



**BAKTERİ VE FARKLI GÜBRE  
KOMBİNASYONLARININ KARNABAHAAR  
(*Brassica oleracea* L. var. *botrytis*)’DA  
BİTKİ GELİŞİMİ, VERİM VE KALİTE  
ÖZELLİKLERİNE ETKİLERİ**

**Cüneyt CİVELEK**

**Doktora Tezi**

**Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı  
Sebze Yetiştiriciliği ve Islahı Bilim Dalı  
Prof. Dr. Ertan YILDIRIM**

**2017**

**Her hakkı saklıdır**

ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

DOKTORA TEZİ

BAKTERİ VE FARKLI GÜBRE KOMBİNASYONLARININ  
KARNABA HAR (*Brassica oleracea* L. var. *botrytis*)’DA BİTKİ  
GELİŞİMİ, VERİM VE KALİTE ÖZELLİKLERİNE ETKİLERİ

Cüneyt CİVELEK

BAHÇE BİTKİLERİ ANABİLİM DALI  
Sebze Yetiştiriciliği ve Islahı Bilim Dalı

ERZURUM  
2017

Her hakkı saklıdır



T.C.  
ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



TEZ ONAY FORMU

**BAKTERİ VE FARKLI GÜBRE KOMBİNASYONLARININ KARNABAHAAR  
(BRASSICA OLERACEA L. VAR. BOTRYTİS)'DA BİTKİ GELİŞİMİ, VERİM  
VE KALİTE ÖZELLİKLERİNE ETKİLERİ**

Prof.Dr. Ertan YILDIRIM danışmanlığında, Cüneyt CİVELEK tarafından hazırlanan bu çalışma 22/05/2017 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı – Sebze Yetiştiriciliği ve Islahı Bilim Dalı'nda Doktora Tezi olarak **oybirliği/oy çokluğu (5./5.)** ile kabul edilmiştir.

Başkan : Prof. Dr. H. Yıldız DAŞGAN

İmza:

Üye : Prof. Dr. Suat ŞENSOY

İmza:

Üye : Prof. Dr. Ramazan ÇAKMAKCI

İmza:

Üye : Prof. Dr. Atilla DURSUN

İmza:

Üye : Prof. Dr. Ertan YILDIRIM

İmza:

Yukarıdaki sonuç;

Enstitü Yönetim Kurulunun 15/06/2017 tarih ve 24/33 nolu kararı ile onaylanmıştır.

Prof. Dr. Cavit KAZAZ  
Enstitü Müdürü

**Not:** Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaklardan yapılan bildirişlerin, çizelge, şekil ve fotoğrafların kaynak olarak kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.

## ÖZET

Doktora Tezi

### **BAKTERİ VE FARKLI GÜBRE KOMBİNASYONLARININ KARNABAHAH (*Brassica oleracea* L. var. *botrytis*)’DA BİTKİ GELİŞİMİ, VERİM VE KALİTE ÖZELLİKLERİNE ETKİLERİ**

Cüneyt CİVELEK

Atatürk Üniversitesi  
Fen Bilimleri Enstitüsü  
Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı  
Sebze Yetiştiriciliği ve Islahı Bilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Ertan YILDIRIM

Bu çalışma; tarla koşullarında karnabahar (*Brassica oleracea* L. var. *botrytis* cv Tetris F1)’da bakteri (PGPR) kombinasyonu (*Paenibacillus polymyxa* RC14, *Bacillus subtilis* RC63 ve *Pseudomonas fluorescens* RC77), organik tavuk gübresi OTG (400 kg/da), üç farklı mineral gübre seviyesi (NPK1 (8 kg/da N+5 kg/da P+8 kg/da K), NPK2 (16 kg/da N+7,5 kg/da P+16 kg/da K) ve NPK3 (20 kg/da N+10 kg/da P+20 kg/da K)) uygulamalarının ve bunların birlikte kombinasyonlarının verim ve kalite özellikleri üzerine etkilerini araştırmak amacıyla yapılmıştır. Çalışma tesadüf blokları deneme deseninde 4 tekrarlı olarak yürütülmüştür. Çalışmada; dekara verim, taç özellikleri (ağırlığı, rengi ve boyutları), yaprak özellikleri (rengi, alanı, yaprak sayısı ve yaprak verimi), bitki özellikleri (bitki ağırlığı, gövde çapı, gövde yüksekliği) gibi özellikler incelenmiştir. Ayrıca toprak bakteri popülasyonlarındaki ve yaprak klorofil içeriklerindeki dönemsel değişimler, yaprak kuru maddesi, antioksidan enzim (katalaz, süperoksid dismutaz ve askorbat peroksidaz) miktarları ve makro mikro besin elementi içerikleri, taçlarda suda çözünebilir kuru madde miktarı, nitrat ve organik asit (oksalik asit, tartarik asit, malik asit, malonik asit, askorbik asit, maleik asit, sitrik asit ve fumarik asit) içerikleri ile uygulamalara göre azot kullanım etkinlikleri belirlenmiştir. İki yıl olarak yürütülen çalışmamızın sonuçları değerlendirildiğinde verim ve kalite yönünden, bakteri, organik tavuk gübresi ve mineral gübrelerin kombinasyon olarak uygulanmalarının daha etkin olduğu ve uygulama gruplarına göre NPK2, NPK1xPGPR, NPK2xOTG ve NPK1xPGPRxOTG kombinasyonlarının verim ve kalite parametreleri üzerine en olumlu etkiyi yaptıkları tespit edilmiştir. Ayrıca organik üretimde PGPRxOTG kombinasyonu etkin bir şekilde kullanılabilir bulunmuştur.

**2017, 157 sayfa**

**Anahtar Kelimeler:** Karnabahar, PGPR, organik tavuk gübresi, kimyasal gübre dozları, farklı gübre kombinasyonları, verim, kalite

## ABSTRACT

Ph. D. Thesis

### **EFFECTS OF PLANT GROWTH-PROMOTING RHIZOBACTERIA (PGPR) AND DIFFERENT FERTILIZER COMBINATIONS ON YIELD AND QUALITY PROPERTIES IN CAULIFLOWER (*Brassica oleracea* L. var. *botrytis*)**

Cüneyt CİVELEK

Atatürk University  
Graduate School of Natural and Applied Sciences  
Department of Horticulture  
Department of Vegetable Growing and Breeding

Supervisor: Prof. Dr. Ertan YILDIRIM

This study was carried out for the aim of determine the effect of Plant Growth Promoting Rhizobacteria (PGPR) combination (*Paenibacillus polymyxa* RC14, *Bacillus subtilis* RC63 and *Pseudomonas fluorescens* RC77), organic poultry manure (OPM) (400 kg/da), 3 levels of mineral fertilizer ((NPK1 (8 kg/da N+5 kg/da P+8 kg/da K), NPK2 (16 kg/da N+7,5 kg/da P+16 kg/da K) and NPK3 (20 kg/da N+10 kg/da P+20 kg/da K)) and combination of these applications on yield and quality of cauliflower under field conditions. The study was conducted as completely randomized block design and all treatment had four replication. Such as yield per decare, curd (weight, color and size), leaf (color, leaf area, leaf number and leaf yield) and plant characteristics (plant weight, stem diameter, stem height) were examined in the study. Also the periodical changes of soil bacterial population and chlorophyll contents, leaf dry matter, antioxidant enzymes (catalase, superoxide dismutase and ascorbate peroxidase) amounts, macro-micro nutrient elements compounds, soluble solids, nitrate and organic acids (oxalic acid, tartaric acid, malic acid, malonic acid, ascorbic acid, maleic acid, sitric acid and fumaric acid) in curd and nitrogen use efficiency according to applications were determined in the study. Considering the results of our study it were seen that the application of PGPR, organic poultry manure and mineral fertilizer more efficient when they were applied as combination and NPK2, NPK1xPGPR, NPK2xOPM and NPK1xPGPRxOPM applications among the application groups were found advisable for yield and quality parameters. Furthermore PGPRxOPM combination was advisable for efficiently using in organic agricultural producing.

**2017, 157 pages**

**Anahtar Kelimeler:** Cauliflower, PGPR, organic poultry manure, chemical fertilizer levels, different combinations of fertilizers, yield, quality

## TEŞEKKÜR

Çalışmalarım boyunca bilimsel olarak tez çalışmamın her safhasında yardımlarını esirgmeden tezimin gerçekleşmesinde en çok katkısı olan Danışman Hocam Sayın Prof. Dr. Ertan YILDIRIM'a teşekkür ederim.

Tez çalışmasında kullanılan bakteri izolatlarının temininde yardımlarını esirgemeyen ve ayrıca tez izleme komitesinde yer alarak çalışmamın yapılmasında da katkılarını gördüğüm Sayın Prof. Dr. Ramazan ÇAKMAKÇI Hocama teşekkür ederim. Tez çalışmamın yapılmasında, hem tez izleme komitesinde yer alarak hem de bilgi ve tecrübeleriyle olumlu katkılarını hiçbir zaman esirgemeyen Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölüm Başkanı Sayın Prof. Dr. Atilla DURSUN Hocama teşekkür ederim.

Yapmış olduğum çalışmalarda benden yardımlarını esirgemeyen, Bozok Üniversitesi ve Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültelerinde görev yapan mesai arkadaşlarım ve hocalarımıza teşekkür ederim.

Çalışmalarımda ve hayatım boyunca desteklerini gördüğüm Sevgili Aileme teşekkür ediyor, yüksek lisans tezimin yazım aşamasında kaybettiğim Sevgili Babam ve doktora tezimin yazım aşamasında kaybettiğim sevgili Annemi sevgi, saygı, şükran ve rahmetle anıyorum.

**Cüneyt CİVELEK**

**Mayıs, 2017**

## İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	i
ABSTRACT .....	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ .....	viii
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	xi
ÇİZELGELER DİZİNİ .....	xii
<b>1. GİRİŞ.....</b>	<b>1</b>
<b>2. KAYNAK ÖZETLERİ .....</b>	<b>7</b>
2.1. PGPR'ların Biyolojik Gübre Olarak Kullanımları.....	7
2.1.1. PGPR'ların azot fiksasyonuna etkileri .....	10
2.1.2. PGPR'ların fosfat çözünürlüğüne etkileri .....	11
2.1.3. PGPR'ların bitkilerde besin maddesi alımına etkileri .....	13
2.1.4. PGPR'ların organik asit, hormon ve enzim üretimine etkileri .....	14
2.2. Organik Gübrelerin ve Tavuk Gübresinin Kullanımının Etkileri .....	16
2.3. Kimyasal Gübrelerin Kullanımlarının Etkileri.....	19
2.4. Farklı Gübrelerin Birlikte Kullanımlarının Etkileri .....	21
<b>3. MATERYAL ve YÖNTEM.....</b>	<b>26</b>
3.1. Materyal.....	26
3.1.1. Bitkisel materyal.....	26
3.1.2. Deneme alanının özellikleri.....	27
3.1.3. Bakteri kombinasyonu.....	29
3.2. Yöntem .....	30
3.2.1. Bakteri kültürlerinin muhafazası, geliştirilmesi ve inokulumun hazırlanması.....	30
3.2.2. Fidelerin yetiştirilmesi, dikim, bakım, hasat ve yapılan uygulamalar.....	31
3.2.3. Denemede yapılan ölçüm ve analizler.....	36
3.2.3.a. Topraktaki bakteri popülasyonlarının belirlenmesi .....	36
3.2.3.b. Toprak analizleri.....	37
3.2.3.c. Bitki, taç ve yapraklarda yapılan ölçümler .....	38

3.2.3.d. Yaprak kuru madde ve ta suda çözünebilir kuru madde miktarları (SÇKM).....	39
3.2.3.e. Yapraklarda makro ve mikro besin elementi analizleri.....	40
3.2.3.f. Talarda nitrat analizi.....	40
3.2.3.g. Yapraklarda antioksidan enzimler.....	40
3.2.3.h. Talarda organik asitlerin tayini.....	43
3.2.3.ı. Azot kullanım etkinliğinin belirlenmesi.....	43
3.2.4. İstatistiksel değerlendirme.....	44
<b>4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA.....</b>	<b>45</b>
4.1. Topraktaki Bakteri Popölasyonları.....	45
4.2. Bitki, Ta ve Yaprak Özellikleri.....	47
4.2.1. Gövde apı.....	47
4.2.2. Gövde boyu.....	49
4.2.3. Bitki ağırlığı.....	51
4.2.4. Ta ağırlığı.....	53
4.2.5. Pazarlanabilir verim.....	55
4.2.6. Ta rengi L değerleri.....	57
4.2.7. Ta rengi a değerleri.....	59
4.2.8. Ta rengi b değerleri.....	61
4.2.9. Ta apı.....	63
4.2.10. Ta yüksekliği.....	65
4.2.11. Ta indeksi.....	67
4.2.12. Yaprak rengi L değerleri.....	69
4.2.13. Yaprak rengi a değerleri.....	71
4.2.14. Yaprak rengi b değerleri.....	73
4.2.15. Yaprak ağırlığı.....	75
4.2.16. Açık yaprak sayısı.....	77
4.2.17. Toplam yaprak alanı.....	79
4.2.18. Klorofil (SPAD) değerleri.....	81
4.2.19. Antosiyanin içerikleri.....	83
4.2.20. Yaprak kuru madde oranları.....	85
4.2.21. Talarda suda çözünebilir kuru madde (SÇKM) miktarları.....	87



4.3. Yaprak Makro-Mikro Besin Elementi İçerikleri .....	89
4.3.1. Yaprak azot (N) içerikleri.....	89
4.3.2. Yaprak fosfor (P) içerikleri .....	91
4.3.3. Yaprak potasyum (K) içerikleri.....	93
4.3.4. Yaprak kalsiyum (Ca) içerikleri .....	95
4.3.5. Yaprak kükürt (S) içerikleri .....	97
4.3.6. Yaprak magnezyum (Mg) içerikleri .....	99
4.3.7. Yaprak demir (Fe) içerikleri.....	101
4.3.8. Yaprak bakır (Cu) içerikleri .....	103
4.3.9. Yaprak mangan (Mn) içerikleri.....	105
4.3.10. Yaprak çinko (Zn) içerikleri.....	107
4.3.11. Yaprak molibden (Mo) içerikleri .....	109
4.3.12. Yaprak bor (B) içerikleri .....	111
4.4. Taç Nitrat İçerikleri .....	113
4.5. Yaprakta Antioksidan Enzimler .....	115
4.5.1. Katalaz (CAT) .....	115
4.5.2. Süperoksid dismutaz (SOD).....	117
4.5.3. Askorbat peroksidaz (APX) .....	119
4.6. Taçlarda Organik Asitler .....	121
4.6.1. Oksalik asit .....	121
4.6.2. Tartarik asit.....	123
4.6.3. Malik asit.....	125
4.6.4. Askorbik asit.....	127
4.6.5. Malonik asit.....	129
4.6.6. Sitrik asit.....	131
4.6.7. Maleik asit .....	133
4.6.8. Fumarik asit .....	135
4.7. Azot Kullanım Etkinliği .....	137
4.8. İncelenen Parametreler Arasındaki İlişkiler .....	139
4.8.1. Uygulanan azot miktarı ile taç ağırlığı arasındaki ilişkiler .....	139
4.8.2. İncelenen unsurlar arasındaki ilişkiler.....	141
4.8.3. Enzim içerikleri ile bazı verim ve kalite unsurları arasındaki ilişkiler.....	142

4.8.4. Organik asit içerikleri ile bazı verim ve kalite unsurları arasındaki ilişkiler .	142
<b>5. SONUÇ ve ÖNERİLER.....</b>	<b>144</b>
KAYNAKLAR .....	149
ÖZGEÇMİŞ .....	158



## SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

%	Yüzde
°C	Derece santigrad
µM	Mikro molar
ABA	Absizik asit
ACC	1-aminocyclopropane-1-carboxylate
AKE	Azot Kullanım Etkinliği
AlPO <sub>4</sub>	Alüminyum fosfat
APX	Askorbat peroksidaz
B	Bor
BG	Biyolojik Gübre
bv.	Biyolojik varyete
C	Karbon
Ca	Kalsiyum
Ca <sub>3</sub> (PO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub>	Kalsiyum fosfat
CaCl <sub>2</sub>	Kalsiyum klorür
CAT	Katalaz
CFU	Koloni Oluşturan Birim
Cl	Klor
cm	Santimetre
Cu	Bakır
cv.	Kultivar (Çeşit)
DTPA	Dietilen triamin penta asetik asit
EC	Elektriksel iletkenlik
EDTA	Etilen diamin tetra asetik asit
EU	Enzyme Unit (Enzim Ünitesi)
Fe	Demir
FeCl <sub>3</sub>	Demir klorür
FePO <sub>4</sub>	Demir fosfat
G6PD	Glukoz-6-fosfat dehidrogenaz

GA	Giberalik asit
GR	Glutasyon reduktaz
GST	Glutasyon S-transferaz
H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	Hidrojen peroksit
HCl	Hidroklorik asit
HPLC	Yüksek Performanslı Sıvı Kromatografisi
IAA	İndol 3 asetik asit
IU	International Unit (Uluslararası Ünite)
K	Potasyum
Kg/da	Kilogram/dekar
Kg/ha	Kilogram/hektar
KH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	Potasyum dihidrojen fosfat
M	Molar
m/l	Dakika/litre
Mg	Magnezyum
MgSO <sub>4</sub>	Magnezyum sülfat
mM	Mili molar
mm	Milimetre
Mn	Mangan
Mo	Molibden
N	Azot
N	Normalite
Na	Sodyum
NA	Nutrient agar
Na <sub>2</sub> MoO <sub>4</sub>	Sodyum molibdat
NaCl	Sodyum klorür
NaOH	Sodyum hidroksit
NBT	Nitro blue tetrazolium
Ni	Nikel
nm	Nanometre
OTG	Organik Tavuk Gübresi

P	Fosfor
PGPR	Bitki gelişimini teşvik eden rizobakteriler
PO	Peroksidaz
POX	Peroksidaz
ppm	Milyonda bir kısım
PPO	Polifenol oksidaz
rpm	Dakikada devir
S	Kükürt
SÇKM	Suda Çözünebilir Kuru Madde
SOD	Süperoksid dismutaz
spp.	Türleri
v/v	Hacim/hacim
Zn	Çinko
µg/mL	Mikrogram/mililitre

## ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 3.1. Denemede kullanılan karnabahar çeşidi (Tetris F1).....	26
Şekil 3.2. Deneme alanının genel görünümü.....	27
Şekil 3.3. Bitkilerin büyümesi ve denemeden görünümeler.....	33
Şekil 3.4. Bitkilerin hasat dönemindeki görünümü .....	35
Şekil 3.5. Bakteri kolonilerinin petri ve mikroskoptaki görüntüleri.....	36



## ÇİZELGELER DİZİNİ

<b>Çizelge 1.1.</b> Karnabahar tacının ihtiva ettiği besin maddeleri, vitamin ve mineral maddeler (Şalk vd 2008).....	2
<b>Çizelge 3.1.</b> Çalışma bölgesinin, çalışmanın yapıldığı ve uzun yıllara ait meteorolojik verileri .....	28
<b>Çizelge 3.2.</b> Uygulama alanının 0-20 cm, 20-40 cm derinlikteki toprak analiz sonuçları.....	29
<b>Çizelge 3.3.</b> Bakteri kombinasyonunda kullanılan bakterilerin bazı özellikleri.....	30
<b>Çizelge 3.4.</b> Denemede kullanılan uygulamalar .....	34
<b>Çizelge 3.5.</b> Denemede kullanılan uygulamaların numaralandırılmış listesi .....	34
<b>Çizelge 4.1.</b> Topraktaki bakteri popülasyonlarına ait varyans analiz sonuçları .....	46
<b>Çizelge 4.2.</b> Topraktaki bakteri popülasyonları ( $\times 10^7$ cfu/ml) .....	46
<b>Çizelge 4.3.</b> Gövde çapı değerlerine ait varyans analiz sonuçları .....	48
<b>Çizelge 4.4.</b> Uygulamalara göre gövde çapı değerleri (mm).....	48
<b>Çizelge 4.5.</b> Gövde boyu değerlerine ait varyans analiz sonuçları .....	50
<b>Çizelge 4.6.</b> Uygulamalara göre gövde boyu uzunlukları (cm).....	50
<b>Çizelge 4.7.</b> Bitki ağırlığı değerlerine ait varyans analiz sonuçları .....	52
<b>Çizelge 4.8.</b> Uygulamalara göre bitki ağırlıkları (kg).....	52
<b>Çizelge 4.9.</b> Taç ağırlığı değerlerine ait varyans analiz sonuçları .....	54
<b>Çizelge 4.10.</b> Uygulamalara göre taç ağırlıkları (kg) .....	54
<b>Çizelge 4.11.</b> Pazarlanabilir verim değerlerine ait varyans analiz sonuçları .....	56
<b>Çizelge 4.12.</b> Uygulamalara göre pazarlanabilir verim değerleri (ton/da) .....	56
<b>Çizelge 4.13.</b> Taç rengi L değerlerine ait varyans analiz sonuçları .....	58
<b>Çizelge 4.14.</b> Uygulamalara göre taç rengi L değerleri .....	58
<b>Çizelge 4.15.</b> Taç rengi a değerlerine ait varyans analiz sonuçları.....	60
<b>Çizelge 4.16.</b> Uygulamalara göre taç rengi a değerleri.....	60
<b>Çizelge 4.17.</b> Taç rengi b değerlerine ait varyans analiz sonuçları .....	62
<b>Çizelge 4.18.</b> Uygulamalara göre taç rengi b değerleri .....	62
<b>Çizelge 4.19.</b> Taç çapı değerlerine ait varyans analiz sonuçları .....	64
<b>Çizelge 4.20.</b> Uygulamalara göre taç çapı değerleri (cm) .....	64

<b>Çizelge 4.21.</b> Taç yüksekliği değerlerine ait varyans analiz sonuçları .....	66
<b>Çizelge 4.22.</b> Uygulamalara göre taç yüksekliği değerleri (cm) .....	66
<b>Çizelge 4.23.</b> Taç indeks değerlerine ait varyans analiz sonuçları .....	68
<b>Çizelge 4.24.</b> Uygulamalara göre taç indeks değerleri (çap/yükseklik) .....	68
<b>Çizelge 4.25.</b> Yaprak rengi L değerlerine ait varyans analiz sonuçları .....	70
<b>Çizelge 4.26.</b> Uygulamalara göre yaprak rengi L değerleri .....	70
<b>Çizelge 4.27.</b> Yaprak rengi a değerlerine ait varyans analiz sonuçları .....	72
<b>Çizelge 4.28.</b> Uygulamalara göre yaprak rengi a değerleri .....	72
<b>Çizelge 4.29.</b> Yaprak rengi b değerlerine ait varyans analiz sonuçları .....	74
<b>Çizelge 4.30.</b> Uygulamalara göre yaprak rengi b değerleri .....	74
<b>Çizelge 4.31.</b> Yaprak ağırlığı değerlerine ait varyans analiz sonuçları .....	76
<b>Çizelge 4.32.</b> Uygulamalara göre yaprak ağırlığı değerleri (kg/bitki) .....	76
<b>Çizelge 4.33.</b> Açık yaprak sayısı değerlerine ait varyans analiz sonuçları .....	78
<b>Çizelge 4.34.</b> Uygulamalara göre açık yaprak sayısı değerleri (adet/bitki) .....	78
<b>Çizelge 4.35.</b> Toplam yaprak alanı değerlerine ait varyans analiz sonuçları .....	80
<b>Çizelge 4.36.</b> Uygulamalara göre toplam yaprak alanı değerleri (m <sup>2</sup> /bitki) .....	80
<b>Çizelge 4.37.</b> Klorofil (SPAD) değerlerine ait varyans analiz sonuçları .....	82
<b>Çizelge 4.38.</b> Uygulamalara göre klorofil (SPAD) değerleri .....	82
<b>Çizelge 4.39.</b> Antosiyanin değerlerine ait varyans analiz sonuçları .....	84
<b>Çizelge 4.40.</b> Uygulamalara göre antosiyanin değerleri (%) .....	84
<b>Çizelge 4.41.</b> Yaprak kuru madde değerlerine ait varyans analiz sonuçları .....	86
<b>Çizelge 4.42.</b> Uygulamalara göre yaprak kuru madde değerleri (%) .....	86
<b>Çizelge 4.43.</b> Taçlarda suda çözünebilir kuru madde değerlerine ait varyans analiz sonuçları .....	88
<b>Çizelge 4.44.</b> Uygulamalara göre taçlardaki suda çözünebilir kuru madde değerleri (%) .....	88
<b>Çizelge 4.45.</b> Yaprak azot değerlerine ait varyans analiz sonuçları .....	90
<b>Çizelge 4.46.</b> Uygulamalara göre yaprak azot değerleri (%) .....	90
<b>Çizelge 4.47.</b> Yaprak fosfor değerlerine ait varyans analiz sonuçları .....	92
<b>Çizelge 4.48.</b> Uygulamalara göre yaprak fosfor değerleri (%) .....	92
<b>Çizelge 4.49.</b> Yaprak potasyum değerlerine ait varyans analiz sonuçları .....	94
<b>Çizelge 4.50.</b> Uygulamalara göre yaprak potasyum değerleri (%) .....	94



<b>Çizelge 4.51.</b> Yaprak kalsiyum değerlerine ait varyans analiz sonuçları .....	96
<b>Çizelge 4.52.</b> Uygulamalara göre yaprak kalsiyum değerleri (%).....	96
<b>Çizelge 4.53.</b> Yaprak kükürt değerlerine ait varyans analiz sonuçları .....	98
<b>Çizelge 4.54.</b> Uygulamalara göre yaprak kükürt değerleri (%).....	98
<b>Çizelge 4.55.</b> Yaprak magnezyum değerlerine ait varyans analiz sonuçları .....	100
<b>Çizelge 4.56.</b> Uygulamalara göre yaprak magnezyum değerleri (%).....	100
<b>Çizelge 4.57.</b> Yaprak demir değerlerine ait varyans analiz sonuçları.....	102
<b>Çizelge 4.58.</b> Uygulamalara göre yaprak demir değerleri (ppm) .....	102
<b>Çizelge 4.59.</b> Yaprak bakır değerlerine ait varyans analiz sonuçları.....	104
<b>Çizelge 4.60.</b> Uygulamalara göre yaprak bakır değerleri (ppm) .....	104
<b>Çizelge 4.61.</b> Yaprak mangan değerlerine ait varyans analiz sonuçları .....	106
<b>Çizelge 4.62.</b> Uygulamalara göre yaprak mangan değerleri (ppm).....	106
<b>Çizelge 4.63.</b> Yaprak çinko değerlerine ait varyans analiz sonuçları .....	108
<b>Çizelge 4.64.</b> Uygulamalara göre yaprak çinko değerleri (ppm).....	108
<b>Çizelge 4.65.</b> Yaprak molibden değerlerine ait varyans analiz sonuçları.....	110
<b>Çizelge 4.66.</b> Uygulamalara göre yaprak molibden değerleri (ppm).....	110
<b>Çizelge 4.67.</b> Yaprak bor değerlerine ait varyans analiz sonuçları.....	112
<b>Çizelge 4.68.</b> Uygulamalara göre yaprak bor değerleri (ppm) .....	112
<b>Çizelge 4.69.</b> Taçlardaki nitrat değerlerine ait varyans analiz sonuçları .....	114
<b>Çizelge 4.70.</b> Uygulamalara göre taçlardaki nitrat değerleri (ppm) .....	114
<b>Çizelge 4.71.</b> Katalaz enzim değerlerine ait varyans analiz sonuçları.....	116
<b>Çizelge 4.72.</b> Uygulamalara göre katalaz enzim değerleri (EU g <sup>-1</sup> yaprak) .....	116
<b>Çizelge 4.73.</b> Süperoksit dismutaz enzim değerlerine ait varyans analiz sonuçları ....	118
<b>Çizelge 4.74.</b> Uygulamalara göre süperoksit dismutaz enzim değerleri (EU g <sup>-1</sup> yaprak) .....	118
<b>Çizelge 4.75.</b> Askorbat peroksidaz enzim değerlerine ait varyans analiz sonuçları.....	120
<b>Çizelge 4.76.</b> Uygulamalara göre askorbat peroksidaz değerleri (EU g <sup>-1</sup> yaprak) .....	120
<b>Çizelge 4.77.</b> Oksalik asit değerlerine ait varyans analiz sonuçları.....	122
<b>Çizelge 4.78.</b> Uygulamalara göre oksalik asit değerleri (ppm) .....	122
<b>Çizelge 4.79.</b> Tartarik asit değerlerine ait varyans analiz sonuçları .....	124
<b>Çizelge 4.80.</b> Uygulamalara göre tartarik asit değerleri (ppm) .....	124
<b>Çizelge 4.81.</b> Malik asit değerlerine ait varyans analiz sonuçları.....	126

<b>Çizelge 4.82.</b> Uygulamalara göre malik asit değerleri (ppm) .....	126
<b>Çizelge 4.83.</b> Askorbik asit değerlerine ait varyans analiz sonuçları .....	128
<b>Çizelge 4.84.</b> Uygulamalara göre askorbik asit değerleri (ppm) .....	128
<b>Çizelge 4.85.</b> Malonik asit değerlerine ait varyans analiz sonuçları.....	130
<b>Çizelge 4.86.</b> Uygulamalara göre malonik asit değerleri (ppm) .....	130
<b>Çizelge 4.87.</b> Sitrik asit değerlerine ait varyans analiz sonuçları .....	132
<b>Çizelge 4.88.</b> Uygulamalara göre sitrik değerleri (ppm) .....	132
<b>Çizelge 4.89.</b> Maleik asit değerlerine ait varyans analiz sonuçları.....	134
<b>Çizelge 4.90.</b> Uygulamalara göre maleik asit değerleri (ppm) .....	134
<b>Çizelge 4.91.</b> Fumarik asit değerlerine ait varyans analiz sonuçları.....	136
<b>Çizelge 4.92.</b> Uygulamalara göre fumarik asit değerleri (ppm) .....	136
<b>Çizelge 4.93.</b> Azot kullanım etkinliği değerlerine ait varyans analiz sonuçları .....	138
<b>Çizelge 4.94.</b> Uygulamalara göre azot kullanım etkinliği değerleri .....	138
<b>Çizelge 4.95.</b> Uygulanan azot seviyelerine göre taç verimleri arasındaki değişimler ..	140
<b>Çizelge 4.96.</b> İncelenen unsurlar arasındaki ilişkiler .....	141
<b>Çizelge 4.97.</b> Enzim içerikleri ile bazı verim ve kalite unsurları arasındaki ilişkiler...	142
<b>Çizelge 4.98.</b> Organik asit içerikleri ile bazı verim ve kalite unsurları arasındaki ilişkiler .....	143

## 1. GİRİŞ

Sebzeler, insanların beslenmesi ve sağlığı bakımından en önemli gıda maddelerinden birisidir. Sebzeler bu önemlerini, içeriklerinde bulunan mineraller, vitaminler ve antioksidanlar gibi maddelerden almaktadırlar. Lahanagillere ait türlerin özellikle sindirim yolu kanserlerini önlemede etkili olduğu ve alternatif tıp alanında kullanıldığı bilinmektedir. Karnabahar bünyesinde sulphoraphan olarak adlandırılan kükürtlü maddeyi bulundurmaktadır ve bu madde antikanserojen etkiye sahiptir. Ayrıca karnabahar içerdiği kükürt sayesinde dezenfektan görevi görmekte ve antibiyotik etkisi yapmaktadır. Bu nedenlerden dolayı karnabahar tüketimi sağlık açısından oldukça önemlidir (Şalk vd 2008). 100 g taze karnabaharda ortalama; 60 IU A vitamini, 0,11 mg B<sub>1</sub>, 0,10 mg B<sub>2</sub>, 0,70 mg Niasin, 78 mg C vitamini, 25 mg Ca, 1,10 mg Fe, 18 mg Mg, 56 mg P, 295 mg K, 13 mg Na ve 85 mg S bulunmaktadır (Çizelge 1.1).

Sebzeler insanlar için önemli besin kaynağı olmanın yanında üreticiler için de önemli bir geçim kaynağıdır. Türkiye sebze üretimi bakımından 2015 yılındaki yaklaşık 29 milyon tonluk üretimle dünyada ilk dört ülke arasında yer almaktadır. Son yıllarda sebze ihracatımız 600 000 ton civarında gerçekleşmiştir (Anonim 2016). Karnabahar üretimimiz ise 2015 yılında 76 082 da alanda yaklaşık 182 000 ton olarak gerçekleşmiştir. Birçok sebze türünün yetiştirilebileceği uygun alan ve çevre koşullarına sahip olan Yozgat ilinde ise 2015 yılı itibariyle yaklaşık 28 bin dekar alanda 57 000 ton sebze üretimi gerçekleşmiştir. Birim alandan elde edilen sebze verimi; 2,04 ton/da ile Türkiye ortalamasının (2,70 ton/da) altında olan ilde karpuz, domates, kavun ve hıyar gibi türler başlıca üretimi yapılan türlerdir (Anonim 2015). Bununla birlikte ilimizde ticari anlamda karnabahar üretimi yapılmamaktadır.

Sebze üretiminin ve kalitesinin artırılması; sulama, tarımsal mücadele ve kaliteli tohum gibi girdilerin zamanında, yeterli, düzenli ve dengeli şekilde kullanılması ile mümkün olabilmektedir. Verim ve kaliteyi artırmaya yönelik en etkin araçlardan birisi de kimyasal ve organik gübre uygulamalarıdır. Ancak bölgede tarımsal alanlar genellikle arazi kullanım kabiliyetlerine göre kullanılmadığı ve dengeli gübreleme programları

uygulanmadığı için birim alandan maksimum ürün alınabilmesi için yoğun girdi kullanımını gerektirmektedir. Bu girdilerin yoğun kullanımı da birim maliyeti artıracığı için yetiştiricinin karlılık düzeyini azaltmaktadır. Kimyasal gübrelerin aşırı derecede ve bilinçsizce kullanılması ekonomik kayıpların yanında önemli bazı olumsuz etkileri de meydana getirmektedir. Özellikle kimyasal gübreler toprağın fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerini bozması yanında bitkinin kalite, depolama dayanıklılığı, hastalıklara mukavemeti, insan sağlığını etkileyen nitrat kapsamı gibi parametreleri de önemli derecede etkilemektedir. Ayrıca, toprak ve bitkiler üzerinde yaptığı etkiler dışında yer altı ve yerüstü sularını da kirleterek önemli çevre sorunlarına neden olmaktadır.

**Çizelge 1.1.** Karnabahar tacının ihtiva ettiği besin maddeleri, vitamin ve mineral maddeler (Şalk vd 2008)

<b>Besin Maddeleri (g/100 g)</b>							
	Kuru Madde	Enerji (Cal)	Su	Protein	Yağ	Toplam şeker	Karbonhidratlar
Karnabahar	7-10	21	90-93	2,2	0,3	2,5	0,4
<b>Vitaminler (mg/100 g)</b>							
Karnabahar	Vit. A *	B <sub>1</sub>	B <sub>2</sub>	Niacin	Vit. C		
Çiğ	60	0,11	0,10	0,7	78		
Haşlanmış	60	0,09	0,08	0,6	55		
Donmuş	30	0,04	0,05	0,4	41		
<b>Mineral Maddeler (mg/100 g)</b>							
Karnabahar	Ca	Fe	Mg	P	K	Na	S
Çiğ	25	1,1	18	56	295	13	85
Haşlanmış	21	0,7	-	42	206	9	-
Donmuş	17	0,5	-	38	207	10	-

\* A vitamininin birimi IU olarak verilmiştir.

Hızlı nüfus artışı ile birlikte ortaya çıkan çevre kirlenmesi yaşam koşullarını zorlaştırmakta, canlılar ve insanlar için temiz su, hava ve toprak bulma imkânsız hale gelmektedir. Monokültür ve ticari tarımda, yüksek kimyasal ve dış girdi kullanımıyla

birlikte sağlık ve evre sorunları ortaya çıkmaktadır. Bitkisel retim ve zararlıların kontrolünde gelişi güzel kimyasal gübre ve pestisit kullanımı sonuçta toprak sağlığının bozulması, evre kirlenmesi, patojen ve zararlı popülasyonlarının ortaya çıkmasına neden olmaktadır (Bockman 1997; Saber 2001). Tarımsal kimyasalların ekosistemlerin kaldıramayacağı miktarda kullanımının devamı ile tarımda sürdürülebilirlik sağlanamamaktadır. Günümüzde tarımsal ekosistemlerde birçok toksik ve tehlikeli kimyasal madde kalıntısı bulunmaktadır. Bunlar bitki, toprak, yüzey ve yeraltı suları ve gıdaların içine karışmaktadır. Tüm dünyada yeterli miktar ve kalitede gıda temininin sömürücü ve kirleticilerle sağlanamayacağı endişesi yaygınlaşmaktadır. Kimyasal kullanımı ile tarımda ortaya çıkan hızlı üretim artışı artık azalmaktadır. Sömürücü ve uygunsuz tarım yöntemleri, tarım alanlarında su ve rzgr erozyonu, besin elementi tükenmesi, toprak organik maddesinin kaybı gibi toprak verimliliğini azaltıcı özellikler taşımaktadır (Saber 2001). Sağlıklı bir tarım sistemi kaçınılmaz olmakta ve kimyasal kullanılmaksızın temiz gıda üretimi zorunlu hale gelmektedir. Temiz tarım sistemi, organik artıkların geri dönüşümü, biyolojik gübrelerle toprak rizosferinin güçlendirilmesi, biyopestisit kullanımının yaygınlaştırılması ve tarımsal-ekosistemdeki kirleticilerin biyolojik yollarla temizlenmesi gibi yaklaşımları esas almaktadır. Sürdürülebilir tarım için biyolojik gübrenin önemi ve kimyasal gübrelemenin maliyet ve çevresel zararları; gübre azotuna çevresel olarak kabul edilebilir biyolojik alternatiflerin araştırılması, geliştirilmesi, adaptasyonu ve benimsenmesini gündeme getirmiş ve bu konuda araştırmalar ivme kazanmıştır. Organik bitkisel üretim ve iyi tarım uygulamaları gibi üretim sistemleri; son yıllarda bu tarz ürünlere olan talebin artması, insanların daha sağlıklı beslenme istekleri gibi nedenlerle daha çok kullanılmaya başlanmıştır. Organik, ekolojik veya biyolojik tarım gibi farklı şekillerde isimlendirilen üretim sisteminde, tarımsal üretim aşamalarının hiçbirinde sentetik kimyasal madde kullanılmamaktadır. Bunun yerine yeşil gübreler, organik gübre ve ilaçlar ile biyolojik ajanlar kullanılmaktadır. İyi tarım uygulamalarında ise zararlı kimyasallar dışında kalan kimyasallar belirlenen ölçülerde ve kalıntı bırakmayacak şekilde kullanılmaktadır (Turhan 2005; Tiryaki vd 2010).

Entansif tarımda kullanılan sentetik gübre ve ilaçların bilinçsiz ve aşırı biçimde kullanımı toprak, su ve gıda kalitesini düşürmekte ve insan ile çevre sağlığı açısından da zararlı etkiler yapmaktadır. Avrupa'da ilk kez yapılan bir araştırma sonuçlarına göre; doğada aşırı azot birikiminin, iklim değişikliği ve biyolojik çeşitliliğin yok olmasını da içeren olumsuz etkilerinin, Avrupa Birliğine yıllık maliyetinin 70 - 320 milyar € (Euro) olduğu belirtilmektedir (Sutton *et al.* 2011). Bu kirliliğin başlıca nedenleri arasında da tarımsal üretimde kullanılan kimyasallar bulunmaktadır. Son yıllarda ülkemizde yapılan araştırmalarda da tarımsal üretimde kullanılan gübrelerin, toprak ve su gibi önemli çevre unsurlarında kirliliğe neden olduğu ortaya konulmaktadır (Karaer ve Gürlük 2003; Akbulut vd 2006; Akın 2007; Haspolat 2012; Kılıç ve Korkmaz 2012; Gökçe ve Usta 2013). Bilinçsiz gübreleme ve ilaçlama; çevreye verdiği zararlar dışında, bitkilerde kalıntı veya birikim yaparak insan ve diğer canlı türlerinin sağlığını da tehdit etmektedir. İnsanların, büyük bir kısmını taze tükettikleri sebzelerden aldığı nitrat formundaki azot, bu maddelerden en önemlilerindendir. Nitrat azotunun insan sağlığına etkisi nitrit formuna indirgenmesi ile olmaktadır. Toksik etkiye sahip bu maddeler; insan vücudunda kansızlığa yol açarak ve sekonder aminlerle tepkimeye girerek oluşturdukları kanserojen olan nitrozaminler vasıtasıyla zarar yapmaktadırlar (Özdehan ve Üren 2010). Bu nedenlerden dolayı bitki yetiştiriciliğinde sentetik gübreler, toprak analizleri yapılarak, yetiştirilecek bitki türüne uygun miktarlarda uygulanması gerekmektedir. Yoğun tarım, beraberinde aşırı gübre kullanımını da getirmektedir. Böyle tarım sistemlerinin çevresel problemlere ve doğal kaynakların yok olmasına yol açtığı bilinmektedir. Gübre kullanımının minimuma indirilebilmesi, bitki beslenmesi ve gelişiminin maksimum seviyeye çıkarılabilmesi için rizosferden seçilen farklı mikroorganizmalar kullanılmaktadır. Bu amaçla; PGPR (plant growth promoting rhizobacteria)'ların biyolojik gübre olarak kullanıldığı bildirilmektedir (Vessey 2003; Çakmakçı 2005). Çakmakçı (2005); bakterilerin organik ve sentetik gübrelerle birlikte uygulamaları, farklı türlerde uygulamaların yaygınlaştırılması, bitki yüzeyleri ve bakteri ilişkileri, bakterilerle bitki genotipi arasındaki ilişkiler, çevresel uyumluluk ve etkin türlerin izolasyonu üzerine kapsamlı araştırmalara gereksinim olduğunu ifade etmektedir.

Biyolojik gübre; çok farklı şekillerde tanımlanmakla birlikte atmosferik azotu fikse eden, fikse edilmiş halde bulunan toprak fosforunu alınabilir forma dönüştüren ve bitki besin elementinin bitkilerce alımını artıran saf veya karışık mikroorganizma formülasyonu olarak tanımlanabilir (Vessey 2003). Biyolojik azot fiksasyonu sürdürülebilir tarımın gelişmesi için alternatif gübre kaynağı olarak dikkate alınmakta, değişen insan gereksinimlerinin karşılanması, çevre kalitesinin artırılması, doğal kaynakların korunması ve toprak erozyonunun azaltılmasını sağlamaktadır. Serbest veya bitkilerle ortak yaşayan, bitki büyümesini artıran, biyolojik savaş ajanı veya biyolojik gübre olarak kullanılan bakterilere bitki gelişimini teşvik edici rizobakteriler (PGPR) adı verilmektedir. PGPR; bitkilerin gübre kullanım etkinliğinin artırılması, besin maddelerinin bitkiler tarafından daha kolay alınabilmesinin sağlanması, toprağa azot bağlamaları ve bitki gelişimini olumlu yönde etkilemeleri gibi avantajlarından dolayı biyolojik gübre olarak kullanılmaktadırlar (Çakmakçı 2005). Öte yandan bu bakteriler bitki hastalıklarıyla mücadelede bitkilerin savunma mekanizmalarını desteklemek amacıyla da kullanılmaktadırlar (Zhuang *et al.* 2007).

Bazı mikroorganizma türleri tarafından, biyolojik nitrojen fiksasyonu ile bitkilerce kullanılmayan atmosferik nitrojen ( $N_2$ ), nitrogenaze enzimi yardımı ile kullanılabilir forma ( $NH_4$ ) dönüştürülmektedir. Tarımda biyolojik azot fiksasyonu bedeli kimyasal gübrelere kıyasla daha düşüktür ve enerji tasarrufu sağlamaktadır. Daha önce yürütülen araştırmalar PGPR'ların bazı bitkilerde gübre kullanım etkinliğini artırdığı ve kullanılan gübrenin miktarının azaltılabileceğini göstermiştir (Adesemoye *et al.* 2009). Yine yapılan çalışmalarda, azot fiksedan bakterilerin bitki tarafından azot alımını artırdığı ve bitkideki azot muhtevastaki artışın azot kullanım etkinliğindeki artıştan kaynaklandığı belirtilerek, söz konusu bakterilerin entegre besin yönetimi sistemlerinde kullanılabileceği ileri sürülmüştür (Adesemoye *et al.* 2008). Bununla birlikte, bu konudaki literatür incelendiğinde azot fikse eden ve fosfat çözücü bakterilerin, farklı dozlarda ticari azot, fosfor ve potasyumlu gübrelere gübrelenen karnabaharda, bitki gelişimi, verim ve kalite üzerine etkisini araştıran çalışmaya rastlanmamıştır.

Bu çalışmada; PGPR ve farklı gübre (kimyasal ve organik) doz ve kombinasyonlarının karnabahar (*Brassica oleracea* L. var. *botrytis*)’da bitki gelişimi, verim ve kalite özelliklerine etkileri araştırılmıştır. Çalışma sonucunda karnabaharda; etkin gübre dozları ile sentetik ve organik gübrelerin birlikte kullanımlarının etkileri belirlenmiş, ayrıca PGPR’ların, sentetik ve organik gübrelerin birlikte veya tek başına kullanımlarının bitkide verim ve kalite unsurlarına etkileri ortaya konulmuştur.





## 2. KAYNAK ÖZETLERİ

### 2.1. PGPR'ların Biyolojik Gübre Olarak Kullanımları

Günümüzde yoğun tarım aşırı gübre kullanımını da beraberinde getirmektedir. Daha fazla verim alabilmek için daha fazla girdi kullanan tarım sistemleri çevresel sorunlara ve doğal kaynakların kaybolmasına neden olmaktadır. Gübre kullanımını en az seviyeye indirmek, bitki gelişme ve beslenmesini en üst seviyeye çıkarmak amacıyla rizosferden seçilmiş farklı mikroorganizmalar kullanılmaktadır. Bitki gelişimini teşvik eden rizobakteriler (PGPR) bitki büyümesine faydalı etkileri nedeniyle biyolojik gübre (BG) olarak kullanılmaktadır (Çakmakçı 2005).

Bitkilerin rizosfer bölgesi mikrobiyal etkinliğin yoğun olduğu bir bölgedir ve bu bölgede bulunan bazı bakteri türleri kök bakterileri olarak adlandırılmaktadır. Bitki gelişimi üzerinde yararlı etki gösteren kök bakterileri ise bitki gelişimini uyaran kök bakterileri olarak adlandırılmaktadır (PGPR). Bu bakteriler bitki gelişimini ya patojen organizmaların bazı zararlı etkilerini önleyerek dolaylı yünden ya da bakteri tarafından üretilen veya çevreden besinlerin alımını kolaylaştıran bir bileşiği bitkiye sağlayarak direkt olarak etkileyebilirler (Altın ve Bora 2005).

PGPR'lar toprakta doğal olarak bulunan, daha çok bitkilerin kök bölgelerinde yoğunlaşan ve farklı yollarla bitki gelişimine katkı sağlayan bakteri türleridir. Bitki gelişiminin erken dönemlerinde belli bakteri türlerinin, üretimi yapılan bitkilere inokule edilmesi; kök ve sürgün gelişimini artırmak suretiyle bitkilerde kuru madde birikimini artırmaktadır. Süs bitkileri, orman ağaçları, sebzeler ve diğer bitkisel tarım ürünlerine erken dönemde bakteri inokule edilmesi; fidelerin daha kaliteli olması, sağlıklı olmaları, bitki gücü, bitki boyu, sürgün ağırlığı, sürgünlerin besin içeriği, erken çiçeklenme, klorofil içeriği ve baklagillerde nodül oluşumunun artmasına neden olabilmektedir. PGPR'ların, bitkilerde gelişim, verim ve besin alımını bir dizi mekanizmayla etkiledikleri rapor edilmektedir (Saharan and Nehra 2011).

Biyolojik gübre olarak dünya genelinde kullanılan PGPR'lar, simbiyotik yaşam tarzına sahip olanlar (*Rhizobium*, *Bradyrhizobium*, *Azorhizobium*, *Allorhizobium*, *Sinorhizobium* ve *Mesorhizobium*) ve simbiyotik olmayan serbest yaşayan bakteriler (*Pseudomonas*, *Bacillus*, *Klebsiella*, *Azotobacter*, *Azospirillum*, *Azomonas*) olarak ikiye ayrılmaktadır (Hayat *et al.* 2010; Ahemad and Kibret 2014).

Bitki büyümesini teşvik eden rizosfer bakterilerinin bitki kökleri ile olan ilişkileri bakterilerin köke yakınlıkları ve bitki kökleri ile olan ilişkilerinin derecesine bağlı olarak değişmektedir. Genel olarak PGPR bakterileri; rizosfer bölgesinde, kök yüzeylerinde veya kök hücrelerinin arasındaki boşluklarda yaşayan ePGPR'lar (ekstraselüler PGPR'lar) ve kök hücrelerinin içerisinde, genellikle de nodül yapılarında yaşayan iPGPR'lar (intraselüler PGPR'lar) olmak üzere ikiye ayrılırlar. İkinci grup bakteriler rizobiyum ve *Frankia* türlerine ait bakterilerdir ve her ikisi de azot fikse etme ve yüksek bitkilerle simbiyotik olarak yaşama kabiliyetine sahiptirler (Gray and Smith 2005). PGPR'lar öte yandan bitkileri etkileme şekline göre bitki sağlığını artıran bakteriler (PHPR, Plant Health Promoting Rhizobacteria) ve nodül oluşumunu teşvik eden rizosfer bakterileri (NPR; Nodule Promoting Rhizobacteria) olarak ta adlandırılmaktadırlar (Hayat *et al.* 2010).

Farklı bitki türleri ve farklı PGPR türleri ile yapılan çalışmalarda, PGPR uygulamalarının bitkilerde ve fidelerde verim ve kalite unsurları üzerine olumlu etkileri olduğu bildirilmektedir. PGPR uygulamaları tohum veya fide inokulasyonu olarak farklı şekillerde yapılabilmektedir. Dashti *et al.* (1997) yaptıkları çalışmada PGPR (*Bradyrhizobium japonicum*, *Serratia liquefaciens* 2-68 ve *Serratia proteamaculans* 1-102) uygulamalarının soyada tane verimi, protein miktarı ve bitki protein miktarını artırdığını bildirmişlerdir. Orhan *et al.* (2006) ahududu türünde yaptıkları çalışmada PGPR olarak *Bacillus* OSU-142 (azot fikseri) ve *Bacillus* M3 (azot fikseri ve fosfat çözücü) ırklarını tek başına ve kombinasyon olarak kullanmışlardır. Çalışma sonucunda *Bacillus* M3 ve *Bacillus* OSU 142 + M3 uygulamalarının; bitki büyümesini, verimi ve besin alımını artırma potansiyeline sahip olduğunu bildirmişlerdir. Çakmakçı *et al.* 2007 buğday ve ıspanak türlerinde sera koşullarında dokuz farklı PGPR (*Bacillus cereus*

RC18, *Bacillus licheniformis* RC08, *Bacillus megaterium* RC07, *Bacillus subtilis* RC11, *Bacillus* OSU-142, *Bacillus* M-13, *Pseudomonas putida* RC06, *Paenibacillus polymyxa* RC05 ve RC14) ile yaptıkları çalışmada, bakteri uygulamalarının verim ve bazı enzimlerin aktiviteleri üzerine etkilerini incelemişlerdir. Çalışma sonucunda bakteri uygulamalarının yaprak alanı ve bitki boyu parametrelerinde artışa neden olduğunu ve enzim aktiviteleriyle bu parametreler arasında yakın bir ilişki olduğunu bildirmişlerdir. Ayrıca azot fikseri RC05, RC06, RC14 ve OSU-142 ve fosfat çözücü RC07 ile RC08 ırklarının formülasyonda kullanım ve biyolojik gübre olarak kullanım için büyük bir potansiyele sahip olduklarını bildirmişlerdir. Gholami *et al.* (2009) mısır bitkisinde yaptıkları çalışmada tohum inokulasyonu şeklinde altı farklı PGPR (*Pseudomonas putida* R-168, *Pseudomonas fluorescens* R-93, *Pseudomonas fluorescens* DSM 50090, *Pseudomonas putida* DSM291, *Azospirillum lipoferum* DSM 1691, *Azospirillum brasilense* DSM 1690) ırkını uygulamışlardır. Çalışma sonucunda PGPR uygulamalarının tohum çimlenmesi ve fide gücü üzerinde olumlu etkilerinin görüldüğünü bildirmişlerdir. Ayrıca tüm bakteri uygulamalarının bitki boyu, 100 tohum ağırlığı, koçan başına tane verimi ve yaprak alanında artışa neden olduğunu bildirmişlerdir. Ekinci *et al.* (2014) karnabarda bakteri (*Bacillus megaterium* TV-3D, *B. megaterium* TV-91C, *Pantoea agglomerans* RK-92, *B. subtilis* TV-17C, *B. megaterium* TV-87A, *B. megaterium* KBA-10) uygulamalarının, sera koşullarında bitki gelişimine etkisini araştırmışlardır. Çalışma sonucunda bakteri uygulamalarının, fide gelişim dönemindeki karnabahar bitkilerinde sürgün ağırlığı, kök çapı, kök uzunluğu, kök ağırlığı, bitki boyu, gövde çapı, yaprak alanı ve klorofil içeriği gibi parametrelerde artışa neden olduğunu belirlemişlerdir. Ekinci vd (2015) yaptıkları çalışmada brokolide PGPR (*Bacillus megaterium* TV-3D, *Bacillus megaterium* TV-91C, *Pantoea agglomerans* RK-92 ve *Bacillus megaterium* KBA-10) uygulamalarının fide verimi ve kalitesi üzerine etkilerini araştırmışlardır. PGPR uygulamalarının kontrol uygulamasına göre fide boyunu, gövde çapını, yaprak alanını, yaprak kuru madde miktarını artırdığını tespit etmişlerdir.

Laboratuvar ortamında veya sera koşullarında, patojenlere karşı önemli derecede kontrol sağlamalarına ve bitki gelişimini önemli derecede artırmalarına karşın

PGPR'ların arazi performansları tam olarak açıklanamamıştır. Bu nedenler ve tanımlanmalarındaki, formülasyonlarındaki ve uygulanmalarındaki zorluklar sebebiyle, PGPR'lar henüz ticari inokulant olarak istenilen potansiyele ulaşamamıştır. PGPR'ların çeşitliliği, kolonizasyon yetenekleri, etki mekanizmaları, formülasyonları ve uygulamaları ile ilgili yapılacak çalışmalarla elde edilecek bilgi ve ilerlemelerle PGPR'lar sürdürülebilir tarım sistemlerinin güvenilebilir bir bileşeni olabilecektir (Nelson 2004).

### 2.1.1. PGPR'ların azot fiksasyonuna etkileri

Topraktaki azot döngüsü biyolojik canlılardan etkilenmektedir. Bitki büyümesinde kullanılan azot; atmosferden, ticari gübrelerden, toprak organik maddesinden, bitki artıklarından veya hayvan gübrelerinden karşılanmaktadır. Atmosferik azot (%79 N<sub>2</sub>), azot döngüsünün en büyük kaynağını oluşturmaktadır. Fakat havada gaz halinde bulunan azot bitkiler için kullanılabilir değildir. Bununla birlikte baklagiller familyasına ait bitki türlerinin köklerinde nodül denilen yapılarda bulunan ve bu bitkilerle simbiyotik yaşam sürdüren *Rhizobium* bakterileri havanın serbest azotunu fikse ederek bitkiler tarafından alınabilir forma dönüştürmektedir (Lamb *et al.* 2014). Havada bulunan ve bitkiler tarafından kullanılmayan serbest azot (N<sub>2</sub>), bakteriler tarafından, nitrogenaz olarak adlandırılan karmaşık yapıdaki enzimler yardımıyla kullanılabilir forma dönüştürülmektedir (Kim and Rees 1994).

Atmosferik azot, toprağa sadece simbiyotik yaşam tarzına sahip bakteriler tarafından bağlanmazlar. Toprakta serbest yaşayan *Azoarcus*, *Azospirillum*, *Burkholderia*, *Gluconacetobacter* ve *Pseudomonas* cinslerine ait bakteriler de rizobiyum bakterileri kadar yüksek miktarda olmamakla beraber, biyolojik azot fiksasyonu ile toprağa azot fikse etmektedirler (Bhattacharyya and Jha 2012).

Requena *et al.* (1997) bir baklagil bitkisi olan *Anthillys cytisoides* L. türünde yaptıkları çalışmada, doğal bitkilerin ve yarı kurak bölgelerde yetiştirilen mısır bitkilerinin rizosferlerinden izole ettikleri ve tohum inokulasyonu ile uyguladıkları PGPR'ların

besin alımında ve N<sub>2</sub> fiksasyonunda etkili olduğunu bildirmişlerdir. Marulda yapılan bir çalışmada PGPR (*Serratia* sp. ve *Rhizobium* sp.) uygulamalarının tuzlu toprak koşullarında azot alımını kontrole göre artırdığı bildirilmektedir (Han and Lee 2005a). Biyolojik azot fiksasyonu (BNF); çevre dostu tarımsal uygulamalarda bitkilere büyük bir azot kaynağı sağlamaktadır (Çakmakçı *et al.* 2006). Biari *et al.* (2008) mısırdaki çalışmada PGPR (*Azospirillum* sp. ve *Azotobacter* sp.) uygulamalarının bitkisel özelliklere olumlu katkısının yanında besin maddeleri ve azot alımını da artırdığını bildirmektedir. Domateste yapılan bir çalışmada ise farklı kombinasyonlar halinde ve tek başına PGPR (*Pseudomonas*, *Azotobacter*, *Azospirillum*, *Pseudomonas* + *Azotobacter*, *Pseudomonas* + *Azospirillum*, *Azotobacter* + *Azospirillum* ve *Pseudomonas* + *Azotobacter* + *Azospirillum*) uygulamalarından *Pseudomonas* + *Azotobacter* + *Azospirillum* kombinasyonunun azot alımını en çok artıran kombinasyon olduğu bildirilmektedir (Sharafzadeh 2012).

### 2.1.2. PGPR'ların fosfat çözünürlüğüne etkileri

Bitkilerde kök gelişimi, sap ve gövdenin genişlemesi, çiçek ve tohum oluşumu, ürün olgunlaşması ve üretimi, baklagillerde azot fiksasyonu, ürün kalitesi ve hastalıklara karşı dayanım fosfor gübrelemesi ile ilişkilidir (Khan *et al.* 2009). Bitkiler için büyüme ve gelişimi sınırlayan en büyük etkenlerden birisi olan fosforun, azotun aksine biyolojik olarak elverişli hale getirilebilecek geniş bir atmosferik kaynağı da bulunmamaktadır (Ezawa *et al.* 2002).

