



T.C.

ÇANAKKALE ONSEKİZ MART ÜNİVERSİTESİ

LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

TARLA BİTKİLERİ ANABİLİM DALI

**BİTKİ GELİŞİMİNİ TEŞVİK EDİCİ BAKTERİLERİN ÇÖREK OTU
TÜRLERİNİN (*Nigella sativa* ve *Nigella damascena*)
TOHUMLARINDA KİMYASAL İÇERİK VE BİTKİ GELİŞMESİNE
ETKİLERİ**

DOKTORA TEZİ

ŞEVİM AKÇURA

Tez Danışmanı

PROF. DR. RAMAZAN ÇAKMAKÇI

ÇANAKKALE – 2023



T.C.

ÇANAKKALE ONSEKİZ MART ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

TARLA BİTKİLERİ ANABİLİM DALI

**BİTKİ GELİŞİMİNİ TEŞVİK EDİCİ BAKTERİLERİN ÇÖREK OTU
TÜRLERİNİN (*Nigella sativa* ve *Nigella damascena*) TOHUMLARINDA
KİMYASAL İÇERİK VE BİTKİ GELİŞMESİNE ETKİLERİ**

DOKTORA TEZİ

TEZİ HAZIRLAYAN ÖĞRENCİ SEVİM AKÇURA

Tez Danışmanı

PROF. DR. RAMAZAN ÇAKMAKÇI

Bu çalışma, ÇOMU BAP Birimi tarafından desteklenmiştir.

Proje No: FDK-2021-3672

ÇANAKKALE – 2023

ETİK BEYAN

Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Tez Yazım Kuralları'na uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmasında; tez içinde sunduğum verileri, bilgileri ve dokümanları akademik ve etik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi, tüm bilgi, belge, değerlendirme ve sonuçları bilimsel etik ve ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu, tez çalışmasında yararlandığım eserlerin tümüne uygun atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi, kullanılan verilerde herhangi bir değişiklik yapmadığımı, bu tezde sunduğum çalışmanın özgün olduğunu, bildirir, aksi bir durumda aleyhime doğabilecek tüm hak kayıplarımı kabullendiğimi taahhüt ve beyan ederim.

(İmza)

Sevim AKÇURA

21/06/2023

TEŞEKKÜR

Bu tezin gerçekleştirilmesinde, çalışmam boyunca benden yardımlarını esirgemeyen saygıdeğer danışman hocam Prof. Dr. Ramazan ÇAKMAKÇI'ya, Tez İzleme Komitesi Üyeleri hocalarım Sayın Prof. Dr. Nuray Mücellâ MÜFTÜOĞLU'na, Sayın Prof. Dr. Harun BAYTEKİN'e, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü emekli öğretim üyesi Sayın hocam Prof. Dr. Ahmet GÖKKUŞ'a, bu araştırmayı maddi olarak destekleyen Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimine (Proje no: FDK-2021-3672), Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü yönetici ve çalışanlarına, Doktora çalışmam süresince 100/2000 YÖK Doktora Bursu programı kapsamında burs aldığım Yükseköğretim Kurulu Başkanlığı'na, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü Öğretim Üyelerine, 2020 ve 2021 yılları Tarla Bitkileri Bölümü stajyer öğrencilerine, arazi temininde ve tarla denemelerinin yürütülmesinde destek olan Balıkesir Büyükşehir Belediyesi Kırsal Hizmetler Daire Başkanlığı Çiftçi Eğitim Şube Müdürlüğü teknik elemanlarına, laboratuvar çalışmalarının her aşamasında destek olan Erciyes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü Öğretim Üyesi Prof. Dr. Mahmut KAPLAN ve Lapseki Meslek Yüksek Okulu Öğretim Üyesi Doç. Dr. Yalçın COŞKUN'a, Tarla Bitkileri Anabilim dalı doktora öğrencileri arkadaşlarım Ece COŞKUN, Umut SONGUR ve Rukiye ŞENGÜN'e, bu tez çalışmasının her aşamasında tüm zorlukları benimle göğüsleyen değerli eşim ve Tarla Bitkileri Anabilim Dalı Başkanı Prof. Dr. Mevlüt AKÇURA'ya, hayatımın her evresinde bana destek olan annem Elif MERCAN ve babam Celal MERCAN'a, gösterdikleri sabır ve varlıklarıyla bana güç veren canım çocuklarım Hilal Deniz ve Melis Duru'ya en içten teşekkürlerimi sunarım.

Sevim AKÇURA

Çanakkale, Haziran 2023

ÖZET

BİTKİ GELİŞİMİNİ TEŞVİK EDİCİ BAKTERİLERİN ÇÖREK OTU TÜRLEİNİN (*Nigella sativa* ve *Nigella damascena*) TOHUMLARINDA KİMYASAL İÇERİK VE BİTKİ GELİŞMESİNE ETKİLERİ

Sevim AKÇURA

Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi

Lisansüstü Eğitim Enstitüsü

Tarla Bitkileri Anabilim Dalı Doktora Tezi

Danışman: Prof. Dr. Ramazan ÇAKMAKÇI

21/06/2023, 235

Bu araştırma, kontrol (bakteri ve gübresiz), kimyasal gübre (8 kg/da azot ve 4 kg/da K₂O), çiftlik gübresi (ÇG: 3 ton/da), bir bitki büyüme düzenleyicisi (indol asetik asit, IAA), iki ticari mikrobiyal gübre (BMusaVita ve BMusaGreen) ve azot fikseri, fosfat çözücü, ACC deaminaze ve indol asetik asit üretici bakterilerden oluşturulan altı tekli (*Pseudomonas fluorescens* RC512, *P. fluorescens* RC536, *P. fluorescens* RC481, *Bacillus licheniformis* RC502, *Bacillus megaterium* RC16 ve *Bacillus subtilis* RC210), bir ikili (*B. subtilis* RC17 + RC512), dört üçlü (RC481 + RC210 + RC16, RC536 + RC210 + RC16, RC536 + RC17 + *B. megaterium* RC32 ve RC512 + *B. megaterium* RC07 + *Pantoea agglomerans* RC58) ve iki adet dörtlü (RC481 + RC210 + RC32 + RC502 ve RC536 + RC502 + *Bacillus atrophaeus* RC542 + *Bacillus coagulans* RC65) bakteri aşılmasının Balıkesir Burhaniye’de tarla koşullarında *Nigella sativa* ve *Nigella damascena* çörek otu türlerinde gelişme, tohum verimi, uçucu ve sabit yağ oranı, verimi ve kompozisyonu üzerine etkisinin test edilmesi amacıyla iki yıl süreyle yürütülmüştür. Denemeler her iki türde yanyana ayrı ayrı iki deneme seti halinde tesadüf blokları deneme desenine göre ondokuz uygulama ve üç tekekürrürlü olarak kurulmuştur. Bakteriyel etkinlik, aşılama suşuna, tekli, ikili, üçlü ve dörtlü kombinasyonlara, çörek otu türüne ve değerlendirilen parametrelere bağlı olarak değişmiştir. Tekli ve çoklu yeni bakteri formülasyonlarından yüksek etkinlik gösterenler çörek otu gelişmesi, tohum, sabit ve uçucu yağ verim ve komponentlerini denemede kullanılan çiftlik gübresi, ticari biyolojik gübre ve kimyasal gübrelemeye eşit veya daha fazla artırabilmiştir. Araştırma sonuçlarına göre, özellikle yeni ACC deaminaze ve indol asetik asit üretici, azot fikseri ve fosfat çözücü bakterilerden oluşturulan RC512+RC17, RC481+RC210+RC16,

RC512+RC07+RC58, RC481+RC210+RC32+RC502 ve RC536+RC542+RC65+RC502 formülasyonları *Nigella sativa* ve *Nigella damascena* çörek otu türlerinde kapsül sayısı, kapsülde tane ağırlığı, tohum verimi, sabit yağ oranı ve verimi, uçucu yağ verimi, oleik asit ve linoleik asit gibi sabit yağ bileşenleri ile p-cymene, sabinen, β -elemene, γ -terpinene ve thymoquinone gibi uçucu yağ bileşenleri dahil gelişmeyi teşvik etmiştir.

Anahtar Kelimeler: Çörek Otu, *Nigella sativa*, *Nigella damascena*, Bitki Gelişmesini Teşvik Edici Bakteri, Tohum Verimi, Uçucu ve Sabit Yağ Oranı, Yağ Verimi ve Kompozisyonu



ABSTRACT

EFFECTS OF PLANT GROWTH-PROMOTING RHIZOBACTERIA ON THE SEED CHEMICAL STRUCTURE AND PLANT GROWTH OF BLACK CUMIN SPECIES (*Nigella sativa* and *Nigella damascena*)

Sevim AKÇURA

Çanakkale Onsekiz Mart University

School of Graduate Studies

Doctoral Dissertation in Field Crops

Advisor: Prof. Dr. Ramazan ÇAKMAKÇI

21/06/2023, 235

The objective of this study was to evaluate possible effects of control (without inoculation and any fertilizer application) chemical fertilizer (nitrogen 8 kg da⁻¹ and K₂O₄ kg da⁻¹), farmyard manure (FM: cattle manures 30 t ha⁻¹), one plant growth regulators (Indole 3-acetic acid, IAA), two commercial liquid bio-fertilizer (BMusaVita and BMusaGreen) and IAA-producing, ACC deaminase-containing, N₂-fixing, and P-solubilizing bacteria based bio-fertilizers in six single (*Pseudomonas fluorescens* RC512, *P. fluorescens* RC536, *P. fluorescens* RC481, *Bacillus licheniformis* RC502, *Bacillus megaterium* RC16 and *Bacillus subtilis* RC210), one dual (RC512 + *B. subtilis* RC17), four triple (RC481 + RC210 + RC16, RC536 + RC210 + RC16, RC536 + RC17 + *B. megaterium* RC32 and RC512 + *B. megaterium* RC07+ *Pantoea agglomerans* RC58), and two quadruple combinations (RC481 + RC210+ RC32 + RC502 and RC536 + RC502 + *Bacillus atrophaeus* RC542 + *Bacillus coagulans* RC65) growth, seed yield, essential and fixed oil ratio, yield and composition of *Nigella sativa* and *Nigella damascena* black cumin cultivars under field conditions of Burhaniye/Balıkesir, in two years. The experiments were arranged as two separate sets side by side in both species according to completely randomized block design with nineteen treatments and three replicates. Bacterial efficiency was variable and depended on the inoculants strain, single, double, triple, and quadruple combinations, black cumin species and parameters evaluated. Of the effective the single and multi-bacterial v-new formulations tested consistently gave growth, seed, fixed and essential yields and its components of black cumin equal to or higher than farmyard manure, commercial biofertilizer, and chemical fertilizers applied. Trial results show that inoculation with newly bacteria-based formulation

of IAA-producing, N₂-fixing and P-solubilizing bacterial strain especially RC512+RC17, RC481+RC210+RC16, RC512+RC07+RC58, RC481+RC210+RC32+RC502 and RC536+RC542+RC65+RC502 stimulated overall plant growth, including number of capsules, the number of seeds in the capsule, seed yield, fixed oil ratio and yield, plant height, trunk diameter, drug and fresh herb yield, essential oil yield, and fixed oil components such as oleic acid and linoleic acid, and essential oil components such as linoleic acid, p-cymene, sabinene, β-elemene, γ-terpinene, thymoquinone of *Nigella sativa* and *Nigella damascena* black cumin cultivars.

Keywords: Black Cumin, *Nigella sativa*, *Nigella damascena*, Plant Growth Promoting Rhizobacteria, Seed Yield, Essential and Fixed Oil Content, Oil Yield and Composition

İÇİNDEKİLER

	Sayfa No
JÜRİ ONAY SAYFASI.....	i
ETİK BEYAN.....	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
ÖZET	iv
ABSTRACT	vi
İÇİNDEKİLER	viii
SİMGELER ve KISALTMALAR.....	xi
TABLOLAR DİZİNİ.....	xii
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	xix

BİRİNCİ BÖLÜM GİRİŞ

1

İKİNCİ BÖLÜM ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

11

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM MATERYAL YÖNTEM

45

3.1. Araştırma Materyali.....	45
3.1.1. Deneme Yeri ve Toprak Özellikleri.....	45
3.1.2. Araştırmanın Yürütüldüğü Lokasyonun İklim Özellikleri.....	46
3.1.3. Bitkisel Materyal.....	48
Çameli çeşidi (<i>Nigella sativa</i> L. cv. Çameli)'nin bazı özellikleri.....	49
<i>Nigella damascena</i> türüne ait genotipin bazı özellikleri.....	49
3.1.4. Kullanılan Bakteri Streinleri, İzolasyon Kaynağı ve Bazı Özellikleri.....	49
3.2. Yöntem.....	50
3.2.1. Deneme Deseni ve Deneme Konuları.....	50
3.2.2. Bakteri Süspansiyon ve Formülasyonlarının Hazırlanması ve Uygulanması.....	52
3.2.3. Hormon Uygulanması.....	53
3.2.4. Bakım ve Hasat İşlemleri.....	53
3.2.5. Gelişme ve Verim Parametreleri.....	54
3.2.6. Ham Protein Oranı Yağ (Sabit ve Uçucu) Verim Özellikleri....	55
3.2.7. Sabit Yağ Yağ Asidi Kompozisyonu.....	56

3.2.8.	Uçucu Yağ Bileşenleri.....	56
3.2.9.	İstatistiki Analizler.....	57
DÖRDÜNCÜ BÖLÜM		
ARAŞTIRMA BULGULARI		58
4.1.	Gelişme ve Verim Parametreleri.....	58
4.1.1.	Bitki Boyu	58
4.1.2.	Dal Sayısı.....	62
4.1.3.	Bitkide Toplam Kapsül Sayısı.....	66
4.1.4.	Kapsüldeki Tohum Sayısı.....	70
4.1.5.	Kapsül Tohum Ağırlığı.....	74
4.1.5.	Bitki Tohum Verimi.....	78
4.1.6.	Bin Tane Ağırlığı.....	82
4.1.7.	Tohum Verimi.....	86
4.2.	Ham Protein Oranı Yağ (Sabit ve Uçucu) Verim Özellikleri.....	93
4.2.1.	Ham Protein Oranı.....	93
4.2.2.	Sabit Yağ Oranı.....	98
4.2.3.	Sabit Yağ Verimi.....	102
4.2.4.	Uçucu Yağ Oranı.....	105
4.2.5.	Uçucu Yağ Verimi.....	110
4.3.	Sabit Yağ Yağ Asidi Kompozisyonu.....	114
4.3.1.	Doymuş Yağ Asidi Kompozisyonu.....	114
	Palmitik asit oranı (C16:0).....	114
	Stearik asit oranı (C18:0).....	118
	Kaproik asit oranı (C6:0).....	122
	Kaprik asit oranı (C10:0).....	126
	Kaprylik asit oranı (C:8:0).....	129
	Mrystik asit oranı (C14:0).....	132
	Toplam doymuş yağ asidi oranı	136
4.3.2.	Doymamış Yağ Asidi Kompozisyonu.....	140
	Linoleik asit oranı (C18:2).....	140
	Oleik asit oranı (C18:1).....	144
	Eikosadionoik asit oranı (C:20:1).....	149
	γ -Linolenik asit oranı (C18:3).....	152
	Toplam doymamış yağ asidi oranı.....	156
4.4.	Uçucu Yağ Özellikleri.....	160
4.4.1.	<i>Nigella sativa</i> Uçucu Yağ Etken Madde Oranları.....	160
	α -Thujene ve α -pinene oranları.....	160

Sabinene ve β -pinene oranları.....	165
p-Cymene ve limonene oranları.....	169
Thymoquinone ve longifolene oranları.....	173
Terpinen-4-ol oranı.....	178
<i>Nigella sativa</i> uçucu yağında bulunan etken madde bileşenlerinin genel değerlendirilmesi.....	182
4.4.2. <i>Nigella damascena</i> Uçucu Yağ Etken Madde Oranları.....	184
Thujene ve p-cymene oranları.....	184
γ -Terpinene β -elemene oranları.....	188
γ -Gurjunene ve β -selinene oranları.....	193
α -Selinene ve γ -selinene oranları.....	197
<i>Nigella damascena</i> türünün uçucu yağında bulunan etken madde bileşenlerinin genel değerlendirilmesi.....	201
BEŞİNCİ BÖLÜM	
SONUÇ ve ÖNERİLER	
	203
KAYNAKÇA	207
EKLER	I
1 <i>Nigella sativa</i> türünün 2019-2020 yılında uygulamalara bağlı olarak etken madde oranları (%).....	I
2 <i>Nigella sativa</i> türünün 2020-2021 yılında uygulamalara bağlı olarak etken madde oranları (%).....	II
3 <i>Nigella sativa</i> türünün yıllar ortalaması olarak uygulamalara bağlı etken madde oranları (%).....	III
4 <i>Nigella damascena</i> türünün 2019-2020 yılında uygulamalara bağlı olarak etken madde oranları (%).....	IV
5 <i>Nigella damascena</i> türünün 2020-2021 yılında uygulamalara bağlı olarak etken madde oranları (%).....	V
6 <i>Nigella damascena</i> türünün yıllar ortalaması olarak uygulamalara bağlı etken madde oranları (%).....	VI
7 Tarla denemelerinden muhtelif görüntüler.....	VII
8 Hasat öncesi çiftlik gübresi (a), kontrol (b), IAA (c), NPK+ME gübresi (d), üçlü RC512+RC07+RC58 ve dörtlü RC481+RC210+RC32+RC502 bakteri aşılımlarına ait bazı parsel görüntüleri.....	IX
ÖZGEÇMİŞ	X

SİMGELER VE KISALTMALAR

BGTB	Bitki Gelişimini Teşvik Edici Bakteri
BAÇEM	Balıkesir Büyük Şehir Belediyesi Kırsal Hizmetler Daire Başkanlığı Çiftçi Eğitim Şube Müdürlüğü
ÇG	Çiftlik Gübresi
GC-MS	Gaz kromatografisi-kütle spektrometrisi
TÜBİVES	Türkiye Bitkileri Veri Servisi
g	Gram
%	Yüzde oranı
da	Dekar
ha	Hektar
l	Litre
ETDA	Etilen diaminetetra asetik asit
ITK	İnce Tabaka Kromatografisi
IAA	İndol Asetik Asit
ACC-deaminaz	1-aminosiklopropan-1-karboksilat deaminaz
N	Azot
P	Fosfor
K	Potasyum
AN	Amonyum Nitrat
BHT	Bütil Hidroksi Toluene
TSP	Triple Süper Fosfat
PGPR	Bitki Büyümesini Teşvik Eden Rizobakteri
ME	Mikro element
RC512	<i>Pseudomonas fluorescens</i>
RC536	<i>Pseudomonas fluorescens</i>
RC481	<i>Pseudomonas fluorescens</i>
RC502	<i>Bacillus licheniformis</i>
RC16	<i>Bacillus megaterium</i>
RC32	<i>Bacillus megaterium</i>
RC07	<i>Bacillus megaterium</i>
RC210	<i>Bacillus subtilis</i>
RC17	<i>Bacillus subtilis</i>
RC542	<i>Bacillus atrophaeus</i>
RC65	<i>Bacillus coagulans</i>
RC58	<i>Pantoea agglomerans</i>

TABLULAR DİZİNİ

Tablo No	Tablo Adı	Sayfa No
Tablo 1	Çörek otu tohumunun kimyasal bileşimi	2
Tablo 2	Çörek otunun sabit yağının yağ asidi içeriği (%)	3
Tablo 3	Çörek otu uçucu yağının kimyasal bileşimi (%)	4
Tablo 4	Deneme alanının 0-30 cm derinliğindeki bazı toprak özellikleri	45
Tablo 5	Çalışmanın yürütüldüğü Balıkesir İli Burhaniye ilçesinin uzun yıllar (1938-2021), 2019-2020, 2020-2021 yetiştirme sezonlarına ait aylık bazı iklim verileri	46
Tablo 6	Bakteri streinleri, izolasyon kaynağı ve bazı strein özellikleri	50
Tablo 7	Denemelerde test edilen uygulamalar	51
Tablo 8	Bakteri aşılama ları, gübre ve hormon uygulamalarının <i>Nigella sativa</i> ve <i>Nigella damascena</i> çörek otu bitkilerinde bitki boyu değerlerine ait varyans analiz sonuçları	58
Tablo 9	Bakteri aşılama ları, hormon ve gübre uygulamalarının <i>Nigella sativa</i> ve <i>Nigella damascena</i> bitkilerinde bitki boyu (cm) üzerine etkisi	59
Tablo 10	Bakteri aşılama ları, gübre ve hormon uygulamalarının <i>Nigella sativa</i> ve <i>Nigella damascena</i> çörek otu bitkilerinde dal sayısı değerlerine ait varyans analiz sonuçları	63
Tablo 11	Bakteri aşılama ları, hormon ve gübre uygulamalarının <i>Nigella sativa</i> ve <i>Nigella damascena</i> bitkilerinde bitkide dal sayısına (adet/bitki) etkisi	63
Tablo 12	Bakteri aşılama ları, gübre ve hormon uygulamalarının <i>Nigella sativa</i> ve <i>Nigella damascena</i> çörek otu bitkilerinde toplam kapsül sayısı değerlerine ait varyans analiz sonuçları	66
Tablo13	Bakteri aşılama ları, hormon ve gübre uygulamalarının <i>Nigella sativa</i> ve <i>Nigella damascena</i> bitkilerinde toplam kapsül sayısına (adet/bitki) etkisi	67
Tablo14	Bakteri aşılama ları, gübre ve hormon uygulamalarının <i>Nigella sativa</i> ve <i>Nigella damascena</i> çörek otu bitkilerinde kapsülde tohum sayısı değerlerine ait varyans analiz sonuçları	70
Tablo 15	Bakteri aşılama ları, hormon ve gübre uygulamalarının <i>Nigella sativa</i> ve <i>Nigella damascena</i> bitkilerinde kapsülde tane sayısına (adet/kapsül) etkisi	71

Tablo No	Tablo Adı	Sayfa No
Tablo 16	Bakteri aşılama ları, gübre ve hormon uygulamalarının <i>Nigella sativa</i> ve <i>Nigella damascena</i> çörek otu bitkilerinde kapsül tohum ağırlığı değerlerine ait varyans analiz sonuçları	74
Tablo 17	Bakteri aşılama ları, hormon ve gübre uygulamalarının <i>Nigella sativa</i> ve <i>Nigella damascena</i> bitkilerinde kapsülde tane ağırlığına (g) etkisi	75
Tablo 18	Bakteri aşılama ları, gübre ve hormon uygulamalarının <i>Nigella sativa</i> ve <i>Nigella damascena</i> çörek otu bitkilerinde bitki tohum verimi değerlerine ait varyans analiz sonuçları	78
Tablo 19	Bakteri aşılama ları, hormon ve gübre uygulamalarının <i>Nigella sativa</i> ve <i>Nigella damascena</i> bitkilerinde bitki tohum verimine (g/bitki) etkisi	79
Tablo 20	Bakteri aşılama ları, gübre ve hormon uygulamalarının <i>Nigella sativa</i> ve <i>Nigella damascena</i> çörek otu bitkilerinde bin tane ağırlığı değerlerine ait varyans analiz sonuçları	83
Tablo 21	Bakteri aşılama ları, hormon ve gübre uygulamalarının <i>Nigella sativa</i> ve <i>Nigella damascena</i> bitkilerinde bin tane ağırlığı (g) üzerine etkisi	83
Tablo 22	Bakteri aşılama ları, gübre ve hormon uygulamalarının <i>Nigella sativa</i> (Çameli çeşidi) ve <i>Nigella damascena</i> bitkilerinde tane verimi değerlerine ait varyans analiz sonuçları	86
Tablo 23	Bakteri aşılama ları, hormon ve gübre uygulamalarının <i>Nigella sativa</i> ve <i>Nigella damascena</i> bitkilerinde tane verimi (kg/da) üzerine etkisi	87
Tablo 24	Kontrole göre bakteri aşılama ları, hormon ve gübre uygulamalarının <i>Nigella sativa</i> ve <i>Nigella damascena</i> bitkilerinde tane veriminin (kg/da) oransal değişimleri (%)	90
Tablo 25	Bakteri aşılama ları, gübre ve hormon uygulamalarının <i>Nigella sativa</i> ve <i>Nigella damascena</i> çörek otu bitkilerinde ham protein oranlarına ait varyans analiz sonuçları	94
Tablo 26	Bakteri aşılama ları, hormon ve gübre uygulamalarının <i>Nigella sativa</i> ve <i>Nigella damascena</i> bitkilerinde ham protein oranına (%) etkisi	95
Tablo 27	Bakteri aşılama ları, gübre ve hormon uygulamalarının <i>Nigella sativa</i> ve <i>Nigella damascena</i> çörek otu bitkilerinde sabit yağ oranına ait varyans analiz sonuçları	98
Tablo 28	Bakteri aşılama ları, hormon ve gübre uygulamalarının <i>Nigella sativa</i> ve <i>Nigella damascena</i> bitkilerinde sabit yağ oranı (%) üzerine etkisi	99

Tablo No	Tablo Adı	Sayfa No
Tablo 29	Bakteri aşılama ları, gübre ve hormon uygulamalarının <i>Nigella sativa</i> ve <i>Nigella damascena</i> çörek otu bitkilerinde sabit yağ verimine ait varyans analiz sonuçları	102
Tablo 30	Bakteri aşılama ları, hormon ve gübre uygulamalarının <i>Nigella sativa</i> ve <i>Nigella damascena</i> bitkilerinde sabit yağ verimi (L/da) üzerine etkisi	103
Tablo 31	Bakteri aşılama ları, gübre ve hormon uygulamalarının <i>Nigella sativa</i> ve <i>Nigella damascena</i> çörek otu bitkilerinde uçucu yağ oranına ait varyans analiz sonuçları	106
Tablo 32	Bakteri aşılama ları, hormon ve gübre uygulamalarının <i>Nigella sativa</i> ve <i>Nigella damascena</i> bitkilerinde uçucu yağ oranı (%) üzerine etkisi	107
Tablo 33	İki yıllık ortalama üzerinden kontrole göre bakteri aşılama ları, hormon ve gübre uygulamalarının <i>Nigella sativa</i> ve <i>Nigella damascena</i> bitkilerinde uçucu yağ oranları değişimi	109
Tablo 34	Bakteri aşılama ları, gübre ve hormon uygulamalarının <i>Nigella sativa</i> ve <i>Nigella damascena</i> çörek otu bitkilerinde uçucu yağ verimine ait varyans analiz sonuçları	110
Tablo 35	Bakteri aşılama ları, hormon ve gübre uygulamalarının <i>Nigella sativa</i> ve <i>Nigella damascena</i> bitkilerinde uçucu yağ verimi (L/da) üzerine etkisi	111
Tablo 36	Bakteri aşılama ları, gübre ve hormon uygulamalarının <i>Nigella sativa</i> ve <i>Nigella damascena</i> çörek otu türlerinin sabit yağda palmitik asit içeriği değerlerine ait varyans analiz sonuçları	114
Tablo 37	Bakteri aşılama ları, hormon ve gübre uygulamalarının <i>Nigella sativa</i> ve <i>Nigella damascena</i> bitkilerinde palmitik asit oranı (%) üzerine etkisi	115
Tablo 38	Bakteri aşılama ları, gübre ve hormon uygulamalarının <i>Nigella sativa</i> ve <i>Nigella damascena</i> çörek otu bitkilerinde stearik asit değerlerine ait varyans analiz sonuçları	119
Tablo 39	Bakteri aşılama ları, hormon ve gübre uygulamalarının <i>Nigella sativa</i> ve <i>Nigella damascena</i> bitkilerinin sabit yağında stearik asit oranı (%) üzerine etkisi	120
Tablo 40	Bakteri aşılama ları, gübre ve hormon uygulamalarının <i>Nigella sativa</i> ve <i>Nigella damascena</i> çörek otu türlerinin sabit yağlarında kaproik asit oranlarına ait varyans analiz sonuçları	123

Tablo No	Tablo Adı	Sayfa No
Tablo 41	Bakteri aşılama ları, hormon ve gübre uygulamalarının <i>Nigella sativa</i> ve <i>Nigella damascena</i> bitkilerinde kaproik asit oranına (%) etkisi	124
Tablo 42.	Bakteri aşılama ları, gübre ve hormon uygulamalarının <i>Nigella sativa</i> ve <i>Nigella damascena</i> çörek otu bitkilerinde kaprik asit oranlarına ait varyans analiz sonuçları	126
Tablo 43	Bakteri aşılama ları, hormon ve gübre uygulamalarının <i>Nigella sativa</i> ve <i>Nigella damascena</i> bitkilerinde kaprik asit oranına (%) etkisi	127
Tablo 44	Bakteri aşılama ları, gübre ve hormon uygulamalarının <i>Nigella sativa</i> ve <i>Nigella damascena</i> çörek otu bitkilerinde kaprylik asit oranı değerlerine ait varyans analiz sonuçları	130
Tablo 45	Bakteri aşılama ları, hormon ve gübre uygulamalarının <i>Nigella sativa</i> ve <i>Nigella damascena</i> bitkilerinde kaprylik asit oranına (%) etkisi	130
Tablo 46	Bakteri aşılama ları, gübre ve hormon uygulamalarının <i>Nigella sativa</i> ve <i>Nigella damascena</i> çörek otu bitkilerinde mrystik asit oranı değerlerine ait varyans analiz sonuçları	133
Tablo 47	Bakteri aşılama ları, hormon ve gübre uygulamalarının <i>Nigella sativa</i> ve <i>Nigella damascena</i> bitkilerinde mrystik asit oranına (%) etkisi	134
Tablo 48	Bakteri aşılama ları, gübre ve hormon uygulamalarının <i>Nigella sativa</i> ve <i>Nigella damascena</i> çörek otu bitkilerinde toplam doymuş yağ asidi oranına ait varyans analiz sonuçları	136
Tablo 49	Bakteri aşılama ları, hormon ve gübre uygulamalarının <i>Nigella sativa</i> ve <i>Nigella damascena</i> bitkilerinde toplam doymuş yağ asidi oranı (%) üzerine etkisi	137
Tablo 50	Bakteri aşılama ları, gübre ve hormon uygulamalarının <i>Nigella sativa</i> ve <i>Nigella damascena</i> çörek otu bitkilerinde linoleik asit oranı değerlerine ait varyans analiz sonuçları	141
Tablo 51	Bakteri aşılama ları, hormon ve gübre uygulamalarının <i>Nigella sativa</i> ve <i>Nigella damascena</i> bitkilerinde linoleik asit oranı (%) üzerine etkisi	142
Tablo 52	Bakteri aşılama ları, gübre ve hormon uygulamalarının <i>Nigella sativa</i> (Çameli çeşidi) ve <i>Nigella damascena</i> genotipi bitkilerinde oleik asit oranlarına ait varyans analiz sonuçları	145
Tablo 53	Bakteri aşılama ları, hormon ve gübre uygulamalarının <i>Nigella sativa</i> ve <i>Nigella damascena</i> bitkilerinde oleik asit oranı (%) üzerine etkisi	146

