir.

Çizelge 4.22 ve 4.25’e göre yaprakta elde edilen magnezyum (Mg) ve demir (Fe) miktarları arasındaki farklılıklar sulama konuları bakımından %5 önemli olurken, gübre konuları ve interaksiyonlar bakımından önemsiz bulunmuştur.

Yaprakta elde edilen bakır (Cu) ve mangan (Mn) miktarları arasındaki farklılıklar ise sulama, gübreleme konuları ve interaksiyonlar bakımından önemsiz bulunmuştur.



**Çizelge 4.17.** Sonbahar yetiştiricilik dönemi (yaprak) analiz sonuçları

Varyasyon kaynağı	Ana konu	Alt konu	Makro Elementler					Mikro Elementler			
			N	P (%)	K (%)	Ca (%)	Mg (%)	Cu (mgkg <sup>-1</sup> )	Fe(mgkg <sup>-1</sup> )	Mn (mgkg <sup>-1</sup> )	Zn (mgkg <sup>-1</sup> )
Sulama Düzeyi	I <sub>1</sub>		0,07	0,37 a	0,16 a	1,56 a	0,12 a	25,71	573,40 a	259,38	250,87 a
	I <sub>2</sub>		0,08	0,28 b	0,11 b	1,32 b	0,09 b	23,72	394,78 b	233,91	177,34 b
			ns	*	*	*	*	ns	*	ns	*
Gübre Düzeyi		G <sub>1</sub>	0,06 b	0,30 b	0,12 b	1,28	0,09	24,89	513,84	258,16	194,73 b
		G <sub>2</sub>	0,07 b	0,31 b	0,13 b	1,43	0,10	23,88	399,23	250,27	204,44 b
		G <sub>3</sub>	0,05 b	0,28 b	0,13 b	1,70	0,10	20,54	545,89	230,54	184,61 b
		G <sub>4</sub>	0,11 a	0,41 a	0,16 a	1,36	0,12	29,55	477,40	247,63	272,64 a
			*	*	*	*	ns	ns	ns	ns	*
Sulama Düzeyi *	I <sub>1</sub>	G <sub>1</sub>	0,08	0,26	0,11	1,07	0,06	27,39	415,56	223,46	173,31
		G <sub>2</sub>	0,05	0,23	0,10	1,45	0,09	21,70	301,81	242,78	152,07
		G <sub>3</sub>	0,05	0,24	0,11	1,63	0,10	18,23	576,72	234,34	158,02
		G <sub>4</sub>	0,11	0,37	0,13	1,15	0,09	27,57	285,02	235,07	225,97
Gübre düzeyi	I <sub>2</sub>	G <sub>1</sub>	0,05	0,33	0,14	1,49	0,11	22,38	612,12	292,84	216,14
		G <sub>2</sub>	0,09	0,39	0,16	1,41	0,11	26,07	496,66	257,77	256,81
		G <sub>3</sub>	0,05	0,32	0,16	1,77	0,11	22,86	515,06	226,73	211,20
		G <sub>4</sub>	0,11	0,44	0,18	1,57	0,14	31,53	669,78	260,19	319,31
			ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns

**Çizelge 4.18.** Yaprakta N elementine ait varyans analiz sonuçları (Sonbahar)

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Tekerrür	2	0,00039636	0,0001982	0,4108	0,6708
Sulama Düzeyi	1	0,00002250	0,0000225	0,0467	0,8321
Gübre Çesidi	3	0,01285847	0,0042862	8,8851	0,0015*
Sulama Düzeyi * Çeşit	3	0,00353708	0,0011790	2,4441	0,1071
Hata	14	0,00675357	0,000482		
Genel	23	0,02356798			

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

**Çizelge4.19.** Yaprakta P elementine ait varyans analiz sonuçları (Sonbahar)

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Tekerrür	2	13,76358	6,8818	0,2093	0,8136
Sulama Düzeyi	1	546,73760	546,7376	16,6284	0,0011*
Gübre Çesidi	3	554,74734	184,9158	5,6240	0,0096*
Sulama Düzeyi * Çeşit	3	75,79192	25,2640	0,7684	0,5306
Hata	14	460,3172	32,880		
Genel	23	1651,3576	0,013927		

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

**Çizelge 4.20.** Yaprakta K elementine ait varyans analiz sonuçları (Sonbahar)

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Tekerrür	2	0,23981	0,1199	0,0317	0,9688
Sulama Düzeyi	1	119,52212	119,5221	31,6230	<,0001*
Gübre Çesidi	3	45,22495	15,0750	3,9885	0,0302*
Sulama Düzeyi * Çeşit	3	5,65996	1,8867	0,4992	0,6888
Hata	14	52,91434	3,7796		
Genel	23	223,56117	0,102880		

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

**Çizelge 4.21.** Yaprakta Ca elementine ait varyans analiz sonuçları (Sonbahar)

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Tekerrür	2	396,8449	198,422	0,4426	0,6511
Sulama Düzeyi	1	3326,1237	3326,124	7,4190	0,0165*
Gübre Çesidi	3	5934,6764	1978,225	4,4125	0,0221*
Sulama Düzeyi * Çeşit	3	2286,7319	762,244	1,7002	0,2126
Hata	14	6276,510	448,32		
Genel	23	18220,886	0,001262		

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

**Çizelge 4.22.** Yaprakta Mg elementine ait varyans analiz sonuçları (Sonbahar)

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Tekerrür	2	0,522826	0,26141	0,0392	0,9616
Sulama Düzeyi	1	60,685001	60,68500	9,1066	0,0092*
Gübre Çesidi	3	21,257267	7,08576	1,0633	0,3960
Sulama Düzeyi * Çeşit	3	14,530246	4,84342	0,7268	0,5527
Hata	14	93,29426	6,6639		
Genel	23	190,28960	0,120868		

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

**Çizelge 4.23.** Yaprakta Cu elementine ait varyans analiz sonuçları (Sonbahar)

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Tekerrür	2	1,50065	0,75032	0,0286	0,9718
Sulama Düzeyi	1	23,64135	23,64135	0,9024	0,3582
Gübre Çesidi	3	249,05808	83,01936	3,1690	0,0577
Sulama Düzeyi * Çeşit	3	98,35017	32,78339	1,2514	0,3288
Hata	14	366,75830	26,1970		
Genel	23	739,30855	0,031110		

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

**Çizelge 4.24.** Yaprakta Fe elementine ait varyans analiz sonuçları (Sonbahar)

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Tekerrür	2	22076,35	11038,2	0,3819	0,6894
Sulama Düzeyi	1	191435,39	191435,4	6,6242	0,0221*
Gübre Çesidi	3	71699,04	23899,7	0,8270	0,5007
Sulama Düzeyi * Çeşit	3	151221,70	50407,2	1,7442	0,2039
Hata	14	404594,60	28899,6		
Genel	23	841027,08	0,000027		

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

**Çizelge 4.25.** Yaprakta Mn elementine ait varyans analiz sonuçları (Sonbahar)

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Tekerrür	2	118,9312	59,466	0,0500	0,9514
Sulama Düzeyi	1	3892,1556	3892,156	3,2703	0,0921
Gübre Çesidi	3	2436,1335	812,044	0,6823	0,5774
Sulama Düzeyi * Çeşit	3	4698,3413	1566,114	1,3159	0,3086
Hata	14	16662,170	1190,15		
Genel	23	27807,731	0,000827		

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

**Çizelge 4.26.** Yaprakta Zn elementine ait varyans analiz sonuçları (Sonbahar)

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Tekerrür	2	2515,088	1257,54	0,9017	0,4282
Sulama Düzeyi	1	32435,554	32435,55	23,2585	0,0003*
Gübre Çesidi	3	28590,096	9530,03	6,8337	0,0046*
Sulama Düzeyi * Çeşit	3	4085,178	1361,73	0,9765	0,4317
Hata	14	19523,940	1394,57		
Genel	23	87149,856	0,000263		

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

#### 4.7. Toprak Analiz Sonuçları

Araştırmada ilkbahar yetiştiricilik dönemi sonrası ve sonbahar yetiştiricilik dönemi öncesi ve sonrası olmak üzere toprak örneklerinden elde edilen makro ve mikro element miktarları Çizelge 4.27, Çizelge 4.28, ve Çizelge 4.39’da ayrı ayrı verilmiştir. Varyans analiz sonuçları ise Çizelge 4.30-4.48’de verilmiştir.