Bitki beslemede yüksek miktarlarda kullanılan kimyasal azotlu ve fosforlu gübreler topraklarda kirliliğe yol açmaktadır (Dai *et al.* 2004). Toprağa kimyasal gübrelerle uygulanan fosforun büyük bir kısmı, asidik topraklarda Fe<sup>3+</sup> ve Al<sup>3+</sup>, kireçli veya normal topraklarda ise Ca<sup>2+</sup> ile bileşik oluşturarak bitkiler tarafından kullanılmayan formlara dönüşmektedir (Hao *et al.* 2002). Fosfat çözücü bakterilerin inokulant olarak kullanımı bitkilerde hem fosfor alımını artırmakta hem de verimde artışa sebep olmaktadır. *Pseudomonas*, *Bacillus* ve *Rhizobium* cinslerine ait bakteriler en güçlü fosfat çözücü bakteriler olarak bilinmektedir (Rodríguez and Fraga 1999). Topraktaki

fosforun çözünmesinde görev alan mikroorganizmalar arasında funguslar, sadece %0,1-0,5'ini çözme potansiyeline sahipken fosfat çözücü bakteriler %1-50'sini çözme potansiyeline sahiptirler (Chen *et al.* 2006). Fosfat çözücü bakterilerin inorganik fosfor kaynağında 25-42 µg/mL, organik fosfor kaynağında ise 8-18 µg/mL fosfor çözme kabiliyetinde oldukları bildirilmektedir (Tao *et al.* 2008). Fosfat çözücü bakteriler, fosforu, salgıladıkları hidroksil ve karboksil grubu şelat içeren organik asit metabolitleri vasıtasıyla katyon bağları ile bağlanarak alınabilir forma dönüştürmektedir (Sagoe *et al.* 1998).

Han and Lee (2005b) patlıcanda fosfat çözücü olarak *Bacillus megaterium* ve potasyum çözücü olarak *Bacillus mucilaginosus* bakterilerinin, toprak P ve K elverişliliğine ve bitkiler tarafından alımlarına etkilerini araştırmışlardır. Çalışmada P ve K kaynağı olarak fosfat ve potasyum kayaçları kullanılmış ve sonuç olarak bakteri uygulamalarının toprak P ve K elverişliliğini ve bitkilerin P ve K içeriğini artırdığını bildirmişlerdir.

Rasipour and Aliasgharzadeh (2007) soyada nodül oluşumu ve bitki besin maddeleri alımına PGPR uygulamalarının etkilerini araştırmışlardır. PGPR olarak *Pseudomonas putida* M1, *Aeromonas hydrophila* M2, *Pseudomonas fluorescens* M3 ve *Bradyrhizobium japonicum* ırklarını kullanmışlardır. Çalışma sonunda bakteri uygulamalarının bitkilerde fosfor içeriğini önemli derecede artırdığı bildirilmiştir.

Kumar *et al.* (2013) hardal bitkisinde yaptıkları çalışmada fosfat çözücü bakterilerin fidelerde verim ve kalite üzerine etkilerini araştırmışlardır. Bu amaçla PGPR olarak daha önceden izole ederek fosfat çözme kabiliyetlerine göre seçtikleri *Acromobacter* sp. PB-01, *Tetrathiobacter* sp. PB-03 ve *Bacillus* sp. PB-13 türlerine ait bakterileri kullanmışlardır. Tohum inokulasyonu olarak *Tetrathiobacter* sp. PB-03 ve *Bacillus* sp. PB-13 uygulamalarının 30 günlük fidelerde fosfor içeriğini önemli derecede artırdığını bildirmişlerdir.

### 2.1.3. PGPR'ların bitkilerde besin maddesi alınma etkileri

Bitkilerde bulunma düzeylerine göre makro (N, P, K, Ca, Mg, S gibi) ve mikro elementler (Fe, Cu, Mn, Zn, B, Mo, Ni, Cl gibi) olarak adlandırılan besin elementleri, bitkilerin büyüme ve gelişimlerinde biyolojik ve fizyolojik olaylarda önemli roller üstlenmektedirler. Eksikliklerinde bitkilerde önemli morfolojik ve fizyolojik bozukluklar meydana gelmektedir.

PGPR uygulamalarının bitkilerde makro ve mikro besin elementi alınmasını artırdığı yapılan birçok çalışmayla ortaya konulmaktadır (Gray and Smith 2005). Bununla birlikte PGPR'lar; toprağa azot fikse ederek, rizosfer bölgesindeki besin maddelerinin elverişliliğini artırarak, kök morfolojisi ve büyümesini olumlu etkileyerek ve diğer faydalı mikroorganizmaların faaliyetini olumlu etkide bulunarak bitki büyüme gelişim ve beslenmesine katkı sağlamaktadırlar (Vessey 2003). Esitken *et al.* (2006) yaptıkları çalışmada, tek başına veya kombinasyon halinde PGPR (*Pseudomonas* BA-8 ve *Bacillus* OSU-142) uygulamalarıyla kirazda besin maddeleri (Fe, Zn, Mn) içeriğinin artış gösterdiğini tespit etmişlerdir. Biswas *et al.* (2000) çeltikte yaptıkları çalışmada, *Rhizobium leguminosarum* bv. *trifolii* E11, *Rhizobium* sp. IRBG74, ve *Bradyrhizobium* sp. IRBG271 inokulasyonunun N, P ve K alınmasını %10-28 oranında artırdığını bildirmişlerdir. Biber ve kabak türlerinde yapılan bir çalışmada, bakteri (*Bacillus megaterium* var. *phosphaticum* ve *Bacillus mucilaginosus*) uygulamalarının toprak N, P ve K elverişliliğini ve bitkilerin sürgün ve köklerinde N, P ve K içeriğini artırdığı bildirilmektedir (Han and Lee 2006). Egamberdiyeva (2007) iki farklı toprak tipinde (kalkerli ve tınlı kum) *Pseudomonas alcaligenes* PsA15, *Bacillus polymyxa* BcP26 ve *Mycobacterium phlei* MbP18 uygulamalarının, mısır bitkisinde özellikle besin maddesi noksanlığı bulunan kalkerli toprak tipinde, bitkilerin N, P ve K içeriğinde artışa neden olduğunu bildirmiştir. Orhan *et al.* (2006) *Bacillus* OSU-142 (N<sub>2</sub> fikseri) ve M3 (N<sub>2</sub> fikseri ve fosfat çözücü) ırkı PGPR'ların tek başlarına veya kombinasyon olarak uygulanmalarının çilekte verim ve kalite üzerine etkilerini araştırmışlardır. Çalışma sonucunda bakteri uygulamalarının bitki yapraklarında N, P, Ca, Fe ve Mn içeriğini

artırdığını öte yandan toprakta toplam N, elverişli P, K, Ca, Fe, Mn, Zn ve pH seviyesini önemli derecede etkilediğini bildirmişlerdir.

#### 2.1.4. PGPR'ların organik asit, hormon ve enzim üretimine etkileri

Bitkiler kökleri vasıtasıyla rizosfer bölgesine farklı organik asitleri (sitrik asit, oksalik asit, malik asit, malonik asit, fumarik asit, bütirik asit, valerik asit vb.) salgılamaktadırlar. Bitkiler organik asitler ve benzeri kök salgılarını, hem topraktaki besin maddelerinden faydalanabilmek hem de toprakta yaşayan mikroorganizmalara (bakteri, fungus vb) simbiyotik sinyaller göndermek için kullanmaktadır (Dakora and Philips 2002). Rizosfer bölgesindeki mikrobiyal aktivite, bitki köklerinin oluşumunu, dağılımını ve o bölgede bulunan besin maddelerinin elverişliliğini etkilemekte ve böylelikle kök salgılarının içeriğini ve miktarını düzenlemektedir (Ahemad and Kibret 2014). Ayrıca rizosfer bölgesinde daha yoğun halde bulunan ve düşük moleküler ağırlığa sahip organik bileşikler mikroorganizmalar için kolay ulaşılabilir bir karbon kaynağı teşkil etmektedirler (Hinsinger *et al.* 2009).

Banik and Dey (1981), *Bacillus* cinsine ait 9 farklı bakteri, *Streptomyces* cinsine ait 6 farklı actinomycetes ve 6 fungusla (5 *Aspergillus*, 1 *Penicillium*), sukroz kalsiyum fosfat agar ortamında, bu mikroorganizmaların fosfat çözme kabiliyetlerini belirlemek amacıyla yaptığı çalışmada, kullanılan mikroorganizmaların 2-ketogluconic, oksalik, suksinik, malonik asit gibi organik asitleri ürettiklerini belirlemişlerdir. Ayrıca çalışma sonunda; en yüksek çözünmenin sırasıyla  $Ca_3(PO_4)_2$ ,  $AlPO_4$  ve  $FePO_4$ 'ta olduğu ve 2-ketogluconic asitin, suksinik asit ile birlikte, çözünmeyen formda olan inorganik fosfor kaynağını daha yüksek çözme kabiliyetine sahip olduklarını belirlemişlerdir. *Acinetobacter rhizosphaerae* BIHB 723 ırkı bakterinin farklı fosfat kayaçlarının çözünürlüğüne etkisi üzerine yapılan bir çalışmada, bu bakterinin glukonik, oksalik, 2-keto glukonik, laktik, malik ve formik asit ürettiği belirlenmiştir. Fosfat çözünmesinde glukonik asitin ana organik asit olduğu belirlenmiştir (Gulati *et al.* 2010). Yapılan bazı çalışmalarda PGPR uygulamalarının fide ve bitkilerdeki organik asit içeriğini artırdığı bildirilmektedir. Ekinci vd (2015) PGPR uygulamalarının brokolide fide dönemindeki



bitkilerde organik asit içeriklerini önemli derecede artırdığını bildirmişlerdir. Karnabaharda yapılan bir çalışmada farklı bakteri uygulamalarının organik asit (oksalik, propionik, malonik, laktik, maleik, tartarik, bütirik sitrik, malik, suksinik, fumarik asit) içeriklerini farklı derecelerde artırdıkları bildirilmiştir (Ekinci *et al.* 2014).

Önceleri PGPR'ların yararlı etkilerinin, baklagillere ait olmayan bitkilerde *Azospirillum brasilense*'de olduğu gibi sadece biyolojik azot fiksasyonu ile olduğu düşünülmesine karşın bu bakterinin bitki büyümesine yararlı etkisinin bitkisel hormon üretimi ve kök morfolojisine etkisi gibi mekanizmalardan kaynaklandığı iyi bir şekilde tanımlanmıştır (Vessey 2003). Özellikle indol-3 asetik asit (IAA) gibi sürgün ve kök uçlarının büyüme ve gelişimini etkileyen hormonlar bitkilerin rizosfer bölgesinde yaşayan bakteriler tarafından yaygın olarak üretilmektedir (Patten and Glick 1996). Yine tohum çimlenmesi, dokuların farklılaşması, kök ve sürgün oluşması, kök uzaması, yan tomurcukların gelişmesi, ilk çiçeklenme, antosiyanin sentezi, çiçeklerin açması ve yaşlanması, meyve olgunlaşması, meyvelerde aroma oluşumundan sorumlu uçucu organik bileşiklerin üretimi, depo edilen ürünlerin hidrolizi, yaprak ve meyve dökümü gibi pek çok fizyolojik olaylarda görev alan diğer bir hormon da gaz formundaki etilendir. Etilen, S-adenozil-L-metiyonin'in 1-aminocyclopropane-1-carboxylic asit (ACC)'e sentezlenmesiyle oluşmaktadır (Bleecker and Kende 2000). PGPR'lar bitki büyümesini ve gelişimini etkileme mekanizmalarının bazılarını, ürettikleri spesifik enzimler yoluyla gerçekleştirmektedirler. Bu enzimlerden 1-aminocyclopropane-1-carboxylate (ACC) deaminaz'ın bitkilerde etilen seviyesinin düzenlenmesinde önemli bir rol oynadığı ve böylelikle bakteriler tarafından bitkilerin büyüme ve gelişiminin düzenlendiği iyi bilinmektedir (Saleem *et al.* 2007). Farklı rizosferik bakteri türleri tarafından bitki büyümesi, gelişimi ve diğer fizyolojik olayları düzenleyen GA3 (giberalik asit), ABA (absisik asit) ve zeatin gibi bitkisel hormonların da sentezlendiği farklı araştırmacılar tarafından rapor edilmiştir (Antoun *et al.* 1998; Garcia de Salamone *et al.* 2001; Preston 2004; Boiero *et al.* 2007; Lim and Kim 2009; Cassán *et al.* 2014). Öte yandan bakteri uygulamalarıyla, bitkilerde bünyesel hormon (giberalik asit, salisilik asit, indol asetik asit gibi) düzeylerinde artışlar tespit edildiği yapılan bazı çalışmalarda bildirilmektedir (Kang *et al.* 2012; Turan *et al.* 2014; Ekinci *et al.* 2015).

Birçok biyokimyasal olayı katalize eden enzimler metabolik faaliyetlerde önemli rol oynamaktadırlar. Enzimler bir taraftan azot fiksasyonu gibi bitki beslenmesi yönünden önemli olaylarda görev yaparken diğer taraftan özellikle stres koşullarında bitkilerin savunma mekanizmasına önemli katkılar sağlamaktadırlar. Birçok PGPR türü hayati bir enzim olan ACC (1-aminocyclopropane-1-carboxylate) deaminazı üretmektedir. Bu enzim ile etilenin öncü maddesi olan ACC'yi ketobütirat ve amonyağa dönüştürerek etilen üretimi dengelenmektedir. ACC deaminaz içeren PGPR inokulasyonu ile stres koşullarında üretilen etilenin miktarı azaltılarak stres koşullarında bitkilerin büyümelerini devam ettirmelerine yardımcı olunmaktadır (Saleem *et al.* 2007). Yapılan çalışmalarda bakterilerin, hem bitki büyüme ve gelişimine olumlu katkı sağlayan enzimleri kendileri üreterek hem de bitkilerde antioksidan enzim aktivitesini artırarak bitkilerin büyüme ve gelişimine olumlu katkılar sağladıkları bildirilmektedir. Chen *et al.* (2000) hıyarda yaptıkları çalışmada PGPR uygulamalarının bitkilerde özellikle savunma mekanizmasında görev alan peroksidaz (PO) ve polifenol oksidaz (PPO) enzim aktivitelerini artırdığını bildirmektedirler. Çakmakçı *et al.* (2007) buğday ve ıspanakta yaptıkları çalışmada PGPR uygulamalarının bitkilerde büyüme ve dört farklı enzim glukoz-6-fosfat dehidrogenaz (G6PD), 6-fosfoglukonat dehidrogenaz (6PGD), glutasyon reduktaz (GR), glutasyon S-transferaz (GST)) aktivitesi üzerine etkilerini araştırmışlardır. Yapılan çalışma sonunda incelenen enzim aktiviteleri ile bitki büyümesi arasında yakın bir ilişki olduğu tespit edilmiştir. Marulda yapılan bir çalışmada tuz stresi koşullarındaki bitkilerde PGPR ve mikoriza uygulamalarının etkileri araştırılmıştır. Yapılan çalışma sonucunda araştırmacılar PGPR uygulanan bitkilerin yapraklarında katalaz (CAT) ve peroksidaz (POX) enzim miktarlarında artış olduğunu tespit etmişlerdir (Kohler *et al.* 2009).

## **2.2. Organik Gübrelerin ve Tavuk Gübresinin Kullanımının Etkileri**

Son yıllarda, dünyada yeşil devrimle başlayan sentetik kimyasal gübrelerin kullanımlarının çevre ve insan sağlığı üzerindeki olumsuz etkilerinden dolayı bu tarz gübrelerin kullanımları azalmaya başlamıştır. Bunların yerine organik orjinli ve çevreye zarar vermeyen gübrelerin kullanımı ön plana çıkmaya başlamıştır. Organik kökenli

materyallerin (işlenmiş leonardit, işlenmiş tavuk gübresi gibi) düzenli kullanımlarının toprağın fiziksel ve kimyasal özelliklerini iyileştirmede etkili olduğu da bildirilmektedir (Alagöz vd 2006). İnal vd (1996), farklı yöntemlerle yetiştirilen tavuklardan elde edilmiş ve farklı sürelerde bekletilmiş 5 farklı tavuk gübresinin kimyasal bileşimleri ve farklı ekstraksiyon yöntemlerine tabi tutarak, kolay alınabilir besin içeriklerini belirlemiştir. Araştırmada elde edilen sonuçların; tavuk gübresinin, oldukça yüksek toplam ve değişebilir bitki besini içerdiklerini ve uygun oranda kuru madde içerikleriyle hem tarımsal üretimde gübreleme materyali olarak, hem de hayvan beslemede yem katkı maddesi olarak kullanılabileceğini ortaya koyduğunu bildirmişlerdir. Demirtaş vd (2013) yaptıkları çalışmada değişik organik kökenli materyallerin (kanatlı hayvan gübresi, kanatsız hayvan gübresi ve kompost), fiziksel ve kimyasal (N, P, K, Ca, Mg, Fe, Mn, Zn, pH, EC, C, C/N, organik madde) analizlerini yaparak, elde edilen verileri değerlendirmişlerdir. Araştırma sonucunda, söz konusu organik kökenli gübrenin, fiziksel ve kimyasal analizleri her kullanımdan önce tekrarlanarak, uygulama dozuna, miktarına ve zamanına dikkat edilmesi durumunda, tarımsal üretimde rahatlıkla kullanılabileceğini tespit etmişlerdir.

Polat vd (2001) yaptıkları çalışmada farklı organik gübrenin (katı tavuk gübresi, sıvı tavuk gübresi ve kan unu) farklı seviyelerinin marulda verim ve kalite üzerine etkilerini araştırmışlardır. Çalışma sonucunda katı tavuk gübresi (300 kg/da) + sıvı tavuk gübresi (300 kg/da) uygulamasından, verim ve kalite parametreleri bakımından en iyi sonuçların elde edildiği bildirilmiştir.

Güler (2004) tavuk gübresinin artan dozlarının (0-200-400-600-800-1000 kg/da), NPK (15+5+20 kg/da) gübresiyle karşılaştırmalı olarak domateste verim ve kalite kriterleri üzerine etkilerini araştırmıştır. Çalışmada kullanılan tavuk gübresinin; %1,19 N, %2,31 P, %4,5 K ve %43,5 kuru madde içeriğine sahip olduğunu, çalışma sonuçlarına göre bu özelliklere sahip tavuk gübresinden dekara 600 kg uygulamasının herhangi bir inorganik gübre uygulanmasına ihtiyaç duyulmadan kullanılabileceğini bildirmiştir.

Çalışkan vd (2007) tarafından domateste farklı organik üretim sistemlerinin verim ve kalite üzerine etkilerinin araştırıldığı bir çalışma yapılmıştır. Çalışmada yeşil gübre (adi fiğ), çiftlik gübresi (sığır gübresi) ve ticari organik preparatlar (etkin mikroorganizma içeren) ile bunların farklı kombinasyonlarından oluşan 6 farklı organik üretim sistemi kullanılmıştır. Yapılan çalışmanın sonucunda en yüksek toplam pazarlanabilir meyve sayısı (13,5 adet/bitki) ve pazarlanabilir meyve verimi (4678 kg/da) değerlerini yeşil gübreleme + çiftlik gübresi+ ticari organik preparatların kullanımına dayalı organik üretim sisteminden elde edildiğini bildirmişlerdir.

Adaçayında yapılan bir çalışmada farklı organik gübrelerin (sığır gübresi, koyun gübresi ve tavuk gübresi) besin ve uçucu yağ içeriğine etkileri incelenmiştir. Çalışma sonucunda en fazla uçucu yağ içeriğinin %2,9 ile tavuk gübresi - koyun gübresi karışımından elde edildiği bildirilmiştir (Kocabaş vd 2007).

Wani *et al.* (2010) karnabaharda en yüksek verim ve kaliteyi elde edebilmek için sentetik ve organik gübrelerin optimum doz ve kombinasyonunu belirlemek amacıyla bir çalışma yürütmüşlerdir. Çalışma sonucunda en yüksek verimin sentetik NPK gübresinin önerilen dozunun %50'si ile tavuk gübresi (300 kg/da) kombinasyonundan elde edildiğini bildirmiştir.

Inal *et al.* (2015) kireçli topraklarda, işlenmiş tavuk gübresinin (0, 5, 10 ve 20 g/kg) ve bundan elde edilen biyokömürün (0, 2,5, 5, 10 ve 20 g/kg) toprağın kimyasal özelliklerine, mısır ve fasulyede bitkinin büyümesine etkisini araştırmışlardır. Araştırmacılar çalışma sonuçlarına göre, işlenmiş tavuk gübresi ve biyokömür uygulamalarının toprak pH'sını düşürdüğünü, fasulyede N, P, K, Ca, Fe, Zn, Cu ve Mn konsantrasyonlarını artırdığını, mısırdaki ise N, P, K, Zn, Cu ve Mn içeriklerini arttırırken Ca ve Mg konsantrasyonlarını azalttığını bildirmişlerdir.

### 2.3. Kimyasal Gübrelerin Kullanımlarının Etkileri

Van Den Boogaard and Thorup-Kristensen (1997) yaptıkları çalışmada azotlu gübrelemede uygulama miktarı ve zamanının, karnabaharda büyüme ve gelişim parametreleri ile topraktan azot kaldırılması üzerine etkilerini incelemiştir. Araştırmacılar fide dikiminde uygulanan yüksek miktarda azotlu gübrelerin bitkilerde açık bir şekilde azot alımını ve bitki taze ağırlıklarını arttırdığını bildirmişlerdir. Bununla birlikte bu uygulamanın taze veya kuru taç ağırlıkları ve taçların gevşekliği üzerine önemli bir etki yapmadığını tespit etmişlerdir. Çalışma sonuçlarına göre araştırmacılar; 250 kg/ha seviyesinde uygulanan azotu verime olumsuz etkisi hariç önerilebilir bulmuşlardır. Öte yandan 100 kg/ha azot uygulaması ile 17 kg/ha daha fazla toprakta azot kalıntısı, bitki artıklarında 52 kg/ha daha fazla azot, 37 kg/ha daha fazla mineralize olabilir azot ve hasat edilen taçlarda 15 kg/ha daha fazla azot içeriği tespit edildiğini bildirmişlerdir. Araştırmacılar azotlu gübrenin zamanlamasının değiştirilmesinin, daha az kısmının dikimde, fazla kısmının ise gelişim döneminde verilmesinin daha yüksek taç ağırlığı, taçlarda daha yüksek azot içeriği ve hasat sonrası toprakta daha az miktarda kalıntı bulunması ile sonuçlandığını da bildirmişlerdir. Bu yüzden bitkilere azota daha çok ihtiyaç duydukları büyüme ve gelişim döneminde daha çok azot sağlanması ile azot kullanımında etkinliğin artırılabilceğini bildirmişlerdir.

Kaniszewski and Rumpel (1998), karnabaharda verim ve kalite üzerine; sulamanın, farklı azot seviyeleri ile kaynaklarının ve farklı toprak tiplerinin etkilerini araştırdıkları bir çalışma yürütmüşlerdir. Azot seviyesi olarak hektara 37, 75, 150, 225, 300, 375, 450, 525, 600, 675, 750, 825 ve 900 kg azot uygulamışlardır. Azot kaynağı olarak ise amonyum nitrat, kalsiyum nitrat, amonyum sülfat ve üre formundaki gübreleri kullanmışlardır. Çalışma sonucunda en yüksek verimin 600 ile 675 kg/ha azot uygulamalarından elde ettiklerini bildirmişlerdir. Hektara 375 kg azot seviyesine kadar taçlardaki nitrat seviyesinin yapraktakine göre düşük olduğunu bu seviyenin üzerindeki azot uygulamalarında taç nitrat miktarının yapraklardan daha fazla olduğunu bildirmişlerdir. Ayrıca araştırmada, uygulanan azot seviyesi yükseldikçe taçlardaki nitrat miktarının arttığı rapor edilmiştir.

Karnabaharda azot kullanımını azaltmak için azotu daha etkin kullanan çeşitlerin belirlenebilmesi amacıyla bir çalışma yürütülmüştür. Bu amaçla Marine, Lindurian ve Linford isimli üç hibrit karnabahar çeşidi kullanılmıştır. Çalışmada toprak içeriğine göre optimum azot seviyesi 250 kg/ha olarak belirlenmiş ve buna göre iki farklı bölgede yürütülen çalışmada, çeşitlere azotlu gübrenin en alt ve en üst seviyeleri uygulanmıştır. Çalışma sonucunda araştırmacılar minimum ve optimum azot seviyelerinin her ikisinde de toplam kuru madde ve birinci sınıf taç oluşturma yüzdesi bakımından en yüksek değerlerin Marine çeşidinden elde edildiğini bildirmişlerdir (Rather *et al.* 1999).

Savoy lahanasında potasyumlu ( $K_2O$ ) gübrelerin verim ve bazı kalite özellikleri üzerine etkilerinin incelendiği bir çalışmada dekara 0-5-10-15-20 kg potasyum uygulanmış ve etkileri incelenmiştir. Denemede ayrıca tüm parsellere taban gübresi olarak dekara 20 kg N ve 10 kg  $P_2O_5$  uygulanmıştır. Çalışma sonucunda en çok atılan yaprak 10 kg/da  $K_2O$  uygulamasında tespit edilirken en az 20 kg/da  $K_2O$  uygulamasında tespit edilmiştir. En yüksek verimin ise 10 kg/da  $K_2O$  uygulamasından elde edildiği araştırmacılar tarafından bildirilmiştir (Yağmur vd 2003).

Rosen *et al.* (2005) beyaz ve kırmızı baş lahanada azot ve kükürt uygulamalarının verim ve glukozinolat içeriğine etkisini araştırdıkları bir çalışma yapmışlardır. Bu amaçla bitkisel materyal olarak bu iki türe ait birer çeşit kullanılmış ve gübre uygulaması olarak topraktan 12,5 kg/da – 25 kg/da azot ve 0 – 11 kg/da kükürt uygulaması yapmışlardır. İki yıl olarak yürütülen çalışma sonuçlarına göre her iki türde de, ilk yıl artan azot ve kükürt seviyelerinde verimin artmadığı fakat ikinci yıl artan gübre seviyelerine bağlı olarak verimin de arttığı bildirilmiştir. Öte yandan uygulanan azot ve kükürt seviyesi arttıkça hasat edilen başlarda azot ve kükürt içeriğinin de arttığı bildirilmiştir. Bununla birlikte çalışmada düşük azot yüksek kükürt uygulamasından en yüksek glukozinolat içeriği tespit edilmiştir.

Čekey *et al.* (2011) karnabaharda azotlu (N) ve kükürtlü (S) gübrelemenin verim, sülfurafan içeriği ve nitrat birikimi üzerine etkilerini araştırdıkları bir çalışma yürütmüşlerdir. Bu amaçla çalışmada; Kontrol (gübre uygulaması yok), 200 kg/ha N,

250/50 kg/ha N/S ve 250/60 kg/ha N/S olmak üzere 4 farklı uygulama kullanmışlardır. Yaptıkları çalışmanın sonuçlarına göre en yüksek verimin ve sülfur oranının 250/60 (N/S kg/ha) gübre uygulamasından elde edildiğini bildirmişlerdir. Aynı şekilde nitrat içeriğinin de aynı uygulamada en yüksek olduğu araştırmacılar tarafından bildirilmiştir.

Elwan and El-Hamed (2011) yaptıkları çalışmada brokolide farklı azot kaynaklarının (amonyum sülfat, amonyum nitrat ve üre), kükürtün ve farklı yetiştirme zamanlarının verim, nitrat ve C vitamini içeriğine etkisini araştırmışlardır. Çalışmada kullanılan Sultan F1, Majestic F1 ve Marathon F1 çeşitlerinin verim bakımından sonbahar-kış döneminde ilkbahar dönemine göre daha yüksek verim verdiği bildirilirken kükürt uygulamasının tüm azot formlarında, yetiştiricilik dönemlerinde ve çeşitlerde ortalama %9 oranında verimi artırdığı da bildirilmiştir. Ayrıca çalışmada üre formunda uygulanan azotun diğerlerine göre %13-15 civarında verimde artışa neden olduğunu tespit etmişlerdir. Yine araştırmacılar en yüksek nitrat içeriğinin ilkbahar döneminde yetiştirilen brokolilerde en düşük içeriklerin ise sonbahar-kış döneminde yetiştirilenlerde belirlendiğini ve çalışma sonuçlarına göre en yüksek verim ve en düşük nitrat içeriğinin kükürt ile birlikte amonyum sülfat uygulanan ve sonbahar-kış sezonunda yetiştirilen bitkilerden elde edildiğini bildirmişlerdir.

Atağ vd (2012) brokolide azotlu gübre ihtiyacını belirleyebilmek amacıyla bir çalışma yapmışlar ve bu amaçla dekara 0, 6, 12, 18, 24, 30 ve 36 kg olacak şekilde azot uygulamışlardır. Ayrıca her parselde 16 kg/da P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> formunda fosfor da eşit olarak uygulanmıştır. Yapılan çalışma sonucunda araştırmacılar en yüksek verimin 30 kg/da azot uygulamasından elde edildiğini bildirmişlerdir.

#### **2.4. Farklı Gübrelerin Birlikte Kullanımının Etkileri**

Adesemoye *et al.* (2010) domateste yaptıkları çalışmada kimyasal gübrelerin düşük dozlarıyla birlikte PGPR kullanımının azot kullanım etkinliğini artırmak suretiyle bitkilerde azot alımını artırabileceğini bildirmektedir.

Demir vd (2003a) yürüttükleri çalışmada, ekolojik üretimde farklı organik gübre uygulamalarının domatesin mineral madde içeriği üzerine etkilerini araştırmışlardır. Araştırmada beş farklı organik gübre kombinasyonu ve geleneksel NPK gübresi kullanılmıştır. Çalışma sonunda organik koşullarda ve geleneksel yöntemle yetiştirilen domateslerin mineral içeriklerinde belirlenen farklılıkların, beklenilenden daha az olduğu belirlenmiştir.

Demir vd (2003b) Yedikule ve Iceberg tipi marul çeşitlerinin mineral madde içeriği üzerine ekolojik üretimde farklı gübre uygulamalarının etkilerini araştırdıkları bir çalışmada altı farklı organik gübre kombinasyonu çiftlik gübresi ve kan ununun yanında; Coplex, Maxicrop, Ko Humax, Kelpak, deniz yosunu, Ormin K ve geleneksel NPK gübresi kullanmışlardır. Çalışmada mineral madde içeriği bakımından Iceberg tipi Gloria marul çeşidi ile Yedikule tipi Lital marul çeşidi arasında genel olarak bir farklılığın olmadığını tespit etmişlerdir. Çalışma sonuçları; organik koşullarda ve geleneksel yöntemle yetiştirilen marulların mineral içerikleri bakımından önemli bir farklılık olmadığını, hatta organik sistemde yetiştirilen marulların bazı besin elementlerince daha yüksek içeriğe sahip olduğunu göstermiştir.

Okur vd (2007) organik tarımda kullanılan bazı organik gübrelerin topraktaki mikrobiyal aktivite üzerine etkisini araştırdıkları çalışmada 4 farklı sebze türünde (marul, havuç, roka ve maydanoz), 3 farklı organik kökenli gübre materyali (Biofarm, Leonardit ve Hümik asit) ve konvansiyonel gübre kullanmışlardır. Araştırmada organik gübreleri, tek başına ve kombinasyon şeklinde uygulamışlardır. Çalışmada, iki kez aldıkları toprak örneklerinde; mikrobiyal biyokütle, dehidrogenaz,  $\beta$ -glukozidaz, alkalik fosfataz ve proteaz aktivitelerini saptamışlardır. Çalışma sonucunda; toprağa uygulanan gübrelerin ve yetiştirilen bitki çeşidinin mikrobiyal biyokütle, dehidrogenaz,  $\beta$ -glukozidaz, alkalik fosfataz ve proteaz aktiviteleri üzerindeki etkisinin önemli olduğunu belirlemişlerdir. Bununla birlikte biofarm, leonardit ve humik asit uygulamalarının toprak mikrobiyal biyokütlesi ve enzim aktivitesini, konvansiyel üretime göre değişen miktarlarda arttırdığını tespit etmişlerdir.



Glala *et al.* (2010) iki farklı domates çeşidinde (GS12 ve Alisa), PGPR ve bazı alternatif azot kaynaklarının etkilerini araştırdıkları iki yıllık bir çalışma yürütmüşlerdir. Çalışmada PGPR olarak *Bacillus subtilis* GB03 ırkı, azot kaynağı olarak da %100 mineral azot (M), %100 organik azot (O), %50 M + %50 O ve %25 M + %75 O kullanılmıştır. Çalışma sonuçları; PGPR uygulamalarının, bitki besin alımını, bitki gelişimini, meyve verimi ve kalitesini artırdığını göstermiştir. Araştırmacılar çalışma sonucuna göre domateste daha iyi verim ve kalite için en iyi kombinasyonların sırasıyla; %50 M + %50 O + PGPR, %25 M + %75 O + PGPR, %100 M + PGPR ve %100 O + PGPR olduğunu belirlemişlerdir. Çalışma sonunda mineral azot kaynaklarının yeraltı sularında, toprakta ve domates meyvelerindeki zararlı etkilerinin azaltılabilmesi için, %50-75 mineral azot kaynağına alternatif olarak, *Bacillus subtilis* ile desteklenen organik azot kaynaklarının kullanımının tavsiye edilebileceğini bildirmişlerdir.

Kaushal *et al.* (2011), farklı iklim bölgelerinde yetiştirilen karnabahar bitkilerinin rizosferlerinden izole ettikleri PGPR'ların, farklı azotlu ve fosforlu sentetik gübre dozlarında, karnabaharda bitki gelişimi ve verim üzerine etkilerini araştırdıkları bir çalışma yürütmüşlerdir. Öncelikle farklı iklim bölgelerinde yetiştirilen karnabaharların rizosfer bölgelerinden ve köklerinden endo ve ekto bakterileri izole etmişlerdir. Daha sonra yaptıkları laboratuvar çalışmaları ile izole ettikleri bakterilerin; azot fiksasyonu, fosfat çözme, siderofor üretimi, HCN üretimi, IAA üretimi ve antagonistik aktivite gibi özelliklerini belirleyip, içlerinden beş farklı bakteri izolatını (MK2, MK4, MK5, MK7 ve MK9) seçmişler ve karakterizasyonlarını yapmışlardır. Daha sonra kontrollü şartlarda (iklim dolabı ve örtü altı) bakterilerin bitki büyümesini teşvik etme performanslarını değerlendirerek içlerinden seçtikleri üç izolatı (MK5, MK7 ve MK9) tohum inokulasyonu şeklinde uygulayarak karnabaharda farklı azot ve fosforlu gübre seviyelerinde bitki gelişimi ve verim üzerine etkilerini araştırmışlardır. Seçilen tüm bakteri izolatlarının bitkilerde, indol asetik asit (IAA) üretimini teşvik ettiğini ve toprakta çözünebilir fosfatı alınabilir forma dönüştürdüğünü bildirmişlerdir. Araştırmacılar; PGPR kullanımının karnabaharda, açık yaprak sayısı, taç çapı, taç boyu ve taç ağırlığında önemli artışlara neden olduğunu belirlemişlerdir. Seçtikleri üç izolatı biyolojik gübre olarak kullandıkları arazi çalışmaları sonucunda araştırmacılar; MK5

izolatını, karnabahar yetiştiriciliğinde, IAA üretimini teşvik etmesi ve fosfat çözücü özelliklerinden dolayı, biyolojik gübre olarak önermişlerdir.

Yıldırım *et al.* (2011), yürüttükleri çalışmada; PGPR'ların ve çiftlik gübresinin, brokolide, bitki gelişimine, besin maddelerinin alımına ve verime etkisini araştırmışlardır. Bu amaçla, tarla şartlarında, kök inokulasyonu şeklinde PGPR (*Bacillus cereus* (N<sub>2</sub>-fikseri), *Brevibacillus reuszeri* (P-çözücü), ve *Rhizobium rubi* (N<sub>2</sub>-fikseri ve P-çözücü)), çiftlik gübresi, kaya fosfatı ve sentetik gübreleri birlikte kullanmışlardır. Çiftlik gübresi ile birlikte bakteri uygulamasının, kontrole (çiftlik gübresi + 100 kg/ha %18 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> içeren kaya fosfatı) göre brokolide, verim, bitki ağırlığı, baş çapı, klorofil içeriği, azot, potasyum, kalsiyum, kükürt, fosfor, magnezyum, demir, mangan, çinko ve bakır içeriğini önemli derecede artırdığını bildirmişlerdir. En düşük, bitki başına verim, bitki ağırlığı, baş çapı ve klorofil içeriğini kontrolde belirlemişlerdir. Ayrıca brokolide çiftlik gübresi ile birlikte bakteri inokulasyonunun makro ve mikro besin elementi alımını da önemli derecede artırdığını bildirmişlerdir. Çalışma sonucunda; brokolide, çiftlik gübresi, kaya fosfatı ile birlikte fidelere *Brevibacillus reuszeri* ve özellikle *Rhizobium rubi* inokulasyonunun, kısmen yüksek maliyetli sentetik gübrelerin yerine kullanılabilceğini bildirmişlerdir.

Çakmakçı vd (2012) Doğu Karadeniz Bölgesi asidik çay rizosferlerinden izole edilen bakterilerin, azot fiksasyonu ve fosfat çözme gibi özelliklerini belirleyerek çay yetiştiriciliğinde biyolojik gübre olarak kullanımlarını amaçlayan bir çalışma yürütmüşlerdir. Bu amaçla; yaptıkları denemeler ve laboratuvar test sonuçlarına göre seçilen 26 farklı bakteri izolatının, ahır gübresi, 3 farklı mineral gübre ve kontrole kıyasla Muradiye 10 çay klonunda gelişme ve verim üzerine etkilerini araştırmışlardır. Yapılan çalışmanın sonuçlarına göre PGPR çay gelişimini teşvik etmiş ve yaprak makro ve mikro element içeriklerini artırmıştır. Yine araştırma sonuçları, özellikle *Bacillus simplex* 6/4, *Paenibacillus validus* 22/1, *Bacillus megaterium* 42/4, *Chryseobacterium indologenes* 21/5, *Pantoea agglomerans* 36/2, *Bacillus cereus* 27/6, *Brevibacillus centrosporus* 66/4, *Paenibacillus polymyxa* 66/6, *Pantoea agglomerans* 5/8, *Burkholderia cepacia* 65/6, *Pseudomonas alcaligenes* 27/1, *Paenibacillus polymyxa*

24/3, *Pseudomonas* sp. 30/5 ve *Brevibacillus choshinensis* 2/5 izolatları Muradiye 10 klonunda yaprak makro ve mikro element içeriği, gövde çapı, fidan yüksekliği, gövde gelişmesi ve yaprak verimi dâhil gelişmeyi teşvik ettiğini göstermiştir. Araştırmada test edilen bakterilerin, kimyasal gübre gereksinimini azaltabildiği, organik ve iyileştirilmiş tarım uygulamalarında biyolojik gübre olarak kullanılabilir potansiyele sahip olduğu belirlenmiştir.



### 3. MATERYAL ve YÖNTEM

Bu çalışmanın arazi kısmı Bozok Üniversitesi Ziraat Fakültesine ait uygulama ve araştırma arazisinde, laboratuvar kısmı ise Bozok Üniversitesi Merkezi Laboratuvarı, Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri ve Tarla Bitkileri Bölümleri ile Atatürk Üniversitesi Tarla Bitkilerine ait laboratuvarlarda gerçekleştirilmiştir.

#### 3.1. Materyal

##### 3.1.1. Bitkisel materyal

Çalışmada bitki materyali olarak karnabahar (*Brassica oleracea* var. *botrytis* cv. Tetris F1) kullanılmıştır (Şekil 3.1). Tetris F1; dikimden sonra 70-75 günde hasat olgunluğuna ulaşan, erken sonbahar üretimine uygun, taç yapısı sıkı, iri, yuvarlak, güçlü kapama özelliğine sahip ve beyaz renkli taçlara sahip bir çeşittir.



Şekil 3.1. Denemede kullanılan karnabahar çeşidi (Tetris F1)

### 3.1.2. Deneme alanının özellikleri

Çalışma Bozok Üniversitesi Ziraat Fakültesine ait Sorgun İlçesinde bulunan Araştırma ve Uygulama Merkezi arazisinde 2014-2015 yıllarında yürütülmüştür (Şekil 3.2). Çalışmanın yapıldığı Yozgat ili İç Anadolu Bölgesinin merkezinde bulunan ve Bozok Platosu üzerinde yer alan, ortalama yüksekliğin 1300 m olduğu bir ilimizdir. Gece ile gündüz ve mevsimsel sıcaklık farkı yüksektir. Ortalama yağış 540 mm civarındadır. Denemenin yapıldığı bölgenin çalışmanın yapıldığı ve uzun yıllara ait meteorolojik verileri yakında bulunan meteoroloji istasyon müdürlüğünden alınarak Çizelge 3.1’de verilmiştir. Genelde engebeli yapıda olan arazilerde topraklar; dağ ve tepelerden yüzey akışıyla gelen alüvyon tabakalardan oluşmaktadır. Çalışmada öncelikle uygulama parsellerinden toprağın bazı fiziksel ve kimyasal özelliklerini belirlemek amacıyla farklı derinliklerden (0-20 cm, 20-40 cm) örnekler alınmış ve analizleri gerçekleştirilmiştir (Çizelge 3.2).



Şekil 3.2. Deneme alanının genel görünümü

**Çizelge 3.1.** Çalışma bölgesinin, çalışmanın yapıldığı ve uzun yıllara ait meteorolojik verileri

2014						
Aylar	Sıcaklık °C (Ortalama)	Sıcaklık °C (Maksimum)	Sıcaklık °C (Minimum)	Rüzgar (m/s) (Ortalama)	Nem (%) (Ortalama)	Yağış (mm)
1	1,0	6,2	-7,4	1,4	80,5	29,4
2	2,3	9,5	-10,5	1,7	59,7	11,6
3	5,9	12,4	-8,7	2,7	60,8	81,4
4	11,3	18,3	-3,4	2,2	53,5	21,6
5	14,1	20,9	2,8	2,0	62,3	61,8
6	17,3	24,1	6,9	2,3	59,3	61,4
7	21,5	28,4	9,8	2,7	45,8	1,8
8	20,9	28,1	4,9	2,9	45,4	6,4
9	13,1	19,8	2,5	2,1	53,9	28,2
10	11,6	18,3	-2,5	1,5	69,7	18,4
11	4,8	11,0	-6,0	0,7	71,4	31,2
12	4,5	8,6	-6,4	0,9	82,4	33,8
2015						
Aylar	Sıcaklık °C (Ortalama)	Sıcaklık °C (Maksimum)	Sıcaklık °C (Minimum)	Rüzgar (m/s) (Ortalama)	Nem (%) (Ortalama)	Yağış (mm)
1	-0,6	3,7	-17,9	0,3	79,9	27,2
2	1,6	6,7	-13,6	0,7	74,4	32,0
3	5,4	11,1	-5,8	0,9	71,8	68,7
4	7,2	13,1	-5,9	1,5	63,7	30,6
5	14,5	21,3	2,6	1,7	62,4	0,0
6	17,3	23,4	10,8	2,1	70,8	63,0
7	20,2	27,0	8,5	3,1	57,7	6,4
8	22,0	28,8	8,5	2,8	57,2	15,8
9	20,8	29,3	8,4	2,0	47,6	0,0
10	12,6	18,8	2,3	1,2	70,0	0,6
11	6,2	13,8	-5,7	0,9	63,5	15,0
Uzun Yıllar						
Aylar	Sıcaklık °C (Ortalama)	Sıcaklık °C (Minimum)	Nem (%) (Ortalama)	Yağış (mm)		
1	-1,2	-14,4	77,7	70,9		
2	0,2	-12,4	73,9	55,4		
3	3,8	-8,2	68,2	69,7		
4	8,9	-3,3	64,0	56,4		
5	13,4	2,1	64,1	69,0		
6	17,3	6,3	61,6	43,1		
7	20,6	9,5	55,7	15,6		
8	20,9	10,0	55,7	18,0		
9	16,4	5,0	58,2	25,9		
10	11,2	-0,5	66,8	42,6		
11	5,3	-6,3	70,5	55,8		
12	0,6	-10,8	76,4	73,0		

**Çizelge 3.2.** Uygulama alanının 0-20 cm, 20-40 cm derinlikteki toprak analiz sonuçları

0-20 cm arası		
Analiz Yapılan Özellik	Analiz Sonucu	Birim
Bünye	46,31 Tın	%
pH	7,67	
Tuz	0,03	%
Kireç	4,04	%
Organik Madde	1,47	%
Azot	0,07	%
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	5,83	kg/da
K <sub>2</sub> O	79,48	kg/da
Fe	1,67	ppm
Zn	0,24	ppm
Cu	0,47	ppm
Mn	4,42	ppm
Ca	7,82	ppm
Mg	221,60	ppm
20-40 cm arası		
Analiz Yapılan Özellik	Analiz Sonucu	Birim
Bünye	46,42 Tın	%
pH	7,70	
Tuz	0,03	%
Kireç	5,25	%
Organik Madde	1,29	%
Azot	0,06	%
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	1,95	kg/da
K <sub>2</sub> O	62,13	kg/da
Fe	1,20	ppm
Zn	0,13	ppm
Cu	0,35	ppm
Mn	3,56	ppm
Ca	8,16	ppm
Mg	221,50	ppm

### 3.1.3. Bakteri kombinasyonu

Çalışmada daha önce yapılan çalışmalarda farklı bitkilerin rizosferlerinden izole edilen, azot fiksetme ve fosfat çözme özelliklerine sahip olan üç farklı bakteri ırkından (*Pseudomonas putida* RC14, *Bacillus subtilis* RC63 ve *Pseudomonas fluorescens* RC77) oluşan kombinasyon kullanılmıştır. Bakteri ırklarının teşhisinde yağ asidi metil esterlerine göre tanılama yapan MIS (Microbial Identification System) sistemi

kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Saf bakteri kültürleri Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü öğretim üyesi Prof. Dr. Ramazan ÇAKMAKÇI'ya ait Mikroorganizma Kültür Koleksiyonundan temin edilmiştir. Bakteri kombinasyonunda kullanılan bakteri türlerine ait özellikler Çizelge 3.3'te verilmiştir.

**Çizelge 3.3.** Bakteri kombinasyonunda kullanılan bakterilerin bazı özellikleri

Bakteri Türü	İzole edildiği bitki türü	Azot Fiksasyonu	Fosfat Çözme
<i>Pseudomonas putida</i>	Yabani asma	+	+
<i>Bacillus subtilis</i>	Ahududu	K+	Z+
<i>Pseudomonas fluorescens</i>	Yabani asma	+	+

K+ : Kuvvetli pozitif, Z+: Zayıf pozitif

## 3.2. Yöntem

### 3.2.1. Bakteri kültürlerinin muhafazası, geliştirilmesi ve inokulumun hazırlanması

Bakteri ırklarına ait saf kültürlerden bir öze dolusu alınarak, içerisinde 500 µl %30'luk glycerol ve 500 µl LB Lauryl Broth (1 L dH<sub>2</sub>O'ya 10 g tryptone, 10 g NaCl ve 5 g maya ekstraktı ilave edilerek hazırlanmıştır) bulunan vida kapaklı 2 ml'lik plastik steril tüplere aktarılarak etiketlenmiş ve karıştırıcıda karıştırılarak daha sonraki çalışmalarda kullanılmak üzere -80°C'de muhafaza edilmiştir. Dondurularak saklanan bakteri kültürleri Nutrient Agar (NA) besi ortamı içeren petrilere 4 fazlı çizgi ekimle ekilerek herhangi bir bulaşma olup olmadığı kontrol edilmiştir. Tek bir saf koloniden alınarak yeniden NA besi ortamına ekilerek ve 27°C'de inkübasyona bırakılarak 24 saatlik taze kültürleri elde edilmiştir.

Araştırmada kullanılacak bakteri ırkları, -80°C'de, %30 gliserol ve sıvı besiyeri (Lauryl Broth) içerisinde muhafaza edilmiş, nutrient agar katı besi ortamına çizgi ekim yapılarak 27°C'ye ayarlı inkübatörde 48 saat inkübe edilmiştir. İnkübasyon sonrası gelişen her bir bakteriden bir öze dolusu alınarak 250 ml nutrient broth içeren erlenlere aktarılmıştır. Bakteri bulaştırılan sıvı besiyerleri, 27°C'ye ayarlı çalkalayıcıda 95 rpm'de 24 saat



inkübe edilmiştir. Hazırlanan bakteriyel süspansiyonlar steril saf su ile seyreltilerek son konsantrasyon spektrofotometre ile  $10^8$  CFU ml<sup>-1</sup>'ye ayarlanmıştır. Yapılan çalışmalarda bakteriyel süspansiyonun konsantrasyonu  $10^6$ ,  $10^7$ ,  $10^8$  ve  $10^9$  olarak denenmiş, ancak en etkili sonuçların  $10^8$  CFU ml<sup>-1</sup> konsantrasyonda alındığı tespit edilmiştir (Çakmakçı vd 2007a; Çakmakçı vd 2007b). Bu nedenle çalışmada  $10^8$  CFU ml<sup>-1</sup> yoğunluktaki bakteri süspansiyonu kullanılmıştır. Fidelerin kök bölgeleri, dikimden hemen önce 60 dakika boyunca bakteri süspansiyonunda ( $10^8$  CFU ml<sup>-1</sup> yoğunlukta) bekletilmiştir.

### **3.2.2. Fidelerin yetiştirilmesi, dikim, bakım, hasat ve yapılan uygulamalar**

Uygulama arazisi Nisan ayı sonunda işlenerek dikime uygun hale getirilmiştir. Dikim öncesi son bir işleme yapılarak yabancı otlar uzaklaştırılmıştır. Tohum ekimi her iki yılda da (2014-2015) Mayıs ayı sonunda 1/1 (v/v) oranında torf+perlit karışımıyla doldurulmuş 216'lık viyollere, fide dikimi ise Temmuz ayı ortasında 50x60 cm (sıra üzeri x sıra arası) mesafelerde yapılmıştır. Çalışmada uygulamaların etkilerinin daha iyi belirlenebilmesi amacıyla çakılı parsel uygulaması yapılmıştır. Çalışma süresince gerekli kültürel işlemler yapılmış, hastalık ve zararlılarla ilaçlı mücadele gerekli görülmediği için yapılmamıştır. Bitkilerin hasatları Ekim ayı başında gerçekleşmiştir.

Fide dikiminin hemen öncesinde 0-8-16-20 kg/da hesabıyla azotlu gübrenin yarısı ve potasyumlu gübrenin tamamı, 0-5-7,5-10 kg/da hesabıyla da fosforlu ticari gübrenin tamamı parsellere uygulanmıştır. Azotlu gübre üre (%46 N) formunda ve yarısı dikimde diğer yarısı ise dikimden 45 gün sonra toprağa karıştırılmak suretiyle uygulanmıştır.

Fosforlu gübre triple süper fosfat (%42-44 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) formunda, potasyumlu gübre ise dipotasyum oksit (%50 K<sub>2</sub>O) formunda dikimle birlikte toprağa karıştırılarak uygulanmıştır. Ticari organik tavuk gübresi dekara 400 kg hesabıyla dikim öncesi toprağa karıştırılarak uygulanmıştır.

Bakteri kombinasyonu (PGPR) olarak çalışmada, azot fikseri ve fosfat çözücü oldukları bilinen *Pseudomonas putida* RC14, *Bacillus subtilis* RC63 ve *Pseudomonas fluorescens* RC77 ırklarından oluşan kombinasyon kullanılmıştır. Dikim öncesi fideler  $10^8$  CFU yoğunluktaki bakteri solüsyonuna daldırılarak 60 dakika boyunca bekletilmiş ve sonrasında dikimleri gerçekleştirilmiştir (Çizelge 3.4, Çizelge 3.5).

Deneme; tesadüf blokları faktöriyel deneme desenine göre, 4 farklı sentetik gübre (SG) seviyesi; Kontrol (Gübre Uygulaması Yok; 0 kg/da NPK), NPK1 (8-5-8 kg/da N-P-K), NPK2 (16-7,5-16 kg/da N-P-K), NPK3 (20-10-20 kg/da N-P-K), 4 farklı gübre; 1-Sentetik Gübre (SG), 2-Organik Tavuk Gübresi (OTG), 3-Bakteri (PGPR), 4-OTGxPGPR ve 4 tekerrürlü olacak şekilde kurulmuş ve toplamda 64 parsel, her parselde 20 bitki olacak şekilde toplamda 1280 bitki ile çalışılmıştır (Şekil 3.3). Denemede yer alan tüm parsellerde sulama, damla sulama yöntemiyle yapılmıştır.



**Şekil 3.3.** Bitkilerin büyümesi ve denemeden görüntümler

**Çizelge 3.4.** Denemede kullanılan uygulamalar

Gübre Kombinasyon Uygulamaları →	Sentetik Gübre (SG)	Bakteri (SGxPGPR)	Organik Tavuk Gübresi (SGxOTG)	SGxOTGxPGPR
↓ Sentetik Gübre Seviyeleri ↓	Uygulama Türlerine Göre Oluşan Bireysel Uygulamalar			
<b>NPK0</b> (0 kg/da N-P-K)	NPK0	NPK0xPGPR	NPK0xOTG	NPK0xPGPRxOTG
<b>NPK1</b> (8-5-8 kg/da N-P-K)	NPK1	NPK1xPGPR	NPK1xOTG	NPK1xPGPRxOTG
<b>NPK2</b> (16-7,5-16 kg/da N-P-K)	NPK2	NPK2xPGPR	NPK2xOTG	NPK2xPGPRxOTG
<b>NPK3</b> (20-10-20 kg/da N-P-K)	NPK3	NPK3xPGPR	NPK3xOTG	NPK3xPGPRxOTG

**Çizelge 3.5.** Denemede kullanılan uygulamaların numaralandırılmış listesi

Uygulama No	Uygulama	Uygulama Grubu
1-	NPK0 (Gübre yok)	<b>1. Grup</b> Sentetik Gübre (SG)
2-	NPK1	
3-	NPK2	
4-	NPK3	
5-	NPK0xPGPR	<b>2. Grup</b> PGPR (SGxPGPR)
6-	NPK1xPGPR	
7-	NPK2xPGPR	
8-	NPK3xPGPR	
9-	NPK0xOTG (400 kg/da)	<b>3. Grup</b> Organik Tavuk Gübresi (SGxOTG)
10-	NPK1xOTG	
11-	NPK2xOTG	
12-	NPK3xOTG	
13-	NPK0xPGPRxOTG	<b>4. Grup</b> (SGxPGPRxOTG)
14-	NPK1xPGPRxOTG	
15-	NPK2xPGPRxOTG	
16-	NPK3xPGPRxOTG	

Bitkilerde yapılan ölçüm ve analizler kenar tesirleri çıkarıldıktan sonra ortada kalan bitkilerde gerçekleştirilmiştir. Dikimden 10 gün sonra, taç bağlama dönemi ve hasat sırasında bitki rizosferlerinden alınan toprak örneklerinde inokule edilen bakterilerin topraktaki popülasyonları belirlenmiştir. Bitkiler araziye aktarıldıklarında, dikimden sonraki 30., 60. günde ve son olarak hasat döneminde klorofil SPAD değeri klorofil ölçer ile belirlenmiştir. Hasatlar Ekim ayı ortalarında gerçekleştirilmiştir (Şekil 3.4).

Bitkiler hasat edildikten sonra her parselde ait verim, bitki ağırlığı, ta ağırlığı, ta çapı, ta ykseklėđi, gövde çapı, gövde uzunluğu, bitkide açık yaprak sayısı, yaprak ağırlığı, yaprak alanı gibi verim unsurlarının ölçümü yapılmıştır. Yapılacak bitki analizleri için her parselde, kenar tesirleri çıkarıldıktan sonra geriye kalan 5'er bitkiden ta ve yaprak örnekleri alınmıştır. Besin elementi ve kuru madde analizi için uygulamalardan yaprak örnekleri alınarak 80°C'de sabit ağırlığa gelinceye kadar kurutulularak 1 mm'lik elekten geçecek şekilde öğütülmüştür. Kuru yakma işlemine tabi tutulan örneklerde öngörülen makro ve mikro elementler Thermo Scientific ICAP-Qc ICP-MS cihazında belirlenmiştir. Diğer analizler için örnekler soğuk zincirde taşınarak derin dondurucuda -20°C'de muhafaza edilmiş, sıvı azot ile öğütüldükten sonra analizleri gerçekleştirilmiştir.

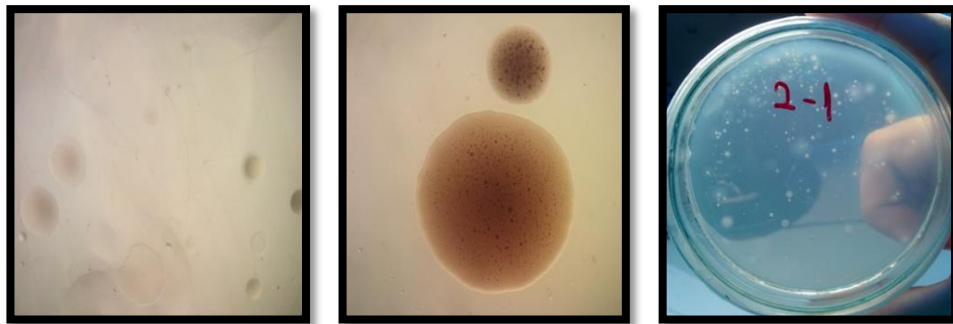


**şekil 3.4.** Bitkilerin hasat dönemindeki görünümü

### 3.2.3. Denemede yapılan ölçüm ve analizler

#### 3.2.3.a. Topraktaki bakteri popülasyonlarının belirlenmesi

Bakteri uygulamasının toprakta var olan benzer bakteri türlerinin popülasyonu üzerine etkisini belirlemek amacıyla; dikimden 10 gün sonra, taç bağlama dönemi ve hasat sırasında bitki rizosferlerinden toprak örnekleri alınmış 10 g tartılarak 250 ml hacminde steril erlenlere konulmuştur. Bunun üzerine 90 ml steril saf su eklendikten sonra 30 dk çalkalayıcıda çalkalanmıştır. Erlenlerdeki süspansiyondan steril pipetle 1 ml alınmış ve içerisinde 9 ml steril saf su bulunan tüplere konularak iyice karıştırılmıştır. Bu tüpten tekrar 1 ml alınıp, içerisinde yine 9 ml steril saf su bulunan tüpe aktarılmış ve iyice karışması sağlanmıştır. Bu seyreltme işlemi 5 kez tekrarlanmıştır. Son 3 seyreltikten 100'er µl alınıp petrilere cam bagetle yayılarak ekim yapılmıştır. Ekim yapılan bakteriler inkübatöre konulmuş ve inkübasyon sonrası gelişen bakteri kolonileri sayılmıştır (Saygılı vd 2006). 1 ml deki bakteri koloni sayısı (cfu/ml), koloni sayısı x seyreltme oranı x 10 formülü ile hesaplanmıştır (Saygılı, 1995). Bakteri ekiminin yapılacağı seçici besi yerinin hazırlanabilmesi amacıyla; 1000 ml distile su içerisine 10 g Sucrose, 5 g L-malik asit, 0,2 g MgSO<sub>4</sub> H<sub>2</sub>O, 0,01 g FeCl<sub>3</sub>, 0,1 g NaCl, 0,02 g CaCl<sub>2</sub> 2H<sub>2</sub>O, 0,1 g K<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub>, 0,4 g KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>, 0,002 g Na<sub>2</sub>MoO<sub>4</sub> H<sub>2</sub>O ve 18 g agar ilave edilip karıştırılmıştır. 1 N NaOH ile karışımın pH'sı 7,2'ye ayarlanmış, 121°C'de 20 dakika steril edilmiştir. Sterilizasyon sonrası 45°C'ye kadar soğutulan besi ortamı, steril ortamda petrilere dökülerek, katılaştıktan sonra bakteri ekimi için kullanılmıştır (Şekil 3.5).