Tablo No	Tablo Adı	Sayfa No
Tablo 54	Bakteri aşılama ları, gübre ve hormon uygulamalarının <i>Nigella sativa</i> ve <i>Nigella damascena</i> çörek otu bitkilerinde eikosadionoik asit oranı ait varyans analiz sonuçları	149
Tablo 55	Bakteri aşılama ları, hormon ve gübre uygulamalarının <i>Nigella sativa</i> ve <i>Nigella damascena</i> bitkilerinde eikosadionoik asit oranı (%) üzerine etkisi	150
Tablo 56	Bakteri aşılama ları, gübre ve hormon uygulamalarının <i>Nigella sativa</i> ve <i>Nigella damascena</i> çörek otu bitkilerinde γ -linolenik asit oranına ait varyans analiz sonuçları	153
Tablo 57	Bakteri aşılama ları, hormon ve gübre uygulamalarının <i>Nigella sativa</i> ve <i>Nigella damascena</i> bitkilerinde γ -linolenik asit oranı (%) üzerine etkisi	154
Tablo 58	Bakteri aşılama ları, gübre ve hormon uygulamalarının <i>Nigella sativa</i> ve <i>Nigella damascena</i> çörek otu bitkilerinde toplam doymamış yağ asidi oranına ait varyans analiz sonuçları	156
Tablo 59	Bakteri aşılama ları, hormon ve gübre uygulamalarının <i>Nigella sativa</i> ve <i>Nigella damascena</i> bitkilerinde toplam doymamış yağ asidi oranı (%) üzerine etkisi	157
Tablo 60	Bakteri aşılama ları, gübre ve hormon uygulamalarının <i>Nigella sativa</i> türünün uçucu yağında α -thujene ve α -pinene değerlerine ait varyans analiz sonuçları	161
Tablo 61	Bakteri aşılama ları, hormon ve gübre uygulamalarının <i>Nigella sativa</i> türünde uçucu yağda α -thujene ve α -pinene değerleri (%) üzerine etkisi	162
Tablo 62	Bakteri aşılama ları, gübre ve hormon uygulamalarının <i>Nigella sativa</i> türünün uçucu yağında sabinene ve β -pinene değerlerine ait varyans analiz sonuçları	166
Tablo 63	Bakteri aşılama ları, hormon ve gübre uygulamalarının <i>Nigella sativa</i> türünde uçucu yağda sabinene ve β -pinene değerleri (%) üzerine etkisi	167
Tablo 64	Bakteri aşılama ları, gübre ve hormon uygulamalarının <i>Nigella sativa</i> türünün p-cymene ve limonene oranı değerlerine ait varyans analiz sonuçları	169
Tablo 65	Bakteri aşılama ları, hormon ve gübre uygulamalarının <i>Nigella sativa</i> bitkisinde p-cymene ve limonene oranları (%) üzerine etkisi	170

Tablo No	Tablo Adı	Sayfa No
Tablo 66	Bakteri aşılama ları, gübre ve hormon uygulamalarının <i>Nigella sativa</i> (Çameli çeşidi) türünün thymoquinone ve longifolene oranlarının varyans analiz sonuçları	174
Tablo 67	Bakteri aşılama ları, gübre ve hormon uygulamalarının <i>Nigella sativa</i> (Çameli çeşidi) türünün thymoquinone ve longifolene oranları (%) üzerine etkisi	175
Tablo 68	İki yıllık ortalama üzerinden kontrole göre bakteri aşılama ları, hormon ve gübre uygulamalarının <i>Nigella sativa</i> da thymoquinone içeriğinin de ğişim oranları	176
Tablo 69	Bakteri aşılama ları, gübre ve hormon uygulamalarının <i>Nigella sativa</i> (Çameli çeşidi) türünün terpinen-4-ol oranı varyans analiz sonuçları	179
Tablo 70	Bakteri aşılama ları, gübre ve hormon uygulamalarının <i>Nigella sativa</i> (Çameli çeşidi) türünün terpinen-4-ol oranı (%) üzerine etkisi	180
Tablo 71	Bakteri aşılama ları, gübre ve hormon uygulamalarının <i>Nigella damascena</i> türünün uçucu yağında thujene ve p-cymene de ğerlerine ait varyans analiz sonuçları	184
Tablo 72	Bakteri aşılama ları, hormon ve gübre uygulamalarının <i>Nigella damascena</i> türünde uçucu yağda thujene ve p-cymene de ğerleri (%) üzerine etkisi	185
Tablo 73	Bakteri aşılama ları, gübre ve hormon uygulamalarının <i>Nigella damascena</i> türünün uçucu yağında γ -terpinene ve β -elemene de ğerlerine ait varyans analiz sonuçları	188
Tablo 74	Bakteri aşılama ları, hormon ve gübre uygulamalarının <i>Nigella damascena</i> türünde uçucu yağda γ -terpinene, β -elemene de ğerleri (%) üzerine etkisi	189
Tablo 75	İki yıllık ortalama üzerinden kontrole göre bakteri aşılama ları, hormon ve gübre uygulamalarının <i>Nigella damascena</i> da β -elemene içeriğinin (%) de ğişim oranları	190
Tablo 76	Bakteri aşılama ları, gübre ve hormon uygulamalarının <i>Nigella damascena</i> türünün uçucu yağında γ -gurjunene ve β -selinene de ğerlerine ait varyans analiz sonuçları	193
Tablo 77	Bakteri aşılama ları, hormon ve gübre uygulamalarının <i>Nigella damascena</i> türünde uçucu yağda γ -gurjunene ve β -selinene de ğerleri (%) üzerine etkisi	194

Tablo No	Tablo Adı	Sayfa No
Tablo 78	Bakteri aşılama ları, gübre ve hormon uygulamalarının <i>Nigella damascena</i> türünün uçucu yağında α -selinene ve γ -selinene değerlerine ait varyans analiz sonuçları	197
Tablo 79	Bakteri aşılama ları, hormon ve gübre uygulamalarının <i>Nigella damascena</i> türünde uçucu yağda α -selinene ve γ -selinene değerleri (%) üzerine etkisi	198



ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil No	Şekil Adı	Sayfa No
Şekil 1	Deneme yıllarına göre Burhaniye'nin bazı iklim özelliklerinin değişimleri	47
Şekil 2	Bakteri aşılama ları, hormon ve gübre uygulamalarının <i>Nigella sativa</i> ve <i>Nigella damascena</i> bitkilerinde bitki boyu (cm) üzerine etkisi	60
Şekil 3	Bakteri aşılama ları, hormon ve gübre uygulamalarının <i>Nigella sativa</i> ve <i>Nigella damascena</i> bitkilerinde dal sayısı (adet/bitki) üzerine etkisi	64
Şekil 4	Bakteri aşılama ları, hormon ve gübre uygulamalarının <i>Nigella sativa</i> ve <i>Nigella damascena</i> bitkilerinde toplam kapsül sayısı (adet/bitki) üzerine etkisi	68
Şekil 5	Bakteri aşılama ları, hormon ve gübre uygulamalarının <i>Nigella sativa</i> ve <i>Nigella damascena</i> bitkilerinde kapsülde tohum sayısı (adet) üzerine etkisi	72
Şekil 6	Bakteri aşılama ları, hormon ve gübre uygulamalarının <i>Nigella sativa</i> ve <i>Nigella damascena</i> bitkilerinde kapsülde tane ağırlığı (g) üzerine etkisi	76
Şekil 7	Bakteri aşılama ları, hormon ve gübre uygulamalarının <i>Nigella sativa</i> ve <i>Nigella damascena</i> bitkilerinde bitki tohum verimi (g/bitki) üzerine etkisi	80
Şekil 8	Bakteri aşılama ları, hormon ve gübre uygulamalarının <i>Nigella sativa</i> ve <i>Nigella damascena</i> bitkilerinde bin tane ağırlığı (g) üzerine etkisi	84
Şekil 9	Bakteri aşılama ları, hormon ve gübre uygulamalarının <i>Nigella sativa</i> ve <i>Nigella damascena</i> bitkilerinde tane verimi (kg/da) üzerine etkisi	88
Şekil 10	Bakteri aşılama ları, hormon ve gübre uygulamalarının <i>Nigella sativa</i> ve <i>Nigella damascena</i> bitkilerinde ham protein oranı (%) üzerine etkisi	96
Şekil 11	Bakteri aşılama ları, hormon ve gübre uygulamalarının <i>Nigella sativa</i> ve <i>Nigella damascena</i> bitkilerinde sabit yağ oranı (%) üzerine etkisi	100
Şekil 12	Bakteri aşılama ları, hormon ve gübre uygulamalarının <i>Nigella sativa</i> ve <i>Nigella damascena</i> bitkilerinde sabit yağ verimi (L/da) üzerine etkisi	104

Şekil No	Şekil Adı	Sayfa No
Şekil 13	Bakteri aşılama ları, hormon ve gübre uygulamalarının <i>Nigella sativa</i> ve <i>Nigella damascena</i> bitkilerinde uçucu yağ oranı (%) üzerine etkisi	108
Şekil 14	Bakteri aşılama ları, hormon ve gübre uygulamalarının <i>Nigella sativa</i> ve <i>Nigella damascena</i> bitkilerinde uçucu yağ verimi (L/da) üzerine etkisi	113
Şekil 15	Bakteri aşılama ları, hormon ve gübre uygulamalarının <i>Nigella sativa</i> ve <i>Nigella damascena</i> bitkilerinde palmitik asit oranı (%) üzerine etkisi	116
Şekil 16	Bakteri aşılama ları, hormon ve gübre uygulamalarının <i>Nigella sativa</i> ve <i>Nigella damascena</i> bitkisi sabit yağın stearik asit oranı (%) üzerine etkisi	121
Şekil 17	Bakteri aşılama ları, hormon ve gübre uygulamalarının <i>Nigella sativa</i> ve <i>Nigella damascena</i> bitkilerinde toplam kaproik asit oranı (%) üzerine etkisi	125
Şekil 18	Bakteri aşılama ları, hormon ve gübre uygulamalarının <i>Nigella sativa</i> ve <i>Nigella damascena</i> bitkilerinde kaprik asit oranı (%) üzerine etkisi	128
Şekil 19	Bakteri aşılama ları, hormon ve gübre uygulamalarının <i>Nigella sativa</i> ve <i>Nigella damascena</i> bitkilerinde kaprylik asit oranı (%) üzerine etkisi	131
Şekil 20	Bakteri aşılama ları, hormon ve gübre uygulamalarının <i>Nigella sativa</i> ve <i>Nigella damascena</i> bitkilerinde myristik asit oranı (%) üzerine etkisi	135
Şekil 21	Bakteri aşılama ları, hormon ve gübre uygulamalarının <i>Nigella sativa</i> ve <i>Nigella damascena</i> bitkilerinde toplam doymuş yağ asidi oranı (%) üzerine etkisi	138
Şekil 22	Bakteri aşılama ları, hormon ve gübre uygulamalarının <i>Nigella sativa</i> ve <i>Nigella damascena</i> bitkilerinde linoleik asit oranı (%) üzerine etkisi	143
Şekil 23	Bakteri aşılama ları, hormon ve gübre uygulamalarının <i>Nigella sativa</i> ve <i>Nigella damascena</i> bitkilerinde oleik asit oranı (%) üzerine etkisi	147
Şekil 24	Bakteri aşılama ları, hormon ve gübre uygulamalarının <i>Nigella sativa</i> ve <i>Nigella damascena</i> bitkilerinde eikosadionoik asit oranı (%) üzerine etkisi	151
Şekil 25	Bakteri aşılama ları, hormon ve gübre uygulamalarının <i>Nigella sativa</i> ve <i>Nigella damascena</i> bitkilerinde γ -linolenik asit oranı (%) üzerine etkisi	155

Şekil No	Şekil Adı	Sayfa No
Şekil 26	Bakteri aşılama ları, hormon ve gübre uygulamalarının <i>Nigella sativa</i> ve <i>Nigella damascena</i> bitkilerinde toplam doymamış yağ asidi oranı (%) üzerine etkisi	158
Şekil 27	Bakteri aşılama ları, hormon ve gübre uygulamalarının <i>Nigella sativa</i> türünün uçucu yağında α -thujene ve α -pinene de ğerleri (%) üzerine etkisi	164
Şekil 28	Bakteri aşılama ları, hormon ve gübre uygulamalarının <i>Nigella sativa</i> türünün uçucu yağında sabinene ve β -pinene de ğerleri (%) üzerine etkisi	168
Şekil 29	Bakteri aşılama ları, hormon ve gübre uygulamalarının <i>Nigella sativa</i> türünün uçucu yağında p-cymene ve limonene oranları (%) üzerine etkisi	171
Şekil 30	Bakteri aşılama ları, gübre ve hormon uygulamalarının <i>Nigella sativa</i> (Çameli çeşidi) türünün thymoquinone ve longifolene oranları (%) üzerine etkisi	177
Şekil 31	Bakteri aşılama ları, gübre ve hormon uygulamalarının <i>Nigella sativa</i> (Çameli çeşidi) türünün terpinen-4-ol oranı (%) üzerine etkisi	181
Şekil 32	Bakteri aşılama ları, hormon ve gübre uygulamalarının <i>Nigella damascena</i> türünde uçucu yağda thujene ve p-cymene de ğerleri (%) üzerine etkisi	186
Şekil 33	Bakteri aşılama ları, hormon ve gübre uygulamalarının <i>Nigella damascena</i> türünde uçucu yağda γ -terpinene, β -elemene de ğerleri (%) üzerine etkisi	192
Şekil 34	Bakteri aşılama ları, hormon ve gübre uygulamalarının <i>Nigella damascena</i> türünde uçucu yağda γ -gurjunene ve β -selinene de ğerleri (%) üzerine etkisi	196
Şekil 35	Bakteri aşılama ları, hormon ve gübre uygulamalarının <i>Nigella damascena</i> türünde uçucu yağda α -selinene ve γ -selinene de ğerleri (%) üzerine etkisi	200

BİRİNCİ BÖLÜM

GİRİŞ

Çörek otu (*Nigella sativa* L.), Ranunculaceae (Düğünçiçeğigiller) familyasından, tek yıllık dikotiledon siyah renkli tohumlu, otsu önemli bir tıbbi ve aromatik bitkidir. *Nigella* cinsi genelde Doğu Akdeniz, Güney Avrupa ve Orta Asya'nın doğal florasında yayılış göstermekte olup, Türkiye florasında 12 türü ve 19 taksonu (*Nigella sativa* L., *Nigella damascena* L., *Nigella orientalis* L., *Nigella oxypetala* L., *Nigella lancifolia* Hub. -Mor., *Nigella latisecta* PH Davis, *Nigella segetalis* Bieb., *Nigella arvensis* L. (8 varyete), *Nigella stellaris* Boiss., *Nigella elata* Boiss., *Nigella nigellastrum* (L.) Willk. ve *Nigella unguicularis* (Lam.) Spenser) bulunmaktadır (TÜBİVES, 2023). Türkiye'nin farklı bölgelerinde *Nigella sativa* ve *Nigella damascena* türleri yetiştirilmekle birlikte yaygın olan *Nigella sativa*'dır (Baytop, 1984; Toncer ve Kızıl, 2004; Baydar, 2013). Türkiye'de *N. sativa*, *N. damascena* ve *N. arvensis* türlerinin tohumlarının baharat olarak ve halk hekimliğinde yaygın olarak kullanıldığı bildirilmiştir (Bulca, 2014).

Çörek otu farklı ülkelerde hem baharat hem de tıbbi olarak kullanılan en önemli bitkilerden birisidir. Başta Hindistan olmak üzere, Orta Doğu ülkeleri ve Türkiye'de tıpta yaygın kullanılan bitkiler içinde zengin tarihsel ve mistik bir geçmişe sahip olan çörek otu, alternatif tıbbın gözde baharatlarından birisidir. Çörek otunun Tutankamon'un mezar buluntuları arasında olması bir yana, Hipokrat, Dioskorides ve İbni Sina tarafından tedavi amacıyla kullanıldığı bilinmektedir (Worthen vd., 1998; Salama, 2010). İslam alimlerinden El Buruni çörek otu üzerinde araştırmalar yapmış, İbn-i Sina da bedeni yorgunluk ve keyifsizliğe karşı çörek otu desteği üzerinde durmuştur, İbn-i Sina ve Hipokrat reçetelerinde çörek otuna özel bir önem vermişlerdir (Çakmakçı ve Çakır, 2011; Baydar, 2013).

Eski çağlardan günümüze sabit ve uçucu yağ ihtiva eden tohumu hem gıda olarak hem de alternatif tıpta ve halk hekimliğinde kullanılan Güney Avrupa-Ön Asya kökenli çörek otu bitkisi, özellikle Ortadoğu ve Hindistan başta olmak üzere Suriye, Lübnan, İsrail, Güney Avrupa, Pakistan, Afganistan, Bangladeş, Sri Lanka, Mısır, Irak, İran, Yunanistan, Türkiye ve Akdeniz havzasında yetiştirilmekte ve uzun yıllardır dünyanın birçok yerinde baharat olarak ve unlu mamulleri süslemek amacıyla kullanılmaktadır (Ali ve Blunden 2003; Heiss ve Oeggl, 2005; Paarakh, 2010; Naz, 2011; Kara vd., 2015; Khalid ve Shedeed, 2015; Sultana vd., 2018; Thilakarathna vd., 2018a; Can, 2021; Can vd., 2021). Çörek otunun farklı türleri olsa da en önemli olan iki türü *Nigella sativa* ve *Nigella damascena* 'dır. Bu türlerin

her ikisi de ekmek ve peynir üretiminde kullanılırken, *Nigella damascena* aynı zamanda tatlı üretiminde de kullanılmaktadır (D'Antuono vd., 2002; Faravani vd., 2012). Çörek otu dünyada yaygın olarak kozmetik, gıda ve ilaç gibi sektörlerde kullanılırken, Türkiye'de genellikle baharat amaçlı tüketildiği, unlu gıdalarda süsleyici olarak kullanıldığı, antioksidan ve antimikrobiyal özelliği ile gıdaların korunmasına yardımcı olduğu, aromatik özelliği nedeniyle gıdalara lezzet verdiği, gıdalara iyi tekstür kazandırdığı, sentetik antioksidanlara yakın veya daha iyi antioksidan özellik gösterdiği ve birçok yararlı farmakolojik aktiviteye sahip olduğu bildirilmiştir (Çakmakçı ve Çakır, 2011).

Ülkemizde yaygın olarak tarımı yapılan ve ticarete konu olan tek çörek otu türü *Nigella sativa* L.'dir (Kara vd., 2007). Ülkemizde genellikle çörek otu iç bölgelerimizde Nisan sonu ve Mayıs ayında ekilen bir bitkidir. Ancak, kıyı bölgelerimizde yapılan araştırmalarda, sonbaharda yapılan ekimlerde, ilkbahardaki ekimlerden daha yüksek ürün alındığı bildirilmiştir (Kılıç ve Arabacı, 2016).

Türkiye'de çörek otu yetiştiriciliği Burdur, Uşak ve Konya ve çevresinde yaygın olarak yapılmaktadır (Ayhan ve Altınkaynak, 2019). Türkiye de 2019 yılında 37085 dekar ekim alanında 3603 ton üretim gerçekleştirilmiştir. Bu yılda çörek otu üretiminde 929 ton ile Burdur ili toplam üretimin %25,7'sini, Uşak ili %21,6'sını ve Konya ili %20,8'ini karşılamıştır. 2021 yılı verilerine Çörek otu Türkiye de 83915 da ekim alanı, 6435 ton üretim ve 77 kg/da verime sahip olmuştur. 2022 yılında ise ekim alanı önemli derecede artmış, 108029 da alanda çörek otu ekimi yapılmış, 93 kg/da ortalama verim ile 10089 ton üretim gerçekleştirilmiştir (Anonim, 2023).

Tablo 1

Çörek otu tohumunun kimyasal bileşimi

İçerik	Mohammad vd. (2016)	Solati vd. (2014)	Cheikh-Rouhou vd. (2007)	Atta (2003)	Khoddami vd. (2011)
Toplam yağ (%)	32,26	31,72	40,35	34,8	37,33
Nem (%)	6,67	4,99	–	7,0	5,4
Kül (%)	6,82	5,29	4,41	3,7	6,72
Protein (%)	19,19	23	22,6	20,8	20
Karbonhidrat (%)	35,04	34,9	32,7	33,7	30,5

Çörek otu tohumunda ana kimyasal bileşenler yağ ve karbonhidratlardır (Tablo 1). Buna ilave olarak tohumunda yüksek oranda protein, B1, B2, B3 vitaminleri, folik asit,

ascorbik asit, tiamine, niacin, pyridoxine, kalsiyum, demir, bakır, çinko ve fosfor, sodyum, içeren bir bitkidir (Nautiyal, 2019). Mazaheri vd. (2019) çörek otu yağının fizikokimyasal özellikleri, kalitesi ile tıbbi ve beslenme yönlerini derlediği çalışmada çörek otu tohumunun %34-39 yağ içerdiğini, bu yağın insanlar için önemli olan yağ asitleri, tokoferoller (91-246 ppm), fitosteroller (1993-2182 ppm), polifenoller (245-309 ppm) ve uçucu yağlar ile diğer biyoaktif bileşikler yönünden önemli olduğunu bildirmişlerdir. Aynı araştırmacılar çörek otunun sabit yağının yağ asidi içeriğinde en yüksek oranda doymamış yağ asitlerinden Linoleik (C18:2) ve Oleik (C18:1), doymuş yağ asitlerinden ise Palmitik (C16:0) asit bulunduğunu, çörek otu yağının bu yağ asitlerine ilave olarak Myristik (C14:0), Myristoleik (C14:1), Palmitoleik (C16:1), Margarik (C17:0), Margaroleik (C17:1), Stearik (C18:0), Linolenik (C18:3), Arachidik (C20:0), Eicosenoik (C20:1), Behenik (C22:0) ve Lignocerik (C24:0) asitlerini taşıdığını bildirmişlerdir (Tablo 2).

Tablo 2

Çörek otunun sabit yağının yağ asidi içeriği (%) *

Ülkeler	Yöntem	Yağ asitleri										TDYO	TDMYO	Kaynak [§]
		C14:0	C16:0	C16:1	C18:0	C18:1	C18:2	C18:3	C20:0	C20:1	C20:2			
Mısır	Soğuk Sıkma	1,51	12,5	BLD ¹	3,16	24,1	55,3	0,99	BLD	BLD	2,44	17,17	82,83	A
Almanya	Çözücü ekstraksiyonu	¹ BLD	13	BLD	3,16	24,1	57,3	BLD	BLD	BLD	2,4	16,1	83,8	B
İran	Çözücü ekstraksiyonu	0,41	18,4	0,78	3,69	23,7	49,15	0,32	0,22	0,34	BLD	25,5	74,8	C
Tunus	Soğuk Sıkma	1	13,1	0,2	2,3	23,8	58,5	0,4	0,5	BLD	BLD	16,8	82,9	D
S. Arabistan	Çözücü ekstraksiyonu	0,9	11,9	0,3	2,28	23,58	59,34	0,3	0,14	BLD	BLD	16,3	83,7	E
Türkiye	Soğuk Sıkma	0,13	12,01	0,25	2,77	23,95	57,49	0,25	0,15	0,27	2,33	BLD	BLD	F
(Konya)	Mikro dalga	0,14	11,85	0,23	2,95	24,13	57,18	0,23	0,16	0,29	2,45	BLD	BLD	F
	Soxhlet	0,14	11,84	0,24	2,81	23,85	57,52	0,27	0,16	0,31	2,49	BLD	BLD	F
Türkiye	Çözücü ekstraksiyonut	1,2	11,4	BLD	2,9	21,9	60,8	BLD	² İZ	BLD	1,7	BLD	BLD	G
Türkiye	Çözücü ekstraksiyonu	BLD	11,7	BLD	3,3	22,7	56,8	0,3	0,3	0,4	2,8	BLD	BLD	H
Türkiye	Süper kritik sıvı ekstraksiyonu)	0,27– 0,33	12,27– 13,51	0,26– 0,31	2,64– 2,83	0,48– 0,59	54,20– 55,51	0,25– 0,30	0,12– 0,16	0,23– 0,26	2,3– 2,81	15,41– 16,86	81,60– 81,79	I
Türkiye	Soğuk Sıkma	0,13	12,08	0,22	2,83	23,61	58,11	0,19	0,15	0,28	2,31	B	BLD	J
Wisconsin Spooner	Soğuk Sıkma	BLD	12,9	BLD	2,56	22,63	58,83– 61,20	0,21– 0,28	0,13– 0,15	0,3– 0,35	BLD	15,64– 16,23	83,76	K
Yemen	Çözücü ekstraksiyonu	0,017– 0,18	11,22– 11,56	BLD	2,55– 2,75	20,60– 21,49	BLD	0,26– 0,30	0,15– 0,16	0,26– 0,57	BLD	15,54– 17,2	79,46– 80,88	L

*Mazaheri vd. (2019)*dan sadeleştirilmiştir. ¹BLD: Bildirilmemiş, ²İZ: Çok az miktarda tespit edilmiştir. [§](A: Ramadan vd., 2012; B: Ramadan vd., 2003; C: Cheikh-Rouhou vd., 2007; D: Asdadi vd., 2014; E: Saleh AI-Jassir, 1992; F: Kiralan

vd., 2014; G: Nergiz ve Ötleş, 1993; H: Juhaimi vd., 2016; I: Piras vd., 2013; J: Kiralan vd., 2017; K: Lutterodt vd., 2010; L: Al- Naqeeb vd., 2009), TDYO: Toplam doymuş yağ asidi oranı, TDMYO: Toplam doymamış yağ asidi oranı

Tablo 2 de görüldüğü gibi çörek otunun sabit yağında yağ asidi içeriğinin incelendiği araştırmaların tamamında tespit edilen yağ asidi kompozisyonları farklı olmuştur. Yağ asidi kompozisyonundaki farklılıklar üzerine genotip, çevre, genotip çevre etkileşimi, yetiştirme tekniği uygulamaları ve iklim faktörlerinin etki yaptığı bildirilmiştir (Sultan vd., 2009; Mazaheri vd., 2019).

Tablo 3
Çörek otu uçucu yağının kimyasal bileşimi (%)

İçerikler	Araştırmacılar*								
	A	B	C	D	E	F	G	H	I
α -Thujene	1,3–10,1	3,3	0,5–6,5	7,2	7,2	2,1–9,61	49,01	0,4	15,78–18,19
α -Pinene	0,2–2,4	0,7	2,1	1,4	2	0,5–2,2	11,38	BLD	3,52–3,96
β -Pinene	0,4–3,0	1,1	2,3	1,8	2,1	1–2,57	10,03	BLD	3,98–4,59
Sabinene	0,2–1,6	0,5	0,1–5,3	0,7	0,8	0,4–1,03	5,12	BLD	1,69–1,96
β -Myrcene	¹ BLD	0,3	0,1	2,1	0,4	0,05–0,1	0,53	BLD	BLD
p-Cymene	14,7–38,0	34	7,2–32,0	53,1	60,2	18,8–30,5	148,79	BLD	48,25–55,03
α -Terpinene	² İZ-0,5	0,6	0,1–0,2	BLD	İZ	0,08–0,57	2,73	BLD	0,22–0,45
γ -Terpinene	0,2–0,6	2,4	0,4–2,9	1,2	12,9	0,4–11,8	6,58	0,6	1,40–1,64
Limonene	0,7–2,3	1,1	0,4–1,1	0,1	1,3	1,7–3,23	10,21	0,7	2,84–2,88
Thymoquinone	26,8–54,8	3,8	1,6–24,6	BLD	İZ	30,2–63,3	219,58	77,2–86,2	BLD
Bornyl acetate	İZ-0,4	BLD	0,2-0,9	BLD	0,1	BLD	0,58	BLD	BLD
Terpenic phenols Thymol	BLD	26,8	0,3-1,5	1,8	İZ	0,4-0,6	BLD	BLD	0,05
Carvacrol	0,5-4,0	BLD	3-12,9	BLD	3	0,5-1,52	1,26	2,9-7,9	0,2-0,55
Longifolene	1,2-10,2	3,1	BLD	BLD	İZ	1,07-2,1	3,39	1,9-2,4	0,63-1,23

*Mazaheri vd. (2019)'dan sadeleştirilmiştir, ¹BLD: Bildirilmemiş, ²İZ: Çok az miktarda tespit edilmiştir. (A: Mozaffari vd., 2000; B: Moretti vd., 2004; C: Benkaci-Ali vd., 2007; D: Hamrouni vd., 2008; E: Wajs vd., 2008; F: Edris, 2011; G: Kiralan, 2012; H: Piras vd., 2013; I: Juhaimi vd., 2013)

Çörek otu tohumunda aynı zamanda uçucu yağda bulunmaktadır. Ramadan (2007) çörek otunda uçucu yağ oranının %0,5–1,6 arasında değişim gösterdiğini, Hosseinzadeh ve

Parvardeh (2004) ise uçucu yağ oranının %0,4-2,5 arasında değiştiğini bildirmiştir. Çörek otu ile yapılan araştırmaların önemli bir kısmı uçucu yağda bulunan etken maddelerin tıbbi olarak etkinliği üzerine yoğunlaşmıştır. Araştırmacılara göre değişiklik göstermiş olsa da çörek otu uçucu yağında bulunan bileşenler terpenik hidrokarbonlar α -thujene, α -pinene, β -pinene, sabinene, β -myrcene p-cymene, α -terpinene, γ -terpinene, limonene, thymoquinone, bornyl acetate, terpenic phenols, thymol, carvacrol, longifolene den oluşmaktadır (Tablo 3).