##### 4.7.1. İlkbahar yetiştiriciliği toprak analiz sonuçları

Farklı dozlarda sulama suyu, vermikompost ve kimyasal gübre uygulanan araştırma topraklarının, N ve Ca değerleri bakımından gübre uygulamaları arasındaki farklılık istatistiksel olarak  $P < 0,05$  seviyesinde önemli bulunmuştur. Çizelge 4.27’de toplam ortalama N değerleri %0,11-0,16 değerleri arasında değişmiştir. En fazla azot miktarı  $G_2$  (%0,16) uygulamasında, en az azot miktarında  $G_1$  (%0,11) uygulamasında ortaya çıkmıştır. Toprak örneklerindeki N içeriklerinin sınır değer olan % 0,09’dan fazla yani “yeterli” miktarda olduğu görülmektedir. Yöre toprakları dikkate alındığında tarla tarımı yapılan açık alanlarda toplam N değerleri çok düşük iken (Bellitürk 1998, Bellitürk 2004, Bellitürk ve ark. 2015, Bellitürk ve ark. 2017), kontrollü koşullar altında yapılan tarım sistemi olarak da adlandırılan bu tip seralardaki toprakların N içerikleri bu şekilde yüksek çıkabilmektedir. Çizelge 4.27’de toplam ortalama Ca değerleri 501,86-368,69 mg kg<sup>-1</sup> değerleri arasında değişmiştir. En fazla kalsiyum miktarı 501,86 mg kg<sup>-1</sup> ile  $G_4$  uygulamasında, en az azot miktarında 368,69 mg kg<sup>-1</sup> ile  $G_2$  uygulamasında ortaya çıkmıştır. Toprak örneklerinin Ca içeriklerinin sınır değer olan 1150 mg kg<sup>-1</sup>’dan az olması “yetersiz” miktarda olduğunu göstermektedir (Lindsay ve Norvell 1969, FAO 1990, Tovep 1991, Güneş ve ark., 2010, Kacar 2009).

Handreck (1986), vermikompostun bitkilerin ihtiyaç duyduğu çoğu izolement ihtiyacını karşılayabileceğini fakat çoğu vermikompostun bitkilerin tüm N ihtiyacını karşılayamayacağını ifade ederken; Edwards ve ark. (1985) ile Edwards ve Burrows (1988), çoğu organik atık/atıklarda “yeterli” seviyede besin elementleri ve vermikompost sürecinde çok az N kaybı olduğu görüşünü savunmaktadır.

Deneme topraklarında tüm araştırma konuları için P ve Mg değerleri arasındaki farklılık istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur. Çizelge 4.27’de toplam ortalama P içerikleri 4,66-5,18 mg kg<sup>-1</sup> değerleri arasında değişmiştir. En fazla fosfor içeriği 5,18 mg kg<sup>-1</sup> ile  $G_2$  uygulamasında, en az fosfor içeriği 4,66 mg kg<sup>-1</sup> ile  $G_4$  uygulamasında ortaya çıkmıştır. Toprak örneklerinin P içeriklerinin sınır değer olan 8,0 mg kg<sup>-1</sup> değerinden az olması “yetersiz” miktarda olduğunu göstermektedir. Çizelge 4.28’de toplam ortalama Mg değerleri 75,01-75,13 mg kg<sup>-1</sup> değerleri arasında değişmiştir. Toprak örneklerinin Mg içeriklerinin sınır değer

olan 160 mg kg<sup>-1</sup>'dan az olması yetersiz miktarda olduğunu göstermektedir (Lindsay ve Norvell 1969, FAO 1990, Tovep 1991, Güneş ve ark., 2010, Kacar 2009).Toprağın fosfor kapsamını arttırabilme özelliği olan vermikompostun iklim ve uygulamalara bağlı olarak değişkenlik göstermekle birlikte toprakların yarayışlı P miktarını arttırılabildiği yapılan çalışmalarla vurgulanmıştır(Kalembasa 1996, Nethra ve ark. 1999). Ram ve ark. (2012) farklı oranlarda vermikompost uygulayarak yetiştirdikleri nane bitkisinin topraklarında da benzer şekilde N, P ve K içeriklerinin arttığını vurgulamışlardır.

Farklıdozlarda sulama suyu, vermikompost ve kimyasal gübre uygulanan araştırma topraklarında elde edilenK değerleri bakımından gübre ve sulama uygulamaları arasında görülen farklılık istatistiksel açıdan %5 seviyesindeönemli bulunmuştur. Çizelge 4.27'de sulama konularında toplam ortalama K değerleri 51,69-56,68 mg kg<sup>-1</sup> değerleri arasında değişmiştir. Gübre konularında ortalama K değerleri 47,9-58,26 mg kg<sup>-1</sup> değerleri arasında değişiklik göstermiştir. En fazla potasyum miktarı G<sub>2</sub> (58,26mg kg<sup>-1</sup>) uygulamasında, en az potasyum miktarda G<sub>4</sub> (47,59mg kg<sup>-1</sup>) uygulamasında ortaya çıkmıştır. Toprak örneklerinin K içeriklerinin sınır değer olan 140 mg kg<sup>-1</sup>'dan az olması“yetersiz”olduğunu göstermektedir (Lindsay ve Norvell 1969, FAO 1990, Tovep 1991, Güneş ve ark. 2010, Kacar 2009).Ahır gübresinin, vermikomposta kıyasla önemli miktarda toplam K içerdiği bilinmektedir (Lampkin 2002,Çitak ve Sonmez 2010).

**Çizelge 4.27.** İlkbahar yetiştiricilik dönemi sonrası (toprak) analiz sonuçları

Varyasyon kaynağı	Ana konu	Alt konu	Makro Elementler					Mikro Elementler				
			N(%)	P(mgkg <sup>-1</sup> )	K(mgkg <sup>-1</sup> )	Ca(mgkg <sup>-1</sup> )	Mg(mgkg <sup>-1</sup> )	B(mgkg <sup>-1</sup> )	Cu(mgkg <sup>-1</sup> )	Fe(mgkg <sup>-1</sup> )	Mn(mgkg <sup>-1</sup> )	Zn(mgkg <sup>-1</sup> )
Sulama Düzeyi	I <sub>1</sub>		0,13	5,05	56,68a	434,76	75,26	0,30a	0,20a	3,06a	5,87	0,68a
	I <sub>2</sub>		0,12	4,95	51,69b	416,06	75,17	0,29b	0,17b	2,89b	5,80	0,64b
			ns	ns	*	ns	ns	*	*	*	ns	*
Gübre Düzeyi		G <sub>1</sub>	0,11b	5,14	55,35b	408,80bc	75,01	0,31	0,20	2,97b	5,82	0,66b
		G <sub>2</sub>	0,16a	5,18	58,26a	368,69c	75,33	0,30	0,21	3,03b	5,94	0,70b
		G <sub>3</sub>	0,12b	5,01	55,54b	422,28b	75,25	0,30	0,21	3,04a	5,98	0,68a
		G <sub>4</sub>	0,13b	4,66	47,59c	501,86a	75,27	0,27	0,20	2,89b	5,61	0,61ab
			*	ns	*	*	ns	ns	ns	ns	ns	*
Sulama Düzeyi *	I <sub>1</sub>	G <sub>1</sub>	0,13	5,08	45,15	433,69	74,73	0,29	0,18	2,69	5,17	0,59
		G <sub>2</sub>	0,14	5,38	58,23	388,77	75,33	0,30	0,22	2,96	6,05	0,67
		G <sub>3</sub>	0,12	4,86	53,78	406,46	75,32	0,29	0,21	2,99	6,02	0,69
		G <sub>4</sub>	0,14	4,86	49,59	435,31	75,31	0,28	0,21	2,93	5,95	0,63
Gübre düzeyi	I <sub>2</sub>	G <sub>1</sub>	0,10	5,20	65,54	383,92	75,29	0,33	0,23	3,25	6,46	0,74
		G <sub>2</sub>	0,18	4,98	58,29	348,61	75,33	0,30	0,20	3,09	5,83	0,71
		G <sub>3</sub>	0,12	5,17	57,31	438,10	75,19	0,30	0,20	3,08	5,93	0,69
		G <sub>4</sub>	0,12	4,46	45,59	568,41	75,22	0,26	0,18	2,85	5,26	0,59
			ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns

**Çizelge 4.28.** Sonbahar yetiştiricilik dönemi öncesi (toprak) analiz sonuçları

Varyasyon kaynağı	Ana konu	Alt konu	Makro Elementler					Mikro Elementler				
			N(%)	P(mgkg <sup>-1</sup> )	K(mgkg <sup>-1</sup> )	Ca(mgkg <sup>-1</sup> )	Mg(mgkg <sup>-1</sup> )	B(mgkg <sup>-1</sup> )	Cu(mgkg <sup>-1</sup> )	Fe(mgkg <sup>-1</sup> )	Mn(mgkg <sup>-1</sup> )	Zn(mgkg <sup>-1</sup> )
Sulama Düzeyi	I <sub>1</sub>	I <sub>2</sub>	0,14	5,14	56,74	422,48	75,20	0,29	0,21a	3,12a	6,02	1,29
			0,13	4,78	47,13	408,6	75,12	0,28	0,19b	2,87b	5,82	0,63
			ns	ns	ns	ns	ns	ns	*	*	ns	ns
Gübre Düzeyi		G <sub>1</sub>	0,13b	5,06	55,90a	422,25ab	75,27	0,29a	0,18b	2,95ab	5,80	1,78
		G <sub>2</sub>	0,13b	5,20	60,40a	425,45a	75,15	0,31a	0,22a	3,20a	6,46	0,74
		G <sub>3</sub>	0,15a	5,08	53,36ab	328,52b	75,09	0,29a	0,21a	3,10a	5,90	0,69
		G <sub>4</sub>	0,12b	4,51	38,08b	484,86a	75,13	0,24b	0,19ab	2,75b	5,53	0,61
			*	ns	*	*	ns	*	*	*	ns	ns
Sulama Düzeyi*Gübre düzeyi	I <sub>1</sub>	G <sub>1</sub>	0,13	5,28	58,18	388,63	75,29	0,30	0,19	3,00	5,86	2,95
		G <sub>2</sub>	0,13	5,60	61,92	447,44	75,08	0,33	0,24	3,46	6,83	0,85
		G <sub>3</sub>	0,14	5,12	41,43	342,68	74,89	0,25	0,22	3,10	6,00	0,70
		G <sub>4</sub>	0,12	4,57	26,99	453,47	75,22	0,21	0,20	2,93	5,39	0,64
	I <sub>2</sub>	G <sub>1</sub>	0,13	4,84	53,62	455,86	75,24	0,28	0,17	2,89	5,73	0,61
		G <sub>2</sub>	0,13	4,81	58,88	403,46	75,23	0,29	0,19	2,94	6,08	0,63
		G <sub>3</sub>	0,17	5,04	65,29	314,36	75,30	0,32	0,21	3,10	5,79	0,68
		G <sub>4</sub>	0,12	4,45	49,18	516,25	75,04	0,26	0,18	2,56	5,68	0,59
			ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns



**Çizelge 4.29.** Toprakta N elementine ait varyans analiz sonuçları (İlkbahar)

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Tekerrür	2	0,00430677	0,0021534	3,6231	0,0539
Sulama Düzeyi	1	0,00088331	0,0008833	1,4862	0,2430
Gübre Çesidi	3	0,00166861	0,0005562	0,9358	0,4495*
Sulama Düzeyi * Çeşit	3	0,00075003	0,0002500	0,4206	0,7411
Hata	14	0,00832085	0,000594		
Genel	23	0,01592957	1443,8556		

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

**Çizelge 4.30.** Toprakta P elementine ait varyans analiz sonuçları (İlkbahar)

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Tekerrür	2	0,24206558	0,1210328	0,5055	0,6138
Sulama Düzeyi	1	0,49939350	0,4993935	2,0857	0,1707
Gübre Çesidi	3	0,84371683	0,2812389	1,1746	0,3547
Sulama Düzeyi * Çeşit	3	0,23399817	0,0779994	0,3258	0,8068
Hata	14	3,3521617	0,239440		
Genel	23	5,1713358	4,4475935		

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

**Çizelge 4.31.** Toprakta K elementine ait varyans analiz sonuçları (İlkbahar)

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Tekerrür	2	69,96619	34,9831	0,5180	0,6067
Sulama Düzeyi	1	750,93856	750,9386	11,1188	0,0049*
Gübre Çesidi	3	874,71425	291,5714	4,3172	0,0237*
Sulama Düzeyi * Çeşit	3	356,69766	118,8992	1,7605	0,2008
Hata	14	945,5286	67,538		
Genel	23	2997,8453	0,0076721		

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

**Çizelge 4.32.** Toprakta Ca elementine ait varyans analiz sonuçları (İlkbahar)

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Tekerrür	2	1368,737	684,37	0,2672	0,7693
Sulama Düzeyi	1	2618,394	2618,39	1,0225	0,3291
Gübre Çesidi	3	76376,199	25458,73	9,9417	0,0009*
Sulama Düzeyi * Çeşit	3	10411,721	3470,57	1,3553	0,2969
Hata	14	35851,30	2560,8		
Genel	23	126626,35	0,0001816		

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

**Çizelge 4.33.** Toprakta Mg elementine ait varyans analiz sonuçları (İlkbahar)

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Tekerrür	2	2,0533816	1,026691	1,5345	0,2497
Sulama Düzeyi	1	1,6270834	1,627083	2,4318	0,1412
Gübre Çesidi	3	3,4717011	1,157234	1,7296	0,2068
Sulama Düzeyi * Çeşit	3	4,3301065	1,443369	2,1572	0,1387
Hata	14	9,367158	0,66908		
Genel	23	20,849431	1,1031476		

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

**Çizelge 4.34.** Toprakta B elementine ait varyans analiz sonuçları (İlkbahar)

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Tekerrür	2	0,00056058	0,0002803	0,3569	0,7061
Sulama Düzeyi	1	0,01575938	0,0157594	20,0645	0,0005*
Gübre Çesidi	3	0,00782179	0,0026073	3,3195	0,0510
Sulama Düzeyi * Çeşit	3	0,00307512	0,0010250	1,3051	0,3119
Hata	14	0,01099608	0,000785		
Genel	23	0,03821296	601,89003		

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

**Çizelge 4.35.** Toprakta Cu elementine ait varyans analiz sonuçları (İlkbahar)

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Tekerrür	2	0,00255900	0,0012795	2,3583	0,1310
Sulama Düzeyi	1	0,00564267	0,0056427	10,4003	0,0061*
Gübre Çesidi	3	0,00158633	0,0005288	0,9746	0,4325
Sulama Düzeyi * Çeşit	3	0,00129833	0,0004328	0,7977	0,5154
Hata	14	0,00759567	0,000543		
Genel	23	0,01868200	1231,1315		

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

**Çizelge 4.36.** Toprakta Fe elementine ait varyans analiz sonuçları (İlkbahar)

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Tekerrür	2	1595,8391	797,920	2,6183	0,1081
Sulama Düzeyi	1	2795,9267	2795,927	9,1746	0,0090*
Gübre Çesidi	3	4339,6579	1446,553	4,7467	0,0174*
Sulama Düzeyi * Çeşit	3	576,3081	192,103	0,6304	0,6074
Hata	14	4266,466	304,75		
Genel	23	13574,198	0,0016943		

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

**Çizelge 4.37.** Toprakta Mn elementine ait varyans analiz sonuçları (İlkbahar)

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Tekerrür	2	0,9434733	0,4717366	1,2318	0,3215
Sulama Düzeyi	1	0,1734000	0,1734000	0,4528	0,5120
Gübre Çesidi	3	1,1203035	0,3734345	0,9751	0,4323
Sulama Düzeyi * Çeşit	3	0,7661363	0,2553788	0,6668	0,5862
Hata	14	5,3615974	0,382971		
Genel	23	8,3649105	2,7495811		

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

**Çizelge 4.38.** Toprakta Zn elementine ait varyans analiz sonuçları (İlkbahar)

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Tekerrür	2	0,02145608	0,0107280	2,8463	0,0918
Sulama Düzeyi	1	0,02561067	0,0256107	6,7949	0,0207*
Gübre Çesidi	3	0,04630233	0,0154341	4,0949	0,0279*
Sulama Düzeyi * Çeşit	3	0,02346900	0,0078230	2,0756	0,1495
Hata	14	0,05276725	0,003769		
Genel	23	0,16960533	135,60894		

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

Farklı sulama ve gübre uygulamalarının toprağın mikro besin elementi (B,Cu, Fe, Mn ve Zn) miktarlarına etkilerinin incelendiği varyans analizi sonuçları Çizelge 4.27 ve 4.29’da verilmiştir. Sonuçlara göre, Mn elementi bakımından konular arasındaki farklılık önemsizdir. Organik maddece zengin olan düşük pH’lı topraklarda, organik maddece yoksul topraklara göre Mn noksanlığı ile daha fazla karşılaşılmaktadır. Bu durum, kimi organik maddelerin bitkiye yararışlı iki değerli mangan ile çözünebilir bileşikler oluşturamamasına ve bunun sonucu olarak manganın yararışlılığının azalmasına bağlanmaktadır (Kacar 2009).