Şekil 3.5. Bakteri kolonilerinin petri ve mikroskoptaki görüntüleri



### **3.2.3.b. Toprak analizleri**

Deneme alanından 0-20 cm ve 20-40 cm derinliklerden alınan toprak örneklerinde aşağıdaki analizler gerçekleştirilmiştir.

#### **Toprak tekstürü**

Toprak örneğinde tekstür Bouyoucos Hidrometre yöntemiyle belirlenmiştir (Bouyoucos 1962).

#### **Toprak reaksiyonu**

Toprak pH'sı 1:2,5'lük toprak-su süspansiyonunda potansiyometrik olarak "Cam Elektrotlu" pH metre ile ölçülerek belirlenmiştir (McLean 1982).

#### **Kireç tayini**

Toprak örneğinde kireç içeriği Scheibler Kalsimetresi ile volümetrik olarak saptanmıştır (Nelson 1982).

#### **Toprak organik maddesi**

Çalışma alanının toprağının organik madde içerikleri Smith-Weldon yöntemiyle belirlenmiştir (Nelson and Sommers 1982).

#### **Toprak fosfor tayini**

Sodyum bikarbonatla ekstrakte edilen süzüklerde ICP-OES Inductively Couple Plasma spectrophotometer (Perkin-Elmer, Optima 2100 DV, ICP/OES, Shelton, CT 06484-

4794, USA) ile okunmak suretiyle fosfor miktarı belirlenmiştir (Olsen and Sommers 1982).

### **Elektriksel iletkenlik tayini**

Hazırlanan saturasyon macunlarından elde edilen ekstraksiyon çözeltilerinde elektriksel kondüktivite aleti ile mmhos/cm olarak EC (elektriksel iletkenlik) değeri belirlenmiştir (Demiralay 1993).

### **Bitki tarafından alınabilir mikro element (Fe, Mn, Zn, Cu) tayini**

Elverişli Fe, Mn, Zn ve Cu miktarları DTPA yöntemine göre ekstrakte edilen ICP-OES Inductively Couple Plasma spectrophometer (Perkin-Elmer, Optima 2100 DV, ICP/OES, Shelton, CT 06484-4794, USA) ile okunmak suretiyle belirlenmiştir (Lindsay and Norvell 1978).

### **Toplam N analizi**

Toprak örneklerinin azot içeriği salisilik asit+tuz karışımı ile yaş yakmaya tabi tutulduktan sonra mikro kjheldahl yöntemiyle belirlenmiştir (Bremner and Mulvaney 1982).

### **3.2.3.c. Bitki, taç ve yapraklarda yapılan ölçümler**

Bitkilerde verim ve kalite unsurlarını belirlemeye yönelik olarak; bitki ağırlığı, taç (baş) ağırlığı, taç çapı, taç yüksekliği, taç indeksi (çap/yükseklik), gövde çapı, gövde yüksekliği, açık yaprak sayısı, yaprak ağırlığı, pazarlanabilir verim, klorofil miktarı, yaprak alanı, taç ve yaprak rengi ve kuru madde oranı gibi ölçüm ve tartımlar gerçekleştirilmiştir. Ağırlık ölçümleri 1 g hassasiyetindeki terazi ile çap ve uzunluk ölçümleri 0,1 mm hassasiyetindeki dijital kumpas ile gerçekleştirilmiştir.



### **Klorofil SPAD değerlerinin belirlenmesi**

Bitkilerin yapraklarında bulundurdukları total klorofil miktarları, dikimde, dikimden sonraki 30. gün, 60. gün ve hasat dönemi olmak üzere 4 farklı dönemde Konica Minolta SPAD-502 Plus klorofil ölçer ile tayin edilmiştir.

### **Antosiyanin miktarının belirlenmesi**

Bitki yapraklarındaki antosiyanin miktarları hasat döneminde Opti-Sciences ACM 200-Plus antosiyanin ölçer ile belirlenmiştir.

### **Yaprak alanlarının belirlenmesi**

Hasat döneminde her parselden tesadüfi olarak seçilen bitkilerde oluşan yaprak alanları, ADC AM300 yaprak alanı ölçüm cihazıyla ölçülerek bitki başına düşen ortalama yaprak alanları belirlenmiştir.

### **Yaprak ve taç renginin belirlenmesi**

Bitkiler hasat edildikten sonra Konica Minolta CR-400 renk ölçer ile yaprak ve taç renkleri L (L=0 siyahlık, L=100 beyazlık), a (+a: kırmızılık, -a: yeşillik) ve b (+b: sarılık, -b: mavilik) değerleri olarak belirlenmiştir.

### **3.2.3.d. Yaprak kuru madde ve taç suda çözünebilir kuru madde miktarları (SÇKM)**

Bitki yapraklarında kuru madde miktarları; yaş (taze) ağırlıkları alındıktan sonra 80°C sabit sıcaklıkta sabit ağırlığa gelinceye kadar kurutulmuş sonra tekrar tartılarak belirlenmiştir (Kacar ve İnal 2008). Bitkilerin taç kısmından hasat sonrası örnekler

alınarak, bunlardan elde edilen ekstraktlarda SÇKM (Suda Çözünebilir Kuru Madde) miktarları Hanna HI 96801 dijital refraktometre ile ölçülmüştür.

### **3.2.3.e. Yapraklarda makro ve mikro besin elementi analizleri**

Kurutulup 1 mm elekten geçecek şekilde öğütülen örnekler kuru yakma metoduyla makro ve mikro elementlerin (K, P, Ca, Fe, Mg, Cu, Mn, S, Zn, Mo, B) tayini için hazır hale getirilmiştir. Bu amaçla kül fırınına konulan örnekler, tedrici olarak 550 °C sıcaklığa gelinceye kadar sıcaklık yükseltilmiş daha sonra örnekler gümüş gri renk alana kadar (yaklaşık 8 saat) bu sıcaklıkta bekletilmiştir. Daha sonra kül fırınından çıkarılan örneklerin üzerine 4 ml 3 N HCl eklenmiş ve watman filtre kâğıdı ile süzülükten sonra ultra saf su ile seyreltilen örneklerde okumalar yapılmıştır. Okumalar Thermo Scientific ICAP-Qc marka ICP-MS cihazında yapılmıştır. Bitki örneklerinde total N miktarı salisilik-sülfürik asit ile yaş yakmaya tabi tutulduktan sonra mikro Kjeldahl yöntemiyle belirlenmiştir.

### **3.2.3.f. Taçlarda nitrat analizi**

Bitki örneklerinde nitrat miktarının belirlenebilmesi amacıyla 20 g örnek tartılarak havanda ezildikten sonra üzerine 100 ml saf su konulup karıştırılmıştır. Üstte kalan berrak kısımdan 5 ml alınıp bir tüpe konulmuş ve üzerine rengini gidermek için bir spatül ucu aktif kömür eklenmiştir. 80°C sıcaklıktaki suda 5 dakika bekletildikten sonra vortex cihazında karıştırılmış, santrifüjlenmiş ve üstteki berrak kısımdan 1 ml alınıp nitrat test kiti ile (Nitrat Testi, Merckoquant® / Metot: Analitik test şeridi) reflektometrede okunarak belirlenmiştir (AOAC 2005).

### **3.2.3.g. Yapraklarda antioksidan enzimler**

Enzimlerin ekstraksiyonu için, taze bitki yapraklarından 0,5 g alınarak havan içine konulup üzerine sıvı azot ilave edilerek toz haline gelinceye kadar öğütülmüştür. Sonra üzerine 5 ml soğuk homojenat tamponu (%1 PVP ve 1 mM EDTA ihtiva eden 0,1 M

$\text{KH}_2\text{PO}_4$  pH: 7,0) ilave edilerek karışım bir santrifüj tüpüne aktarılmış, 15000 x g ve +4°C'de 15 dk. santrifüj edilmiştir. Santrifüj işlemi sonucunda elde edilen süpernatant antioksidan enzimlerin aktivite ölçümleri için kaynak olarak kullanılmıştır (Angelini and Federico 1989; Angelini *et al.* 1990).

### **1. Katalaz (CAT - EC: 1.11.1.6) aktivitesinin belirlenmesi**

Katalaz (CAT) aktivite tayini için kullanılan yöntem, Havir ve Mchale'in (1987) Lück'e (1965) dayandırarak uyguladığı yöntemdir. Bu metotla aktivite ölçümü, CAT aktivite ölçüm ortamındaki  $\text{H}_2\text{O}_2$ 'nin  $\text{O}_2$  ve  $\text{H}_2\text{O}$ 'ya dönüşümünü sağlarken meydana gelen absorbans azalmasının 240 nm'de izlenmesi esasına dayanmaktadır (Havir and Mchale 1987).

Reaksiyonda azalan  $\text{H}_2\text{O}_2$  miktarını belirlemede kullanılacak olan  $\text{H}_2\text{O}_2$  standart grafiği önceden hazırlanmıştır. Bunun için 5 mM  $\text{H}_2\text{O}_2$  çözeltisinden 3 ml'lik spektrofotometre tüpüne sırayla; 0,15 - 0,3 - 0,45 - 0,6 - 0,75 - 0,9 - 1,05 - 1,2 - 1,35 ve 1,5 ml konulmuştur. Tüpün hacmi saf su ile 1,5 ml'ye tamamlanıp her tüpe 1,475 ml 103 mM  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  ve 30 µl su ilave edilmiştir. Küvet spektrofotometreye yerleştirildikten sonra 240 nm'de absorbans azalışı, 3 dakika boyunca 15 saniye aralıklarla köre karşı okunarak absorbans değerlerine karşılık gelen µM  $\text{H}_2\text{O}_2$  değerleri kullanılarak standart grafik elde edilmiştir.

Aktivite ölçümü için 3 ml'lik spektrofotometre küvetine, 103 mM  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  tamponundan 1,475 ml, 40 mM'lık  $\text{H}_2\text{O}_2$  substrat çözeltisinden 1,5 ml konulduktan sonra, 12,5 µl enzim ekstraktı ilave edilmiştir. Küvet spektrofotometreye yerleştirildikten sonra 240 nm'de absorbans azalışı, 3 dakika boyunca 1 dakika aralıklarla köre karşı okunarak, ölçümlerde absorbansın doğrusal olarak azaldığı aralıktan dakika başına absorbans azalması hesaplanmıştır. Bu ortalama absorbans değerleri, standart grafik yardımıyla µM cinsinden  $\text{H}_2\text{O}_2$  miktarına dönüştürülmüştür. 25°C'de, 1 dakika içinde, absorbansı 1 µM azaltan enzim miktarı 1 enzim ünitesi olarak

kabul edilip sonuçlar g yaprak başına düşen enzim ünitesi (EU/g yaprak) olarak hesaplanmıştır (Gong *et al.* 2001).

## **2. Askorbat peroksidaz (APX - EC: 1.11.1.11) aktivitesinin belirlenmesi**

Askorbat peroksidaz (APX) enzimi aktivitesinin belirlenmesi Nakano ve Asada (1981)'ya göre yapılmıştır. Reaksiyon karışımı (2 ml) 50 mM K-fosfat buffer çözeltisi (pH=7.0), 0,5 mM askorbik asit, 1 mM Na<sub>2</sub>EDTA, 0.1 mM hidrojen peroksit (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) ve 50 µl enzim ekstraktından oluşacak şekilde hazırlanmıştır. Enzim ekstraktının reaksiyon karışımına ilavesi ile askorbat oksidasyonu başlatılmış ve 3 dakika boyunca reaksiyon izlenmiştir. Absorbansın doğrusal olarak arttığı kısımdaki absorbans artışı 1 dakikaya oranlanmıştır. 25°C'de 1 dakikada, absorbansı 0,01 artıran enzim miktarı 1 enzim ünitesi olarak kabul edilip sonuçlar g yaprak başına düşen enzim ünitesi (EU/g yaprak) olarak ifade edilmiştir.

## **3. Süperoksid dismutaz (SOD - EC: 1.15.1.1) aktivitesinin belirlenmesi**

Süperoksid dismutaz (SOD) aktivitesi, nitro blue tetrazoliumun (NBT) fotokimyasal indirgenmesinin inhibisyonunu, spektrofotometrik olarak belirleme esasına dayanmaktadır (Agarwal and Pandey 2004; Yordanova *et al.* 2004).

Reaksiyon karışımı (3ml); 50 mM KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> (pH:7,8), 13 mM metiyonin, 75 µM NBT ve 0,1 mM EDTA içermektedir.

Aktivite ölçümü için 3 ml spektrofotometre küvetine yukarıdaki reaksiyon karışımından 2,84 ml alınıp üzerine 100 µl enzim ekstraktı pipetlenmiştir. Reaksiyon, tüp üzerine 2 µM'lık riboflavin çözeltisinden 60 µl pipetlenip karıştırıldıktan hemen sonra, beyaz bir ışık kaynağı önüne yerleştirilerek başlatılmıştır. Tüp, ışık kaynağının karşısında 15 dk. tutulduktan sonra reaksiyon ışık kaynağının kapatılmasıyla sonlanmıştır. 15 dk. içerisinde NBT'nin renk açılma yoğunluğu 560 nm'de köre karşı okunmuştur. Kör aynı işlemin enzimsiz örneğinden oluşmaktadır. SOD aktivitesinin 1 ünitesi, 560 nm'de

gözlenen NBT indirgenmesinin %50 inhibisyonuna neden olan enzim miktarı, 1 enzim ünitesi olarak kabul edilip değerler EU/g yaprak olarak hesaplanmıştır.

### **3.2.3.h. Taçlarda organik asitlerin tayini**

Organik asitlerin analitik ölçümünde 15,6 µM oksalik asit, 66,6 µM tartarik asit, 74,6 µM L-malik asit, 96 µM malonik asit, 5,7 µM askorbik asit, 1,7 µM maleik asit, 95,1 µM sitrik asit ve 1,7 µM fumarik asit karışımını içeren organik asitler kullanılmıştır. Standartlar hazırlanmış ve her bir organik asit karışımı Shimadzu LC-20 AT marka HPLC cihazında LC solutions paket programında okunarak en yüksek noktalar belirlenmiştir. Bu amaçla 20 g örnek tartılarak üzerine 100 ml ultra saf su eklenmiş ve homojenize edildikten sonra santrifüjlenerek üstteki berrak kısımdan alınan örnekler filtre kağıdı ile süzülmüştür. Daha sonra bu örneklerde, kolon sıcaklığı 40°C, akış hızı 0,35 ml/dk olacak şekilde ayarlanarak 215 nm dalga boyunda okumalar yapılmıştır.

### **3.2.3.i. Azot kullanım etkinliğinin belirlenmesi**

Bitkilerin azot kullanım etkinliği (AKE) Dobermann (2007)'a göre aşağıdaki formülle belirlenmiştir;

$$AKE=(Y-Y_0)/F$$

Y: Uygulanan Gübre Dozundaki Verim (kg/da)

Y<sub>0</sub>: Azotsuz Verim (kg/da)

F: Uygulanan Gübre Miktarı (kg/da)

Formülde yer alan azot uygulama miktarı hesaplanırken organik tavuk gübresinden gelen miktarlarda eklenmiştir.

### 3.2.4. İstatistiksel değerlendirme

Çalışma sonucunda elde edilen veriler; SPSS 16® paket programı kullanılarak, regresyon, korelasyon ve Duncan çoklu karşılaştırma testlerine tabi tutularak yapılan uygulamalara göre ve uygulama grupları arasında verim ve kalite parametreleri bakımından önemli ilişki ve fark bulunup bulunmadığı ortaya konulmuştur.



## 4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

### 4.1. Topraktaki Bakteri Popülasyonları

Farklı sentetik gübre seviyelerinde (SGS) ve farklı gübre uygulamaları (GUY) yapılarak yetiştirilen karnabahar bitkilerinin rizosfer bölgelerinde yapılan periyodik bakteri popülasyonu sayımlarından elde edilen bulguların ortalama değerlerine ait varyans analiz sonuçları ve elde edilen değerler Çizelge 4.1 ve Çizelge 4.2’de verilmiştir. Yapılan sayımlarda 1. yıl GUY ( $p \leq 0,001$ ) ve SGSxGUY interaksyonu ( $p \leq 0,01$ ), 2. yıl SGS ( $p \leq 0,001$ ) ve GUY ( $p \leq 0,001$ ), iki yıl değerleri dikkate alındığında ise SGS ( $p \leq 0,001$ ), GUY ( $p \leq 0,001$ ), Yıllar ( $p \leq 0,001$ ) ile SGS x Y ( $p \leq 0,05$ ), GUYxY ( $p \leq 0,001$ ) ve SGS x GUY ( $p \leq 0,01$ ) önemli bulunmuştur. Çizelge 4.1 incelendiğinde birinci yıl SGS, ikinci yıl SGSxGUY ve iki yıl ortalama değerlerinde SGSxGUYxY interaksyonunun önemsiz ( $p > 0,05$ ) olduğu görülmektedir.

Çizelge 4.2 incelendiğinde; 1. yıl en yüksek ortalama bakteri popülasyonunun OTG grubundan, 2. yıl ve 2 yıl ortalama değerleri içerisinde ise PGPR grubundan elde edildiği görülmektedir. Uygulamalar bireysel olarak değerlendirildiğinde birinci yıl en yüksek değerler NPK1xOTG ( $0,404 \times 10^7$  cfu/ml) ve NPK3xPGPR ( $0,424 \times 10^7$  cfu/ml) uygulamalarından elde edilirken ikinci yıl NPK2xPGPR ( $0,509 \times 10^7$  cfu/ml) uygulamasından elde edilmiştir. Yıllar arasında bakteri popülasyonunda önemli ( $p \leq 0,001$ ) bir değişim olduğu görülmektedir. Bunun sebebi topraktaki rizosferik bakteri popülasyonunun çevre koşullarından etkilenmesi olabilir (Davies and Whitbread 1989). Öyle ki çalışmanın ikinci yılında bitkiler araziye aktarıldıktan sonraki dönemde yarayışlı yağışların olduğu gözlemlenmiştir. Sivasakthi *et al.* (2013) çeltik yetiştirilen arazilerin topraklarında seçici besi yeri kullanarak yaptıkları çalışmada; *Pseudomonas fluorescens* için  $7,71 \times 10^6$  cfu/g, *Bacillus subtilis* için ise  $5,60 \times 10^6$  cfu/g en yüksek popülasyon değerlerini bildirmişlerdir. Bu değerler çalışmamızda elde edilen değerlerle benzerlik göstermektedir. Çalışmamızda bakteri uygulamalarının topraktaki benzer bakteri türlerinin yoğunluğuna olumsuz etkisinin olmadığı görülmüştür.

**Çizelge 4.1.** Topraktaki bakteri popülasyonlarına ait varyans analiz sonuçları

Yıllar	Varyasyon Kaynakları	SD	KO	F Değeri	Önem Seviyesi
2014	Sentetik Gübre Seviyeleri (SGS)	3	0,004	0,610	0,611
	Gübre Uygulamaları (GUY)	3	0,045	7,681	0,000***
	SGS x GUY	9	0,020	3,526	0,002**
2015	Sentetik Gübre Seviyeleri (SGS)	3	0,094	7,203	0,000***
	Gübre Uygulamaları (GUY)	3	0,166	12,691	0,000***
	SGS x GUY	9	0,021	1,640	0,131 öd
Yıllar Ortalaması	Sentetik Gübre Seviyeleri (SGS)	3	0,062	6,612	0,000***
	Gübre Uygulamaları (GUY)	3	0,098	10,417	0,000***
	Yıllar (Y)	1	0,122	12,917	0,001***
	SGS x GUY x Y	9	0,015	1,607	0,124 öd
	SGS x Y	3	0,035	3,749	0,014 *
	GUY x Y	3	0,112	11,892	0,000 ***
	SGS x GUY	9	0,027	2,830	0,005 **

\* ( $p \leq 0,05$ ), \*\* ( $p \leq 0,01$ ), \*\*\* ( $p \leq 0,001$ ) seviyesinde istatistiksel bakımdan önemli  
öd: Uygulamalar arasındaki fark önemli değil ( $p > 0,05$ )

**Çizelge 4.2.** Topraktaki bakteri popülasyonları ( $\times 10^7$  cfu/ml)

Gübre Uygulamaları (GUY)						
Yıllar	Sentetik Gübre Seviyeleri (SGS)	SG	PGPR	OTG	PGPRxOTG	Ortalama
2014	NPK0	0,290 be	0,209 de	0,328 ab	0,255 ce	<b>0,270 öd</b>
	NPK1	0,205 de	0,208 be	0,404 ab	0,180 e	<b>0,249</b>
	NPK2	0,208 de	0,284 be	0,353 ac	0,256 ce	<b>0,275</b>
	NPK3	0,233 ce	0,424 a	0,273 ce	0,207 de	<b>0,284</b>
	<b>Ortalama</b>	<b>0,234 B***</b>	<b>0,281 B</b>	<b>0,340 A</b>	<b>0,224 B</b>	<b>0,270</b>
2015	NPK0	0,087 c	0,233 bc	0,111 c	0,184 c	<b>0,154 B</b>
	NPK1	0,092 c	0,214 bc	0,109 c	0,124 c	<b>0,135 B</b>
	NPK2	0,171 c	0,591 a	0,157 c	0,267 bc	<b>0,297 A</b>
	NPK3	0,234 bc	0,376 b	0,143 c	0,236 bc	<b>0,247 A</b>
	<b>Ortalama</b>	<b>0,146 B***</b>	<b>0,354 A</b>	<b>0,130 B</b>	<b>0,203 B</b>	<b>0,208</b>
Yıllar Ortalaması	NPK0	0,188 b	0,221 b	0,219 b	0,220 b	<b>0,212 B</b>
	NPK1	0,149 b	0,212 b	0,256 b	0,152 b	<b>0,192 B</b>
	NPK2	0,189 b	0,438 a	0,255 b	0,262 b	<b>0,286 A</b>
	NPK3	0,233 b	0,400 a	0,208 b	0,222 b	<b>0,266 A</b>
	<b>Ortalama</b>	<b>0,190 B***</b>	<b>0,317 A</b>	<b>0,235 B</b>	<b>0,214 B</b>	<b>0,239 ***</b>

\*\*\* ( $p \leq 0,001$ ) seviyesinde istatistiksel bakımdan önemli, öd: Uygulamalar arasındaki fark önemli değil ( $p > 0,05$ ), her yıl için küçük ve farklı harfle harflendirilen bireysel uygulamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ( $p \leq 0,05$ ).



## 4.2. Bitki, Taç ve Yaprak Özellikleri

### 4.2.1. Gövde çapı

Uygulamalara göre gövde çapı değerlerine ait varyans analiz sonuçları ve gövde çapı değerleri Çizelge 4.3 ve Çizelge 4.4'te verilmiştir. Çizelge 4.3 incelendiğinde 1. yıl gübre uygulamaları (GUY) ve SGSxGUY interaksyonunun istatistiksel olarak önemli ( $p \leq 0,05$ ) olduğu görülürken 2. yıl sentetik gübre seviyeleri ve gübre uygulamaları gruplarına göre gövde çaplarında birinci yıla göre artış olmakla birlikte uygulama grupları arasındaki farklar önemsiz ( $p > 0,05$ ) bulunmuştur. İki yıl ortalama değerleri incelendiğinde GUY ve SGSxGUYxYIL etkileşiminin gövde çapları üzerine etkileri önemli ( $p \leq 0,05$ ) bulunmuştur. Ayrıca yıl ortalamaları arasında meydana gelen değişimin de istatistiksel olarak önemli ( $p \leq 0,001$ ) olduğu görülmektedir. Birinci yıl en yüksek ortalama gövde çapı değeri 42,96 mm ile yalnız sentetik gübre uygulanan gruptan, ikinci yıl 46,37 mm ile PGPRxOTG grubundan ve iki yıl ortalamalarında ise 44,47 mm ile yine sentetik gübre grubundan elde edilmiştir. Yaptığımız çalışmada gövde çaplarının uygulamalara göre ortalama 37-47 mm arasında değiştiği görülmektedir. Karnabaharda gövde çapı çeşitlere ve çevre koşullarına göre değişim gösterebilmektedir. Bashyal (2011) farklı azot seviyelerinin (N0: 0 kg/ha N30: 30 kg/ha, N60: 60 kg/ha, N90: 90 kg/ha N120: 120 kg/ha) tek başına ve azot fikseri bakterilerle (2 kg/ha *Azospirillum* ve *Azotobacter* kombinasyonu) birlikte kullanımının, dikimden 60 gün sonra karnabaharda gövde çaplarını 18-23 mm arasında değiştirdiğini bildirmiştir. Ayrıca çalışmada en yüksek gövde çapı değerinin 23,5 mm N120xB2 (azotun en yüksek seviyesi ve bakteri kombinasyonu) uygulamasından elde edildiği bildirilmiştir. Yaptığımız çalışmada da ikinci yıl hariç artan azot miktarlarında belli bir seviyeye kadar gövde çapının da artış gösterdiği daha sonra tekrar azaldığı görülmektedir. İkinci yılda elde edilen ekstrem değerlerin bitkilerin gelişim döneminde gerçekleşen faydalı yağışların uygulamalarla etkileşimi sonucu ortaya çıkmış olabileceği söylenebilir.

**Çizelge 4.3.** Gövde çapı değerlerine ait varyans analiz sonuçları

Yıllar	Varyasyon Kaynakları	SD	KO	F Değeri	Önem Seviyesi
2014	Sentetik Gübre Seviyeleri (SGS)	3	50,893	2,053	0,119 öd
	Gübre Uygulamaları (GUY)	3	103,304	4,168	0,011 *
	SGS x GUY	9	66,733	2,693	0,013 *
2015	Sentetik Gübre Seviyeleri (SGS)	3	17,764	0,549	0,651 öd
	Gübre Uygulamaları (GUY)	3	15,211	0,470	0,704 öd
	SGS x GUY	9	57,684	1,784	0,096 öd
Yıllar Ortalaması	Sentetik Gübre Seviyeleri (SGS)	3	35,749	1,252	0,295 öd
	Gübre Uygulamaları (GUY)	3	83,222	2,914	0,038 *
	Yıllar (Y)	1	1025,649	35,909	0,000 ***
	SGS x GUY x Y	9	70,190	2,457	0,014 *
	SGS x Y	3	32,908	1,152	0,332 öd
	GUY x Y	3	35,293	1,236	0,301 öd
	SGS x GUY	9	54,226	1,899	0,061 öd

\* ( $p \leq 0,05$ ), \*\* ( $p \leq 0,01$ ), \*\*\* ( $p \leq 0,001$ ) seviyesinde istatistiksel bakımdan önemli  
öd: Uygulamalar arasındaki fark önemli değil ( $p > 0,05$ )

**Çizelge 4.4.** Uygulamalara göre gövde çapı değerleri (mm)

Gübre Uygulamaları (GUY)						
Yıllar	Sentetik Gübre Seviyeleri (SGS)	SG	PGPR	OTG	PGPRxOTG	Ortalama
2014	NPK0	37,21 cf	38,02 bf	36,06 df	45,01 ac	<b>39,08 AB</b>
	NPK1	43,71 ad	36,60 df	37,87 bf	38,42 bf	<b>39,15 AB</b>
	NPK2	47,15 a	38,80 bf	45,69 ab	38,36 bf	<b>42,50 A</b>
	NPK3	43,76 ad	34,63 ef	42,81 ae	33,45 f	<b>38,66 B</b>
	Ortalama	<b>42,96 A*</b>	<b>37,01 B</b>	<b>40,61 AB</b>	<b>38,81 B</b>	<b>39,85</b>
2015	NPK0	49,64 öd	50,26	43,28	44,36	<b>46,88 öd</b>
	NPK1	45,80	41,30	46,25	48,23	<b>45,40</b>
	NPK2	47,25	38,75	48,75	47,02	<b>45,44</b>
	NPK3	41,28	46,25	43,84	45,89	<b>44,31</b>
	Ortalama	<b>45,99 öd</b>	<b>44,14</b>	<b>45,53</b>	<b>46,37</b>	<b>45,51</b>
Yıllar Ortalaması	NPK0	43,43 ab	44,14 ab	39,67 b	44,69 ab	<b>42,98 öd</b>
	NPK1	44,76 ab	38,95 b	42,06 ab	43,33 ab	<b>42,27</b>
	NPK2	47,21 a	38,78 b	47,23 a	42,69 ab	<b>43,97</b>
	NPK3	42,52 ab	40,44 b	43,32 ab	39,67 b	<b>41,49</b>
	Ortalama	<b>44,47 A*</b>	<b>40,58 B</b>	<b>43,07 AB</b>	<b>42,59 AB</b>	<b>42,68 ***</b>

\* ( $p \leq 0,05$ ), \*\* ( $p \leq 0,01$ ), \*\*\* ( $p \leq 0,001$ ) seviyesinde istatistiksel bakımdan önemli, öd: Uygulamalar arasındaki fark önemli değil ( $p > 0,05$ ), her yıl için küçük ve farklı harfle harflendirilen bireysel uygulamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ( $p \leq 0,05$ ).

#### 4.2.2. Gövde boyu

Gövde boyu değerlerine ait varyans analiz sonuçları ve uygulamalara göre elde edilen gövde boyu değerleri Çizelge 4.5 ve 4.6'da verilmiştir. Buna göre çalışmanın 1. yılında gübre uygulamalarının gövde boylarına etkileri ( $p \leq 0,01$ ), 2. yıl ortalama değerleri dikkate alındığında ise yine gübre uygulamalarının ( $p \leq 0,01$ ) ve yılların etkilerinin ( $p \leq 0,001$ ) istatistiksel olarak önemli olduğu görülmektedir (Çizelge 4.5).

Birinci yıl en yüksek gövde boyu değerleri 14,8 cm ile sentetik gübre ve 13,6 cm ile PGPRxOTG grubunda ölçülmüştür. İkinci yıl değerleri dikkate alındığında en yüksek gövde boyu değeri 10,7 cm ile PGPRxOTG grubundan elde edilmekle birlikte gübre uygulamaları grupları arasındaki fark istatistiksel bakımdan önemsiz bulunmuştur. İki yıla ait ortalama değerler incelendiğinde ise en yüksek gövde boyu değerlerinin sentetik gübre (12,4 cm) ve PGPRxOTG (12,2 cm) gruplarından elde edildiği görülmektedir. Her iki yılda ve iki yıl ortalama değerleri dikkate alındığında sentetik gübre seviyelerinin gövde boylarına etkilerinin istatistiksel olarak önemsiz ( $p > 0,05$ ) olduğu görülmektedir. Bununla birlikte 2. yıl gövde boylanmasının daha az olduğu ve bu azalmanın istatistiksel olarak önemli ( $p \leq 0,001$ ) olduğu da görülmektedir. Uygulamalar bireysel olarak değerlendirildiğinde en yüksek boylanmanın 1. yılda 16,6 cm ile NPK3 uygulamasından en düşük boylanma ise 8,5 cm ile NPK0xOTG uygulamasından elde edilmiştir.

Bitkilerde gövde boylanması tür, çeşit ve çevre koşullarına göre değişiklik gösterebilmektedir. Eşiyok vd (2003) farklı karnabahar çeşitlerinde bitkisel özellikleri belirlemek amacıyla yaptıkları çalışmada gövde boyunu 18,0 cm ile 24,9 cm arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Yaptığımız çalışmada ise daha kısa gövde boylanması gerçekleştiği görülmüştür. Bunda çalışmada kullanılan çeşitlerin ve uygulamaların farklılığı yanında başta iklim olmak üzere diğer çevre şartları da etkili olabilir. İkinci yıl gövde boylarının kısalmasında da yaşanan iklimsel değişimin etkili olabileceği düşünülmektedir.

**Çizelge 4.5.** Gövde boyu değerlerine ait varyans analiz sonuçları

Yıllar	Varyasyon Kaynakları	SD	KO	F Değeri	Önem Seviyesi
2014	Sentetik Gübre Seviyeleri (SGS)	3	2,138	0,364	0,780 öd
	Gübre Uygulamaları (GUY)	3	28,990	4,929	0,005 **
	SGS x GUY	9	9,178	1,560	0,155 öd
2015	Sentetik Gübre Seviyeleri (SGS)	3	1,129	0,376	0,771 öd
	Gübre Uygulamaları (GUY)	3	4,291	1,428	0,246 öd
	SGS x GUY	9	2,313	0,770	0,644 öd
Yıllar Ortalaması	Sentetik Gübre Seviyeleri (SGS)	3	1,588	0,357	0,784 öd
	Gübre Uygulamaları (GUY)	3	22,073	4,968	0,003 **
	Yıllar (Y)	1	342,893	77,171	0,000 ***
	SGS x GUY x Y	9	7,830	1,762	0,086 öd
	SGS x Y	3	1,679	0,378	0,769 öd
	GUY x Y	3	11,208	2,522	0,062 öd
	SGS x GUY	9	3,661	0,824	0,596 öd

\* ( $p \leq 0,05$ ), \*\* ( $p \leq 0,01$ ), \*\*\* ( $p \leq 0,001$ ) seviyesinde istatistiksel bakımdan önemli  
öd: Uygulamalar arasındaki fark önemli değil ( $p > 0,05$ )

**Çizelge 4.6.** Uygulamalara göre gövde boyu uzunlukları (cm)

		Gübre Uygulamaları (GUY)				
Yıllar	Sentetik Gübre Seviyeleri (SGS)	SG	PGPR	OTG	PGPRxOTG	Ortalama
2014	NPK0	12,8 <sup>öd</sup>	12,9	12,3	15,6	13,4 öd
	NPK1	14,0	14,7	12,3	13,8	13,7
	NPK2	15,7	11,9	11,4	13,1	13,0
	NPK3	16,6	12,7	10,2	12,1	12,9
	Ortalama	14,8 A**	13,0 AB	11,6 B	13,6 A	13,3
2015	NPK0	10,1 <sup>öd</sup>	10,2	8,5	9,9	9,7 öd
	NPK1	10,6	9,4	10,3	10,5	10,2
	NPK2	9,8	8,6	9,6	11,4	9,9
	NPK3	9,4	10,6	9,8	11,0	10,2
	Ortalama	9,9 öd	9,7	9,6	10,7	10,0
Yıllar Ortalaması	NPK0	11,4 <sup>öd</sup>	11,5	10,4	12,8	12,4 öd
	NPK1	12,3	12,0	11,3	12,2	11,4
	NPK2	12,7	10,3	10,5	12,3	10,6
	NPK3	13,0	11,6	10,0	11,5	12,2
	Ortalama	12,4 A**	11,4 AB	10,6 B	12,2 A	11,6 ***

\* ( $p \leq 0,05$ ), \*\* ( $p \leq 0,01$ ), \*\*\* ( $p \leq 0,001$ ) seviyesinde istatistiksel bakımdan önemli, öd: Uygulamalar arasındaki fark önemli değil ( $p > 0,05$ ), her yıl için küçük ve farklı harfle harflendirilen bireysel uygulamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ( $p \leq 0,05$ ).

### 4.2.3. Bitki ağırlığı

Bitki ağırlığı değerlerine ait varyans analiz sonuçları ve bitki ağırlıkları Çizelge 4.7 ve 4.8'de verilmiştir. SGSxY interaksyonu haricinde diğer tüm faktörlerin ve bunların interaksyonlarının, bitki ağırlıkları üzerine etkileri istatistiksel olarak farklı seviyelerde olmakla birlikte önemli bulunmuştur. İlk yıl sentetik gübre seviyelerinin bitki ağırlıklarına etkileri önemli bulunmuştur ( $p \leq 0,01$ ). Gübre uygulamalarının da bitki ağırlıkları üzerine etkilerinin önemli ( $p \leq 0,05$ ) olduğu Çizelge 4.7'de görülmektedir. Birinci yıl verileri incelendiğinde gübre uygulamaları bakımından en yüksek ortalama bitki ağırlıkları; sentetik gübre (2,57 kg) ve OTG (2,44 kg) gruplarından elde edilirken, gübre seviyeleri bakımından NPK2 (2,70 kg) grubundan elde edilmiştir. İkinci yıl en yüksek değerler gübre uygulamaları içerisinde sentetik gübre (3,35 kg) ve OTG (3,57 kg) gruplarından, sentetik gübre seviye gruplarında ise NPK2 (3,41 kg) ve NPK3 (3,45 kg) gruplarından elde edilmiştir. İki yıl ortalama verileri incelendiğinde ise NPK1, NPK2 ve NPK3 gübre seviye gruplarında NPK0 grubuna göre bitki ağırlığının arttığı ve bu artışın istatistiksel olarak önemli ( $p \leq 0,001$ ) olduğu görülmektedir. Ayrıca gübre uygulamaları bakımından sentetik gübre grubundan en yüksek ortalama bitki ağırlığının elde edildiği görülmektedir.

Bitki ağırlığı önemli bir gelişim göstergesi olmakla birlikte bunun verime yansımaları da önemlidir. Karnabaharda tüketilen kısım taç kısmıdır. Bu nedenle toplam bitki ağırlığının taç ağırlığı ile orantılı olması gerekmektedir. Bunun içinde bitkilere dengeli bir besleme programı uygulanmalı ve besin maddeleri uygun miktarlarda verilmeli, böylelikle de fizyolojik denge iyi kurulmalıdır. Aksi takdirde bitkiler generatif devreye geç gireceklerinden vejetatif kısımların gelişiminin daha çok olması ve taç gibi tüketilen kısımların gelişiminin daha geç olması söz konusu olabilir. Bitki ağırlığı ve pazarlanabilir verim arasındaki ilişki korelasyon analizleri ile incelenmiş ve bunun sonucunda bitki ağırlığı ile pazarlanabilir verim arasında bire bir olmasa da  $r=0,762$  oranında ve istatistiksel olarak  $p \leq 0,01$  seviyesinde önemli bir korelasyon olduğu tespit edilmiştir.

**Çizelge 4.7.** Bitki ağırlığı değerlerine ait varyans analiz sonuçları

Yıllar	Varyasyon Kaynakları	SD	KO	F Değeri	Önem Seviyesi
2014	Sentetik Gübre Seviyeleri (SGS)	3	1,784	5,367	0,003**
	Gübre Uygulamaları (GUY)	3	1,013	3,049	0,037*
	SGS x GUY	9	1,366	4,110	0,001***
2015	Sentetik Gübre Seviyeleri (SGS)	3	0,865	2,795	0,050*
	Gübre Uygulamaları (GUY)	3	1,144	3,698	0,018*
	SGS x GUY	9	0,825	2,665	0,014*
Yıllar Ortalaması	Sentetik Gübre Seviyeleri (SGS)	3	2,290	7,136	0,000***
	Gübre Uygulamaları (GUY)	3	0,867	2,700	0,050*
	Yıllar (Y)	1	29,414	91,649	0,000***
	SGS x GUY x Y	9	1,115	3,473	0,001***
	SGS x Y	3	0,359	1,117	0,346 öd
	GUY x Y	3	1,291	4,024	0,010**
	SGS x GUY	9	1,076	3,354	0,001***

\* ( $p \leq 0,05$ ), \*\* ( $p \leq 0,01$ ), \*\*\* ( $p \leq 0,001$ ) seviyesinde istatistiksel bakımdan önemli öd: Uygulamalar arasındaki fark önemli değil ( $p > 0,05$ )

**Çizelge 4.8.** Uygulamalara göre bitki ağırlıkları (kg)

Yıllar	Gübre Uygulamaları (GUY)					Ortalama
	Sentetik Gübre Seviyeleri (SGS)	SG	PGPR	OTG	PGPRxOTG	
2014	NPK0	1,275 e	1,793 ce	1,718 de	2,813 ab	<b>1,90 C**</b>
	NPK1	2,983 ab	2,170 be	2,203 ae	2,275 ad	<b>2,41 AB</b>
	NPK2	3,055 ab	2,193 be	3,158 a	2,400 ad	<b>2,70 A</b>
	NPK3	2,983 ab	1,818 ce	2,683 ac	1,525 de	<b>2,25 BC</b>
	<b>Ortalama</b>	<b>2,57 A*</b>	<b>1,99 B</b>	<b>2,44 A</b>	<b>2,25 AB</b>	<b>2,32</b>
2015	NPK0	2,908 bc	3,510 ab	2,520 c	2,820 bc	<b>2,94 B*</b>
	NPK1	2,915 bc	3,173 ac	3,168 ac	3,928 a	<b>3,30 AB</b>
	NPK2	3,480 ab	2,865 bc	3,333 ac	3,950 a	<b>3,41 A</b>
	NPK3	4,078 a	3,500 ab	2,668 bc	3,568 ab	<b>3,45 A</b>
	<b>Ortalama</b>	<b>3,35 A*</b>	<b>3,26 AB</b>	<b>2,92 B</b>	<b>3,57 A</b>	<b>3,27</b>
Yıllar Ortalaması	NPK0	2,090 e	2,650 ce	2,120 e	2,815 bd	<b>2,42 B***</b>
	NPK1	2,948 ad	2,673 be	2,685 be	3,100 ad	<b>2,85 A</b>
	NPK2	3,268 ab	2,530 de	3,245 ac	3,175 ac	<b>3,05 A</b>
	NPK3	3,530 a	2,658 ce	2,670 be	2,545 de	<b>2,85 A</b>
	<b>Ortalama</b>	<b>2,96 A*</b>	<b>2,63 B</b>	<b>2,68 AB</b>	<b>2,91 AB</b>	<b>2,79 ***</b>

\* ( $p \leq 0,05$ ), \*\* ( $p \leq 0,01$ ), \*\*\* ( $p \leq 0,001$ ) seviyesinde istatistiksel bakımdan önemli, her yıl için küçük ve farklı harfle harflendirilen bireysel uygulamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ( $p \leq 0,05$ ).

#### 4.2.4. Taç ağırlığı

Uygulamalara göre taç ağırlıklarında meydana gelen değişimlere ilişkin varyans analiz sonuçları ile taç ağırlığı değerleri Çizelge 4.9 ve Çizelge 4.10'da gösterilmiştir.

Çizelge 4.9 incelendiğinde çalışmanın 1. yılında sentetik gübre seviyelerinin ( $p \leq 0,001$ ) ve SGSxGUY etkileşiminin ( $p \leq 0,01$ ) taç ağırlıkları üzerine istatistiksel olarak önemli etkilerinin olduğu görülmektedir. İkinci yıl sentetik gübre seviyelerinin ( $p \leq 0,01$ ) ve gübre uygulamalarının ( $p \leq 0,01$ ) taç ağırlıkları üzerine etkileri önemli bulunurken SGSxGUY interaksiyonunun etkisi istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur ( $p > 0,05$ ). İki yıl ortalamaları bakımından ise taç ağırlıkları üzerine SGS'nin ( $p \leq 0,001$ ), GUY'nın ( $p \leq 0,05$ ), Yılların ( $p \leq 0,001$ ), GUYxY'nin ( $p \leq 0,01$ ) etkileri önemli bulunmuştur.

Çizelge 4.10 incelendiğinde çalışmanın 1. yılında ortalama taç ağırlığının 0,888 kg 2. yıl ise 1,351 kg olarak gerçekleştiği görülmektedir. Yıllara göre oluşan bu değişim yıllar arasındaki iklimsel farklılıktan kaynaklanabileceği gibi uygulamaların ve bitki türünün toprak ve çevre adaptasyonu ile de gerçekleşmiş olabilir. Çalışmanın 1. yılında en yüksek taç ağırlığı NPK2xOTG uygulamasından elde edilirken 2. yıl NPK3xPGPR uygulamasından elde edilmiştir. Aynı zamanda iki yıllık çalışma süresince en yüksek ortalama taç ağırlığı değerine 1,824 kg NPK3xPGPR uygulamasında ulaşılmıştır. Taç ağırlıkları incelendiğinde her iki yılda da en düşük değerlerin sentetik gübre grubunda yer alan ve hiç gübre uygulanmayan NPK0 uygulamasından elde edildiği görülmektedir. Kaniszewski and Rumpel (1998) karnabaharda yaptıkları çalışmada nitrat formunda uyguladıkları azotun 600 kg/ha seviyesine kadar taç ağırlığını artırdığını bu seviyeden daha yüksek miktarlarda azot uygulamalarıyla taç ağırlıklarının tekrar azaldığını rapor etmişlerdir. Kaushal *et al.* (2011) karnabaharda yaptıkları çalışmada, üç farklı bakteri izolatını üç farklı NP seviyesinde (önerilen dozun; %50'si, %75'i ve %100'ü) uygulamışlar ve gübre seviyesi arttıkça taç ağırlığının da arttığını bildirmişlerdir.

**Çizelge 4.9.** Taç ağırlığı değerlerine ait varyans analiz sonuçları

Yıllar	Varyasyon Kaynakları	SD	KO	F Değeri	Önem Seviyesi
2014	Sentetik Gübre Seviyeleri (SGS)	3	0,413	6,446	0,001 ***
	Gübre Uygulamaları (GUY)	3	0,162	2,522	0,069 öd
	SGS x GUY	9	0,202	3,161	0,005 **
2015	Sentetik Gübre Seviyeleri (SGS)	3	0,467	4,601	0,007 **
	Gübre Uygulamaları (GUY)	3	0,270	2,657	0,059 *
	SGS x GUY	9	0,159	1,564	0,153 öd
Yıllar Ortalaması	Sentetik Gübre Seviyeleri (SGS)	3	0,805	9,718	0,000 ***
	Gübre Uygulamaları (GUY)	3	0,122	1,475	0,226 öd
	Yıllar (Y)	1	6,858	82,813	0,000 ***
	SGS x GUY x Y	9	0,176	2,127	0,034 *
	SGS x Y	3	0,075	0,912	0,438 öd
	GUY x Y	3	0,309	3,735	0,014 *
	SGS x GUY	9	0,185	2,236	0,026 *

\* ( $p \leq 0,05$ ), \*\* ( $p \leq 0,01$ ), \*\*\* ( $p \leq 0,001$ ) seviyesinde istatistiksel bakımdan önemli  
öd: Uygulamalar arasındaki fark önemli değil ( $p > 0,05$ )

**Çizelge 4.10.** Uygulamalara göre taç ağırlıkları (kg)

Gübre Uygulamaları (GUY)						
Yıllar	Sentetik Gübre Seviyeleri (SGS)	SG	PGPR	OTG	PGPRxOTG	Ortalama
2014	NPK0	0,462 g	0,617 eg	0,637 dg	1,033 ae	<b>0,687 C***</b>
	NPK1	1,047 ad	0,861 bg	0,860 bg	0,876 bg	<b>0,911 AB</b>
	NPK2	1,100 ac	0,892 bf	1,367 a	0,957 af	<b>1,079 A</b>
	NPK3	1,042 ad	0,712 cg	1,177 ab	0,567 fg	<b>0,875 B</b>
	<b>Ortalama</b>	<b>0,913 AB*</b>	<b>0,770 B</b>	<b>1,010 A</b>	<b>0,858 AB</b>	<b>0,888</b>
2015	NPK0	0,834 c	1,334 ac	1,159 bc	1,106 bc	<b>1,108 B***</b>
	NPK1	1,325 ac	1,475 ab	1,361 ac	1,824 a	<b>1,496 A</b>
	NPK2	1,340 ac	1,161 bc	1,499 ab	1,749 a	<b>1,437 A</b>
	NPK3	1,442 ab	1,458 ab	1,103 bc	1,443 ab	<b>1,361 A</b>
	<b>Ortalama</b>	<b>1,235 B*</b>	<b>1,357 AB</b>	<b>1,280 B</b>	<b>1,530 A</b>	<b>1,351</b>
Yıllar Ortalaması	NPK0	0,650 e	0,975 cd	0,900 de	1,068 bd	<b>0,898 B***</b>
	NPK1	1,185 ad	1,168 ad	1,113 bd	1,353 ab	<b>1,203 A</b>
	NPK2	1,220 ac	1,025 cd	1,433 a	1,353 ab	<b>1,258 A</b>
	NPK3	1,243 ac	1,085 bd	1,138 ad	1,005 cd	<b>1,118 A</b>
	<b>Ortalama</b>	<b>1,074 öd</b>	<b>1,064</b>	<b>1,145</b>	<b>1,194</b>	<b>1,119 ***</b>

\* ( $p \leq 0,05$ ), \*\* ( $p \leq 0,01$ ), \*\*\* ( $p \leq 0,001$ ) seviyesinde istatistiksel bakımdan önemli, öd: Uygulamalar arasındaki fark önemli değil ( $p > 0,05$ ), her yıl için küçük ve farklı harfle harflendirilen bireysel uygulamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ( $p \leq 0,05$ ).



#### 4.2.5. Pazarlanabilir verim

Çalışmada elde edilen pazarlanabilir verim değerlerine ait varyans analiz sonuçları ve pazarlanabilir verim değerleri Çizelge 4.11 ve Çizelge 4.12’de belirtilmiştir. Çizelge 4.11 incelendiğinde SGS’nin pazarlanabilir verim değerleri üzerine etkisinin istatistiksel olarak önemli ( $p \leq 0,001$ ) olduğu görülmektedir. Yine 1. yıl SGSxGUY etkileşimi önemli ( $p \leq 0,01$ ) bulunurken GUY etkisi önemsiz ( $p > 0,05$ ) bulunmuştur. İkinci yıl ise SGS ve GUY etkileri istatistiksel olarak önemliyken ( $p \leq 0,01$ ) SGSxGUY interaksyonu önemsiz ( $p \leq 0,05$ ) bulunmuştur. İki yıl ortalamaları incelendiğinde ise SGSxGUYxY, SGSxY ve SGSxGUY interaksyonları önemsiz olduğu görülmektedir.

Çizelge 4.12 incelendiğinde her iki yılda da uygulamaların NPK0 (gübre yok) uygulamasına göre pazarlanabilir verimi artırdığı görülmektedir. En yüksek pazarlanabilir verim SGS’leri içerisinde NPK2 grubundan, GUY içerisinde OTG grubundan ve bu grupların kesiştiği noktada bulunan NPK2xOTG uygulamasından elde edilmiştir. İkinci yıl ise sentetik gübre (SG) ve NPK0 grubuna göre tüm uygulama grupları pazarlanabilir verimde önemli artışa sebep olmuştur. Çalışmanın 2. yılında birinci yıla göre pazarlanabilir verimin yaklaşık %50 arttığı ve bu artışın istatistiksel olarak önemli ( $p \leq 0,001$ ) olduğu görülmektedir. Karnabahar diğer sebze türlerinde olduğu gibi düzenli suya ihtiyaç duymaktadır. Çalışmamızda sulama düzenli olarak yapılmıştır. Bununla birlikte topraktaki elverişli su miktarı arttıkça karnabaharın buna olumlu tepki gösterdiği ve taç ağırlıklarının dolayısıyla da verimin arttığı bildirilmektedir (Kaniszewski and Rumpel 1998). Bu nedenle arazi koşullarında kontrol edilemeyen etkenlerden birisi olarak gerçekleşen yağışlar olumlu veya olumsuz etkiler yapabilmektedir. Yapılan çalışmada 2. yıl verimde de olduğu gibi, diğer birçok incelenen özelliklerde gerçekleşen artışların, bu yağışların uygulamalarla etkileşimi sonucu meydana gelebileceğini düşünmekteyiz.

**Çizelge 4.11.** Pazarlanabilir verim değerlerine ait varyans analiz sonuçları

Yıllar	Varyasyon Kaynakları	SD	KO	F Değeri	Önem Seviyesi
2014	Sentetik Gübre Seviyeleri (SGS)	3	4,600	6,459	0,001 ***
	Gübre Uygulamaları (GUY)	3	1,796	2,522	0,069 öd
	SGS x GUY	9	2,244	3,151	0,005 **
2015	Sentetik Gübre Seviyeleri (SGS)	3	5,192	4,602	0,007 **
	Gübre Uygulamaları (GUY)	3	2,999	2,658	0,059 *
	SGS x GUY	9	1,765	1,564	0,153 öd
Yıllar Ortalaması	Sentetik Gübre Seviyeleri (SGS)	3	8,943	9,720	0,000 ***
	Gübre Uygulamaları (GUY)	3	1,357	1,475	0,226 öd
	Yıllar (Y)	1	76,204	82,825	0,000 ***
	SGS x GUY x Y	9	1,957	2,127	0,034 *
	SGS x Y	3	0,839	0,912	0,438 öd
	GUY x Y	3	3,437	3,735	0,014 *
	SGS x GUY	9	2,057	2,236	0,026 *

\* ( $p \leq 0,05$ ), \*\* ( $p \leq 0,01$ ), \*\*\* ( $p \leq 0,001$ ) seviyesinde istatistiksel bakımdan önemli  
öd: Uygulamalar arasındaki fark önemli değil ( $p > 0,05$ )

**Çizelge 4.12.** Uygulamalara göre pazarlanabilir verim değerleri (ton/da)

Gübre Uygulamaları (GUY)						
Yıllar	Sentetik Gübre Seviyeleri (SGS)	Gübre Uygulamaları (GUY)				Ortalama
		SG	PGPR	OTG	PGPRxOTG	
2014	NPK0	1,540 g	2,055 eg	2,123 dg	3,440 ae	<b>2,29 C***</b>
	NPK1	3,488 ad	2,870 bg	2,868 bg	2,920 bg	<b>3,04 AB</b>
	NPK2	3,665 ac	2,973 bf	4,558 a	3,190 af	<b>3,60 A</b>
	NPK3	3,473 ad	2,373 cg	3,923 ab	1,890 fg	<b>2,91 B</b>
	<b>Ortalama</b>	<b>3,04 AB*</b>	<b>2,57 B</b>	<b>3,37 A</b>	<b>2,86 AB</b>	<b>2,96</b>
2015	NPK0	2,780 c	4,445 ac	3,863 bc	3,690 bc	<b>3,69 B**</b>
	NPK1	4,415 ac	4,920 ab	4,540 ac	6,078 a	<b>4,99 A</b>
	NPK2	4,465 ac	3,873 bc	4,995 ab	5,830 a	<b>4,79 A</b>
	NPK3	4,808 ab	4,860 ab	3,675 bc	4,808 ab	<b>4,54 A</b>
	<b>Ortalama</b>	<b>4,12 B*</b>	<b>4,52 AB</b>	<b>4,27 B</b>	<b>5,10 A</b>	<b>4,50</b>
Yıllar Ortalaması	NPK0	2,158 e	3,253 cd	2,993 de	3,563 bd	<b>2,99 B***</b>
	NPK1	3,950 ad	3,893 ad	3,700 bd	4,498 ab	<b>4,01 A</b>
	NPK2	4,068 ac	3,420 cd	4,775 a	4,510 ab	<b>4,19 A</b>
	NPK3	4,138 ac	3,615 bd	3,795 ad	3,348 cd	<b>3,73 A</b>
	<b>Ortalama</b>	<b>3,58 öd</b>	<b>3,55</b>	<b>3,82</b>	<b>3,98</b>	<b>3,73 ***</b>

\* ( $p \leq 0,05$ ), \*\* ( $p \leq 0,01$ ), \*\*\* ( $p \leq 0,001$ ) seviyesinde istatistiksel bakımdan önemli, her yıl için küçük ve farklı harfle harflendirilen bireysel uygulamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ( $p \leq 0,05$ ).

#### 4.2.6. Taç rengi L değerleri

Taçlarda yapılan renk ölçümleri sonucu elde edilen L değerlerine ait varyans analiz sonuçları ve elde edilen değerler Çizelge 4.13 ve 4.14'te sunulmuştur. Birinci yıl uygulama gruplarının taç rengi L değerlerine etkileri istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur ( $p>0,05$ ). Çalışmanın 2. yılında GUY'nın L değerleri üzerine etkileri önemli ( $p\leq 0,05$ ) bulunurken SGS ve SGSxGUY etkisi önemsiz bulunmuştur ( $p>0,05$ ). İki yıl ortalamalarına bakıldığında ise iki yıl ortalamaları arasındaki farkın istatistiksel olarak önemli olduğu ( $p\leq 0,001$ ), diğer uygulama grupları ve interaksiyonların önemsiz olduğu anlaşılmaktadır ( $p>0,05$ ).

Taç rengi L değerleri bakımından 1. yıl uygulama grupları arasında önemli bir fark oluşmamıştır (Çizelge 4.14). Bununla birlikte en yüksek L değeri GUY içerisinde PGPRxOTG grubundan SGS içerisinde ise NPK0 grubundan elde edilmiştir. İkinci yıl taç rengi L değerleri incelendiğinde SGS arasında önemli fark olmadığı bununla birlikte en yüksek değerlerin ilk yıl olduğu gibi NPK0 grubundan elde edildiği, GUY arasında oluşan farkların istatistiksel olarak önemli olduğu ve en yüksek değerlerin OTG ve PGPRxOTG gruplarından elde edildiği görülmektedir. İki yıl ortalama verileri incelendiğinde ise NPK0 ve istatistiksel olarak diğerlerinden farklı ( $p\leq 0,05$ ) olarak PGPRxOTG grubundan en yüksek taç rengi L değerlerinin elde edildiği görülmektedir.