Tıbbi olarak kullanılan çörek otu uçucu yağının ekstraksiyonu için uygun olan ekstraksiyon yönteminin seçilmesi oldukça önemli bir konudur (Bourgou vd., 2012; Rooney ve Ryan, 2005). Bir araştırmada soğuk sıkım yöntemiyle elde edilen çörek otu yağının geleneksel yöntemle elde edilen yağdan daha iyi thymoquinone kaynağı olduğu bildirilmiştir (Lutterodt vd., 2010).

Yapılan araştırmalarda, çörek otunun bazı bakteri ve virüsler ile farklı sebeplerden oluşan alerjilerin neden olduğu birçok rahatsızlığa karşı güçlü bir tedavi aracı olduğu kanıtlanmıştır (Burits ve Bucar, 2000; Goreja, 2003). Hem çörek otu sabit yağının hem de thymoquinonun (uçucu yağın ana bileşenlerinden birisi) lipozomlarda enzimatik olmayan lipit peroksidasyonunu inhibe ettiği tespit edilmiştir (Houghton vd., 1995). Burits ve Bucar (2000) ince tabaka kromatografisi (İTK) kullanarak, çörek otundan izole edilen bileşiklerin (thymoquinone, karvacrol, t-anethole ve 4-terpineol dâhil) kayda değer serbest radikal temizleme özelliklerine sahip olduğunu tespit etmişlerdir. Bunun yanında yukarıdaki bileşiklerin bir dizi başka *in vitro* testte değişken antioksidan olduğu, ancak prooksidan özelliklerinin bulunmadığı ifade edilmiştir (Ali ve Blunden, 2003). Bazı araştırmacılar ise çörek otu yağının *in vitro* (Kruk vd., 2000; Badary vd., 2003; Sultan vd., 2009) ve *in vivo* koşullarda (Houghton vd., 1995; Nagi vd., 1999; Mansour vd., 2001; Khan vd., 2003; Abdel-Wahhab ve Ali, 2005; Kanter vd., 2006; Hosseinzadeh vd., 2007; Gargari vd., 2009; Shawki vd., 2013) çok kuvvetli bir antioksidant içeriğe sahip olduğunu göstermişlerdir.

Çörek otu yağındaki farklı bileşiklerin her birinin tıbbi yönden önemli olan bir özelliğe sahip olduğu bildirilmiştir. Bu nedenle, farmakolojik çalışmalarda tohumların tüm yağının (veya ham ekstraktının) kullanılmasının önemli olduğu vurgulanmaktadır (Beckstrom-Sternberg ve Duke, 1994). Yapılan araştırmalarda çörek otu yağının insanlarda antienflamatuar, analjezik ve antipiretik etkiye sahip olduğu bildirilmiştir (Mutabagani ve El Mahdi, 1997; Al-Ghamdi, 2001; Goreja, 2003).

Çörek otu tohumunun tamamının tıbbi olarak kullanımının yanında yağında bulunan bazı etken maddelerin (thymoquinone, p-cymene, α -hederin, nigellone ve melanin) hem tek başlarına hemde birlikte tıbbi olarak kullanımı oldukça yaygındır.

Çörek otu yağında bulunan thymoquinone etken maddesi tıbbi yönüyle en çok çalışılan etken madde olmuştur (Harzallah vd., 2011). Bule vd. (2020), thymoquinone etkisi ile ilgili olarak hayvancılık alanında yürütülen 18 makaleyi kullanarak yapmış oldukları derleme çalışmasında, thymoquinonun, vücut ağırlığı, serum glikozu ve insülin üzerinde etkisi olduğunu bildirmişlerdir. Bazı araştırmacılar ise thymoquinonun kardiyovasküler sistem üzerinde etkili olduğunu (Rooney ve Ryan (2005), solunumu iyileştirirken, serum glikoz, kolesterol seviyelerini ve kan basıncını düşürdüğünü (Houghton vd., 1995), tert-butyl hidroperoksite (TBHP) bağlı hepatositlere oksidatif hasara karşı koruyucu etki gösterdiğini (Khader ve Bresgen, 2009) bildirmiştir.

Çörek otu uçucu yağında bulunan terpenlerden birisi de p-cymene'dir. Sıçanlara 2–32 μ l/kg dozlarında p-cymene uygulanmasının arteriyel kan basıncında ve kalp atış hızında doza bağlı azalmaya neden olduğunu bildirilmiştir (El Tahir vd., 1993; Ashour vd., 2006). Çörek otu yağında bulunan diğer önemli bir etken madde olan α -hederinin insandaki akciğer, gırtlak, kolon ve pankreas kanserlerinin tedavisinde etkili olduğu tespit edilmiştir (Rooney ve Ryan, 2005). Niellone ve melanin çörek otunda bulunan temel aktif maddeler arasındadır (Al-Kayssi vd., 2011). Bu etkin maddelerin de farklı hastalıklara karşı etkili olduğu bildirilmiştir (Attaur-Rahaman ve Hasan, 1995; El Obeid vd., 2006).

Cheikh-Rouhoua vd. (2007), Hindistan'da 22 adet çeşidin yetiştirildiğini bildirmiştir. Türkiye'de ise 2021 yılı itibariyle sadece bir adet *Nigella sativa* türüne ait tescilli çörek otu çeşidi vardır. Bu çeşit Eskişehir Geçit Kuşağı Tarımsal Araştırma Enstitüsü tarafından 2014 yılında tescil edilen Çameli çeşididir. Çameli çeşidinin Orta Anadolu'da Mart-Nisan aylarında, 600-1000 g/da tohumluk kullanılarak ekilmesinin, gübre olarak 10-15 kg/da DAP (Diamonyum Fosfat) gübresi kullanılmasının uygun olduğu bildirilmiştir (Anonim, 2020).

Çörek otunun erken gelişme dönemlerinde dona hassas olduğu için yetiştirilecek bölgelerde ekim zamanının iyi ayarlanması gerektiği, yetiştiriciliğinde pH'sı 7,0-7,5 arası olan mikrobiyal aktivite bakımından zengin kumlu/tınlı toprakların en uygun bünyeye sahip topraklar olduğu vurgulanmıştır (Dubey vd., 2016).

Çörek otunun en yaygın yetiştirildiği Hindistan'da ise genellikle 1- 1,5 ton/da ahır gübresi, 3 kg/da N, 6 kg/da P₂O₅ ve 2 kg/da K₂O verildiği bildirilmiştir. Ekimin 30 cm sıra

arası mesafede yapıldığı, çeşide bağlı olarak sıra arası mesafenin 15-25 cm'ye düşebildiği, 800-1000 g/da tohum miktarı kullanıldığı, en uygun ekim zamanının Ekim ayı olduğu ifade edilmiştir (Dubey vd., 2016). Ekim zamanında toprak neminin yetersiz olması durumunda çimlenme ve çıkışın sağlanması için sulama yapılması ve çıkış gerçekleşikten sonra ise 6-7 gün arayla iki kez sulanması gerektiği önerilmektedir. Erken dönemde yabancı otlarla rekabeti düşük olan bir bitki olduğu için, yabancı ot mücadelesi yapılması önemlidir (Malhotra, 2004; Malhotra ve Vashishtha, 2008).

Ülkemizde çörek otu hafif killi, kumlu-tınlı, besin maddesince zengin, süzek, alüvyal, drenajı iyi topraklarda, iç bölgelerimizde erken ilkbaharda, kıyı bölgelerimizde sonbaharda ekilen, iklim koşullarına bağlı olarak çoğu zaman sulama yapılmadan yetiştirilen, yetiştiriciliğinde toprak analizine bağlı olarak 7 kg/da azot, 4 kg/da P₂O₅ ve 3 kg/da K₂O kimyasal gübre veya 2 t/da ahır gübresi kullanılan bir bitkidir (Ayhan ve Altınkaynak, 2019).

Organik gübrelerin kullanımının tıbbi bitkilerde uçucu yağ miktarını artırmaya yardımcı olduğu, humik asitin humusun biyokimyasal olarak aktif formu olduğu, yapısında kükürt, azot, fosfor, kalsiyum, magnezyum, bakır ve çinko gibi birçok bitki besin elementlerinin bulunduğu, bitkiler üzerinde etkisinin kompost, vermikompost ve organik gübrelere benzediği bildirilmiştir (Atiyeh vd., 2000; Badran ve Safwat, 2004). Azizi ve Safaei (2017), günümüzde sürdürülebilir bir tarım sisteminde, doğa dostu ve bitkilere uygun gübrelerin kullanılması gerektiğini, nano gübrenin humik asit ile uygulaması sonucunda çörek otunun tane verimi ve uçucu yağ bileşenlerinin artırılabilirliğini bildirmişlerdir.

Çevre kirliliğinin önlenmesi ve tarımsal sürdürülebilirlik, kaynakların devamlılığının sağlanması, tarımsal maliyetin düşürülmesi, iyileştirilmiş tarım ve organik tarım mikroorganizma kullanımını zorunlu kılmaktadır (Kutlu, 2013). Serbest yaşayan, bitkisel gelişimi teşvik eden, biyolojik mücadelede veya biyolojik gübre olarak kullanılan bakterilere bitki gelişimini teşvik edici rizobakteriler (BGTB) adı verilmekte ve bu bakterilerin kullanımı giderek yaygınlaşmaktadır (Çakmakçı ve Erdoğan, 2012).

Toprakta bitkilerin rizosferinde gelişen, bitki dokularında veya çevresinde büyüeyebilen çok sayıda bakteri türü, çok sayıda mekanizma ile bitki büyümesini teşvik eder (Vessey, 2003). Bitki gelişimini teşvik edici rizobakteriler, fosfat çözme (Çakmakçı, 2005), indol asetik asit üretimi (Çakmakçı vd., 2009), siderefor üretimi, biyolojik azot fiksasyonu (Şahin vd., 2004), biofilm oluşturma, fitohormon üretimi, antifungal aktivite, uçucu organik bileşiklerin üretimi, sistematik direnç oluşumu, bitki-mikroorganizma ortak yaşamının

teşvik edilmesi, patojenlerin toksin üretiminin engellenmesi ve Aminocyclopropane-1-carboxylate deaminase (ACCD) (Çakmakçı 2009) gibi değişik mekanizmalar ile bitki büyümesini teşvik ederler (Bhattacharyya ve Jha 2012; Çakmakçı vd., 2020).

Kumar vd. (2012) BGTB'in, kök rizosferinde bulunduğunu, bu bakterilerin *Pseudomonas*, *Azospirillum*, *Azotobacter*, *Klebsiella*, *Enterobacter*, *Alcaligenes*, *Arthrobacter*, *Burkholderia*, *Bacillus*, *Rhizobium* ve *Serratia* cinsine ait bakterilerden oluştuğunu bildirmişlerdir. Araştırmacılar, Hindistan'ın Shimla ve Solan'ın lokasyonlarının farklı yerlerinden altı Fransız fasulye rizosferinden toprak örneği almışlar, bu örneklerden toplam otuz bakteri izole etmişler, bu bakterileri, bitki büyümesini teşvik edici faaliyetler, fosfat çözündürme, indol asetik asit (IAA) üretimi, amonyak üretimi, ACC deaminaz aktivitesi, HCN üretimi ve katalaz için *in vitro* koşullarda değerlendirmişlerdir. Araştırmacılar, *Acinetobacter* sp., *Bacillus* sp., *Enterobacter* sp., *Micrococcus* sp. ve *Pseudomonas* sp. bakterilerinden oluşan izolatları tarımsal üretimde biyogübre formülasyonu için kullanılabilirliğini bildirmişlerdir. Bazı bitkilerde BGTB kullanılarak araştırmalar yapılmış olsa da çörek otunda BGTB kullanımı konusunda ve özellikle yağ bileşenleri üzerine IAA üretici bakteri aşılama çalışmaları konusunda herhangi bir araştırma sonucuna ulaşılmamıştır.

Günümüzde modern tıp bilimi, çörek otu bitkisinin taşıdığı farklı maddelerden faydalanarak değişik hastalıkların tedavisine çalışmaktadır. Oldukça geniş bir hastalık grubunda ve yaygın olarak kullanılan bir geleneksel tıp bitkisi olarak çörek otu, etkisi en iyi bilinen bitkilerden biridir. Çörek otunun tıbbi kullanımında en önemli özelliği uçucu yağında en yüksek oranda bulunan thymoquinondur. Ülkemizde çörek otu ve yağının tedavide kullanımına ilişkin çalışmalar yetersiz olduğu gibi, çörek otunun kimyasal yapısını, dolayısıyla thymoquinone içeriğini artırmaya yönelik tarımsal araştırmalarda yeterli düzeyde değildir. Hatta çörek otu yetiştiriciliği konusunda yürütülen gübre dozu (azot ve fosfor) çalışmalarının çoğunluğunda uçucu yağ içeriği (thymoquinone) incelenmemiştir. Dahası doğal dengeyi bozmayan, sürdürülebilir tarımda kullanılması zorunlu olan bitki büyümesini teşvik edici bakterilerin çörek otunun uçucu yağ içeriği üzerine etkisi konusunda dünyada ve Türkiye'de yapılmış herhangi bir çalışmanın sonucuna da ulaşılmamıştır.

Tıbbi ve aromatik bitkilerde bitki gelişme parametrelerinin ve sekonder metabolit tepkisinin teşviki genellikle faydalı mikroorganizmaların aşılması sonucudur. Önceki araştırmalarda, öncelikle bitkisel hormon üretici, azot bağlayıcı ve fosfor çözücü bitki gelişmesini teşvik edici bakteri aşılama çalışmalarının tıbbi ve aromatik bitkilerde verim ve ucucu

yağ oranına ilaveten, uçucu yağ bileşenleri ve monoterpen, fenolik, flavonoid, alkaloid, terpenoid gibi sekonder metabolitleri nicelik ve nitelik olarak değiştirebildiği rapor edilmiştir (Banchio vd., 2009, 2010; Santoro vd., 2011, 2015; Bharti vd., 2013; Cappellari vd., 2013, 2015; Ghorbanpour vd., 2016; Kutlu vd., 2019; Mosber vd., 2019; Çakmakçı vd., 2020; Gorgi vd., 2022; Maddhesiya vd., 2022; Yadav vd., 2022; Orozco-Mosqueda vd., 2023). Faydalı bakteri aşılama bitkilerde sekonder metabolit üretim mekanizmasını uyarıcı etki gösteren etkin biyoteknolojik bir araç olabildiğinden; büyüme hormonu üretici bakteriler ve farklı bitki büyüme düzenleyiciler kullanılarak uçucu yağ verimi, kompozisyonu ve içeriğini geliştirmek, ekonomik öneme sahip bazı moleküllerin kompozisyonunu değiştirme fırsatı yaratacak araştırmalar önem kazanmaktadır. Öte yandan tıbbi ve aromatik bitkiler genellikle hasat sonrasında başka bir işleme tabi tutulmaksızın tüketilmekte, bu durum bu bitkilerin hasatta hiçbir sentetik bileşik içermemesini gerektirmektedir.

Bu çalışmada BGTB kullanılarak çörek otu tohumlarının kimyasal bileşiminin değiştirilebilme olanakları, yağ oranı ve bileşiminin değiştirilmesi, verim ve bazı kalite unsurlarının değişiminin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bitkisel hormon kullanımının uçucu yağ miktarı ve bileşiminin değiştirilmesi bakımından önemli bir strateji olabileceği bilinmekte, ancak IAA üretici ve diğer bazı mekanizmalara sahip bakteri kullanılarak tıbbi aromatik bitkilerde uçucu yağ miktarı ve içeriğinin belirlenmesine yönelik çok az araştırma yapılmıştır. Nitekim, tarımsal uygulamalar tıbbi ve aromatik bitkilerde yağ içeriği ve bileşimini az-çok değiştirebilmekte, BGTB uygulamalarının uçucu yağ sentezi ve ikincil metabolit üretim süreçlerindeki rolü az bilinmekte ve bakteriyel IAA ile sentetik oksin uygulamalarının farklı tıbbi ve aromatik türlerde araştırılması gerekmektedir. Çörek otunda ise böyle bir araştırmaya rastlanmamıştır. Öte yandan BGTB sekonder metabolit ve özellikle bitki uçucu yağ bileşenleri üzerine etkileri konusunda yeterli araştırma ve bilgi birikimi yoktur. İlave olarak etkin izolatlar kullanılarak çörek otu gelişme ve verimi ile tohum bileşimi, uçucu yağ içerik ve bileşenlerinin artırılması veya değiştirilebilmesinin avantajlı olup olmayacağı kapsamlı olarak araştırılmamıştır.

Bu çalışma, *Nigella sativa* L. türüne ait Çameli çeşidi ile *Nigella damascena* L. türüne ait bir genotipte tane verimi, bazı bitkisel özellikler ve tohum kimyasal özelliklerine bitki büyüme düzenleyicisi indol asetik asit, hayvansal gübre, kimyasal gübre, ticari mikrobiyal gübre ve tekli ve kombinasyon halinde bitki gelişimini teşvik

edici bakterilerin etkisinin belirlenmesi amacıyla 2019-2020 ve 2020-2021 yetiştirme sezonlarında Kasım ve Temmuz ayları arasında Balıkesir-Burhaniye koşullarında yurütulmüştür. Araştırmada İndol-3 asetik asit, kimyasal, hayvansal ve ticari mikrobiyal gübre ve gübresiz kontrole kıyasla, farklı kaynaklardan izole edilmiş azot fikseri, fosfat çözücü ve ACC deaminaze ve indol asetik asit üretici bakterilerden oluşturulan altı tekli, bir ikili, dört üçlü ve iki adet dörtlü yeni orijinal bakteri formülasyonu aşılması test edilmiştir. Araştırmada, tane verimi, bitki boyu, bitkide kapsül sayısı, kapsülde tane sayısı, bitkide dal sayısı, bitki tohum verimi, bin tane ağırlığı, ham protein oranı, sabit yağ oranı, sabit yağ verimi, yağ asidi oranları, uçucu yağ oranı, uçucu yağ verimi ve uçucu yağ kompozisyonu tespit edilmiştir.



İKİNCİ BÖLÜM ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

D'Antuono vd. (2002) *Nigella sativa* ve *Nigella damascena* türlerinin tohum verimi, verim bileşenleri, uçucu yağ ve diğer biyolojik aktif bileşenlerinin ilkbaharda farklı üç ekim tarihinde Kuzey İtalya da değişimlerini belirlemek amacıyla bir araştırma yürütmüşlerdir. Araştırma sonuçlarına göre, geç ekimde bitki başına tohum sayısı ve ortalama tohum ağırlığının azalması nedeniyle toplam verim ve tohum veriminin azaldığı, her iki tür için de bitki başına tohum sayısının önemli bir verim bileşeni olduğu, *Nigella sativa*'dan elde edilen verimin düşük olmasına rağmen her iki türün verim potansiyelinin birbirine benzer bulunduğu ve uçucu yağ bileşenlerinin iki türde önemli ölçüde farklılık gösterdiği belirlenmiştir. Araştırmada, *Nigella sativa* türünde ekim zamanına bağlı olarak uçucu yağ oranının azaldığı, p-cymene ve timol monoterenlerinin ana bileşen olduğu ve farmakolojik olarak aktif thymoquinone miktarının literatürde bildirilenden daha düşük olduğu, oysa *Nigella damascena* türünde ekim zamanının uçucu yağ oranını etkilemediği ve esansiyel yağının neredeyse tamamen seskiterpenlerden oluştuğu bildirilmiştir.

Nickavar vd. (2003) İran'da yetiştirilen *Nigella sativa* L. tohumlarından ekstrakte edilen sabit ve uçucu yağın kimyasal bileşimini GC ve GC/MS ile belirlemek amacıyla bir araştırma yürütmüşlerdir. Araştırmada, sabit ve uçucu yağlarda sırasıyla sekiz yağ asidi (%99,5) ve otuz iki bileşik (%86,7) tanımlanmış, sabit yağın ana yağ asitlerinin linoleik asit (%55,6), oleik asit (%23,4) ve palmitik asit (%12,5); uçucu yağın ana bileşiklerinin ise trans-anetol (%38,3), p-cymene (%14,8), limonen (%4,3) ve karvon (%4,0) olduğu belirlenmiştir.

Toncer ve Kızıl (2004) 1999-2001 yılları arasında Diyarbakır da yarı kurak koşullarda *Nigella sativa*'nın tohum verimi ve bazı verim bileşenleri üzerine tohum ekim oranının (1, 2, 3, 4 ve 5 kg/da) etkilerini değerlendirmişlerdir. Araştırmacılar, tohum oranının bitki boyu, bitkideki dal sayısı, bitkideki kapsül sayısı ile bitki başına ve dekara tohum verimini önemli ölçüde etkilemediğini; yüksek tohum oranlarının (4 ve 5 kg/da) dal sayısı, bitki başına kapsül sayısı, bitki başına ve dekara tohum verimini azalttığını oysa tohum oranının, bin tohum ağırlığı, kapsüldeki tohum sayısı, uçucu yağ ve sabit yağ oranını etkilemediğini, en yüksek tohum veriminin (82,8 kg/da) 1 kg/da tohum ekim sıklığında elde edildiğini bildirmişlerdir.

Moretti vd. (2004) *Nigella sativa* ve *N. damascena*'nın farklı tarihlerde ekilen üç çeşitinden alınan 20'şer g tohumu köpürmeyi önlemek için 3 g NaCl ile birlikte 100 mL deiyonize suda homejenize etmiş, organik çözücü olarakta 50 mL dietil eter kullanmak suretiyle

tohum yağlarını Likens-Nickerson cihazında 3 saat süreli eşzamanlı damıtma ve ekstraksiyon yöntemiyle elde etmişlerdir. Sonuçta, *N. sativa* yağının ana bileşenlerinin, p-cymene (%33,8) ve timol (%26,8) olduğunu ve düşük miktarda thymoquinone (%3,8) içerdiğini; *N. damascena* uçucu yağının ise neredeyse %100 seskiterpenler ile karakterize edildiğini bunların önemli bir kısmının β -elemene (%73,2) olduğunu bildirmişlerdir.

Singh vd. (2005) Çörek otu esansiyel yağı ve aseton ekstraktı ile elde edilen tohum özütünün antifungal, antibakteriyel ve antioksidan potansiyellerini farklı tekniklerle araştırmışlar. Araştırmacılar, ters petri pleyt yönteminde uçucu yağın 6 μ L'lik dozunun *Penicillium citrinum*'a karşı tam inhibisyon gösterdiğini; uçucu yağın, agar ve difüzyon yöntemi ile sırasıyla 2000 ve 3000 ppm dozunun *Bacillus cereus*, *Bacillus subtilis*, *Staphylococcus aureus* ve *Pseudomonas aeruginosa*'ya karşı tam büyüme inhibisyonu gösterdiğini, çörek otu uçucu yağının 2,2'-difenil-1- pikrilhidrazil (DPPH) anti radikal kapasitesine göre sentetik antioksidanlara kıyasla daha etkin olduğunu, hem uçucu yağ hem de ekstraktın güçlü antioksidan kapasitesine sahip olduğunu bildirmişlerdir. Araştırmada, kullanılan uçucu yağın ana bileşenlerinin p-cymene (%36,2), thymoquinone (%11,27), α -thujene (%10,03), longifolen (%6,32), β -pinen (%3,78), α -pinen (%3,33) ve karvakrol (%2,12) olduğunu, diğer bileşenler ile birlikte toplam 16 bileşen tespit edildiğini bu bileşenlerin uçucu yağın %97,9'unu oluşturduğu ifade edilmiştir.

Kökdil ve Yılmaz (2005) yaptıkları çalışmada, Türkiye'nin farklı yerlerinden topladıkları 10 farklı çörek otu türünün (*Nigella orientalis* L., *Nigella oxypetala* L., *Nigella latisecta* PH Davis, *Nigella segetalis* Bieb., *Nigella arvensis* L., *Nigella damascena* L., *Nigella elata* Boiss., *Nigella nigellastrum* (L.) Willk., *Nigella unguicularis* (Lam.) Spenner ve *Nigella lancifolia* Hub.-Mor.) tohumlarından elde edilen sabit yağların yağ asidi bileşimini incelemişlerdir. Araştırmacılar tohumların %17,6–41,3 sabit yağ içerdiklerini, başlıca yağ asitlerinin linoleik (%31,2-69,5) ve oleik asitler (%15,79-36,03) olduğunu, eikosenoik asitin, *N. nigellastrum* ve *N. unguicularis* tohumlarının yağlarında yüksek miktarlarda (sırasıyla %23,12 ve %17,47) bulunduğunu, *N. nigellastrum*, *N. elata* ve *N. unguicularis* tohum yağlarında en yüksek eikosadienoik asit konsantrasyonunu (sırasıyla %9,40, 8,39 ve 7,17) gösterdiğini tespit etmişlerdir.

Ashraf vd. (2006) çörek otunda 0, 3, 6 ve 9 kgN/da uygulamalarının tohumlarındaki yağ, uçucu yağ ve mineral madde içeriğine etkisini belirlemek amacıyla bir araştırma yürütmüşlerdir. Araştırma sonuçlarına göre, sabit yağ oranları %32,7 ile %37,8 arasında

değişim göstermiş, 6 ve 9 kgN/da uygulamalarında yağ içeriği aynı olurken, 3 kgN/da uygulamasında yağ içeriği artmış, palmitik asit içeriği azot dozlarına bağlı olarak artarken, stearik asit içeriği 6 kgN/da dozunda önemli ölçüde azalmıştır. Sabit yağda en fazla bulunan yağ asidi olan linoleik asit ve dihomolinoleik asit (20:2) değişen azot seviyelerinde hiçbir değişiklik göstermemiş, buna karşılık, iki yüksek N seviyesinde α -linolenik asitte (18:3) belirgin bir azalma belirlenmiştir. Ayrıca araştırmacılar uçucu yağ ana etken maddesinin p-cymene olduğunu, bu bileşenin 3 kgN/da uygulamasında en yüksek değere ulaştığını, değişen azot seviyelerinde α -pinene veya β -pinene içeriğinde herhangi bir değişiklik olmadığını, tohumlarda K, P, Na, Fe, Mn ve Ni'in baskın elementler olduğunu, Ca, Mg, Cu ve Cr'un düşük miktarlarda Zn ise orta seviyede bulunduğunu, artan azot miktarının, tohumlarındaki K, P, Ca, Mg veya Cr içeriğini etkilemediğini, buna karşılık en üst azot seviyesinde tohumda Mn, Zn ve Ni'de tutarlı bir düşüş gösterdiğini bildirmişlerdir.

Cheikh-Rouhou vd. (2007) Tunus ve İran kökenli iki çörek otu çeşidinin fizikokimyasal özelliklerini belirlemek amacıyla tohumlardan soğuk solvent yöntemi ile ekstrakte edilen ham yağın fiziksel ve kimyasal analizlerini yapmışlardır. Tunus ve İran çeşitleri için kuru ağırlık bazında sırasıyla protein içeriğinin %26,7 ve %22,6, yağ %28,48 ve %40,35, kül %4,86 ve %4,41 ve toplam karbonhidrat içeriğinin ise %40,0 ve %32,7 olduğunu belirlemişlerdir. Araştırmacılar çalışılan çeşitlerin sabit yağların temel doymamış yağ asitlerinin linoleik asit (%50,3-49,2) ve oleik asit (%25,0-23,7), ana doymuş yağ asidinin ise palmitik asit (%17,2-18,4) olduğunu, aynı zamanda düşük oranlarda miristik, miristoleik, palmitoleik, margarik, margaroleik, stearik, linolenik, araşidik, eikosenoik, behenik ve lignoserik asitlerin tespit edildiğini bildirmişlerdir.

Ramadan (2007) çörek otu tohumunun besin değeri, fonksiyonel özellikleri ve fonksiyonel ürün üretmek için kullanım olanaklarını değerlendirmek amacıyla hazırladığı derleme çalışmasında, çörek otu yağının antikanser, antidiyabetik, antiradikal, immünomodülatör, analjezik, antimikrobiyal, antiinflamatuvar, spazmolitik, bronkodilatör, hepatoprotektif, antihipertansif ve renal koruyucu olduğunu ve ilaveten yağ saniyi için önemli bir ham madde potansiyeli olma özelliğini taşıdığını ifade etmiştir.

Shah (2007) saksıda kinetin uygulanmış (10^{-5} M kinetin) ve uygulanmamış farklı azot seviyelerinin (0, 176, 264, 352 ve 442 mg/saksı) çörek otu üzerine etkilerini belirlemek amacıyla bir araştırma yürütmüştür. Araştırma sonucunda, azotun tek başına sabit yağ ve uçucu yağ içeriği hariç tüm parametreleri (NPK birikimi, kapsül sayısı, bitki tohum verimi, bitki sabit

yağ ve uçucu yağ verimi) önemli ölçüde arttırdığı, diğer kombinasyonlara kıyasla 352 mg/saksı azot uygulaması ile birlikte 10^{-5} M kinetin uygulamasının en yüksek verim verdiğini tespit etmiştir.