Sulama konuları arasındaki farklılık B, Cu, Fe ve Zn elementleri bakımından P<0,05 seviyesinde önemli bulunurken, gübre konuları arasındaki farklılık Fe ve Zn elementleri bakımından P<0,05 seviyesinde önemli bulunmuştur. Çizelge 4.27 incelendiğinde, tam sulama suyu uygulanan konu B, Cu, Fe ve Zn içerikleri açısından ilk grubu oluşturmuştur. Gübre konularına incelendiğinde ise Fe elementi için en iyi sonuç G<sub>3</sub> (3,03mg kg<sup>-1</sup>), Zn elementi için G<sub>2</sub> (0,70mg kg<sup>-1</sup>) konusunda ortaya çıkmıştır. Fe elementinin sınır değer olan 0,2 mg kg<sup>-1</sup>’den, Zn elementinin sınır değer olan 0,7 mg kg<sup>-1</sup>’den fazla olması “yeterli” miktarlarda bulunduğunu açıklar niteliktedir. (Lindsay ve Norvell 1969, FAO 1990, Tovep 1991, Güneş ve ark. 2010, Kacar 2009).

Vermikompost gübresi uygulamaları toprağın Fe, Zn içeriğinin bu kritik sınır değerlerinin üzerine çıkmasını sağlayıp, toprağın bu elementlerce zenginleşmesine neden olmuştur.

Tavuk gübresi gibi toprağın Fe ve Zn kapsamını arttırabilen vermikompostun uygulandığı toprakların mikroelement kapsamını arttırdığı bazı çalışmalarla da ortaya konulmuştur. (Hashemimajd ve ark. 2004, Azarmi ve ark. 2008, Suthar 2009).

**Çizelge 4.39.** Sonbahar yetiştiricilik dönemi sonrası (toprak) analiz sonuçları

Varyasyon kaynağı	Ana konu	Alt konu	Makro Elementler					Mikro Elementler			
			N(%)	P(mgkg <sup>-1</sup> )	K(mgkg <sup>-1</sup> )	Ca(mgkg <sup>-1</sup> )	Mg(mgkg <sup>-1</sup> )	Cu(mgkg <sup>-1</sup> )	Fe(mgkg <sup>-1</sup> )	Mn(mgkg <sup>-1</sup> )	Zn(mgkg <sup>-1</sup> )
Sulama Düzeyi	I <sub>1</sub>		0,06a	12,75	132,12	6069,03	304,51	1,18a	5,08	6,04	1,63a
	I <sub>2</sub>		0,05b	11,95	132,33	6065,42	291,07	0,99b	4,92	5,54	1,34b
			*	ns	ns	ns	ns	*	ns	ns	*
Gübre Düzeyi		G <sub>1</sub>	0,05b	12,96	124,20	5903,18	331,39a	0,99b	4,60c	5,44	1,51
		G <sub>2</sub>	0,07a	11,89	140,28	6281,86	269,75b	1,30a	5,35a	5,90	1,73
		G <sub>3</sub>	0,07a	12,52	143,26	6122,80	288,13b	1,16ab	5,23ab	6,38	1,50
		G <sub>4</sub>	0,05b	12,03	121,16	5961,06	301,91ab	0,91b	4,82bc	5,42	1,21
			*	ns	ns	ns	*	*	*	ns	ns
Sulama Düzeyi	I <sub>1</sub>	G <sub>1</sub>	0,07	15,39	138,18a	5933,59	301,70bc	1,28ab	4,50	5,71	1,89
		G <sub>2</sub>	0,07	11,65	131,55abc	6116,19	291,25bcd	1,58a	5,36	6,84	1,98
		G <sub>3</sub>	0,07	13,22	149,21a	6225,73	295,50bcd	1,12bc	5,59	6,75	1,53
		G <sub>4</sub>	0,04	10,75	109,54c	6000,60	329,61ab	0,76cd	4,86	4,85	1,11
Gübre düzeyi	I <sub>2</sub>	G <sub>1</sub>	0,04	10,53	110,22bc	5872,77	361,07a	0,70d	4,70	5,17	1,12
		G <sub>2</sub>	0,06	12,13	149,00a	6447,53	248,25d	1,02bcd	5,35	4,97	1,48
		G <sub>3</sub>	0,06	11,81	137,32ab	6019,87	280,76cd	1,19b	4,87	6,02	1,46
		G <sub>4</sub>	0,05	13,30	132,78abc	5921,52	274,21cd	1,05bcd	4,77	5,99	1,30
			ns	ns	*	ns	*	*	ns	ns	ns

#### 4.7.2. Sonbahar yetiştiriciliği toprak analiz sonuçları

Araştırmada sonbahar yetiştiricilik dönemi sonrasında toprak örneklerinden elde edilen makro ve mikro element miktarları Çizelge 4.39'da; varyans analiz sonuçları da Çizelge 4.40-4.48'de verilmiştir. Farklı dozlarda sulama suyu, vermikompost ve kimyasal gübre uygulanan araştırma topraklarının N değerleri arasındaki farklılık varyans analiz sonuçlarına göre istatistiksel olarak  $P < 0,05$  seviyesinde önemli bulunmuştur. Çizelge 4.40'da toplam ortalama N değerleri %0,05-0,07 değerleri arasında değişmiştir. En fazla azot miktarı  $G_2$  ve  $G_3$  ( $0,07 \text{ mg kg}^{-1}$ ) uygulamasında, en az azot miktarında  $G_1$  ve  $G_4$  ( $0,05 \text{ mg kg}^{-1}$ ) uygulamalarında ortaya çıkmıştır. Toprak örneklerinin N içeriklerinin sınır değer olan  $0,09 \text{ mg kg}^{-1}$ 'dan az olması yetersiz miktarda olduğunu göstermektedir (Lindsay ve Norvell 1969, FAO 1990, Tovep 1991, Güneş ve ark. 2010, Kacar 2009).

Handreck (1986), vermikompostun bitkilerin ihtiyaç duyduğu çoğu iz element ihtiyacını karşılayabileceğini fakat çoğu vermikompostun bitkilerin tüm N ihtiyacını karşılayamayacağını ifade ederken; Edwards ve ark. (1985), çoğu organik atık/atıklarda "yeterli" seviyede besin olduğu ve vermikompost sürecinde çok az N kaybı olduğu görüşünü savunmaktadır.

Farklı dozlarda sulama suyu, vermikompost ve kimyasal gübre uygulanan araştırma topraklarının P ve Ca değerleri arasındaki farklılık istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur. Çizelge 4.39'da toplam ortalama P değerleri  $11,89-12,96 \text{ mg kg}^{-1}$  değerleri arasında değişmiştir. En fazla fosfor miktarı  $12,96 \text{ mg kg}^{-1}$  olarak  $G_1$  uygulamasında, en az fosfor miktarında  $411,89 \text{ mg kg}^{-1}$  olarak  $G_2$  uygulamasında ortaya çıkmıştır. Toprak örneklerinin P içeriklerinin sınır değer olan  $8,0 \text{ mg kg}^{-1}$ 'dan fazla olması "yeterli" miktarda olduğunu göstermektedir (Lindsay ve Norvell 1969, FAO 1990, Tovep 1991, Güneş ve ark. 2010, Kacar 2009). Çizelge 4.39'da toplam ortalama Ca değerleri  $5903,18-6281,86 \text{ mg kg}^{-1}$  değerleri arasında değişmiştir. En fazla kalsiyum miktarı  $G_2$  ( $6281,86 \text{ mg kg}^{-1}$ ) uygulamasında, en az kalsiyum miktarında  $G_1$  ( $5903,18 \text{ mg kg}^{-1}$ ) uygulamasında ortaya çıkmıştır. Toprak örneklerinin Ca içeriklerinin sınır değer olan  $1150 \text{ mg kg}^{-1}$ 'dan yüksek olması fazla miktarda olduğunu göstermektedir (Lindsay ve Norvell 1969, FAO 1990, Tovep 1991, Güneş ve ark. 2010, Kacar 2009).

Toprağın fosfor kapsamını arttırabilme özelliği olan vermikompostun iklim ve uygulamalara bağlı olarak değişkenlik göstermesi, toprakların P miktarını arttırılabilmesi mümkündür (Kalembasa 1996; Nethra ve ark. 1999). Vermikompost kullanımının P miktarını arttırdığını ve tek başına brokolinin P beslenmesini temin edebildiği benzer şekildeki

çalışmalarla da açıklanmıştır (Hashemimajd 2004, Arancon ve ark. 2006, Uma ve Malathi 2009).

K değerleri gübre\*sulama interaksiyonlarında istatistiksel olarak  $P < 0,05$  seviyesinde farklılık göstermiştir. Çizelge 4.39'da gübre ve sulama interaksiyonlarında toplam ortalama K değerleri 109,54-149,21 mg kg<sup>-1</sup> değerleri arasında değişmiştir. En fazla potasyum miktarı G<sub>3</sub> uygulamasında 149,21 mg kg<sup>-1</sup> şeklinde, en az potasyum miktarında G<sub>4</sub> uygulamasında 109,54 mg kg<sup>-1</sup> şeklinde ortaya çıkmıştır. Toprak örneklerinin K içeriklerinin sınır değer olan 140 mg kg<sup>-1</sup>'dan fazla olması vermikompost uygulamalarının olduğu deneme parsellerinde potasyumun “yeterli” seviyeye ulaştığı görülürken kimyasal gübre uygulamalarında yetersiz olarak bulunmuştur (Lindsay ve Norvell 1969, FAO 1990, Tovep 1991, Güneş ve ark. 2010, Kacar 2009).