Taç rengi karnabaharda önemli kalite kriterlerinden biridir ve genellikle kar beyazı renkte olması istenmektedir. L değerleri 100'e yaklaştıkça beyazlığı ve parlaklığı temsil eden değerlerdir. İkinci yıl L değerlerinde 1. yıla göre bir azalma olduğu görülmektedir. Bunun nedeni taşların daha iri gelişmesi, bu nedenle taşların örtülme oranının azalması ve taşların güneş ışığına maruz kalması olabilir. Güneş ışığına maruz kalan taşlarda sararmalar meydana geldiği bilinmektedir. Gu *et al.* (2015) gevşek taç yapısına sahip karnabahar çeşitleri ve yaygın olarak kullanılan bir çeşitle yaptıkları çalışmada taç L değerlerinin 73 ile 84 arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Bu değerler çalışmamızda ölçülen değerlerle benzerlik göstermektedir.

**Çizelge 4.13.** Taç rengi L değerlerine ait varyans analiz sonuçları

Yıllar	Varyasyon Kaynakları	SD	KO	F Değeri	Önem Seviyesi
2014	Sentetik Gübre Seviyeleri (SGS)	3	12,494	1,008	0,397 öd
	Gübre Uygulamaları (GUY)	3	0,490	0,040	0,989 öd
	SGS x GUY	9	9,298	0,750	0,662 öd
2015	Sentetik Gübre Seviyeleri (SGS)	3	5,838	0,858	0,469 öd
	Gübre Uygulamaları (GUY)	3	27,389	4,025	0,012 *
	SGS x GUY	9	12,078	1,775	0,098 öd
Yıllar Ortalaması	Sentetik Gübre Seviyeleri (SGS)	3	14,808	1,542	0,209 öd
	Gübre Uygulamaları (GUY)	3	17,366	1,809	0,151 öd
	Yıllar (Y)	1	1070,514	111,507	0,000 ***
	SGS x GUY x Y	9	4,190	0,436	0,912 öd
	SGS x Y	3	3,524	0,367	0,777 öd
	GUY x Y	3	10,513	1,095	0,355 öd
	SGS x GUY	9	17,186	1,790	0,080 öd

\* ( $p \leq 0,05$ ), \*\* ( $p \leq 0,01$ ), \*\*\* ( $p \leq 0,001$ ) seviyesinde istatistiksel bakımdan önemli  
öd: Uygulamalar arasındaki fark önemli değil ( $p > 0,05$ )

**Çizelge 4.14.** Uygulamalara göre taç rengi L değerleri

Gübre Uygulamaları (GUY)						
Yıllar	Sentetik Gübre Seviyeleri (SGS)	SG	PGPR	OTG	PGPRxOTG	Ortalama
2014	NPK0	88,07 <sup>öd</sup>	86,83	86,26	87,69	<b>87,21 öd</b>
	NPK1	84,89	86,74	84,74	85,42	<b>85,45</b>
	NPK2	85,23	84,33	84,83	87,28	<b>85,42</b>
	NPK3	84,34	85,78	88,13	83,65	<b>85,48</b>
	<b>Ortalama</b>	<b>85,63<sup>öd</sup></b>	<b>85,92</b>	<b>85,99</b>	<b>86,01</b>	<b>85,89</b>
2015	NPK0	79,38 ad	81,25 ad	80,67 ad	81,55 ac	<b>80,71 öd</b>
	NPK1	78,62 bd	77,28 cd	79,84 ad	81,62 ac	<b>79,34</b>
	NPK2	79,15 ad	80,02 ad	79,16 ad	83,43 a	<b>80,44</b>
	NPK3	76,67 d	80,47 ad	83,25 ab	79,33 ad	<b>79,93</b>
	<b>Ortalama</b>	<b>78,45 B*</b>	<b>79,75 AB</b>	<b>80,73 A</b>	<b>81,48 A</b>	<b>80,10</b>
Yıllar Ortalaması	NPK0	83,73 ad	84,04 ad	83,47 ad	84,62 ac	<b>83,96 öd</b>
	NPK1	81,76 bd	82,01 ad	82,29 ad	83,52 ad	<b>82,39</b>
	NPK2	82,19 ad	82,18 ad	81,99 ad	85,36 ab	<b>82,93</b>
	NPK3	80,51 d	83,13 ad	85,69 a	81,49 cd	<b>82,70</b>
	<b>Ortalama</b>	<b>82,04 B*</b>	<b>82,84 AB</b>	<b>83,36 AB</b>	<b>83,75 A</b>	<b>83,00 ***</b>

\* ( $p \leq 0,05$ ), \*\* ( $p \leq 0,01$ ), \*\*\* ( $p \leq 0,001$ ) seviyesinde istatistiksel bakımdan önemli, öd: Uygulamalar arasındaki fark önemli değil ( $p > 0,05$ ), her yıl için küçük ve farklı harfle harflendirilen bireysel uygulamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ( $p \leq 0,05$ ).

#### 4.2.7. Taç rengi a değerleri

Taç rengi ölçümlerinden elde edilen a değerlerine ait varyans analiz sonuçları ve elde edilen değerler Çizelge 4.15 ve 4.16'da gösterilmiştir. Buna göre uygulama grupları ve bunların interaksiyonlarının, iki yıl ortalama SGSxGUY ( $p \leq 0,05$ ) interaksiyonu hariç, 1. yıl, 2. yıl ve 2 yıl ortalama taç rengi a değerleri üzerine etkileri istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur.

Renk ölçümünde +a değerleri kırmızı rengin yoğunluğunu -a değerleri ise yeşil rengin yoğunluğunu temsil etmektedir. Bu değerlerin sıfıra yakınlığı ise bu iki renk bakımından nötr olması bakımından ve beyaz rengin daha net ortaya çıkması için önemlidir. Bu nedenlerden dolayı negatif olan a değerlerinde mutlak değerleri düşünülerek daha küçük olan ortalamaların taç rengine daha olumlu etkisi olduğu kabul edilmiştir. Birinci yıl; gübre uygulamaları gruplarından OTG ve PGPRxOTG gruplarından, sentetik gübre gruplarından ise NPK1 seviye grubundan en düşük taç rengi a değerleri elde edilmiştir. İkinci yıl en düşük değerler; GUY gruplarından sentetik gübre (SG) grubunda, SGS grupları içinde ise NPK1 seviye grubundan elde edilmiştir. İki yıl ortalama değerlerinde ise SG ve PGPRxOTG grupları GUY içerisinde, NPK1 seviye grubu ise SGS içerisinde en düşük taç rengi a değerlerinin belirlendiği uygulama grupları olarak karşımıza çıkmaktadır. Yine iki yıl ortalamaları dikkate alındığında en düşük taç rengi a değerlerinin NPK3xPGPRxOTG uygulamasından elde edildiği görülmektedir.

Gu *et al.* (2015) yaptıkları çalışmada taç rengi a değerlerinin -1,4 ile -4,4 arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Yaptığımız çalışmada elde edilen ortalama a değerleri ise -1,16 ile -2,02 arasında değişmektedir. Buradan görüleceği gibi yeşillenme oranını temsil eden -a değerleri bakımından çalışmamızda taçlarda meydana gelen renklenmenin diğer çalışmaya göre düşük seviyelerde olduğu görülmektedir. Bunun nedeni araştırmacıların çalışmalarında kullandıkları çeşitlerin daha gevşek taç yapısına sahip olmaları olabilir.

**Çizelge 4.15.** Taç rengi a değerlerine ait varyans analiz sonuçları

Yıllar	Varyasyon Kaynakları	SD	KO	F Değeri	Önem Seviyesi
2014	Sentetik Gübre Seviyeleri (SGS)	3	0,317	1,363	0,265 öd
	Gübre Uygulamaları (GUY)	3	0,237	1,021	0,392 öd
	SGS x GUY	9	0,338	1,453	0,193 öd
2015	Sentetik Gübre Seviyeleri (SGS)	3	0,105	0,449	0,719 öd
	Gübre Uygulamaları (GUY)	3	0,285	1,216	0,314 öd
	SGS x GUY	9	0,393	1,676	0,121 öd
Yıllar Ortalaması	Sentetik Gübre Seviyeleri (SGS)	3	0,206	0,880	0,454 öd
	Gübre Uygulamaları (GUY)	3	0,101	0,433	0,730 öd
	Yıllar (Y)	1	0,085	0,362	0,549 öd
	SGS x GUY x Y	9	0,130	0,558	0,828 öd
	SGS x Y	3	0,217	0,928	0,430 öd
	GUY x Y	3	0,421	1,804	0,152 öd
	SGS x GUY	9	0,600	2,571	0,011 *

\* ( $p \leq 0,05$ ) seviyesinde istatistiksel bakımdan önemli  
öd: Uygulamalar arasındaki fark önemli değil ( $p > 0,05$ )

**Çizelge 4.16.** Uygulamalara göre taç rengi a değerleri

		Gübre Uygulamaları (GUY)				
Yıllar	Sentetik Gübre Seviyeleri (SGS)	SG	PGPR	OTG	PGPRxOTG	Ortalama
2014	NPK0	-1,67 ab	-1,80 ab	-2,09 b	-1,58 ab	<b>-1,78 öd</b>
	NPK1	-1,32 ab	-1,64 ab	-1,05 a	-1,78 ab	<b>-1,45</b>
	NPK2	-1,63 ab	-1,63 ab	-1,49 ab	-1,51 ab	<b>-1,56</b>
	NPK3	-1,82 ab	-1,95 b	-1,37 ab	-1,12 a	<b>-1,56</b>
	<b>Ortalama</b>	<b>-1,61 öd</b>	<b>-1,76</b>	<b>-1,50</b>	<b>-1,50</b>	<b>-1,59</b>
2015	NPK0	-1,10 öd	-1,54	-1,94	-1,82	<b>-1,60 öd</b>
	NPK1	-1,38	-1,38	-1,69	-1,84	<b>-1,57</b>
	NPK2	-1,84	-1,44	-1,62	-1,66	<b>-1,64</b>
	NPK3	-1,80	-1,93	-2,08	-1,21	<b>-1,76</b>
	<b>Ortalama</b>	<b>-1,53 öd</b>	<b>-1,57</b>	<b>-1,83</b>	<b>-1,63</b>	<b>-1,64</b>
Yıllar Ortalaması	NPK0	-1,38 ab	-1,67 ab	-2,02 b	-1,70 ab	<b>-1,69 öd</b>
	NPK1	-1,35 ab	-1,51 ab	-1,37 ab	-1,81 ab	<b>-1,51</b>
	NPK2	-1,73 ab	-1,53 ab	-1,56 ab	-1,59 ab	<b>-1,60</b>
	NPK3	-1,81 ab	-1,94 b	-1,72 ab	-1,16 a	<b>-1,66</b>
	<b>Ortalama</b>	<b>-1,57 öd</b>	<b>-1,66</b>	<b>-1,67</b>	<b>-1,57</b>	<b>-1,62 öd</b>

öd: Uygulamalar arasındaki fark önemli değil ( $p > 0,05$ ), her yıl için küçük ve farklı harfle harflendirilen bireysel uygulamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ( $p \leq 0,05$ ).

#### 4.2.8. Taç rengi b değerleri

Renk ölçümünde kullanılan +b değerleri sarı rengin yoğunluğunu –b değerleri ise mavi rengin yoğunluğunu temsil etmektedir. Ölçüm değerinin sıfıra yaklaşması ise beyaz veya siyah rengin, parlaklığın veya matlığın daha net ortaya çıkmasını temsil etmektedir. Taç renginde, antosiyanin üreten ve farklı renklere sahip olan çeşitler dışında istenen renk beyazdır. Bunun dışında oluşan renklenmeler her zaman beyaz rengin tonunu olumsuz etkileyecektir. Bu nedenle a ve b değerlerinin ister negatif olsun isterse pozitif olsun sıfıra yakın olması daha olumlu olacaktır.

Taç rengi b değerlerine ait varyans analiz sonuçları ve elde edilen bulgular Çizelge 4.17 ve Çizelge 4.18’de verilmiştir. Birinci yıl b değerleri üzerine GUY, SGS ve SGSxGUY interaksiyonunun etkisi istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur. İkinci yıl değerlerinde ise SGS, GUY ve SGSxGUY etkileşimlerinin taç rengi b değerleri üzerine etkileri önemli bulunmuştur ( $p \leq 0,001$ ). İki yıl ortalama değerlerine yönelik gerçekleştirilen varyans analiz sonuçları incelendiğinde ise GUY gruplarının, SGSxGUYxYıl, SGSxYıl, GUYxYıl ve SGSxGUY interaksiyonlarının taç rengi b değerleri üzerine etkilerinin önemli ( $p \leq 0,001$ ) olduğu görülmektedir.

İkinci yıl taç rengi b değerlerinin birinci yıla göre genelde artış gösterdiği Çizelge 4.18’de görülmektedir. Bununla birlikte 2. yıl hem SGS grupları hem de GUY gruplarında uygulamalara göre taç rengi b değerleri arasında oluşan farklılıklar istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. En düşük değerler SG ve PGPRxOTG grupları ile NPK0 ve NPK3 gübre seviye gruplarından elde edilmiştir. İki yıl ortalama değerlerinde ise yalnız GUY grupları arasında oluşan farklılıklar istatistiksel olarak önemli bulunmuş ( $p \leq 0,001$ ) ve en düşük ortalama değer PGPRxOTG grubunda tespit edilmiştir. Gu *et al.* (2015) yaptıkları çalışmada 26 ile 37 arasında değerler bildirmişlerdir. Çalışmamızda ise 16,54 ile 22,30 arasında yani daha düşük gerçekleşmiştir. Bunun sebebi çeşitler arasındaki farklılıklar olabileceği gibi taç gevşekliği ve örtü yapraklarının tacı örtme durumu olabilir.

**Çizelge 4.17.** Taç rengi b değerlerine ait varyans analiz sonuçları

Yıllar	Varyasyon Kaynakları	SD	KO	F Değeri	Önem Seviyesi
2014	Sentetik Gübre Seviyeleri (SGS)	3	12,942	1,738	0,172 öd
	Gübre Uygulamaları (GUY)	3	1,776	0,239	0,869 öd
	SGS x GUY	9	12,807	1,720	0,110 öd
2015	Sentetik Gübre Seviyeleri (SGS)	3	24,286	8,721	0,000 ***
	Gübre Uygulamaları (GUY)	3	86,063	30,904	0,000 ***
	SGS x GUY	9	26,299	9,443	0,000 ***
Yıllar Ortalaması	Sentetik Gübre Seviyeleri (SGS)	3	1,794	0,351	0,789 öd
	Gübre Uygulamaları (GUY)	3	42,903	8,388	0,000 ***
	Yıllar (Y)	1	5,882	1,150	0,286 öd
	SGS x GUY x Y	9	17,433	3,408	0,001 ***
	SGS x Y	3	35,433	6,927	0,000 ***
	GUY x Y	3	44,936	8,785	0,000 ***
	SGS x GUY	9	21,673	4,237	0,000 ***

\*\*\* (p≤0,001) seviyesinde istatistiksel bakımdan önemli  
öd: Uygulamalar arasındaki fark önemli değil (p>0,05)

**Çizelge 4.18.** Uygulamalara göre taç rengi b değerleri

Gübre Uygulamaları (GUY)						
Yıllar	Sentetik Gübre Seviyeleri (SGS)	SG	PGPR	OTG	PGPRxOTG	Ortalama
2014	NPK0	19,82 ab	19,18 ab	21,59 a	17,62 ab	19,55 öd
	NPK1	16,63 b	17,66 ab	18,21 ab	19,69 ab	18,05
	NPK2	19,91 ab	17,71 ab	17,46 ab	16,92 b	18,00
	NPK3	20,47 ab	21,22 ab	16,71 b	20,03 ab	19,61
	<b>Ortalama</b>	<b>19,21 öd</b>	<b>18,94</b>	<b>18,49</b>	<b>18,57</b>	<b>18,80</b>
2015	NPK0	17,26 be	16,73 df	18,36 bd	19,27 b	17,90 B***
	NPK1	17,14 cf	22,06 a	24,05 a	16,31 df	19,89 A
	NPK2	18,90 bc	23,69 a	23,65 a	16,15 ef	20,60 A
	NPK3	17,97 be	23,38 a	17,63 be	15,16 f	18,53 B
	<b>Ortalama</b>	<b>17,82 B***</b>	<b>21,46 A</b>	<b>20,92 A</b>	<b>16,72 B</b>	<b>19,23</b>
Yıllar Ortalaması	NPK0	18,54 cg	17,95 eg	19,98 ae	18,44 cg	18,73 öd
	NPK1	16,89 fg	19,86 ae	21,13 ab	18,01 dg	18,97
	NPK2	19,41 bf	20,70 ac	20,56 ad	16,54 g	19,30
	NPK3	19,22 bf	22,30 a	17,17 fg	17,60 eg	19,07
	<b>Ortalama</b>	<b>18,51 B***</b>	<b>20,20 A</b>	<b>19,71 A</b>	<b>17,64 B</b>	<b>19,02 öd</b>

\*\*\* (p≤0,001) seviyesinde istatistiksel bakımdan önemli, öd: Uygulamalar arasındaki fark önemli değil (p>0,05), her yıl için küçük ve farklı harfle harflendirilen bireysel uygulamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir (p≤0,05).



#### 4.2.9. Taç çapı

Uygulama gruplarına göre taç çaplarında meydana gelen değişimlerle ilgili varyans analiz değerlendirme sonuçları ve taç çapı değerleri Çizelge 4.19 ve 4.20'de verilmiştir.

Çizelge 4.19'dan görülebileceği gibi taç çapları üzerine 1. yıl SGS'nin ( $p \leq 0,05$ ) ve SGSxGUY interaksiyonunun ( $p \leq 0,05$ ), 2. yıl SGS'nin ( $p \leq 0,01$ ), iki yıl ortalamaları dikkate alındığında ise SGS'nin ( $p \leq 0,001$ ) ve SGSxGUYxYıl interaksiyonunun etkileri istatistiksel olarak önemli bulunmuştur.

Birinci yıl en geniş taç çapı NPK2 seviyesinden elde edilmiştir. İkinci yıl en düşük taç çap değeri NPK0 seviyesindeki uygulamaların ortalamasında bulunmuş ve diğer tüm seviyelerin ortalamaları NPK0 seviyesine göre yüksek ve istatistiksel olarak aynı grupta yer almışlardır. İki yıl ortalama değerleri dikkate alındığında ise yine NPK0 seviye grubunda yer alan uygulamaların ortalaması diğer tüm seviye gruplarının ortalamalarından düşük kalmış ve diğer seviyeler istatistiksel olarak aynı grupta yer almıştır. Yine iki yıl ortalama değerlerine bakıldığında en geniş taçların NPK2xOTG uygulamasından elde edildiği görülebilir.

Yaptığımız çalışmada taç çapları 13,2 cm ile 18,8 cm arasında değişmiştir. Eşiyok vd (2003) farklı karnabahar çeşitleri ile yaptıkları çalışmada taç çaplarının 16,2 cm ile 20,1 cm arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Bu değerler çalışmamızda elde edilen değerlerle benzerlik göstermektedir.

**Çizelge 4.19.** Taç çapı değerlerine ait varyans analiz sonuçları

Yıllar	Varyasyon Kaynakları	SD	KO	F Değeri	Önem Seviyesi
2014	Sentetik Gübre Seviyeleri (SGS)	3	15,698	3,372	0,026 *
	Gübre Uygulamaları (GUY)	3	6,363	1,367	0,264 öd
	SGS x GUY	9	12,297	2,641	0,014 *
2015	Sentetik Gübre Seviyeleri (SGS)	3	27,461	5,355	0,003 **
	Gübre Uygulamaları (GUY)	3	3,527	0,688	0,564 öd
	SGS x GUY	9	9,210	1,796	0,094 öd
Yıllar Ortalaması	Sentetik Gübre Seviyeleri (SGS)	3	41,065	8,395	0,000 ***
	Gübre Uygulamaları (GUY)	3	0,662	0,135	0,939 öd
	Yıllar (Y)	1	7,459	1,525	0,220 öd
	SGS x GUY x Y	9	12,160	2,486	0,013 *
	SGS x Y	3	2,093	0,428	0,733 öd
	GUY x Y	3	9,227	1,886	0,137 öd
	SGS x GUY	9	9,347	1,911	0,059 öd

\* ( $p \leq 0,05$ ), \*\* ( $p \leq 0,01$ ), \*\*\* ( $p \leq 0,001$ ) seviyesinde istatistiksel bakımdan önemli öd: Uygulamalar arasındaki fark önemli değil ( $p > 0,05$ )

**Çizelge 4.20.** Uygulamalara göre taç çapı değerleri (cm)

		Gübre Uygulamaları (GUY)				
Yıllar	Sentetik Gübre Seviyeleri (SGS)	SG	PGPR	OTG	PGPRxOTG	Ortalama
2014	NPK0	14,10 bc	14,30 bc	14,33 bc	14,93 bc	14,4 B*
	NPK1	15,80 ac	15,50 ac	13,33 c	17,00 ab	15,4 AB
	NPK2	18,80 a	15,90 ac	17,53 ab	14,95 bc	16,8 A
	NPK3	16,65 ac	14,98 bc	18,65 a	13,20 c	15,9 AB
	Ortalama	16,3 öd	15,2	16,0	15,0	15,6
2015	NPK0	13,70 cd	15,55 ad	14,25 bd	13,35 d	14,2 B**
	NPK1	14,00 bd	17,75 ab	16,50 ad	16,95 ad	16,3 A
	NPK2	16,38 ad	15,13 ad	18,75 a	18,45 a	17,2 A
	NPK3	17,63 ab	17,25 ac	15,10 ad	16,93 ad	16,7 A
	Ortalama	15,4 öd	16,4	16,2	16,4	16,1
Yıllar Ortalaması	NPK0	13,90 e	14,93 ce	14,29 de	14,14 e	14,3 B***
	NPK1	14,90 ce	16,63 ad	14,91 ce	16,98 ac	15,9 A
	NPK2	17,59 ab	15,51 be	18,14 a	16,70 ac	17,0 A
	NPK3	17,14 ac	16,12 ae	16,88 ac	15,06 ce	16,3 A
	Ortalama	15,9 öd	15,8	16,1	15,7	15,9 öd

\* ( $p \leq 0,05$ ), \*\* ( $p \leq 0,01$ ), \*\*\* ( $p \leq 0,001$ ) seviyesinde istatistiksel bakımdan önemli, öd: Uygulamalar arasındaki fark önemli değil ( $p > 0,05$ ), her yıl için küçük ve farklı harfle harflendirilen bireysel uygulamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ( $p \leq 0,05$ ).

#### 4.2.10. Taç yüksekliği

Taç yüksekliği değerlerine ait varyans analizi sonuçları ve taç yüksekliği değerleri Çizelge 4.21 ve Çizelge 4.22'de verilmiştir.

Birinci yıl SGS'nin ( $p \leq 0,001$ ), GUY'nın ( $p \leq 0,001$ ) ve SGSxGUY interaksiyonunun ( $p \leq 0,001$ ) taç yüksekliği değerlerine etkileri önemli bulunmuştur. İkinci yıl gübre uygulamalarının taç yüksekliğine etkileri önemsiz bulunmuştur. İki yıl ortalama değerleri incelendiğinde ise gübre uygulamalarının ve SGSxYıl interaksiyonunun istatistiksel olarak önemsiz olduğu görülmektedir ( $p > 0,05$ ). Sentetik gübre seviyelerinin iki yıl ortalama değerlerinde taç yüksekliklerine etkileri önemli bulunmuştur ( $p \leq 0,001$ ). Ayrıca yıllara göre ortalama taç yüksekliği değerlerindeki değişim de istatistiksel bakımdan önemlidir ( $p \leq 0,001$ ).

Çizelge 4.22 incelendiğinde, 1. yıl en yüksek taç yüksekliği değerlerinin NPK2 seviyesinde, gübre uygulamaları içerisinde sentetik gübre grubunda ve NPK2 uygulamasından elde edildiği görülmektedir. İkinci yıl en yüksek değerler NPK2 ve NPK3 seviyelerinde ve NPK2 ile NPK2xOTG uygulamalarından elde edilmiştir. İki yıl ortalama değerleri incelendiğinde ise taç yüksekliğinin en yüksek olarak NPK2 ile NPK3 seviyelerinde ve NPK2 ile NPK3 uygulamalarında gerçekleştiği görülmektedir. Bununla birlikte NPK2 ve NPK3 gübre seviye gruplarında yer alan uygulamaların ortalamaları istatistiksel olarak aynı grupta yer almaktadır.

Taç yüksekliği değerleri 8,9 cm ile 15,8 cm arasında değişmiştir. Çalışmamızda taç yüksekliğine sentetik gübre seviyelerinin etkisi önemli bulunmuştur. Bununla birlikte, sabit gübre uygulamasıyla ve farklı ekolojik koşullarda yetiştirilen farklı karnabahar çeşitlerinde çeşitlere göre taç yüksekliklerinin 12,3 cm ile 16,2 cm arasında değiştiği de bildirilmiştir (Eşiyok vd 2003).

**Çizelge 4.21.** Taç yüksekliği değerlerine ait varyans analiz sonuçları

Yıllar	Varyasyon Kaynakları	SD	KO	F Değeri	Önem Seviyesi
2014	Sentetik Gübre Seviyeleri (SGS)	3	25,307	8,532	0,000 ***
	Gübre Uygulamaları (GUY)	3	24,241	8,173	0,000 ***
	SGS x GUY	9	9,858	3,324	0,003 **
2015	Sentetik Gübre Seviyeleri (SGS)	3	6,643	5,135	0,004 **
	Gübre Uygulamaları (GUY)	3	2,703	2,090	0,114 öd
	SGS x GUY	9	4,970	3,842	0,001 ***
Yıllar Ortalaması	Sentetik Gübre Seviyeleri (SGS)	3	27,930	13,113	0,000 ***
	Gübre Uygulamaları (GUY)	3	5,418	2,544	0,061 öd
	Yıllar (Y)	1	40,500	19,015	0,000 ***
	SGS x GUY x Y	9	4,919	2,310	0,021 *
	SGS x Y	3	4,020	1,888	0,137 öd
	GUY x Y	3	21,527	10,107	0,000 ***
	SGS x GUY	9	9,909	4,653	0,000 ***

\* ( $p \leq 0,05$ ), \*\* ( $p \leq 0,01$ ), \*\*\* ( $p \leq 0,001$ ) seviyesinde istatistiksel bakımdan önemli öd: Uygulamalar arasındaki fark önemli değil ( $p > 0,05$ )

**Çizelge 4.22.** Uygulamalara göre taç yüksekliği değerleri (cm)

		Gübre Uygulamaları (GUY)				
Yıllar	Sentetik Gübre Seviyeleri (SGS)	SG	PGPR	OTG	PGPRxOTG	Ortalama
	2014	NPK0	9,60 cd	9,03 d	8,93 d	10,90 cd
NPK1		11,13 cd	10,70 cd	9,55 cd	10,43 cd	10,5 BC
NPK2		15,75 a	9,95 cd	12,05 bc	12,25 bc	12,5 A
NPK3		14,65 ab	9,98 cd	12,43 bc	9,03 d	11,5 AB
Ortalama		12,8 A***	9,9 B	10,7 B	10,7 B	11,0 B
2015	NPK0	10,10 d	12,73 ab	11,55 bd	10,68 cd	11,3 B**
	NPK1	10,53 cd	13,25 ab	12,25 ac	12,25 ac	12,1 AB
	NPK2	12,00 ac	11,50 bd	13,75 a	13,28 ab	12,6 A
	NPK3	13,63 a	12,63 ab	11,58 bd	12,65 ab	12,6 A
	Ortalama	11,6 B*	12,5 A	12,3 AB	12,2 AB	12,1 A
Yıllar Ortalaması	NPK0	9,85 d	10,88 cd	10,24 cd	10,79 cd	10,4 C***
	NPK1	10,83 cd	11,98 bc	10,90 cd	11,34 bd	11,3 B
	NPK2	13,88 a	10,73 cd	12,90 ab	12,76 ab	12,6 A
	NPK3	14,14 a	11,30 bd	12,00 bc	10,84 cd	12,1 A
	Ortalama	12,2 A*	11,2 B	11,5 AB	11,4 AB	11,6 ***

\* ( $p \leq 0,05$ ), \*\* ( $p \leq 0,01$ ), \*\*\* ( $p \leq 0,001$ ) seviyesinde istatistiksel bakımdan önemli, her yıl için küçük ve farklı harfle harflendirilen bireysel uygulamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ( $p \leq 0,05$ ).

#### 4.2.11. Taç indeksi

Taç indeksi değerlerine ait varyans analiz sonuçları ve taç indeksi değerleri Çizelge 4.23 ve Çizelge 4.24'te sunulmuştur. Çizelge 4.23'te görüldüğü üzere çalışmanın 1. yılında gübre uygulamalarının (GUY) taç indeksi değerleri üzerine etkileri önemli olmuştur ( $p \leq 0,01$ ). İkinci yıl SGS, GUY ve SGSxGUY karşılıklı etkileşimi taç indeks değerleri üzerine önemli etkide bulunmamıştır ( $p > 0,05$ ). İki yıl ortalama değerlerinde ise Yıllar arasındaki oluşan farklar ( $p \leq 0,001$ ) ve GUYxY interaksiyonu istatistiksel olarak önemli ( $p \leq 0,05$ ) bulunmuştur.

Çizelge 4.24 incelendiğinde 1. yıl en yüksek indeks değerleri grup olarak PGPR, OTG ve NPK0 gruplarından elde edilmiş ve gruplar arasındaki farklar istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. İkinci yıl uygulama grupları arasında taç indeks değerleri bakımından oluşan farklar önemsiz olmakla birlikte en yüksek değerler GUY içinde SG ve PGPR+OTG, SGS içinde NPK2 grubundan elde edilmiştir. İki yıl ortalama değerlerine göre ise diğerlerinden istatistiksel bakımdan önemli olarak GUY içinde PGPR grubundan, SGS içinde de NPK1 grubundan elde edildiği görülmektedir. Bireysel uygulamalar içinde ise iki yıl ortalaması dikkate alındığında en yüksek taç indeks değerinin NPK1xPGPRxOTG uygulamasından elde edildiği görülmektedir.

Karnabahar taçlarının genelde küresel olması istenir ve küresellik indeks değerinin 1,00 veya 1'e yakın olması ile ifade edilebilir. Eğer taç indeks değeri (çap/yükseklik) 1'in üzerinde ise daha yayvan 1'in altında ise tacın daha konik bir şekle sahip olduğu söylenebilir. Fakat taçların tam küresel olmadığı daha çok 3/4 oranında küresel olduğu düşünülürse 1,33 civarında indeks değerine sahip olan taçların küresel görünümde oldukları söylenebilir. Bu nedenle çalışmada elde edilen taçların genellikle küresel formda oldukları kabul edilebilir. Bununla birlikte 1,33 indeks değeri referans alındığında bireysel uygulamalar içinde en küresel şekilli taçların NPK0xPGPRxOTG (1,32) ve NPK2xPGPRxOTG (1,34) uygulamalarından elde edildiği söylenebilir.

**Çizelge 4.23.** Taç indeks değerlerine ait varyans analiz sonuçları

Yıllar	Varyasyon Kaynakları	SD	KO	F Değeri	Önem Seviyesi
2014	Sentetik Gübre Seviyeleri (SGS)	3	0,048	1,279	0,292 öd
	Gübre Uygulamaları (GUY)	3	0,163	4,363	0,009 **
	SGS x GUY	9	0,063	1,679	0,120 öd
2015	Sentetik Gübre Seviyeleri (SGS)	3	0,021	1,015	0,394 öd
	Gübre Uygulamaları (GUY)	3	0,005	0,235	0,871 öd
	SGS x GUY	9	0,009	0,429	0,913 öd
Yıllar Ortalaması	Sentetik Gübre Seviyeleri (SGS)	3	0,010	0,352	0,788 öd
	Gübre Uygulamaları (GUY)	3	0,062	2,137	0,101 öd
	Yıllar (Y)	1	0,494	17,030	0,000 ***
	SGS x GUY x Y	9	0,030	1,030	0,422 öd
	SGS x Y	3	0,059	2,018	0,117 öd
	GUY x Y	3	0,105	3,639	0,016 *
	SGS x GUY	9	0,042	1,435	0,184 öd

\* ( $p \leq 0,05$ ), \*\* ( $p \leq 0,01$ ), \*\*\* ( $p \leq 0,001$ ) seviyesinde istatistiksel bakımdan önemli öd: Uygulamalar arasındaki fark önemli değil ( $p > 0,05$ )

**Çizelge 4.24.** Uygulamalara göre taç indeks değerleri (çap/yükseklik)

Gübre Uygulamaları (GUY)						
Yıllar	Sentetik Gübre Seviyeleri (SGS)	SG	PGPR	OTG	PGPRxOTG	Ortalama
2014	NPK0	1,48 ac	1,59 ab	1,62 ab	1,37 ac	1,51 öd
	NPK1	1,42 ac	1,44 ac	1,41 ac	1,63 a	1,48
	NPK2	1,19 c	1,61 ab	1,48 ac	1,29 bc	1,39
	NPK3	1,17 c	1,54 ab	1,52 ab	1,47 ac	1,43
	Ortalama	1,31 B**	1,54 A	1,51 A	1,44 AB	1,45
2015	NPK0	1,38 öd	1,23	1,24	1,26	1,28 öd
	NPK1	1,32	1,34	1,34	1,39	1,35
	NPK2	1,37	1,32	1,36	1,39	1,36
	NPK3	1,29	1,37	1,31	1,34	1,33
	Ortalama	1,34 öd	1,31	1,31	1,34	1,33
Yıllar Ortalaması	NPK0	1,43 ab	1,41 ac	1,43 ab	1,32 bc	1,40 öd
	NPK1	1,37 ac	1,39 ac	1,38 ac	1,51 a	1,41
	NPK2	1,28 bc	1,46 ab	1,42 ab	1,34 ac	1,37
	NPK3	1,23 c	1,45 ab	1,42 ab	1,41 ac	1,38
	Ortalama	1,33 B*	1,43 A	1,41 AB	1,39 AB	1,39 ***

\* ( $p \leq 0,05$ ), \*\* ( $p \leq 0,01$ ), \*\*\* ( $p \leq 0,001$ ) seviyesinde istatistiksel bakımdan önemli, öd: Uygulamalar arasındaki fark önemli değil ( $p > 0,05$ ), her yıl için küçük ve farklı harfle harflendirilen bireysel uygulamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ( $p \leq 0,05$ ).

#### 4.2.12. Yaprak rengi L değerleri

Yaprak rengi ölçümlerinden elde edilen L değerlerine ait varyans analiz sonuçları ve L değerleri Çizelge 4.25 ve 4.26'da verilmiştir. İlk yıl SGS ( $p \leq 0,01$ ), GUY ( $p \leq 0,001$ ) ve SGSxGUY interaksiyonunun ( $p \leq 0,01$ ) yaprak rengi L değerleri üzerine etkilerinin önemli olduğu Çizelge 4.25'te görölmektedir. İkinci yıl SGSxGUY interaksiyonunun ( $p \leq 0,001$ ) etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. İki yıl ortalama değerlerine ait varyans analiz sonuçları incelendiğinde ise yaprak rengi L değerleri üzerinde SGS ( $p > 0,05$ ) hariç diğer diğer tüm grupların farklı seviyelerde olmak üzere önemli etki yaptıkları görölmektedir.

Çizelge 4.26'da ilk yıl SGS içinde NPK0, NPK1 ve NPK3 gruplarından, GUY içinde OTG grubundan en yüksek yaprak L değerlerinin elde edildiği görölmektedir. İkinci yıl L değerlerinde uygulama gruplarına göre oluşan farklar önemsiz olmuştur. İki yıl ortalama değerleri incelendiğinde ise en yüksek ortalama yaprak rengi L değerlerinin NPK1 gübre seviyesi ve OTG grubundan elde edildiği görölmektedir. Uygulamalara bireysel olarak bakıldığında iki yıl ortalamalarına göre en yüksek değer NPK0xOTG uygulamasından elde edildiği görölmektedir.

Renk ölçümünde kullanılan renk ölçer cihazında L değerleri beyazlık ve siyahlık için bir gösterge olduğu gibi aynı zamanda parlaklık ve matlıkla ilgili de fikir vermektedir. Lahanagillerde genel bir özellik olarak yaprakların üzerinde mumsu tabakalar oluşabilmekte ve bununla birlikte antosiyanin veya diğer antioksidan maddelerin yoğunluğuna bağlı olarak morumsu kırmızı renkler görölebilmektedir. Yaprak L değerlerinin 35,52 ile 41,31 arasında değiştiği görölmektedir. Alibaş ve Okursoy (2012) yaprak lahanası, pazı ve ıspanak türlerinde yaptıkları çalışmada karalahana için yaprak rengi L değerini ortalama 54,52 olarak bildirmişlerdir. Bu değer çalışmamızda elde edilen değerden daha yüksektir. Bunun nedeni benzer bir tür olarak karalahananın yapraklarında daha fazla mumsu tabaka bulunması olabilir.

**Çizelge 4.25.** Yaprak rengi L değerlerine ait varyans analiz sonuçları

Yıllar	Varyasyon Kaynakları	SD	KO	F Değeri	Önem Seviyesi
2014	Sentetik Gübre Seviyeleri (SGS)	3	28,997	4,175	0,010 **
	Gübre Uygulamaları (GUY)	3	58,264	8,388	0,000 ***
	SGS x GUY	9	20,349	2,930	0,008 **
2015	Sentetik Gübre Seviyeleri (SGS)	3	5,280	1,436	0,244 öd
	Gübre Uygulamaları (GUY)	3	4,766	1,296	0,287 öd
	SGS x GUY	9	16,455	4,474	0,000 ***
Yıllar Ortalaması	Sentetik Gübre Seviyeleri (SGS)	3	10,737	2,021	0,116 öd
	Gübre Uygulamaları (GUY)	3	39,076	7,356	0,000 ***
	Yıllar (Y)	1	2881,923	542,555	0,000 ***
	SGS x GUY x Y	9	25,090	4,724	0,000 ***
	SGS x Y	3	23,540	4,432	0,006 **
	GUY x Y	3	23,955	4,510	0,005 **
	SGS x GUY	9	11,714	2,205	0,028*

\* ( $p \leq 0,05$ ), \*\* ( $p \leq 0,01$ ), \*\*\* ( $p \leq 0,001$ ) seviyesinde istatistiksel bakımdan önemli  
öd: Uygulamalar arasındaki fark önemli değil ( $p > 0,05$ )

**Çizelge 4.26.** Uygulamalara göre yaprak rengi L değerleri

		Gübre Uygulamaları (GUY)				
Yıllar	Sentetik Gübre Seviyeleri (SGS)	SG	PGPR	OTG	PGPRxOTG	Ortalama
	2014	NPK0	41,04 ce	42,82 be	49,35 a	39,12 e
NPK1		40,00 e	42,11 be	45,00 bd	45,77 ab	<b>43,22 A</b>
NPK2		39,78 e	40,43 e	40,66 de	40,76 de	<b>40,41 B</b>
NPK3		41,27 ce	42,75 be	45,28 bc	42,58 be	<b>42,97 A</b>
<b>Ortalama</b>		<b>40,52 B***</b>	<b>42,03 B</b>	<b>45,07 A</b>	<b>42,06 B</b>	<b>42,42</b>
2015	NPK0	29,99 d	32,16 ad	33,27 ad	35,83 a	<b>32,81 öd</b>
	NPK1	32,36 ad	35,37 a	33,35 ad	32,16 ad	<b>33,31</b>
	NPK2	34,99 ab	33,07 ad	34,78 ac	30,88 bd	<b>33,43</b>
	NPK3	33,02 ad	33,54 ad	31,53 ad	30,57 cd	<b>32,17</b>
	<b>Ortalama</b>	<b>32,59 öd</b>	<b>33,53</b>	<b>33,23</b>	<b>32,36</b>	<b>32,93</b>
Yıllar Ortalaması	NPK0	35,52 d	37,49 bd	41,31 a	37,47 bd	<b>37,95 AB*</b>
	NPK1	36,18 bd	38,74 ad	39,18 ab	38,96 ac	<b>38,26 A</b>
	NPK2	37,38 bd	36,75 bd	37,72 bd	35,82 cd	<b>36,92 B</b>
	NPK3	37,14 bd	38,14 bd	38,41 ad	36,58 bd	<b>37,57 AB</b>
	<b>Ortalama</b>	<b>36,56 C***</b>	<b>37,78 B</b>	<b>39,15 A</b>	<b>37,21 BC</b>	<b>37,67 ***</b>

\* ( $p \leq 0,05$ ), \*\* ( $p \leq 0,01$ ), \*\*\* ( $p \leq 0,001$ ) seviyesinde istatistiksel bakımdan önemli, öd: Uygulamalar arasındaki fark önemli değil ( $p > 0,05$ ), her yıl için küçük ve farklı harfle harflendirilen bireysel uygulamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ( $p \leq 0,05$ ).



#### 4.2.13. Yaprak rengi a değerleri

Yaprak rengi a değerlerine ait varyans analiz sonuçları ve ölçümlerde elde edilen bulgular Çizelge 4.27 ve Çizelge 4.28'de verilmiştir. Varyans analiz sonuçları incelendiğinde 1. yıl SGS ( $p \leq 0,001$ ) ve GUY'nın yaprak rengi a değerleri üzerine etkileri önemli bulunmuştur. İkinci yıl uygulamaların yaprak rengi a değerlerine etkileri önemsiz ( $p > 0,05$ ) bulunmuştur. İki yıl ortalaması dikkate alındığında ise SGS ( $p \leq 0,001$ ), Yıllara göre değişim ( $p \leq 0,001$ ), SGSxY interaksyonu ( $p \leq 0,001$ ), GUYxY ( $p \leq 0,05$ ) ve SGSxGUY interaksyonu ( $p \leq 0,05$ ) önemli bulunmuştur.

Çizelge 4.28 incelendiğinde 1. yıl yeşil rengin NPK0 seviye grubu ve GUY gruplarından ise SG ve PGPR gruplarında daha yoğun olarak gerçekleştiği görülmektedir. İkinci yıl uygulamalar arasındaki farklar istatistiksel olarak önemsiz bulunmakla birlikte mutlak değer olarak en yüksek değerler NPK1 ve OTG gruplarından elde edilmiştir. İki yıl ortalama değerleri incelendiğinde istatistiksel olarak diğerlerinden önemli ve mutlak değer olarak en yüksek yaprak rengi a değerleri NPK0, SG ve PGPR gruplarından elde edilmiştir. Uygulamalar bireysel olarak değerlendirildiğinde ise iki yıl ortalama değerleri içerisinde en yüksek mutlak değerin NPK0 uygulamasından elde edildiği görülmektedir.

Yaptığımız çalışmada yaprak rengi a değerlerinin -5,75 ile -8,94 arasında değiştiiği görülmektedir. Renk ölçümünde -a değerleri yeşil rengin varlığını ve yoğunluğunu temsil etmektedir. Bu bakımdan yaprak rengi -a değerleri mutlak değer olarak değerlendirildiğinde yeşil rengin hangi uygulama grubunda daha fazla bulunduğu belirlenebilir. Başka bir ifadeyle istatistiksel değerlendirmede en alt grupta yer alan uygulamaların yaprakların yeşil renk bakımından en olumlu etkiyi yaptığı söylenebilir. Karalahanada yapılan çalışmada yaprak rengi a değeri -9,44 olarak bildirilmiştir (Alibaş ve Okursoy 2012). Bu değerlere bakıldığında karalahana yapraklarının karnabahara göre daha yoğun renge sahip olduğu söylenebilir.

**Çizelge 4.27.** Yaprak rengi a değerlerine ait varyans analiz sonuçları

Yıllar	Varyasyon Kaynakları	SD	KO	F Değeri	Önem Seviyesi
2014	Sentetik Gübre Seviyeleri (SGS)	3	9,706	10,249	0,000 ***
	Gübre Uygulamaları (GUY)	3	3,372	3,561	0,021 *
	SGS x GUY	9	1,879	1,984	0,062 öd
2015	Sentetik Gübre Seviyeleri (SGS)	3	0,564	1,349	0,270 öd
	Gübre Uygulamaları (GUY)	3	0,161	0,385	0,764 öd
	SGS x GUY	9	0,848	2,029	0,056 öd
Yıllar Ortalaması	Sentetik Gübre Seviyeleri (SGS)	3	5,929	8,687	0,000 ***
	Gübre Uygulamaları (GUY)	3	1,240	1,816	0,149 öd
	Yıllar (Y)	1	14,085	20,637	0,000 ***
	SGS x GUY x Y	9	1,095	1,605	0,125 öd
	SGS x Y	3	4,341	6,361	0,001 ***
	GUY x Y	3	2,293	3,360	0,022 *
	SGS x GUY	9	1,632	2,391	0,017 *

\* ( $p \leq 0,05$ ), \*\* ( $p \leq 0,01$ ), \*\*\* ( $p \leq 0,001$ ) seviyesinde istatistiksel bakımdan önemli  
öd: Uygulamalar arasındaki fark önemli değil ( $p > 0,05$ )

**Çizelge 4.28.** Uygulamalara göre yaprak rengi a değerleri

Gübre Uygulamaları (GUY)						
Yıllar	Sentetik Gübre Seviyeleri (SGS)	SG	PGPR	OTG	PGPRxOTG	Ortalama
2014	NPK0	-8,94 e	-7,75 ce	-8,24 de	-8,21 de	<b>-8,28 B***</b>
	NPK1	-6,07 ab	-7,45 be	-6,29 ac	-6,42 ac	<b>-6,56 A</b>
	NPK2	-8,41 de	-7,70 ce	-5,84 a	-7,01 ad	<b>-7,24 A</b>
	NPK3	-6,50 ac	-7,53 be	-5,96 ab	-6,90 ad	<b>-6,72 A</b>
	<b>Ortalama</b>	<b>-7,48 B*</b>	<b>-7,61 B</b>	<b>-6,58 A</b>	<b>-7,13 AB</b>	<b>-7,20</b>
2015	NPK0	-6,54 ab	-6,33 ab	-6,62 ab	-7,16 b	<b>-6,66 öd</b>
	NPK1	-6,55 ab	-6,73 ab	-6,53 ab	-7,00 ab	<b>-6,70</b>
	NPK2	-7,02 ab	-6,71 ab	-6,52 ab	-5,75 a	<b>-6,50</b>
	NPK3	-6,23 ab	-5,97 ab	-6,95 ab	-6,00 ab	<b>-6,29</b>
	<b>Ortalama</b>	<b>-6,58 öd</b>	<b>-6,43</b>	<b>-6,66</b>	<b>-6,48</b>	<b>-6,54</b>
Yıllar Ortalaması	NPK0	-7,74 d	-7,04 ad	-7,43 bd	-7,69 cd	<b>-7,47 B***</b>
	NPK1	-6,31 a	-7,09 ad	-6,41 a	-6,71 ac	<b>-6,63 A</b>
	NPK2	-7,72 d	-7,20 ad	-6,18 a	-6,38 a	<b>-6,87 A</b>
	NPK3	-6,36 a	-6,75 ad	-6,45 ab	-6,45 ab	<b>-6,50 A</b>
	<b>Ortalama</b>	<b>-7,03 öd</b>	<b>-7,02</b>	<b>-6,62</b>	<b>-6,80</b>	<b>-6,87 ***</b>

\* ( $p \leq 0,05$ ), \*\* ( $p \leq 0,01$ ), \*\*\* ( $p \leq 0,001$ ) seviyesinde istatistiksel bakımdan önemli, öd: Uygulamalar arasındaki fark önemli değil ( $p > 0,05$ ), her yıl için küçük ve farklı harfle harflendirilen bireysel uygulamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ( $p \leq 0,05$ ).

#### 4.2.14. Yaprak rengi b değerleri

Yaprak rengi b değerlerine ilişkin varyans analiz sonuçları ve ölüm değerleri izelge 4.29 ve 4.30'da verilmiştir. Çizelge 4.29 incelendiğinde yaprak rengi b değerleri üzerine; 1. yıl SGS'nin ( $p \leq 0,001$ ) ve SGSxGUY interaksiyonunun ( $p \leq 0,05$ ), 2. yıl SGSxGUY interaksiyonunun ( $p \leq 0,05$ ), iki yıl ortalamasında ise SGS'nin ( $p \leq 0,001$ ), SGSxGUYxY interaksiyonunun ( $p \leq 0,01$ ), SGSxY interaksiyonunun ( $p \leq 0,001$ ) ve SGSxGUY interaksiyonunun etkileri istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Sentetik gübre seviyeleri ve gübre uygulamaları arasındaki karşılıklı etkileşimin önemli bulunması bireysel uygulamalar arasındaki farkların da istatistiksel olarak önemli olduğunu göstermektedir.

Çizelge 4.30'dan çalışmanın ilk yılı en yüksek ortalama b değerinin SGS içinde NPK0 grubundan, GUY içinde ise gruplar arasındaki farklar istatistiki olarak önemli olmamakla birlikte SG grubundan elde edilmiştir. İkinci yıl NPK0 grubunun en yüksek yaprak rengi b değerine sahip olduğu ve diğer uygulama grupları ile aralarındaki farkın önemli olduğu görülmektedir. İki yıl ortalama değerleri incelendiğinde GUY arasındaki farklar önemsiz bulunmakla birlikte en yüksek ortalama değer PGPR grubundan, SGS içinde ise NPK0 grubundan elde edilmiştir. Bireysel uygulamalar içinde ise 2 yıl ortalamaları bakımından en yüksek ortalama b değeri NPK0xOTG uygulamasında tespit edilmiştir.

Renk ölümünde kullanılan b değerleri sarı rengi ifade etmektedir. Buna göre NPK0 seviyesindeki bitkilerin yapraklarında daha fazla sararma meydana geldiği düşünülebilir. Bununla birlikte sarı renk oluşumunun klorofilin yıkımıyla veya yaşlanma ile ortaya çıktığını düşünecek olursak NPK0 seviyesindeki bitkilerin hayat döngüsünü daha çabuk tamamladığı düşünülebilir.

**Çizelge 4.29.** Yaprak rengi b değerlerine ait varyans analiz sonuçları

Yıllar	Varyasyon Kaynakları	SD	KO	F Değeri	Önem Seviyesi
2014	Sentetik Gübre Seviyeleri (SGS)	3	35,903	11,078	0,000 ***
	Gübre Uygulamaları (GUY)	3	0,930	0,287	0,835 öd
	SGS x GUY	9	8,303	2,562	0,017 *
2015	Sentetik Gübre Seviyeleri (SGS)	3	2,016	1,867	0,148 öd
	Gübre Uygulamaları (GUY)	3	1,111	1,029	0,388 öd
	SGS x GUY	9	2,965	2,745	0,011 *
Yıllar Ortalaması	Sentetik Gübre Seviyeleri (SGS)	3	25,211	11,669	0,000 ***
	Gübre Uygulamaları (GUY)	3	1,782	0,825	0,483 öd
	Yıllar (Y)	1	0,843	0,390	0,534 öd
	SGS x GUY x Y	9	5,716	2,646	0,009 **
	SGS x Y	3	12,708	5,882	0,001 ***
	GUY x Y	3	0,259	0,120	0,948 öd
	SGS x GUY	9	5,553	2,570	0,011 *

\* ( $p \leq 0,05$ ), \*\* ( $p \leq 0,01$ ), \*\*\* ( $p \leq 0,001$ ) seviyesinde istatistiksel bakımdan önemli  
öd: Uygulamalar arasındaki fark önemli değil ( $p > 0,05$ )

**Çizelge 4.30.** Uygulamalara göre yaprak rengi b değerleri

Gübre Uygulamaları (GUY)						
Yıllar	Sentetik Gübre Seviyeleri (SGS)	SG	PGPR	OTG	PGPRxOTG	Ortalama
2014	NPK0	9,40 ab	7,30 be	11,19 a	7,95 bd	<b>8,96 A***</b>
	NPK1	4,96 de	6,73 be	6,12 ce	5,65 de	<b>5,86 C</b>
	NPK2	8,83 ac	7,69 bd	5,45 de	6,86 be	<b>7,21 B</b>
	NPK3	5,53 de	6,72 be	4,52 e	6,21 ce	<b>5,74 C</b>
	<b>Ortalama</b>	<b>7,18 öd</b>	<b>7,11</b>	<b>6,82</b>	<b>6,67</b>	<b>6,94</b>
2015	NPK0	8,10 ab	6,86 ac	6,94 ac	7,83 ab	<b>7,43 A*</b>
	NPK1	6,74 ac	8,24 a	6,60 ac	7,26 ac	<b>7,21 AB</b>
	NPK2	7,66 ab	7,76 ab	7,75 ab	5,55 c	<b>7,18 AB</b>
	NPK3	6,08 bc	6,56 ac	7,47 ac	6,31 ac	<b>6,60 B</b>
	<b>Ortalama</b>	<b>7,14 öd</b>	<b>7,36</b>	<b>7,19</b>	<b>6,73</b>	<b>7,11</b>
Yıllar Ortalaması	NPK0	8,75 a	7,08 cf	9,06 a	7,89 ac	<b>8,20 A***</b>
	NPK1	5,85 ef	7,49 ae	6,36 cf	6,45 cf	<b>6,54 BC</b>
	NPK2	8,24 ab	7,73 ad	6,60 cf	6,20 df	<b>7,19 B</b>
	NPK3	5,80 f	6,64 cf	5,99 ef	6,26 cf	<b>6,17 C</b>
	<b>Ortalama</b>	<b>7,16 öd</b>	<b>7,23</b>	<b>7,00</b>	<b>6,70</b>	<b>7,02 öd</b>

\* ( $p \leq 0,05$ ), \*\* ( $p \leq 0,01$ ), \*\*\* ( $p \leq 0,001$ ) seviyesinde istatistiksel bakımdan önemli, öd: Uygulamalar arasındaki fark önemli değil ( $p > 0,05$ ), her yıl için küçük ve farklı harfle harflendirilen bireysel uygulamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ( $p \leq 0,05$ ).

#### 4.2.15. Yaprak ağırlığı

Yaprak ağırlıkları ile ilgili varyans analizi sonuçları ve yaprak ağırlığı değerleri Çizelge 4.31 ve Çizelge 4.32’de verilmiştir. Çizelge 4.31 incelendiğinde 1. yıl yaprak ağırlığı değerleri üzerine SGS ( $p \leq 0,01$ ) ve SGSxGUY interaksyonu ( $p \leq 0,001$ ) önemli bulunmuştur. İkinci yıl gübre uygulamalarının yaprak ağırlığı değerlerine etkisi önemli ( $p \leq 0,001$ ) bulunurken, SGS ve SGSxGUY interaksyonu önemsiz ( $p \leq 0,05$ ) bulunmuştur. İki yıl ortalama değerleri incelendiğinde ise GUY ( $p \leq 0,001$ ), Yıllar ( $p \leq 0,001$ ), SGSxGUYxY ( $p \leq 0,05$ ), SGSxY ( $p \leq 0,01$ ) ve SGSxGUY ( $p \leq 0,01$ ) interaksyonlarının yaprak ağırlıkları üzerine etkileri önemli bulunmuştur.

Çizelge 4.32 incelendiğinde ilk yıl en yüksek yaprak ağırlığı değeri SG ve NPK2 seviyesinden elde edildiği görülmektedir. İkinci yılda SG ve NPK0 gruplarında en yüksek yaprak ağırlığı değerleri tespit edilmiştir. İki yıl ortalama değerleri incelendiğinde ise sentetik gübre (SG) ve NPK2 seviye grubundan elde edildiği görülmektedir. Bireysel olarak uygulamalar değerlendirildiğinde iki yıl ortalamalarında en yüksek yaprak ağırlığı değerinin NPK3 uygulamasından elde edildiği görülmektedir. Sentetik gübrelerin verim ve kaliteye olumlu etkileri göz ardı edilemez. Ancak NPK3 uygulamasından en yüksek verim elde edilmediğinden yaprak ağırlığının verim üzerinde çok etkili olduğu söylenemez. Bunun nedeni uygulanan gübre dozunun artması sonucu bitkilerin daha uzun süre vejetatif dönemde kalmaları ve daha fazla yaprak gelişimi olabilir. NPK seviye grupları incelendiğinde NPK2 seviyesine kadar yaprak ağırlıklarının artış gösterdiği NPK3 seviye grubunda azaldığı da iki yıl ortalama değerlerinden görülmektedir. Gübre kombinasyonlarının iki yıl ortalama değerlerini incelediğimizde ise PGPR kullanımının yalnız sentetik gübrelerin uygulandığı sentetik gübre grubuna göre azalttığı görülmektedir. Ayrıca PGPR grubuna bakıldığında grup içinde en yüksek yaprak ağırlığı değerinin tek başına PGPR uygulanan parselden elde edildiği görülmektedir. Buradan tek başına PGPR uygulamasının bitkilerde ortalama yaprak ağırlığını belli miktarda artırabildiği görülebilir.