Benkaci–Ali vd. (2007) Sahra çölünde Timimoun (T) ve Adrar (A) olmak üzere iki lokasyondan toplanan çörek otu tohumlarından hidrodistilasyon (HD) ve mikrodalga damıtma işlemi (MD) ile uçucu yağ ekstraksiyonunun uçucu yağ bileşimlerine etkilerini karşılaştırmak amacıyla bir araştırma yürütmüşlerdir. Araştırmacılar, hidrodistilasyon yönteminde, T ve A lokasyonlarında ana bileşenlerin sırasıyla p-cymene (%8,9 ve %7,2), 4-terpineol (%0,6 ve %8,9), timohidrokinon (%6,1 ve %12,2), thymoquinone (%1,6 ve %21,8), karvakrol (%12,9 ve %12,9), karvon (%4,4 ve %0,3) ve timol (%1,5 ve %0,7) olduğunu ve bu bileşenlerin T lokasyonuna ait uçucu yağın %36,0'sını ve A lokasyonunda ise %64,0'ünden fazlasını açıkladığını belirlemişlerdir. Çalışmada mikrodalga damıtma işleminde ise, T ve A lokasyonlarından elde edilen yağlarda ana bileşenlerin sırasıyla p-cymene (%28,1 ve %32,0), 4-terpineol (%3,4 ve %2,0), timohidrokinon (%0,7 ve %1,1), thymoquinone (%10,8 ve %24,6), karvakrol (%3,0 ve %6,0) ve timol (%0,3 ve %50,3) olduğu belirlenmiş ve bu bileşiklerin T ve A lokasyonlarında uçucu yağın sırasıyla %46,1 ve %66,0'sını açıkladığı bildirilmiştir.

Khoramdel vd. (2008) biyogübrelerin, BGTB ve mikoriza mantarının uygulanmasının, agroekosistemlerin sürdürülebilir yönetiminde, kimyasal gübrelere kıyasla bitki besleme için en önemli stratejilerden birisi olduğunu bildirmişlerdir. Araştırmacılar bakteri ve *Mycorrhiza* mantarının çörek otu (*Nigella sativa* L.) üzerine etkisini tarla koşullarında değerlendirmek amacıyla yürüttükleri araştırmada, faktör olarak *Azotobacter paspali* (A), *Azospirillum brasilense* (B), *Glomus intraradices* (C), C+A, C+B, A+B, A+B+C ve biyo-gübresiz kontrol olmak üzere sekiz uygulamayı test etmiş, *Azotobacter* ve *Azospirillum* bakteri süspansiyonlarını sıvı olarak (110 g tohum için her biyo-gübreden 15 mg), *Mycorrhiza* mantarını ise Arap reçinesi ile tohumlara ekimden hemen önce katı halde uygulamışlardır. Araştırma sonuçlarına göre, çörek otunun biyolojik gübrelere aşılmasının kontrole kıyasla bitki boyunu, yaprak alan indeksini, kuru madde birikimini ve ürün büyüme oranını önemli ölçüde artırdığı, en yüksek ve en düşük yaprak alanı indeksinin sırasıyla B+C (0,37) ve kontrol (0,22) uygulamalarında elde edildiği, kuru madde birikiminin maksimum ve minimum miktarlarının sırasıyla $66,0 \text{ g/m}^2$ ile B+C uygulamasında ve $38,3 \text{ g/m}^2$ ile kontrol uygulamasında belirlendiği bildirilmiştir.

Wajs vd. (2008) tarafından yürütülen *Nigella sativa* uçucu yağ bileşenlerinin incelendiği çalışmada, çörek otu tohumlarından Klevenger tipi aparatla hidrodistilasyonla elde edilen uçucu

yağın, GC, GC/MS, H-NMR ve C-NMR analiz sonucuna göre, yağın %98,7'sinin toplam 48 bileşenden oluştuğu ve bu uçucu bileşenlerin 14 adedinin çörek otunda ilk kez belirlendiği; p-cymene (%60,2), γ -terpinen (%12,9), α -thujen (%7,2), karvakrol (%3,0), α -pinen (%2,0) ve β -pinen (%2,1)'nin yağ ana bileşenleri olduğu görülmüştür.

Kızıll vd. (2008) Diyarbakır koşullarında kışlık ve ilkbaharda ekilen çörek otunda 0, 4, 8, 12 ve 16 kg/da triple süper fosfat (TSP) uygulamasının tohum verimi, verim bileşenleri ve yağ asidi bileşimi üzerindeki etkilerini araştırmışlar, fosfor dozları arasında istatistiksel olarak fark olmadığını, kışlık ekimlerin en yüksek tane verimi (103,7 ile 153,4 kg/da), en yüksek sabit yağ içeriği (%30,2 ile 37,9) ve en yüksek uçucu yağ içeriğine (%0,31 ile 0,56) sahip olduğunu tespit etmişler, sabit yağın ana bileşenlerinin linoleik, palmitik ve oleik asit olduğunu bildirmişlerdir.

Hammo (2008) farklı azot ve fosfor dozları ile tohum miktarının çörek otunun tane verimi ile vejetatif özellikleri üzerine etkisini incelemek amacıyla Irak'ta yürüttüğü araştırmada, artan azot ve fosfor dozları ile tohumluk miktarının incelenen özelliklerin çoğunu önemli derecede etkilediğini, tohumluk miktarının 0,6 g/10 m² den 1,2 g/10 m² ye çıkartıldığı zaman tane veriminin de önemli derecede arttığını bildirmiştir.

Özel vd. (2009) çörek otunda (*Nigella sativa* L.) uygun sıra aralığı (15 ve 30 cm) ve tohumluk miktarını (1, 2, 3 ve 4 kg/da) belirlemek amacıyla yürüttükleri araştırmalarında, tohum verimi (140,63- 248,23 kg/da), uçucu yağ verimi (0,40-1,03 L/da), uçucu yağ oranı (%0,24-0,43 hacim/ağırlık), bin tohum ağırlığı (2,07-2,40 g), tohum sayısı (53,07-89,40 adet/kapsül), dal sayısı (2,30-4,43 adet/bitki), kapsül sayısı (2,27-15,97 adet/bitki) ve bitki boyunu (69,07-88,50 cm) tespit etmişler, en yüksek tohum verim değerleri için 15 cm x 2 kg/da olarak sıra arası mesafe tohum sıklığı kombinasyonunu tavsiye etmişlerdir.

Bourgou vd. (2010) tarafından *Nigella sativa* uçucu yağının antioksidan aktivitesinin yanı sıra antikanser, antienflamatuar ve antibakteriyel özelliklerini ve ayrıca yağda bulunan ticari olarak temin edilebilen ana uçucuların biyolojik aktivitelerini eş zamanlı olarak değerlendirdikleri araştırmada; çörek otu yağının ana bileşenlerinin p-cymene, γ -terpinen, thymoquinone, β -pinen, karvakrol, terpinen-4-ol ve longifolen olduğu; uçucu yağın kuvvetli antioksidan etki gösterdiği, terapötik amaçlar için kullanılabilceği ve yağın aktivitesinin kimyasal bileşimine bağlı ve en aktif bileşenlerin thymoquinone ve longifolenin olduğu belirlenmiştir. Araştırmacılar, çörek otu uçucu yağ bileşenlerinden thymoquinonun antioksidan; karvakrol, p-cymene, β -pinen, γ -terpinen ve longifolenin antienflamatuar ve longifolenin ise antikanser ve antibakteriyel etki ve potansiyelinin olduğunu ortaya koymuşlardır.

Edris (2010) Mısır'da iki farklı lokasyonda organik olarak yetiştirilen çörek otu tohumlarının uçucu yağ içeriği ve kimyasal bileşimi ile ana bileşen olan thymoquinone içeriği üzerine farklı ekstraksiyon yöntemlerinin etkisini belirlemek amacıyla bir araştırma yürütmüştür. Araştırma sonuçlarına göre, thymoquinone oranının %30,2-63,3 arasında, γ -terpinen oranının %0,4-11,8 arasında değişim gösterdiği, uçucu yağın elde edilme yöntemine bağlı olarak thymoquinone oranında %2,5'e kadar düşüş olabileceği, *Nigella sativa* uçucu yağının kimyasal özellikleri üzerinde hem yetiştirme ortamının hem de ekstraksiyon yönteminin etkili olduğu bildirilmiştir.

Baytöre (2011) Kocaeli ve Tekirdağ koşullarında çörek otunun yetiştirme şartlarını ve verim kriterlerini araştırmak için yürüttüğü çalışmasında, bitki boyu (34,53-53,58 cm), dal sayısı (3,45-4,42 adet), kapsül sayısı (5,70-7,23 adet), kapsülde tohum ağırlığı (1,27-1,64 g), bin tane ağırlığı (1,97-2,30 g), tohum verimi (28,43-43,50 kg/da) ve ham yağ oranının (%16,71-30,08) değerleri arasında olduğunu tespit etmiştir.

Çakmakçı ve Çakır (2011) çörek otunun bileşimi, kullanımı ve sağlık üzerine etkilerini değerlendirmek amacıyla hazırladıkları derleme makalesinde, bu bitkinin 2000 yıldan daha uzun süredir kullanılan değerli bir ilaç ve baharat bitkisi olduğunu, tohumu, yağı ve özellikle thymoquinone olmak üzere, yağ asitleri, vitaminler, mineraller ve uçucu tohum bileşenlerden dolayı, antimikrobiyal, antioksidan, antiparazitik, antidiyabetik, antitümör, antiinflamatuvar, immunomodülatör, antihistaminik, gastroprotektif, hepatoprotektif, bağışıklık sistemini güçlendirici etkileri olduğunu ve geleneksel tıpta kullanıldığını vurgulamışlardır. Araştırmacılar çörek otunun besleyici, aroma ve lezzet verici, iştah açıcı, süsleyici, besleyici ve tedavi edici özellikleri nedeniyle gıda ve baharat olarak dünya genelinde yaygın olarak tüketildiği ve gıda sanayinde gıdaların muhafaza ve kalitesini geliştirmek, fırın ürünleri ve peynir çeşitlerinde kullanılabilirliği; iştah artırıcı, süt artırıcı, adet söktürücü, sarılık giderici, gaz giderici, idrar söktürücü özellikleri ile baş ağrısı, soğuk algınlığı, astım, romatizma ve iltihaplı hastalıkları iyileştirme özellikleri nedeniyle tıp ve eczacılıkta yaygın olarak kullanıldığını bildirmişlerdir.

Valadabadi ve Farahani (2011) çiftçilerin kimyasal gübrelere olan bağımlılığını azaltmak, su kullanım verimliliğini artırmak ve gelirlerini artırmak için biyolojik gübre uygulamasının çörek otu (*Nigella sativa* L.) tohum ve uçucu yağ verimleri üzerine etkilerini belirlemek amacıyla bir araştırma yürütmüşlerdir. Araştırmada dört seviye hayvan gübresi (0, 1, 2 ve 3 ton/da) ve iki *Azotobacter* seviyesi (var ve yok) faktör olarak kullanılmıştır. Araştırmada, dekara 2 ton hayvan gübresi + *Azotobacter* uygulamasında diğer uygulamalara

kıyasla biyolojik verim, tohum verimi, uçucu yağ verimi, gövde kuru ağırlığı, kapsül kuru ağırlığı, yaprak kuru ağırlığı ve bitki boyunun daha yüksek olduğu belirlenmiştir.

Tulukcu (2011) tarafından Türkiye, İran ve Suriye'nin farklı bölgelerinden toplanan çörek otu (*Nigella sativa* L.) örneklerinde yağ asidi ve tür çeşitliliği karşılaştırılması amacıyla yürütülen araştırmada; çörek otu yağında ana bileşenlerin linoleik, oleik ve palmitik asit olduğu belirlenmiştir. Araştırmacı çörek otu yağının koruyucu ve iyileştirici özelliklere sahip yenilebilir bir yağ olduğunu ve yağ asiti bileşiminin çörek otu çeşitlerine göre değiştiğini vurgulamıştır. Araştırmada İran örneklerinde omega-6, Konya Karakaya örneklerinde omega-9 ve palmitik asit, Kütahya Tavşanlı örneklerinde ise doymuş yağ asidi içeriğinin en yüksek olduğunu belirlenmiştir.

Hadi vd. (2012) çörek otunda (*Nigella sativa* L.) *Azospirillum* aşılmasının ve farklı gelişim devrelerinde sulama kısıtı uygulamasının tohum verimi ve diğer özellikler üzerine etkilerini araştırmak amacıyla bir çalışma yürütmüşlerdir. Araştırmada üç sulama seviyesi [(S1 = çıkıştan hasada kadar normal sulama kontrol), S2 = dallanmanın başlangıcında sonlandırılan sulama ve S3 = çiçeklenmenin başlangıcında sonlandırılan sulama] ve dört *Azospirillum* aşılması [(A1 = aşılammamış, A2 = tohuma aşılama ve A3 = gövde uzaması aşamasında sprej şeklinde uygulama, A4 = tohuma aşılama + gövde uzaması aşamasında sprej şeklinde uygulama)] test edilmiştir. Araştırma sonuçlarına göre, dallanma başlangıcında sonlandırılan sulamanın bitki başına kapsül sayısında, biyokütle üretiminde ve tohum veriminde önemli azalmaya neden olduğu; *Azospirillum* bakterisinin iki kez uygulamasından (A4: tohuma aşılama + gövde uzatma aşamasında sprej şeklinde) tüm özelliklerin olumlu yönde etkilendiği belirlenmiştir.

Faravani vd. (2012) yedi gübre uygulamasının [Biyofosfor (B 0,2 kg/da), Biyokükürt (S 0,5 kg/da), biyo- fosfat BAVAR 2 (F 10 g/da), kimyasal gübre (M), (B+S), (S+F) ve (C)] çörek otunun bitkisel özellikleri üzerine etkilerini ortaya koymak amacıyla yürüttükleri araştırmalarında, gübre uygulamalarının bitki boyu, bitki başına kapsül sayısı, tohum ağırlığı, tane verimi (g/m²), bitki başına çiçek sayısı ve biyolojik verim (g/m²) üzerinde önemli bir etkiye sahip olduğunu, kimyasal gübre ile biyolojik BAVAR 2 arasında kapsül başına tohum sayısı, tohum ağırlığı ve verim açısından önemli bir farklılık olmadığını bildirmişlerdir.

Rana vd. (2012) AN-1 çörek otu çeşidinde azot (0; 1,5; 3; 4,5; 6 kg/da) ve fosfor (0, 3, 6, 9 ve 12 kg/da) dozlarının verim ve verim unsurlarına etkisini belirlemek amacıyla yürüttükleri denemede; bitki başına kapsül sayısı (30,3 adet), kapsül başına tohum sayısı (60,3

adet), tohum verimi (48,8 kg/da), saman verimi (124, 8 kg/da), hasat indeksi (%27,89) ve biyolojik verim (173,6 kg/da) özelliklerini tespit etmişler, AN-1 çeşidi için 6 kg azot ve 12 kg fosfor uygulamasının yüksek verim ve kalite için uygun olduğu sonucuna varmışlardır.

Tuncurk vd. (2012) tarafından Van ekolojik koşullarında farklı azot dozlarının (0, 2, 4, 6 ve 8 kg/da) çörek otunun verim ve bazı verim unsurları üzerine etkilerini belirlemek amacıyla iki yıl süre ile yürütülen tarla denemesinde, bitki boyu, dal sayısı, kapsül sayısı, kapsüldeki tohum sayısı, bin tohum ağırlığı ve tohum verimi özellikleri incelenmiştir. Azot dozlarının, bin tohum ağırlığı ve kapsüldeki tohum sayısı dışındaki, verim ve bazı verim bileşenleri üzerindeki etkilerinin istatistiksel olarak önemli olduğu; artan azot dozları ile birlikte bitki boyu, dal sayısı, kapsül sayısı ve tohum veriminin arttığı; en yüksek tohum verimi (57,5 kg/da), kapsül sayısı (7,5 kapsül/bitki) ve dal sayısının (4,51 dal/bitki) 6 kgN/da uygulamasından elde edildiği bildirilmiştir.

Vatansev vd. (2013) Elâzığ ilinden temin ettikleri çörek otu tohumunun vitamin, yağ asitleri ve mikro element içeriğini belirlemek amacıyla bir araştırma yürütmüşlerdir. Araştırmada, *Nigella sativa* L. tohumlarının sabit yağında ana yağ asitleri olan linoleik asit (18:2) ve oleik asit (18:1)'in sırasıyla %66,5 ve %23,5 oranında bulunduğu; kuru maddede Co, Ni, Fe, Zn, Cu, Mn ve Cr içeriklerinin sırasıyla 0,12; 1,48; 117,32; 41,42; 30,26; 28,56 ve 2,55 µg/g olduğu; vitaminlerden α-tokoferolün 10,19 µg/g, £-tokoferolün 2,28 µg/g, retinolün 0,18 µg/g, D2 vitamininin 1,38 µg/g, K1 vitamininin 1,85 µg/g ve K2 vitamininin 2,15 µg/g olarak ölçüldüğü ve *Nigella sativa* L. tohumunun doymamış yağ asitleri, vitaminler ve mikro elementler açısından zengin olması nedeniyle önemli bir besin olduğu bildirilmiştir.

Abdel-Aziez vd. (2014) farklı bölgelerde yetiştirilen bitkilerden otuz bir adet rizosfer toprak örneği almışlar, bu örneklerden azot bağlayıcı *Azotobacter* izolasyonu yapmışlar, saflaştırılan izolatları *Azotobacter chroococcum* olarak tanımlamışlardır. Araştırmacılar saflaştırılmış izolatlardan Azo.4, Azo.5, Azo.9 ve Azo.23 izolatını çörek otunda bazı biyokimyasal aktivite (hormonal aktivite ve enzim üretimi) için test etmişlerdir. Araştırma sonucunda, dört biyogübre süşunun ve önerilen azot gübresinin yarım dozuyla birlikte karışık uygulamasının kontrol uygulamasına kıyasla, toplam mikrobiyal mikrofloranın yoğunluğunu, fosfat çözücü bakteri sayısını, azotobakter kolonizasyonunu, topraktaki mikrobiyal aktiviteyi değerlendirmek için rizosfer toprağında karbondioksit (CO₂) oluşumunu ve bitki büyüme özelliklerini geliştirdiğini tespit etmişlerdir.

Ghanepasand vd. (2014) çörek otunda (*Nigella sativa* L.) azot bağlayıcı bakteri ve gübre uygulamasının tohum verimi ve verim bileşenleri üzerine etkilerini belirlemek amacıyla yürüttükleri araştırmada, azot bağlayıcı bakterilerde dört seviye (kontrol, *Azotobacter*, *Azospirillum* ve *Azotobacter +Azospirillum*) ve çiftlik gübresinden 4 doz (0, 0,25, 0,5 ve 0,75 ton/da) kullanılmıştır. Araştırma sonucunda, *Azotobacter + Azospirillum* uygulamasında en yüksek bitki boyu, 1000 tohum ağırlığı, kapsülde tohum sayısı, kapsül verimi, tohum verimi ve hasat indeksi elde edildiği, çiftlik gübresi uygulamasının sadece kapsül verimini etkilediği, dekara 0,50 ton çiftlik gübresi uygulamasında en yüksek kapsül veriminin elde edildiği bildirilmiştir.

Mohamed vd. (2014) sera koşullarında yürüttükleri saksı denemesinde, farklı nem seviyesinde (tarla kapasitesinin %60 ve %80'inde sulama), azot kaynakları olarak tavuk gübresi ve amonyum sülfat (her birinden 0, 60 ve 120 mgN /kg toprak) ve potasyum (0, 40, 60 ve 80 mg K/kg toprak) içeren üç gübrenin kombinasyonları test edilmiştir. Araştırma sonuçlarına göre gübre kombinasyonlarına bağlı olarak çörek otunun tohum verimi ve büyüme karakterlerinin yanı sıra yağ içeriği, protein içeriği ve makro besin içeriğinin arttığı belirlenmiştir. Çalışmada en yüksek tohum protein verimi ile azot, fosfor ve potasyum alımı tarla kapasitesinin %60'ı nem içeriği altında tavuk gübresi + 80 mg K/kg + 120 mg N /kg uygulamasında ölçülmüştür. Araştırmacılar en yüksek tohum verimini 120 mg N/kg +80 mg K /kg uygulamasında, en yüksek yağ verimini %60 tarla kapasitesinde 120 mg N/kg +60 mg K/kg uygulamasından, en yüksek bitki kuru ağırlığını ise %80 tarla kapasitesinde 120 mg N/kg +tavuk gübresi +80 mg K/kg uygulamasında tespit etmişlerdir.

Safaei vd. (2014) yapraktan humik asit ve Pharmks® nanogübre uygulamalarının çörek otunun verim ve verim unsurlarına etkilerini belirlemek amacıyla yürüttükleri araştırmalarında, farklı seviyelerdeki hümik asidin bitkideki kapsül sayısı, kapsüldeki tohum sayısı, tohum ağırlığı, tohum verimi, biyolojik verim ve hasat indeksi üzerinde önemli bir etkiye sahip olduğunu; en yüksek verim seviyelerinin 3,6 mL/L humik asit uygulamasından elde edildiği, nanogübre uygulamasının verim ve verim bileşenlerini önemli ölçüde arttırdığını, genel olarak, besin bileşenleri içermesi ve farklı fizyolojik etkileri nedeniyle nanogübre ve hümik asit uygulamasının olumlu etkiye sahip olduğunu bildirmişlerdir.

Çakmakçı vd. (2014) tarafından çörek otu uçucu yağının tereyağı stabilitesi üzerine etkisinin araştırıldığı çalışmada, tereyağına ağırlık olarak %0,05, %0,10 ve %0,20 uçucu yağ ilave edilmiş, örnekler 4 °C 90 gün depolanmış ve ucucu yağ antioksidan aktivitesi bütül

hidroksi tolüen (BHT) ile karşılaştırılmıştır. Araştırma sonuçlarına göre uçucu yağ içeren tüm örneklerin tiyobarbitürik asit ve peroksit değerleri konsantrasyonlara bağlı olarak azalmıştır. Çörek otu uçucu yağının %0,20 miktarı, neredeyse sentetik antioksidan BHT ile eşit olacak şekilde güçlü antioksidan aktivite göstermiştir. Çörek otu esansiyel yağ ilavesi, depolama süresince tereyağında toplam aerobik mezofilik bakteri, laktik asit bakterisi ve koliform bakteri sayısını azaltmış, ancak dikkate değer bir antifungal aktivite göstermemiştir. Araştırmacılar çörek otu uçucu yağı içeren numunelerin panelistler tarafından kontrol numunesine kıyasla daha yüksek oranda tercih edildiğini ve sonuç olarak çörek otu esansiyel yağının yeni bir doğal antioksidan kaynağı olarak kabul edilebileceğini vurgulamışlardır.

Forouzanfar vd. (2014) tarafından hazırlanan derleme çalışmasında; çörek otu tohumlarının geniş tedavi edici etkilerinin olduğunu, cilt hastalıkları, sarılık, mide-bağırsak sorunları, iştahsızlık, konjonktivit, hazımsızlık, romatizma, diyabet, hipertansiyon, içsel kanama, felç, amenore, anoreksi, astım, öksürük, bronşit, baş ağrısı, ateş, grip ve egzama gibi birçok rahatsızlığa karşı tedavide kullanıldığını; çörek otu uçucu yağ bileşeni olan thymoquinonun en aktif bileşenlerden birisi olarak Gram-negatif, Gram-pozitif bakteriler, virüsler, parazitler, schistosoma ve mantarları kapsayan geniş bir antimikrobiyal spektruma sahip olduğunu bildirmişlerdir.

Seyyedani vd. (2014) İran koşullarında *Nigella sativa*'nın farklı su stresi koşullarında azotlu kimyasal gübre ve çinko sülfat uygulaması altında tane verim ve verim bileşenlerini belirlemek amacıyla yürüttükleri çalışmada, iki sulama uygulaması (sulama uygulaması ve yağmur koşulları), dört azot seviyesi (0, 3,3, 6,6 ve 10 kg/da) ve iki çinko sülfat seviyesi (var, yok) faktör olarak kullanılmıştır. Araştırma sonuçlarına göre uygulamaların bitki başına meyve sayısı dışında çalışılan tüm özellikler üzerinde önemli bir etkisinin olmadığı, en yüksek tane veriminin 6,6 kg/da azot uygulamasından 395,1 g/m² olarak elde edildiği, stres koşullarının hasat indeksi hariç tüm özellikler üzerinde önemli bir etkiye sahip olduğu, sulama uygulamasından ortalama 416,5 g/m² tohum veriminin elde edildiği belirlenmiştir. Çalışmada, çinko sülfat uygulamasının bitkide meyve sayısı ve hasat indeksi dışında tüm özellikler üzerinde önemli etkilere sahip olduğu, çinko sülfat uygulamasından ortalama 392,2 g/m² tane veriminin elde edildiği, azotlu kimyasal gübre ve çinko sülfatın etkileşiminin tane verimi ve biyolojik verim üzerinde olumlu önemli etkiye sahip olduğu bildirilmiştir.

Shirmohammadi vd. (2014) biyolojik fosfat ve kimyasal fosforlu gübrenin çörek otunun (*Nigella sativa* L.) verim ve verim bileşenleri üzerine etkisini araştırmak amacıyla 2013 yılında

İran'ın Lorestan kentinde bir tarla denemesi yürütmüşlerdir. Araştırmada faktör olarak iki düzeyde biyolojik fosfat (*Pseudomonas putida*, kontrol) ve üç düzeyde (0, 4 ve 8 kg/da) kimyasal fosfor (P₂O₅) kullanılmıştır. Araştırma sonuçlarına göre uygulamaların bitki boyu, bitki başına kapsül sayısı, kapsül başına tane sayısı ve tane verimi üzerindeki etkisinin istatistik olarak anlamlı olduğu; biyolojik fosfat+kimyasal fosfor (4 kg/da P₂O₅) uygulamasından en yüksek bitki boyu (32 cm) ve en yüksek tane verimi (73,5 kg/da) elde edildiği belirlenmiştir. Araştırmacılar kombine biyolojik fosfat ve kimyasal fosfor gübresi uygulanmasının çörek otu verimini, verim bileşenlerini artırmak ve çevre kirliliğini azaltmak için pratik ve yararlı bir yöntem olarak kullanılabileceğini vurgulamışlardır.

Singh ve Jhunjhunwalla (2014) yürüttükleri çalışmada, hidro-damıtma yoluyla elde edilen *Nigella sativa* uçucu yağının bileşiminin %97,09'unu temsil eden 35 bileşenin tanımlandığını, ana bileşenlerin ise p-cymene (%53,6), α-thujene (%15,18), β-pinene (%3,7) ve α-pinene (%3,3) olduğunu tespit etmişlerdir.

Talaei vd. (2014) çörek otunun verim ve verim unsurları üzerine fosfat çözücü *Pseudomonas putida* bakterisi ve üç düzeyde kimyasal fosfor (0, 4 ve 8 kg/da P₂O₅) uygulamasının etkisini araştırmak amacıyla yürüttükleri çalışmalarında; gübre uygulamalarının biyolojik verim, tane verimi, hasat indeksi ve uçucu yağ verimi üzerinde önemli bir etkiye sahip olduğunu, en yüksek tane verimi ve biyolojik verimin fosfat çözücü bakteri +4 kg/da kimyasal fosfor uygulamasından elde edildiğini, biyolojik gübrelerle kimyasal gübrelerin kombine edilerek kullanılmasının çörek otu yetiştiriciliğinde avantajlı olabileceğini bildirmişlerdir.

Abou El-Goud vd. (2015) çörek otunda mikorizal mantar (*Glomus etunicatum*), simbiyotik olmayan N₂ sabitleyici bakteriler (*Bacillus circulans* ve Halex: *Azotobacter*, *Azospirillum* ve *Klebsiella* kombinasyonu) ile farklı oranlarda mineral N, P ve K gübresi (önerilen optimum dozun %0, 25, 50, 75 ve 100) uygulamalarının verim ve kalite özellikleri üzerine etkilerini belirlemek amacıyla bir araştırma yürütmüşlerdir. NPK gübre dozunun %75'inde karışık kombinasyon (Halex, *G. etunicatum* ve *B. circulans*) uygulamasında tohum veriminin (127,2 kg/da) aşılanmamış uygulamalara göre (122,8 kg/da) daha yüksek olduğu, sabit yağ oranının önerilen NPK-gübre dozunun %75'i uygulandığında aşılama yapılmayan uygulamada %33,0 aşılama yapılan uygulamada ise %34,7 olduğu bildirilmiştir.

Al Turkmani vd. (2015) Akdeniz ülkelerinde yaygın olarak yetiştirilen çörek otunun, Suriyenin iki farklı bölgesinde kültürü yapılan iki farklı varyetesinin hidro distilasyonla elde edilen uçucu yağının gaz kromatografisi-kütle spektrometrisi (GC-MS) ile analizi ve toplam

fenol ve antioksidan aktivitesini araştırmışlardır. Araştırma CS-MS sonuçlarına göre, Halep varyetesinde toplam uçucu yağın %90,6 içeriğini oluşturan temel bileşenlerinin p-cymene (%39,9), β -thujene (%18,2), thymoquinone (%17,2), p-pinene (%4,5) ve α -pinene (%4,4); Daraa varyetesinde ise uçucu yağın %85,9'unu oluşturan temel bileşenlerin ise p-cymene (%34,1), thymoquinone (%25,9), 1-dodekanol (%12,7) ve p-thujene (%5,3) olduğu belirlenmiştir.

Ali vd. (2015) Bangladeş'te u farklı azot (2, 3 ve 4 kg/da), u fosfor (3; 4,5 ve 8 kg/da) ve u potasyum dozu (4, 6 ve 12 kg/da) uygulamasında dört farklı erek otu çeşidinin büyüme ve verim performansını belirlemek amacıyla bir araştırma yürütmüşlerdir. Araştırmada farklı erek otu genotiplerinin gelişme ve tohum verimi bakımından farklı gübre seviyelerine farklı tepki gösterdiği ortaya konulmuştur.