Sonbahar yetiştiriciliğinde, brokolide K konsantrasyonlarındaki artışa denemede kullanılan vermikompostun etkisi olduğu düşünülmektedir. Bu durum, vermikompostun bitki beslenmesi açısından iyi bir K kaynağı olduğunu bildiren çalışmalarla uyum içerisindedir (Preetha ve ark. 2005, Chamani ve ark. 2008, Sinha ve ark. 2010). Ahır gübresinin vermikompost materyaline kıyasla önemli miktarda toplam K içerdiği bilinmektedir ve vermikompostun ham maddesinde ahır gübresinden yapılması halinde iyi bir K kaynağı olduğu bilinmektedir (Lampkin 2002; Çıtak ve Sönmez 2010).

Gübre uygulamaları ile gübre\*sulama interaksiyonlarında, istatistiksel açıdan %5 önemlilik seviyesinde farklılık bulunmuştur. Çizelge 4.39'da toplam ortalama Mg değerleri 331,39-288,13 mg kg<sup>-1</sup> değerleri arasında değişmiştir. Toprak örneklerinin Mg içeriklerinin sınır değer olan 160 mg kg<sup>-1</sup>'dan fazla olması “yeterli” miktarda olduğunu göstermektedir. (Lindsay ve Norvell 1969, FAO 1990, Tovep 1991, Güneş ve ark. 2010, Kacar 2009). Nitekim, Barley (1961) ve Kale (1996) vermikompost kullanılarak yetiştirilen bitkilerin Ca ve Mg elementleri yönünden beslenme bozukluğu göstermediklerini bildirmişlerdir.

**Çizelge 4.40.** Toprakta N elementine ait varyans analiz sonuçları (Sonbahar)

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Tekerrür	2	0,00022500	0,0001125	1,1455	0,3462
Sulama Düzeyi	1	0,00060000	0,0006000	6,1091	0,0269*
Gübre Çesidi	3	0,00215000	0,0007167	7,2970	0,0035*
Sulama Düzeyi * Çeşit	3	0,00090000	0,0003000	3,0545	0,0634
Hata	14	0,00137500	0,000098		
Genel	23	0,00525000	4380,9523		

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

**Çizelge 4.41.** Toprakta P elementine ait varyans analiz sonuçları (Sonbahar)

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Tekerrür	2	12,338308	6,16915	0,5809	0,5723
Sulama Düzeyi	1	3,896204	3,89620	0,3669	0,5544
Gübre Çesidi	3	4,311413	1,43714	0,1353	0,9373
Sulama Düzeyi * Çeşit	3	44,547646	14,84922	1,3982	0,2847
Hata	14	148,68282	10,6202		
Genel	23	213,77640	0,107589		

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

**Çizelge 4.42.** Toprakta K elementine ait varyans analiz sonuçları (Sonbahar)

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Tekerrür	2	148,1556	74,0778	0,3054	0,7416
Sulama Düzeyi	1	0,2625	0,2625	0,0011	0,9742
Gübre Çesidi	3	2240,4509	746,8170	3,0785	0,0621
Sulama Düzeyi * Çeşit	3	2651,9112	883,9704	3,6439	0,0394*
Hata	14	3396,2399	242,589		
Genel	23	8437,0202	0,002726		

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



**Çizelge 4.43.** Toprakta Ca elementine ait varyans analiz sonuçları (Sonbahar)

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Tekerrür	2	4473,09	2236,5	0,0353	0,9654
Sulama Düzeyi	1	78,05	78,0	0,0012	0,9725
Gübre Çesidi	3	524033,28	174677,8	2,7552	0,0817
Sulama Düzeyi * Çeşit	3	243089,76	81029,9	1,2781	0,3202
Hata	14	887578,4	63398,5		
Genel	23	1659252,6			

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

**Çizelge 4.44.** Toprakta Mg elementine ait varyans analiz sonuçları (Sonbahar)

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Tekerrür	2	623,401	311,701	0,4261	0,6612
Sulama Düzeyi	1	1084,339	1084,339	1,4823	0,2435
Gübre Çesidi	3	12150,962	4050,321	5,5368	0,0102*
Sulama Düzeyi * Çeşit	3	11908,192	3969,397	5,4261	0,0109*
Hata	14	10241,438	731,53		
Genel	23	36008,333	0,000638		

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

**Çizelge 4.45.** Toprakta Cu elementine ait varyans analiz sonuçları (Sonbahar)

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Tekerrür	2	0,12810000	0,0640500	1,3545	0,2899
Sulama Düzeyi	1	0,22426667	0,2242667	4,7426	0,0470*
Gübre Çesidi	3	0,55515000	0,1850500	3,9132	0,0320*
Sulama Düzeyi * Çeşit	3	0,88570000	0,2952333	6,2433	0,0065*
Hata	14	0,6620333	0,047288		
Genel	23	2,4552500	9,3676815		

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

**Çizelge 4.46.** Toprakta Fe elementine ait varyans analiz sonuçları (Sonbahar)

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Tekerrür	2	0,1719083	0,0859542	0,4998	0,6171
Sulama Düzeyi	1	0,1472667	0,1472667	0,8562	0,3705
Gübre Çesidi	3	2,2417500	0,7472500	4,3447	0,0232*
Sulama Düzeyi * Çeşit	3	0,7007667	0,2335889	1,3581	0,2960
Hata	14	2,4078917	0,171992		
Genel	23	5,6695833	4,0567355		

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

**Çizelge 4.47.** Toprakta Mn elementine ait varyans analiz sonuçları (Sonbahar)

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Tekerrür	2	0,1584250	0,079213	0,0659	0,9365
Sulama Düzeyi	1	1,4950042	1,495004	1,2433	0,2836
Gübre Çesidi	3	3,7331792	1,244393	1,0349	0,4073
Sulama Düzeyi * Çeşit	3	6,9612458	2,320415	1,9297	0,1712
Hata	14	16,834308	1,20245		
Genel	23	29,182162	0,788152		

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

**Çizelge 4.48.** Toprakta Zn elementine ait varyans analiz sonuçları (Sonbahar)

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Tekerrür	2	0,07265833	0,0363292	0,3872	0,6860
Sulama Düzeyi	1	0,49306667	0,4930667	5,2547	0,0379*
Gübre Çesidi	3	0,83375000	0,2779167	2,9618	0,0685
Sulama Düzeyi * Çeşit	3	0,81823333	0,2727444	2,9067	0,0718
Hata	14	1,3136750	0,093834		
Genel	23	3,5313833	6,5130284		

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

Sonbahar brokoli yetiştiriciliğinde toprakta toplam mikro besin element (Cu, Fe, Mn ve Zn) konsantrasyonları sulama ve gübreleme uygulamalarından farklı derecelerde etkilenmişlerdir. Çizelge 4.45-4.48'e bakıldığında, Cu,Fe,Zn elementlerinin miktarları varyans analiz sonuçlarına göre, istatistiksel olarak  $p<0,05$  seviyesinde gübre\*sulama interaksiyonları, gübre ve sulama konularında önemli bulunurken, Mn elementi istatistiksel olarak etkilenmemiştir.

Çizelge 4.39'da toplam ortalama Cu değerleri sulama düzeyleri arasında 1,18-0,99 mg kg<sup>-1</sup> aralığında değişmiştir. Gübre konuları incelendiğinde en fazla Cu miktarı G<sub>2</sub> uygulamasında, en az Cu miktarında G<sub>4</sub> uygulamasında ortaya çıkmıştır. Toplam Fe içerikleri en fazla G<sub>2</sub>, en az G<sub>1</sub> konusunda gerçekleşmiştir. Toprak örneklerinin Cu ve demir içeriklerinin sınır değer olan 0,2 mg kg<sup>-1</sup>'dan fazla olması "yeterli" miktarda olduğunu göstermektedir (Lindsay ve Norvell 1969, FAO 1990, Tovep 1991, Güneş ve ark. 2010, Kacar 2009). Brokolinin Fe konsantrasyonlarında artışların meydana gelmesi denemede kullanılan vermikompostun iyi bir Fe kaynağı olduğunu düşündürmektedir. Buna paralel olarak vermikompostun bitkilerin Fe beslenmesine yardımcı olduğu bildirilmektedir (Hashemimajd 2004).