**Çizelge 4.31.** Yaprak ağırlığı değerlerine ait varyans analiz sonuçları

Yıllar	Varyasyon Kaynakları	SD	KO	F Değeri	Önem Seviyesi
2014	Sentetik Gübre Seviyeleri (SGS)	3	0,548	5,249	0,003 **
	Gübre Uygulamaları (GUY)	3	0,227	2,177	0,103 öd
	SGS x GUY	9	0,427	4,093	0,001 ***
2015	Sentetik Gübre Seviyeleri (SGS)	3	0,062	0,531	0,663 öd
	Gübre Uygulamaları (GUY)	3	0,781	6,670	0,001 ***
	SGS x GUY	9	0,142	1,217	0,307 öd
Yıllar Ortalaması	Sentetik Gübre Seviyeleri (SGS)	3	0,121	1,093	0,356 öd
	Gübre Uygulamaları (GUY)	3	0,718	6,486	0,000 ***
	Yıllar (Y)	1	9,089	82,097	0,000 ***
	SGS x GUY x Y	9	0,253	2,281	0,023 *
	SGS x Y	3	0,489	4,416	0,006 **
	GUY x Y	3	0,290	2,619	0,055 öd
	SGS x GUY	9	0,317	2,864	0,005 **

\* ( $p \leq 0,05$ ), \*\* ( $p \leq 0,01$ ), \*\*\* ( $p \leq 0,001$ ) seviyesinde istatistiksel bakımdan önemli öd: Uygulamalar arasındaki fark önemli değil ( $p > 0,05$ )

**Çizelge 4.32.** Uygulamalara göre yaprak ağırlığı değerleri (kg/bitki)

Gübre Uygulamaları (GUY)						
Yıllar	Sentetik Gübre Seviyeleri (SGS)	SG	PGPR	OTG	PGPRxOTG	Ortalama
2014	NPK0	0,591 d	0,912 bd	0,712 cd	1,445 ab	<b>0,92 C**</b>
	NPK1	1,571 a	1,127 ac	1,147 ac	1,043 ad	<b>1,22 AB</b>
	NPK2	1,562 a	1,116 ad	1,541 a	1,183 ac	<b>1,35 A</b>
	NPK3	1,484 a	0,947 bd	1,293 ab	0,695 cd	<b>1,11 BC</b>
	<b>Ortalama</b>	<b>1,30 A*</b>	<b>1,03 B</b>	<b>1,17 AB</b>	<b>1,09 AB</b>	<b>1,15</b>
2015	NPK0	1,945 ab	1,915 ab	1,458 bc	1,735 ac	<b>1,76 öd</b>
	NPK1	1,928 ab	1,388 bc	1,450 bc	1,893 ab	<b>1,66</b>
	NPK2	1,688 ac	1,425 bc	1,545 bc	1,793 ac	<b>1,61</b>
	NPK3	2,198 a	1,618 bc	1,280 c	1,675 ac	<b>1,69</b>
	<b>Ortalama</b>	<b>1,94 A***</b>	<b>1,59 BC</b>	<b>1,43 C</b>	<b>1,77 AB</b>	<b>1,68</b>
Yıllar Ortalaması	NPK0	1,270 ce	1,410 be	1,080 e	1,590 ac	<b>1,34 öd</b>
	NPK1	1,748 ab	1,258 ce	1,298 ce	1,468 bd	<b>1,44</b>
	NPK2	1,625 ac	1,268 ce	1,543 ad	1,488 ad	<b>1,48</b>
	NPK3	1,840 a	1,280 ce	1,285 ce	1,185 de	<b>1,40</b>
	<b>Ortalama</b>	<b>1,62 A***</b>	<b>1,31 B</b>	<b>1,30 B</b>	<b>1,43 B</b>	<b>1,42 ***</b>

\* ( $p \leq 0,05$ ), \*\* ( $p \leq 0,01$ ), \*\*\* ( $p \leq 0,001$ ) seviyesinde istatistiksel bakımdan önemli, öd: Uygulamalar arasındaki fark önemli değil ( $p > 0,05$ ), her yıl için küçük ve farklı harfle harflendirilen bireysel uygulamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ( $p \leq 0,05$ ).

#### 4.2.16. Açık yaprak sayısı

Bitkilerde uygulamalara göre gerçekleşen açık yaprak sayısı değerlerine ait varyans analiz sonuçları ve açık yaprak sayısı değerleri Çizelge 4.33 ve 4.34'te verilmiştir. Açık yaprak sayısı üzerine 1. yıl ve 2. yıl SGS'nin etkileri önemli ( $p \leq 0,05$  ve  $p \leq 0,01$ ) bulunurken iki yıl ortalamalarına göre GUY'nın ( $p \leq 0,05$ ), Yılların ( $p \leq 0,001$ ) ve SGSxY interaksiyonunun ( $p \leq 0,05$ ) etkileri önemli bulunmuştur (Çizelge 4.33).

Çizelge 4.34 incelendiğinde 1. yıl en çok yaprak sayısının elde edildiği uygulama grupları SGS içinde NPK1, GUY içinde SG grubu olmuştur. İkinci yıl NPK0 ve SG gruplarında en yüksek yaprak sayıları tespit edilmiştir. İki yıl ortalama değerleri incelendiğinde ise yine en yüksek açık yaprak sayısı değerlerinin SG ve NPK0 gübre seviyesi grubunda yer alan uygulamaların ortalamasında bulunduğu görülmektedir. Ayrıca bireysel olarak en çok ortalama yaprak sayısı NPK1 uygulamasından elde edilmiştir.

Birinci yıl bitkiler tarafından üretilen açık yaprak sayısı ortalama 32,3 adet olurken 2. yıl ortalama 22,5 adet olarak gerçekleşmiştir (Çizelge 4.34). Yıllara göre bu azalma istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. İkinci yıl verim değerlerinde önemli artış kaydedildiği dikkate alındığında bitkiler tarafından üretilen yaprak sayısı ile verim arasında negatif bir ilişki olduğu düşünülebilir. Eşiyok vd (2003) on farklı karnabahar çeşidiyle yaptıkları çalışmada elde ettikleri yaprak sayıları 27 ile 63 adet arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Ayrıca aynı çeşitlerin oluşturduğu yaprak sayılarının yıllara göre değişiklik gösterdiği de aynı çalışmada bildirilmektedir. Genellikle geç hasada gelen çeşitleri kullandıkları düşünülürse bu çeşitlerin daha fazla yaprak oluşturmalarının kullanılan çeşitlerden kaynaklandığı söylenebilir. Çünkü karnabaharlarda hasat döneminde bitkiler üzerinde bulunan yaprak sayısının erkencilikle de ilgili olduğunu ve erkenci çeşitlerin daha uzun sürede hasat olgunluğuna gelen çeşitlere göre daha az yaprak oluşturduğu bildirilmektedir.

**Çizelge 4.33.** Açık yaprak sayısı değerlerine ait varyans analiz sonuçları

Yıllar	Varyasyon Kaynakları	SD	KO	F Değeri	Önem Seviyesi
2014	Sentetik Gübre Seviyeleri (SGS)	3	65,667	2,862	0,046 *
	Gübre Uygulamaları (GUY)	3	48,208	2,101	0,112 öd
	SGS x GUY	9	30,542	1,331	0,246 öd
2015	Sentetik Gübre Seviyeleri (SGS)	3	23,688	4,348	0,009 **
	Gübre Uygulamaları (GUY)	3	12,104	2,222	0,098 öd
	SGS x GUY	9	7,451	1,368	0,229 öd
Yıllar Ortalaması	Sentetik Gübre Seviyeleri (SGS)	3	37,927	2,671	0,052 öd
	Gübre Uygulamaları (GUY)	3	49,177	3,464	0,019 *
	Yıllar (Y)	1	3061,531	215,632	0,000 ***
	SGS x GUY x Y	9	22,087	1,556	0,140 öd
	SGS x Y	3	51,427	3,622	0,016 *
	GUY x Y	3	11,135	0,784	0,506 öd
	SGS x GUY	9	15,906	1,120	0,356 öd

\* ( $p \leq 0,05$ ), \*\* ( $p \leq 0,01$ ), \*\*\* ( $p \leq 0,001$ ) seviyesinde istatistiksel bakımdan önemli  
öd: Uygulamalar arasındaki fark önemli değil ( $p > 0,05$ )

**Çizelge 4.34.** Uygulamalara göre açık yaprak sayısı değerleri (adet/bitki)

Gübre Uygulamaları (GUY)						
Yıllar	Sentetik Gübre Seviyeleri (SGS)	SG	PGPR	OTG	PGPRxOTG	Ortalama
2014	NPK0	30 ad	35 ac	29 bd	37 ab	32,9 AB*
	NPK1	38 a	32 ad	33 ad	34 ad	34,1 A
	NPK2	34 ac	31 ad	32 ad	33 ad	32,6 AB
	NPK3	33 ad	30 ad	26 d	28 cd	29,4 B
	Ortalama	34,1 A*	32,1 AB	29,9 B	32,9 AB	32,3
2015	NPK0	27 a	26 ab	22 bc	22 bc	24,1 A**
	NPK1	23 bc	21 c	22 bc	21 c	21,7 B
	NPK2	21 c	21 c	21 c	23 bc	21,4 B
	NPK3	23 bc	23 bc	21 c	23 bc	22,6 AB
	Ortalama	23,6 A*	22,8 AB	21,6 B	21,9 AB	22,5
Yıllar Ortalaması	NPK0	29 ab	30 a	26 bc	29 ab	28,5 A*
	NPK1	31 a	27 ac	28 ac	27 ac	27,9 AB
	NPK2	28 ac	26 ac	27 ac	28 ac	27,0 AB
	NPK3	28 ab	27 ac	24 c	26 bc	26,0 B
	Ortalama	28,8 A*	27,4 AB	25,8 B	27,4 AB	27,4 ***

\* ( $p \leq 0,05$ ), \*\* ( $p \leq 0,01$ ), \*\*\* ( $p \leq 0,001$ ) seviyesinde istatistiksel bakımdan önemli, her yıl için küçük ve farklı harfle harflendirilen bireysel uygulamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ( $p \leq 0,05$ ).



#### 4.2.17. Toplam yaprak alanı

Farklı sentetik gübre seviyelerinde, farklı gübre kombinasyonlarının ve bunların interaksyonlarının, karnabaharda toplam yaprak alanı üzerine etkilerini belirlemek amacıyla yapılan varyans analiz sonuçları Çizelge 4.35'te, uygulamalara ve uygulama gruplarına göre belirlenen ortalama yaprak alanı değerleri Çizelge 4.36'da verilmiştir.

Çizelge 4.35 incelendiğinde yaprak alanları üzerine 1. yıl SGS'nin etkisi önemli ( $p \leq 0,05$ ) bulunurken 2. yıl ve iki yıl ortalama değerlerinde önemsiz ( $p > 0,05$ ) bulunmuştur. Farklı gübre kombinasyonlarının (GUY) etkileri her iki yılda da önemli bulunmakla birlikte 2. yıl önem seviyesinin arttığı görülmektedir. Ayrıca iki yıl ortalama değerlerine göre GUY'nın etkisi önemsiz ( $p > 0,05$ ) bulunmuştur.

İki yıl ortalama değerleri incelendiğinde en yüksek yaprak alanı değerlerinin istatistiksel bakımdan önemli olarak GUY içinde PGPR grubundan, SGS içinde ise istatistiksel olarak aralarındaki fark önemsiz olarak NPK3 grubundan elde edildiği görülmektedir.

İki yıl ortalama toplam yaprak alanları incelendiğinde en yüksek yaprak alanının sadece PGPR uygulamasından elde edildiği görülmektedir. Yaprak alanı ile yaprak ağırlığı ve yaprak sayısı arasında önemli bir korelasyon bulunmadığı düşünülürse NPK0xPGPR uygulamasının yaprak büyümesini ve gelişimini teşvik ettiği söylenebilir. Çünkü iki yıl ortalama verileri incelendiğinde bireysel uygulamalar içinde en yüksek yaprak alanı değeri yalnız PGPR uygulamasının yapıldığı parsellerden elde edilmiştir.

**Çizelge 4.35.** Toplam yaprak alanı değerlerine ait varyans analiz sonuçları

Yıllar	Varyasyon Kaynakları	SD	KO	F Değeri	Önem Seviyesi
2014	Sentetik Gübre Seviyeleri (SGS)	3	0,295	3,271	0,029 *
	Gübre Uygulamaları (GUY)	3	0,466	5,170	0,004 **
	SGS x GUY	9	0,392	4,345	0,000 ***
2015	Sentetik Gübre Seviyeleri (SGS)	3	0,058	2,685	0,057 öd
	Gübre Uygulamaları (GUY)	3	0,902	41,973	0,000 ***
	SGS x GUY	9	0,691	32,160	0,000 ***
Yıllar Ortalaması	Sentetik Gübre Seviyeleri (SGS)	3	0,066	1,177	0,323 öd
	Gübre Uygulamaları (GUY)	3	0,137	2,455	0,068 öd
	Yıllar (Y)	1	0,025	0,449	0,505 öd
	SGS x GUY x Y	9	0,740	13,256	0,000 ***
	SGS x Y	3	0,287	5,139	0,002 **
	GUY x Y	3	1,231	22,061	0,000 ***
	SGS x GUY	9	0,343	6,147	0,000 ***

\* ( $p \leq 0,05$ ), \*\* ( $p \leq 0,01$ ), \*\*\* ( $p \leq 0,001$ ) seviyesinde istatistiksel bakımdan önemli öd: Uygulamalar arasındaki fark önemli değil ( $p > 0,05$ )

**Çizelge 4.36.** Uygulamalara göre toplam yaprak alanı değerleri ( $m^2/bitki$ )

Yıllar	Gübre Uygulamaları (GUY)					Ortalama
	Sentetik Gübre Seviyeleri (SGS)	SG	PGPR	OTG	PGPRxOTG	
2014	NPK0	1,26 ce	1,23 de	1,49 be	1,29 ce	<b>1,32 B*</b>
	NPK1	1,71 bd	1,52 be	1,19 e	1,30 ce	<b>1,43 AB</b>
	NPK2	1,75 bc	1,45 be	1,89 b	1,43 be	<b>1,63 A</b>
	NPK3	1,11 e	1,38 ce	2,33 a	1,35 ce	<b>1,54 A</b>
	<b>Ortalama</b>	<b>1,46 B**</b>	<b>1,40 B</b>	<b>1,73 A</b>	<b>1,34 A</b>	<b>1,48</b>
2015	NPK0	1,21 ef	2,50 a	1,21 ef	1,28 e	<b>1,55 A*</b>
	NPK1	1,73 bc	1,35 de	1,54 cd	1,55 cd	<b>1,54 A</b>
	NPK2	1,35 de	1,39 de	1,01 f	1,93 b	<b>1,42 B</b>
	NPK3	1,88 b	1,85 b	1,02 f	1,35 de	<b>1,52 AB</b>
	<b>Ortalama</b>	<b>1,54 B</b>	<b>1,77 A</b>	<b>1,19 C</b>	<b>1,53 B</b>	<b>1,51</b>
Yıllar Ortalaması	NPK0	1,23 f	1,86 a	1,35 df	1,28 ef	<b>1,43 öd</b>
	NPK1	1,72 ab	1,43 cf	1,36 df	1,42 cf	<b>1,49</b>
	NPK2	1,55 be	1,42 cf	1,45 cf	1,68 ac	<b>1,52</b>
	NPK3	1,49 bf	1,61 ad	1,68 ac	1,35 df	<b>1,53</b>
	<b>Ortalama</b>	<b>1,50 AB*</b>	<b>1,58 A</b>	<b>1,46 B</b>	<b>1,43 B</b>	<b>1,49 öd</b>

\* ( $p \leq 0,05$ ), \*\* ( $p \leq 0,01$ ), \*\*\* ( $p \leq 0,001$ ) seviyesinde istatistiksel bakımdan önemli, öd: Uygulamalar arasındaki fark önemli değil ( $p > 0,05$ ), her yıl için küçük ve farklı harfle harflendirilen bireysel uygulamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ( $p \leq 0,05$ ).

#### 4.2.18. Klorofil (SPAD) değerleri

Yapılan periyodik ölçümlerle elde edilen ortalama klorofil spad değerlerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.37’de ve klorofil spad değerleri ise Çizelge 4.38’de sunulmuştur.

Çizelge 4.37 incelendiğinde klorofil değerleri bakımından uygulama grupları arasında istatistiksel bakımdan önemli bir fark olmadığı 2. yıl ise sadece SGS’nin klorofil içerikleri üzerine etkisinin önemli ( $p \leq 0,05$ ) olduğu görülmektedir. İki yıl ortalama değerlerine göre klorofil içeriklerinde yıllar arasındaki oluşan farklılığın da önemli ( $p \leq 0,001$ ) olduğu görülmektedir.

Çizelge 4.38 incelendiğinde 1. yıl NPK2 ve OTG grup ortalamalarının, 2. yıl NPK2 ve NPK3 ( $p \leq 0,05$ ) ve SG grup ortalamalarının, iki yıl ortalamasında ise NPK2 ve PGPRxOTG grup ortalamalarının en yüksek klorofil içeriğine sahip olduğu görülmektedir.

Uygulamalar bireysel olarak değerlendirildiğinde iki yıl ortalama klorofil içeriklerine göre en yüksek içerik 70,06 ile NPK3xOTG uygulamasından elde edildiği görülmüştür.

Yapraklardaki klorofil yoğunluğu yaprak gelişiminin dolayısıyla da bitki gelişiminin önemli bir göstergesidir. Vejetasyon periyodu boyunca bitkiler oluşturdukları klorofilleri, bir yandan enerji ve besin oluşum-dönüşüm sürecinde yavaşça tüketirken diğer yandan üretimlerine devam ederler. Bu nedenle bitki ve yapraklar yaşlanma sürecine girene kadar klorofil içerikleri yüksektir (Karakurt ve Aslantaş 2008). En yüksek ortalama klorofil içeriğinin NPK3xOTG uygulamasından elde edilmesi ortamda elverişli azotun fazla bulunması ve bitkilerin hasat döneminde de vejetatif gelişimlerini devam ettirmesiyle açıklanabilir.

**Çizelge 4.37.** Klorofil (SPAD) değerlerine ait varyans analiz sonuçları

Yıllar	Varyasyon Kaynakları	SD	KO	F Değeri	Önem Seviyesi
2014	Sentetik Gübre Seviyeleri (SGS)	3	9,390	0,142	0,934 öd
	Gübre Uygulamaları (GUY)	3	3,156	0,048	0,986 öd
	SGS x GUY	9	13,860	0,210	0,992 öd
2015	Sentetik Gübre Seviyeleri (SGS)	3	21,488	3,550	0,021 *
	Gübre Uygulamaları (GUY)	3	4,584	0,757	0,524 öd
	SGS x GUY	9	4,144	0,685	0,719 öd
Yıllar Ortalaması	Sentetik Gübre Seviyeleri (SGS)	3	24,539	0,680	0,566 öd
	Gübre Uygulamaları (GUY)	3	0,237	0,007	0,999 öd
	Yıllar (Y)	1	2251,121	62,374	0,000 ***
	SGS x GUY x Y	9	6,670	0,185	0,995 öd
	SGS x Y	3	6,339	0,176	0,913 öd
	GUY x Y	3	7,502	0,208	0,891 öd
	SGS x GUY	9	11,333	0,314	0,969 öd

\* ( $p \leq 0,05$ ), \*\* ( $p \leq 0,01$ ), \*\*\* ( $p \leq 0,001$ ) seviyesinde istatistiksel bakımdan önemli öd: Uygulamalar arasındaki fark önemli değil ( $p > 0,05$ )

**Çizelge 4.38.** Uygulamalara göre klorofil (SPAD) değerleri

Yıllar	Gübre Uygulamaları (GUY)					Ortalama
	Sentetik Gübre Seviyeleri (SGS)	SG	PGPR	OTG	PGPRxOTG	
2014	NPK0	70,54 ab	73,36 ab	70,34 ab	72,40 ab	<b>71,66 öd</b>
	NPK1	72,18 ab	70,69 ab	71,07 ab	71,18 ab	<b>71,28</b>
	NPK2	74,38 ab	71,27 ab	73,29 ab	73,03 ab	<b>72,99</b>
	NPK3	71,20 ab	72,41 ab	76,07 a	69,94 b	<b>72,40</b>
	<b>Ortalama</b>	<b>72,08 öd</b>	<b>71,93</b>	<b>72,69</b>	<b>71,64</b>	<b>72,08</b>
2015	NPK0	60,71 c	63,14 ac	62,12 bc	62,22 bc	<b>62,05 B*</b>
	NPK1	65,17 ab	63,06 ac	62,13 bc	64,63 ab	<b>63,74 AB</b>
	NPK2	64,07 ab	64,36 ab	63,86 ab	66,08 a	<b>64,59 A</b>
	NPK3	65,11 ab	64,02 ab	64,04 ab	64,46 ab	<b>64,41 A</b>
	<b>Ortalama</b>	<b>63,76 öd</b>	<b>63,64</b>	<b>63,04</b>	<b>64,34</b>	<b>63,70</b>
Yıllar Ortalaması	NPK0	65,63 d	68,25 ad	66,23 cd	67,31 ad	<b>66,85 öd</b>
	NPK1	68,67 ad	66,87 ad	66,60 bd	67,90 ad	<b>67,51</b>
	NPK2	69,22 ac	67,82 ad	68,57 ad	69,56 ab	<b>68,79</b>
	NPK3	68,15 ad	68,21 ad	70,06 a	67,20 ad	<b>68,41</b>
	<b>Ortalama</b>	<b>67,92 öd</b>	<b>67,79</b>	<b>67,86</b>	<b>67,99</b>	<b>67,89 ***</b>

\* ( $p \leq 0,05$ ), \*\* ( $p \leq 0,01$ ), \*\*\* ( $p \leq 0,001$ ) seviyesinde istatistiksel bakımdan önemli, öd: Uygulamalar arasındaki fark önemli değil ( $p > 0,05$ ), her yıl için küçük ve farklı harfle harflendirilen bireysel uygulamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ( $p \leq 0,05$ ).

#### 4.2.19. Antosiyanin içerikleri

Hasat döneminde yapraklarda bulunan antosiyanin değerlerine ait varyans analiz sonuçları ve antosiyanin değerleri Çizelge 4.39 ve Çizelge 4.40'ta verilmiştir.

Çizelge 4.39 incelendiğinde 1. yıl, 2. yıl ve iki yıl ortalama değerleri bakımından antosiyanin içerikleri üzerine uygulama gruplarının ve bunların karşılıklı interaksiyonlarının istatistiksel olarak önemli olmadığı ( $p>0,05$ ) görülmektedir. Bununla birlikte çalışmanın 1. yılı ve 2.yılı arasında antosiyanin içerikleri bakımından meydana gelen değişim önemli bulunmuştur ( $p\leq 0,001$ ).

Çizelge 4.40 incelendiğinde 1. yıl OTG ve NPK1 gruplarının, 2. yıl PGPR ve NPK2 gruplarının, iki yıl ortalama değerlerinde ise NPK1, NPK2 ve PGPRxOTG gruplarının en yüksek ortalama antosiyanin içeriğine sahip oldukları görülmektedir.

Uygulamalar bireysel olarak değerlendirildiğinde iki yıl ortalama antosiyanin içerikleri bakımından en yüksek içerik 18,11 ile NPK2xPGPRxOTG uygulamasından elde edildiği görülmektedir. Yine yaptığımız çalışmada iki yıl ortalama antosiyanin değerleri incelendiğinde en düşük değer NPK3xOTG uygulamasından elde edilmiştir.

Antosiyaninler bitkilerde önemli renk maddelerinden birisidir ve yaprak gelişiminin başında üreilmeye başlanırlar (Karakurt ve Aslantaş 2008). Antioksidan etkileri sebebiyle sağlık bakımından da olumlu etkiye sahiptirler (Scalzo *et al.* 2008). Bütün bitkiler tarafından üretilen ve özellikle de yapraklarda üretilen antosiyaninler çevresel stres faktörlerine karşı direnci artırmak için de üretilmektedirler (Chalker-Scott 1999).

**Çizelge 4.39.** Antosiyanin değerlerine ait varyans analiz sonuçları

Yıllar	Varyasyon Kaynakları	SD	KO	F Değeri	Önem Seviyesi
2014	Sentetik Gübre Seviyeleri (SGS)	3	13,455	0,983	0,409 öd
	Gübre Uygulamaları (GUY)	3	9,214	0,673	0,573 öd
	SGS x GUY	9	15,447	1,128	0,362 öd
2015	Sentetik Gübre Seviyeleri (SGS)	3	14,510	0,890	0,453 öd
	Gübre Uygulamaları (GUY)	3	14,083	0,864	0,466 öd
	SGS x GUY	9	12,646	0,776	0,639 öd
Yıllar Ortalaması	Sentetik Gübre Seviyeleri (SGS)	3	15,586	1,039	0,379 öd
	Gübre Uygulamaları (GUY)	3	2,133	0,142	0,934 öd
	Yıllar (Y)	1	291,460	19,434	0,000 ***
	SGS x GUY x Y	9	18,749	1,250	0,274 öd
	SGS x Y	3	12,379	0,825	0,483 öd
	GUY x Y	3	21,165	1,411	0,244 öd
	SGS x GUY	9	9,343	0,623	0,775 öd

\*\*\* ( $p \leq 0,001$ ) seviyesinde istatistiksel bakımdan önemli  
öd: Uygulamalar arasındaki fark önemli değil ( $p > 0,05$ )

**Çizelge 4.40.** Uygulamalara göre antosiyanin değerleri (%)

Gübre Uygulamaları (GUY)						
Yıllar	Sentetik Gübre Seviyeleri (SGS)	SG	PGPR	OTG	PGPRxOTG	Ortalama
2014	NPK0	17,09 ad	16,49 bd	18,24 ac	17,12 ad	<b>17,24 öd</b>
	NPK1	20,66 a	17,41 ad	17,96 ac	18,39 ac	<b>18,61</b>
	NPK2	13,68 d	16,03 cd	20,32 ab	20,43 ab	<b>17,62</b>
	NPK3	15,99 cd	17,11 ad	16,31 cd	16,15 cd	<b>16,39</b>
	<b>Ortalama</b>	<b>16,86 öd</b>	<b>16,76</b>	<b>18,21</b>	<b>18,03</b>	<b>17,46</b>
2015	NPK0	14,93 ac	12,44 bc	12,45 bc	12,86 bc	<b>13,17 öd</b>
	NPK1	12,08 c	17,41 a	14,89 ac	13,61 ac	<b>14,50</b>
	NPK2	15,65 ac	17,06 a	13,39 ac	15,79 ac	<b>15,48</b>
	NPK3	16,49 ab	14,48 ac	11,83 c	15,74 ac	<b>14,64</b>
	<b>Ortalama</b>	<b>14,79 öd</b>	<b>15,35</b>	<b>13,14</b>	<b>14,50</b>	<b>14,45</b>
Yıllar Ortalaması	NPK0	16,01 ad	14,47 cd	15,34 bd	14,99 bd	<b>15,21 öd</b>
	NPK1	16,37 ad	17,41 ab	16,42 ad	16,00 ad	<b>16,55</b>
	NPK2	14,67 bd	16,54 ad	16,86 ac	18,11 a	<b>16,55</b>
	NPK3	16,24 ad	15,79 ad	14,07 d	15,94 ad	<b>15,51</b>
	<b>Ortalama</b>	<b>15,82 öd</b>	<b>16,06</b>	<b>15,68</b>	<b>16,26</b>	<b>15,95 ***</b>

\*\*\* ( $p \leq 0,001$ ) seviyesinde istatistiksel bakımdan önemli, öd: Uygulamalar arasındaki fark önemli değil ( $p > 0,05$ ), her yıl için küçük ve farklı harfle harflendirilen bireysel uygulamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ( $p \leq 0,05$ ).

#### 4.2.20. Yaprak kuru madde oranları

Hasat döneminde yaprak kuru maddesini belirlemeye yönelik olarak yapılan ölçümler sonucu elde edilen kuru madde miktarlarına ait varyans analiz sonuçları ve değerler Çizelge 4.41 ve Çizelge 4.42’de verilmiştir.

Çizelge 4.41 incelendiğinde 1. yıl yaprak kuru maddesi üzerine uygulama gruplarının ve bunların interaksiyonlarının etkileri önemsiz bulunmuştur ( $p>0,05$ ). İkinci yıl SGS ( $p\leq 0,05$ ), GUY ( $p\leq 0,001$ ) ve SGSxGUY ( $p\leq 0,001$ ) yaprak kuru maddesi üzerine etkileri istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. İki yıl ortalama değerlerine göre ise SGS ( $p\leq 0,05$ ), Y ( $p\leq 0,001$ ), GUYxY ( $p\leq 0,001$ ) ve SGSxGUY ( $p\leq 0,001$ ) interaksiyonunun yaprak kuru maddesi üzerine etkileri önemli bulunmuştur.

Çizelge 4.42’de 1. yıl SGS içinde NPK0 ve NPK3 grubundan, GUY içinde SG grubundan, 2. yıl NPK0 ve PGPRxOTG grubundan en yüksek ortalama yaprak kuru maddesi elde edildiği görülmektedir. İki yıl ortalama değerlerinde ise SGS içinde yine NPK0 ve NPK3 grupları, GUY içinde ise PGPRxOTG grubunun ön plana çıktığı görülmektedir. Öte yandan GUY kombinasyonları dikkate alındığında iki yıl ortalama yaprak kuru madde değerleri bakımından ortalamaların SG’den başlayarak artış gösterdiği ve en yüksek içeriğin tüm gübrelerin bir arada kullanıldığı PGPRxOTG grubundan elde edildiği görülmektedir. Bu kullanılan gübre dozu ve kombinasyonuna göre yaprak kuru maddesinin de arttığının bir göstergesi olarak kabul edilebilir. Bitkilerin fotosentezi en çok yapraklarında gerçekleştirdikleri düşünülürse kuru madde birikiminin de en çok bu organlarda gerçekleşmesi doğal bir sonuç olarak karşımıza çıkmaktadır. Bununla birlikte yaprak kuru madde miktarı yapraklardaki su miktarıyla da ters orantılıdır. Ortalama sonuçlar incelendiğinde tüm uygulamalardaki bitkilerin yapraklarında NPK0’a göre daha fazla su ve buna bağlı olarak suda çözülmüş besin maddelerince zengin olduğu söylenebilir. Yapraklardaki kuru madde birikiminin NPK0 uygulamasında en yüksek olması ve bunun verime yansımaması bitkilerin özellikle besin maddesinin yetersiz olduğu durumlarda kendisini korumaya alması ve transpirasyonun daha yavaş gerçekleştiğinin bir göstergesi olabilir.

**Çizelge 4.41.** Yaprak kuru madde değerlerine ait varyans analiz sonuçları

Yıllar	Varyasyon Kaynakları	SD	KO	F Değeri	Önem Seviyesi
2014	Sentetik Gübre Seviyeleri (SGS)	3	6,119	2,450	0,075 öd
	Gübre Uygulamaları (GUY)	3	4,308	1,725	0,174 öd
	SGS x GUY	9	1,430	0,572	0,813 öd
2015	Sentetik Gübre Seviyeleri (SGS)	3	0,401	2,999	0,040 *
	Gübre Uygulamaları (GUY)	3	8,152	60,906	0,000 ***
	SGS x GUY	9	6,360	47,512	0,000 ***
Yıllar Ortalaması	Sentetik Gübre Seviyeleri (SGS)	3	4,568	3,472	0,019 *
	Gübre Uygulamaları (GUY)	3	1,083	0,823	0,484 öd
	Yıllar (Y)	1	395,859	300,862	0,000 ***
	SGS x GUY x Y	9	2,357	1,792	0,080 öd
	SGS x Y	3	1,952	1,484	0,224 öd
	GUY x Y	3	11,378	8,647	0,000 ***
	SGS x GUY	9	5,432	4,128	0,000 ***

\* ( $p \leq 0,05$ ), \*\* ( $p \leq 0,01$ ), \*\*\* ( $p \leq 0,001$ ) seviyesinde istatistiksel bakımdan önemli öd: Uygulamalar arasındaki fark önemli değil ( $p > 0,05$ )

**Çizelge 4.42.** Uygulamalara göre yaprak kuru madde değerleri (%)

Gübre Uygulamaları (GUY)						
Yıllar	Sentetik Gübre Seviyeleri (SGS)	SG	PGPR	OTG	PGPRxOTG	Ortalama
2014	NPK0	18,06 a	16,84 ac	16,36 ac	16,06 ac	<b>16,83 A*</b>
	NPK1	16,67 ac	15,59 ac	16,97 ac	16,53 ac	<b>16,44 AB</b>
	NPK2	15,66 ac	14,90 c	16,39 ac	15,22 bc	<b>15,54 B</b>
	NPK3	17,74 ab	15,91 ac	16,68 ac	17,18 ac	<b>16,88 A</b>
	<b>Ortalama</b>	<b>17,03 A*</b>	<b>15,81 B</b>	<b>16,60 AB</b>	<b>16,25 AB</b>	<b>16,42</b>
2015	NPK0	13,54 bc	13,77 ab	11,15 e	13,94 ab	<b>13,10 A*</b>
	NPK1	11,19 e	13,16 c	13,09 c	14,22 a	<b>12,91 AB</b>
	NPK2	10,09 f	13,82 ab	13,09 c	13,85 ab	<b>12,71 B</b>
	NPK3	13,09 c	12,50 d	13,62 bc	12,37 d	<b>12,89 AB</b>
	<b>Ortalama</b>	<b>11,98 D***</b>	<b>13,31 B</b>	<b>12,74 C</b>	<b>13,59 A</b>	<b>12,90</b>
Yıllar Ortalaması	NPK0	15,79 a	15,31 ab	13,76 de	15,00 ad	<b>14,96 A*</b>
	NPK1	13,93 ce	14,37 bd	15,03 ad	15,37 ab	<b>14,68 AB</b>
	NPK2	12,87 e	14,36 bd	14,74 ad	14,53 ad	<b>14,13 B</b>
	NPK3	15,41 ab	14,21 bd	15,15 ac	14,77 ad	<b>14,89 A</b>
	<b>Ortalama</b>	<b>14,50 öd</b>	<b>14,56</b>	<b>14,67</b>	<b>14,92</b>	<b>14,66 ***</b>

\* ( $p \leq 0,05$ ), \*\* ( $p \leq 0,01$ ), \*\*\* ( $p \leq 0,001$ ) seviyesinde istatistiksel bakımdan önemli, öd: Uygulamalar arasındaki fark önemli değil ( $p > 0,05$ ), her yıl için küçük ve farklı harfle harflendirilen bireysel uygulamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ( $p \leq 0,05$ ).



#### 4.2.21. Taçlarda suda çözünebilir kuru madde (SÇKM) miktarları

Bitkilerin taçlarında yapılan sçkm ölçümlerinde elde edilen bulgulara ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.43'te, SÇKM değerleri ise 4.44'te verilmiştir.

Çizelge 4.43 incelendiğinde 1. yıl taç SÇKM içeriklerine sentetik gübre seviyelerinin etkileri önemli ( $p \leq 0,001$ ) bulunmuştur. İkinci yıl sadece SGSxGUY ( $p \leq 0,05$ ) interaksyon etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. İki yıl ortalamaları dikkate alındığında ise SÇKM üzerine GUY ( $p \leq 0,05$ ), Yılların ( $p \leq 0,001$ ), SGSxY ( $p \leq 0,001$ ) ve SGSxGUY ( $p \leq 0,01$ ) etkisi önemli bulunmuştur.

Çizelge 4.44'te 1. yıl NPK0 ve PGPRxOTG gruplarından, 2. yıl NPK2 ve PGPRxOTG grubundan, iki yıl ortalamalarına göre ise SGS içinde NPK0, NPK1 ve GUY içinde yine PGPRxOTG grubundan en yüksek değerlerin elde edildiği görülmektedir. Yine iki yıl ortalama değerleri incelendiğinde, uygulamalar bireysel olarak değerlendirildiğinde en yüksek SÇKM içeriğinin NPK1xPGPRxOTG uygulamasından elde edildiği görülmektedir.

Taçlarda bulunan SÇKM (suda çözünebilir kuru madde) miktarı, bitkilerin ürettikleri primer ve sekonder metabolitleri tüketilen kısımlarına veya generatif organlarına ne düzeyde aktardıklarının bir göstergesi olarak kabul edilebilir. Bu nedenle yaprak kuru maddesi ile taç sçkm miktarı arasındaki korelatif ilişkiye bakmak bize bu aktarımla ilgili fikir verebilir. Yaprak kuru maddesi ile taç SÇKM miktarı arasında istatistiksel olarak önemli olmamakla birlikte  $r=0,479$  oranında pozitif bir korelasyon bulunmuştur. Bunun nedeni özellikle NPK0 uygulaması gibi besin maddesi yetersizliği bulunan veya aşırı besin maddesinin uygulandığı uygulamalarda üretilen ürünlerin generatif organlara veya bitkinin diğer kısımlarına aktarılmasının engellenmesi olabilir. Bu engellemede diğer çevre faktörleri de etkili olabilmektedir.

**Çizelge 4.43.** Taçlarda suda çözünebilir kuru madde değerlerine ait varyans analiz sonuçları

Yıllar	Varyasyon Kaynakları	SD	KO	F Değeri	Önem Seviyesi
2014	Sentetik Gübre Seviyeleri (SGS)	3	5,529	8,135	0,000 ***
	Gübre Uygulamaları (GUY)	3	1,147	1,687	0,182 öd
	SGS x GUY	9	1,167	1,718	0,111 öd
2015	Sentetik Gübre Seviyeleri (SGS)	3	1,702	1,396	0,256 öd
	Gübre Uygulamaları (GUY)	3	2,406	1,973	0,131 öd
	SGS x GUY	9	3,254	2,668	0,013 *
Yıllar Ortalaması	Sentetik Gübre Seviyeleri (SGS)	3	1,021	1,075	0,363 öd
	Gübre Uygulamaları (GUY)	3	3,391	3,570	0,017 *
	Yıllar (Y)	1	32,000	33,695	0,000 ***
	SGS x GUY x Y	9	1,298	1,366	0,214 öd
	SGS x Y	3	6,210	6,539	0,000 ***
	GUY x Y	3	0,162	0,171	0,916 öd
	SGS x GUY	9	3,124	3,290	0,002 **

\* (p≤0,05), \*\* (p≤0,01), \*\*\* (p≤0,001) seviyesinde istatistiksel bakımdan önemli  
öd: Uygulamalar arasındaki fark önemli değil (p>0,05)

**Çizelge 4.44.** Uygulamalara göre taçlardaki suda çözünebilir kuru madde değerleri (%)

Gübre Uygulamaları (GUY)						
Yıllar	Sentetik Gübre Seviyeleri (SGS)	Gübre Uygulamaları (GUY)				Ortalama
		SG	PGPR	OTG	PGPRxOTG	
2014	NPK0	8,83 a	7,85 ac	8,28ab	8,28 ab	<b>8,3 A***</b>
	NPK1	7,65 ac	7,43 bd	7,58 ad	8,23 ab	<b>7,7 B</b>
	NPK2	6,25 d	7,18 bd	7,45 ad	7,10 bd	<b>7,0 C</b>
	NPK3	6,48 cd	7,55 ad	6,63 cd	8,13 ab	<b>7,1 AB</b>
	<b>Ortalama</b>	<b>7,3 öd</b>	<b>7,5</b>	<b>7,5</b>	<b>7,9</b>	<b>7,6</b>
2015	NPK0	8,90 bc	7,70 c	7,83 c	8,00 c	<b>8,1 öd</b>
	NPK1	7,80 c	8,55 bc	7,73 c	10,70 a	<b>8,7</b>
	NPK2	7,80 c	8,83 bc	9,88 ab	8,98 bc	<b>8,9</b>
	NPK3	8,15 bc	8,50 bc	8,90 bc	8,63 bc	<b>8,5</b>
	<b>Ortalama</b>	<b>8,2 B*</b>	<b>8,4 AB</b>	<b>8,6 AB</b>	<b>9,1 A</b>	<b>8,6</b>
Yıllar Ortalaması	NPK0	8,86 ab	7,78 bd	8,05 bd	8,14 bd	<b>8,2 öd</b>
	NPK1	7,73 bd	7,99 bd	7,65 bd	9,46 a	<b>8,2</b>
	NPK2	7,03 d	8,00 bd	8,66 ab	8,04 bd	<b>7,9</b>
	NPK3	7,31 cd	8,03 bd	7,76 bd	8,38 ac	<b>7,9</b>
	<b>Ortalama</b>	<b>7,7 B*</b>	<b>7,9 B</b>	<b>8,0 AB</b>	<b>8,5 A</b>	<b>8,1 ***</b>

\* (p≤0,05), \*\* (p≤0,01), \*\*\* (p≤0,001) seviyesinde istatistiksel bakımdan önemli, öd: Uygulamalar arasındaki fark önemli değil (p>0,05), her yıl için küçük ve farklı harfle harflendirilen bireysel uygulamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir (p≤0,05).

### 4.3. Yaprak Makro-Mikro Besin Elementi İçerikleri

#### 4.3.1. Yaprak azot (N) içerikleri

Karnabahar yapraklarında yapılan analizler sonucunda elde edilen azot içeriklerine ait varyans analiz sonuçları ve uygulamalara ve uygulama gruplarına göre elde edilen azot içerikleri Çizelge 4.45 ve Çizelge 4.46'da verilmiştir.

Çizelge 4.45'e bakıldığında 1. ve 2. yıl SGS ( $p \leq 0,001$ ), GUY ( $p \leq 0,01$ ) ve SGSxGUY ( $p \leq 0,001$ ) interaksiyonunun azot içeriklerine etkileri istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. İki yıl ortalamalarına göre ise Gübre uygulamaları ( $p > 0,05$ ) hariç diğer uygulama grupları ve bunların interaksiyonlarının azot içeriklerine etkileri istatistiksel olarak önemli ( $p \leq 0,001$ ) bulunmuştur.

Azot içeriklerinin 1. yıl SGS içinde istatistiksel olarak önemli ( $p \leq 0,001$ ) ve aynı grupta yer almak üzere NPK1, NPK2 ve NPK3 gruplarından, GUY içinde de yine istatistiksel olarak aynı grupta yer alarak PGPR, OTG ve PGPRxOTG gruplarından elde edildiği görülmektedir. İkinci yıl SGS içinde NPK0, GUY içinde SG ve PGPRxOTG gruplarında en yüksek azot içerikleri belirlenmiştir. İki yıl ortalama değerleri incelendiğinde ise SGS içinde yine 3 seviye grubunun (NPK1, NPK2 ve NPK3) istatistiksel olarak aynı grupta yer aldığı ve grupların ortalamalarında NPK0 grubundan daha yüksek azot içeriği tespit edildiği görülmektedir. NPK2xOTG uygulamasının ise bireysel uygulamalar içinde %2,75 azot içeriğiyle en yüksek azot içeriği elde edilen uygulama olduğu, bununla birlikte NPK3xPGPR, NPK1xPGPRxOTG ve NPK3xPGPRxOTG uygulamalarının da bu uygulama ile istatistiksel olarak aynı grupta yer aldıkları görülmektedir. Bitki yapraklarında en yüksek azot içerikleri bakteri ve organik gübre uygulamalarının yapıldığı parsellerden elde edilmiştir. Bitki yapraklarındaki azot içerikleri ile taçlardaki nitrat birikimi arasında istatistiksel olarak önemli olmamakla birlikte negatif bir korelasyon ( $r = -0,245$ ) olduğu belirlenmiştir. Bunun nedeni ortamdaki ve buna bağlı olarak bitki bünyesinde elverişli azot arttıkça taçlardaki nitrat miktarında düşüş yaşanması olabilir.

**Çizelge 4.45.** Yaprak azot değerlerine ait varyans analiz sonuçları

Yıllar	Varyasyon Kaynakları	SD	KO	F Değeri	Önem Seviyesi
2014	Sentetik Gübre Seviyeleri (SGS)	3	2,143	15,032	0,000 ***
	Gübre Uygulamaları (GUY)	3	0,701	4,915	0,005 **
	SGS x GUY	9	0,721	5,057	0,000 ***
2015	Sentetik Gübre Seviyeleri (SGS)	3	0,265	8,029	0,000 ***
	Gübre Uygulamaları (GUY)	3	0,194	5,887	0,002 **
	SGS x GUY	9	0,187	5,688	0,000 ***
Yıllar Ortalaması	Sentetik Gübre Seviyeleri (SGS)	3	0,612	6,973	0,000 ***
	Gübre Uygulamaları (GUY)	3	0,135	1,536	0,210 öd
	Yıllar (Y)	1	37,628	428,774	0,000 ***
	SGS x GUY x Y	9	0,443	5,047	0,000 ***
	SGS x Y	3	1,796	20,463	0,000 ***
	GUY x Y	3	0,760	8,659	0,000 ***
	SGS x GUY	9	0,466	5,305	0,000 ***

\*\* ( $p \leq 0,01$ ), \*\*\* ( $p \leq 0,001$ ) seviyesinde istatistiksel bakımdan önemli  
öd: Uygulamalar arasındaki fark önemli değil ( $p > 0,05$ )

**Çizelge 4.46.** Uygulamalara göre yaprak azot değerleri (%)

Yıllar	Sentetik Gübre Seviyeleri (SGS)	Gübre Uygulamaları (GUY)				Ortalama
		SG	PGPR	OTG	PGPRxOTG	
2014	NPK0	1,103 f	1,593 bf	1,167 ef	1,390 cf	<b>1,31 B***</b>
	NPK1	1,853 af	1,447 cf	2,030 ae	2,283 ac	<b>1,90 A</b>
	NPK2	1,313 df	2,480 ab	2,690 a	1,657 bf	<b>2,04 A</b>
	NPK3	1,930 af	2,607 a	1,870 af	2,100 ad	<b>2,13 A</b>
	<b>Ortalama</b>	<b>1,55 B**</b>	<b>2,03 A</b>	<b>1,94 A</b>	<b>1,86 A</b>	<b>1,85</b>
2015	NPK0	3,043 ae	3,297 a	3,120 ad	2,830 bf	<b>3,07 A***</b>
	NPK1	3,240 ab	2,810 bf	2,770 cf	3,060 ae	<b>2,97 AB</b>
	NPK2	2,817 bf	2,470 f	2,800 cf	2,973 ae	<b>2,77 C</b>
	NPK3	3,040 ae	2,683 ef	2,730 df	3,180 ac	<b>2,91 B</b>
	<b>Ortalama</b>	<b>3,04 A**</b>	<b>2,82 B</b>	<b>2,86 B</b>	<b>3,01 A</b>	<b>2,93</b>
Yıllar Ortalaması	NPK0	2,073 c	2,447 ac	2,140 bc	2,110 bc	<b>2,19 B***</b>
	NPK1	2,547 ab	2,127 bc	2,400 ac	2,670 a	<b>2,44 A</b>
	NPK2	2,067 c	2,477 ac	2,743 a	2,310 ac	<b>2,40 A</b>
	NPK3	2,490 ac	2,647 a	2,300 ac	2,640 a	<b>2,52 A</b>
	<b>Ortalama</b>	<b>2,29 öd</b>	<b>2,42</b>	<b>2,40</b>	<b>2,43</b>	<b>2,39 ***</b>

\*\* ( $p \leq 0,01$ ), \*\*\* ( $p \leq 0,001$ ) seviyesinde istatistiksel bakımdan önemli, öd: Uygulamalar arasındaki fark önemli değil ( $p > 0,05$ ), her yıl için küçük ve farklı harfle harflendirilen bireysel uygulamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ( $p \leq 0,05$ ).

#### 4.3.2. Yaprak fosfor (P) içerikleri

Fosfor içeriklerini belirlemeye yönelik olarak yapılan analizler sonucu elde edilen verilerin varyans analiz sonuçları Çizelge 4.47'de, yaprak fosfor değerleri ise Çizelge 4.48'de verilmiştir.

Varyans analiz sonuçları incelendiğinde tüm uygulama grupları, yıllar ve bunların interaksiyonlarının fosfor içerikleri üzerine etkili ve bu etkilerin istatistiksel olarak aynı seviyede önemli ( $p \leq 0,001$ ) olduğu görülmektedir (Çizelge 4.47).

Çizelge 4.48 incelendiğinde en yüksek fosfor içeriklerinin 1. yılda NPK3 ve SG gruplarından, 2. yıl NPK1 seviye grubu ve PGPRxOTG kombinasyon grubundan, iki yıl ortalamalarında ise SGS içinde NPK1, GUY içinde PGPR ve PGPRxOTG gruplarından elde edildiği görülmektedir. Bireysel uygulamalar içinde iki yıl ortalama değerlerine göre en yüksek fosfor içeriği NPK0xPGPRxOTG uygulamasından elde edilmiştir. Bu sentetik gübre olmadan tek başına PGPRxOTG kombinasyonunun önemli derecede fosfor içeriğini arttırabildiğini göstermektedir. Yaptığımız çalışmada ortalama en düşük fosfor içeriği NPK0 (kontrol) uygulamasından elde edilirken Kaushal *et al.* (2013) da benzer bir şekilde karnabaharda bakteri ve farklı azot seviyelerini uyguladıkları çalışmada uygulamaların kontrole göre fosfor miktarını arttırdığını rapor etmişlerdir.

Fosforun en yüksek bulunduğu uygulamanın NPK0xPGPRxOTG uygulaması olması ise fosfor çözücü bakterilerin organik gübrelerle daha iyi çalıştığının ve organik tavuk gübresinin fosfor içeriğine sahip olmasının bir göstergesi olabilir.

Çizelge 4.47. Yaprak fosfor değerlerine ait varyans analiz sonuçları

Yıllar	Varyasyon Kaynakları	SD	KO	F Değeri	Önem Seviyesi
2014	Sentetik Gübre Seviyeleri (SGS)	3	0,000	294,000	0,000 ***
	Gübre Uygulamaları (GUY)	3	0,002	1706,844	0,000 ***
	SGS x GUY	9	0,002	2360,252	0,000 ***
2015	Sentetik Gübre Seviyeleri (SGS)	3	0,016	116,541	0,000 ***
	Gübre Uygulamaları (GUY)	3	0,009	62,549	0,000 ***
	SGS x GUY	9	0,013	95,010	0,000 ***
Yıllar Ortalaması	Sentetik Gübre Seviyeleri (SGS)	3	0,007	108,747	0,000 ***
	Gübre Uygulamaları (GUY)	3	0,002	32,177	0,000 ***
	Yıllar (Y)	1	3,007	43840,521	0,000 ***
	SGS x GUY x Y	9	0,005	70,641	0,000 ***
	SGS x Y	3	0,009	126,759	0,000 ***
	GUY x Y	3	0,008	115,394	0,000 ***
	SGS x GUY	9	0,010	150,340	0,000 ***

\*\*\* (p≤0,001) seviyesinde istatistiksel bakımdan önemli

Çizelge 4.48. Uygulamalara göre yaprak fosfor değerleri (%)

Yıllar	Sentetik Gübre Seviyeleri (SGS)	Gübre Uygulamaları (GUY)				Ortalama
		SG	PGPR	OTG	PGPR+OTG	
2014	NPK0	0,113 k	0,127 g	0,122 i	0,149 c	<b>0,128 B***</b>
	NPK1	0,163 b	0,118 j	0,111 l	0,097 o	<b>0,122 D</b>
	NPK2	0,135 e	0,109 m	0,129 f	0,126 h	<b>0,125 C</b>
	NPK3	0,146 d	0,167 a	0,110 m	0,105 n	<b>0,132 A</b>
	<b>Ortalama</b>	<b>0,139 A***</b>	<b>0,130 B</b>	<b>0,118 D</b>	<b>0,119 C</b>	<b>0,127</b>
2015	NPK0	0,369 j	0,400 gi	0,384 ij	0,554 a	<b>0,427 B***</b>
	NPK1	0,436 de	0,495 b	0,544 a	0,422 ef	<b>0,474 A</b>
	NPK2	0,371 j	0,403 gh	0,410 fg	0,407 fh	<b>0,398 C</b>
	NPK3	0,434 de	0,462 c	0,391 hi	0,449 cd	<b>0,434 B</b>
	<b>Ortalama</b>	<b>0,403 C***</b>	<b>0,440 B</b>	<b>0,432 B</b>	<b>0,458 A</b>	<b>0,433</b>
Yıllar Ortalaması	NPK0	0,243 k	0,263 gi	0,253 ik	0,353 a	<b>0,277 C***</b>
	NPK1	0,300 d	0,308 cd	0,330 b	0,258 hj	<b>0,298 A</b>
	NPK2	0,253 ik	0,258 hj	0,270 fg	0,265 gh	<b>0,261 D</b>
	NPK3	0,288 e	0,313 c	0,250 jk	0,278 f	<b>0,283 B</b>
	<b>Ortalama</b>	<b>0,271 C***</b>	<b>0,285 A</b>	<b>0,275 B</b>	<b>0,289 A</b>	<b>0,280 ***</b>

\* (p≤0,05), \*\* (p≤0,01), \*\*\* (p≤0,001) seviyesinde istatistiksel bakımdan önemli, her yıl için küçük ve farklı harfle harflendirilen bireysel uygulamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir (p≤0,05).

### 4.3.3. Yaprak potasyum (K) içerikleri

Yapılan analizler sonucu elde edilen yaprak potasyum içeriklerine ait varyans analiz sonuçları ve elde edilen bulgular Çizelge 4.49 ve Çizelge 4.50’de verilmiştir.

Çizelge 4.49 incelendiğinde 1. yıl, 2. yıl ve iki yıl ortalama değerlerine göre; tüm uygulama gruplarının, yılların ve bunların karşılıklı etkileşimlerinin potasyum içerikleri üzerine etkileri istatistiksel olarak aynı seviyede önemli ( $p \leq 0,001$ ) bulunmuştur.

Çizelge 4.50’den 1. yıl en yüksek potasyum içeriklerinin PGPR grubundan ve NPK0 grubundan elde edildiği görülmektedir. İkinci yıl ise en yüksek değerler GUY içinde PGPR ve PGPRxOTG gruplarından, SGS içinde NPK1, NPK2 ve NPK3 gruplarından elde edilmiştir. İki yıl ortalama değerlerine bakıldığında yine GUY içinde en yüksek ortalama PGPR grubundan elde edilirken, SGS içinde NPK2 ve NPK3 gruplarından en yüksek değerlerin elde edildiği ve bu uygulama grubunun istatistiksel olarak ta aynı grupta yer aldıkları görülmektedir.

Yaptığımız çalışmada potasyum içeriklerinin 1. yıl %0,058 ile 2. yıl %0,286 arasında değiştiği görülmektedir. Uygulamalar bireysel olarak değerlendirildiğinde birinci yıl NPK1xPGPRxOTG uygulamasının potasyum içeriklerine en olumsuz katkı yapan uygulama olduğu görülmektedir. Potasyum içeriklerine en olumlu katkıyı ise 2. yıl NPK0xPGPRxOTG uygulamasının yaptığı görülmektedir. İki yıl ortalama değerleri incelendiğinde bitkilerin yapraklarında bulunan potasyum miktarının en yüksek NPK3xPGPR uygulamasından elde edildiği görülebilir. Buradan hareketle artan dozlarda NPK uygulamaları ile birlikte uygulanan PGPR’ların bitkilerin yapraklarında potasyum miktarını da buna bağlı olarak artırabileceği öngörülebilir. Öyleki Kaushal *et al.* (2013) karnabaharda önerilen azot ve fosfor seviyeleriyle veya daha düşük N ve P seviyeleriyle birlikte bakteri uygulamasının bitkilerde potasyum miktarını artırabileceğini bildirmişlerdir.

Potasyumun ikinci yılda PGPRxOTG uygulanan parsellerdeki bitkilerden en yüksek elde edilmesi, bakterilerle birlikte organik tavuk gübresi uygulamalarının kalite yönünden önemli artışlara sebep olabileceğinin bir göstergesi olarak kabul edilebilir.

**Çizelge 4.49.** Yaprak potasyum değerlerine ait varyans analiz sonuçları

Yıllar	Varyasyon Kaynakları	SD	KO	F Değeri	Önem Seviyesi
2014	Sentetik Gübre Seviyeleri (SGS)	3	0,001	100,901	0,000 ***
	Gübre Uygulamaları (GUY)	3	0,002	145,347	0,000 ***
	SGS x GUY	9	0,002	151,320	0,000 ***
2015	Sentetik Gübre Seviyeleri (SGS)	3	0,001	38,361	0,000 ***
	Gübre Uygulamaları (GUY)	3	0,008	267,665	0,000 ***
	SGS x GUY	9	0,005	163,838	0,000 ***
Yıllar Ortalaması	Sentetik Gübre Seviyeleri (SGS)	3	0,001	30,672	0,000 ***
	Gübre Uygulamaları (GUY)	3	0,004	189,856	0,000 ***
	Yıllar (Y)	1	0,547	25599,594	0,000 ***
	SGS x GUY x Y	9	0,002	99,618	0,000 ***
	SGS x Y	3	0,002	84,888	0,000 ***
	GUY x Y	3	0,006	269,513	0,000 ***
	SGS x GUY	9	0,005	220,284	0,000 ***

\* (p<0,05), \*\* (p<0,01), \*\*\* (p<0,001) seviyesinde istatistiksel bakımdan önemli

**Çizelge 4.50.** Uygulamalara göre yaprak potasyum değerleri (%)

Gübre Uygulamaları (GUY)						
Yıllar	Sentetik Gübre Seviyeleri (SGS)	SG	PGPR	OTG	PGPRxOTG	Ortalama
2014	NPK0	0,110 e	0,117 cd	0,112 de	0,116 cd	0,114 A***
	NPK1	0,118 c	0,107 ef	0,088 h	0,058 j	0,093 C
	NPK2	0,090 h	0,108 e	0,130 b	0,103 fg	0,108 B
	NPK3	0,128 b	0,141 a	0,070 i	0,098 g	0,109 B
	Ortalama	0,111 B***	0,118 A	0,100 C	0,094 D	0,106
2015	NPK0	0,195 gh	0,190 h	0,226 de	0,286 a	0,224 B***
	NPK1	0,200 g	0,273 b	0,276 b	0,208 f	0,239 A
	NPK2	0,209 f	0,278 ab	0,230 d	0,243 c	0,240 A
	NPK3	0,218 e	0,270 b	0,209 f	0,273 b	0,243 A
	Ortalama	0,206 C***	0,253 A	0,235 B	0,252 A	0,237
Yıllar Ortalaması	NPK0	0,153 h	0,153 h	0,169 f	0,201 a	0,169 B***
	NPK1	0,159 g	0,190 bc	0,182 de	0,133 j	0,166 C
	NPK2	0,149 h	0,193 b	0,180 e	0,173 f	0,174 A
	NPK3	0,173 f	0,205 a	0,139 i	0,186 cd	0,176 A
	Ortalama	0,159 D***	0,185 A	0,168 C	0,173 B	0,171 ***

\*\*\* (p<0,001) seviyesinde istatistiksel bakımdan önemli, her yıl için küçük ve farklı harfle harflendirilen bireysel uygulamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir (p<0,05).



#### 4.3.4. Yaprak kalsiyum (Ca) içerikleri

Kalsiyum içeriklerini belirlemeye yönelik olarak yapılan analizlerden elde edilen bulgulara ait varyans analiz sonuçları ve kalsiyum değerleri Çizelge 4.51 ve 4.52’de verilmiştir.

Çizelge 4.51 incelendiğinde tüm uygulama gruplarının, yılların ve bunların karşılıklı etkileşimlerinin karnabahar yapraklarının kalsiyum içerikleri üzerine etkilerinin istatistiksel olarak aynı seviyede önemli ( $p \leq 0,001$ ) olduğu görülmektedir.

Çizelge 4.52’den 1. yıl kalsiyum içeriğini en çok arttıran uygulama gruplarının GUY içinde PGPR ve OTG, SGS içinde NPK2 ve NPK3 olduğu görülmektedir. İkinci yıl NPK2 ve OTG gruplarında yer alan bitkilerin yapraklarında en yüksek kalsiyum içerikleri tespit edilmiştir. İkinci yıl 1. yıla göre kalsiyum içeriklerinde istatistiksel olarak önemli ( $p \leq 0,001$ ) bir artış olduğu görülmektedir. Bunun sebebi 2.yıl yaşanan iklimsel farklılıklar (yağış, sıcaklık vb) olabilir. İki yıl ortalama verilerine bakıldığında ise en yüksek kalsiyum içeriklerinin, diğerlerinden istatistiksel olarak önemli ( $p \leq 0,001$ ) olmak üzere GUY içinde PGPR ve OTG gruplarından, SGS içinde ise NPK2 grubundan elde edildiği görülmektedir.