Ramadan (2015) tarafından erek otunun (*Nigella sativa* L.) uçucu yağ bileşimi ve özellikleri ile ilgili hazırlanan derleme çalışmasında, erek otu esansiyel yağ bileşiminin %85'ini temsil eden birçok biyoaktif fitokimyasalın tanımlandığı ve bunlar arasında p-cymene, thymoquinone, α -thujen, longifolen, β -pinen, α -pinen ve karvakrolün ana bileşenler olduğu vurgulanmıştır. Araştırıcı, erek otu sabit yağının, antifungal, antibakteriyel ve antioksidan olmak üzere çeşitli biyolojik özellikler gösterdiğini, sabit yağın *Penicillium citrinum*, *Bacillus cereus*, *Bacillus subtilis*, *Staphylococcus aureus* ve *Pseudomonas aeruginosa* dahil olmak üzere gram-negatif ve gram-pozitif bakterilere karşı tam inhibisyon bölgeleri oluşturduğunu ve sentetik antioksidanlara kıyasla daha yüksek antioksidan potansiyeli gösterdiği ve farklı özellikleri nedeniyle erek otu yağının gıda ve gıda dışı uygulamalar için önemli bir potansiyeli olduğunu ifade etmiştir.

Kara vd. (2015) Isparta ve Eskişehir ekolojik koşullarında iki vejetasyon sezonunda erek otu popülasyonlarının (Burdur, Tokat, Uşak, Eskişehir ve Antalya illerinden toplanan 5 adet) tohum verimi, verimle ilgili bazı özellikler, uçucu yağ içeriği ve sabit yağ oranı üzerine yıl ve lokasyonların etkilerini belirlemek amacıyla bir araştırma yürütmüşlerdir. Araştırma sonuçlarına göre, erek otu popülasyonlarının verim bileşenlerinin lokasyonlara ve yıllara göre önemli ölçüde farklılık gösterdiği, Isparta lokasyonunda yüksek yağış nedeniyle tane veriminin tüm popülasyonlarda her iki yılda da Eskişehir lokasyonundan yüksek olduğu, popülasyonlar içerisinde en yüksek tohum veriminin Uşak popülasyonunda elde edildiği, hem lokasyonlarda hem de yıllarda en yüksek uçucu yağ içeriğinin Tokat popülasyonunda belirlendiği, hem

lokasyonlara hem de yıllara göre en yüksek sabit yağ oranının ise Tokat, Uşak ve Antalya popülasyonlarında tespit edildiği bildirilmiştir.

Khalid ve Shedeed (2015) amonyum sülfat (0,2, 0,4 ve 0,6 gN/saksı) ve üre (0,2, 0,4 ve 0,6 gN/saksı) gübrelerinin çörek otunun tane verimi ve verim unsurlarına etkisini incelemişlerdir. Araştırmacılar, kontrole göre azot uygulamalarının bitki boyu, yaprak sayısı, dal sayısı, kapsül sayısı, bitki kuru ağırlığı, tohum verimi, kimyasal bileşimi ve sabit yağ oranı, toplam karbonhidratlar, çözünür şekerler, protein ve besin içeriğini olumlu yönde değiştirdiğini; bitki büyüme karakterlerinde en iyi uygulamanın 0,4 g N/saksı üre olduğunu, kimyasal içerik için ise en iyi uygulamanın 0,6 g N/saksı üre olduğunu bildirmişlerdir.

Seyyedi vd. (2015a) tarafından kükürt (S) ve solucan gübresi (V) uygulamasının çörek otu (*Nigella sativa* L.) yağ verimi ile azot ve fosfor alımı üzerine etkilerini belirlemek amacıyla yürütülen iki yıl süreli tarla denemesinde kireçli toprak ıslahı için [kontrol, V +*Thiobacillus thiooxidans* (T), S +T ve V +S +T] uygulamaları birinci faktör ve üç seviye P (0, 3 ve 6 kg/da) ikinci faktör olarak kullanılmıştır. Araştırma sonucuna göre, tüm toprak uygulamaları (V+T, S +T ve V +S +T), toprak tepikimesinde önemli bir azalmaya ve suda çözünebilir tuz miktarında önemli bir artışa neden olmuş, kalkerli toprak ıslahı uygulamaları, toprağın mevcut P içeriği üzerinde önemli bir etki göstermiş, en yüksek tane, yağ ve uçucu yağ verimleri V+S+T uygulamasından elde edilmiştir. Toprak uygulamaları, bitkilerde N ve P konsantrasyonunu önemli ölçüde artırmış, P ve N konsantrasyonu arasında pozitif bir korelasyon olmasına rağmen, tane verimi ile P kullanım etkinliği arasında negatif bir korelasyon ortaya çıkmıştır.

Gharby vd. (2015) Fas'ta yetiştirilen çörek otu tohumlarından solvent ve soğuk pres ekstraksiyonu ile elde ettikleri sabit yağın bileşimini incelemek amacıyla bir araştırma yürütmüşlerdir. Araştırma sonucunda solvent ve soğuk pres ekstraksiyon yöntemleri kullanıldığında yağ veriminin sırasıyla %37 ve %27 olduğu, yağ ana bileşenleri açısından, Fas'ta yetiştirilen çörek otundan elde edilen yağın kalite özelliklerinin, diğer Akdeniz ülkelerinin yağ kalite özelliklerine benzer olduğu bildirilmiştir.

Seyyedi vd. (2015b) çörek otunda kalkerli toprakta artan çözünür fosforun (P) tohum canlılığı, yağ asitleri bileşimi ve heterotrofik fide büyümesi üzerine etkilerini araştırmak amacıyla iki yıl süre ile bir tarla denemesi yürütmüşlerdir. Araştırmada farklı gübre kaynakları [vermikompost (V) +*Thiobacillus thiooxidans* (T), kükürt (S) +T, V +S +T ve kontrol] ve üç P seviyesi (0, 3 ve 6 kg/da) faktör olarak kullanılmıştır. Toprak ıslahı amacıyla yapılan uygulamaların (V +T, S +T ve V +S +T), tohum kabuğundaki P konsantrasyonunu ve ortalama

çimlenme süresini önemli ölçüde azalttığı, 1000 tohum ağırlığı, tohum canlılığı, embriyo ve tohumdaki P konsantrasyonunu önemli ölçüde artırdığı, çözümlü fosforun, linolenik asit üzerinde önemli ölçüde azaltıcı etkiye sahip olduğu, linolenik asit ile tohum gücü arasında yüksek oranda olumlu ilişki olduğu, ayrıca tohum rezervi tükenme oranı, tohum rezervi kullanım verimliliği ve çıkış oranının P-priming uygulamaları ile önemli ölçüde arttığı, mobilize tohum fosfor oranı ile çörek otu tohumlarının çıkış oranı arasında pozitif korelasyon olduğu belirlenmiştir.

Yımam vd. (2015) azotlu (0, 1,5, 3, 4,5 ve 6 kgN/da, üre formunda) ve fosforlu (0, 2, 4 kg/da P₂O₅, TSP formunda) gübrelerin çörek otu büyüme, verim ve verim unsurlarına etkisini belirlemek amacıyla tarla koşullarında bir araştırma yürütmüşlerdir. Araştırma sonucuna göre, N ve P etkileşiminin, 1000 tohum ağırlığı dışında farklı büyüme ve verim parametrelerini oldukça önemli ölçüde etkilediği bildirilmiş, en yüksek tohum verimi (133,7 kg/da), en yüksek bitkide meyve sayısı (45,9 adet/bitki) ve en yüksek bitki boyunun (72,5 cm) dekara 6 kg/da N ve 4 kg/da P uygulamasında belirlendiği ifade edilmiştir.

Çakır vd. (2016) Erzincan tulum peyniri kimyasal bileşimi, proteolizi, duyuşal özellikleri ve uçucu profili üzerine çörek otu ilavesinin etkilerini incelemişlerdir. Araştırmada çörek otu içermeyen kontrol peynirlerine kıyasla, çörek otu ilavesinin peynir toplam protein, kül ve toplam azot içerikleri ile suda çözümlü azot konsantrasyonlarında ve genel kabul edilebilirliğinde artışa neden olduğu vurgulanmıştır. Araştırmacılar, 1, 30, 60, 90 ve 180 günlük olgunlaşmadan sonra gaz kromatografisi-kütle spektrometrisi ile birleştirilmiş katı faz mikroekstraksiyon ile peynirlerdeki uçucu bileşikleri olarak 14 alkol, 7 aldehit, 2 sülfür, 8 metil keton, 31 ester, 12 terpen, 10 karboksilik asit ve 10 adet farklı kimyasal gruplara ait olmak üzere toplam 94 uçucu bileşen tespit etmişlerdir. Bu araştırmada peynirlere çörek otu ilavesinin duyuşal skorlara ve peynir proteolizine olumlu katkı sağladığı ve aynı zamanda peynirdeki uçucu bileşenleri hem kalitatif hem de kantitatif olarak arttırdığı ortaya konulmuştur.

Dubey vd. (2016) hazırladığı derleme çalışmasında, çörek otunun Hindistan ve Orta Doğu'nun yaygın bir baharatı olduğunu, birçok araştırmacı tarafından farmakolojik ve nutrasötik potansiyelinin incelendiğini, çörek otu tohumu ve yağının yüzyıllardır dünya çapında çeşitli hastalıkların tedavisinde yaygın olarak kullanıldığını ve çörek otunun özellikle Hint geleneksel tıp sisteminde önemli bir yere sahip olduğunu vurgulamışlardır. Çalışmada çörek otunun iyileştirici özelliklerinin çoğunlukla uçucu yağın ana aktif kimyasal bileşeni olan thymoquinone ve izomerlerinin varlığından kaynaklandığı, çörek otu tohumlarının

toksitesinin çok düşük olduğu bu nedenle gıdalarda tatlandırıcı, ekmek ve turşularda katkı maddesi olarak kullanıldığı ifade edilmiştir.

Hadi vd. (2016) sulama ve bitki büyümesini teşvik eden bakterilerin çörek otunun (*Nigella sativa* L.) tohum verimi ve kalite özellikleri üzerindeki etkilerini değerlendirmek amacıyla bir tarla denemesi yürütmüşlerdir. Araştırmada üç sulama seviyesi (normal sulama, gövde oluşumunun başlangıcında ve çiçeklenmenin başlangıcında sonlandırılan sulama) ve dört bakteri uygulaması (inoküle edilmemiş, tohum inokulasyonu, büyüme döneminde sprey şeklinde püskürtme, gövde büyümesi aşamasında sprey şeklinde püskürtme + tohum inokulasyonu) faktör olarak kullanılmış, hasat indeksi, tohum verimi, uçucu yağ, karvon ve thymoquinone içeriği incelenmiştir. Araştırma sonuçlarına göre, en yüksek hasat indeksi (%28,20) ve tohum verimi (72,3 kg/da) normal sulama ile elde edilmiş, gövde büyümesi başlangıcında sonlandırılan sulama koşullarında, maksimum uçucu yağ (%0,45), karvon (0,018 mM) ve thymoquinone içeriği (0,021mM) belirlenmiş, bitki büyümesini teşvik eden bakterilerin püskürtülmesi ve tohum aşılama+gövde uzaması aşamasında bitkiye sprey şeklinde uygulama en yüksek tohum verimini (61,2 kg/da) ve thymoquinone içeriğini (0,019 mM) sağlamış, maksimum uçucu yağ (%0,45) ve karvon içeriği (0,020 mM), bitki büyümesini teşvik eden bakterilerle tohum aşılama yoluyla elde edilmiştir.

Kılıç ve Arabacı (2016) Aydın ili koşullarında çörek otunun ekim zamanlarının ve tohumluk miktarlarının verim ve kaliteye etkisini belirlemek amacıyla yürüttükleri araştırmada, bitki boyu ve kapsül sayısı üzerine, ekim zamanı x tohumluk miktarı ikili interaksiyonunun önemli bulunduğu; bitki boyu (78,90 cm), kapsül sayısı (16,17 adet/bitki) tohum verimi (92,35 kg/da) ve sabit yağ verimi (34,8 L/da) özelliklerinin 1. ekim zamanının (15 Ekim) 2 kg/da ve 3 kg/da tohumluk miktarlarında en yüksek değere ulaştığını saptamışlar, dekara 2 kg ve 3 kg tohumluk miktarları arasında istatistiksel olarak bir fark tespit etmemişler, Aydın bölgesi için en uygun ekim zamanının 1. ekim zamanı (15 Ekim) ve tohumluk miktarının ise 2 kg/da olduğunu bildirmişlerdir.

Mohammed ve Al-Suwaiegh (2016), hazırladığı derleme çalışmasında *Nigella sativa* tohumlarının bazıları henüz tanımlanmamış 100'den fazla bileşik içerdiğini; antikanser, antioksidan ve antiviral özelliklerden jinekolojik bozukluklara, gelişme ve her iki ciste de üreme performanslarına kadar birçok alanda etkili olduğunu bildirmişlerdir.

Shokri (2016) *Nigella sativa*'nın patojenlere ve mantarlara karşı etkinliğini yorumladığı derleme çalışmasında, özellikle İran'da çörek otunun geleneksel olarak bir dizi hastalığı tedavi

etmek için bir halk ilacı olarak yaygın kullanıldığını; çörek otu tohumunun, protein, karbonhidrat, ham lif, alkaloid, saponin, kül, sabit yağ ve uçucu yağ içerdiğini ve uçucu yağın ana bileşenlerinin thymoquinone, p-cymene, trans-anetol, 2-metil-5(1-metil etil)-Bicyclo[3.1.0]hex-2-en ve γ -terpinen olduğunu vurgulamıştır. Araştırmacı *Nigella sativa* veya aktif bileşikleri için anti-oksidan, anti-inflamatuar, anti-kanser ve anti-mikrobiyal gibi çeşitli farmakolojik etkilerin rapor edildiğini; özellikle thymoquinone, timohidrokinon ve timol içeriğinin önem taşıdığını; bazı *N. sativa* aktif bileşenlerinin, patojenik mayalara, dermatofitlere, dermatofitik olmayan filamentli mantarlara ve aflatoksin üreten mantarlara karşı orta düzeyde *in vitro* ve *in vivo* inhibitör aktiviteye sahip olduğunu, ancak çörek otunun mantarlara etkinliğinin tam olarak açıklanmadığı bu nedenle daha çok araştırma yapılması gerektiği vurgulamıştır.

Attokaran (2017) farklı bitkileri değerlendirdiği “Natural Food Flavors and Colorants” isimli kitabında, eski Hint, Mısır kültürü ile İslam kaynaklarında çörek otunun farklı hastalıkların tedavisinde kullanıldığını ifade edildiğini, İncilde de bu kullanıma atıf yapıldığını, çörek otunun tohumunda %35-40 arasında sabit, %1-1,5 arasında uçucu yağ taşıdığını, uçucu yağın buhar distilasyonu ile çıkarıldığını, uçucu yağ özgül ağırlığının 0,875–0,886 g/cm³ arasında değiştiğini, 20 °C’de kırılma indisinin 1,4836–1,4844 olduğunu bildirmiştir.

Ariafar ve Forouzandeh (2017) sulama ve hümik asit uygulamalarının çörek otu verim, verim bileşenleri ve uçucu yağ kompozisyonu üzerine etkilerini araştırmak amacıyla bir araştırma yürütmüşlerdir. Araştırmada, üç sulama aralığı (6, 9 ve 12 gün) ve dört seviye hümik asit konsantrasyonu (0, 0,1, 0,2 ve 0,3 kg/da) sırasıyla ana parseller ve alt parsellere yerleştirilmiştir. Araştırmacılar, sulama kısıtının tohum verimi üzerinde önemli etkileri olduğunu, hümik asit uygulamasının tohum verimi, uçucu yağ yüzdesi, p-cymene, gama terpinen ve thymoquinone oranını artırdığını, çörek otunda yüksek uçucu yağ ve tohum verimi için 0,3 kg/da hümik asit uygulamasının en iyi uygulama olduğunu bildirmişlerdir.

Aytac vd. (2017) çörek otunda ilave potasyum (K) uygulaması (5 kg K₂O /da) altında azot (N) dozlarının (0, 3, 6 ve 9 kgN/da) etkinliğini belirlemek amacıyla yürüttükleri araştırmalarında, artan N dozlarının tohum verimini ve tohumda N ve K içeriğini artırdığını, yağ içeriğini ise azalttığını, dekara 6 kg N ve 5 kg K₂O dozlarında tohum ve yağ veriminin en yüksek olduğunu, uygulamaların yağ asidi kompozisyonunda önemli bir değişiklik oluşturmadığını tespit etmişlerdir.

Khalid (2017) Mısır'da yapraktan ve topraktan azot, fosfor ve potasyum uygulamalarının toplam lipitler ve yağ asitleri kompozisyonuna etkisini belirlemek amacıyla iki yıl süre ile bir araştırma yürütmüştür. Araştırmada farklı N, P, K seviyeleri olarak N0P0K0, N1P1K1, N2P2K2 ve N3P3K3 kombinasyonları (N0 = 0 kg/da N, N1 = 10 kg/da, N2 = 15 kg/da, N3 = 20 kg/da; P0 = 0 kg/da P₂O₅, P1 = 3,75 kg/da P₂O₅, P2 = 5,63 kg/da P₂O₅, P3 = 7,5 kg/da P₂O₅; K0 = 0 kg/da K₂O, K1 = 3,75 kg/da K₂O, K2 = 5,63 kg/da K₂O, K3 = 7,5 kg/da K₂O) kullanılmıştır. Araştırma sonucunda her iki deneme yılında da en yüksek toplam lipit miktarları sırasıyla %31,5 ve %33,8 olarak ve en yüksek bitki tane verimleri sırasıyla 3,7 ve 3,5 g/bitki olarak N2P2K2 uygulamasında belirlenmiş, yağ asidi kompozisyonunda en yüksek değerler [oleik (%25,6), linoleik (%47,8) ve linolenik (%14,4)] N3P3K3 kombinasyonunun yapraktan uygulamasında tespit edilmiştir. Araştırmacılar NPK uygulamasının yapraktan yapılmasının özellikle kurak bölgelerde toplam yağ verimini ve yağ asidi kompozisyonunda ana bileşenleri artırmak için çok önemli olduğunu vurgulamışlardır.

Roussis vd. (2017) tarafından çörek otunun verim ve verim bileşenleri üzerine tohum ekim oranı ve gübrelemenin etkisini belirlemek için yürütülmüş olan tarla denemesinde faktör olarak iki tohum miktarı (0,5 ve 0,6 kg/da) ve dört gübre uygulaması [gübresiz, 200 kg/da kompost, 275 kg/da koyun gübresi ve 40 kg/da kimyasal gübre (15.15.15+5S olarak)] kullanılmıştır. Araştırma sonuçlarına göre, en yüksek tohum verimleri 91,1-106,6 kg/da arasında, en yüksek biyolojik verim ise 386,4-406,3 kg/da olarak kimyasal gübre uygulamalarında elde edilmiştir.

Bamshad vd. (2018) çörek otunun tane verimi, uçucu yağ ve biyokimyasal özellikleri üzerine su kısıtı, kimyasal ve biyolojik gübrelerin (Azoto Barvar 1 ve Fosfat Barvar 2) etkilerini araştırmak amacıyla 2016 yılında bir araştırma yürütmüşlerdir. Araştırmada dört sulama uygulaması ana faktör (yaygın sulama, gövde uzamasından çiçeklenme aşamalarına kadar sulama kısıtı, çiçeklenme aşaması ile tane doldurma döneminin başlangıcı arasında sulama kısıtı ve tane dolum döneminde su kısıtı), gübre uygulamaları [kontrol (gübre uygulaması yok), Azoto Barvar 1 ve Fosfat Barvar 2 ve süperfosfat] alt faktör olarak yer almıştır. Araştırma sonuçlarına göre, tohum verimi, yağ oranı, karbohidratlar, prolin, toplam protein, azot, fosfor ve potasyum alımı üzerinde su kısıtı ve fosforlu gübre etkileşiminin önemli olduğu belirlenmiş, en yüksek tohum verimi, yağ yüzdesi, toplam protein, azot, potasyum ve fosfor, Azoto Barvar 1 uygulamasıyla birlikte konvansiyonel sulamadan elde edilmiş, dane dolumunun başlangıcından sonuna kadar sulamanın kesilmesinde triple süperfosfat uygulaması ile en

yüksek prolin içeriği belirlenmiş, en yüksek karbonhidrat, Fosfat Barvar 2 uygulamasıyla birlikte dane dolum döneminin başlangıcından sonuna kadar sulama kısıtında gözlemlenmiştir.

Beyzi (2018), Çameli çörek otu çeşidinin Kayseri ekolojik koşullarında verim ve kalite özelliklerini incelemek amacıyla yürüttüğü araştırmada, bitki boyunu 44,22 cm, bitkide kapsül sayısını 8,77 adet/bitki, kapsülde tohum sayısını 91,89 adet/kapsül, bin tohum ağırlığını 2,63 g, biyolojik verimi 274,65 kg/da, tohum verimini 71,84 kg/da, hasat indeksini %26,31 ve sabit yağ oranını ise %30,90 olarak tespit etmiştir.

Hosseini vd. (2018) İran'ın farklı bölgelerinde yetiştiriciliği yapılan çörek otu popülasyonlarının morfolojik ve kalite özelliklerini belirlemek amacıyla yürüttükleri çalışmalarında en yüksek tane veriminin 186,64 g/m² olduğunu, sabit yağ oranının %27-33 arasında, uçucu yağ oranının ise %0,68–1,33 arasında değişim gösterdiğini bulmuşlardır.

Çakır ve Çakmakçı (2018) tarafından tulum peynirinde %0, 1 ve 2 oranında çörek otu (BC) ilavesinin olgunlaşma süresince mikrobiyolojik, kimyasal ve proteoliz özellikleri üzerine etkileri araştırılmıştır. Çörek otu ilavesinin, ilavesiz kontrole kıyasla, kuru madde, protein, kül, toplam azot (TA), suda çözünür azot (SÇAN) (TA'nun %'si, olgunlaşma indeksi), %5 fosfotungstik asit çözünür azot (PTA-SN) ve %12 trikloroasetik asit çözünür azot (TCA-SN) konsantrasyonlarda artışa neden olduğu belirlenmiştir. BC ilavesi peynirde koliform, maya ve küflerde, kuru maddede yağ (FDM), asitlikte azalmaya neden olmuştur. Araştırmacılar orijinal üretim yöntemi olarak sağımdan hemen sonra çiğ koyun sütü kullanılarak üretilen tulum peynirine %2 oranında çörek otu (BC) ilave edildikten 2 ay sonra tulum peynirinin koliform bakteri ile maya ve küfler bakımından BC uygulanmamış peynire göre daha güvenli tüketilebileceğini belirlemişlerdir.

Dimitrijević vd. (2018) Çörek otu sabit yağ içeriği üzerine *Paenibacillus* sp., *Hymenobacter* sp. ve *Streptomyces* sp.'ye ait BGTB'in etkisini araştırmak amacıyla iki yıl süre ile tarla denemesi yürütmüşlerdir. Araştırma sonuçlarına göre BGTB uygulamasının çörek otunun esansiyel yağ asitleri ve fenolik bileşiklerin içeriğini ve antioksidatif özelliklerini etkilediği, linoleik (C18:2) yağ asidini %52,68'den %57,11'e ve eikosadienoik (C20:2) yağ asidini 4,34'ten 4,54'e artırdığı bildirilmiştir.

Hosseini vd. (2018) İran'ın farklı bölgelerinden toplanan 16 adet yerel çörek otu popülasyonunun morfolojik ve tarımsal özelliklerindeki çeşitliliği belirlemek amacıyla iki yıl süre ile bir araştırma yürütmüşlerdir. Araştırmada bitki boyu, bitki çapı, taç çapı, kapsül uzunluğu ve çapı, dal sayısı, tohum uzunluğu ve çapı gibi morfolojik özellikler ve bitki başına

kapsül sayısı, kapsül karpel sayısı, bitki başına kapsül ağırlığı ve sayısı, kapsüldeki tohum sayısı, bitkideki tohum ağırlığı, biyolojik verim ve tohum verimi, uçucu yağ ve sabit yağ içerikleri incelenmiştir. Araştırma sonuçlarına göre ılıman bölgelerden toplanan yerel çeşitlerin tohum verimi, biyolojik verim, bitki başına tohum ağırlığı, kapsül başına tohum sayısı, bitki başına kapsül ağırlığı, bitki başına kapsül sayısı, bitki çapı ve bitki boyu gibi verimle ilgili özellikler yönünden yüksek değerlere sahip olduğu, en yüksek tohum veriminin Hamedan yöresinden toplanan yerel çeşitlerden 186,64 g/m² olarak belirlendiği, kuru bölgelerden gelen yerel çeşitlerin hasat indeksi ve 1000 tohum ağırlığının diğer çeşitlerden yüksek olduğu, denemede yer alan yerel çeşitlerin sabit yağ ve uçucu yağ oranlarının sırasıyla %27-33 ve %0,68-1,33 aralığında değişim gösterdiği tespit edilmiştir.

Khalid (2018) Çörek otunda üre ve amonyum sülfat gübrelere tane verimi ve tohumun kimyasal içeriği üzerine etkilerini belirlemek amacıyla yürüttüğü çalışmada, gübre uygulanmamış kontrole kıyasla amonyum sülfat ve üre formunda 5, 10 ve 15 kgN/da olacak şekilde her iki gübreyi aynı dozlarda test etmişlerdir. Çalışmada en yüksek uçucu yağ oranlarının (%0,4–0,5) üre gübresi formunda verilen 10 kgN/da uygulamasından elde edildiği, bu uygulamada 100 bitki verimlerinin 11,6 -14,5 g arasında değiştiği belirlenmiştir. Dekara 10 kg N dozunun amonyum sülfat formunda uygulanması ile yağ ana bileşenlerinden p-cymene (%51,7) ve α -thujene (%15,9) oranlarının en yüksek olduğu, en yüksek sabit yağ oranının ise üre gübresi ile verilen 5 kgN/da uygulamasından %31,8 ve %33,6 olarak belirlendiği ve bu uygulamada tane verimlerinin 100 bitki başına 699,6-739,2 g arasında değiştiği bildirilmiştir.

Mamun ve Absar (2018) Bangladeş koşullarında yetiştirdikleri çörek otunda karbonhidrat içeriğini %29,18, protein içeriği %18,09, yağ içeriğini %32,74 bulmuşlar, buna ilave olarak çörek otu tohumunda Ca, K, Mg, Na, P ve Fe ile alkaloidler, flavonoidler, saponinler ve tanenlerin bulunduğunu, çörek otu yağının doymamış yağ asitleri yönünden iyi bir kaynak olduğunu ifade etmişlerdir.

Palabıyık ve Aytaç (2018), Türkiye'nin farklı yerlerinden toplanan çörek otu popülasyonlarının tane verimi, uçucu yağ ve sabit yağ kompozisyonunu belirlemek amacıyla yürüttükleri araştırmalarında, en yüksek tohum veriminin Burdur popülasyonundan (188,5 kg/da), en yüksek sabit yağ veriminin ise Bilecik popülasyonundan (41,1 kg/da) elde edildiğini, uçucu yağ bileşenlerinin %67,7 thymoquinone, %8,4 karvakrol, %4,8 junipen, %2,3 p-cymene, %1,9 4-terpineol, %0,6 longipinen ve %0,5 bornil asetat; ana doymamış yağ asitlerinin ise linoleik asit (%39,20-43,74) ve oleik asit (%33,41-37,75) olduğunu tespit etmişlerdir.

Pavankumar vd. (2018) modern ve yoğun tarımın, üründe kirliliğe, çevresel tehlikelere ve ağır artık toksisiteye neden olan gübrelere ve kimyasallara aşırı bağımlılığa yol açtığını, birçok alanda toprak sağlığı ve verimliliğinin giderek kârlı tarımı sürdüremeyecek kadar azaldığını, çevre dostu tarım sistemlerine yönelmek, büyüme ve verimi artırmak ve birim alandan maksimum kâr elde etmek için biyo-gübrelerin ve bitki büyüme düzenleyicilerinin akılcı kullanımının gerekliliğini vurgulamışlardır. Araştırmacılar BGTB ve bitki büyüme düzenleyicilerinin çörek otunun NS-44 genotipinin verim ve verim unsurlarına etkisini belirlemek amacıyla üç farklı BGTB (*Azospirillum*, *Bacillus megaterium*, *Pseudomonas fluorescense*) ve üç farklı bitki büyüme düzenleyicisini (GA₃ 50 ppm, NAA 25 ppm, BA 25 ppm) tek başına ve kombinasyon halinde kullanmışlar kontrol ile karşılaştırmışlardır. Araştırma sonucunda *Azospirillum* + *B. megaterium* + *P. floresans* kombinasyonunda en yüksek bitki başına kapsül sayısı (74,60), kapsül başına tohum sayısı (101,33), bitki başına kuru ağırlık (88,22 g), bitki başına tohum verimi (10,66 g) ve tohum verimi (0,1193 ton/da) tespit edilmiştir.

Sen vd. (2018) Rajendra Shyama çörek otu çeşidinin üç farklı gübre uygulamasının [kimyasal gübre, çiftlik gübresi ve biyo-gübrenin (*Azophos*)] verim, verim unsurları ve yağ özellikleri üzerine etkisini belirlemek amacıyla bir araştırma yürütmüşlerdir. Araştırmacılar kimyasal gübrenin üç [0 (C0), önerilen dozun %75 (C1) ve önerilen dozun %100 (C2)], çiftlik gübresinin iki [var (F1), yok (F2)] ve *Azophos* biyolojik gübresinin iki [var (B1), yok (B2)] dozunu uygulamışlardır. Araştırma sonucunda C2 uygulamasından en yüksek bitki boyu (52,37 cm), en yüksek yaprak klorofil içeriği (12,37 SPAD), en yüksek kapsül başına tohum sayısı (89,62) ve en yüksek bitki başına verim (2,06 g) elde edilmiştir. F1 uygulamasında bitki boyu 49,38 cm, bitki başına verimi 1,95 g ve tohum sabit yağ içeriği ise 32,07 mg/g olarak belirlenmiştir. Araştırmacılar, kontrol uygulamalarına kıyasla B1 uygulamasının yüksek yaprak klorofil (12,56 SPAD), kapsül başına tohum sayısı (88,72), bitki başına verim (1,67 g) ve sabit yağ içeriği (32,27 mg/g) verdiğini; en yüksek tohum sabit yağ içeriğinin F1 x C2 uygulamasında tespit edildiğini, bu uygulamanın sabit yağ oranının tek başına C2 uygulamasına göre %15,22 oranında artırdığını bildirmişlerdir.