Çizelge 4.39'da toplam ortalama Mn içeriklerinin sınır değer olan 14 mg kg<sup>-1</sup>'dan düşük olması az miktarda olduğunu, Zn içeriklerinin sınır değer olan 0,7 mg kg<sup>-1</sup>'dan fazla olması "yeterli" miktarda olduğunu göstermektedir (Lindsay ve Norvell 1969, FAO 1990, Tovep 1991, Güneş ve ark. 2010, Kacar 2009).

## 5. SONUÇ ve ÖNERİLER

Damla sulama yöntemi ile farklı sulama suyu miktarları ve farklı gübre uygulamaları altında yetiştirilen brokoli bitkisinde toprak-su-gübre-verim ilişkilerinin ve üretim fonksiyonlarının belirlenmesi amacıyla yürütülen çalışmada elde edilen sonuçlar bu bölümde özetlenmeye çalışılmıştır.

Ülkemizde son yıllarda vermikompostun üretilmesi ve tarımsal alanlarda kullanılmasının önemine yönelik birçok akademik çalışma yapılmasına rağmen, bu gübrenin uygulanmasında maalesef yetersizlikler mevcuttur. Gübrenin üretimi konusundaki bürokrasiden kaynaklanan engellerin de ortadan kalkması ve bu konuda yapılan projelerin desteklenmesi ülkemiz tarım toprakları için önem arz etmektedir.

Bu çalışmada, özellikle, kimyasal gübre ile organik gübrelerden vermikompostun katı ve sıvı dozlarının birbirleriyle olan etkileşimlerinin brokoli bitkisine etkisi araştırılmıştır. Çalışma sonuçları gözlemsel ve analizlere dayalı olarak değerlendirildiğinde, vermikompostun kimyasal gübreyle oranla çiçeklenmeyi ve toprağın organik madde miktarını arttırdığını, kimyasal gübre uygulanan parsellerdeki bitkilerin gelişimi daha iyi olmasına rağmen; vermikompost uygulanan parsellerdeki bitkilerin erkenci ve başlarının ise daha sıkı olduğu tespit edilmiştir. Buradan da, vermikompostun toprak ıslahı içinde önemli bir organik gübre olduğu anlaşılmaktadır. Buna ilaveten tarımsal üretimde verimi arttırmak için kullanımı giderek yaygınlaşan bir organik gübre olması açısından da değerli bir tarımsal girdi olduğu ortaya çıkmaktadır.

Brokoli yetiştiriciliğinde vermikompostun kullanım olanaklarının belirlenmeye çalışıldığı bu çalışmada elde edilen sonuçların ışığında, bu gübrenin özellikle 200 kg da<sup>-1</sup> dozunun kaliteli, verimli ve mineral besinlerce zengin bitkiler yetiştirmek için “yeterli” olabileceği düşünülmektedir. Bununla birlikte bu gübrenin daha yüksek dozlarda, farklı bitki türlerinde ve farklı koşullar (toprak, iklim) altında göstereceği tepkilerin belirlenmesi ile ülkemiz tarımsal üretiminde ve hatta peyzaj alanlarında bile yaygın biçimde kullanılmasının önü açılabilecektir.

Denemede en yüksek ortalama toplam verimler bitki su ihtiyacının tam olarak karşılandığı I<sub>1</sub> sulama düzeyinden elde edilmiştir. Bu konuda 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 verim ise sulama suyu ihtiyacının %50'sinin karşılandığı I<sub>2</sub> konusunda, G<sub>3</sub> ve G<sub>1</sub> deneme konularında 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.

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) yeterli 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. Su ihtiyacı tam olarak karşılanan 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.

Tarımsal üretimde sürdürülebilirliğin sağlanması ve geleceğe yönelik planlamaların doğru yapılabilmesi için özellikle toprağın çok iyi tanınması gerekmektedir. Günümüzde artan nüfus karşısında toprak verimliliğinin artırılması zorunluluğunun yanı sıra, verimde sürekliliğin sağlanması ve korunması da aynı derecede önem taşımaktadır. Bu durum, ancak toprakların mevcut fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerinin belirlenmesi ve bu özellikler doğrultusunda yapılacak bilinçli kimyasal ve organik gübreleme çalışmaları ile elde edilebilir (Bellitürk 2011).

Vermikompost ile kimyasal gübrelerin hangisinin daha ekonomik olduğuna ilişkin ülkemiz koşullarında yapılmış çalışmalar bulunmamaktadır. Ancak bu çalışmadan da anlaşılacağı üzere, kimyasal gübrelere ilaveten toprakların ıslah amacıyla desteklenmesi şeklinde vermikompostun gübreleme programlarına dahil edilerek kullanılması yararlı olacaktır. Eğer tarım topraklarının organik madde içerikleri daha önce yörede yapılan çeşitli çalışmalardan da anlaşılacağı üzere (Bellitürk 1998, Bellitürk 2004, Bellitürk ve ark. 2015) bu kadar düşük olmasaydı, belki de vermikompost kullanımı tek başına tarımsal üretim için “yeterli” olabilecektir. Ancak tarımsal üretimde düşük verim değerlerinin önüne geçmek ve yoğun tarım yapılan yöre topraklarının iyileştirilmesine katkı sağlamak için gübreleme

programlarında kimyasal ve vermikompostun beraber yer alması daha faydalı sonuçlar elde edilmesini sağlayacaktır. Diğer yandan Zimny ve ark.(2001) vermikompost uygulamasının bitkilerin yaprak, kök ve toprağın bazı özellikleri üzerine, ahır gübresi uygulamalarına göre çok daha ekonomik ve faydalı sonuçlar ortaya çıkardığını bildirmiştir.

Vermikompost diye adlandırılan solucan gübrelere piyasa değeri günümüz koşullarında yaklaşık 2000 TL/ton civarında her türlü resmi belgelerini tamamlamış ve satış yetkisi "T.C. Gıda, Hayvancılık ve Tarım Bakanlığı" tarafından verilmiş olan firmalar tarafından satılmaktadır. Kimyasal gübrelerden Amonyum Nitrat gübresinin satış fiyatı ise yaklaşık olarak 750 TL/ton civarındadır. İleriki yıllarda vermikompostun üretim miktarı arttıkça, fiyatının düşeceği kuşkusuzdur ancak bugün için fiyat her ne kadar kimyasal gübrelere nazaran yüksek gibi görünse de, vermikompostun "gübre özelliği+toprak iyileştirme özelliği+bitkisel hastalıkları baskılama özelliği" göz önüne alındığında, kullanılmasının doğru olduğu açıkça anlaşılmaktadır.

Tez çalışması sonucunda, brokolinin su-üretim fonksiyonları ve sulama programlamasına destek sağlayacak bilimsel verilere ilaveten 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 yürütülecek birçok çalışmaya dayanak oluşturacaktır. Bu çalışmanın, ileride farklı dozlarda gübre ve sulama suyu uygulamalarının dahil edileceği tarla koşullarında da yapılması son derece yararlı olacaktır.