Uygulamalar bireysel olarak değerlendirildiğinde, iki yıl ortalama verilerine göre en düşük kalsiyum içeriği %1,53 ile NPK0 (gübre yok) uygulamasının yapıldığı parsellerdeki bitkilerde, en yüksek içerik ise %2,48 ile NPK2xPGPR uygulamasının yapıldığı parseldeki bitkilerin yapraklarında tespit edilmiştir. Buna göre kalsiyum içeriklerine en olumlu katkıyı sentetik gübrenin 2. seviyesi ile birlikte bakteri kombinasyonu uygulamasının yaptığı söylenebilir. Kalsiyumun hücre büyümesine olumlu etkisi olduğu düşünülürse NPK2xPGPR uygulamasının büyüme ve gelişimde oldukça olumlu etki gösterdiği söylenebilir. Ekinci *et al.* (2014) da farklı bakteri uygulamalarının karnabaharda kalsiyum içeriklerini kontrole göre artırdığını bildirmişlerdir. Bu sonuçlar çalışmamızda elde edilen sonuçlarla uyum göstermektedir.

Çizelge 4.51. Yaprak kalsiyum değerlerine ait varyans analiz sonuçları

Yıllar	Varyasyon Kaynakları	SD	KO	F Değeri	Önem
					Seviyesi
2014	Sentetik Gübre Seviyeleri (SGS)	3	0,323	516,234	0,000 ***
	Gübre Uygulamaları (GUY)	3	0,097	154,404	0,000 ***
	SGS x GUY	9	0,192	307,020	0,000 ***
2015	Sentetik Gübre Seviyeleri (SGS)	3	0,819	101,284	0,000 ***
	Gübre Uygulamaları (GUY)	3	0,962	118,884	0,000 ***
	SGS x GUY	9	0,783	96,826	0,000 ***
Yıllar Ortalaması	Sentetik Gübre Seviyeleri (SGS)	3	0,733	168,284	0,000 ***
	Gübre Uygulamaları (GUY)	3	0,556	127,612	0,000 ***
	Yıllar (Y)	1	174,338	39998,687	0,000 ***
	SGS x GUY x Y	9	0,508	116,650	0,000 ***
	SGS x Y	3	0,409	93,890	0,000 ***
	GUY x Y	3	0,502	115,259	0,000 ***
	SGS x GUY	9	0,467	107,195	0,000 ***

\*\*\* ( $p \leq 0,001$ ) seviyesinde istatistiksel bakımdan önemli

Çizelge 4.52. Uygulamalara göre yaprak kalsiyum değerleri (%)

Yıllar	Sentetik Gübre Seviyeleri (SGS)	Gübre Uygulamaları (GUY)				Ortalama
		SG	PGPR	OTG	PGPRxOTG	
2014	NPK0	0,54 i	0,68 g	0,78 f	1,05 c	<b>0,76 B***</b>
	NPK1	0,60 h	0,91 e	0,65 g	0,60 h	<b>0,69 C</b>
	NPK2	1,00 d	1,25 a	1,03 cd	0,58 h	<b>0,97 A</b>
	NPK3	1,16 b	1,00 d	0,81 f	0,91 e	<b>0,97 A</b>
	<b>Ortalama</b>	<b>0,82 B***</b>	<b>0,96 A</b>	<b>0,82 A</b>	<b>0,79 C</b>	<b>0,85</b>
2015	NPK0	2,52 g	2,82 f	3,25 de	2,87 f	<b>2,86 D***</b>
	NPK1	3,12 e	3,30 d	3,67 b	3,13 e	<b>3,31 B</b>
	NPK2	2,24 h	3,71 b	3,50 c	4,05 a	<b>3,38 A</b>
	NPK3	3,45 c	3,14 e	3,20 de	2,93 f	<b>3,18 C</b>
	<b>Ortalama</b>	<b>2,832 C***</b>	<b>3,242 B</b>	<b>3,406 A</b>	<b>3,244 B</b>	<b>3,18</b>
Yıllar Ortalaması	NPK0	1,53 k	1,75 i	2,01 ef	1,96 fg	<b>1,81 D***</b>
	NPK1	1,86 h	2,10 cd	2,16 c	1,87 h	<b>1,99 C</b>
	NPK2	1,62 j	2,48 a	2,26 b	2,32 b	<b>2,17 A</b>
	NPK3	2,30 b	2,07 de	2,01 ef	1,92 gh	<b>2,08 B</b>
	<b>Ortalama</b>	<b>1,83 C***</b>	<b>2,10 A</b>	<b>2,11 A</b>	<b>2,01 B</b>	<b>2,01***</b>

\*\*\* ( $p \leq 0,001$ ) seviyesinde istatistiksel bakımdan önemli, her yıl için küçük ve farklı harfle harflendirilen bireysel uygulamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ( $p \leq 0,05$ ).

#### 4.3.5. Yaprak kükürt (S) içerikleri

Karnabahar yapraklarında yapılan çalışmamızda tespit edilen kükürt miktarlarıyla ilgili varyans analiz sonuçları Çizelge 4.53'te, uygulamalara göre yapraklarda tespit edilen kükürt miktarları ise Çizelge 4.54'te sunulmuştur.

Uygulama gruplarının, yılların ve bunların interaksiyonlarının yapraklarda kükürt içeriği üzerine etkileri istatistiksel bakımdan aynı seviyede önemli ( $p \leq 0,001$ ) bulunmuştur (Çizelge 4.53).

Çalışmanın ilk yılında en yüksek kükürt içeriği potasyumda olduğu gibi PGPR ve NPK2 seviye gruplarından elde edilmiştir. İkinci yıl ise GUY içinde OTG ve SGS içinde NPK1 gruplarından en yüksek ortalama kükürt değerleri elde edilmiştir. İki yıl ortalama değerlerine bakıldığında en yüksek kükürt içerikleri GUY içinde PGPR, SGS içinde de NPK2 gruplarından elde edildiği görülmektedir. Çalışmanın ilk yılı ve 2. yılı karşılaştırıldığında 2. yıl incelenen diğer birçok özelliğe de olduğu gibi kükürt içeriklerinde de artış olduğu ve bu artışın istatistiksel bakımdan önemli ( $p \leq 0,001$ ) olduğu görülmektedir (Çizelge 4.54).

Uygulamalar bireysel olarak değerlendirildiğinde iki yıl ortalama verilerine göre en düşük kükürt içeriği %0,620 ile NPK0 (gübre yok) uygulamasından, en yüksek içerik ise %1,525 ile NPK2xPGPR kombinasyonu uygulamasından elde edildiği görülmektedir.

Lahana grubu sebzeler kendilerine has aroma ve tatlarını bünyelerinde bulundurdukları kükürtlü bileşiklerden almaktadırlar. Bu sebeple karnabaharların kükürtlü maddelerce zengin oldukları düşünülürse NPK2xPGPR uygulamasının bu bakımdan en olumlu katkı yapan uygulama olduğu düşünülebilir.

**Çizelge 4.53.** Yaprak kükürt değerlerine ait varyans analiz sonuçları

Yıllar	Varyasyon Kaynakları	SD	KO	F Değeri	Önem Seviyesi
2014	Sentetik Gübre Seviyeleri (SGS)	3	0,454	430,147	0,000 ***
	Gübre Uygulamaları (GUY)	3	0,640	606,623	0,000 ***
	SGS x GUY	9	0,277	262,616	0,000 ***
2015	Sentetik Gübre Seviyeleri (SGS)	3	0,418	214,483	0,000 ***
	Gübre Uygulamaları (GUY)	3	0,500	256,949	0,000 ***
	SGS x GUY	9	0,086	44,126	0,000 ***
Yıllar Ortalaması	Sentetik Gübre Seviyeleri (SGS)	3	0,542	361,206	0,000 ***
	Gübre Uygulamaları (GUY)	3	0,539	359,410	0,000 ***
	Yıllar (Y)	1	30,607	20391,984	0,000 ***
	SGS x GUY x Y	9	0,137	91,161	0,000 ***
	SGS x Y	3	0,329	219,292	0,000 ***
	GUY x Y	3	0,601	400,179	0,000 ***
	SGS x GUY	9	0,226	150,610	0,000 ***

\*\*\* ( $p \leq 0,001$ ) seviyesinde istatistiksel bakımdan önemli

**Çizelge 4.54.** Uygulamalara göre yaprak kükürt değerleri (%)

Yıllar	Sentetik Gübre Seviyeleri (SGS)	Gübre Uygulamaları (GUY)				Ortalama
		SG	PGPR	OTG	PGPRxOTG	
2014	NPK0	0,107 h	0,591 e	0,496 f	0,764 c	<b>0,489 C***</b>
	NPK1	0,695 d	0,766 c	0,392 g	0,096 h	<b>0,487 C</b>
	NPK2	0,890 b	1,140 a	0,742 c	0,470 f	<b>0,811 A</b>
	NPK3	0,904 b	1,135 a	0,377 g	0,547 e	<b>0,741 B</b>
	<b>Ortalama</b>	<b>0,649 B***</b>	<b>0,908 A</b>	<b>0,502 C</b>	<b>0,469 D</b>	<b>0,632</b>
2015	NPK0	1,130 h	1,380 f	1,525 e	1,503 e	<b>1,384 C***</b>
	NPK1	1,508 e	1,835 c	2,063 a	1,668 d	<b>1,768 A</b>
	NPK2	1,203 g	1,910 b	1,700 d	1,808 c	<b>1,656 B</b>
	NPK3	1,550 e	1,653 d	1,663 d	1,658 d	<b>1,632 B</b>
	<b>Ortalama</b>	<b>1,349 D***</b>	<b>1,694 B</b>	<b>1,738 A</b>	<b>1,658 C</b>	<b>1,610</b>
Yıllar Ortalaması	NPK0	0,620 i	0,985 g	1,010 g	1,133 e	<b>0,937 D***</b>
	NPK1	1,103 e	1,300 c	1,228 d	0,880 h	<b>1,127 C</b>
	NPK2	1,048 f	1,525 a	1,220 d	1,140 e	<b>1,233 A</b>
	NPK3	1,230 d	1,393 b	1,020 fg	1,103 e	<b>1,186 B</b>
	<b>Ortalama</b>	<b>0,999 D***</b>	<b>1,301 A</b>	<b>1,120 B</b>	<b>1,064 C</b>	<b>1,121***</b>

\*\*\* ( $p \leq 0,001$ ) seviyesinde istatistiksel bakımdan önemli, her yıl için küçük ve farklı harfle harflendirilen bireysel uygulamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ( $p \leq 0,05$ ).

#### 4.3.6. Yaprak magnezyum (Mg) içerikleri

Uygulama grupları ve uygulamalara göre elde edilen magnezyum değerlerine ait varyans analiz sonuçları ve magnezyum içerikleri Çizelge 4.55 ve 4.56'da verilmiştir.

Çalışmada kullanılan uygulama gruplarının, yıllara göre değişimin ve bunların interaksiyonlarının, 1. yılda, 2. yılda ve iki yıl ortalama magnezyum içerikleri üzerine etkilerinin istatistiksel olarak aynı seviyede olmak üzere önemli ( $p \leq 0,001$ ) etkide buldukları Çizelge 4.55'ten anlaşılmaktadır.

Çizelge 4.56'da 1. yıl en yüksek ortalama magnezyum içeriklerinin; sentetik gübre seviyeleri içinde NPK0 seviye grubundan, gübre uygulama grupları içinde de sentetik gübre (SG) ve PGPR gruplarından elde edildiği görülmektedir. Çalışmanın 2. yılında GUY içinde OTG, SGS içinde NPK1 gruplarında bulunan bitkilerin yapraklarında en yüksek magnezyum içerikleri tespit edilmiştir. Her iki yılın ortalama verileri incelendiğinde ise GUY içinde OTG ve SGS içinde NPK0 ve NPK2 gruplarının ön plana çıktığı görülmektedir. Magnezyum içeriklerinde yıllara göre meydana gelen değişim de önemli ( $p \leq 0,001$ ) bulunmuştur.

İki yıl ortalama verilerine göre uygulamalar bireysel olarak değerlendirildiğinde en düşük içerik %0,153 ile NPK2 ve NPK1xPGPR uygulamalarından, en yüksek içerik ise %0,210 ile OTG grubunda yer alan NPK1xOTG uygulamasından elde edilmiştir.

Magnezyum içeriği en yüksek organik gübre ile sentetik gübrenin en düşük seviyesinin kombinasyon halinde uygulandığı NPK1xOTG uygulamasından elde edilmesi bu uygulamanın diğer uygulamalara göre magnezyum alımına daha olumlu katkı yaptığını göstermektedir. Ayrıca magnezyum içerikleri ile bakteri kolonizasyonu ( $r=0,683$ ,  $p \leq 0,01$ ), kalsiyum içerikleri ( $r=0,513$ ,  $p \leq 0,05$ ) ve mangan içerikleri ( $r=0,508$ ,  $p \leq 0,05$ ) arasında farklı önem seviyelerinde olmak üzere önemli pozitif korelasyonlar saptanmıştır. Yapılan farklı çalışmalarda karnabahar ve brokoli bitkilerinde, organik

gübre ve bakteri uygulamalarının kontrole göre magnezyum içeriklerini artırdığı rapor edilmiştir (Tavalı vd 2013; Yıldırım *et al.* 2011).

**Çizelge 4.55.** Yaprak magnezyum değerlerine ait varyans analiz sonuçları

Yıllar	Varyasyon Kaynakları	SD	KO	F Değeri	Önem Seviyesi
2014	Sentetik Gübre Seviyeleri (SGS)	3	0,006	1107,977	0,000 ***
	Gübre Uygulamaları (GUY)	3	0,001	153,607	0,000 ***
	SGS x GUY	9	0,002	332,233	0,000 ***
2015	Sentetik Gübre Seviyeleri (SGS)	3	0,004	124,638	0,000 ***
	Gübre Uygulamaları (GUY)	3	0,011	332,667	0,000 ***
	SGS x GUY	9	0,005	163,429	0,000 ***
Yıllar Ortalaması	Sentetik Gübre Seviyeleri (SGS)	3	0,000	6,994	0,000 ***
	Gübre Uygulamaları (GUY)	3	0,004	188,538	0,000 ***
	Yıllar (Y)	1	0,667	34209,237	0,000 ***
	SGS x GUY x Y	9	0,005	261,914	0,000 ***
	SGS x Y	3	0,010	533,185	0,000 ***
	GUY x Y	3	0,008	423,825	0,000 ***
	SGS x GUY	9	0,002	114,883	0,000 ***

\*\*\* ( $p \leq 0,001$ ) seviyesinde istatistiksel bakımdan önemli

**Çizelge 4.56.** Uygulamalara göre yaprak magnezyum değerleri (%)

Gübre Uygulamaları (GUY)						
Yıllar	Sentetik Gübre Seviyeleri (SGS)	SG	PGPR	OTG	PGPRxOTG	Ortalama
2014	NPK0	0,105 f	0,127 c	0,121 d	0,154 a	<b>0,127 A***</b>
	NPK1	0,085 hi	0,088 h	0,079 j	0,070 k	<b>0,081 D</b>
	NPK2	0,136 b	0,120 d	0,118 d	0,063 l	<b>0,109 B</b>
	NPK3	0,111 e	0,096 g	0,082 ij	0,086 hi	<b>0,094 C</b>
	<b>Ortalama</b>	<b>0,109 A***</b>	<b>0,108 A</b>	<b>0,100 B</b>	<b>0,093 C</b>	<b>0,102</b>
2015	NPK0	0,214 h	0,228 fg	0,247 e	0,222 g	<b>0,228 D***</b>
	NPK1	0,226 fg	0,220 gh	0,338 a	0,279 c	<b>0,266 A</b>
	NPK2	0,166 i	0,233 f	0,270 d	0,298 b	<b>0,242 C</b>
	NPK3	0,255 e	0,274 cd	0,252 e	0,229 fg	<b>0,252 B</b>
	<b>Ortalama</b>	<b>0,215 D***</b>	<b>0,239 C</b>	<b>0,277 A</b>	<b>0,257 B</b>	<b>0,247</b>
Yıllar Ortalaması	NPK0	0,160 g	0,175 e	0,185 cd	0,190 bc	<b>0,177 A***</b>
	NPK1	0,158 gh	0,153 h	0,210 a	0,175 e	<b>0,173 B</b>
	NPK2	0,153 h	0,178 e	0,193 b	0,180 de	<b>0,175 A</b>
	NPK3	0,180 de	0,188 bc	0,168 f	0,160 g	<b>0,173 B</b>
	<b>Ortalama</b>	<b>0,162 C***</b>	<b>0,173 B</b>	<b>0,188 A</b>	<b>0,175 B</b>	<b>0,175 ***</b>

\*\*\* ( $p \leq 0,001$ ) seviyesinde istatistiksel bakımdan önemli, her yıl için küçük ve farklı harfle harflendirilen bireysel uygulamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ( $p \leq 0,05$ ).

#### 4.3.7. Yaprak demir (Fe) içerikleri

Karnabahar yapraklarında uygulamalara göre tespit edilen demir içeriklerine ait varyans analizi sonuçları ve elde edilen değerler Çizelge 4.57 ve 4.58'de sunulmuştur.

Çizelge 4.57 incelendiğinde uygulama gruplarının, yılların ve bunların interaksiyonlarının, çalışmanın her iki yılında ve iki yıl ortalama değerlerinde bitkilerin yapraklarında bulunan demir miktarlarına, diğer makro ve mikro besin elementlerinde de olduğu gibi, istatistiksel olarak aynı seviyede önemli ( $p \leq 0,001$ ) etkilerinin olduğu görülmektedir.

Birinci yıl demir içerikleri en yüksek, gübre uygulamaları içinde PGPR grubunda, sentetik gübre seviyeleri içinde NPK2 ve NPK3 seviyelerinde tespit edilmiştir. İkinci yıl ise GUY içinde OTG ve PGPRxOTG gruplarında, SGS içinde NPK1 ve NPK2 gruplarında elde edilmiştir. İki yıl ortalama değerlerinde PGPR ve NPK2 gruplarında en yüksek ortalama demir içeriği elde edilmiştir.

Uygulamalar bireysel olarak değerlendirildiğinde; iki yıl ortalama verilerine göre en düşük demir içeriği 69,48 ppm ile hiç gübre uygulanmayan NPK0 uygulamasından, en yüksek içerik ise 121,94 ppm ile en yüksek ortalama içeriklerin tespit edildiği NPK2 seviye grubu ile PGPR grubunun kesişim noktasında yer alan NPK2xPGPR uygulamasından elde edildiği görülmektedir.

Bitki büyümesini teşvik eden rizosfer bakterilerinin demiri alınabilir forma dönüştürdüğü bilinmektedir (Altın ve Bora 2005). Burada da sentetik gübrenin orta seviyesi ile bakterilerin kombinasyon olarak uygulanmalarının bitkiler tarafından demir alımına en olumlu etkiyi sağladığı görülmektedir.

Çizelge 4.57. Yaprak demir değerlerine ait varyans analiz sonuçları

Yıllar	Varyasyon Kaynakları	SD	KO	F Değeri	Önem Seviyesi
2014	Sentetik Gübre Seviyeleri (SGS)	3	3630,172	241,366	0,000 ***
	Gübre Uygulamaları (GUY)	3	3527,142	234,516	0,000 ***
	SGS x GUY	9	3095,747	205,833	0,000 ***
2015	Sentetik Gübre Seviyeleri (SGS)	3	1923,154	101,326	0,000 ***
	Gübre Uygulamaları (GUY)	3	1842,938	97,100	0,000 ***
	SGS x GUY	9	947,284	49,910	0,000 ***
Yıllar Ortalaması	Sentetik Gübre Seviyeleri (SGS)	3	2410,392	141,705	0,000 ***
	Gübre Uygulamaları (GUY)	3	1574,620	92,570	0,000 ***
	Yıllar (Y)	1	2282,261	134,172	0,000 ***
	SGS x GUY x Y	9	2276,305	133,822	0,000 ***
	SGS x Y	3	3142,934	184,770	0,000 ***
	GUY x Y	3	3795,460	223,132	0,000 ***
	SGS x GUY	9	1766,726	103,864	0,000 ***

\*\*\* ( $p \leq 0,001$ ) seviyesinde istatistiksel bakımdan önemli

Çizelge 4.58. Uygulamalara göre yaprak demir değerleri (ppm)

Yıllar	Sentetik Gübre Seviyeleri (SGS)	Gübre Uygulamaları (GUY)				Ortalama
		SG	PGPR	OTG	PGPRxOTG	
2014	NPK0	76,44 f	96,79 d	91,07 d	133,42 b	99,44 B***
	NPK1	70,83 g	113,16 c	67,75 g	55,00 h	76,68 C
	NPK2	118,18 c	144,70 a	118,08 c	55,87 h	109,21 A
	NPK3	136,34 b	118,02 c	85,31 e	92,07 d	107,93 A
	<b>Ortalama</b>	<b>100,44 B***</b>	<b>118,17 A</b>	<b>90,54 C</b>	<b>84,09 D</b>	<b>98,31</b>
2015	NPK0	62,52 i	77,36 h	80,28 gh	75,16 h	73,83 C***
	NPK1	78,07 h	95,14 ef	112,49 b	101,18 ce	96,72 A
	NPK2	57,07 i	99,18 df	106,46 bc	125,80 a	97,13 A
	NPK3	101,98 cd	85,59 g	94,42 f	85,18 g	91,79 B
	<b>Ortalama</b>	<b>74,91 C***</b>	<b>89,32 B</b>	<b>98,41 A</b>	<b>96,83 A</b>	<b>89,87</b>
Yıllar Ortalaması	NPK0	69,48 g	87,07 de	85,67 e	104,29 c	86,63 C***
	NPK1	74,45 f	104,15 c	90,12 de	78,09 f	86,70 C
	NPK2	87,63 de	121,94 a	112,27 b	90,83 d	103,17 A
	NPK3	119,16 a	101,81 c	89,87 de	88,63 de	99,86 B
	<b>Ortalama</b>	<b>87,68 D***</b>	<b>103,74 A</b>	<b>94,48 B</b>	<b>90,46 C</b>	<b>94,09 ***</b>

\*\*\* ( $p \leq 0,001$ ) seviyesinde istatistiksel bakımdan önemli, her yıl için küçük ve farklı harfle harflendirilen bireysel uygulamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ( $p \leq 0,05$ ).



#### 4.3.8. Yaprak bakır (Cu) içerikleri

Bakır içerikleriyle ilgili olarak gerçekleştirilen varyans analizi sonuçları Çizelge 4.59’da verilmiştir. Bitkilerin yapraklarında yapılan analizler sonucu elde edilen bakır içeriklerine ait değerler ise Çizelge 4.60’da sunulmuştur.

Çalışmanın 1. yılında, 2. yılında ve iki yıl ortalama değerlerinde, uygulamaların, yılların ve bunlardan meydana gelen karşılıklı etkileşimlerin yapraklarda bulunan bakır içerikleri üzerine etkilerinin, istatistiksel bakımdan aynı seviyede önemli ( $p \leq 0,001$ ) olduğu Çizelge 4.59’dan anlaşılmaktadır.

Çalışmanın ilk yılında GUY içinde en yüksek ortalama bakır değerleri SG ve PGPRxOTG gruplarından SGS içinde NPK0 grubundan elde edilmiştir. İkinci yıl OTG ve NPK3 gruplarında en yüksek bakır içerikleri tespit edilmiştir. İki yıl ortalama verileri dikkate alındığında ise GUY içinde OTG, SGS içinde NPK0 ve NPK1 gruplarında en yüksek içeriklerin tespit edildiği görülmektedir (Çizelge 4.60).

Çalışmanın iki yıl ortalama verilerine göre uygulamalar bireysel olarak değerlendirildiğinde en düşük bakır içeriği 1,75 ppm ile besin elementlerinin hemen hemen hepsinde olduğu gibi hiç gübre uygulanmayan NPK0 uygulamasından elde edilirken, en yüksek değer 4,85 ppm ile NPK0xPGPRxOTG uygulamasından elde edilmiştir. Bu uygulamada hiç sentetik gübre kullanılmadığı düşünülecek olursa dekara 400 kg olarak uygulanan organik tavuk gübresi (OTG)’nin bakterilerle birlikte kombinasyonunun bakır içeriğine oldukça olumlu katkısı olduğu söylenebilir. Bununla birlikte çalışmada elde edilen bulgulara göre, OTG’nin belli miktarda bakır sağladığı da varsayılabilir. Ayrıca bazı bakteri uygulamalarının yapılan bir çalışmada kontrole göre bakır içeriğinde azalmaya neden olduğu da bildirilmiştir (Ekinci *et al.* 2014). Bitkilerde klorofil üretimi, fotosentez ve verim için gerekli elementlerden biri olan bakırın en yüksek PGPRxOTG uygulaması yapılan parsellerdeki bitkilerden elde edilmiştir. Organik gübrelerle birlikte bakteri uygulamalarının bitki büyüme ve gelişimine olumlu etkisi bir kez daha burada görülmektedir.

Çizelge 4.59. Yaprak bakır değerlerine ait varyans analiz sonuçları

Yıllar	Varyasyon Kaynakları	SD	KO	F Değeri	Önem Seviyesi
2014	Sentetik Gübre Seviyeleri (SGS)	3	6,255	408,403	0,000 ***
	Gübre Uygulamaları (GUY)	3	1,260	82,294	0,000 ***
	SGS x GUY	9	14,202	927,265	0,000 ***
2015	Sentetik Gübre Seviyeleri (SGS)	3	2,893	734,074	0,000 ***
	Gübre Uygulamaları (GUY)	3	2,206	559,710	0,000 ***
	SGS x GUY	9	2,018	512,189	0,000 ***
Yıllar Ortalaması	Sentetik Gübre Seviyeleri (SGS)	3	0,467	48,486	0,000 ***
	Gübre Uygulamaları (GUY)	3	0,843	87,503	0,000 ***
	Yıllar (Y)	1	96,275	9999,097	0,000 ***
	SGS x GUY x Y	9	9,543	991,111	0,000 ***
	SGS x Y	3	8,681	901,607	0,000 ***
	GUY x Y	3	2,624	272,477	0,000 ***
	SGS x GUY	9	6,678	693,539	0,000 ***

\*\*\* ( $p \leq 0,001$ ) seviyesinde istatistiksel bakımdan önemli

Çizelge 4.60. Uygulamalara göre yaprak bakır değerleri (ppm)

Yıllar	Sentetik Gübre Seviyeleri (SGS)	Gübre Uygulamaları (GUY)				Ortalama
		SG	PGPR	OTG	PGPRxOTG	
2014	NPK0	1,85 l	5,13 cd	5,26 c	7,39 a	4,91 A***
	NPK1	4,96 de	4,67 fg	3,70 h	3,35 i	4,17 B
	NPK2	5,90 b	2,95 j	2,33 k	4,79 ef	3,99 C
	NPK3	4,59 g	2,24 k	4,88 e	1,85 l	3,39 D
	Ortalama	4,32 A***	3,75 C	4,04 B	4,35 A	4,12
2015	NPK0	1,64 j	1,49 k	1,77 i	2,31 g	1,80 D***
	NPK1	1,72 ij	2,62 f	3,91 a	1,79 i	2,51 B
	NPK2	1,47 k	2,39 g	3,50 b	2,21 h	2,39 C
	NPK3	2,99 d	3,26 c	2,22 h	2,81 e	2,82 A
	Ortalama	1,95 D***	2,44 B	2,85 A	2,28 C	2,38
Yıllar Ortalaması	NPK0	1,75 l	3,31 g	3,51 f	4,85 a	3,36 A***
	NPK1	3,34 g	3,64 de	3,81 b	2,57 j	3,34 A
	NPK2	3,69 cd	2,67 ij	2,92 h	3,50 f	3,19 B
	NPK3	3,79 bc	2,75 i	3,55 ef	2,33 k	3,10 C
	Ortalama	3,14 C***	3,09 C	3,45 A	3,31 B	3,25 ***

\*\*\* ( $p \leq 0,001$ ) seviyesinde istatistiksel bakımdan önemli, her yıl için küçük ve farklı harfle harflendirilen bireysel uygulamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ( $p \leq 0,05$ ).

#### 4.3.9. Yaprak mangan (Mn) içerikleri

Bitki yapraklarında bulunan mangan içeriklerine uygulama gruplarının, yılların ve bunların interaksiyonlarının etkilerinin istatistiksel olarak önemliliğinin belirlenmesine yönelik olarak gerçekleştirilen varyans analizlerinin sonuçları Çizelge 4.61’de verilmiştir. Bu sonuçlar incelendiğinde; yapılan uygulamalar ve yılların, çalışmanın 1. yılı, 2. yılı ve iki yıl ortalamalarında mangan içerikleri üzerinde meydana getirdikleri değişimlerin istatistiksel olarak aynı seviyede önemli ( $p \leq 0,001$ ) olduğu görülmektedir.

Uygulamalara ve uygulama gruplarına göre yaprak mangan içerikleri Çizelge 4.62’de verilmiştir. Birinci yıl değerleri incelendiğinde SG ve NPK0 gruplarında en yüksek mangan içeriklerinin elde edildiği görülürken, 2. yıl OTG ve NPK1 gruplarından elde edildiği görülmektedir. İki yıl ortalama değerleri incelendiğinde ise GUY içinde OTG, SGS içinde de istatistiksel olarak aynı grupta yer almak üzere NPK0 ve NPK2 gruplarından en yüksek mangan içeriklerinin tespit edildiği görülmektedir.

Bireysel uygulamalar dikkate alındığında ise ortalama değerlere göre en yüksek mangan içeriğinin bakırda olduğu gibi sentetik gübre bulunmayan NPK0xPGPRxOTG uygulamasından elde edildiği görülmektedir. Manganın demir ve çinko gibi elementlerle kombinasyon oluşturarak bitki gelişimi ve klorofil oluşumuna destek verdiği, protein ve karbonhidrat oluşumunda rol oynadığı düşünülürse organik tavuk gübresiyle bakteri kombinasyonunun büyüme ve gelişim üzerinde önemli olumlu etkiye sahip olduğu söylenebilir. Ayrıca yine diğer bazı iz elementlerde olduğu gibi organik tavuk gübresiyle bitkilere bir miktar mangan sağlanmış olabileceği de düşünülebilir.

**Çizelge 4.61.** Yaprak mangan değerlerine ait varyans analiz sonuçları

Yıllar	Varyasyon Kaynakları	SD	KO	F Değeri	Önem Seviyesi
2014	Sentetik Gübre Seviyeleri (SGS)	3	626,139	657,346	0,000 ***
	Gübre Uygulamaları (GUY)	3	31,212	32,768	0,000 ***
	SGS x GUY	9	399,048	418,937	0,000 ***
2015	Sentetik Gübre Seviyeleri (SGS)	3	161,248	140,215	0,000 ***
	Gübre Uygulamaları (GUY)	3	141,133	122,723	0,000 ***
	SGS x GUY	9	92,750	80,652	0,000 ***
Yıllar Ortalaması	Sentetik Gübre Seviyeleri (SGS)	3	88,223	83,920	0,000 ***
	Gübre Uygulamaları (GUY)	3	60,169	57,235	0,000 ***
	Yıllar (Y)	1	1481,721	1409,464	0,000 ***
	SGS x GUY x Y	9	242,836	230,994	0,000 ***
	SGS x Y	3	699,165	665,069	0,000 ***
	GUY x Y	3	112,176	106,705	0,000 ***
	SGS x GUY	9	248,963	236,822	0,000 ***

\*\*\* ( $p \leq 0,001$ ) seviyesinde istatistiksel bakımdan önemli

**Çizelge 4.62.** Uygulamalara göre yaprak mangan değerleri (ppm)

Gübre Uygulamaları (GUY)						
Yıllar	Sentetik Gübre Seviyeleri (SGS)	SG	PGPR	OTG	PGPR+OTG	Ortalama
2014	NPK0	39,85 f	34,88 h	48,94 c	64,52 a	47,05 A***
	NPK1	28,08 k	36,65 g	36,08 gh	30,23 j	32,76 D
	NPK2	51,30 b	40,05 f	47,62 cd	32,37 i	42,84 C
	NPK3	51,90 b	47,35 d	35,46 gh	43,09 e	44,45 B
	Ortalama	42,78 A***	39,73 C	42,03 B	42,55 AB	41,77
2015	NPK0	26,71 g	33,12 e	31,32 f	38,35 cd	32,38 C***
	NPK1	37,40 d	39,45 c	42,84 a	37,13 d	39,20 A
	NPK2	27,33 g	38,45 cd	37,44 d	39,18 c	35,60 B
	NPK3	32,68 ef	32,09 ef	41,09 b	24,91 h	32,69 C
	Ortalama	31,03 D***	35,78 B	38,17 A	34,89 C	34,97
Yıllar Ortalaması	NPK0	33,28 fg	34,00 f	40,13 c	51,43 a	39,71 A***
	NPK1	32,74 g	38,05 d	39,46 c	33,68 fg	35,98 C
	NPK2	39,31 c	39,25 c	42,53 b	35,78 e	39,22 A
	NPK3	42,29 b	39,72 c	38,28 d	34,00 f	38,57 B
	Ortalama	36,90 D***	37,75 C	40,10 A	38,72 B	38,37 ***

\*\*\* ( $p \leq 0,001$ ) seviyesinde istatistiksel bakımdan önemli, her yıl için küçük ve farklı harfle harflendirilen bireysel uygulamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ( $p \leq 0,05$ ).

#### 4.3.10. Yaprak çinko (Zn) içerikleri

Bitki yapraklarında belirlenen çinko değerlerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.63'te, çinko değerleri ise Çizelge 4.64'te verilmiştir.

Çizelge 4.63 incelendiğinde tüm uygulamaların, uygulama gruplarının, yılların ve bunların interaksiyonlarının, yapraklardaki çinko içerikleri üzerine etkileri istatistiksel olarak aynı derecede önemli ( $p \leq 0,001$ ) bulunduğu anlaşılmaktadır.

Çizelge 4.64'ten ise çalışmanın ilk yılı çinko içeriği genel ortalamasının 24,27 ppm olduğu, 2. yıl ise 41,14 ppm olarak arttığı ve bu artışın istatistiksel bakımdan önemli ( $p \leq 0,001$ ) olduğu anlaşılmaktadır. Çalışmanın ilk yılında en yüksek ortalama çinko içerikleri NPK0 ve PGPRxOTG gruplarında tespit edilirken, ikinci yıl NPK1 ve PGPRxOTG gruplarında belirlenmiştir. İki yıl ortalama değerlerine göre ise en yüksek çinko içerikleri NPK0 ve PGPRxOTG gruplarında belirlenmiştir.

İki yıl ortalama verilerine göre bireysel uygulamalar içinde en düşük çinko içeriği (19,47 ppm) sentetik gübre grubunda yer alan NPK2 uygulamasında belirlenirken, en yüksek içerik (50,42 ppm) NPK0xPGPRxOTG uygulamasından elde edilmiştir.

Çinkonun da mangan gibi diğer mikro elementlerle benzer şekilde klorofil oluşumu, hormon faaliyetleri ile büyüme ve gelişimde rol aldığı düşünülürse organik gübreyle bakteri kombinasyonunun büyüme ve gelişim üzerinde önemli olumlu etkiye sahip olduğu söylenebilir.

**Çizelge 4.63.** Yaprak çinko değerlerine ait varyans analiz sonuçları

Yıllar	Varyasyon Kaynakları	SD	KO	F Değeri	Önem Seviyesi
2014	Sentetik Gübre Seviyeleri (SGS)	3	3145,916	2950,580	0,000 ***
	Gübre Uygulamaları (GUY)	3	320,652	300,742	0,000 ***
	SGS x GUY	9	201,858	189,324	0,000 ***
2015	Sentetik Gübre Seviyeleri (SGS)	3	234,707	189,224	0,000 ***
	Gübre Uygulamaları (GUY)	3	413,696	333,527	0,000 ***
	SGS x GUY	9	108,608	87,561	0,000 ***
Yıllar Ortalaması	Sentetik Gübre Seviyeleri (SGS)	3	1670,470	1448,445	0,000 ***
	Gübre Uygulamaları (GUY)	3	560,713	486,188	0,000 ***
	Yıllar (Y)	1	9106,527	7896,164	0,000 ***
	SGS x GUY x Y	9	194,648	168,777	0,000 ***
	SGS x Y	3	1710,152	1482,853	0,000 ***
	GUY x Y	3	173,635	150,557	0,000 ***
	SGS x GUY	9	115,818	100,425	0,000 ***

\*\*\* ( $p \leq 0,001$ ) seviyesinde istatistiksel bakımdan önemli

**Çizelge 4.64.** Uygulamalara göre yaprak çinko değerleri (ppm)

Gübre Uygulamaları (GUY)						
Yıllar	Sentetik Gübre Seviyeleri (SGS)	SG	PGPR	OTG	PGPRxOTG	Ortalama
2014	NPK0	36,34 d	41,09 c	43,60 b	56,76 a	44,45 A***
	NPK1	31,50 e	13,42 j	15,40 h	32,25 e	23,14 B
	NPK2	9,06 l	13,56 ij	15,02 hi	20,23 g	14,47 C
	NPK3	10,78 k	23,11 f	11,75 k	14,50 hj	15,03 C
	<b>Ortalama</b>	<b>21,92 C***</b>	<b>22,79 B</b>	<b>21,44 C</b>	<b>30,94 A</b>	<b>24,27</b>
2015	NPK0	36,81 h	40,45 e	36,24 h	44,07 d	39,39 B***
	NPK1	36,53 h	44,97 cd	57,22 a	48,83 b	46,88 A
	NPK2	29,87 j	39,48 ef	37,24 gh	49,86 b	39,11 B
	NPK3	33,06 i	38,65 fg	46,32 c	38,67 fg	39,18 B
	<b>Ortalama</b>	<b>34,07 D***</b>	<b>40,89 C</b>	<b>44,26 B</b>	<b>45,36 A</b>	<b>41,14</b>
Yıllar Ortalaması	NPK0	36,57 c	40,77 b	39,92 b	50,42 a	41,92 A***
	NPK1	34,01 d	29,20 f	36,31 c	40,54 b	35,01 B
	NPK2	19,47 i	26,52 g	26,13 g	35,04 d	26,79 C
	NPK3	21,92 h	30,88 e	29,03 f	26,59 g	27,11 C
	<b>Ortalama</b>	<b>27,99 D***</b>	<b>31,84 C</b>	<b>32,85 B</b>	<b>38,15 A</b>	<b>32,71 ***</b>

\*\*\* ( $p \leq 0,001$ ) seviyesinde istatistiksel bakımdan önemli, her yıl için küçük ve farklı harfle harflendirilen bireysel uygulamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ( $p \leq 0,05$ ).

#### 4.3.11. Yaprak molibden (Mo) içerikleri

Yapraklarda tespit edilen molibden içeriklerine ait varyans analiz sonuçları ve elde edilen değerler Çizelge 4.65 ve 4.66'da sunulmuştur.

Çizelge 4.65 incelendiğinde; uygulamaların, uygulama gruplarının, yıllara göre değişimlerin ve bunların interaksiyonlarının molibden içerikleri üzerine etkilerinin, istatistiksel olarak aynı seviyede olmak üzere önemli ( $p \leq 0,001$ ) olduğu anlaşılmaktadır.

Çalışmanın ilk yılı en yüksek ortalama molibden içerikleri SGS içinde NPK0, GUY içinde SG ve PGPR gruplarından elde edilmiştir. İkinci yıl en yüksek değerler NPK0 ve SG gruplarında belirlenmiştir. İki yıl ortalama verilerine göre ise en yüksek molibden içerikleri yine NPK0 ve SG gruplarında tespit edilmiştir (Çizelge 4.66).

Uygulamalar bireysel olarak değerlendirildiğinde iki yıl ortalama verileri bakımından en düşük değer 0,64 ppm ile NPK1xPGPRxOTG uygulamasından elde edildiği görülürken, en yüksek değer 1,46 ppm ile hiç gübre uygulanmayan NPK0 uygulanmasından elde edildiği görülmektedir.

Molibden içeriği en yüksek NPK0 uygulamasındaki bitkilerden elde edilmiştir. Bunun nedeni, bu parseldeki bitkilere hiç gübre uygulanmamış olması nedeniyle, bitkilerin azot alımı ve kullanımında etkili olan molibden elementini bünyelerine alarak gidermeye çalışmaları olabilir. Başka bir ifadeyle bu parselde yer alan bitkilerde molibden miktarının yüksek çıkması, gübre uygulaması yapılmaması sonucu bitkilerde meydana gelen stres etkisinin bir göstergesi olabilir.

Çizelge 4.65. Yaprak molibden değerlerine ait varyans analiz sonuçları

Yıllar	Varyasyon Kaynakları	SD	KO	F Değeri	Önem Seviyesi
2014	Sentetik Gübre Seviyeleri (SGS)	3	0,852	373,040	0,000 ***
	Gübre Uygulamaları (GUY)	3	0,412	180,345	0,000 ***
	SGS x GUY	9	0,429	188,043	0,000 ***
2015	Sentetik Gübre Seviyeleri (SGS)	3	0,345	250,410	0,000 ***
	Gübre Uygulamaları (GUY)	3	0,175	127,013	0,000 ***
	SGS x GUY	9	0,317	230,053	0,000 ***
Yıllar Ortalaması	Sentetik Gübre Seviyeleri (SGS)	3	0,955	521,600	0,000 ***
	Gübre Uygulamaları (GUY)	3	0,342	186,673	0,000 ***
	Yıllar (Y)	1	2,008	1096,405	0,000 ***
	SGS x GUY x Y	9	0,559	305,340	0,000 ***
	SGS x Y	3	0,242	132,145	0,000 ***
	GUY x Y	3	0,245	133,860	0,000 ***
	SGS x GUY	9	0,187	102,378	0,000 ***

\*\*\* (p≤0,001) seviyesinde istatistiksel bakımdan önemli

Çizelge 4.66. Uygulamalara göre yaprak molibden değerleri (ppm)

Yıllar	Sentetik Gübre Seviyeleri (SGS)	Gübre Uygulamaları (GUY)				Ortalama
		SG	PGPR	OTG	PGPRxOTG	
2014	NPK0	1,14 e	1,10 e	1,28 d	1,73 a	1,31 A***
	NPK1	0,94 f	0,94 f	0,80 g	0,52 j	0,80 D
	NPK2	1,54 b	1,46 c	1,31 d	0,62 i	1,23 B
	NPK3	1,30 d	1,35 d	0,70 h	0,71 h	1,02 C
	Ortalama	1,23 A***	1,21 A	1,02 B	0,89 C	1,09
2015	NPK0	1,78 a	0,85 c	0,71 fg	0,89 c	1,06 A***
	NPK1	0,74 df	0,74 df	0,85 c	0,77 de	0,77 B
	NPK2	0,58 h	0,78 d	0,74 df	1,04 b	0,78 B
	NPK3	0,79 d	0,67 g	0,71 eg	0,79 d	0,74 C
	Ortalama	0,97 A***	0,76 C	0,75 C	0,87 B	0,84
Yıllar Ortalaması	NPK0	1,46 a	0,98 g	0,99 fg	1,31 b	1,18 A***
	NPK1	0,84 h	0,84 h	0,83 h	0,64 k	0,79 D
	NPK2	1,06 d	1,12 c	1,03 df	0,83 h	1,01 B
	NPK3	1,04 de	1,01 eg	0,70 j	0,75 i	0,88 C
	Ortalama	1,10 A***	0,99 B	0,89 C	0,88 C	0,96 ***

\*\*\* (p≤0,001) seviyesinde istatistiksel bakımdan önemli, her yıl için küçük ve farklı harfle harflendirilen bireysel uygulamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir (p≤0,05).



#### 4.3.12. Yaprak bor (B) içerikleri

Yapılan analizlerle bitkilerin yapraklarında belirlenen bor miktarlarıyla ilgili yapılan varyans analiz sonuçları ve uygulamalara göre tespit edilen bor değerleri Çizelge 4.67 ve 4.68'de verilmiştir.

Çizelge 4.67'de diğer besin elementlerinde olduğu gibi uygulamaların, yılların ve bunlardan meydana gelen interaksiyonların bor içerikleri üzerine olan etkilerinin istatistiksel bakımdan aynı seviyede önemli ( $p \leq 0,001$ ) oldukları görülmektedir.

Çizelge 4.68 incelendiğinde çalışmanın 1. yılında en yüksek ortalama bor içerikleri NPK0 ve PGPR gruplarından elde edildiği görülürken, 2. yılında gübre kombinasyon gruplarından PGPR, OTG ve PGPRxOTG'de ve SGS içinde NPK1 grubundan elde edildiği görülmektedir. İki yıl ortalama verilerine göre ise NPK2 ve PGPR gruplarında en yüksek bor içeriklerinin elde edildiği görülmektedir.

Uygulamalar bireysel olarak incelendiğinde iki yıl ortalamalarına göre en düşük bor içeriği 7,94 ppm ile NPK3xPGPRxOTG uygulamasında tespit edilirken, en yüksek içerik 10,72 ppm ile NPK3xPGPR uygulamasında bulunmuştur.

Bütün bitkiler normal bir gelişim için bor elementine ihtiyaç duyarlar. Bununla birlikte bor, fazlalığında toksik etki yapan bir elementtir (Demirtaş 2005). Ayrıca karnabahar bor noksanlığına hassas olan bir türdür. Çalışmada en yüksek bor içeriği NPK3xPGPR uygulanan bitkilerden elde edilmiştir. Ayrıca hiçbir bitkide bor veya diğer element eksiklikleri veya fazlalığı ile ilgili bir bozukluk gözlemlenmemiştir. Bu durum denemenin yapıldığı arazide uzun yıllar bitkisel üretim yapılmaması ve bunun sonucunda toprakta bir noksanlığın oluşmamasından kaynaklanabilir.

Çizelge 4.67. Yaprak bor değerlerine ait varyans analiz sonuçları

Yıllar	Varyasyon Kaynakları	SD	KO	F Değeri	Önem Seviyesi
2014	Sentetik Gübre Seviyeleri (SGS)	3	6,141	190,700	0,000 ***
	Gübre Uygulamaları (GUY)	3	13,994	434,528	0,000 ***
	SGS x GUY	9	13,847	429,979	0,000 ***
2015	Sentetik Gübre Seviyeleri (SGS)	3	3,879	48,026	0,000 ***
	Gübre Uygulamaları (GUY)	3	5,070	62,766	0,000 ***
	SGS x GUY	9	3,684	45,602	0,000 ***
Yıllar Ortalaması	Sentetik Gübre Seviyeleri (SGS)	3	0,519	9,189	0,000 ***
	Gübre Uygulamaları (GUY)	3	8,233	145,744	0,000 ***
	Yıllar (Y)	1	923,372	16345,798	0,000 ***
	SGS x GUY x Y	9	11,956	211,650	0,000 ***
	SGS x Y	3	9,502	168,200	0,000 ***
	GUY x Y	3	10,831	191,725	0,000 ***
	SGS x GUY	9	5,575	98,683	0,000 ***

\*\*\* ( $p \leq 0,001$ ) seviyesinde istatistiksel bakımdan önemli

Çizelge 4.68. Uygulamalara göre yaprak bor değerleri (ppm)

Yıllar	Sentetik Gübre Seviyeleri (SGS)	Gübre Uygulamaları (GUY)				Ortalama
		SG	PGPR	OTG	PGPRxOTG	
2014	NPK0	5,69 f	7,33 d	7,52 d	9,23 a	7,44 A***
	NPK1	7,28 d	6,64 e	4,23 g	5,68 f	5,96 D
	NPK2	8,61 b	7,95 c	7,52 d	3,70 h	6,95 B
	NPK3	6,79 e	9,36 a	6,82 e	3,82 h	6,70 C
	Ortalama	7,09 B***	7,82 A	6,52 C	5,61 D	6,76
2015	NPK0	10,68 g	11,98 de	11,37 f	11,94 de	11,49 C***
	NPK1	11,70 df	13,10 b	14,02 a	11,88 de	12,68 A
	NPK2	10,13 h	12,79 bc	12,58 c	13,62 a	12,28 B
	NPK3	12,66 c	12,07 d	11,53 ef	12,06 d	12,08 B
	Ortalama	11,29 B***	12,49 A	12,38 A	12,38 A	12,13
Yıllar Ortalaması	NPK0	8,19 j	9,66 df	9,44 fg	10,59 ab	9,47 B***
	NPK1	9,49 eg	9,87 cd	9,12 h	8,78 i	9,32 C
	NPK2	9,37 gh	10,37 b	10,05 c	8,66 i	9,61 A
	NPK3	9,72 de	10,72 a	9,18 h	7,94 k	9,39 BC
	Ortalama	9,19 C***	10,15 A	9,45 B	8,99 D	9,45 ***

\*\*\* ( $p \leq 0,001$ ) seviyesinde istatistiksel bakımdan önemli, her yıl için küçük ve farklı harfle harflendirilen bireysel uygulamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ( $p \leq 0,05$ ).

#### 4.4. Taç Nitrat İçerikleri

Taçalarda ölçülen nitrat miktarlarına ait varyans analiz sonuçları ve elde edilen değerler Çizelge 4.69 ve 4.70’te sunulmuştur.

Çizelge 4.69 incelendiğinde uygulamaların, uygulama gruplarının, yıllar arasındaki değişimlerin ve bunların interaksiyonlarının taçalardaki ortalama nitrat miktarları üzerine etkilerinin istatistiksel olarak aynı seviyede önemli ( $p \leq 0,001$ ) oldukları görülmektedir. Çizelge 4.70’te çalışmanın birinci yılında en yüksek taç nitrat içeriğinin NPK0 ve SG grubundan elde edildiği görülmektedir. İkinci yıl ise en yüksek değerlerin GUY içinde SG, SGS içinde ise NPK0 ve NPK3 gruplarında en yüksek nitrat içerikleri tespit edilmiştir. İki yıl ortalama değerlerine göre en yüksek değerler yine SG ve NPK0 gruplarından elde edilmiştir. İki yıl ortalama değerleri incelendiğinde bireysel uygulamalar içinde en düşük değer 21 ppm’le NPK3xOTG uygulamasında belirlenirken, en yüksek değer 135 ppm’le NPK0 uygulamasında belirlenmiştir.

Uygulamalara göre bitki taçlarındaki nitrat içerikleri farklılık göstermiştir. Genel olarak uygulanan azot miktarı yükseldikçe taçalardaki nitrat miktarının da artış gösterdiği görülmektedir. Kaniszewski and Rumpel (1998) farklı azot kaynaklarını ve seviyelerini uyguladıkları çalışmalarında karnabahar taçlarında 220 mg/kg ile 411 mg/kg arasında nitrat içeriği tespit ettiklerini bildirmişlerdir. Bu değerler çalışmamızda elde edilen değerlere göre biraz daha yüksektir. Bunun nedeni araştırmacıların uyguladıkları azot seviyelerinin çalışmamızdakinden daha yüksek olması, farklı çeşitlerin kullanılmış olması veya toprak yapısı gibi çevresel faktörler olabilir. Aynı çalışmanın sonuçları; artan azot miktarına bağlı olarak taçalardaki nitrat seviyesinin belli bir miktara kadar yükseldiğini göstermektedir. Çalışmamızda da kontrol (NPK0) uygulaması hariç uygulama grupları incelendiğinde uygulanan azot seviyesi yükseldikçe taçalardaki nitrat seviyesinin de arttığı görülmüştür. NPK0 parselindeki bitkilerin taçlarında en yüksek nitrat miktarının belirlenmesi ise azotun elverişsiz, yetersiz veya aşırı olduğu durumlarda bitkilerin bünyelerinde azotu nitrat formunda biriktirme eğiliminde olmalarından kaynaklanabilir.

**Çizelge 4.69.** Taçlardaki nitrat değerlerine ait varyans analiz sonuçları

Yıllar	Varyasyon Kaynakları	SD	KO	F Değeri	Önem Seviyesi
2014	Sentetik Gübre Seviyeleri (SGS)	3	11405,641	149,286	0,000 ***
	Gübre Uygulamaları (GUY)	3	3600,182	47,122	0,000 ***
	SGS x GUY	9	4657,516	60,961	0,000 ***
2015	Sentetik Gübre Seviyeleri (SGS)	3	2264,500	103,323	0,000 ***
	Gübre Uygulamaları (GUY)	3	5342,167	243,749	0,000 ***
	SGS x GUY	9	1295,444	59,108	0,000 ***
Yıllar Ortalaması	Sentetik Gübre Seviyeleri (SGS)	3	10381,612	211,185	0,000 ***
	Gübre Uygulamaları (GUY)	3	7667,841	155,981	0,000 ***
	Yıllar (Y)	1	2493,945	50,732	0,000 ***
	SGS x GUY x Y	9	929,758	18,913	0,000 ***
	SGS x Y	3	3288,529	66,896	0,000 ***
	GUY x Y	3	1274,508	25,926	0,000 ***
	SGS x GUY	9	5023,202	102,183	0,000 ***

\*\*\* (p<0,001) seviyesinde istatistiksel bakımdan önemli

**Çizelge 4.70.** Uygulamalara göre taçlardaki nitrat değerleri (ppm)

Yıllar	Gübre Uygulamaları (GUY)					Ortalama
	Sentetik Gübre Seviyeleri (SGS)	SG	PGPR	OTG	PGPRxOTG	
2014	NPK0	155 a	25 gh	60 d	120 b	90 A***
	NPK1	30 gh	33 fh	37 fh	20 gh	30 D
	NPK2	40 eg	38 fh	52 df	20 gh	38 C
	NPK3	53 df	58 de	18 h	85 c	54 B
	<b>Ortalama</b>	<b>70 A***</b>	<b>39 C</b>	<b>42 C</b>	<b>61 B</b>	<b>53</b>
2015	NPK0	114 a	48 eg	48 eg	65 c	69 A***
	NPK1	58 ce	57 cf	35 h	47 fg	49 D
	NPK2	61 cd	61 cd	43 gh	54 df	55 C
	NPK3	95 b	90 b	24 i	90 b	75 A
	<b>Ortalama</b>	<b>82 A***</b>	<b>64 B</b>	<b>37 C</b>	<b>64 B</b>	<b>61</b>
Yıllar Ortalaması	NPK0	135 a	36 fg	54 d	93 b	79 A***
	NPK1	44 dg	45 df	36 fg	33 g	39 D
	NPK2	51 d	49 d	47 de	37 eg	46 C
	NPK3	74 c	74 c	21 h	88 b	64 B
	<b>Ortalama</b>	<b>76 A***</b>	<b>51 C</b>	<b>40 D</b>	<b>63 B</b>	<b>57 ***</b>

\*\*\* (p<0,001) seviyesinde istatistiksel bakımdan önemli, her yıl için küçük ve farklı harfle harflendirilen bireysel uygulamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir (p<0,05).

## 4.5. Yaprakta Antioksidan Enzimler

### 4.5.1. Katalaz (CAT)

Karnabahar yapraklarında antioksidan enzimlerden katalaz miktarlarını belirlemek amacıyla yapılan analizlerde elde edilen değerlere ait varyans analiz sonuçları ve katalaza ait değerler Çizelge 4.71 ve 4.72’de verilmiştir.

Çizelge 4.71 incelendiğinde çalışmanın birinci ve ikinci yılında, yaprak katalaz değerleri üzerine SGS, GUY ve SGSxGUY interaksyonunun etkileri istatistiksel olarak aynı seviyede önemli ( $p \leq 0,001$ ) olduğu görülmektedir. İki yıl ortalama değerlerine göre ise GUYxY interaksyonu etkisi önemsiz ( $p > 0,05$ ), SGSxY interaksyon etkisi  $p \leq 0,05$  düzeyinde önemli, diğer tüm uygulama ve bunların interaksyonlarının etkileri ise  $p \leq 0,001$  düzeyinde önemli bulunmuştur. Çizelge 4.72 incelendiğinde 1. yıl en yüksek katalaz değerinin GUY içinde SG grubundan, SGS içinde ise NPK1 ve NPK2 seviyelerinden elde edildiği görülmektedir. Çalışmanın 2. yılında ve iki yıl ortalamalarında da en yüksek değerler aynı gruplardan elde edilmiştir. Uygulamalara bireysel olarak bakıldığında ise en düşük değer 21,84 EU g<sup>-1</sup> yaprak ile NPK0 uygulamasından, en yüksek değer ise 132,79 EU g<sup>-1</sup> yaprak ile NPK2 uygulamasından elde edildiği görülmektedir. Antioksidan enzimler, aerobik solunum yapan tüm canlıların metabolizmalarında oluşan ve toksik etkiye sahip reaktif oksijen formlarının giderilmesinde önemli rol oynayan metabolik ürünlerdendir (Mittler 2002). Besin kalitesi ve ürün kalitesi bakımından da antioksidan maddeler önem taşırlar. Bu önemlerini, hem beslenme açısından bu antioksidan maddelerini tüketicilere sağlamalarından hem de ürünlerde bozulmaya sebep olan lipid peroksidasyonunu geciktirmeleri gibi özelliklerinden alırlar (Scalzo *et al.* 2007). Antioksidan enzimler, bitkiler tarafından abiyotik veya biyotik stres koşullarında veya bu koşullara daha dirençli olmak için de üretilmektedirler (Noctor and Foyer 1998). Jasim and Al-Timmen (2014) yaptıkları çalışmada farklı gübre uygulamalarının brokolide katalaz enzim miktarını kontrole göre arttırdığını bildirmişlerdir. Çalışmamızda da tüm uygulamaların NPK0 uygulamasına göre katalaz miktarını artırdığı belirlenmiştir.