Sieniawska vd. (2018) Şam çörek otunun (*Nigella damascena* L.) uçucu yağının yüksek β -elemene içeriği yönünden antimikrobiyal etkinliğini test etmek amacıyla bir araştırma yürütmüşlerdir. Araştırmacılar şam çörek otu uçucu yağından β -elemene izolasyonu gerçekleştirmiş, daha sonra bu bileşiği Gram-pozitif ve Gram-negatif bakteriler, funguslar ve mikrobakteri şuşlarına karşı etkinlik yönünden değerlendirmişlerdir. Araştırma sonucuna göre

Nigella damascena dan izole edilen β -elemenin *Mycobacterium tuberculosis* H37Ra şususuna karşı etkin olduğunu tespit etmişlerdir.

Thilakarathna vd. (2018b) Etiyopya ve Hint kökenli iki çörek otu çeşidinin tohumlarının soğuk sıklımdan sonra kalan posalarının kimyasal özelliklerini belirlemek amacıyla yürüttükleri araştırmada, Hint orijinli çeşide ait posanın nem, ham protein, yağ, lif, karbonhidrat ve kül içeriğinin sırasıyla %4,56, 18,44, 15,69, 7,69, 5,31 ve 28,16 olduğunu, Etiyopya orijinli çeşidin posasının nem, ham protein, yağ, lif, karbonhidrat ve kül içeriğinin sırasıyla %4,37, 19,29, 16,13, 6,03, 4,30, 23,13 olduğunu tespit etmişlerdir. Araştırmacılar, çörek otu tohum küspesinin hem gıda sanayi hem de yem sanayi için kullanılabilir önemli miktarda proteine sahip olduğunu ifade etmişlerdir.

Akay (2019) farklı oranlarda vermikompost uygulanan çörek otu bitkisinin çinkolu gübre ihtiyacını belirlemek amacıyla sera şartlarında bir araştırma yapmıştır. Araştırmacı vermikompostun toprak kuru ağırlık esasına göre beş dozunu (%0, 2,5, 5, 10 ve 20), çinkolu gübrenin iki dozunu (0, 0,75 kgZn/da) kullanmış ilave olarak kök bölgesine *Glomus mosseae* türü mikoriza türünün iki seviyesini (var, yok) kullanarak araştırmasını yürütmüştür. Araştırma sonucunda kökte spor ve hif sayısının vermikompost uygulamaları ile önemli oranda değiştiği, bitkide kapsül sayısı, tane sayısı, tane ağırlığı, bitki boyu, biyomas, tane K, P ve Zn içeriğinin vermikompost uygulamalarından önemli oranda etkilendiği, tane P, K, Fe ve Zn içeriklerin de çinko uygulamaları ile önemli farklılıklar oluştuğu, vermikompost ve mikoriza etkileşimi ile kapsül tane sayısı, tane ağırlığı, tane K ve Fe içeriğinde önemli farklılık gösterdiği, vermikompost uygulamasının bitki gelişim parametrelerini diğer uygulamalara göre olumlu yönde etkilediği ve %2,5 dozunun ekonomik olması nedeniyle tavsiye edilebileceği tespit edilmiştir.

Bosh vd. (2019) tarafından BGTB'in su eksikliği stresi altında çörek otu verim ve verim bileşenleri üzerindeki etkisini belirlemek amacıyla yürütülen çalışmada faktör olarak üç sulama seviyesi (%50, 100 ve 75) ve yedi bakteri uygulaması (kontrol, *Bacillus* sp. A, *Bacillus amyloliquefaciens*, *Bacillus* sp. B, *Azotobacter chroococcum*, *Pseudomonas putida* ve *Azopirillum lipoferum*) kullanılmıştır. Araştırma sonuçlarına göre su eksikliği stresi arttıkça dal sayısı, bitki boyu, kapsül başına tohum sayısı, bitki başına kapsül sayısı, 1000 tohum ağırlığı, biyolojik verim, tane verimi ve hasat indeksinin azaldığı; %50 su seviyesinde %100 su seviyesine göre biyolojik verim, tane verimi ve hasat indeksinde sırasıyla %18,4, 28,4 ve 12,3 oranında azalma olduğu; *Bacillus amyloliquefaciens* uygulamasında yüksek biyolojik verim ve

tane verimi elde edildiği; su stresi ile bakteri etkileşiminin dal sayısı ve bitki boyu dışında tüm özellikler üzerinde önemli olduğu; *B. amilolykofosins* x %100 su seviyesi kombinasyonunun, kontrol uygulamasına kıyasla kapsül başına tohum sayısını %17,1, 1000 tohum ağırlığını %38,7, biyolojik verimi %24,8 ve tane verimini %35,2 oranında artırdığı ve sonuç olarak bakteri kullanımının tüm su stres seviyelerinde stresin etkilerini azalttığı bildirilmiştir.

Gedik ve Keser (2019) bir vejetasyon döneminde Kahramanmaraş koşullarında bazı çörek otu genotiplerinin tarımsal ve kalite özelliklerini belirlemek amacıyla yürüttükleri araştırma sonucunda kışlık ekimde; bitki boyunun 39,10-71,06 cm, bitkide dal sayısının 4,53-7,33 adet/bitki, bitkide kapsül sayısının 14,56-22,08 adet/bitki, kapsüldeki tohum sayısının 96-309,88 adet/kapsül, bin tane ağırlığının 2,18-3,46 g, tohum veriminin 91,66-126,66 kg/da, sabit yağ oranının %28,66-38,00, uçucu yağ oranının %0,08-0,66, protein oranının %17,55-19,72 olarak değişim gösterdiğini belirlemişlerdir. Araştırmacılar yazlık ekimde ise; bitki boyunun 25,66-45,03 cm, bitkide dal sayısının 4,03-8,33 adet/bitki, bitkide kapsül sayısının 7,33-12,70 adet/bitki, kapsüldeki tohum sayısının 59-92,10 adet/kapsül, bin tane ağırlığının 1,71-3,65 g, tohum veriminin 14,86-39,03 kg/da, sabit yağ oranının %18,00-28,33, protein oranının %19,21-22,59, uçucu yağ oranının %0,08-0,60 arasında değiştiğini tespit etmişlerdir.

Gholizade vd. (2019) İran orijinli 32 adet çörek otu genotipinin tarımsal-morfolojik ve fitokimyasal özellikler için genetik çeşitliliğini belirlemek amacıyla iki yıl süre ile bir araştırma yürütmüşlerdir. Araştırma sonuçlarına göre agro-morfolojik ve fitokimyasal özelliklerinde kümeleme analizi ile genotipler iki gruba ayrılmış, uçucu yağ ve sabit yağ oranları, genotipler arasında sırasıyla %0,65 ile %1,36 ve %25,30 ile %35,02 arasında değişmiş, uçucu yağda ve sabit yağda temel etken maddenin sırasıyla p-cymene ve linoleik asit olduğu tespit edilmiştir.

Ibrahim vd. (2019) şelatlı Etilen diaminetetraasetik asit (EDTA) eklenmiş çay kompost ve hümik asit mikrobeseinleri etkileşiminin çörek otu verimliliği üzerindeki etkileri araştırmışlar. Araştırma sonuçlarına göre şelatlı EDTA ve hümik asit mikrobeseinleri içeren çay kompostunun toprağa veya yaprağa püskürtülmesinin bitki boyunu, bitki kuru ağırlığını, tohumların ağırlığını, yağ yüzdesini ve tohumların uçucu yağlarını artırdığı bildirilmiştir.

Mazrou (2019) humik asit (HA) ve bazı biyo-gübrelerin çörek otunun (*Nigella sativa* L.) büyüme, tohum verimi ve yağ içeriği üzerindeki etkisini incelemek amacıyla bir araştırma yürütmüştür. Bitkilere 100, 200 ve 400 mg/L'de hümik asit yapraktan püskürtülerek uygulanmış, kontrol bitkilerine musluk suyu püskürtülmüştür. Çalışmada biyogübre olarak, *Azotobacter chroococcum* + *Azospirillum brasilense*'den oluşan azot sabitleyici bakteriler (Bio

1), *Bacillus megatherium* var. *phosphaticum* + *Bacillus polymyxa* dan oluşan fosfat çözücü bakteriler (Bio 2) ve Bio 1 + Bio 2 karışımı kontrole (gübresiz) göre test edilmiştir. Araştırma sonuçlarına göre, kontrole göre humik asit ve/veya biyogübre uygulamalarının, büyüme karakterleri (bitki boyu, dal sayısı ve bitki başına taze ve kuru ağırlık), tohum verimi bileşenlerini (kapsül sayısı, bitki başına tohum verimi) önemli derecede artırdığı, tüm parametrelerde, iki biyogübrenin (Bio 1 + Bio 2) kombine etkisinin, tek başına uygulamaya göre daha üstün olduğu, 400 mg/L humik asit uygulanmasının, 200 mg/L'ye kıyasla büyüme ve verim üzerinde hiçbir etkisinin olmadığı, en yüksek tohum veriminin, 200 mg/L'de HA + Bio 1 + Bio 2 karışımından elde edildiği, genel olarak, HA ve biyogübre karışımlarının ana bileşenlerin yüzdelerini uygulama yapılmayan parsellere göre artırdığı; N, P, K, toplam klorofil ve karbonhidratların, kontrole göre HA ve/veya biyogübre muameleleri nedeniyle önemli ölçüde arttığı, kimyasal gübre kullanımını azaltmak, üretim maliyetini en aza indirmek, toprak yapısını iyileştirmek, çörek otu tohumu ve yağlarının kalitesini artırmak için 200 mg/L HA + Bio 1 + Bio2 karışımının kullanılması gerektiği belirtilmiştir.

Mukhtar vd. (2019) çörek otu (*Nigella sativa* L.) tohum ve yağının fonksiyonel kullanılabilirliğini değerlendirmek amacıyla bir derleme çalışması hazırlamışlardır. Çalışmalarında çörek otunun uçucu yağının etno tıp kullanım geçmişinin çok uzun yıllara dayandığını, aktif bileşenlerinin esas olarak tohumun esansiyel yağında bulunduğunu; çörek otunun analjezik, antienflamatuar, antikanser, antimikrobiyal, antioksidan ve mide koruyucu ajan olarak yaygın olarak kullanıldığını ve iyileştirici özelliklerinin biyolojik olarak aktif bir madde olan thymoquinonun varlığından kaynaklandığını vurgulamışlardır. Araştırmacılar çörek otu yağında bulunan diğer değerli maddelerin linoleik asit, nigellone (dithymoquinone), nigillin, melantin ve trans-anetol olduğunu, farklı özellikleri nedeniyle çörek otunun yenilikçi fonksiyonel gıdalar, nutrasötikler ve farmasötiklerin geliştirilmesi için önemli bir potansiyel taşıdığını değerlendirmişlerdir.

Nautiyal (2019) tarafından çörek otu yağının bileşimi ve fonksiyonel özellikleri hakkında yürütülen araştırmalardan hazırlanan derlemede, çörek otu sabit yağının miristik asit, palmitik asit, stearik asit, palmitoleik asit, oleik asit, linoleik asit ve araşidonik asitten oluştuğu, çörek otu sabit yağının otoimmün hastalıklarla mücadele için umut verici bir potansiyele sahip olduğu, çörek otu yağında en çok etkili olan aktif bileşiklerin kristalin nigellon ve thymoquinone olduğu ifade edilmiştir.

Hosseini vd. (2019) İran'ın farklı bölgelerinden toplanan 16 adet yerel çörek otu çeşidinin uçucu yağ ve yağ asidi profilini belirlemek amacıyla iki yıl süre ile bir araştırma yürütmüşlerdir. Araştırma sonuçlarına göre, en yüksek uçucu yağ içeriğinin Gerdmiran (%1,28) ve Khaaf (%1,25) yerel çeşitlerinde gözlemlendiği, uçucu yağın ana bileşiklerinin thymoquinone (%40,2-44,8) ve p-cymene (%70-79) olduğu, genel olarak, yağ asitlerinin %86 ile %93'ünün, linoleik asit (omega 6), oleik asit ve palmitik asit dahil olmak üzere üç ana bileşenden oluştuğu, en yüksek linoleik asit miktarının birinci yılda Bolbanabad (%55,95) ve ikinci yılda Bajestan (%54,78) yörelerinden elde edildiği, her iki yılda da en yüksek oleik asit ve palmitik asit miktarlarının Sarayan (%29,39 ve %28,09) ve Komme (%12,47 ve %12,83) yörelerinden gelen yerel çeşitlerde belirlendiği bildirilmiştir.

Mazaheri vd. (2019) Çörek otu yağının fizikokimyasal özelliklerini, kalitesini ve tıbbi ve beslenme yönlerini tartıştıkları derleme çalışmasında 91 adet araştırmanın sonucunu değerlendirmişlerdir. Araştırmacılar, çörek otunun yetiştirildiği çevre koşullarının, yetiştirme yerinin, olgunlaşma süresinin ve depolama koşullarının tohum fizyokimyasal özelliklerini etkilediğini, tohumlarının %34-39 oranında yağ içerdiğini, yağın geleneksel tıpta ve gıda endüstrisinde birçok kullanım alanı olduğunu, sabit yağın önemli esansiyel yağ asitleri, tokoferoller (91-246 ppm), fitosteroller (1993–2182 ppm) ve polifenoller (245-309 ppm) içerdiğini rapor etmişlerdir. Araştırmacılar, çörek otu tohumunun önemli uçucu yağlar ve diğer biyoaktif bileşikler taşıdığını, thymoquinonun sağlığa yararlı birçok özelliği ile çörek otu yağının uçucu yağdaki önemli aktif bileşiklerden birisi olduğunu, olumlu özellikleri sayesinde çörek otu yağının ya tek başına ya da diğer bitkisel yağlarla birlikte kullanıldığında büyük ilgi gördüğünü bildirmişlerdir.

Bayati vd. (2020) su stresinin, çörek otunun büyümesini, fizyolojisini, morfolojisini, biyokimyasını ve üretkenliğini etkilediğini, bu parametrelerin farklı sulama rejimleri altında ölçülmesinin ıslah çalışmaları için önemli bilgiler sağlayacağını bildirmişlerdir. Araştırmacılar 2017-2018 yıllarında 10 çörek otu genotipinin üç sulama kısıtındaki (%40, 60, 80) uçucu yağ ve sabit yağ asidi içeriğine etkisini belirlemek amacıyla bir araştırma yürütmüşlerdir. Araştırmacılar linoleik (%46,43), oleik (%24,40) ve palmitik (%15,04) asitlerin sabit yağın temel bileşenleri olduğunu, artan kuraklık seviyesinin doymuş ve çoklu doymamış yağ asitleri oranlarını artırırken, tekli doymamış yağ asitlerinin oranlarını azalttığını, ancak çoklu doymamış yağ asitlerinin, doymuş yağ asitlerinden çok daha fazla artış gösterdiğini; çörek otu genotiplerinin kuraklık seviyesinden hem niteliksel hem de niceliksel olarak etkilendiğini bu

nedenle, seçilen genotiplerdeki yağ asidi bileşimlerini optimize etmek için uygun sulama rejimlerinin kullanılması gerektiğini bildirmişlerdir.

Bosh vd. (2020) tarafından su stresi altında BGTB'in çörek otunun bazı fizyolojik özellikleri üzerindeki etkisini değerlendirmek amacıyla yürütülmüş olan araştırmada, üç sulama seviyesi (%50, 75 ve 100) ve yedi bakteri uygulaması (kontrol, *Bacillus* sp.A, *Bacillus amyloliquefaciens*, *Bacillus* sp. B, *Azotobacter chroococcum*, *Pseudomonas putida* ve *Azopirillum lipoferum*) test edilmiştir. Araştırma sonuçlarına göre su uygulamaları, PGPR'lerin ve bunların etkileşiminin tüm özellikler üzerinde önemli bir etkisi olduğu, %50 su seviyesinin toplam klorofil, RWC ve tane verimini sırasıyla %28, 14,4 ve 28,4 oranında azalttığı ve her üç sulama seviyesinde, bakteri uygulamalarının kontrolden daha yüksek değerlere sahip olduğu ortaya konulmuştur. Çalışmada %50 su kısıtında tüm PGPR'lerin, kontrole kıyasla klorofil, RWC ve tane verimini artırdığı, ayrıca, %75 su uygulamasında *B. amilolykofosins* ve *Bacillus* sp. B uygulamasının en yüksek tane verimine sahip olduğu belirlenmiştir. Araştırmacılar genel olarak çörek otu tohumlarının PGPR'ler ile aşılmasının su stresinin olumsuz etkilerini azaltmak, fizyolojik özelliklerini iyileştirmek ve tane verimini artırmak için kullanılabileceğini bildirmiştir.

Hassan vd. (2020) çörek otu yetiştiriciliğinde önerilen NPK gübrelere yarısı, karışık kimyasal gübre (kontrol, 476, 952 ve 1428 kg/ha) ve karışık bakteri (*Azotobacter chroococcum*, *Bacillus megatherium* var. *phosphaticum* ve *Bacillus circulans*) kombinasyonlarının tek başına veya deniz yosunu sıvı özü ile birlikte kullanılmasının çörek otu üzerindeki etkilerini araştırmışlardır. Araştırma sonuçlarına göre tüm parametrelerde en yüksek değerlerin bitkilere yüksek oranda karışık mineral (1428 kg/ha) verildiğinde gözlemlendiği, tek başına bakteri veya deniz yosunu sıvı özütü ile aşılama ile ilgili olarak, tüm uygulamaların bitki boyunda, dal sayısında, sürgün kuru ağırlığında, kapsül sayısında, tohum veriminde, sabit yağda (yüzde ve verim) önemli bir artışa yol açtığı belirlenmiştir. Araştırmacılar kimyasal gübre, bakteri aşılama ve deniz yosunu sıvı ekstresinin birlikte kullanımının çörek otu bitkisel parametrelerini önemli miktarda etkilediği ve sabit yağın GC-MS analizinin sonuçlarına göre, temel yağ asitlerinin miristik asit, palmik asit, stearik asit, oleik asit, linoleik asit, linolenik asit ve arachidik asit olduğunu ortaya koymuşlardır.

İnan (2020) çörek otunun Çameli çeşidinin yarı kurak koşullarda, ekim zamanlarına bağlı olarak tohum verimini belirlemek amacıyla 4 farklı zamanda (Kasım, Aralık, Ocak ve Şubat) iki yetiştirme sezonunda araştırma yapmıştır. Araştırma sonucunda bitki boyu (24,13-

44,93 cm), dal sayısı (2,67-5,30 adet/bitki), kapsül sayısı (6,08- 11,47 adet/bitki), kapsüldeki tohum sayısı (51,97- 66,13 adet/kapsül), bin tane ağırlığı (2,50- 2,64 g) ve tohum verimleri (31,49- 49,11 kg/da) belirlenmiştir. Ekim zamanına bağlı olarak, ekimin gecikmesiyle birlikte, incelenen tüm özelliklerde azalmaların olduğu saptanan çalışmada, yarı kurak koşullarda, sulama imkânının olmadığı durumlarda, sonbahar ilk yağışlarından hemen sonra ekimlerin, Kasım ayı içerisinde yapılması gerektiği tavsiye edilmiştir.

Merajipoor vd. (2020) biyogübrelerin, kimyasal gübrelerin maliyetini ve olumsuz etkilerini azaltmada ve bitkinin çevresel streslere karşı direncini artırmada önemli bir etkiye sahip olan bitki besleme programının tamamlanması için önemli bir kaynak olduğunu ifade etmişlerdir. Araştırmacılar, farklı sulama koşullarında yetiştirilen çörek otu bitkisinin nitroksin ve azot biyogübresinin tane verimi, azot kullanım etkinliği, nitrojen mobilizasyonu ve bitki su kullanım etkinliği üzerine etkisini araştırmak amacıyla iki yıl süreyle tarla denemesi yürütmüşlerdir. Denemelerinde fenolojik aşamalara göre dört sulamala uygulaması [çıkıştan hasada haftalık sulama dahil olmak üzere (S0), çiçek oluşumundan olgunluğa kadar (Sb), çiçeklenmeden olgunluğa (Sf) ve tane oluşumunun başlangıcından olgunluğa kadar (Ss)] ve beş gübre seviyesi [(N0 (gübresiz), N4 (4 kgN/da), N8 (8 kgN/da), N4+B (4 kg/da N +Nitroksin biyogübre) ve B (Nitroksin biyogübre)] faktör olarak yer almıştır. Araştırma sonuçlarına göre tam sulamada 8 kgN/da uygulaması ve diğer sulama rejimlerinde 4 kg N + B, en yüksek tane verimi, bitki organlarındaki N içeriği ve su kullanım etkinliği, tüm sulama uygulamalarında ise 4 kgN /da+B kombinasyonunda, en yüksek N mobilizasyon oranı (1,246 kg/da) tespit edilmiştir.

Özdemirel ve Kaçar (2020) iki yıl süre ile Bursa ekolojik koşullarında farklı kaynaklı 13 adet çörek otu (*Nigella sativa* L.) genotipin tarımsal özellikleri ve sabit yağ oranlarının belirlenmesi amacıyla yürüttükleri çalışmalarında; bitki boyunun 25,58-50,50 cm, bitkide dal sayısının 3,53-4,31 adet, bitkide kapsül sayısının 5,36-8,05 adet, kapsülde tohum sayısının 60,66-89,25 adet, kapsülde tohum ağırlığının 0,178-0,251 g, bitkide tohum sayısının 250,76-439,48 adet, tohum veriminin 38,75-89,08 kg/da, 1000 tane ağırlığının 2,23-3,42 g, sabit yağ oranının %29,14-32,98 ve sabit yağ veriminin 12,13-27,27 kg/da arasında değiştiğini bildirmişlerdir.

Yılmaz vd. (2020) 27 farklı çörek otu (*Nigella sativa* L.) genotipinin Tokat-Niksar şartlarındaki performanslarını belirlemek amacıyla yürüttükleri araştırmalarında, bitki boyunun 41,0-56,8 cm, dal sayısının 3,2-4,2 adet, kapsül sayısının 8,2-15,4 adet, bin tane ağırlığının 2,1-

2,8 g, tohum veriminin 117,7-191,3 kg/da arasında, sabit yağ oranının %25,6-32,9 arasında ve sabit yağ veriminin 31,6-55,6 kg/da arasında değiştiğini; Tokat-11, Tokat-12, Tokat-17, Tokat-47, Tokat-48, Tokat-58, Tokat-59, Tokat-61 ve Niksar yerli genotiplerinin dekara tohum verimi, yağ oranı ve dekara yağ verimi bakımından öne çıkan ve seleksiyon çalışmalarına devam edilmesi önerilen genotipler olduğunu bildirmişlerdir.

Aysabar (2020) Kahramanmaraş koşullarında farklı sıra arası mesafelerinin (20, 30, 40 ve 50 cm) iki *Nigella sativa* (Çameli çeşidi ve 1 genotip) ve bir *Nigella damascena* L. türünün tarımsal ve kalite özelliklerine etkisini belirlemek amacıyla bir çalışma yapmıştır. Çalışma sonucunda bitki boyu (30,25-56,90 cm), ilk dal yüksekliği (1,58-15,62 cm), ilk kapsül yüksekliği (11,52-30,70 cm), dal sayısı (5,40-7,10 adet/bitki), kapsül sayısı (8,37-28,37 adet/bitki), kapsüldeki tane sayısı (7,00-26,33 adet/kapsül), bin tane ağırlığı (2,18-2,71 g), tohum verimi (51,39-155,00 kg/da), sabit yağ oranı (%28,65-36,40), protein oranı (%19,28-22,32), uçucu yağ oranı (%0,58-1,12), sabit yağ verimi (20,36-53,35 kg/da), uçucu yağ verimi (0,34-1,74 L/da) tespit edilmiştir. Genotiplerden en yüksek verimine sahip olan Çameli çeşidinden 30 cm sıra arası mesafede 155,0 kg/da, 20 cm sıra arası için ise 151,4 kg/da tohum verimi elde edildiği bildirilmiştir.

Bule vd. (2020) timikinin'ün antidiyabetik etkileri konusunda yürütülen araştırmaların sonuçlarından hazırladıkları derleme çalışmasında, çörek otunda thymoquinone (2-izopropil-5-metilbenzo-1, 4-kinon)'un yüksek oranda bulunduğunu sarı kristal görünümlü bir kinon olduğunu, 18 adet çalışmanın meta analizi sonucuna göre hayvanların serum glukoz, serum insülin seviyesi ve vücut ağırlığı üzerinde önemli bir antidiyabetik etkiye sahip olduğunu bildirmişlerdir.

Can (2021) tarafından kışlık ekim zamanının farklı çörek otu genotiplerinde verim ve verim öğeleri üzerine etkisini belirlemek amacıyla bir araştırma yürütmüştür. Araştırma sonucuna göre, genotiplerin bitki boyunun 30,23-35,77 cm, bitki başına dal sayısının 4,07-5,25 adet, bitki başına kapsül sayısının 2,87-4,70 adet, kapsül başına tohum ağırlığının 0,23-0,37 g, bin tohum ağırlığının 2,45-3,35 g ve tohum veriminin 66,55-119,26 kg/da arasında değiştiğini bildirmiştir.

Darakeh vd. (2021) N, P ve K uygulamaları ile vermikompost (VC), *Pseudomonas fluorescens* (PF), *Azotobacter chroococcum* (AC), *Azospirillum brasilense* (AB) ve *Glomus mosseae* (AMF)'nin çörek otunun bitki kuru ağırlığı, antioksidan kapasitesi, yağ ve yağ asidi (FA) profili ile yaprak besin elementlerine etkilerini incelemek amacıyla 2018 ve 2019

yıllarında bir araştırma yürütmüşlerdir. Araştırma sonuçlarına göre, yıllara göre VC ile gübrelenmiş bitkilerde sırasıyla 24,9 g ve 28,8 g, AMF ile aşılınmış bitkilerde yıllara göre sırasıyla 23,4 g ve 27,8 g olarak en yüksek bitki kuru ağırlığı elde edilmiştir. En yüksek (1,34 mg gallik asit (GA) g/yağ) toplam fenolik içerik (TPC) ve DPPH (1,1-difenil-2-pikrilhidrazil) süpürme aktivitesi (%86,8) benzer şekilde VC ile aşılınmış bitkilerde belirlenmiştir. Söz konusu özellikler yönünden ikinci sırada AMF'nin geldiği, ana yağ asidi bileşenin linoleik asit (%51,92-55,46), ardından oleik asit (%22,6-24,5) ve palmitik asit (%13,24-16,27) olduğu vurgulanmıştır. NPK ve AMF uygulamalarında doymuş yağ asidi (SFA) oranının 2018 ve 2019 yıllarında sırasıyla %23,39 ve %25,15 ve %24,21 ve %25,41 olduğu belirlenmiştir. Araştırmada, AB ve PF ile aşılınmış bitkilerde tekli doymamış yağ asidi konsantrasyonunun daha yüksek olduğu, en yüksek çoklu doymamış yağ asidi oranının 2018 ve 2019 yıllarında sırasıyla %55,74 ve %55,79 ile VC uygulamasından elde edildiği belirlenmiştir. Araştırmacılar sonuç olarak tıbbi bitki yetiştiriciliği için toprak mikroorganizmalarını kullanarak çevre dostu sürdürülebilir tarım uygulamalarının yapılabileceğini bildirmiştir.

Sharma ve Longvah (2021) çörek otu tohumunun kimyasal içeriğini değerlendirmek amacıyla bir derleme çalışması hazırlamışlardır. Araştırmacılar, çörek otu tohumunun %30'dan fazla (%98,5 sabit yağ, %1,5 uçucu yağ) yağ içerdiği ve sabit yağının linoleik asit (%48-62), ardından oleik asit (%19-25) ve sınırlı miktarda doymuş yağ asitleri (arakidonik ve eikosenoik asit) içerdiğini, ancak bu bitkinin geleneksel olarak yağ bitkisi olarak değerlendirilmediğini bildirmişlerdir. Çalışmada %1,5 oranındaki çörek otu uçucu yağında bulunan önemli biyoaktif bileşiklerin thymoquinone (%38,23), p-cymene (%28,61), longifolen (%5,4) ve 4-izopropil-9-etoksi-1-metil-1-sikloheksan (%5,8) olduğu vurgulanmıştır. Araştırmacılar, çörek otu tohumunun yağ içeriği yanında yüksek düzeyde protein (%26'ya kadar), diyet lifi ve mikro besinler içerdiğini; yetiştirme koşulları, bölge, iklim vb. nedeniyle mineral içeriği ve vitaminleri dahil olmak üzere besin değerinde de geniş bir değişim görüldüğünü; ayrıca çörek otu tohumlarının biyoaktif bileşenlerinin, antidiyabetik, antikanser, anti-inflamatuar ve antimikrobiyal olmak üzere insan sağlığı üzerine olumlu etkilerinin olduğunu bildirmişlerdir.

Salehi vd. (2021) *Nigella* cinsine ait bitkilerin geleneksel kullanımı ile biyoaktif bileşiklerini değerlendirmek amacıyla bir derleme hazırlamışlardır. Araştırmacılar *Nigella* cinsinin Doğu Avrupa, Orta Doğu, Batı ve Orta Asya'da mutfak ve tıbbi özellikleri nedeniyle bazı popülar türleri içeren *Ranunculaceae* familyasından küçük bir cins olduğunu, çörek otu tohumlarının linoleik asit (omega-6) yağ asidi açısından zengin, biyoaktif thymoquinone,

karakteristik saponinler, alkaloidler ve flavonoidler dahil olmak üzere ekstra bir diyet fitokimyasal kaynağı olduğunu, ancak sonuçları standardize etmek için, aktif molekülleri, dozajı, kimyasal profili, uzun vadeli etkileri ve pişirilen gıdalara katılmasının etkisini belirlemek amacıyla çalışmalar yapılması gerektiğini ifade etmişlerdir.