## 6. KAYNAKLAR

- Abou El- Magd, M.M El-Bassiony, AM Fawzy, Z. F (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.
- Abou El-Magd, M.M, Abd-El Fattah, AA, A Selim, E.M (2009). Influence Of Mineral And Organic Fertilization Methods On Growth, Yield And Nutrients Uptake By Broccoli Crop. *World Journal Of Agricultural Sciences*, 5 (5): 582-589.
- Adiloğlu A, Eryılmaz Açıkgöz F, Adiloğlu S, Solmaz Y (2015). Akuakültür Atığı Ve Solucan Gübresi Uygulamalarının Salata (*Lactuca Sativa L. Var. Crispa*) Bitkisinin Verim, Bazı Bitki Besin Elementi İçeriği İle Bazı Agronomik Özellikleri Üzerine Etkisi. Namık Kemal Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projesi, Proje No: Nkubap.00.24.Ar.15.11.
- Alı M, Griffiths AJ, Williams KP, Jones DL. (2007). Evaluating The Growth Charecteristics Of Lettuce İn Vermicompost And Green Waste Compost. *European Journal Of Soil Biology*, 43: 316-319.
- Alpaslan, M., Güneş, A. Ve İnal, A. İnal, A. 1998. Deneme Tekniği, *Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi*, Yayın No:1501, Ders Kitabı No:455, Ankara.
- Anonim (2012). Türkiye İstatistik Kurumu Veritabanı. Ankara. (<http://www.tuik.gov.tr>)
- Anonim (2015). Food and Agricultural Organization of the United Nation, Production Database. <http://faostat.fao.org>
- Arancon N, Edwards CA (2005). Effects Of Vermicomposts On Plant Growth. *International Symposium Workshop On Vermitechnology*. Philippines.
- Arancon NQ, Edwards CA, Bierman P (2006) Influences of vermicomposts on field strawberries: Part 2. Effects on soil microbiological and chemical properties. *Bioresource Technology*, 97: 831-840.
- 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.
- Atağ GA, Kuşvuran K, Şeyhanlı İ, Kuşvuran Ş, DaşganHY (2012) Marathon Brokoli Çeşidinin Verimi ve Azot İçeriği Üzerine Farklı Azot Dozlarının Etkisi, *Alatırım*, 11 (1): 1-6.
- Atiyeh R, Edwards C, Subtler S, Metzger J (2000). Effect Of Vermicomposts And Composts On Plant Growth İn Horticultural Container Media And Soil. *Pedo Biologia*, 44: 579-590.
- 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 7(14): 2397-2401.
- Barley KP (1961). Plant Nutrition Levels of Vermicast. Advances in Agronomy.13, pp.251.
- Bellitürk K (1998). Tekirdağ Merkez ve Şarköy İlçeleri Bağlarının Bazı Makro ve Mikro Besin Elementleri Düzeylerinin Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi. Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Toprak Anabilim Dalı, Tekirdağ.
- Bellitürk K (2004). Tekirdağ İli Topraklarında Üre Hidroliz Oranı ve Mineralize Olan Azot Miktarları Üzerinde Bir Araştırma. T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Toprak Anabilim Dalı Doktora Tezi, Tekirdağ.
- Bellitürk K. ve Sağlam MT(2005). Tekirdağ İli Topraklarının Mineralize Olan Azot Miktarları İle Mineralizasyon Kapasiteleri Üzerinde Bir Araştırma. Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi, Cilt 2 (1), 89-101.
- Bellitürk K, Danışman F. ve Sözübek B (2009). Tekirdağ Yöresindeki Toprakların Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri ile Mineralizasyon Kapasiteleri Arasındaki İlişkiler, 22 (2): 141-147, Antalya.
- Bellitürk K(2011). Edirne İli Uzunköprü İlçesi Tarım Topraklarının Beslenme Durumlarının Belirlenmesi. Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi (JOTAF), Tekirdağ, 8 (3): 8-15.
- 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, 302-306, Çeşme-İzmir.
- Bellitürk K, Aslan S ve 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, Bağdatlı M.C, ve Fidancı S2015. Tarımsal Üretimde Toprakların Fiziksel ve Kimyasal Özelliklerinin Belirlenmesinin Önemi: Tekirdağ İli Malkara İlçesi Örneği. Kimya ve Sanayi Dergisi, Ekim, 1 (5): 42-54.
- Bellitürk K (2016). Sürdürülebilir Tarımsal Üretimde Katı Atık Yönetimi İçin Vermikompost Teknolojisi. Çukurova Tarım Gıda Bil. Der. 31 (3): 1-5 (Özel Sayı), Adana.
- Bellitürk K, Hınıslı N, Adıloğlu A(2017). The Effect of Vermicompost, Sheep Manure, and Cow Manure on Nutrition Content of Curly Lettuce (*Lactuca sativa* var.). Fresenius Environmental Bulletin (FEB), 26 (1a): 1116-1120, Germany.
- Berger KC (1949) Has Compiled Tables of The Boron Content and Requirements of Various Crops. Avdan, Argon., 1,321.



- Besirli G, Surmeli N, Sonmez Đ, Kasım MU, Basay S, Pezikoğlu F, Karık U, Cetin K, Erdoğan S, Celikel F, Efe E, Cebel N, Gucdemir ĐH, Kececi, M., Guclu D, Tuncer AN, Aksoy U (2004). Organik Olarak Yetistirilen Ispanakta Verim, Kalite Ozellikleri Ve Nitrat İceriğinin Belirlenmesi. V. Sebze Tarımı Sempozyumu Bildiriler, 21-24 Eylul 2004, C.O.M.U. Ziraat Fakultesi, 112-116s. Canakkale
- Çetin Ö, Uygan D, Boyacı H(2006). Damla Sulama Yönteminde Farklı Lateral Aralıkları ve İslatma Alanı Yüzdelerinin Domateste Verim ve Su Kullanımı Randımanına Etkisi. Proje no: KHGM-03220E01. Eskişehir.
- Chamani E, Joyce DC, Reihanytabar A (2008) Vermicompost effects on the growth and flowering of *Petunia hybrida* 'Dream Neon Rose'. Am-Eurasia. Journal of Agriculture and Environment Science 3: 506-512
- Çıtak S, Sonmez S (2009). Mineral Contents Of Organically And Conventionally Grown Spinach (*Spinacea Oleracea* L.) During Two Successive Seasons. J. Of Agric. And Food Chem., 57(17): 7892-7898.
- Çıtak S, Sonmez 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 FoodChem.,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.
- Clark, Andrew E., and Andrew J. Oswald."Unhappiness and unemployment." *The Economic Journal* 104.424 (1994): 648-659.
- Criddle WD, Davis S, Pair CH ve Shockley DG (1956). Methods for Evaluation of Irrigation Systems. USDA Agric. Handbook, 82 pp, Washington D.C.
- Demiralay İ (1993). Toprak fiziksel analizleri. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, 143, 13-19.
- Demirtaş EI, Filiz Öktüren Asri, Cevdet Fehmi Özkan, Nuri Arı (2012). Organik Ve Kimyasal Gübre Uygulamalarının Örtüaltı Domates Yetiştiriciliğinde Toprak Verimliliği ve Bitkinin Beslenmesine Etkileri Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Derim Dergisi, 2012, 29 (1): 9-22.
- Dominguez J, Edwards CA, Subtler S(1997). A Comparison of Vermicomposting and Composting. Bio Cycle: 38, No: 4: 57-59.
- 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 (1988). Breakdown Of Animal, Vegetable And Industrial Organic Wastes By Earthworms. Agriculture, Ecosystems And Environment, 24: 21- 31.

- Edwards CA, Burrows I (1988). The Potential Of Earthworm Composts As Plant Growth Media. In: Edwards, CA, Neuhauser E, (Eds.) Earthworms In Waste And Environmental Management. Spb Academic Press, The Hauge, The Netherlands, Pp. 21-32.
- Edwards CA, Bohlen PJ(1996). Biology and Ecology of Earthworms (3<sup>rd</sup> Ed.), Chapman & Hall, New York.
- Edwards CA, Burrows I, Fletcher KE, JonesBA(1985). The use of earthworms for compostingfarm wastes. In composting of Agricultural andOther Wastes. JKR Gasser (Ed.). Elsevier,Amsterdam, 229-242.
- Erdem T, Arin L, Erdem Y,Polat S, Deveci M, Okursoy H, Gültas HT (2010). 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
- Erdoğan SS, Beşirli G, Soyergin S, Sönmez İ (2006). Farklı Besin Maddesi Uygulamalarının Organik Olarak Yetiştirilen Pırasada Nitrat Birikimi Üzerine Etkileri. Türkiye 3. Organik Tarım Sempozyumu, 1-4 Kasım 2006, Yalova. 551-556.
- Eşiyok D, Yoldaş F (2001). Brokoli Yetiştiriciliği. Ege Üniv. Tarımsal Araştırma Merkezi Yayın Bülteni–37 ISSN1300–3518 Ocak–2001.
- Güngör Y, Yıldırım O (1989). Tarla Sulama Sistemleri. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No. 1155. 371s. Ankara.
- Gutiérrez-Miceli, F.A., Santiago-Borraz, J., Montes Molina, J.A., Nafate, C.C., AbdudArchila, M., Oliva Llaven, M.A., Rincón-Rosales, R. ve Deendoven L., 2007. Vermicompost as a soil supplement to improve growth, yield and fruit quality of tomato (*Lycopersicum esculentum*). Bioresource Technology 98, 2781-2786.
- Handreck KA(1986). Vermicomposting as componentsof potting media. Biocycle, October.
- Hashemimajd K, Kalbasi M, Golchin A, Shariatmadari H (2004) Comparison of vermicompost and composts as potting media for growth of tomatoes. Journal of Plant Nutrition 27: 1107-1123.
- Herenıca JF, Ruiz-Porras JC, Melero S, Garcia-Galavis, PA, Morillo, Maqueda C (2007). Comparison Between Organic And Mineral Fertilization For Soil Fertility Levels, Crop Macronutrient Concentrations, And Yield. Agronomy Journal, 99:973–983.
- 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.
- Jahan Fn, Shahjalal Atm, Paul Ak, Mehraj H, Uddin Afmj (2014). Efficacy Of Vermicompost Conventional Compost On Growth And Yield Of Cauliflower. Bangladesh Research Publications Journal, 10 (1): 33-38.
- Jones JB, Wolf JrB, Mills HA (1991) Plant analysis handbook. Micro-Macro Publishing, Inc. Georgia 30607, USA.