**Çizelge 4.71.** Katalaz enzim değerlerine ait varyans analiz sonuçları

Yıllar	Varyasyon Kaynakları	SD	KO	F Değeri	Önem Seviyesi
2014	Sentetik Gübre Seviyeleri (SGS)	3	16276,997	210,725	0,000 ***
	Gübre Uygulamaları (GUY)	3	910,202	11,784	0,000 ***
	SGS x GUY	9	3291,809	42,616	0,000 ***
2015	Sentetik Gübre Seviyeleri (SGS)	3	13328,168	192,622	0,000 ***
	Gübre Uygulamaları (GUY)	3	1245,113	17,995	0,000 ***
	SGS x GUY	9	3795,854	54,859	0,000 ***
Yıllar Ortalaması	Sentetik Gübre Seviyeleri (SGS)	3	29340,102	400,722	0,000 ***
	Gübre Uygulamaları (GUY)	3	1997,974	27,288	0,000 ***
	Yıllar (Y)	1	12419,865	169,628	0,000 ***
	SGS x GUY x Y	9	641,337	8,759	0,000 ***
	SGS x Y	3	265,063	3,620	0,016 *
	GUY x Y	3	157,341	2,149	0,099 öd
	SGS x GUY	9	6446,325	88,043	0,000 ***

\* ( $p \leq 0,05$ ), \*\* ( $p \leq 0,01$ ), \*\*\* ( $p \leq 0,001$ ) seviyesinde istatistiksel bakımdan önemli  
öd: Uygulamalar arasındaki fark önemli değil ( $p > 0,05$ )

**Çizelge 4.72.** Uygulamalara göre katalaz enzim değerleri (EU g<sup>-1</sup> yaprak)

Yıllar	Gübre Uygulamaları (GUY)					Ortalama
	Sentetik Gübre Seviyeleri (SGS)	SG	PGPR	OTG	PGPRxOTG	
2014	NPK0	22,76 f	46,51 de	25,50 f	34,78 ef	<b>32,39 C***</b>
	NPK1	113,50 a	119,10 a	56,34 d	104,59 ab	<b>98,38 A</b>
	NPK2	118,63 a	82,49 c	113,25 a	88,98 bc	<b>100,84 A</b>
	NPK3	79,46 c	46,16 de	119,83 a	35,48 ef	<b>70,23 B</b>
	<b>Ortalama</b>	<b>83,59 A***</b>	<b>73,57 B</b>	<b>78,73 AB</b>	<b>65,96 C</b>	<b>75,46</b>
2015	NPK0	20,92 g	72,41 ef	54,92 f	67,51 ef	<b>53,94 C***</b>
	NPK1	147,60 a	138,16 a	83,08 de	97,83 cd	<b>116,67 A</b>
	NPK2	146,96 a	82,35 de	110,42 c	114,15 bc	<b>113,47 A</b>
	NPK3	115,90 bc	65,66 ef	129,38 ab	75,34 e	<b>96,57 B</b>
	<b>Ortalama</b>	<b>107,84 A***</b>	<b>89,65 B</b>	<b>94,45 B</b>	<b>88,71 B</b>	<b>95,16</b>
Yıllar Ortalaması	NPK0	21,84 h	59,46 ef	40,21 g	51,14 fg	<b>43,16 C***</b>
	NPK1	130,55 a	128,63 a	69,71 de	101,21 c	<b>107,53 A</b>
	NPK2	132,80 a	82,42 d	111,84 bc	101,56 c	<b>107,15 A</b>
	NPK3	97,68 c	55,91 ef	124,60 ab	55,40 ef	<b>83,40 B</b>
	<b>Ortalama</b>	<b>95,72 A***</b>	<b>81,61 C</b>	<b>86,59 B</b>	<b>77,33 D</b>	<b>85,31 ***</b>

\*\*\* ( $p \leq 0,001$ ) seviyesinde istatistiksel bakımdan önemli, her yıl için küçük ve farklı harfle harflendirilen bireysel uygulamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ( $p \leq 0,05$ ).

#### 4.5.2. Süperoksid dismutaz (SOD)

Süperoksid dismutaz miktarını belirlemek amacıyla yapılan analizlerde elde edilen değerlerle ilgili varyans analiz sonuçları ve elde edilen değerler Çizelge 4.73 ve 4.74'te verilmiştir.

Çizelge 4.73 incelendiğinde çalışmanın ilk yılındaki, 2. yılındaki ve iki yıl ortalama SOD miktarları üzerine uygulamaların, kombinasyon gruplarının, yılların ve bunların interaksiyonlarının etkileri istatistiksel olarak GUYxY ( $p \leq 0,01$ ) hariç aynı seviyede önemli ( $p \leq 0,001$ ) bulunmuştur.

Çizelge 4.74'te en yüksek SOD miktarlarının, çalışmanın 1. yılında gübre uygulamaları içinde SG, PGPR ve OTG gruplarından, SGS içinde NPK2 seviyesinden elde edildiği görülürken, 2. yıl OTG ve NPK3 seviye grubundan elde edildiği görülmektedir. İki yıl ortalama değerlerinde ise en yüksek miktarlar GUY içinde yine SG, PGPR ve OTG gruplarından, SGS içinde de NPK2 grubundan elde edilmiştir.

Bireysel uygulamalarda iki yıl ortalama değerlerine göre en düşük içerik  $1,51 \text{ EU g}^{-1}$  yaprak ile NPK0 uygulamasından, en yüksek içerik ise  $2,49 \text{ EU g}^{-1}$  yaprak ile NPK2xPGPR ve NPK3xPGPR uygulamalarından elde edilmiştir. Bununla birlikte NPK1xOTG ve NPK2xPGPRxOTG uygulamaları da istatistiksel olarak en üst grupta yer almıştır.

Jasim and Al-Timmen (2014) brokolide yapraklarda 2,405 ile 3,138 EU arasında değişen SOD miktarlarını bildirmişlerdir. Bu değerler çalışmamızda elde edilen değerlerle benzerlik göstermekle birlikte, araştırmacıların yaptıkları çalışmada da çalışmamızdaki gibi gübre uygulamalarıyla SOD miktarlarının da yükseldiği bildirilmiştir.

**Çizelge 4.73.** Süperoksit dismutaz enzim değerlerine ait varyans analiz sonuçları

Yıllar	Varyasyon Kaynakları	SD	KO	F Değeri	Önem Seviyesi
2014	Sentetik Gübre Seviyeleri (SGS)	3	0,690	4,696	0,006 **
	Gübre Uygulamaları (GUY)	3	3,555	24,210	0,000 ***
	SGS x GUY	9	0,953	6,492	0,000 ***
2015	Sentetik Gübre Seviyeleri (SGS)	3	0,222	96,852	0,000 ***
	Gübre Uygulamaları (GUY)	3	0,132	57,732	0,000 ***
	SGS x GUY	9	0,108	47,129	0,000 ***
Yıllar Ortalaması	Sentetik Gübre Seviyeleri (SGS)	3	0,824	11,048	0,000 ***
	Gübre Uygulamaları (GUY)	3	1,443	19,345	0,000 ***
	Yıllar (Y)	1	19,924	267,184	0,000 ***
	SGS x GUY x Y	9	0,375	5,030	0,000 ***
	SGS x Y	3	0,088	1,178	0,322 öd
	GUY x Y	3	2,245	30,107	0,000 ***
	SGS x GUY	9	0,686	9,203	0,000 ***

\*\* ( $p \leq 0,01$ ), \*\*\* ( $p \leq 0,001$ ) seviyesinde istatistiksel bakımdan önemli  
öd: Uygulamalar arasındaki fark önemli değil ( $p > 0,05$ )

**Çizelge 4.74.** Uygulamalara göre süperoksit dismutaz enzim değerleri (EU g<sup>-1</sup> yaprak)

Gübre Uygulamaları (GUY)						
Yıllar	Sentetik Gübre Seviyeleri (SGS)	SG	PGPR	OTG	PGPRxOTG	Ortalama
2014	NPK0	0,93 d	2,20 ac	1,13 d	0,96 d	1,31 B**
	NPK1	1,24 d	1,24 d	2,35 ab	1,18 d	1,50 AB
	NPK2	1,09 d	2,78 a	1,39 cd	1,81 bd	1,77 A
	NPK3	1,21 d	2,51 ab	1,82 bd	1,24 d	1,70 A
	Ortalama	1,12 C***	2,18 A	1,67 B	1,30 C	1,57
2015	NPK0	2,09 i	2,13 hi	2,22 fh	2,32 ef	2,19 C***
	NPK1	2,43 cd	2,17 gi	2,50 c	2,36 de	2,37 B
	NPK2	2,47 c	2,21 gh	2,27 eg	2,76 a	2,43 A
	NPK3	2,32 ef	2,47 c	2,65 b	2,36 de	2,45 A
	Ortalama	2,33 C***	2,24 D	2,41 B	2,45 A	2,36
Yıllar Ortalaması	NPK0	1,51 d	2,16 ac	1,68 d	1,64 d	1,75 C***
	NPK1	1,83 bd	1,71 d	2,43 a	1,77 cd	1,93 B
	NPK2	1,78 cd	2,49 a	1,83 bd	2,28 a	2,10 A
	NPK3	1,76 cd	2,49 a	2,23 ab	1,80 bd	2,07 A
	Ortalama	1,72 D***	2,21 A	2,04 B	1,87 C	1,96 ***

\*\*\* ( $p \leq 0,001$ ) seviyesinde istatistiksel bakımdan önemli, her yıl için küçük ve farklı harfle harflendirilen bireysel uygulamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ( $p \leq 0,05$ ).



### 4.5.3. Askorbat peroksidaz (APX)

Askorbat peroksidaz enzim değerlerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.75'te verilmiştir. Uygulamalara göre elde edilen değerler ise Çizelge 4.76'da sunulmuştur.

Çizelge 4.75 incelendiğinde 1. yıl APX değerleri üzerine SGS ( $p \leq 0,01$ ), GUY ( $p \leq 0,001$ ) ve SGSxGUY interaksiyonunun ( $p \leq 0,01$ ) etkileri istatistiksel olarak önemli olduğu görülmektedir. İkinci yıl SGS, GUY ve SGSxGUY interaksiyonlarının APX içeriklerine etkileri aynı seviyede ( $p \leq 0,001$ ) önemli bulunmuştur. İki yıl ortalama verilerinde ise yıllar arasındaki değişim ve GUYxY interaksiyonu önemsiz ( $p > 0,05$ ) bulunurken diğer uygulama ve interaksiyonların etkileri aynı seviyede önemli ( $p \leq 0,001$ ) bulunmuştur.

Çizelge 4.76'ya bakıldığında 1. yıl en yüksek ortalama APX içeriklerinin, PGPR, OTG ve NPK2 gruplarından, 2. yıl ise PGPR, OTG ve NPK0 gruplarından elde edildiği görülmektedir. Çalışmanın iki yılından elde edilen ortalama değerlere göre de PGPR, OTG ve NPK2 gruplarında en yüksek içeriklerin tespit edildiği görülebilir.

Uygulamalar içinde iki yıl ortalamalarına göre en düşük APX miktarı  $177,40 \text{ EU g}^{-1}$  yaprak ile NPK0 uygulamasından elde edilirken, en yüksek değer NPK0xPGPR uygulamasında kaydedilmiştir.

İki yıl ortalama değerleri incelendiğinde, hiç gübre uygulanmayan NPK0 uygulamasına göre tüm uygulamaların APX miktarlarını arttırdığı, öte yandan tek başına PGPR (NPK0xPGPR) uygulamasının karnabahar yapraklarında bulunan APX miktarını önemli derecede arttırdığı görülmektedir. Bununla birlikte PGPR'ların sentetik gübre dozları ve organik tavuk gübresi ile kombinasyonundan meydana gelen interaksiyonların yapraklarda bulunan APX miktarları üzerine olumsuz etki yaptığı da görülmüştür.

**Çizelge 4.75.** Askorbat peroksidaz enzim değerlerine ait varyans analiz sonuçları

Yıllar	Varyasyon Kaynakları	SD	KO	F Değeri	Önem
					Seviyesi
2014	Sentetik Gübre Seviyeleri (SGS)	3	11294,990	5,123	0,004 **
	Gübre Uygulamaları (GUY)	3	13851,577	6,282	0,001 ***
	SGS x GUY	9	7814,786	3,544	0,002 **
2015	Sentetik Gübre Seviyeleri (SGS)	3	4258,928	15,259	0,000 ***
	Gübre Uygulamaları (GUY)	3	14524,585	52,038	0,000 ***
	SGS x GUY	9	13458,539	48,219	0,000 ***
Yıllar Ortalaması	Sentetik Gübre Seviyeleri (SGS)	3	3611,034	2,907	0,039 *
	Gübre Uygulamaları (GUY)	3	25257,000	20,336	0,000 ***
	Yıllar (Y)	1	3622,069	2,916	0,091 öd
	SGS x GUY x Y	9	9282,190	7,474	0,000 ***
	SGS x Y	3	11942,884	9,616	0,000 ***
	GUY x Y	3	3119,161	2,511	0,063 öd
	SGS x GUY	9	11991,135	9,655	0,000 ***

\* ( $p \leq 0,05$ ), \*\* ( $p \leq 0,01$ ), \*\*\* ( $p \leq 0,001$ ) seviyesinde istatistiksel bakımdan önemli  
öd: Uygulamalar arasındaki fark önemli değil ( $p > 0,05$ )

**Çizelge 4.76.** Uygulamalara göre askorbat peroksidaz değerleri ( $\text{EU g}^{-1}$  yaprak)

Yıllar	Sentetik Gübre Seviyeleri (SGS)	Gübre Uygulamaları (GUY)				Ortalama
		SG	PGPR	OTG	PGPRxOTG	
2014	NPK0	168,13 c	305,53 a	252,70 ac	185,53 bc	228,0 C***
	NPK1	167,77 c	253,33 ac	290,17 ab	271,10 ac	245,6 BC
	NPK2	278,90 ac	304,97 a	240,00 ac	331,10 a	288,7 A
	NPK3	241,13 ac	245,53 ac	300,00 a	288,80 ab	268,8 AB
	Ortalama	214,0 B***	277,4 A	270,7 A	269,1 B	257,8
2015	NPK0	186,67 h	380,83 a	284,17 ce	317,50 bc	292,3 A***
	NPK1	240,00 fg	205,80 gh	344,17 b	240,80 fg	257,7 B
	NPK2	291,70 cd	277,50 de	288,30 cd	205,00 gh	265,6 B
	NPK3	224,17 fg	321,70 bc	249,17 ef	237,50 fg	258,1 B
	Ortalama	235,6 C***	296,5 A	291,5 A	250,2 B	268,4
Yıllar Ortalaması	NPK0	177,40 e	343,20 a	268,43 bc	251,50 cd	260,1 AB*
	NPK1	203,90 de	229,60 ce	317,13 ab	256,00 bd	251,6 B
	NPK2	285,27 ac	291,23 ac	264,17 bd	268,03 bc	277,2 A
	NPK3	232,63 ce	283,60 ac	274,60 bc	263,17 bd	263,5 AB
	Ortalama	224,8 C***	286,9 A	281,1 A	259,7 B	263,1 öd

\* ( $p \leq 0,05$ ), \*\* ( $p \leq 0,01$ ), \*\*\* ( $p \leq 0,001$ ) seviyesinde istatistiksel bakımdan önemli, öd: Uygulamalar arasındaki fark önemli değil ( $p > 0,05$ ), her yıl için küçük ve farklı harfle harflendirilen bireysel uygulamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ( $p \leq 0,05$ ).

## 4.6. Taçlarda Organik Asitler

### 4.6.1. Oksalik asit

Yapılan analizlerde karnabahar taçlarında belirlenen oksalik asit miktarlarına ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.77’de, oksalik asit miktarları ise Çizelge 4.78’de verilmiştir.

Çalışmanın 1. yılı, 2. yılı ve iki yıl ortalama oksalik asit miktarları üzerine uygulamaların, uygulama gruplarının, yılların ve bunların interaksiyonlarının etkilerinin istatistiksel olarak aynı seviyede önemli ( $p \leq 0,001$ ) olduğu Çizelge 4.77’den anlaşılmaktadır.

Birinci yıl en yüksek içerikler PGPR ve NPK0 gruplarından elde edilirken, çalışmanın 2. yılı SG ve NPK1 gruplarından elde edilmiştir. İki yıl ortalamalarında ise en yüksek miktarlar yine SG ve NPK1 gruplarından elde edilmiştir. Uygulamalar bireysel olarak ve iki yıl ortalamalarına göre değerlendirildiğinde ise en düşük oksalik asit değerinin 24,99 ppm ile NPK3xPGPR uygulamasından elde edilirken NPK2xPGPR, NPK1xOTG ve NPK0xPGPRxOTG uygulamaları da en alt grupta yer almıştır. En yüksek 43,69 ppm ile NPK1 uygulamasından elde edildiği görülmektedir.

Çizelge 4.77. Oksalik asit değerlerine ait varyans analiz sonuçları

Yıllar	Varyasyon Kaynakları	SD	KO	F Değeri	Önem Seviyesi
2014	Sentetik Gübre Seviyeleri (SGS)	3	229,915	1724,817	0,000 ***
	Gübre Uygulamaları (GUY)	3	23,453	175,940	0,000 ***
	SGS x GUY	9	124,780	936,095	0,000 ***
2015	Sentetik Gübre Seviyeleri (SGS)	3	407,183	310,687	0,000 ***
	Gübre Uygulamaları (GUY)	3	1381,188	1053,868	0,000 ***
	SGS x GUY	9	213,715	163,068	0,000 ***
Yıllar Ortalaması	Sentetik Gübre Seviyeleri (SGS)	3	168,641	233,592	0,000 ***
	Gübre Uygulamaları (GUY)	3	633,858	877,988	0,000 ***
	Yıllar (Y)	1	604,998	838,013	0,000 ***
	SGS x GUY x Y	9	196,009	271,502	0,000 ***
	SGS x Y	3	468,458	648,885	0,000 ***
	GUY x Y	3	770,783	1067,650	0,000 ***
	SGS x GUY	9	142,486	197,364	0,000 ***

\*\*\* ( $p \leq 0,001$ ) seviyesinde istatistiksel bakımdan önemli

Çizelge 4.78. Uygulamalara göre oksalik asit değerleri (ppm)

Yıllar	Sentetik Gübre Seviyeleri (SGS)	Gübre Uygulamaları (GUY)				Ortalama
		SG	PGPR	OTG	PGPRxOTG	
2014	NPK0	45,02 a	42,68 b	36,05 c	27,79 j	37,88 A***
	NPK1	27,77 j	32,41 f	26,83 k	34,23 e	30,31 C
	NPK2	23,21 l	32,39 f	31,57 g	31,14 gh	29,58 D
	NPK3	30,92 h	28,35 i	35,45 d	31,48 g	31,55 B
	Ortalama	31,73 C***	33,96 A	32,47 B	31,16 D	32,33
2015	NPK0	26,72 de	23,30 fh	21,86 gh	22,23 gh	23,53 C***
	NPK1	59,61 a	27,00 d	24,43 f	25,13 ef	34,03 A
	NPK2	30,74 c	18,86 i	23,34 fh	23,59 fg	24,13 C
	NPK3	50,52 b	21,64 h	24,13 f	24,67 f	30,24 B
	Ortalama	41,90 A***	22,69 C	23,44 BC	23,90 B	27,98
Yıllar Ortalaması	NPK0	35,87 c	32,99 d	28,95 e	25,01 h	30,71 B***
	NPK1	43,69 a	29,68 e	25,63 h	29,68 e	32,17 A
	NPK2	26,98 g	25,62 h	27,45 fg	27,36 fg	26,85 C
	NPK3	40,72 b	24,99 h	29,79 e	28,07 f	30,89 B
	Ortalama	36,81 A***	28,32 B	27,96 B	27,53 C	30,16 ***

\*\*\* ( $p \leq 0,001$ ) seviyesinde istatistiksel bakımdan önemli, her yıl için küçük ve farklı harfle harflendirilen bireysel uygulamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ( $p \leq 0,05$ ).

#### 4.6.2. Tartarik asit

Tartarik asit değerlerine ait varyans analiz sonuçları ve elde edilen değerler izelge 4.79 ve 4.80'de verilmiştir.

Tartarik asit içerikleri üzerine uygulamaların, uygulama gruplarının, yılların ve bunların interaksiyonlarının etkileri, 1. yılda, 2. yılda ve iki yıl ortalamalarında istatistiksel bakımdan aynı seviyede önemli ( $p \leq 0,001$ ) bulunmuştur (izelge 4.79).

Çalışmanın ilk yılında NPK3 ve PGPRxOTG gruplarından, ikinci yılında ise NPK1 ve SG gruplarından en yüksek değerler elde edilmiştir. İki yıl ortalama değerlerine bakıldığında NPK3 ve PGPRxOTG gruplarında en yüksek değerlerin bulunduğu görülmektedir.

Uygulamalar içinde ise iki yıl ortalama değerlerine göre en düşük miktar 124,15 ppm ile NPK0xOTG uygulamasında, en yüksek miktar 416,94 ppm ile NPK3xPGPRxOTG uygulamasında tespit edilmiştir.

**Çizelge 4.79.** Tartarik asit değerlerine ait varyans analiz sonuçları

Yıllar	Varyasyon Kaynakları	SD	KO	F Değeri	Önem Seviyesi
2014	Sentetik Gübre Seviyeleri (SGS)	3	135089,472	14358,292	0,000 ***
	Gübre Uygulamaları (GUY)	3	56587,703	6014,553	0,000 ***
	SGS x GUY	9	37237,373	3957,859	0,000 ***
2015	Sentetik Gübre Seviyeleri (SGS)	3	7698,997	3721,073	0,000 ***
	Gübre Uygulamaları (GUY)	3	22023,431	10644,347	0,000 ***
	SGS x GUY	9	13822,913	6680,879	0,000 ***
Yıllar Ortalaması	Sentetik Gübre Seviyeleri (SGS)	3	90227,813	15722,569	0,000 ***
	Gübre Uygulamaları (GUY)	3	24689,062	4302,171	0,000 ***
	Yıllar (Y)	1	1635686,541	285025,128	0,000 ***
	SGS x GUY x Y	9	15883,637	2767,789	0,000 ***
	SGS x Y	3	52560,656	9158,911	0,000 ***
	GUY x Y	3	53922,072	9396,144	0,000 ***
	SGS x GUY	9	35176,649	6129,676	0,000 ***

\*\*\* ( $p \leq 0,001$ ) seviyesinde istatistiksel bakımdan önemli

**Çizelge 4.80.** Uygulamalara göre tartarik asit değerleri (ppm)

Yıllar	Sentetik Gübre Seviyeleri (SGS)	Gübre Uygulamaları (GUY)				Ortalama
		SG	PGPR	OTG	PGPRxOTG	
2014	NPK0	145,91 n	212,93 l	177,65 m	314,23 hi	212,7 D***
	NPK1	366,97 e	312,47 i	355,56 f	334,55 g	342,4 C
	NPK2	315,95 hi	460,20 c	373,19 d	317,31 h	366,7 B
	NPK3	289,77 j	512,20 b	280,56 k	644,36 a	431,7 A
	Ortalama	279,6 D***	374,4 B	296,7 C	402,6 A	338,4
2015	NPK0	111,89 g	80,50 j	70,65 k	94,49 h	89,4 D***
	NPK1	279,59 a	45,89 n	141,01 d	85,81 i	138,1 A
	NPK2	70,52 k	50,26 m	125,84 f	151,97 c	99,6 C
	NPK3	109,87 g	59,36 l	129,25 e	189,51 b	122,0 B
	Ortalama	143,0 A***	59,0 D	116,7 C	130,4 B	112,3
Yıllar Ortalaması	NPK0	128,90 m	146,72 l	124,15 n	204,36 h	151,0 D***
	NPK1	323,28 b	179,18 k	248,29 e	210,18 g	240,2 B
	NPK2	193,24 j	255,23 d	249,51 e	234,64 f	233,2 C
	NPK3	199,82 i	285,78 c	204,91 h	416,94 a	276,9 A
	Ortalama	211,3 C***	216,7 B	206,7 D	266,5 A	225,3 ***

\*\*\* ( $p \leq 0,001$ ) seviyesinde istatistiksel bakımdan önemli, her yıl için küçük ve farklı harfle harflendirilen bireysel uygulamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ( $p \leq 0,05$ ).

#### 4.6.3. Malik asit

Karnabahar talarında uygulamalara göre meydana gelen malik asit değerlerine ait varyans analiz sonuçları ve elde edilen değerler izelge 4.81 ve izelge 4.82'de sunulmuştur.

Çizelge 4.81 incelendiğinde 1. yıl, 2. yıl ve iki yıl ortalama değerleri üzerine uygulama gruplarının, yılların ve bunların interaksiyonlarının etkileri aynı seviyede önemli ( $p \leq 0,001$ ) bulunmuştur.

Çizelge 4.82'ye bakıldığında 1. yıl en yüksek ortalama malik asit içeriklerinin NPK0 ve SG gruplarından, 2. yıl ise NPK0 ve PGPR gruplarından elde edildiği görülebilir. İki yıl ortalama verilerine göre en yüksek içerikler SG ve NPK0 gruplarından elde edilmiştir.

Bireysel uygulamalarda ortalama değerler bakımından en düştük içerik 157,11 ppm ile NPK0xPGPRxOTG uygulamasında, en yüksek içerik ise 353,39 ppm ile NPK0xPGPR uygulamasında elde edilmiştir. Buradan da anlaşılabileceği gibi tek başına bakteri uygulamasıyla malik asit içeriğinde önemli artış kaydedilebilmektedir.

**Çizelge 4.81.** Malik asit değerlerine ait varyans analiz sonuçları

Yıllar	Varyasyon Kaynakları	SD	KO	F Değeri	Önem Seviyesi
2014	Sentetik Gübre Seviyeleri (SGS)	3	90294,573	5709,104	0,000 ***
	Gübre Uygulamaları (GUY)	3	28028,194	1772,154	0,000 ***
	SGS x GUY	9	45571,965	2881,403	0,000 ***
2015	Sentetik Gübre Seviyeleri (SGS)	3	1053,805	165,599	0,000 ***
	Gübre Uygulamaları (GUY)	3	783,292	123,090	0,000 ***
	SGS x GUY	9	1070,240	168,182	0,000 ***
Yıllar Ortalaması	Sentetik Gübre Seviyeleri (SGS)	3	54258,060	4892,636	0,000 ***
	Gübre Uygulamaları (GUY)	3	13404,550	1208,734	0,000 ***
	Yıllar (Y)	1	1473076,700	132832,395	0,000 ***
	SGS x GUY x Y	9	22761,537	2052,486	0,000 ***
	SGS x Y	3	37090,317	3344,562	0,000 ***
	GUY x Y	3	15406,935	1389,296	0,000 ***
	SGS x GUY	9	23880,668	2153,402	0,000 ***

\*\*\* ( $p \leq 0,001$ ) seviyesinde istatistiksel bakımdan önemli

**Çizelge 4.82.** Uygulamalara göre malik asit değerleri (ppm)

Yıllar	Sentetik Gübre Seviyeleri (SGS)	Gübre Uygulamaları (GUY)				Ortalama
		SG	PGPR	OTG	PGPRxOTG	
2014	NPK0	380,86 d	583,59 a	525,76 b	210,55 n	<b>425,2 A***</b>
	NPK1	239,40 l	215,58 n	256,98 k	260,91 k	<b>243,2 D</b>
	NPK2	374,13 e	281,74 i	271,24 j	315,45 g	<b>310,6 C</b>
	NPK3	473,42 c	228,48 m	322,67 f	289,08 h	<b>328,4 B</b>
	<b>Ortalama</b>	<b>367,0 A***</b>	<b>327,3 C</b>	<b>344,2 B</b>	<b>269,0 D</b>	<b>326,9</b>
2015	NPK0	152,14 a	123,18 b	117,48 c	103,68 ef	<b>124,1 A***</b>
	NPK1	95,53 g	126,34 b	85,17 i	125,49 b	<b>108,1 C</b>
	NPK2	105,92 e	112,51 d	91,85 h	114,08 cd	<b>106,1 D</b>
	NPK3	101,72 f	114,59 cd	115,62 cd	111,69 d	<b>110,9 B</b>
	<b>Ortalama</b>	<b>113,8 B***</b>	<b>119,2 A</b>	<b>102,5 C</b>	<b>113,7 B</b>	<b>112,3</b>
Yıllar Ortalaması	NPK0	266,50 d	353,39 a	321,62 b	157,11 m	<b>274,7 A***</b>
	NPK1	167,47 l	170,96 kl	171,07 kl	193,20 i	<b>175,7 D</b>
	NPK2	240,03 e	197,12 h	181,54 j	214,76 g	<b>208,4 C</b>
	NPK3	287,57 c	171,54 k	219,14 f	200,39 h	<b>219,7 B</b>
	<b>Ortalama</b>	<b>240,4 A***</b>	<b>223,3 B</b>	<b>223,3 B</b>	<b>191,4 C</b>	<b>219,6 ***</b>

\*\*\* ( $p \leq 0,001$ ) seviyesinde istatistiksel bakımdan önemli, her yıl için küçük ve farklı harfle harflendirilen bireysel uygulamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ( $p \leq 0,05$ ).



#### 4.6.4. Askorbik asit

Askorbik asit değerlerine ait varyans analiz sonuçları ve elde edilen değerler izelge 4.83 ve 4.84'te verilmiştir.

Çizelge 4.83'ten görülebileceği gibi her iki yıl ve iki yıl ortalama değerleri üzerine uygulama gruplarının, yılların ve bunların interaksiyonlarının etkileri istatistiksel olarak aynı seviyede önemli ( $p \leq 0,001$ ) bulunmuştur.

Çalışmanın 1. yılında en yüksek değerler OTG ve NPK2 gruplarından elde edilirken, 2. yıl PGPR ile NPK0 ve NPK3 gruplarından elde edilmiştir. Ortalama değerlere göre ise OTG ve NPK2 grup ortalamalarının en yüksek olduğu tespit edilmiştir.

İki yıl ortalama değerleri incelendiğinde bireysel uygulamalar içinde en düşük değerin 43,32 ppm ile NPK0xPGPRxOTG uygulamasında, en yüksek değerin ise 77,42 ppm ile NPK0 uygulamasında bulunduğu görülmektedir.

**Çizelge 4.83.** Askorbik asit değerlerine ait varyans analiz sonuçları

Yıllar	Varyasyon Kaynakları	SD	KO	F Değeri	Önem Seviyesi
2014	Sentetik Gübre Seviyeleri (SGS)	3	899,607	616,602	0,000 ***
	Gübre Uygulamaları (GUY)	3	154,281	105,746	0,000 ***
	SGS x GUY	9	670,101	459,296	0,000 ***
2015	Sentetik Gübre Seviyeleri (SGS)	3	35,215	129,603	0,000 ***
	Gübre Uygulamaları (GUY)	3	144,402	531,448	0,000 ***
	SGS x GUY	9	691,707	2545,722	0,000 ***
Yıllar Ortalaması	Sentetik Gübre Seviyeleri (SGS)	3	351,317	405,985	0,000 ***
	Gübre Uygulamaları (GUY)	3	142,246	164,381	0,000 ***
	Yıllar (Y)	1	85558,332	98872,075	0,000 ***
	SGS x GUY x Y	9	314,880	363,878	0,000 ***
	SGS x Y	3	583,505	674,304	0,000 ***
	GUY x Y	3	156,437	180,780	0,000 ***
	SGS x GUY	9	1046,929	1209,842	0,000 ***

\*\*\* ( $p \leq 0,001$ ) seviyesinde istatistiksel bakımdan önemli

**Çizelge 4.84.** Uygulamalara göre askorbik asit değerleri (ppm)

Yıllar	Sentetik Gübre Seviyeleri (SGS)	Gübre Uygulamaları (GUY)				Ortalama
		SG	PGPR	OTG	PGPR+OTG	
2014	NPK0	94,20 e	104,35 a	86,76 f	62,03 j	86,83 C***
	NPK1	77,31 h	72,19 i	97,42 d	87,89 f	83,70 D
	NPK2	102,20 b	101,42 b	95,13 e	102,88 ab	100,41 A
	NPK3	97,96 cd	81,03 g	99,35 c	98,20 cd	94,13 B
	Ortalama	92,92 B***	89,75 C	94,66 A	87,75 D	91,27
2015	NPK0	60,63 a	47,98 c	28,12 m	24,60 n	40,33 A***
	NPK1	23,86 o	35,70 i	46,04 d	53,64 b	39,81 B
	NPK2	28,90 l	41,41 g	44,51 f	34,81 j	37,40 C
	NPK3	31,00 k	46,60 d	45,28 e	39,91 h	40,70 A
	Ortalama	36,10 D***	42,92 A	40,99 B	38,24 C	39,56
Yıllar Ortalaması	NPK0	77,42 a	76,17 b	57,44 j	43,32 m	63,58 C***
	NPK1	50,58 l	53,95 k	71,73 cd	70,77 e	61,76 D
	NPK2	65,55 h	71,42 de	69,82 f	68,84 g	68,91 A
	NPK3	64,48 i	63,82 i	72,31 c	69,05 fg	67,42 B
	Ortalama	64,51 C***	66,34 B	67,83 A	63,00 D	65,42 ***

\*\*\* ( $p \leq 0,001$ ) seviyesinde istatistiksel bakımdan önemli, her yıl için küçük ve farklı harfle harflendirilen bireysel uygulamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ( $p \leq 0,05$ ).

#### 4.6.5. Malonik asit

Talardaki uygulamalara göre meydana gelen malonik asit değerlerine ait varyans analiz sonuçları izelge 4.85'te verilmiştir. Elde edilen değerler ise izelge 4.86'da verilmiştir.

Çizelge 4.85'te uygulamaların, uygulama gruplarının, yılların ve bunların interaksiyonlarının, çalışmanın her iki yılında ve iki yıl ortalama değerleri üzerine etkilerinin istatistiksel olarak aynı seviyede önemli ( $p \leq 0,001$ ) olduğu görülmektedir.

Çizelge 4.86 incelendiğinde 1. yıl en yüksek değerlerin OTG ve NPK1 ve NPK3 gruplarından, 2. yıl ise PGPRxOTG ve NPK3 gruplarından elde edildiği anlaşılmaktadır. İki yıl ortalama değerleri dikkate alındığında ise GUY içinde OTG ve PGPRxOTG gruplarında, SGS içinde de NPK3 seviyesinde en yüksek ortalamaların elde edildiği görülmektedir.

Yine iki yıl ortalama değerleri dikkate alındığında bireysel uygulamalar içinde 79,99 ppm ile en düşük değerin NPK3xPGPR uygulamasında, 136,52 ppm ile de en yüksek değerin NPK3xPGPRxOTG uygulamasında tespit edildiği görülebilir.

Çizelge 4.85. Malonik asit değerlerine ait varyans analiz sonuçları

Yıllar	Varyasyon Kaynakları	SD	KO	F Değeri	Önem Seviyesi
2014	Sentetik Gübre Seviyeleri (SGS)	3	1238,303	255,382	0,000 ***
	Gübre Uygulamaları (GUY)	3	5096,367	1051,053	0,000 ***
	SGS x GUY	9	4532,019	934,664	0,000 ***
2015	Sentetik Gübre Seviyeleri (SGS)	3	165,142	167,119	0,000 ***
	Gübre Uygulamaları (GUY)	3	3892,055	3938,660	0,000 ***
	SGS x GUY	9	856,381	866,636	0,000 ***
Yıllar Ortalaması	Sentetik Gübre Seviyeleri (SGS)	3	1036,051	354,995	0,000 ***
	Gübre Uygulamaları (GUY)	3	4050,359	1387,825	0,000 ***
	Yıllar (Y)	1	81676,189	27985,736	0,000 ***
	SGS x GUY x Y	9	3750,571	1285,105	0,000 ***
	SGS x Y	3	367,394	125,885	0,000 ***
	GUY x Y	3	4938,063	1691,990	0,000 ***
	SGS x GUY	9	1637,828	561,190	0,000 ***

\*\*\* ( $p \leq 0,001$ ) seviyesinde istatistiksel bakımdan önemli

Çizelge 4.86. Uygulamalara göre malonik asit değerleri (ppm)

Yıllar	Gübre Uygulamaları (GUY)					Ortalama
	Sentetik Gübre Seviyeleri (SGS)	SG	PGPR	OTG	PGPR+OTG	
2014	NPK0	114,37 f	166,24 c	111,11 fg	130,99 d	130,7 B***
	NPK1	130,00 d	111,10 fg	200,59 a	101,97 i	135,9 A
	NPK2	107,27 h	108,70 gh	131,82 d	119,78 e	116,9 C
	NPK3	100,58 i	93,99 j	171,67 b	173,96 b	135,0 A
	Ortalama	113,1 D***	120,0 C	153,8 A	131,7 B	129,6
2015	NPK0	92,01 d	29,64 m	90,52 e	94,53 c	76,7 C***
	NPK1	94,36 c	74,66 h	63,81 k	88,86 f	80,4 B
	NPK2	78,31 g	69,96 i	60,49 l	96,48 b	76,3 C
	NPK3	89,20 ef	66,00 j	77,90 g	99,08 a	83,0 A
	Ortalama	88,5 B***	60,1 D	73,2 C	94,7 A	79,1
Yıllar Ortalaması	NPK0	103,19 f	97,94 h	100,82 g	112,76 d	103,7 C***
	NPK1	112,18 d	92,88 j	132,20 b	95,41 i	108,2 B
	NPK2	92,79 j	89,33 k	96,15 i	108,13 e	96,6 D
	NPK3	94,89 i	79,99 l	124,78 c	136,52 a	109,0 A
	Ortalama	100,8 B***	90,0 C	113,5 A	113,2 A	104,4 ***

\*\*\* ( $p \leq 0,001$ ) seviyesinde istatistiksel bakımdan önemli, her yıl için küçük ve farklı harfle harflendirilen bireysel uygulamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ( $p \leq 0,05$ ).

#### 4.6.6. Sitrik asit

Bitkilerin talarında uygulamalara göre meydana gelen sitrik asit değerlerine ait varyans analiz sonuçları ve elde edilen değerler izelge 4.87 ve izelge 4.88'de verilmiştir.

Çalışmanın ilk yılında, 2. yılında ve iki yıl ortalama değerleri üzerine, uygulamaların, uygulama gruplarının, yılların ve bunların karşılıklı etkileşimlerinin istatistiksel olarak aynı seviyede önemli ( $p \leq 0,001$ ) olduğu izelge 4.87'de görülmektedir.

Birinci yıl en yüksek ortalama değerler, SG ve NPK0 gruplarından elde edilmiştir. İkinci yıl en yüksek ortalama sitrik asit değerleri OTG ve NPK0 gruplarından elde edilmiştir. İkinci yıl genel ortalamanın önemli derecede azaldığı ve bu düşüşün istatistiksel olarak önemli olduğu izelge 4.88'de görülmektedir. İki yıl ortalama değerlerine göre ise yine SG ve NPK0 gruplarından en yüksek değerlerin elde edildiği görülmektedir.

İki yıl ortalama verileri incelendiğinde, bireysel uygulamalar içinde en düşük içeriğin 117,56 ppm ile NPK3xOTG uygulamasından, en yüksek içeriklerin ise 209,25 ppm ile NPK0xPGPRxOTG ve 208,87 ppm ile NPK0 uygulamalarından elde edildiği görülmektedir.

Çizelge 4.87. Sitrik asit değerlerine ait varyans analiz sonuçları

Yıllar	Varyasyon Kaynakları	SD	KO	F Değeri	Önem Seviyesi
2014	Sentetik Gübre Seviyeleri (SGS)	3	10785,379	1366,147	0,000 ***
	Gübre Uygulamaları (GUY)	3	33772,981	4277,909	0,000 ***
	SGS x GUY	9	5329,047	675,012	0,000 ***
2015	Sentetik Gübre Seviyeleri (SGS)	3	2051,526	2160,819	0,000 ***
	Gübre Uygulamaları (GUY)	3	247,789	260,990	0,000 ***
	SGS x GUY	9	539,791	568,547	0,000 ***
Yıllar Ortalaması	Sentetik Gübre Seviyeleri (SGS)	3	10102,329	2284,520	0,000 ***
	Gübre Uygulamaları (GUY)	3	16843,617	3808,980	0,000 ***
	Yıllar (Y)	1	1338045,553	302582,814	0,000 ***
	SGS x GUY x Y	9	3133,555	708,616	0,000 ***
	SGS x Y	3	2734,576	618,391	0,000 ***
	GUY x Y	3	17177,153	3884,405	0,000 ***
	SGS x GUY	9	2735,282	618,551	0,000 ***

\*\*\* (p≤0,001) seviyesinde istatistiksel bakımdan önemli

Çizelge 4.88. Uygulamalara göre sitrik değerleri (ppm)

Yıllar	Gübre Uygulamaları (GUY)					Ortalama
	Sentetik Gübre Seviyeleri (SGS)	SG	PGPR	OTG	PGPRxOTG	
2014	NPK0	327,40 c	264,51 f	222,41 j	346,89 b	290,3 A***
	NPK1	294,22 d	256,17 g	180,27 m	269,98 e	250,2 C
	NPK2	360,76 a	256,17 g	246,45 h	212,94 k	269,1 B
	NPK3	297,71 d	240,60 i	183,54 m	196,49 l	229,6 D
	Ortalama	320,0 A***	254,4 C	208,2 D	256,6 B	259,8
2015	NPK0	90,34 a	54,38 e	68,09 c	71,60 b	71,1 A***
	NPK1	63,82 d	42,62 i	64,79 d	51,80 f	55,8 B
	NPK2	46,13 h	48,08 g	51,81 f	46,98 gh	48,2 C
	NPK3	29,72 j	55,42 e	51,57 f	47,61 g	46,1 D
	Ortalama	57,5 B***	50,1 D	59,1 A	54,5 C	55,3
Yıllar Ortalaması	NPK0	208,87 a	159,44 e	145,25 h	209,25 a	180,7 A***
	NPK1	179,02 c	149,39 g	122,53 j	160,89 e	153,0 C
	NPK2	203,44 b	152,12 f	149,13 g	129,96 i	158,7 B
	NPK3	163,71 d	148,02 g	117,56 k	122,05 j	137,8 D
	Ortalama	188,8 A***	152,2 C	133,6 D	155,5 B	157,5 ***

\*\*\* (p≤0,001) seviyesinde istatistiksel bakımdan önemli, her yıl için küçük ve farklı harfle harflendirilen bireysel uygulamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir (p≤0,05).

#### 4.6.7. Maleik asit

Maleik asit değerlerine ait varyans analiz sonuçları izelge 4.89 ve uygulamalara göre elde edilen maleik asit değerleri izelge 4.90'da verilmiştir.

Çizelge 4.89'da çalışmanın 1. yılı, 2. yılı ve iki yıl ortalama maleik asit içerikleri üzerine, uygulamaların, uygulama gruplarının, yıların ve bunların interaksiyonlarının etkilerinin istatistiksel olarak aynı seviyede önemli ( $p \leq 0,001$ ) olduğu görülmektedir.

Çizelge 4.90'da birinci yıl en yüksek ortalama içeriklerin SG ve NPK0 gruplarından elde edildiği görülürken, ikinci yıl en yüksek değerler GUY içinde OTG ve PGPRxOTG gruplarından, SGS içinde ise NPK2 ve NPK3 gruplarından elde edildiği anlaşılmaktadır. İki yıl ortalama değerlerine göre ise SG ve NPK2 gruplarında en yüksek değerlerin tespit edildiği görülmektedir.

İki yıl ortalama değerlerine göre maleik asit içeriklerinde en düşük değerin 0,80 ppm ile NPK1xPGPR uygulamasından elde edildiği, en yüksek değerin ise 2,64 ppm ile NPK2 uygulamasından elde edildiği görülmektedir.

**Çizelge 4.89.** Maleik asit değerlerine ait varyans analiz sonuçları

Yıllar	Varyasyon Kaynakları	SD	KO	F Değeri	Önem Seviyesi
2014	Sentetik Gübre Seviyeleri (SGS)	3	0,268	225,052	0,000 ***
	Gübre Uygulamaları (GUY)	3	12,699	10656,850	0,000 ***
	SGS x GUY	9	2,762	2317,368	0,000 ***
2015	Sentetik Gübre Seviyeleri (SGS)	3	1,291	1675,322	0,000 ***
	Gübre Uygulamaları (GUY)	3	1,867	2421,803	0,000 ***
	SGS x GUY	9	0,940	1218,940	0,000 ***
Yıllar Ortalaması	Sentetik Gübre Seviyeleri (SGS)	3	0,236	240,472	0,000 ***
	Gübre Uygulamaları (GUY)	3	3,871	3945,224	0,000 ***
	Yıllar (Y)	1	1,019	1038,347	0,000 ***
	SGS x GUY x Y	9	1,410	1436,891	0,000 ***
	SGS x Y	3	1,324	1348,910	0,000 ***
	GUY x Y	3	10,695	10899,330	0,000 ***
	SGS x GUY	9	2,291	2334,961	0,000 ***

\*\*\* (p≤0,001) seviyesinde istatistiksel bakımdan önemli

**Çizelge 4.90.** Uygulamalara göre maleik asit değerleri (ppm)

Yıllar	Gübre Uygulamaları (GUY)					Ortalama
	Sentetik Gübre Seviyeleri (SGS)	SG	PGPR	OTG	PGPRxOTG	
2014	NPK0	1,61 e	1,18 f	1,11 g	3,14 c	1,76 A***
	NPK1	3,63 a	1,01 h	0,75 l	0,96 i	1,59 B
	NPK2	3,45 b	0,86 j	1,01 h	0,80 k	1,53 C
	NPK3	2,80 d	0,80 k	1,19 f	1,03 h	1,46 D
	<b>Ortalama</b>	<b>2,87 A***</b>	<b>0,96 D</b>	<b>1,01 C</b>	<b>1,48 B</b>	<b>1,58</b>
2015	NPK0	0,39 j	1,84 f	1,83 f	1,66 g	1,43 C***
	NPK1	1,56 h	0,58 i	2,20 b	2,14 c	1,62 B
	NPK2	1,83 f	1,86 f	2,00 e	2,30 a	2,00 A
	NPK3	1,59 h	2,21 b	2,14 c	2,05 d	2,00 A
	<b>Ortalama</b>	<b>1,34 C***</b>	<b>1,62 B</b>	<b>2,04 A</b>	<b>2,04 A</b>	<b>1,76</b>
Yıllar Ortalaması	NPK0	1,00 k	1,51 gh	1,47 i	2,40 c	1,59 C***
	NPK1	2,59 b	0,80 l	1,47 hi	1,55 f	1,60 C
	NPK2	2,64 a	1,36 j	1,51 gh	1,55 f	1,76 A
	NPK3	2,20 d	1,50 hi	1,66 e	1,54 fg	1,73 B
	<b>Ortalama</b>	<b>2,11 A***</b>	<b>1,29 D</b>	<b>1,53 C</b>	<b>1,76 B</b>	<b>1,67 ***</b>

\*\*\* (p≤0,001) seviyesinde istatistiksel bakımdan önemli, her yıl için küçük ve farklı harfle harflendirilen bireysel uygulamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir (p≤0,05).



#### 4.6.8. Fumarik asit

Fumarik asit değerleriyle ilgili varyans analiz sonuçları izelge 4.91’de verilmiştir. Yapılan analizlerde uygulamalara göre elde edilen fumarik asit değerleri izelge 4.92’de verilmiştir. Çizelge 4.91 incelendiğinde çalışmanın ilk yılı, ikinci yılı ve iki yıl ortalama değerleri üzerine, uygulamaların, uygulama gruplarının, yılların ve bunların interaksiyonlarının etkilerinin istatistiksel olarak aynı seviyede önemli ( $p \leq 0,001$ ) oldukları görülmektedir. Çizelge 4.92’ye bakıldığında 1. yıl en yüksek değerlerin GUY içinde PGPR ve OTG gruplarından, SGS içinde NPK2 grubundan elde edildiği görülmektedir. İkinci yıl PGPRxOTG ve NPK3 gruplarından en yüksek ortalama değerler elde edilmiştir. İki yıl ortalamalarında ise GUY içinde OTG ve PGPRxOTG gruplarında, SGS içinde NPK2 grubundan elde edilmiştir. Uygulamalar bireysel olarak değerlendirildiğinde iki yıl ortalama değerlerine göre en düşük değer 19,46 ppm ile NPK0xPGPRxOTG uygulamasında elde edilirken, en yüksek değer 30,01 ppm ile NPK1xPGPRxOTG uygulamasında bulunmuştur. Buradan PGPRxOTG interaksiyonunun fumarik asit içeriklerine en olumsuz katkıyı yaptığı, NPK gübresinin en düşük dozuyla PGPRxOTG kombinasyonundan meydana gelen interaksiyonun ise en olumlu katkıyı yaptığı anlaşılmaktadır. Organik asitler; fermente ürünlerde hidrolizle, biyokimyasal metabolizma veya mikrobiyal faaliyetler sonucu ortaya çıkan ürünlerdir (Andersson and Hedlund 1983). Çalışmada organik asit miktarları uygulamalara ve organik asitlere göre farklılık göstermiştir. Bakteri uygulamasının diğer gübrelerle birlikte uygulanmalarının, genelde çalışmada incelenen organik asitlerin miktarında artışlara neden olduğu görülmekle birlikte oksalik asit, askorbik asit ve sitrik asit kontrol (NPK0) uygulamasında en yüksek olarak gerçekleşmiştir. Bunun nedeni abiyotik stres koşullarında reaktif oksijen türlerinin bitki bünyesinde artması ve buna karşın bir antioksidan olan askorbik asidin (Conklin 2001) kontrol parselindeki bitkiler tarafından bir savunma mekanizması olarak üretiminin artması olabilir. Aynı şekilde oksalik asidin de askorbik asidin bölünmesiyle oluştuğu (Wagner and Loewus 1973) düşünülürse, oksalik asit içeriği de bu nedenle kontrol uygulamasında yüksek çıkmış olabilir. Toprakta besin maddesi yetersizliğine maruz kalan farklı türlere ait bitkiler

köklerinden bünyelerinde ürettikleri farklı organik asitleri (sitrik asit, fumarik asit, malik asit vb) salgılayabilmektedirler (Dakora and Phillips 2002).

**Çizelge 4.91.** Fumarik asit değerlerine ait varyans analiz sonuçları

Yıllar	Varyasyon Kaynakları	SD	KO	F Değeri	Önem Seviyesi
2014	Sentetik Gübre Seviyeleri (SGS)	3	48,528	73,204	0,000 ***
	Gübre Uygulamaları (GUY)	3	326,649	492,748	0,000 ***
	SGS x GUY	9	126,066	190,170	0,000 ***
2015	Sentetik Gübre Seviyeleri (SGS)	3	57,004	1006,065	0,000 ***
	Gübre Uygulamaları (GUY)	3	107,389	1895,301	0,000 ***
	SGS x GUY	9	53,534	944,814	0,000 ***
Yıllar Ortalaması	Sentetik Gübre Seviyeleri (SGS)	3	26,375	73,306	0,000 ***
	Gübre Uygulamaları (GUY)	3	126,784	352,387	0,000 ***
	Yıllar (Y)	1	97,441	270,829	0,000 ***
	SGS x GUY x Y	9	79,709	221,546	0,000 ***
	SGS x Y	3	79,157	220,011	0,000 ***
	GUY x Y	3	307,253	853,987	0,000 ***
	SGS x GUY	9	99,891	277,638	0,000 ***

\*\*\* ( $p \leq 0,001$ ) seviyesinde istatistiksel bakımdan önemli

**Çizelge 4.92.** Uygulamalara göre fumarik asit değerleri (ppm)

Gübre Uygulamaları (GUY)						
Yıllar	Sentetik Gübre Seviyeleri (SGS)	SG	PGPR	OTG	PGPRxOTG	Ortalama
2014	NPK0	25,20 f	26,31 ef	28,06 cd	11,30 i	22,72 D***
	NPK1	18,45 h	28,51 c	28,97 bc	27,01 de	25,73 B
	NPK2	19,82 g	30,60 a	25,79 ef	29,09 bc	26,32 A
	NPK3	11,18 i	26,64 e	29,91 ab	26,09 ef	23,45 C
	Ortalama	18,66 C***	28,02 A	28,18 A	23,37 B	24,56
2015	NPK0	23,48 j	25,78 i	28,84 e	27,62 g	26,43 B***
	NPK1	22,74 k	19,96 m	19,49 n	33,01 a	23,80 C
	NPK2	30,87 b	22,15 l	23,26 j	30,12 c	26,60 B
	NPK3	28,28 f	26,95 h	29,71 d	28,58 ef	28,38 A
	Ortalama	26,34 B***	23,71 D	25,33 C	29,83 A	26,30
Yıllar Ortalaması	NPK0	24,34 g	26,05 e	28,45 b	19,46 i	24,57 C***
	NPK1	20,59 h	24,23 g	24,23 g	30,01 a	24,77 C
	NPK2	25,34 f	26,37 de	24,53 g	29,60 a	26,46 A
	NPK3	19,73 i	26,79 cd	29,81 a	27,34 c	25,92 B
	Ortalama	22,50 C***	25,86 B	26,75 A	26,60 A	25,43 ***

\*\*\* ( $p \leq 0,001$ ) seviyesinde istatistiksel bakımdan önemli, her yıl için küçük ve farklı harfle harflendirilen bireysel uygulamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ( $p \leq 0,05$ ).

#### 4.7. Azot Kullanım Etkinliği

Azot kullanım etkinliği üzerine uygulamaların etkilerinin belirlenmesi amacıyla yapılan hesaplamalar sonucu elde edilen değerlere ait varyans analiz sonuçları ve elde edilen azot kullanım etkinliği değerleri Çizelge 4.93 ve Çizelge 4.94'te sunulmuştur.

Çalışmanın ilk yılı azot kullanım etkinliği üzerine SGS ( $p \leq 0,01$ ) ve GUY ( $p \leq 0,05$ ) etkileri önemli bulunurken SGSxGUY interaksiyon etkisi önemsiz ( $p > 0,05$ ) bulunmuştur. İkinci yıl ise sadece SGS'nin azot kullanım etkinlikleri üzerine önemli ( $p \leq 0,001$ ) etki yaptığı görölmektedir. İki yıl ortalama değerleri incelendiğinde SGS ( $p \leq 0,001$ ) ve GUYxY ( $p \leq 0,05$ ) interaksiyon etkisi önemli bulunurken diğer etkiler önemsiz ( $p > 0,05$ ) bulunmuştur.

Uygulamaların bireysel etkilerine bakıldığında iki yıl ortalama değerlerine göre en düşük değer 46 ile tüm gübrelerin bir arada kullanıldığı ve NPK gübresinin en üst seviyede uygulandığı NPK3xPGPRxOTG uygulamasından elde edilirken, en yüksek etkinlik değer 224 ile NPK1 uygulamasından elde edildiği görölmektedir. Azot kullanım etkinliği; uygulanan azot miktarının verime yansımaları olarak değerlendirilebilir. Bu bakımdan bakteri uygulaması ile birlikte organik azot içeren organik tavuk gübresi uygulamasında en yüksek geri dönüşün elde edilmesi bu uygulamanın en yüksek etkinliğe sahip olduğunu göstermektedir. Uygulamalara göre azot kullanım etkinlikleri değişim göstermiştir. Bununla birlikte azot seviyesinin artmasıyla birlikte etkinliğin buna bağlı artış göstermediği de; en düşük azot kullanım etkinliğinin mineral gübrenin en üst seviyesi ile birlikte bakteri ve organik tavuk gübresinin verildiği uygulamadan elde edilmesinden anlaşılmaktadır. Azot kullanım etkinliği yetiştirilen bitki türüne, kültürel uygulamalara, kullanılan azotlu gübrenin çeşidine göre veya çevre koşullarının etkisiyle değişiklik gösterebilir. İklimsel farklılığa göre azot kullanım etkinliğinin değiştii çalışmamızın ilk yılı GUY etkilerinin 2. yıl önemsiz bulunmasından da anlaşılabilir. Kara vd (2016) karabuğdayda yaptıkları çalışmada tane verimi bakımından azot kullanım etkinliklerini; amonyum nitrat

uygulamasında 137,3-126,4 arasında, amonyum sülfat uygulamasında 145,7-132,5 arasında, üre uygulamasında ise 125,7-120,6 arasında değiştiğini bildirmişlerdir.

**Çizelge 4.93.** Azot kullanım etkinliği değerlerine ait varyans analiz sonuçları

Yıllar	Varyasyon Kaynakları	SD	KO	F Değeri	Önem Seviyesi
2014	Sentetik Gübre Seviyeleri (SGS)	2	33044,22	7,195	0,002 **
	Gübre Uygulamaları (GUY)	3	18026,26	3,925	0,016 *
	SGS x GUY	6	5647,533	1,23	0,314 öd
2015	Sentetik Gübre Seviyeleri (SGS)	2	77697,095	11,122	0,000 ***
	Gübre Uygulamaları (GUY)	3	10351,769	1,482	0,236 öd
	SGS x GUY	6	5890,788	0,843	0,545 öd
Yıllar Ortalaması	Sentetik Gübre Seviyeleri (SGS)	2	102353,735	17,680	0,000 ***
	Gübre Uygulamaları (GUY)	3	10388,332	1,794	0,156 öd
	Yıllar (Y)	1	13937,672	2,408	0,125 öd
	SGS x GUY x Y	6	2912,944	0,503	0,804 öd
	SGS x Y	2	8387,584	1,449	0,242 öd
	GUY x Y	3	17989,701	3,108	0,032 *
	SGS x GUY	6	8625,377	1,490	0,194 öd

\* ( $p \leq 0,05$ ), \*\* ( $p \leq 0,01$ ), \*\*\* ( $p \leq 0,001$ ) seviyesinde istatistiksel bakımdan önemli  
öd: Uygulamalar arasındaki fark önemli değil ( $p > 0,05$ )

**Çizelge 4.94.** Uygulamalara göre azot kullanım etkinliği değerleri

Yıllar	Sentetik Gübre Seviyeleri (SGS)	Gübre Uygulamaları (GUY)				Ortalama
		SG	PGPR	OTG	PGPRxOTG	
2014	NPK1	243,6 a	166,0 ab	97,4 bd	101,4 bd	152 A**
	NPK2	132,9 bc	89,5 bd	139,7 bc	76,4 bd	110 AB
	NPK3	96,7 bd	41,7 cd	93,2 bd	13,7 d	61 B
	Ortalama	158 A*	99 AB	110 AB	64 B	107
2015	NPK1	204,7 ac	267,2 a	129,3 bd	242,7 ab	211 A***
	NPK2	105,5 cd	68,2 cd	102,6 cd	141,2 ad	104 B
	NPK3	101,4 cd	104,0 cd	35,0 d	79,3 cd	80 B
	Ortalama	137 öd	146	89	154	131
Yıllar Ortalaması	NPK1	224,1 a	216,6 a	113,4 bc	172,0 ab	182 A***
	NPK2	119,2 bc	78,9 c	121,2 bc	108,8 bc	107 B
	NPK3	99,0 bc	72,8 c	64,1 c	46,5 c	71 B
	Ortalama	147 A*	123 AB	100 B	109 AB	119 öd

\* ( $p \leq 0,05$ ), \*\* ( $p \leq 0,01$ ), \*\*\* ( $p \leq 0,001$ ) seviyesinde istatistiksel bakımdan önemli, öd: Uygulamalar arasındaki fark önemli değil ( $p > 0,05$ ), her yıl için küçük ve farklı harfle harflendirilen bireysel uygulamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ( $p \leq 0,05$ ).

#### 4.8. İncelenen Parametreler Arasındaki İlişkiler

Verim ve kalite parametreleri bakımından uygulamalar arasındaki ilişkiler regresyon ve korelasyon analizleri ile belirlenmiş ve aşağıda verilmiştir.