Abo-Atya vd. (2021) çörek otu uçucu yağının kozmetik, gıda aroması ve fito-tıp ve diğer kimya alanındaki uygulamalarını irdelemek amacıyla bir derleme hazırlamışlardır. Araştırmacılar, *Nigella* cinsinin uçucu yağının geleneksel tıpta olduğu kadar mutfak yemeklerinde uzun yıllardır kullanılmakta olduğunu ve daha yakın zamanda ise kozmetikte kullanılmaya başlandığını bildirmişlerdir. Çalışmada *N. sativa*'nın uçucu yağının başlıca uçucu bileşeni olan thymoquinonun üzerinde çok sayıda çalışma yapıldığı, hepatoprotektif, anti-inflamatuar, antioksidan ve sitotoksik etkileri yönüyle önemli bir doğal ilaç olduğu, buna karşılık, diğer uçucu yağ aroma bileşimi ve farklı ekstraksiyon yöntemleri hakkında çok az araştırma yapıldığı bildirilmiştir.

Sarkar vd. (2021) thymoquinonun etki mekanizmaları ile çeşitli hastalıkların önlenmesi ve tedavisi için kullanımına ilişkin bir derleme çalışması hazırlamışlardır. Araştırmacılar, thymoquinonun *Nigella sativa*'nın tohumlarından elde edildiğini, terapötik potansiyeli ve farmakolojik özellikleri nedeniyle büyük ilgi gören umut verici monoterpenoid hidrokarbonlardan birisi olduğunu ve çeşitli hastalıkların tedavisinde kemopreventif ve terapötik bir ajan olarak kullanılabileceğini vurgulamışlardır. Çalışmada thymoquinonun antioksidan, anti-inflamatuar, kardiyoprotektif, hepatoprotektif, antidiyabetik, nöroprotektif ve antikanser özellikleri nedeniyle oldukça etkin bir bileşik olduğu ve tek başına klinik deneylerde yeni bir ilaç olarak değerlendirilebileceği bildirilmiştir.

Edris (2021) thymoquinone kimyasal yapısı ve kullanımını konusunda hazırladığı derleme çalışmasında, thymoquinonun doğal olarak çörek otu (*Nigella sativa* L.)'nun uçucu yağ bileşenlerinden birisi olduğunu, günümüzde, çok yönlü biyolojik aktiviteleri, özellikle antikanser potansiyelleri nedeniyle, çok fazla araştırma yürütüldüğünü ifade etmiştir.

Güneş (2021) Mardin ekolojik koşullarında farklı ekim dönemlerinde iki yıl süre ile kışlık ve yazlık olarak yetiştirilen bazı çörek otu (*Nigella sativa* L.) genotiplerinin bazı fenolojik, agronomik ve kalite özelliklerini tespit etmek amacıyla bir araştırma yürütmüştür. Araştırma sonucunda kışlık ekimde; çıkış süresinin 28,3-35,5 gün, çiçeklenme süresinin 142-160 gün, vejetasyon süresinin 156-172 gün, bitki boyunun 44,0-75,4 cm, dal sayısının 3,20-5,03 adet/bitki, kapsül sayısının 7,20-14 adet/bitki, bin dane ağırlığının 2,39-3,09 g, bitki başına

tohum ağırlığının 0,94-2,48 g/bitki, biyolojik verimin 295-905 kg/da, dekara tohum veriminin 35,0-110,2 kg/da, sabit yağ oranının %32,45-39,02 ve sabit yağ veriminin 12,94-42,72 kg/da arasında değiştiği görülmüştür. Yazlık ekimde ise; çıkış süresinin 19,5-29 gün, çiçeklenme süresinin 79-98 gün, vejetasyon süresinin 101-113 gün, bitki boyunun 35-58,6 cm, dal sayısının 3,08-5,08 adet/bitki, kapsül sayısının 6,62-12,7 adet/bitki, bin dane ağırlığının 2,20-2,95 g, bitki başına tohum ağırlığının 0,70-1,72 g/bitki, biyolojik verimin 238-415 kg/da, tohum veriminin 28-68,3 kg/da, sabit yağ oranının %33,99-38,13 ve sabit yağ veriminin 9,69-25,18 kg/da arasında değiştiği bildirilmiştir.

Jamir vd. (2021) Hindistan'da çörek otu yetiştiriciliğinde tavsiye edilen NPK'nın üç seviyesi kimyasal (TEKG) gübre (50, 75 ve %100) ve üç biyo-gübre çeşidi [(*Azospirillum lipoferum*, PSB (*Bacillus megaterium*) ve KS (*Fraturia aurantia*)] ile bir araştırma yürütmüşlerdir. Araştırmacılar her iki gübrenin 14 kombinasyonunu [T1 (%100 TEKG +*Azospirillum*), T2 (%100TEKG+PSB), T3 (%100TEKG+KS), T4 (%100TEKG+*Azospirillum*+PSB +KS), T5 (%75TEKG +*Azospirillum*), T6 (%75TEKG +PSB), T7 (%75TEKG +KS), T8 (%75TEKG +*Azospirillum* +PSB +KS), T9 (50 %TEKG +*Azospirillum*), T10 (%50TEKG +PSB), T11 (%50TEKG +KS), T12 (%50TEKG +*Azospirillum* +PSB +KS), T13 (*Azospirillum* +PSB+KS) ve kontrol-T14 (%100TEKG(N40P40K45)] kullanmışlardır. Araştırma sonuçlarına göre T8 (%75TEKG +*Azospirillum*+PSB+KS) uygulamasının en ideal uygulama olduğu belirlenmiştir.

Maleki vd. (2021a) çörek otunda farklı oranlarda kimyasal gübre, çiftlik gübresi ve *Azorhizobium* bakterisi uygulamalarının uçucu yağ ve sabit yağ özellikleri üzerindeki etkilerini incelemek amacıyla yürüttükleri çalışmada, kimyasal-gübre-*Azorhizobium* uygulamasının kuru ağırlık, tohum verimi, biyolojik verim, tohum yağı ve uçucu yağ yüzdelerini artırdığını, 3 t/da gübrenin *Azorhizobium* ile birlikte uygulanmasının çörek otu bitkisinin vejetatif ve generatif özelliklerinin iyileştirilmesinde en yüksek olumlu etkilere sahip olduğunu, düşük kimyasal gübre uygulamasının bitki özellikleri üzerinde çok az etkisinin olduğunu bildirmişlerdir.

Maleki vd. (2021b) farklı gübre uygulamalarının (NPK kimyasal gübre, çiftlik gübresi, NPK +çiftlik gübresi ve NPK+çiftlik gübresi +*Azorhizobium* biyo gübresi) çörek otunun bitkisel özellikleri üzerine etkilerini belirlemek amacıyla bir araştırma yürütmüşlerdir. Araştırma sonucunda en yüksek kantitatif ve kalitatif özelliklere 12.9,6.12 kg/da +2 ton/da da çiftlik gübresi uygulamasında ulaşıldığı, ikinci sırada en iyi uygulamanın 4.3,2.4 kg/da +3

ton/da çiftlik gübresi uygulamasının olduğu, tüm sonuçlar birlikte değerlendirildiğinde en iyi kombinasyonun 4.3,2.4 kg/da NPK+3 ton/da çiftlik gübresi+*Azorhizobium* olduğu belirlenmiştir.

Moradzadeh vd. (2021a) günümüzde, kimyasal gübrelerin kullanımının azaltılması, güvenli ürün yetiştirilmesine olanak sağlamak için sürdürülebilir tarımın ana hedeflerinden birisi olduğunu vurgulamışlardır. Araştırmacılar çörek otunun kantitatif ve kalitatif özellikleri üzerinde üre ve biyogübrelerin etkisini araştırmak amacıyla, bakteri ve gübre uygulanmamış kontrole kıyasla, %100 üre gübresi (5,3 kg N/da), *Azotobacter vinelandii* (Nb), *Pantoea agglomerans*+*Pseudomonas putida* (Pb), *Bacillus* spp. (Kb), %50 üre+Nb, %50 üre+Pb, %50 üre+Kb ve %50 üre+Nb+Pb+Kb olmak üzere 10 uygulamayı tarla koşullarında test etmişlerdir. Araştırma sonuçlarına göre, en yüksek bitki boyu, dal çapı, bitki başına kapsül sayısı, yan dal sayısı, bitki başına tohum verimi, bin tohum ağırlığı, uçucu yağ verimi, toplam fenolik içeriği, flavonoid içeriği, antioksidan kapasitesini gösteren 2,2-difenil-1-pikrilhidrazil (DPPH) radikal süpürme kapasitesi, nitrik oksit (NO) ve süperoksit radikallerini süpürme aktivitesi, zincir reaksiyonlarını kırma aktivitesi ve yaprakların fosfor ve potasyum içeriği yarım doz üre gübresi ile birlikte azot fikseri, fosfat ve potasyum çözücü bakterilerin kombine uygulamasından elde edilmiştir. En yüksek biyolojik verim %100 üre gübrelemesi ve yarım doz üre ile üç farklı biyolojik gübre kombinasyonundan; en yüksek uçucu yağ oranı yarım doz üre artı fosfat çözücü biyolojik gübre kombinasyonu uygulanmış bitkilerde ölçülürken, dal çapı hariç diğer bütün parametrelerde en düşük değerler kontrol uygulamasında tespit edilmiştir. Araştırmacılar, azot fikseri, fosfat ve potasyum çözücü bakteri esaslı biyolojik gübrelerin yarım doz üre gübresi ile birlikte uygulanmasının çörek otu yetiştiriciliğinde kullanılmasını tavsiye etmişlerdir.

Moradzadeh vd. (2021b) çörek otunun kantitatif ve kalitatif özellikleri üzerinde üre ve biyogübrelerin etkisini araştırmak amacıyla 10 uygulama [kontrol (gübreleme yok), U (dekara 5,33 kg N da⁻¹ üre formunda %100 kimyasal gübre), Nb (*Azotobacter vinelandii*), Pb (*Pantoea agglomerans* ve *Pseudomonas putida*), Kb (*Bacillus* spp.), NPKb (3 NPK biyolojik gübresinin karışımı), Nb +%50 U, Pb +%50 U, Kb +%50U ve NPKb +%50 U] yapmışlardır. Araştırma sonuçlarına göre en yüksek yağ oranını (%46,33), yağ verimi (46,64 kg/da) ve tohum verimi (100, 66 kg/da) üç biyolojik gübrenin yarım doz üre ile birlikte kombine kullanımı (NPK(b) +%50 U) durumunda tespit edilmiştir. Araştırmada K(b) +%50 U uygulaması miristik asit içeriğini %0,35 oranında artırırken, NPK(b) +%50 U uygulaması palmitik, stearik ve linolenik asidi sırasıyla %11,3, 2,01 ve %0,31 azaltmış ve en yüksek oleik asit (%27,85) ve linoleik asit

(%56,6) asit oranının bu uygulamamanın yapıldığı çörek otu tohumlarından elde edilmiştir. Araştırmacılar, üç biyolojik gübrenin yarım doz üre ile kombinasyonunun aynı zamanda en yüksek tohum N yüzdesi, P ve K içeriğini sağladığını, sürdürülebilir çörek otu tarımı için en iyi uygulama olduğunu ve önerilebileceğini bildirmişlerdir

Telci vd. (2022) Çameli çörek otu çeşidinde farklı azot (0, 4, 6, 8 ve 10 kg/da) dozlarının yağ verimi, sabit yağın biyokimyasal içeriği ve thymoquinone verimi üzerine etkilerini belirlemek amacıyla yürüttükleri araştırmalarında; azot dozlarının yağ ve thymoquinone verimlerini önemli ölçüde etkilediğini, thymoquinone oranı üzerinde ise etkisinin olmadığını, en yüksek yağ veriminin (50,2 kg) dekara 8 kg azot dozunda elde edildiğini, en yüksek thymoquinone veriminin (1,024 kg) ise kontrol parsellerinden elde edildiğini ortaya koymuşlardır. Araştırmacılar thymoquinone verimlerinin dekara 10 kg azot dozları dışındaki diğer dozlarda birbirine benzediğini; çörek otunda temel yağ asitleri olarak belirlenen linoleik, oleik ve palmitik asitlerin oranlarının azot dozlarından etkilenmediğini, oysa butirik, kaprik ve linolenik asitlerin azot dozlarına bağlı olarak önemli derecede değişim gösterdiğini, en yüksek yağ veriminin dekara 8 kg azot uygulamasından elde edildiğini, yüksek yağ ve thymoquinone verimleri için dekara 6-8 kg üzerindeki azot dozlarından kaçınılması gerektiğini bildirmişlerdir.

Ulus ve Şahin (2021) *Nigella damescana* Şam çörek otunda farklı dozlarda farklı içerikli gübrelerin uygulamasının morfolojik, verim ve kalite özellikleri üzerine etkisini belirlemek amacıyla sera koşullarında yürüttükleri çalışmalarında, bitki boyunun 25,07-37,54 cm, bitki başına düşen dal sayısı ortalamasının 2,33-5,60 cm, kök uzunluklarının 4,33-8,62 cm, uygulama gruplarında sabit yağ oranının %34-36,48, uçucu yağ ana bileşiğinin olan β -elemene (seskiterpen)'nin %19,47-61,13 arasında değiştiğini bildirmişlerdir.

Haque vd. (2022) çörek otunun ticareti ve endüstride kullanımı konusunda bir derleme hazırlamışlardır. Araştırmacılar, çörek otu tohumlarının çok değerli uçucu yağa sahip olduğunu, uçucucu yağın thymoquinone gibi tıbbi kullanım yönünden önemli olan biyoaktif bileşenleri içerdiğini ve bu yönü ile iyi bilinen terapötik bir gıda olduğunu bildirmişlerdir. *N. sativa* yağının 2018 yılında pazar büyüklüğünün 15 milyon doların üzerinde olduğunu, 2025 yılına kadar endüstride kullanımı yönünden pazar büyüklüğünün önemli derecede artacağını ön gören araştırmacılar, çörek otunun çok düşük toksisiteye sahip olmasından dolayı, gıdalarda katkı maddesi ve tatlandırıcı olarak kullanılabilmesi için tarım ve endüstriyel sektörler için daha fazla yarar sağlayacak yeni farmasötikler, nutrasötikler ve fonksiyonel gıdaların

geliştirilmesine yönelik ürünler üzerinde klinik araştırmaların yürütülmesinin gerekliliğini vurgulamışlardır.

Khan vd. (2022a) çörek otunun farmakolojik özellikleri konusunda hazırlamış oldukları derleme çalışmasında, çeşitli geleneksel ilaç sistemleri arasında çörek otunun kullanımının oldukça yaygın ve popüler olduğunu, tohumlarında hem sabit hem de uçucu yağ, alkaloidler, proteinler ve saponinler içerdiğini, çok sayıda araştırma sonucuna göre, tohumların farmakolojik özelliklerinin çoğunun, uçucu yağın ana bileşenlerinden ve çekirdek aktif bileşeni olan thymoquinondan kaynaklandığını belirtmişlerdir.

Bayati vd. (2022) su stresinin, tıbbi ve aromatik bir bitki olan çörek otunun büyümesini, fizyolojisini, morfolojisini, biyokimyasını ve verimini etkilediğini bildirmişlerdir. Araştırcıların 2017-2018 yıllarında seçilen 10 çörek otu genotipinde, kullanılabilir su tutma kapasitesinin tüketilmesine izin verilen miktarı hasabıyla, üç sulama rejimindeki [normal %40 (S1), orta %60 (S2) ve şiddetli stres %80 (S3)] çörek otu farklı biyokimyasal özelliklerini değerlendirdikleri çalışmalarında su stresinin karotenoidler, prolin, toplam çözünür karbonhidratlar (TSC), malondialdehit (MDA), hidrojen peroksit (H₂O₂), katalaz (CAT) ve askorbat peroksidaz (APX) aktivitelerini arttırdığını; ancak su stresi ve genotipe bağlı olarak enzim aktivitelerinin değişim gösterdiğini, kuraklığa dayanıklılık için yürütölen ışlah çalışmalarında bu durumun göz önünde bulundurulması gerektiğini ifade etmişlerdir.

Ermumcu (2022) *Nigella sativa* 'nın tohum ve yağının biyolojik aktiviteleri hakkındaki derleme çalışmasında, çörek otunun birçok ölkede tıbbi olarak kullanıldığı ve güçlü bir tarihsel temele sahip olduğunu, kanser, diyabet, kardiyovasköler hastalıklar gibi bulaşıcı olmayan hastalıklara karşı faydalı etkilere sahip olduğunu, çörek otu yağının antiinflamatuvar, antioksidan, antitümör, antibakteriyel ve antikanser aktiviteleri olduğunu ve glukoz homeostazını ve lipid profilini iyileştirebileceğini ifade etmiştir.

Shahbazi vd. (2022) İnan da *N. damascena* ve *N. sativa* türlerinin yaygın olarak kurak ve yarı kurak koşullarda yetiştirildiğini ifade etmişlerdir. Araştırcılar, 2018 ve 2019 yıllarında her iki türde üç farklı kuraklık stresinin (şiddetli stres, hafif stres ve kontrol) tohum verimi, yağ içeriği, toplam fenolik, flavonoid içeriği ve antioksidan aktivitesi üzerine olan etkilerini araştırmak amacıyla yürüttükleri çalışmada, her iki türde de kuraklık stresi nedeniyle tohum ve yağ veriminin düştüğünü, *N. sativa*'da tohum ve yağ verimlerinin sırasıyla 54,07 ve 20,69 kg/da, *N. damascena*'da tohum ve yağ verimlerinin ise sırasıyla 28,64 ve 10,03 kg/da olduğunu belirlemişlerdir. Hafif stresde her iki türde de yağ içeriğinin arttığını ancak şiddetli stres

durumunda *N. sativa*'da yağ içeriğinin önemli ölçüde azaldığı görülmüştür. Araştırmacılar, kuraklık stresinin çoklu doymamış linolenik ve linoleik yağ asitlerini azaltırken, doymuş stearik ve palmitik yağ asitlerini artırdığını, artan kuraklık stresi ile ve her iki türde de fenolik ve flavonoid miktarının arttığını, genel olarak kuraklık stresi bu türlerde tohum ve yağ verimini ve yağ kalitesini olumsuz yönde etkilediğini bildirmişlerdir.

Wako vd. (2022) çörek otunda dört farklı dozda solucan gübresi ve azot (N) oranlarının verim ve verim unsurlarına etkilerini inceledikleri araştırmalarında azotlu gübre ve solucan gübresi oranlarının birlikte çörek otunun gelişmesini, verim ve verim unsurlarını önemli ölçüde etkilediğini maksimum tohum veriminin dekara 0,5 ton solucan gübresi ve 6 kg ürenin kombine uygulamasından (109 kg/da) elde edildiğini bildirmişlerdir.



ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Araştırma Materyali

3.1.1. Deneme Yeri ve Toprak Özellikleri

Araştırma Balıkesir Büyük Şehir Belediyesi Kırsal Hizmetler Daire Başkanlığına bağlı Çiftçi Eğitim Şube Müdürlüğü (BAÇEM)'nin uygulama alanında yürütülmüştür. Deneme alanı, 39°.52'N kuzey enlemi (latitude), ile 27°.01'E doğu boylamında (longitude) olup denizden yüksekliği (altitude) 12,0 m'dir. Denemelerin yürütüldüğü tarlanın bazı toprak özellikleri Tablo 4'te verilmiştir.

Tablo 4

Deneme alanının 0-30 cm derinliğindeki bazı toprak özellikleri

Analiz*	Birim	Değer	Derece
Toprak tepkimesi (pH)	1:2,5 Toprak:saf su	7,4	Hafif alkali
Suda eriyebilir tuz (EC)	dS/m	0,223	Tuzsuz
Kireç	%	1,57	Çok az kireçli
Organik madde	%	0,7	Çok az
Bünye	%Kum	60,67	Kumlu tın
	%Silt	24	
	%Kil	15,3	
Toplam azot	%	0,006	Çok az
Alınabilir fosfor	ppm	5,27	Az
Alınabilir potasyum	ppm	20,72	Az
Alınabilir mangan	ppm	3,33	Yeterli
Alınabilir magnezyum	ppm	323,56	Yeterli
Alınabilir demir	ppm	8,38	Fazla
Alınabilir çinko	ppm	0,46	Yeterli
Alınabilir bakır	ppm	0,82	Yeterli

*Toprak analizleri Toprak Gübre ve Su Kaynakları Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü'nde yaptırılmıştır.

Tabloda görüldüğü gibi, deneme alanı pH'sı 7,4 olduğu için hafif alkali sınıftadır. Deneme tarlası tuz seviyesi düşük (<4 dS/m), organik madde içeriği çok az (%0,7) olan kumlu tın bünyeye sahip toprak yapısındadır. Deneme alanı toprağı fosfor, potasyum ve toplam azot içeriği yönünden yetersiz iken, incelenen mikro elementlerin çoğunluğu yönünden yeterlidir (Tablo 4).

3.1.2. Araştırmanın Yürütüldüğü Lokasyonun İklim Özellikleri

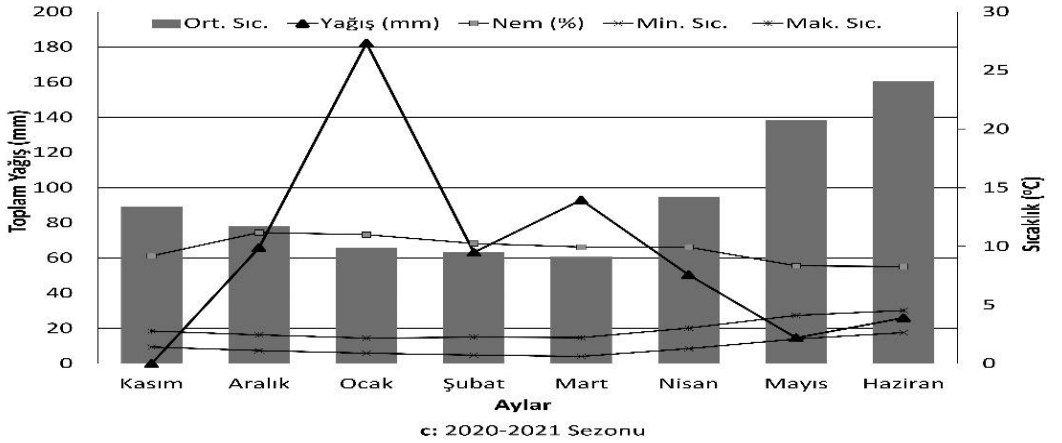
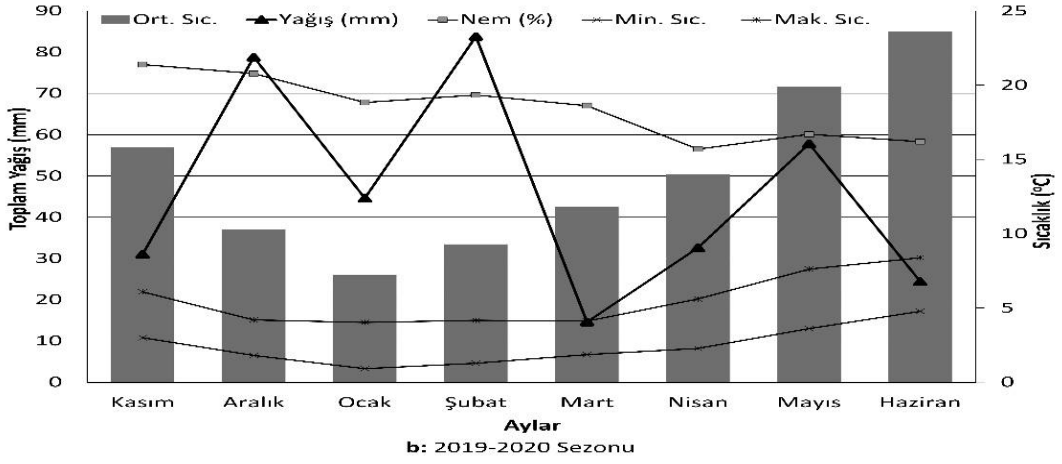
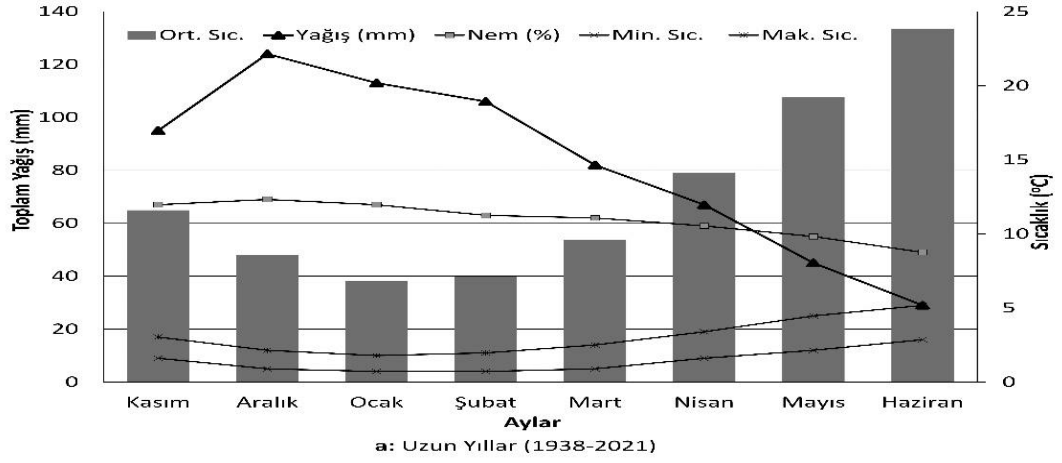
Çalışmanın yürütüldüğü Balıkesir İli Burhaniye İlçesinin uzun yıllar (1938-2021) ve denemenin yürütüldüğü 2019-2020 ve 2020-2021 yetiştirme sezonlarına ait aylık bazı iklim verileri Tablo 5'te, iklim verilerinin görselleştirilmesiyle oluşturulan grafikler Şekli 1'de verilmiştir.

Tablo 5

Çalışmanın yürütüldüğü Balıkesir İli Burhaniye ilçesinin uzun yıllar (1938-2021), 2019-2020 ve 2020-2021 yetiştirme sezonlarına ait aylık bazı iklim verileri

Uzun Yıllar (1938-2021)								
	Kasım	Aralık	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran
OS (°C)	11,6	8,6	6,8	7,1	9,6	14,1	19,2	23,8
Yağış (mm)	95	124	113	106	82	67	45	29
Nem (%)	67	69	67	63	62	59	55	49
EDS (°C)	9	5	4	4	5	9	12	16
EYS (°C)	17	12	10	11	14	19	25	29
2019-2020 Yetiştirme Sezonu								
OS (°C)	15,8	10,3	7,2	9,3	11,8	14	19,9	23,6
Yağış (mm)	31	78,8	44,6	83,8	14,6	32,6	57,8	24,4
Nem (%)	77	74,8	67,8	69,6	67	56,5	60,1	58,3
EDS (°C)	10,8	6,5	3,3	4,6	6,7	8,2	13	17,2
EYS (°C)	21,9	15,1	14,5	15	14,8	20,2	27,4	30,2
2020-2021 Yetiştirme Sezonu								
OS (°C)	13,4	11,7	9,9	9,5	9,1	14,2	20,8	24,1
Yağış (mm)	0	65,8	182,2	63,2	93	50,4	14,6	26
Nem (%)	61,2	74,5	73,3	68,3	66,3	66,2	55,6	55,2
EDS (°C)	9,4	7,4	5,9	4,8	4,1	8,5	14	17,6
EYS (°C)	18,5	16,3	14,5	15	14,8	20,2	27,4	30,2

OS: Ortalama Sıcaklık, EDS: En Düşük Sıcaklık, EYS: En Yüksek Sıcaklık



Şekil 1 Deneme yıllarına göre Burhaniye'nin bazı iklim özelliklerinin değişimleri

Denemenin yürütüldüğü Burhaniye ilçesinde 2019-2020 ve 2020-2021 yetiştirme sezonlarında sırasıyla 367,6 ve 495,2 mm yağış kaydedilmiştir. Her iki yetiştirme sezonunda

kaydedilen yağış miktarı uzun yıllar ortalaması olan 661 mm'den düşük gerçekleşmiştir.

Denemeler her iki yetiştirme sezonunda 4 Kasım'da ekilmiştir. Ekim işleminin gerçekleştirildiği bu ayda birinci sezonda 31 mm, ikinci sezonda ise hiç yağış kaydedilmemiştir. İkinci yetiştirme sezonunda ekimden sonra homojen bir çıkış gerçekleşmesi için yağmurlama sulama ile yaklaşık olarak 30 mm su miktarı olacak şekilde sulama yapılmıştır.

Kasım ayındaki ortalama sıcaklık yönünden değerlendirme yapılacak olursa, birinci yetiştirme sezonunda 15,8 °C, ikinci yetiştirme sezonunda ise 13,4 °C sıcaklık kaydedilmiştir. Bu değerler uzun yıllar ortalaması olan 11,6 °C'den yüksektir.

Her iki yetiştirme sezonunda Mart ayı hariç tüm aylarda düşen yağış miktarı uzun yıllar ortalamasına benzer gerçekleşmişken, Mart ayında birinci yetiştirme sezonunda 14,6 mm yağış kaydedilmiştir. İlave olarak 2020-2021 sezonunda Ocak ayında kaydedilen, yağış miktarı 182,2 mm ile uzun yıllar ortalamasından oldukça yüksek gerçekleşmiştir.