- Kacar B(2009). Toprak Analizleri Kitabı (Genişletilmiş Ėkinci Baskı) Nobel Yayın No:1387, Fen Bilimleri No: 90, Nobel Bilim ve Araştırma Merkezi Yayın No: 44, Nobel Yayın Dağıtım, 467 s., Ankara.
- Kale RD, Bano K (1986). Field Trails With Vermicompost (Vee Camp E. Uas- 83) On Organic Fertilizer. Proceedings Of National Seminar On Organic Wastes Utilization, Eds.Dash MC, Senapathi BK, Mishra PC 151-160 P.
- Kalembasa D (1996) The effects of vermicompost on the yield and chemical composition of tomato. *Zeszyty-Problemy-Postepow-Nauk-Rolniczych* 437: 249-252.
- Kanber R, Kksal H, nl M, şenyiğit U, Onaran H, nlenen AL, zekici B, Sezen MS, Orta İ (2003). Nevşehir Yresinde Farklı Sulama Yntemleriyle Sıvı Gbre Uygulamalarının (Fertigasyon) Patates Verimi ve Azot Kullanımına Etkileri, TBİTAK Araştırma Projesi Sonu Raporu (TARP 2256).
- Kandıl H, Gad N (2009). Effects Of İnorganic And Organic Fertilizers On Growth And Production Of Broccoli (*Brassica Oleracea L.*) Factori Si ProcesePedogenetice Din Zona Temperata, 8:61-69.
- Lampkin N (2002). Organic Farming. Old Pond Publishing 104 Valley Road Ipswich, Ip1 4pa, 350 P, United Kingdom.
- Lindsay WL, Norwell WA (1978). Devellopment of DTPA Soil Test Zinc, Iron, Manganese and Copper, *Soil Sci. Soc. Am. J.* 42: 421-428.
- Manivannan S, Balamurugan MM, Parthasarathi K, Gunasekeran G, Ranganathan LS(2009). Effect of Vermicompost on Soil Fertility and Crop Productivity-Beans (*Phaseolus vulgaris*). *J. Environ. Biol.* 30 (2): 275-281.
- Nagavallema KP, Wanı SP, Lacroix S, Padja VV, Vineela C, Rao B, Sahrawat KL (2006). Vermicomposting: Recycling Wastes İnto Valuable Organic Fertilizer. *Icrısat*, 2 (1): 1-16.
- Ostrowska D (1992). Plonowanie Buraka Cukrowego na tle Zroznicowanego nawozenia organicznego I wzrastajacych dawek azotu mineralnego w plodozmianie trojpolowym.material z konferencji naukowej “Nawozy organiczne”. *AR Szczecin z.1*, 38-43.
- Ouda BA, Mahadeen AY (2008). Effect of Fertilizers on Growth, Yield, Yield Components, Quality and Certain Nutrient Contents in Broccoli (*Brassicaoleracea*). *Int. J. Agri. Biol.*, 10: 627–32.
- Özbek N (1970) Gübrelerin etkili bir şekilde kullanılmaları. A.Ü. Ziraat Fakültesi Yayınları: 420, Ders Kitabı:147, Ankara.
- Özyazıcı G, Bayraklı B, Açı S, Pekin A (2013). Organik Yağlık Biber Yetiştiriciliğinde n Bitki Ve Organik Gübrelerin Verim Beslenme Durumu Ve Toprakların Bazı Kimyasal zelliklerine Etkisi. 5. Organik Tarım Sempozyumu, 25-27 Eylül 2013, Samsun. 162-176. Production, 17:153.

- 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.
- Preetha D, Sushama PK, Marykutty KC (2005) Vermicompost + inorganic fertilizers promote yield and nutrient uptake of amaranth (*Amaranthus tricolor* L.). Journal of Tropical Agriculture 43: 87-89.
- Ram M, Singh M, Prajapati AK, Ram D ve Rawat G (2012). Towards Sustainable Production of Peppermint (*Mentha piperita* L.) through Integrated Use of Vermicompost and Cowpea Green Manuring with Synthetic Nitrogen Fertilization. Archives of Agronomy and Soil Science, 58 (39): 293-301.
- Rangarajan A, Leonard Bestsy JA (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.
- Sağlam, M.T., (2012). Toprak ve suyun kimyasal analiz yöntemleri. N. K. Ü.Ziraat Fakültesi Yayınları No: 2, Ders Kitabı No:2, s: 1-154, Tekirdağ.
- Salman M.H (2007). Bazı brokkoli ve karnabahar çeşitlerinde verim depolama ve raf ömrü boyunca kalite değişimlerinin belirlenmesi (Doctoral dissertation, Ege Üniversitesi).
- Schallenberger E, Mauch CR, Gomes JCC, Rebelo JA, Stuker H, Ternes M (2004). Viability of Use of Compost for Cabbage Production. Agropecuaria Catarinense, 17 (1) : 53-54.
- Schoenau JJ (2006). Benefits Of Long-Term Application Of Manure. Advances In Pork
- 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.
- Sinha J Biswas CK, Ghosh A, Saha A (2010) Efficacy of vermicompost against fertilizers on *Cicer* and *Pisum* and on population diversity of N<sub>2</sub> fixing bacteria. Journal of Environmental Biology 31: 287-292.
- Slowinski H, Prosba-Bia Jczyk U and pytlarz- Kozicka M (1995) Wplyw nawozenia na rozwój roslin i narastanie plonu buraka cukrowego Zesz. Nauk. AR. 262, Rol. 63, 21-29
- Soba, M.R. 2012. Topraktan ve Yapraktan Uygulanan Yarasa Gübresinin Domates ve Biber Bitkilerinde Beslenme Güle Ürün Miktarı ve Meyvede Bazı Kalite Özelliklerine Etkisi, Yüksek Lisans Tezi, A.Ü. Fen Bil. Enst., Toprak Anabilim Dalı, Ankara.
- Suhane RK (2007). Vermicompost (In Hindi); Pub. Of Rajendra Agriculture University, Pusa, Bihar; Pp: 88 (www.Kvksmp.Org) (Email:İnfo@Kvksmp.Org).
- Suthar S (2009) Impact of vermicompost and composted farmyard manure on growth and yield of garlic (*Allivum sativum* L.) field crop. International Journal of Plant Production 3(1): 27-38.
- Şeniz V (2004). Genel Sebzeçilik, Uludağ Üniv. Ders Notları, No:53, 230s.

- Taban S, İbrikçi H, Ortaş İ, Karaman MR, Orhan Y, Güneri A (2005).Türkiye'de Gübre Üretimi ve Kullanımı. Türkiye Ziraat Mühendisliği V1. Teknik Kongresi, 3-7 Ocak 2005, S 847-867. Tmmob Ziraat Mühendisleri Odası, Ankara.
- 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.
- TÜİK (2014), “İstatistiklerle Yaşlılar”, TÜİK.
- TÜİK, İstatistik Göstergeler. "Göstergeler 1923-2013." Türkiye İstatistik Kurumu Matbaası, Yayın 4361 (2014).
- Tüzüner A (1990). Toprak ve su analizi laboratuvarları el kitabı
- U.S.Soil Staff (1951) Soil Survey Manuel U.S.Survey Dept. Agr.Handbook 18,U.S Gout.Printing Office,Washington.USA
- Uma B, Malathi M (2009) Vermicompost as a soil supplement to improve growth and yield of *Amaranthus* species. Research Journal of Agriculture and Biological Science 5: 1054-1060.
- Vural H, Eşiyok D, Duman İ (2000). Kültür Sebzeleri; (142). Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü Bornova-İzmir.
- 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.
- Watson CA, Bengtsson H, Løes AK, Myrbeck A, Salomon E, Schroder J, Stockdale EA (2002). A Review Of Farm-Scale Nutrient Budgets For Organic Farms As A Tool For Management Of Soil Fertility. Soil Use And Management, 18:264-273.
- Yağmur B, ve Eşiyok D Solucan gübresi: vermikompost – III (Vermikompostun Kullanım Alanları) <http://www.dunyagida.com.tr/haber.php?nid=3202>, ET: Mart 2015
- 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.
- Zimny L, Malak D ve Sniady R, (2001). Yielding of Sugar Beet Cultivated After Manure and Vermicompost in the Background of Increasing Doses of Nitrogen Fertilization. Archives of Agronomy and Soil Science, (47): 473-480.

## **ÖZGEÇMİŞ**

Antalya'nın Kumluca ilçesinde, 1993 yılında doğdu. İlk, orta ve lise öğrenimini Kumluca'da tamamladı. 2011 yılında Namık Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi'nde Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümünde Lisans eğitimine başladı ve 2015 yılında mezun oldu. Aynı yıl Namık Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Biyosistem Mühendisliği Anabilim Dalında yüksek lisansa başladı.