##### 4.8.1. Uygulanan azot miktarı ile taç ağırlığı arasındaki ilişkiler

Uygulanan azot miktarına göre ortalama taç ağırlıklarındaki meydana gelen değişimler regresyon analizi yapılarak belirlenmiştir. Yapılan analizler her uygulamanın kendi kontrolü baz alınarak gruplar halinde yapılmıştır. Böylelikle her uygulama kendi içerisinde değerlendirilmiştir. Ayrıca tüm gruplar bir arada da değerlendirilerek uygulamalara göre önemli bir artış olup olmadığı da değerlendirilmiştir. Çizelge 4.95 incelendiğinde kontrol grubunda farklı gübre seviyesi uygulamalarının verimde önemli derecede artışa sebep olduğu görülmektedir. NPK1 seviyesi için  $R^2=0,859$  ( $p\leq 0,01$ ), NPK2 seviyesi için  $R^2=0,900$  ( $p\leq 0,01$ ), NPK3 seviyesi için  $R^2=0,887$  ( $p\leq 0,01$ ) ve grup içi değerlendirmede  $R^2=0,603$  ( $p\leq 0,01$ ) değerleri belirlenmiş ve bu artışlar istatistiksel olarak önemli bulunmuştur.

Bakteri uygulanan grup incelendiğinde; sadece bakteri uygulanan bitkilere göre bakteri ile sentetik gübre dozlarının uygulandığı bitkiler arasında uygulanan gübre dozlarına göre artışlar olmakla birlikte bu artışlar çok düşük seviyede kalmış ve istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır. Bunun nedeni tek başına bakteri uygulamasının verimde önemli bir artışa sebep olması olabilir. Bununla birlikte sentetik gübrelerle bakteri uygulaması kombinasyonunun verimde yüksek miktarda artışa sebep olmadığı da söylenebilir.

Organik tavuk gübresinin sentetik gübre seviyeleriyle birlikte uygulandığı grupta yalnız OTG uygulanan bitkilere göre gübre seviyeleriyle kombinasyonlarda artışlar tespit edilmekle birlikte NPK2xOTG uygulamasındaki artış ( $R^2 = 0,725$  ( $p\leq 0,05$ )) önemli bulunmuştur. Bakteri uygulamasına göre organik tavuk gübresinin sentetik gübre dozlarıyla kombinasyonu kendi kontrolüne göre verimde daha fazla artışa sebep olduğu görülmüştür.

Bakteri ve organik tavuk gübresinin sentetik gübre seviyeleriyle birlikte uygulandığı grup incelendiğinde PGPRxOTG uygulamasına göre mineral gübre dozlarıyla birlikte kombinasyonların artışa sebep olduğu görülmektedir. Bununla birlikte grup içi regresyon değeri oldukça düşük çıkmıştır. Bunun nedeni sadece PGPRxOTG uygulamasının verimde önemli artışa neden olması olabilir. Öyle ki bu uygulamanın azot kullanım etkinliği en yüksek olan uygulama olması da bunun bir göstergesi olabilir.

Tüm uygulamalar bir arada değerlendirildiğinde gübre uygulamalarının verimde önemli artışlara neden olduğu görülmektedir ( $R^2 = 0,181$   $p \leq 0,01$ ).

**Çizelge 4.95.** Uygulanan azot seviyelerine göre taç verimleri arasındaki değişimler

Uygulamalar	1. Grup			
	8 kg/da	16 kg/da	20 kg/da	Kontrol Grup İçi
Kontrol (0)	$R^2 = 0,859^{**}$ $y = 12,85x - 7,7898$	$R^2 = 0,900^{**}$ $y = 25,27x - 15,628$	$R^2 = 0,887^{**}$ $y = 29,925x - 18,316$	$R^2 = 0,603^{**}$ $y = 21,651x - 12,261$
Uygulamalar	2. Grup			
	PGPR + 8 kg/da	PGPR + 16 kg/da	PGPR + 20 kg/da	PGPR Grup İçi
PGPR	$R^2 = 0,254$ $y = 10,545x - 7,296$	$R^2 = 0,026$ $y = 8,359x - 0,359$	$R^2 = 0,117$ $y = 21,215x - 11,851$	$R^2 = 0,017$ $y = 6,155x + 4,456$
Uygulamalar	3. Grup			
	OTG + 8 kg/da	OTG + 16 kg/da	OTG + 20 kg/da	OTG Grup İçi
OTG	$R^2 = 0,197$ $y = 7,408x + 2,146$	$R^2 = 0,725^*$ $y = 21,785x - 11,807$	$R^2 = 0,489$ $y = 40,712x - 25,927$	$R^2 = 0,244$ $y = 13,746x + 0,843$
Uygulamalar	4. Grup			
	PGPR + OTG + 8 kg/da	PGPR + OTG + 16 kg/da	PGPR + OTG + 20 kg/da	PGPR x OTG Grup İçi
PGPR + OTG	$R^2 = 0,350$ $y = 9,9234x - 2,4198$	$R^2 = 0,411$ $y = 23,08x - 14,384$	$R^2 = 0,053$ $y = -16,215x + 32,423$	$R^2 = 0,000$ $y = -0,0358x + 16,643$
Genel Karşılaştırma (Tüm Gruplar)				
Tüm Uygulamalar			$R^2 = 0,181^{**}$ $y = 14,119x - 2,004$	

\*  $p \leq 0,05$  seviyesinde önemli, \*\*  $p \leq 0,01$  seviyesinde önemli

#### 4.8.2. İncelenen unsurlar arasındaki ilişkiler

Verim ve kalite unsurları arasındaki ilişkiler korelasyon analizi yapılarak belirlenmiş ve Çizelge 4.96'da verilmiştir. Çizelge incelendiğinde verim ve kalite unsurları arasında pozitif ve negatif korelasyonlar olduğu görülmektedir. Bununla birlikte nitrat içeriği ile taç ağırlığı ( $r=-0,622$   $p\leq 0,05$ ) ve yaprak alanı ( $r=-0,595$   $p\leq 0,05$ ) arasında önemli negatif korelasyonlar tespit edilmiştir. Bunun nedeni; bitkilerin azot beslenmesinde dengesizlik yaşaması sonucu nitrat seviyesinin bünyelerinde artış göstermesi ve bunun sonucunda da taç ve yaprak gelişiminin olumsuz etkilenmesi olabilir. Potasyum içerikleri ile gövde çapı arasında da önemli negatif bir ilişki olduğu görülmektedir ( $r=-0,558$   $p\leq 0,05$ ). Buradan bitkilerin bünyelerinde potasyum miktarı arttıkça daha ince gövde oluşturma eğiliminde oldukları anlaşılmaktadır. Ayrıca çinko içeriği ile taç çapı ( $r=-0,643$   $p\leq 0,01$ ) ve molibden içeriği ile taç ağırlığı ( $r=-0,539$   $p\leq 0,05$ ) arasında da önemli negatif korelasyonlar belirlenmiştir.

Çizelge 4.96. İncelenen unsurlar arasındaki ilişkiler

	Gövde Çapı	Gövde Yüksekliği	Bitki Ağırlığı	Taç Ağırlığı	Taç Çapı	Yaprak Ağırlığı	Yaprak Alanı
<b>Kuru_Madde</b>	0,050	- 0,066	- 0,098	- 0,185	- 0,186	- 0,021	- 0,173
<b>SÇKM</b>	- 0,049	- 0,209	- 0,252	- 0,048	- 0,099	- 0,299	- 0,411
<b>Nitrat</b>	- 0,118	0,235	- 0,349	- 0,622*	- 0,482	- 0,060	- 0,595*
<b>N</b>	- 0,136	- 0,144	0,330	0,444	0,314	0,147	0,249
<b>P</b>	- 0,182	0,404	0,125	0,124	- 0,234	0,206	- 0,168
<b>K</b>	- 0,558*	- 0,024	- 0,127	0,022	- 0,147	- 0,301	- 0,413
<b>Ca</b>	- 0,344	- 0,245	0,278	0,453	0,319	0,015	0,003
<b>S</b>	- 0,461	- 0,095	0,245	0,368	0,275	0,028	0,118
<b>Mg</b>	- 0,096	- 0,226	0,059	0,167	- 0,079	- 0,049	- 0,160
<b>Fe</b>	- 0,234	- 0,073	0,343	0,328	0,380	0,160	- 0,086
<b>Cu</b>	0,248	0,349	0,358	0,317	0,046	0,388	0,138
<b>Mn</b>	0,078	0,102	0,205	0,156	0,054	0,211	- 0,343
<b>Zn</b>	0,035	0,054	- 0,378	- 0,287	- 0,643**	- 0,154	- 0,141
<b>Mo</b>	0,124	0,095	- 0,256	- 0,539*	- 0,391	0,090	- 0,401
<b>B</b>	- 0,177	- 0,010	0,167	0,191	0,128	0,208	0,148

\*  $p\leq 0,05$  seviyesinde önemli, \*\*  $p\leq 0,01$  seviyesinde önemli

#### 4.8.3. Enzim içerikleri ile bazı verim ve kalite unsurları arasındaki ilişkiler

Uygulamalara göre bitkilerin yaprak enzim içerikleri ile bazı verim ve kalite unsurları arasında belirlenen negatif ve pozitif korelasyonlar Çizelge 4.97’de verilmiştir. Katalaz içeriği ile bitki ağırlığı ( $r=0,672$   $p\leq 0,01$ ), taç ağırlığı ( $r=0,759$   $p\leq 0,01$ ) ve taç çapı ( $r=0,751$   $p\leq 0,01$ ) arasında önemli ilişki olduğu görülmektedir. Bu nedenle bitkilerde katalaz içeriğinin artmasıyla verimde önemli artış sağlandığı ifade edilebilir. Çalışmada incelenen diğer antioksidan enzimlerle verim ve kalite unsurları arasında belirlenen negatif ve pozitif korelatif ilişkiler istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır ( $p>0,05$ ).

**Çizelge 4.97.** Enzim içerikleri ile bazı verim ve kalite unsurları arasındaki ilişkiler

	Gövde Çapı	Gövde Yüksekliği	Bitki Ağırlığı	Taç Ağırlığı	Taç Çapı	Yaprak Ağırlığı	Yaprak Alanı
<b>CAT</b>	0,358 <sup>ns</sup>	0,173 <sup>ns</sup>	0,672 <sup>**</sup>	0,759 <sup>**</sup>	0,751 <sup>**</sup>	0,490 <sup>ns</sup>	0,452 <sup>ns</sup>
<b>SOD</b>	- 0,406 <sup>ns</sup>	- 0,366 <sup>ns</sup>	- 0,002 <sup>ns</sup>	0,146 <sup>ns</sup>	0,111 <sup>ns</sup>	- 0,222 <sup>ns</sup>	0,452 <sup>ns</sup>
<b>APX</b>	- 0,089 <sup>ns</sup>	- 0,288 <sup>ns</sup>	0,044 <sup>ns</sup>	0,150 <sup>ns</sup>	0,113 <sup>ns</sup>	- 0,228 <sup>ns</sup>	0,381 <sup>ns</sup>

\*  $p\leq 0,05$  seviyesinde önemli, \*\*  $p\leq 0,01$  seviyesinde önemli, ns: Önemsiz ( $p>0,05$ )

#### 4.8.4. Organik asit içerikleri ile bazı verim ve kalite unsurları arasındaki ilişkiler

Organik asit içerikleriyle bazı verim ve kalite unsurları arasında belirlenen pozitif ve negatif korelasyonlar Çizelge 4.98’de verilmiştir. Taç ağırlığı ile oksalik asit içeriği arasında önemli negatif ilişki belirlenmiştir ( $r= -0,545$   $p\leq 0,05$ ). Yani taç ağırlığı arttıkça oksalik miktarı önemli derecede azalma göstermektedir. Gövde çapı arttıkça maleik asit miktarının önemli derecede arttığı ( $r= 0,508$   $p\leq 0,05$ ), sitrik asit ( $r= 0,518$   $p\leq 0,05$ ) ve maleik asit ( $r= 0,529$   $p\leq 0,05$ ) miktarı arttıkça gövde yüksekliğinin arttığı, buna karşılık fumarik asit ( $r= -0,557$   $p\leq 0,05$ ) miktarı arttıkça gövde yüksekliğinin azaldığı da yapılan analizler sonucunda belirlenmiştir. Yaprak ağırlığı ile maleik asit ( $r= 0,754$   $p\leq 0,01$ ) miktarı arasında pozitif, fumarik asit ( $r= -0,647$   $p\leq 0,01$ ) miktarı arasında ise negatif ve önemli bir ilişki olduğu da tespit edilmiştir.



**Çizelge 4.98.** Organik asit içerikleri ile bazı verim ve kalite unsurları arasındaki ilişkiler

	<b>Oksalik Asit</b>	<b>Tartarik Asit</b>	<b>Malik Asit</b>	<b>Askorbik Asit</b>
<b>Gövde Çapı</b>	0,019	-0,216	0,109	0,041
<b>Gövde Yüksekliği</b>	-0,298	0,043	-0,101	-0,422
<b>Bitki Ağırlığı</b>	-0,475	0,179	-0,196	-0,096
<b>Taç Ağırlığı</b>	-0,545*	0,264	-0,404	-0,122
<b>Taç Çapı</b>	-0,341	0,064	-0,169	0,190
<b>Yaprak Ağırlığı</b>	-0,267	0,056	-0,084	-0,282
<b>Yaprak Alanı</b>	0,053	0,058	0,228	0,134
	<b>Malonik Asit</b>	<b>Sitrik Asit</b>	<b>Maleik Asit</b>	<b>Fumarik Asit</b>
<b>Gövde Çapı</b>	0,170	0,431	0,508*	-0,329
<b>Gövde Yüksekliği</b>	-0,126	0,518*	0,529*	-0,557*
<b>Bitki Ağırlığı</b>	-0,178	0,060	0,557*	-0,301
<b>Taç Ağırlığı</b>	-0,122	-0,255	0,311	0,024
<b>Taç Çapı</b>	-0,342	-0,221	0,103	0,147
<b>Yaprak Ağırlığı</b>	-0,164	0,457	0,754**	-0,647**
<b>Yaprak Alanı</b>	-0,144	-0,225	0,252	0,165

\*  $p \leq 0,05$  seviyesinde önemli, \*\*  $p \leq 0,01$  seviyesinde önemli

## 5. SONUÇ ve ÖNERİLER

Yapılan çalışmada; açıkta yetiştiricilikte karnabaharda bakteri, organik gübre, sentetik gübrenin farklı seviyelerinin (NPK1-NPK2-NPK3) ve bunların birlikte kombinasyon olarak uygulanmalarının verim ve kalite üzerine etkileri araştırılmıştır. Çalışma sonucunda; incelenen özelliklerden birisi olarak, bakteri uygulamalarının toprakta bulunan benzer bakteri türlerinin popülasyonları üzerine olumsuz etki yapmadığı görülmüştür. Hatta bakteri uygulanan parsellerde daha yüksek miktarlarda bakteri kolonizasyon miktarları tespit edilmiştir. Bununla birlikte rizosfer bölgelerinde yapılan periyodik sayımlarda popülasyonların bitkinin farklı gelişim dönemlerinde farklılık gösterdiği, genellikle ilk sayımdan itibaren popülasyonların azaldığı ve son sayımda da en düşük seviyeye ulaştıkları görülmüştür.

Uygulamaların, verim ve kalite unsurlarına etkileri farklılık göstermiştir. Çalışmanın ilk yılında elde edilen verim değerlerinin, tüm uygulamalarda ikinci yılda önemli derecede arttığı görülmektedir. Bu artışta iklim koşullarının özellikle de yarıyıllı yağışların önemli rol oynadığını düşünmekteyiz. Bununla birlikte birinci yılda en yüksek verimin elde edildiği ilk üç uygulama sırasıyla NPK2xOTG, NPK3xOTG ve NPK2 uygulamaları olurken, ikinci yılda sırasıyla PGPRxOTGxNPK1, PGPRxOTGxNPK2 ve NPK2xOTG uygulamaları olmuştur. Buradan da görüleceği gibi sentetik gübrelerin daha düşük dozlarıyla birlikte organik tavuk gübresi ve bakteri kombinasyonu verimde önemli artışlara sebep olmaktadır. Bitki ağırlığı en yüksek NPK3 uygulamasından elde edilmekle birlikte en yüksek taç veriminin bu uygulamadan elde edilmemesi sentetik gübrenin en yüksek seviyesinin vejetatif gelişimi daha çok teşvik ettiğinin bir göstergesi olarak değerlendirilebilir. Gövde çapına en olumlu katkısı NPK2xOTG ve NPK2 uygulamaları yapmıştır. Bununla birlikte mineral gübre (NPK2) uygulamasında gövde çapındaki artışın verime aynı şekilde yansımadağı görülmüştür.

Uygulamaların taç rengi ve şekli üzerine etkileri farklı olmakla birlikte taç rengine L değerleri bakımından en olumlu etki sırasıyla NPK3xOTG, NPK2xPGPRxOTG ve PGPRxOTG uygulamalarından elde edilmiştir. Taç şekilleri genel olarak küresel

olmakla birlikte NPK3 uygulamasındaki taçlar diğer uygulamalardakine nispeten daha yayvan olmuştur. Yaprak ağırlıklarında da NPK3 uygulaması ön plana çıkmaktadır. En yüksek yaprak alanı değeri de PGPR uygulamasından elde edilmiştir. Tek başına bakteri uygulamasının yaprak gelişimine en olumlu etkiyi yaptığı görülmüştür. Yaprak gelişiminin bir diğer göstergesi olarak klorofil içerikleri bakımından ortalama değerlere göre ilk okumada NPK3xPGPR, ikinci okuma döneminde ise NPK3xOTG uygulaması en olumlu etkiyi yapmıştır. Bununla birlikte son iki okumada uygulamaların klorofil içeriğine etkisi önemsiz bulunmuştur. Yaprak kuru madde miktarına uygulamaların etkisi kontrole göre daha düşük olarak gerçekleşmiştir. Taçlardaki suda çözünebilir kuru madde miktarı ise en yüksek NPK1xPGPRxOTG uygulamasında gerçekleşmiştir.

Bitki büyüme ve gelişiminde önemli ve farklı roller üstlenen, bitkilerin bünyesinde makro ve mikro düzeyde bulunan besin elementlerinin alımına uygulamaların etkileri farklılık göstermiştir. Bununla birlikte makro ve mikro besin elementi içeriklerine en olumlu etkiyi yapan uygulamalar olarak PGPRxOTG, NPK2xPGPR, NPK3xPGPR uygulamaları ön plana çıkmıştır. Özellikle kükürt gibi lahana grubu sebzelerde önemli olan besin elementlerinde bakteri uygulamalarıyla önemli artışlar kaydedilmiştir. Nitrat içerikleri değerlendirildiğinde, en yüksek içerik kontrol uygulamasından elde edilmiştir. Genel olarak nitrat düzeylerinin yüksek olmadığı da görülmüştür.

Antioksidan enzimler bakımından tüm uygulamalar kontrole göre artışa sebep olmuştur. CAT bakımından NPK1xPGPR, süperoksid dismutaz bakımından NPK2xPGPR, NPK3xPGPR, NPK1xOTG, NPK2xPGPRxOTG ve askorbat peroksidaz bakımından PGPR uygulamasının en olumlu etkiyi sağladığı görülmektedir. Organik asit içerikleri uygulamalara göre değişmekle birlikte oksalik asit, askorbik asit ve sitrik asit en yüksek NPK0 (Kontrol) uygulamasından elde edilmiştir. Çalışmada incelenen diğer organik asitlerin miktarlarının yapılan uygulamalarla kontrole göre farklı seviyelerde arttığı görülmüştür.

Azot kullanım etkinliği en yüksek PGPRxOTG uygulamasından elde edilmiştir. Bakteri uygulamasının OTG uygulamasına göre AKE'ni artırdığı da çalışma sonuçlarından

anlaşılmaktadır. Fakat bakteri uygulamasının bitkilere ne kadar azot sağladığı bilinmediğinden buradaki AKE artışının, bakteri uygulamasının verime yaptığı olumlu katkıdan dolayı olduğu söylenebilir. Bununla birlikte organik tavuk gübresi sentetik gübre dozlarıyla birlikte uygulandığında azot kullanım etkinliğinde önce artışa daha sonra azalmaya neden olmuştur.

Son yıllarda, verimde artış sağlamak amacıyla sentetik gübrelerin aşırı ve bilinçsiz kullanımını sonucu ortaya çıkan çevre ve insan sağlığı üzerindeki olumsuz etkiler sebebiyle, çevreye ve insan sağlığına daha az zarar veren organik ve iyi tarım uygulamaları gibi üretim sistemleri yaygınlaşmaya başlamıştır. Organik ve biyolojik gübrelerin (bakteri, mikoriza vb) de kullanımı yaygınlaşmaktadır. Bununla birlikte halen çoğunlukla, yoğun girdi (sentetik gübre, ilaç vb) kullanılan entansif tarım yapılmaktadır. Bitkisel üretimde en çok kullanılan besin elementi ise azottur (Mengel 1991). Uygulanan azotun bir kısmı bitkiler tarafından alınırken diğer kısmı toprakta kalmakta ve yıkanma ile yer altı sularına karışarak kirliliğe sebep olabilmektedir. Öte yandan karnabahar gibi türler yüksek miktarda hasat sonrası kalıntı bırakmaktadırlar. Öyle ki karnabahara verilen azotun yarısı hasatta alınan ürünle uzaklaşırken yarısı üretim alanında kalabilmektedir (Everaarts *et al.* 1996). Bu kalıntılar da çevre kirliliğini artırmaktadır. Bu nedenle çalışmaya konu olan karnabahar gibi türlerde uygun gübre dozunun belirlenmesi ve yeterli miktarların aşılması çevre ve insan sağlığı için önemlidir.

Yaptığımız bu çalışmanın sonuçlarını değerlendirdiğimizde, verim ve kalite bakımından yukarıda bahsedilen nedenler göz önüne alınarak, çalışmanın yapıldığı veya benzer ekolojiye sahip yöreler için karnabahar yetiştiriciliğinde 1. grup uygulamalar içerisinde NPK2, 2. grup içerisinde NPK1xPGPR, 3. grup içerisinde NPK2xOTG ve 4. grup içerisinde ise NPK1xPGPRxOTG uygulamaları önerilebilir bulunmuştur. Ayrıca kalite kriterleri bakımından özellikle de besin elementi içerikleri bakımından ön plana çıkan PGPRxOTG uygulaması da organik üretim yapacaklar için önerilebilir. Bununla birlikte organik tavuk gübresinin farklı dozları kullanılarak yapılacak çalışmalarla, yaptığımız çalışmamızda kullanılan doz (400 kg/da) ile ortalama verim (yaklaşık 3,5 t/da) elde

ettiğimiz bu uygulamadan (PGPRxOTG), daha yüksek verimin elde edilebileceği dozlar da belirlenebilir. En yüksek azot kullanım etkinliğinin PGPRxOTG uygulamasından elde edilmesi, bu uygulamanın üzerinde durulması bakımından önemli bir göstergedir.

Çalışmamızda erkenci bir karnabahar çeşidi kullanılmış ve erken sonbahar yetiştiriciliği (Fide dikimi Temmuz ayı ortasında yapılmıştır) tercih edilmiş ve yörede ticari anlamda üretimi yapılmayan karnabahar, yöre üreticilerine alternatif bir ürün olarak sunulmuştur. Yörede yetiştiricilik yapacak üreticiler için de çok erkenci veya erkenci çeşitlerle ve çalışmamızda yetiştiricilik yapılan dönemde üretim yapmalarını tavsiye etmekteyiz. Bunun nedeni çalışmanın yapıldığı yörede ilk donların erken başlaması ve şiddetli olmasıdır. Öyle ki kontrol amacıyla arazide bırakılan bitkilerin hasat döneminin hemen ardından gelen ilk donlardan tamamen etkilendikleri ve hiçbirinin bu durumu atlatacağı gözlemlenmiştir. Ayrıca çalışmayı yaptığımız yörenin erken ilkbahar yetiştiriciliğine de uygun olmadığını düşünmekteyiz. Bunun nedeni ilkbahar geç donlarının yörede Mayıs ayının ortalarına kadar devam etmesi ve bunun sonucunda üretim sezonunun uzaması ve hasatların yaz ortasına denk gelmesidir. Bu durumda bitkilerin ve taçların aşırı güneş ışığına maruz kalması ve önemli verim ve kalite kayıpları meydana geleceği öngörülebilmektedir. Bu da üreticilerin ekonomik anlamda yetiştiricilik yapmalarına engel olacaktır. Öte yandan yörede yoğun olarak yapılan buğday üretiminin ardından ikinci ürün olarak karnabahar üretiminin yapılabileceği de tavsiye edilebilir.

Bakteri, organik tavuk gübresi ve sentetik gübre uygulamalarının ayrı ayrı ve birlikte kullanımlarının karnabaharda verim ve kalite üzerine etkilerini araştırdığımız bu çalışmamızın yeni yapılacak çalışmalara faydalı olacağını düşünmekteyiz. Bununla birlikte, açıkta yetiştiricilikte farklı rizosfer bakteri türlerinin ve kombinasyonlarının, farklı ekolojik koşullarda ve bitki türlerinde verim ve kalite üzerine etkilerinin araştırıldığı başka çalışmalara da ihtiyaç olduğunu düşünmekteyiz. Arazi koşullarında yapılacak çalışmalarla; laboratuvar koşullarında kendilerini kanıtlamış olan bakterilerin biyolojik gübre olarak kullanımlarıyla ilgili öngörüler elde edilebilir ve arazi performansları değerlendirilebilir ve kullanımları yaygınlaştırılabilir. Ayrıca bakterilerin

biyolojik gübre olarak kullanımlarının çevreye özelikle de toprağa etkilerinin araştırılmasının da faydalı olacağını düşünmekteyiz.



**KAYNAKLAR**

- Adesemoye, A.O., Torbert, H.A., Kloepper, J.W., 2008. Enhanced plant nutrient use efficiency with PGPR and AMF in an integrated nutrient management system. *Canadian Journal of Microbiology*, 54 (10), 876-886.
- Adesemoye, A.O., Torbert, H.A., Kloepper, J.W., 2009. Plant growth-promoting rhizobacteria allow reduced application rates of chemical fertilizers. *Microbial Ecology*, 58 (4), 921-929.
- Adesemoye, A.O., Torbert, H.A., Kloepper, J.W., 2010. Increased plant uptake of nitrogen from <sup>15</sup>N-depleted fertilizer using plant growth-promoting rhizobacteria. *Applied Soil Ecology*, 46, 54-58.
- Agarwal, S., Pandey, V., 2004. Antioxidant enzyme responses to NaCl stress in *Cassia angustifolia*. *Biologia Plantarum*, 48 (4), 555-560.
- Ahemad, M., Kibret, M., 2014. Mechanisms and applications of plant growth promoting rhizobacteria: Current perspective. *Journal of King Saud University – Science*, 26, 1-20.
- Akbulut, M., Odabaşı, S.S., Odabaşı, D.A., Çelik, E.Ş., 2006. Çanakkale İli'nin önemli içsuları ve kirletici kaynakları. *E.Ü. Su Ürünleri Dergisi*, 23 (1/1), 9-15.
- Akın, G., 2007. Küresel çevre sorunları. *C.Ü. Sosyal Bilimler Dergisi*, 31 (1), 43-54.
- Alagöz, Z., Yılmaz, E., Öktüren, F., 2006. Organik materyal ilavesinin bazı fiziksel ve kimyasal toprak özellikleri üzerine etkileri. *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 19 (2), 245-254.
- Alibaş, İ., Okursoy, R., 2012. Karalahana (*Brassica oleracea* L. var. *acephala*), pazı (*Beta vulgaris* L. var. *cicla*) ve ıspanak (*Spinacia oleracea* L.) yapraklarının bazı teknik özellikleri. *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 26 (1), 39-48.
- Altın, N., Bora, T., 2005. Bitki gelişimini uyaran kök bakterilerinin genel özellikleri ve etkileri. *Anadolu J. of AARI*, 15 (2), 87-103.
- Andersson, R., Hedlund, B., 1983. HPLC analysis of organic acids in lactic acid fermented vegetables. *Z. Lebensm. Unters Forsch.*, 176, 440-443.
- Angelini, R., Federico, R., 1989. Histochemical evidence of polyamine oxidation and generation of hydrogen peroxide in the cell wall. *Journal of Plant Physiology*, 135 (2), 212-217.
- Angelini, R., Manes, F., Federico, R., 1990. Spatial and functional correlation between diamine-oxidase and peroxidase activities and their dependence upon de-etiolation and wounding in chick-pea stems. *Planta*, 182 (1), 89-96.
- Anonim, 2015. Bitkisel Üretim İstatistikleri. TÜİK, <https://biruni.tuik.gov.tr/bitkiselapp/bitkisel.zul> (01.01.2016).
- Anonim, 2016. Yaş Meyve Ve Sebze Sektör Raporu. TMMOB Ziraat Mühendisleri Odası. [http://www.zmo.org.tr/resimler/ekler/b5a3b0088c4bc9e\\_ek.pdf?tipi=38&toru=D&sube=0](http://www.zmo.org.tr/resimler/ekler/b5a3b0088c4bc9e_ek.pdf?tipi=38&toru=D&sube=0) (01.10.2016).
- Antoun, H., Beauchamp, C.J., Goussard, N., Chabot, R., Lalande, R., 1998. Potential of Rhizobium and Bradyrhizobium species as plant growth promoting rhizobacteria on non-legumes: effect on radishes (*Raphanus sativus* L.). *Plant and Soil*, 204 (1), 57-67.
- AOAC, 2005. AOAC Official Methods of Analyses. 18th edition Association of Official Analytical Chemists, <http://www.aoac.org>

- Atağ, G.A., Kuşvuran, K., Şeyhanlı, İ., Kuşvuran, Ş., Daşgan, H.Y., 2012. Marathon Brokoli Çeşidinin Verimi ve Azot İçeriği Üzerine Farklı Azot Dozlarının Etkisi. *Alatarım*, 11 (1), 1-6.
- Banik, S., Dey, B.K., 1981. Solubilization of inorganic phosphate and production of organic acids by microorganisms isolated in sucrose tricalcium phosphate agar plates. *Zbl. Bakteriol.*, 136, 478-486.
- Bashyal, L.N., 2011. Response of cauliflower to nitrogen fixing biofertilizer and graded levels of nitrogen. *The Journal of Agriculture and Environment*, 12, 41-50.
- Bhattacharyya, P.N., Jha, D.K., 2012. Plant growth-promoting rhizobacteria (PGPR): emergence in agriculture. *World J. Microbiol Biotechnol*, 28, 1327-1350.
- Biari, A., Gholami, A., Rahmani, H.A., 2008. Growth promotion and enhanced nutrient uptake of Maize (*Zea mays* L.) by application of Plant Growth Promoting Rhizobacteria in arid region of Iran. *Journal of Biological Sciences*, 8 (15), 1015-1020.
- Biswas, J. C., Ladha, J.K., Dazzo, F.B., 2000. Rhizobia inoculation improves nutrient uptake and growth of lowland rice. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 64, 1644–1650.
- Bleecker, A.B., Kende, H., 2000. Ethylene: a gaseous signal molecule in plants. *Annual Review of Cell and Developmental Biology*, 16 (1), 1-18.
- Bøckman, O.C., 1997. Fertilizers and biological nitrogen fixation as sources of plant nutrients: perspectives for future agriculture. *Plant and Soil*, 194, 11-14.
- Boiero, L., Perrig, D., Masciarelli, O., Penna, C., Cassán, F., Luna, V., 2007. Phytohormone production by three strains of *Bradyrhizobium japonicum* and possible physiological and technological implications. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 74 (4), 874-880.
- Bouyoucos, G.J., 1962. Hydrometer method improved for making particle size analysis of soil. *Agronomy Journal*, 54, 464-465.
- Bremner, J.M., Mulvaney, C.S., 1982. *Methods of Soil Analysis. Part 2, Chemical and Microbiological Properties*, Agronomy Monograph, 9.2., 2. Edition, A.L. Page (ed.), c.31, p. 595-624.
- Cassán, F., Vanderleyden, J., Spaepen, S., 2014. Physiological and agronomical aspects of phytohormone production by model plant-growth-promoting rhizobacteria (PGPR) belonging to the genus *Azospirillum*. *Journal of Plant Growth Regulation*, 33 (2), 440-459.
- Čekey, N., Šlosár, M., Uher, A., Balogh, Z., Valšíková, M., Lošák, T., 2011. The effect of nitrogen and sulphur fertilization on the yield and content of sulforaphane and nitrates in cauliflower. *Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis*, 59, 2.
- Chalker-Scott, L., 1999. Environmental significance of anthocyanins in plant stress responses. *Photochemistry and Photobiology*, 70 (1), 1-9.
- Chen, C., Belanger, R.R., Benhamou, N., Paulitz, T.C., 2000. Defense enzymes induced in cucumber roots by treatment with plant growth-promoting rhizobacteria (PGPR) and *Pythium aphanidermatum*. *Physiological and Molecular Plant Pathology*, 56 (1), 13-23.
- Chen, Y. P., Rekha, P.D., Arunshen, A.B., Lai, W.A., Young, C.C., 2006. Phosphate solubilizing bacteria from subtropical soil and their tricalcium phosphate solubilizing abilities. *Appl. Soil Ecol.*, 34, 33-41.



- Conklin, P.L., 2001. Recent advances in the role and biosynthesis of ascorbic acid in plants. *Plant, Cell and Environment*, 24, 383-394.
- Çakmakçı, R., 2005. Bitki gelişimini teşvik eden rizobakterilerin tarımda kullanımı. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 36 (1), 97-107.
- Çakmakçı, R., Dönmez, F., Aydın, A., Şahin, F., 2006. Growth promotion of plants by plant growth-promoting rhizobacteria under greenhouse and two different field soil conditions. *Soil Biology & Biochemistry*, 38, 1482-1487.
- Çakmakçı, R., Dönmez, M.F., Erdoğan, Ü., 2007b. The effect of plant growth-promoting rhizobacteria on barley seedling growth, nutrient uptake, some soil properties, and bacterial counts. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 31, 189-199.
- Çakmakçı, R., Erat, M., Erdoğan, Ü., Dönmez, M.F., 2007a. The influence of plant growth-promoting rhizobacteria on growth and enzyme activities in wheat and spinach plants. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*, 170 (2), 288-295.
- Çakmakçı, R., Ertürk, Y., Dönmez, M.F., Erat, M., Kutlu, M., Sekban, R., Haznedar, A., 2012. Azot fikseri ve fosfat çözücü bakterilerin Muradiye 10 çay klonunda gelişme, verim ve besin alımı üzerine etkisi. *Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi*, 5 (2), 176-181.
- Çalışkan, S., Yetişir, H., Çalışkan, M.E., Arslan, M., 2007. Farklı organik üretim sistemlerinin domates bitkisinin büyüme ve verimi üzerine etkileri. *Türkiye 5. Ulusal Bahçe Bitkileri Kongresi*, 4-7 Eylül 2007, Erzurum, Türkiye, 232-235.
- Dai, J., Becquer, T., Rouiller, J., Reversat, H., Bernhard, G., Lavelle, F., 2004. Influence of heavy metals on C and N mineralization and microbial biomass in Zn-, Pb-, Cu-, and Cd- contaminated soils. *Applied Soil Ecology*, 25, 99-109.
- Dakora, F.D., Phillips, D.A., 2002. Root exudates as mediators of mineral acquisition in low-nutrient environments. *Plant and Soil*, 245, 35-47.
- Dashti, N., Zhang, F., Hynes, R., Smith, D.L., 1997. Application of plant growth-promoting rhizobacteria to soybean (*Glycine max* [L.] Merr.) increases protein and dry matter yield under short-season conditions. *Plant and Soil*, 188 (1), 33-41.
- Davies, K., G., Whirbread, R., 1989. Factors affecting the colonisation of a root system by fluorescent Pseudomonads: The effects of water, temperature and soil microflora. *Plant and Soil*, 116, 247-256.
- Demir, H., Gölükçü, M., Topuz, A., Özdemir, F., Polat, E., Şahin, H., 2003b. Yedikule ve iceberg tipi marul çeşitlerinin mineral madde içeriği üzerine ekolojik üretimde farklı gübre uygulamalarının etkisi. *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 16 (1), 79-85.
- Demir, H., Topuz, A., Gölükçü, M., Polat, E., Özdemir, F., Şahin, H., 2003a. Ekolojik üretimde farklı gübre uygulamalarının domatesin mineral madde içeriği üzerine etkisi. *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 16 (1), 19-25.
- Demiralay, İ., 1993. Toprak Fiziksel Analizleri. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları*, 143, 13-19.
- Demirtaş I., Arı, N., Arpacıoğlu, A., Kaya, H., Özkan, C., 2013. Değişik organik kökenli gübrelerin kimyasal özellikleri. [http://www.yarasagubresi.com.tr/FileUpload/bs209856/File/yarasa\\_gubresi\\_kimyasal\\_ozellikleri.pdf](http://www.yarasagubresi.com.tr/FileUpload/bs209856/File/yarasa_gubresi_kimyasal_ozellikleri.pdf)
- Demirtaş, A., 2005. Bitkide bor ve etkileri. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 36 (2), 217-225.

- Dobermann, A., 2007. Nutrient use efficiency–measurement and management. Proceedings of IFA International Workshop on Fertilizer Best Management Practices, 7-9 March 2007, Brussels, Belgium.
- Egamberdiyeva, D., 2007. The effect of plant growth promoting bacteria on growth and nutrient uptake of maize in two different soils. *Applied Soil Ecology*, 36, 184-189.
- Ekinci, M., Yıldırım, E., Kotan, R., 2015. Bazı bitki gelişimini teşvik eden rizobakterilerin brokkoli (*Brassica oleraceae* L. var. *italica*) fide gelişimi ve fide kalitesi üzerine etkileri. *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 28 (2), 53-59.
- Ekinci, M., Turan, M., Yıldırım, E., Güneş, A., Kotan, R., Dursun, A., 2014. Effect of plant growth promoting rhizobacteria on growth, nutrient, organic acid, amino acid and hormone content of cauliflower (*Brassica oleracea* L. var. *botrytis*) transplants. *Acta Sci. Pol., Hortorum Cultus*, 13(6), 71-85.
- Elwan, M.W.M., El-Hamed, K.A., 2011. Influence of nitrogen form, growing season and sulfur fertilization on yield and the content of nitrate and vitamin C of broccoli. *Scientia Horticulturae*, 127 (3), 181-187.
- Esitken, A., Pirlak, L., Turan, M., Sahin, F., 2006. Effects of floral and foliar application of plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) on yield, growth and nutrition of sweet cherry. *Scientia Horticulturae*, 110 (4), 324-327.
- Eşiyok, D., Bozokalfa, M.K., Uğur, A., Kavak, S., 2003. Bazı karnabahar çeşitlerinin (*Brassica oleracea* var. *botrytis*) verim, kalite ve bitki özelliklerinin belirlenmesi. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 40 (1), 9-16.
- Everaarts, A.P., De Moel, C.P., Van Noordwijk, M., 1996. The effect of nitrogen fertilisation and the method of application on nitrogen uptake of cauliflower and on nitrogen in crop residues and soil at harvest. *Neth. J. Agric. Sci.*, 44, 43-55.
- Ezawa, T., Smith, S.E., Smith, F.A., 2002. P metabolism and transport in AM fungi. *Plant Soil*, 244, 221-230.
- Garcia de Salamone, I.E., Hynes, R.K., Nelson, L.M., 2001. Cytokinin production by plant growth promoting rhizobacteria and selected mutants. *Canadian Journal of Microbiology*, 47 (5), 404-411.
- Gholami, A., Shahsavani, S., Nezarat, S., 2009. The effect of plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) on germination, seedling growth and yield of maize. *World Academy of Science, Engineering and Technology*, 49, 19-24.
- Glala, A.A., Ezzo, M.I., Abdalla, A.M., 2010. Influence of plant growth promotion rhizosphere-bacteria "pgpr" enrichment and some alternative nitrogen organic sources on tomato. *Acta Hort. (ISHS)*, 852, 131-138.
- Gong, Y., Toivonen, P.M.A., Lau, O.L., Wiersma, P.A., 2001. Antioxidant system level in 'Braeburn' apple is related to its browning disorder. *Botanical Bulletin of Academia Sinica*, 42, 259-264.
- Gökçe, G.F., Usta, C., 2013. Biyolojik kontrol, organik tarım ve çevre kirlenmesi. *Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi* 6 (1), 63-67.
- Gray, E.J., Smith, D.L., 2005. Intracellular and extracellular PGPR: commonalities and distinctions in the plant–bacterium signaling processes. *Soil Biology & Biochemistry*, 37, 395-412.
- Gu, H., Wang, J., Zhao, Z., Sheng, X., Yu, H., Huang, W., 2015. Characterization of the appearance, health-promoting compounds, and antioxidant capacity of the florets

- of the loose-curd cauliflower, *International Journal of Food Properties*, 18 (2), 392-402.
- Gulati, A., Sharma, N., Vyas, P., Sood, S., Rahi, P., Pathania, V., Prasad, R., 2010. Organic acid production and plant growth promotion as a function of phosphate solubilization by *Acinetobacter rhizosphaerae* strain BIHB 723 isolated from the cold deserts of the trans-Himalayas. *Arch Microbiol.*, 192, 975-983.
- Güler, S., 2004. Tavuk gübresi ve inorganik gübre uygulamasının domateste verim, kalite ve yaprağın besin element içeriği üzerine etkileri. *Derim*, 21 (1), 21-29.
- Han, H.S., Lee, K.D., 2005a. Plant growth promoting rhizobacteria effect on antioxidant status, photosynthesis, mineral uptake and growth of lettuce under soil salinity. *Research Journal of Agriculture and Biological Sciences*, 1 (3), 210-215.
- Han, H.S., Lee, K.D., 2005b. Phosphate and potassium solubilizing bacteria effect on mineral uptake, soil availability and growth of eggplant. *Res. J. Agric. Biol. Sci.*, 1 (2), 176-180.
- Han, H.S., Lee, K.D., 2006. Effect of co-inoculation with phosphate and potassium solubilizing bacteria on mineral uptake and growth of pepper and cucumber. *Plant Soil and Environment*, 52 (3), 130.
- Hao, X., Cho, C.M., Racz, G.J., Chang, C., 2002. Chemical retardation of phosphate diffusion in an acid soil as affected by liming. *Nutr. Cycl. Agroecosys.*, 64, 213-224.
- Haspolat, I., 2012. Genetiği değiştirilmiş organizmalar ve biyogüvenlik. Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi, 59, 75-80.
- Havir, E.A., McHale, N.A., 1987. Biochemical and developmental characterization of multiple forms of catalase in tobacco leaves. *Plant Physiology*, 84, 450-455.
- Hayat, R., Ali, S., Amara, U., Khalid, R., Ahmed, I., 2010. Soil beneficial bacteria and their role in plant growth promotion: a review. *Ann Microbiol*, 60, 579-598.
- Hinsinger., P., Bengough A.G., Vetterlein, D., Young, I., 2009. Rhizosphere: biophysics, biogeochemistry and ecological relevance. *Plant Soil*, 321, 117-152.
- Inal, A., Gunes, A., Sahin, O., Taskin, M.B., Kaya, E.C., 2015. Impacts of biochar and processed poultry manure, applied to a calcareous soil, on the growth of bean and maize. *Soil Use and Management*, 31 (1), 106-113.
- İnal, A., Sözüdoğru, S., Erden, D., 1996. Tavuk gübresinin içeriği ve gübre değeri. *Tarım Bilimleri Dergisi*, 2 (3), 45-50.
- Jasim, A.H., Al-Timmen, W.M.A., 2014. The effect of mulch and fertilizers on broccoli (*Brassica oleracea* L. var. *italica*) oxidants and antioxidants. *Net Journal of Agricultural Science*, 2 (4), 124-130.
- Kacar, B., İnal, A., 2008. Bitki Analizleri. Nobel Yayın Dağıtım, 892 s, Ankara.
- Kang, S.M., Khan, A.L., Hamayun, M., Shinwari, Z.K., Kim, Y.H., Joo, G.J., Lee, I.J., 2012. *Acinetobacter calcoaceticus* ameliorated plant growth and influenced gibberellins and functional biochemicals. *Pak. J. Bot*, 44 (1), 365-372.
- Kaniszewski, S., Rumpel, J., 1998. Effects of irrigation, nitrogen fertilization and soil type on yield and quality of cauliflower. *Journal of Vegetable Crop Production*, 4 (1), 67-75.
- Kara, B., Çelebi, F.G., Kara, N., Atar, B., 2016. Karabuğday (*Fagopyrum esculentum* Moench)'da farklı azotlu gübre formlarının etkinliği. *Türk Tarım – Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 4 (6), 515-518.

- Karaer, F., Gürlük, S., 2003. Gelişmekte olan ülkelerde tarım-çevre-ekonomi etkileşimi. *Doğuş Üniversitesi Dergisi*, 4 (2), 197-206.
- Karakurt, H., Aslantaş, R., 2008. Bitki renk maddelerinin (pigmentler) oluşum ve değişim fizyolojisi. *Alatırım*, 7 (2), 34-41.
- Kaushal, M., Kaushal, R., Thakur, B.S., Spehia, R.S., 2011. Effect of plant growth-promoting rhizobacteria at varying levels of N and P fertilizers on growth and yield of cauliflower in mid hills of Himachal Pradesh. *Journal of Farm Sciences*, 1 (1), 19-26.
- Kaushal, M., Kaushal, R., 2013. Plant Growth Promoting Rhizobacteria- Impacts on cauliflower yield and soil health. *The Bioscan*, 8 (1), 1-10.
- Khan, A.A., Jilani, G., Akhtar, M.S., Naqvi, S.M.S., Rasheed, M., 2009. Phosphorus solubilizing bacteria: occurrence, mechanisms and their role in crop production. *J. Agric. Biol. Sci*, 1 (1), 48-58.
- Kılıç, R., Korkmaz, K., 2012. Kimyasal gübrelerin tarım topraklarında artık etkileri. *Biyoloji Bilimleri Araştırma Dergisi*, 5 (2), 87-90.
- Kim, J., Rees, D.C., 1994. Nitrogenase and biological nitrogen fixation. *Biochemistry*, 33 (2), 389-397.
- Kocabaş, I., Sönmez, İ., Kalkan, H., Kaplan, M., 2007. Farklı organik gübrelerin adaçayı (*Salvia fruticosa* Mill.)'nin uçucu yağ oranı ve bitki besin maddeleri içeriğine etkileri. *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 20 (1), 105-110.
- Kohler, J., Hernández, J.A., Caravaca, F., Roldán, A., 2009. Induction of antioxidant enzymes is involved in the greater effectiveness of a PGPR versus AM fungi with respect to increasing the tolerance of lettuce to severe salt stress. *Environmental and Experimental Botany*, 65 (2), 245-252.
- Kumar, V., Singh, P., Jorquera, M.A., Sangwan, P., Kumar, P., Verma, A.K., Agrawal, S., 2013. Isolation of phytase-producing bacteria from Himalayan soils and their effect on growth and phosphorus uptake of Indian mustard (*Brassica juncea*). *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, 29 (8), 1361-1369.
- Lamb, J.A., Fernandez, G.F., Kaiser, D.E., 2014. Understanding nitrogen in soils. University of Minnesota Extension, Nutrient Management, AG-FO-3770-B.
- Lim, J.H., Kim, S.D., 2009. Synergistic plant growth promotion by the indigenous auxins-producing PGPR *Bacillus subtilis* AH18 and *Bacillus licheniformis* K11. *Journal of the Korean Society for Applied Biological Chemistry*, 52 (5), 531-538.
- Lindsay, W. L., Norvell, W. A., 1978. Development of a DTPA test for zinc, iron, manganese, and copper. *Soil Science Society of America Journal*, 42, 421-428.
- McLean, E.O., 1982. Soil pH and lime requirement, methods of soil analysis. Part 2, Chemical and Microbiological Properties, 2nd edition, Agronomy Monograph, No: 9, Madison, WI, USA, pp: 199-224.
- Mengel, K., 1991. Available nitrogen in soils and its determination by the 'Nmin-method' and by electroultrafiltration (EUF). *Fertilizer Research*, 28, 251-262.
- Mittler, R., 2002. Oxidative stress, antioxidants and stress tolerance. *Trends in Plant Science*, 7 (9), 405-410.
- Nakano, Y., Asada, K., 1981. Hydrogen peroxide is scavenged by ascorbate-specific peroxidase in spinach chloroplasts, *Plant Cell Physiol.*, 22 (5), 867-880.
- Nelson, D.W., Sommers, L.E., 1982. Total carbon, organic carbon and organic matter. In: Page, A.L., Miller, R.H., Keeney, D.R. (Eds.), *Methods of Soil Analysis. Part*

2. Agronomy, Vol. 9. Am. Soc. Agron., S.S.S. America, Madison, WI, pp. 539-579.
- Nelson, L.M., 2004. Plant growth promoting rhizobacteria (PGPR): prospects for new inoculants. *Crop Management*, 3 (1), doi:10.1094/CM-2004-0301-05-RV.
- Nelson, R.E., 1982. Carbonate and Gypsum. Page, A.L., Miller, R.H., Keeney, D.R. (Eds.), *Methods of Soil Analysis, Part 2, Chemical and Microbiological Properties*, Vol. 9, Am. Soc. Agron., S.S.S. America, Madison, WI, pp. 181-197.
- Noctor, G., Foyer, C., 1998. Ascorbate And Glutathione: Keeping active oxygen under control. *Annu. Rev. Plant Physiol. Plant Mol. Biol.*, 49, 249-279.
- Okur, N., Kayıkçıoğlu, H.H., Tunç, G., Tüzel, Y., 2007. Organik tarımda kullanılan bazı organik gübrelerin topraktaki mikrobiyal aktivite üzerine etkisi. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 44 (2), 65-80.
- Olsen, S.R., Sommers, L.E., 1982. Phosphorous. In: Page, A.L. (ed.), *Methods of Soil Analysis, Agronomy, No. 9, Part 2: Chemical and Microbiological Properties*, 2nd edition, American Society Agronomy, Madison, WI. USA, pp: 403-430.
- Orhan, E., Esitken, A., Ercisli, S., Turan, M., Sahin, F., 2006. Effects of plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) on yield, growth and nutrient contents in organically growing raspberry. *Scientia Horticulturae*, 111 (1), 38-43.
- Özdehan, Ö., Üren, A., 2010. Gıdalarda nitrat ve nitrit. *Akademik Gıda*, 8 (6), 35-43.
- Patten, C.L., Glick, B.R., 1996. Bacterial biosynthesis of indole-3-acetic acid. *Canadian Journal of Microbiology*, 42 (3), 207-220.
- Polat, E., Sönmez, S., Demir, H., Kaplan, M., 2001. Farklı organik gübre uygulamalarının marulda verim, kalite ve bitki besin maddeleri alımına etkileri. *Türkiye 2. Ekolojik Tarım Sempozyumu*, 14-16 Kasım, 2001, Antalya, 69-77.
- Preston, G.M., 2004. Plant perceptions of plant growth-promoting *Pseudomonas*. *Philosophical Transactions-Royal Society of London Series B Biological Sciences*, 907-918.
- Rasipour, L., Aliasgharzadeh, N., 2007. Interactive effect of phosphate solubilizing bacteria and *Bradyrhizobium japonicum* on growth, nodule indices and some nutrient uptake of soybean. *JWSS-Isfahan University of Technology*, 11 (40), 53-64.
- Rather, K., Schenk, M.K., Everaarts, A.P., Vethman, S., 1999. Response of yield and quality of cauliflower varieties (*Brassica oleracea* var. *botrytis*) to nitrogen supply. *Journal of Horticultural Science & Biotechnology*, 74 (5), 658-664.
- Requena, N., Jimenez, I., Toro, M., Barea, J.M., 1997. Interactions between plant-growth promoting rhizobacteria (PGPR), arbuscular mycorrhizal fungi and *Rhizobium* spp. in the rhizosphere of *Anthyllis cytisoides*, a model legume for revegetation in mediterranean semi-arid ecosystems. *New Phytol.*, 136, 667-677.
- Rodríguez, H., Fraga, R., 1999. Phosphate solubilizing bacteria and their role in plant growth promotion. *Biotechnology Advances*, 17, 319-339.
- Rosen, C.J., Fritz, V.A., Gardner, G.M., Hecht, S.S., Carmella, S.G., Kenney, P.M., 2005. Cabbage yield and glucosinolate concentrations as affected by nitrogen and sulfur fertility. *HortScience*, 40 (5), 1493-1498.
- Saber, M.S.M., 2001. Clean biotechnology for sustainable farming. *Engineering in Life Sciences*, 1 (6), 217-223.

- Sagoe, C.I., Ando, T., Kouno, K., Nagaoka, T., 1998. Relative importance of protons and solution calcium concentration in phosphate rock dissolution by organic acids. *Soil Sci. Plant Nutr.*, 44, 617-625.
- Saharan, B.S., Nehra, V., 2011. Plant Growth Promoting Rhizobacteria: A Critical Review. *Life Sciences and Medicine Research*, Volume 2011: LSMR-21, 1-30.
- Saleem, M., Arshad, M., Hussain, S., Bhatti, A.S., 2007. Perspective of plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) containing ACC deaminase in stress agriculture. *J. Ind. Microbiol. Biotechnology*, 34, 635-648.
- Saygılı, H., 1995. Fitobakteriyoloji. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü Ders Kitabı, Doğruluk Matbaası, Bornova, İzmir.
- Saygılı, H., Şahin, F., Aysan, Y., 2006. Fitobakteriyoloji. Ege Üniversitesi Yayınları No: 9944-5882-0-2, İzmir.
- Scalzo, R.L., Bianchi, G., Genna, A., Summa, C., 2007. Antioxidant properties and lipidic profile as quality indexes of cauliflower (*Brassica oleracea* L. var. *botrytis*) in relation to harvest time. *Food Chemistry*, 100, 1019-1025.
- Scalzo, R.L., Genna, A., Branca, F., Chedin, M., Chassaigne, H., 2008. Anthocyanin composition of cauliflower (*Brassica oleracea* L. var. *botrytis*) and cabbage (*B. oleracea* L. var. *capitata*) and its stability in relation to thermal treatments. *Food Chemistry*, 107, 136-144.
- Sharafzadeh, S., 2012. Effects of pgpr on growth and nutrients uptake of tomato. *International Journal of Advances in Engineering & Technology*, 2 (1), 27-31.
- Sivasakthi, S., Kanchana, D., Usharani, G., Saranraj, P., 2013. Production of plant growth promoting substance by *Pseudomonas fluorescens* and *Bacillus subtilis* isolates from paddy rhizosphere soil of Cuddalore District, Tamil Nadu, India. *International Journal of Microbiological Research*, 4 (3), 227-233.
- Sutton, M.A., Oenema, O., Erisman, J.W., Leip, A., Van Grinsven, H., Winiwarer, W., 2011. Too much of a good thing. *Nature*, 472, 159-161.
- Şalk, A., Arın, L., Deveci, M., Polat, S., 2008. Özel Sebzeçilik. Onur Grafik Matbaa ve Reklam Hizmetleri, 488 s, İstanbul.
- Tao, G., Tian, S., Cai, M., Xie, G., 2008. Phosphate solubilizing and mineralizing abilities of bacteria isolated from soils. *Pedosphere*, 18, 515-523.
- Tavali, İ.E., Maltaş, A.Ş., Uz, İ., Kaplan, M., 2013. Karnabaharın (*Brassica oleracea* var. *botrytis*) verim, kalite ve mineral beslenme durumu üzerine vermikompostun etkisi. *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 26 (2), 115-120.
- Tiryaki, O., Canhilal, R., Horuz, S., 2010. Tarım ilaçları kullanımı ve riskleri. *Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 26 (2), 154-169.
- Turan, M., Ekinci, M., Yildirim, E., Güneş, A., Karagöz, K., Kotan, R., Dursun, A., 2014. Plant growth-promoting rhizobacteria improved growth, nutrient, and hormone content of cabbage (*Brassica oleracea*) seedlings. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 38 (3), 327-333.
- Turhan, Ş., 2005. Tarımda sürdürülebilirlik ve organik tarım. *Tarım Ekonomisi Dergisi*, 11 (1), 13-24.
- Van Den Boogaard, R., Thorup- Kristensen, K. (1997). Effects of nitrogen fertilization on growth and soil nitrogen depletion in cauliflower. *Acta Agriculturae Scandinavica B-Plant Soil Sciences*, 47 (3), 149-155.

- Vessey, J.K., 2003. Plant growth promoting rhizobacteria as biofertilizers. *Plant and Soil*, 255, 571-586.
- Wagner, G., Loewus, F., 1973. The biosynthesis of (+) -tartaric acid in *Pelargonium crispum*. *Plant Physiology*, 52, 651-654.
- Wani, A.J., Mubarak, T., Rather, G.H., 2010. Effect of organic and inorganic nutrient sources on growth and curd yield of cauliflower (*Brassica oleracea* var *botrytis* L.) cv Snowball-16. *Environment and Ecology*, 28 (3), 1660-1662.
- Yağmur, B., Kavak, S., Uğur, A., Bozokalfa, M.K., Eşiyok, D., 2003. Potasyum uygulamalarının savoy lahanasında (*Brassica oleracea* L. var. *sabauda*) verim ve kalite özellikleri üzerine etkisi. *Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg.*, 40 (2), 113-120.
- Yıldırım, E., Karlıdağ, H., Turan, M., Dursun, A., Göktepe, F., 2011. Growth, nutrient uptake, and yield promotion of broccoli by plant growth promoting rhizobacteria with manure. *Hort Science*, 46 (6), 932-936.
- Yordanova, Y.R., Cristov, K.N., Popova, L.P., 2004. Antioxidative enzymes in barley plants subjected to soil flooding. *Environmental and Experimental Botany*, 51, 93-101.
- Zhuang, X., Chen, J., Shim, H., Bai, Z., 2007. New advances in plant growth-promoting rhizobacteria for bioremediation. *Environment International*, 33, 406-413.

## ÖZGEÇMİŞ

1977 yılında Samsun'da doğdu. İlköğrenimini burada tamamladı. Ortaöğrenimini İstanbul'da tamamladı. Vatani görevini yerine getirdikten sonra lisans eğitimini 2007 yılında Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümünde tamamladı. Yüksek lisans eğitimine 2008 yılında Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Anabilim Dalında başladı ve 2009 yılında Bozok Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümünde Araştırma Görevlisi olarak görev aldı. Yüksek Lisans eğitimini 2011 yılında tamamladı ve aynı yıl Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı Sebze Yetiştiriciliği ve Islahı Bilim Dalında doktora öğrenimine başladı. Evli ve bir çocuk babasıdır ve Bozok Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümünde halen Araştırma Görevlisi olarak görevine devam etmektedir.