İkinci deneme sezonunda kaydedilen toplam yağış miktarı birinci deneme sezonundan 128 mm daha yüksek gerçekleşmiştir. Ancak, Mayıs ayında tespit edilen yağış miktarı birinci yıldan düşük olmuştur. Buna ilave olarak özellikle Ocak, Mart ve Nisan aylarında yüksek yağış kaydedilsede düşen yağışın günlere dağılımının düzensiz olması başta bitkisel özellikler olmak üzere incelenen özelliklerin bazılarını (kapsülde tane sayısı, kapsülde tane ağırlığı, sabit yağ oranı, uçucu yağ oranı) olumlu, bazılarını ise (bitki boyu, dal sayısı, bitkide kapsül sayısı, bitki tohum verimi, tohum verimi) olumsuz yönde etkilemiştir.

3.1.3. Bitkisel Materyal

Araştırmada bitki materyali olarak *Nigella sativa* L. türüne ait Çameli çeşidi ile *Nigella damascena* L. türüne ait bir genotip yer almıştır. *Nigella damascena* türüne ait genotip Suriye'den temin edilmiş olan popülasyondan 2015 ve 2016 yıllarında ÇOMU Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü'nde teksele seleksiyon ile geliştirilmiştir. Çameli çeşidi Geçit Kuşağı Tarımsal Araştırma Enstitüsü'nden temin edilmiştir.

Çameli çeşidi (*Nigella sativa* L. cv. Çameli)'nin bazı özellikleri

Çameli çörek otu çeşidi Geçit Kuşağı Tarımsal Araştırma Enstitüsü tarafından Denizli'nin Çameli ilçesinden temin edilen popülasyondan seçilerek geliştirilmiş, 8 Nisan 2014

tarihinde tescil ettirilmiştir. Yetiştiriciliğinde 10-15 kg/da DAP gübresi, 600-1000 g/da tohum miktarı tavsiye edilmektedir. Tane verimi, Orta Anadolu kuru koşullarında 140-220 kg/da, sulu koşullarında 160-260 kg/da arasında değişirken soğuk pres ile sabit yağ oranının ise %25 olduğu, bitki boyunun yetiştirme koşullarına göre 40-70cm arasında değiştiği, çiçek renginin açık mavi olduğu bildirilmiştir (Anonim, 2020).

***Nigella damascena* türüne ait genotipin bazı özellikleri**

Bu genotip Suriye orijinli popülasyondan tek sel seleksiyon ile seçilmiştir. Rozet döneminde koyu yeşil renkli yatık gelişen yaprak formuna sahiptir. Yan dal oluşturma eğilimindedir. Mavi renkli çiçeklidir. Ana dallardakilere göre yan dallardaki meyveler daha geç olgunlaşmaktadır. Meyvelerin üzerinde antosiyanın vardır. Olgunluk döneminde kapsüllerde açılma olduğu için tohum dökme problemi vardır. Bir bitkide meyvelerin olgunlaşma zamanı eşit değildir. Bitki boyu 35-85 cm arasında değişir.

3.1.4. Kullanılan Bakteri Streinleri, İzolasyon Kaynağı ve Bazı Özellikleri

Bu araştırmada tekli ve kombinasyon halinde kullanılan bakteri streinleri, ülkemizdeki çeşitli kültür ve yabani bitkilerin kök rizosferinden izole edilerek bitki gelişme özelliğine sahip özellikle Çoruh vadisi ve Kaçkar dağları kaynaklı 2 bin bakteri izolatu içerisinde önceden yürütülen çalışmalarda dikkate alınarak seçilmiştir. Çalışmada izolat olarak, Artvin ili Yusufeli-Barhal vadisi ve Camili biyosfer rezerv alanı, Erzurum ili İspir-Aksu ve Çamlıkaya Çayı vadisi, Rize Fırtına Deresi vadisi deresi kaynaklı, çavdar, buğday, yabani sarımsak, fındık, yaban mersini (*Vaccinium myrtillus*), yabani asma (*Vitis vinifera* ssp. *silvestris*), yabani çilek (*Fragaria vesca* L.), kekik (*Origanum rotundifolium*, *O. acutitens*, *Satureja hortensis*) ve yabani ahududu (*Rubus ideaus*) rizosfer topraklarından izole edilerek saklanan Prof. Dr. Ramazan Çakmakçı'nın koleksiyonuna ait bakteriler kullanılmıştır (Çakmakçı vd., 2006, 2007, 2008, 2009, 2010, 2020; Çakmakçı, 2019).

Bu izolatlar klasik sistemler ve moleküler sistemlerden MIS sistemi kullanılarak tanımlanmış olup, karakterizasyonu, azot bağlama (fiksasyonu), inorganik fosfat çözme, indol asetik asit üretimi ve 1-aminosiklopropan-1-karboksilat (ACC) deaminaz enzim üretimi gibi bitki gelişimine faydalı özellikleri belirlenerek Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü'nde Mikroorganizma Kültür Koleksiyonu'nda muhafaza

edilmektedir. Seçilen izolatların önceden tanı ve karakterizasyonu büyük ölçüde tamamlanmış olmakla birlikte, bakterilere ait bazı testler yinelenmiştir (Tablo 6).

Tablo 6

Bakteri streinleri, izolasyon kaynağı ve bazı strein özellikleri

Bakteri straini	İzolasyon kaynağı	IAA üretimi ($\mu\text{g mL}^{-1}$ OD ₆₀₀ Unit ⁻¹) *	Nitrojenaze aktivitesi (nmol C ₂ H ₄ , 10 ⁷ cfu h ⁻¹)	Fosfat Çözme ($\mu\text{g P mL}^{-1}$ d ⁻¹)	ACC deaminaze aktivitesi (nmol α -ketobutyrate mg ⁻¹ protein h ⁻¹)
<i>Pseudomonas fluorescens</i> RC512	Yabani asma	32,9 ± 2,6	0,86±0,14	41,6 ± 1,8	272,6 ± 19,6
<i>Pseudomonas fluorescens</i> RC536	Yaban mersini	31,4 ± 1,8	0,84± 0,16	33,9±1,7	612,4±40,5
<i>Pseudomonas fluorescens</i> RC481	Fındık	35,3 ± 2,2	0,79± 0,13	34,4±1,5	437,8 ± 26,5
<i>Bacillus licheniformis</i> RC502	Yabani çilek	27,7 ± 1,5	0,76 ± 0,16	69,5 ± 2,8	487,8 ± 29,2
<i>Bacillus megaterium</i> RC16	<i>Origanum</i>	33,9 ± 2,1	0,74 ± 0,13	52,3 ± 2,7	448,7 ± 24,5
<i>Bacillus megaterium</i> RC32	<i>Allium</i>	42,4 ± 2,5	0,32±0,11	78,5 ± 4,4	TY
<i>Bacillus megaterium</i> RC07	Buğday	25,3 ± 1,7	0,18 ±0,04	39,4±1,5	446,4 ± 24,9
<i>Bacillus subtilis</i> RC210	Ahududu	46,4 ± 2,6	0,86 ± 0,14	48,7 ± 2,2	549,2 ± 22,5
<i>Bacillus subtilis</i> RC17	Çavdar	TY	0,59±0,17	40,8±2,5	207,8 ± 12,7
<i>Bacillus atrophaeus</i> RC542	Ahududu	23,1 ± 0,7	0,46 ± 0,12	32,7 ± 2,2	572,4±41,5
<i>Bacillus coagulans</i> RC65	Çay	39,4 ± 2,2	TY	76,5 ± 3,9	TY
<i>Pantoea agglomerans</i> RC58	Yabani çilek	TY	0,81 ± 0,18	68,5 ± 3,2	752,2 ± 28,5

*48, 72 ve 168 saatlik saf kültürlerin üç tekrürlü ortalamaları ve standart hataları, TY: test yapılmadı

3.2. Yöntem

3.2.1. Deneme Deseni ve Deneme Konuları

Bu çalışmada kontrol (gübrelessiz ve bakterilessiz), IAA (100 ppm), kimyasal gübre, organik gübre (sığır gübresi), iki ticari mikrobiyal gübre (BMusaVita ve BMusaGreen) ve indol asetik asit üretici, azot bağlayıcı ve fosfat çözücü 6 adet tekli (*Pseudomonas fluorescens* RC512; *P. fluorescens* RC536, *P. fluorescens* RC481, *Bacillus licheniformis* RC502, *Bacillus megaterium* RC16, *Bacillus subtilis* RC210, bir adet ikili (*P. fluorescens* RC512 +*Bacillus subtilis* RC17), dört adet üçlü (*P. fluorescens* RC481 +*B. subtilis* RC210 +*B. megaterium* RC16; *P. fluorescens* RC536 +*B. subtilis* RC17 +*B. megaterium* RC32; *P. ns* RC536 +*B. subtilis* RC210 +*B. megaterium* RC16; *P. fluorescens* RC512 +*B. megaterium* RC07 +*Pantoea agglomerans* RC58) ve iki adet dörütlü (*P. fluorescens* RC481 +*B. subtilis* RC210 +*B. megaterium* RC32 +*B. licheniformis* RC502; *P. fluorescens* RC536 +*B. atrophaeus* RC542 +*Bacillus coagulans* RC65 +*B. licheniformis* RC502) kombinasyon halinde bakteri

uygulamalarının iki farklı çörek otu türünde tohumun kimyasal bileşimi, verim ve bitki gelişmesi üzerine etkisi araştırılmıştır. Denemeler de kullanılan bakteriler, bakteri kombinasyonları ve diğer uygulamalar Tablo 7 de verilmiştir.

Tablo 7
Denemelerde test edilen uygulamalar

No	Uygulama	Açıklama	Miktar/Uygulama
1	Kontrol	Bakteri ve gübre uygulanmamış	
2	Kimyasal gübre	Amonyum nitrat ve potasyum sülfat	Tarla hazırlığında, 4 kg/da Azot + 4 kg/da K ₂ O, Şubat ayında 4 kg/da Azot
3	Çiftlik gübresi	Sığır gübresi	Tarla hazırlığında 3 ton/da
4	IAA	İndol-3-asetik asit	Rozet döneminde 100 ppm
5	BMusaVita	Ticari biyolojik gübre	1 L/da (10 ⁸ cfu/mL), ekimle toprağa uygulama
6	BMusaGreen	Ticari biyolojik gübre	1 L/da (10 ⁸ cfu/mL), ekimle toprağa uygulama
7	Tekli bakteri	<i>Pseudomonas fluorescens</i> RC512	1 L/da (10 ⁸ cfu/mL), ekimle toprağa uygulama
8	Tekli bakteri	<i>Pseudomonas fluorescens</i> RC536	1 L/da (10 ⁸ cfu/mL), ekimle toprağa uygulama
9	Tekli bakteri	<i>Pseudomonas fluorescens</i> RC481	1 L/da (10 ⁸ cfu/mL), ekimle toprağa uygulama
10	Tekli bakteri	<i>Bacillus licheniformis</i> RC502	1 L/da (10 ⁸ cfu/mL), ekimle toprağa uygulama
11	Tekli bakteri	<i>Bacillus megaterium</i> RC16	1 L/da (10 ⁸ cfu/mL), ekimle toprağa uygulama
12	Tekli bakteri	<i>Bacillus subtilis</i> RC210	1 L/da (10 ⁸ cfu/mL), ekimle toprağa uygulama
13	İkili	<i>Pseudomonas fluorescens</i> RC512 <i>Bacillus subtilis</i> RC17	1/2 oranında karışım 1 L/da ((10 ⁸ cfu/mL), ekimle toprağa uygulama
14	Üçlü	<i>Pseudomonas fluorescens</i> RC481 <i>Bacillus subtilis</i> RC210 <i>Bacillus megaterium</i> RC16	1/3 oranında karışım 1 L/da ((10 ⁸ cfu/mL) ekimle toprağa uygulama
15	Üçlü	<i>Pseudomonas fluorescens</i> RC536 <i>Bacillus subtilis</i> RC17 <i>Bacillus megaterium</i> RC32	1/3 oranında karışım 1 L/da ((10 ⁸ cfu/mL) ekimle toprağa uygulama
16	Üçlü	<i>Pseudomonas fluorescens</i> RC536 <i>Bacillus subtilis</i> RC210 <i>Bacillus megaterium</i> RC16	1/3 oranında karışım 1 L/da ((10 ⁸ cfu/mL) ekimle toprağa uygulama
17	Üçlü	<i>Pseudomonas fluorescens</i> RC512 <i>Bacillus megaterium</i> RC07 <i>Pantoea agglomerans</i> RC58	1/3 oranında karışım 1 L/da ((10 ⁸ cfu/mL) ekimle toprağa uygulama
18	Dörtlü	<i>Pseudomonas fluorescens</i> RC481 <i>Bacillus subtilis</i> RC210 <i>Bacillus megaterium</i> RC32 <i>Bacillus licheniformis</i> RC502	1/4 oranında karışım 1 L/da ((10 ⁸ cfu/mL) ekimle toprağa uygulama
19	Dörtlü	<i>Pseudomonas fluorescens</i> RC536 <i>Bacillus atrophaeus</i> RC542 <i>Bacillus coagulans</i> RC65 <i>Bacillus licheniformis</i> RC502	1/4 oranında karışım 1 L/da ((10 ⁸ cfu/mL) ekimle toprağa uygulama

Araştırma her iki çörek otu türünde tesadüf bloklarına göre 3 tekerrürlü olarak ayrı ayrı denemeler şeklinde yürütülmüştür. Her bir deneme tarlası 57 parselden oluşmuş (19 uygulama x 3 tekerrür) ve denemeler 2019-2020 ve 2020-2021 yetiştirme sezonlarında 4 Kasım tarihinde ekilmiştir. Ekim işlemi markör ile açılan çizgilere el ile gerçekleştirilmiştir. Her iki çörek otu

türünde 1,2 kg/da ekim sıklığı kullanılmıştır. Her parsel 20 cm aralıklı 4 sıradan oluşmuş, parsel boyu 3 m parsel alanı ise 2,4 m² olarak belirlenmiştir. Yukarıda belirtilen tohumluk miktarından her sıraya ayrı ayrı tohum tartılarak ekim gerçekleştirilmiştir. Parseller ve bloklar arasında 1 m mesafe bırakılmıştır. Kimyasal gübre olarak ekim ile birlikte 12 kg/da amonyum nitrat ile 4 kg/da azot ve 8 kg/da potasyum sülfat ile 4 kg/da K₂O verilmiştir. Kimyasal gübre uygulanan parsellere bitkilerin gelişme durumlarına bağlı olarak her iki yetiştirme sezonunda Şubat ayının ikinci haftasında 12 kg/da amonyum nitrat gübresi ile ilave 4kg/da azot verilmiştir. Çiftlik gübresi uygulaması ise BAÇEM'den temin edilen yanmış sığır gübresi kullanılarak 3 ton/da hesabı ile gerçekleştirilmiştir. Çiftlik gübresi parselasyon işlemi yapıldıktan sonra, uygulama yapılan parsellerin yüzeyine serilmiş, daha sonra çapa ile toprağa karıştırılmıştır.

3.2.2. Bakteri Süspansiyon ve Formülasyonlarının Hazırlanması ve Uygulanması

Çalışmada kullanılmış dondurulmuş bakteri izolatları Nutrient Agar (NA) besi ortamı içeren petrilere ekilerek, 27 °C'de inkübasyona bırakılmış ve 24 saatlik taze kültürleri elde edilmiştir. Bakteri inokulumun hazırlanmasında Nutrient Broth (NB) besiyeri kullanılmıştır. Daha önce NA ortamında geliştirilen 24 sa'lik taze kültürlerin her birisinden ayrı ayrı öze ile alınarak 250 ml'lik Nutrient Broth (NB) içeren besi ortamına aktarılarak yatay çalkalayıcılı inkübatörde (150 rpm/dk) ayrı ayrı 24 saat geliştirilen bu kültürlerin biyolog türbidimetre ile absorbansları ölçülerek ve absorbansları steril su ile eşitlenmiştir (Çakmakçı vd., 2013). Karışım saf su ile seyreltilerek bakteri yoğunluğu 10⁸ hücre/ml olacak şekilde turbidimetre ile ayarlanmıştır. Bakteri solüsyonu hazırlanırken, ihtiyaca göre her bakteri izolatından yapılacak ekim sayısı artırılmıştır. Birden çok bakterinin kullanıldığı karışık formüllerin hazırlanmasında bakteri solüsyonu her bir bakterinin eşit miktar ve sayıda karışımından oluşturulmuştur.

Ticari mikrobiyal gübrelerin hazırlanmasında, fermentör besi ortamı olarak Nutrient Broth (NB) kullanılmıştır. Çalışma hacmi 10 L olan otoklavda steril edilen besi ortamına, daha önce geliştirilen sıvı bakteri kültürlerinden eşit hacimlerde karıştırılarak oluşturulan bakteri kombinasyonlarından 1/100 oranında ilave edilmiştir. Bu formülasyonlar optimum koşullarda fermantörlerde 72 saat süre ile inkübasyona bırakılarak bakterilerin çoğalması sağlanmıştır (Çakmakçı vd., 2014).

Mikrobiyal gübreler, sıvı taşıyıcı prosesine uygun olarak hazırlanmış ve 1 tonluk biyoreaktöre aktarılmıştır. Biyoreaktörde tamamen organik maddelerden oluşan ve buharla sterilizasyonu yapılan taşıyıcı sıvıya 1:10 oranında karıştırılarak aşılama yapılmıştır. Bu taşıyıcı

formülasyonun içeriği; su, çeşitli organik maddeler ve içeriğindeki bakteri izolatını koruyucu ve homojenizasyonunu sağlayıcı çeşitli maddelerden oluşmuştur. Fermantörde üretilen bakteriler yine 1/100 oranında biyoreaktöre tam steril koşullarda transfer edilerek, 28 °C sıcaklık ve pH 7’de bir süre inkübasyona bırakılmıştır (Çakmakçı vd., 2017). Bakteri aşılması yapılan organik sıvı taşıyıcı biyoreaktörde optimum gelişme koşullarında inkübasyona bırakılmıştır. Mililitredeki canlı bakteri sayımları (kob) da yapılarak bakteri konsantrasyonunun 1×10^8 hücre/mL’yi geçtiği süre olan 48 saatin sonunda tamamen steril koşullarda paketlenme yapılarak kullanıncaya kadar sıcaklığı 5°C olan soğuk odada muhafaza edilmiştir ve kullanılmıştır. Bu işlemden sonra tarla uygulamalarından önce 15 adet bakteri, bakteri kombinasyonu ve ticari mikrobiyal gübrelere her birisi için 100 mL olarak hazırlanmış olan süspansiyonlar daha sonra her bir bakteri uygulaması için içeriği belli olan doğal kaynak suyundan (4,6 L), pancar melası (300 mL) ve pancar şekerinden (30 g) oluşacak toplam hacim 5,0 L olacak son sıvı besin ortamına aktarılmış ve her bakteri uygulamasına ait parselin her biri için 200 mL bakteri süspansiyonu gelecek şekilde bölünmüştür. Daha sonra her bir sıra için tartılmış olan tohumlar ekilerek, ekilen her bir tohum sırasının üzeri kapatılmadan, her sıraya ölçülerek ayarlanan 50 mL bakteri süspansiyonu hassas bir şekilde tohumların üzerine gelecek şekilde uygulanarak, aşılanmış tohumların üzeri yaklaşık 3-4 cm toprak ile kapatılmıştır.

3.2.3. Hormon Uygulanması

Hormon olarak IAA kullanılmış, bu hormonun 100 ppm dozu, bitkilerin üzerine her iki deneme sezonunda şubat ayı içerisinde sprey şeklinde püskürtülmüştür. Püskürtme işlemi iki türde uygulama yapılan her parsel için 100 mL saf su kullanılmıştır. Hormon uygulanmayan parsellere aynı miktar su uygulanmıştır. Her iki türe ait denemelerde birinci yetiştirme sezonunda uygulama 18 Şubat 2020, ikinci yetiştirme sezonunda ise 20 Şubat 2021 tarihinde bitkiler rozet formunda iken gerçekleştirilmiştir.

3.2.4. Bakım ve Hasat İşlemleri

Denemelerde yabancı ot mücadelesi, yabancı otların çıkış durumuna bağlı olarak el ve çapa ile yapılmıştır. Deneme alanı toprakları kaba bünyeli olduğu için bitkilerin ihtiyaç durumuna bağlı olarak denemelerde 3 kez yağmurlama sulama şeklinde ikinci yetiştirme

sezonunda ilave olarak ekimden hemen sonra çıkış için sulama yapılmıştır. Denemeler süresince herhangi bir kimyasal ilaç uygulaması yapılmamıştır.

Her iki türde her iki yetiştirme sezonunda bitkilerin hasat olgunluğuna ulaştığı dönemde hasat el ile yapılmıştır. Tane dökme sorunu olan *Nigella damascena* türünde, tohum kaybını en aza indirmek için ilk oluşan meyvelerde kayverengi şeritlerin belirginleştiği, kapsüller el ile sallanıldığı zaman tohumların dökülmeye başladığı dönem, *Nigella sativa* türünde ise meyvelerin olgunlaştığı dönem hasat için uygun dönem olarak değerlendirilmiştir. Tohum kaybını en aza indirmek için *Nigella damascena* türüne ait denemeler her iki yetiştirme sezonunda sabah erken saatlerde hasat edilmiştir. Denemelerin hasadı birinci yetiştirme sezonunda 30 Haziran, ikinci yetiştirme sezonunda ise 26 Haziran da gerçekleştirilmiştir. Hasat esnasında öncelikle bitki ölçümleri için her parselden parseli temsil edecek şekilde 10 ar adet bitki alınmıştır. Daha sonra parsellerin başından ve sonundan 0,5 m'lik kısım ile kenarlardaki birer sıra kenar tesiri olarak orak ile biçilmiştir. Parsellerin geriye kalan ortadaki ikişer sırası orak ile biçilerek, tohum kaybını engellemek için çuvallara koyularak, tarlada 5 gün kurutulmuştur. Kuruyan bitki örnekleri daha sonra parsel harman makinasında harman yapılmıştır.

3.2.5. Gelişme ve Verim Parametreleri

Denemelerde aşağıdaki özellikler incelenmiştir (Cheikh-Rouhou vd., 2007; Baytöre, 2011; Faravani vd., 2012; Rahman, 2014; Kılıç ve Arabacı, 2016; Thilakarathna vd., 2018a).

Bitki boyu (cm): Her parselden seçilen 10 bitkinin toprak seviyesinden itibaren en uç noktasına kadar olan kısmın ölçülmesi ile bulunmuştur.

Dal sayısı (adet/bitki): Hasat öncesi her parselden tesadüfen seçilen 10 bitkinin, ana dal sayısı sayılarak ve ortalaması alınmıştır.

Kapsüldeki tohum sayısı (adet/kapsül): Her parselden seçilen 10 bitkiden rastgele seçilen beş kapsül içindeki tohumların kapsül içinden çıkarılıp sayılması ve ortalamalarının alınmasıyla bulunmuştur.

Toplam kapsül sayısı (adet/bitki): Her parselden seçilen 10 bitkinin kapsülleri sayılarak ve ortalamaları alınmıştır.

Bitki tohum verimi (g/bitki): Her parselde seçilen 10 adet bitki ayrı ayrı harman edilmiş, elde edilen tohumlar tartılarak g/bitki olarak ifade edilmiştir.

Bin tane ağırlığı (g): Her parselde ait tohumlardan 4 kez 100 adet sayılarak, ağırlıkları hassas terazide tartılmış ve ortalamaları alındıktan sonra 10 ile çarpılıp gram olarak ifade edilmiştir.

Tohum verimi (kg/da): Her parselde kenardaki iki sıra ile başından ve sonundan 0,5 m'lik kısımların atılmasından sonra kalan kısımdaki bitkilerin hasat edilmesinden elde edilen tohum miktarının tartılarak kg/da ifade edilmesiyile tespit edilmiştir.

3.2.6. Ham Protein Oranı ve Yağ (Sabit ve Uçucu) Verim Özellikleri

Ham protein oranı (%): Her parselden alınan tohum örnekleri öğütülmüş, öğütmeden sonra 0,25 g tartılarak ham protein oranları Kjeldahl yöntemi ile Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü Laboratuvarı'nda belirlenmiştir (Kjeldahl, 1883; Nelson ve Sommers, 1980; Bremner ve Mulvaney, 1982).

Sabit yağ oranı (%): Tohum numuneleri öğütüldükten sonra Soxhlet cihazında petrol eteri ekstraksiyonu ile Erciyes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü Laboratuvarında belirlenmiştir. Sabit yağ oranı için yaklaşık 3 g örnek tartılarak, sokselet metodu ile çalışan bir otomatik yağ tayin cihazı ile belirlenmiştir. İşlem sonucunda evaporatöre alınan çözgen (petrol eteri) uçurulmuştur. Analizler üç tekrarlı olarak gerçekleştirilmiş ve sabit yağ miktarı aşağıdaki formül kullanılarak belirlenmiştir (AOAC, 1990).

$$\text{Sabit yağ oranı (\%)} = (\text{yağ ağırlığı} / \text{örnek ağırlığı}) \times 100$$

Sabit yağ verimi (L/da): Her parselde birim alana göre hesaplanan tohum verimleri o parselde ait sabit yağ oranı ile çarpılarak sabit yağ verimi L/da olarak hesaplanmıştır.

Uçucu yağ oranı (%): Harmanlanarak temizlenmiş tohumlardan, 100 g öğütülmüş tohum örneğinde, NeoClevenger cihazında su buharı distilasyonu ile uçucu yağ oranı (%) volümetrik (ml /g) olarak belirlenmiştir. Her numune 1000 ml cam balona konulmuş, balon içerisine 600 ml saf su ve 20 adet kaynatma boncuğu ilave edilmiş, NeoClevenger cihazında su buharı distilasyonu ile 3 saat distile edilmiştir. Uçucu yağ elde edilmesi işlemleri Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü Laboratuvarında gerçekleştirilmiştir.

Uçucu yağ verimi (L/da): Her parselde birim alana göre hesaplanan tohum verimleri o parselde ait uçucu yağ oranı ile çarpılarak uçucu yağ verimi L/da olarak hesaplanmıştır.

3.2.7. Sabit Yağ Yağ Asidi Kompozisyonu

Soxhlet cihazında petrol eteri ekstraksiyonu ile elde edilen sabit yağ numuneleri GC-MS cihazında analiz edilerek bileşenleri belirlenmiştir. Bu işlem için yapılan çalışmalar aşağıda aşama aşama verilmiştir.

Yağ asitleri niceliklerinin tespiti için; ilk olarak metilleştirme işlemi gerçekleştirilmiştir (AOAC, 1990). 100 mg yağ örneği, 3 ml hekzan ve 100µl 2N metanolle hazırlanmış potasyum hidroksit santrifüj tüplerine alınarak ve 5000 rpm de 5 dk santrifüj yapılmıştır. Üstteki kısımdan 1 µl alınarak Gaz Kromatografisi ile analiz edilmiştir.

Shimatzu marka gaz kromatografisinde GC kolonu olarak, Supelco HP 88 kapiler kolon (100 m x 0,25 mm ID, 0,2 µm HP 88) ve detektör olarak da FID (Alev İyonlaştırıcı Detektör) kullanılmıştır. İnjektion hacmi 1 µL ve injektion sıcaklığı 250 °C olarak ayarlanmıştır. GC fırın sıcaklığı için bir sıcaklık gradiyenti oluşturulacak ve 130 °C de 1 dk bekletilmiştir. Daha sonra 170 °C'ye 6,5°C/dk'lık artış yapılarak, 215 °C'ye 2,75°C/dk'lık artış ve bu sıcaklıkta 12 dk bekletilmenin ardından, 40°C/dk'lık sıcaklık artışıyla 230 °C'ye çıkılarak ve bu sıcaklıkta 5 dk bekletilmiştir. Toplam analiz süresi 40,89 dakika olarak kaydedilmiştir. Detektör sıcaklığı 280 °C, detektör H₂ akış hızı 40 ml/dk, kuru hava akış hızı 450 ml/dk ve kolon H₂ akış hızı 1.3 mL/dk 50/1 oranında split yapılmıştır (Kaplan vd., 2017). Her iki yetiştirme sezonunda sabit yağ yağ asidi kompozisyonu Erciyes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü Laboratuvarında belirlenmiştir.

3.2.8. Uçucu Yağ Bileşenleri

Çalışmada uçucu yağ bileşen analizleri için Restek Rxi-MS kolon (30 m x 0.25 mm x 0.25 µm) ve Shimatzu marka GCMS-QP2020 NX gaz kromatografi-kütle spektrometre (GC-MS) cihazı kullanılmıştır. Çalışmada kolon sıcaklığı ilk 3 dk için 40 °C'ye, ardından 5 °C/dk'lık artışlarla 240 °C'ye yükseltilmiş ve bu sıcaklıkta 10 dk tutulmuştur. Çalışmada 1,0 µL seyreltilmiş uçucu yağ örnekleri (1/100 hekzan, hacim/hacim) split yöntemde otomatik olarak enjekte edilmiştir. GC-MS sisteminde tespit sırasında 70 eV iyonizasyon enerjiye sahip elektron iyonizasyon sistemi kullanılmıştır. Taşıyıcı gaz olarak helyum kullanılmıştır. Enjektör ve MS arayüz sıcaklığı 250 °C'ye ayarlanmıştır. Elde edilen sonuçların karakterizasyonu için elektronik kütüphanelerden (FFNSC 3, W9N11, NIST11 Adams, 2007) yararlanılmıştır. Her iki yetiştirme sezonunda uçucu yağ bileşenleri Erciyes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü Laboratuvarında belirlenmiştir.

3.2.9. İstatistiki Analizler

Denemelerde ölçülen ve hesaplanan her özellik için ilk yıl, ikinci yıl ve iki yıl birleştirilmiş olarak SAS 9.0 istatistik analiz programı kullanılarak tesadüf blokları deneme desenine göre varyans analizi yapılmıştır (Anonim, 1999). Her iki türde de iki yıl birleştirilmiş varyans analizinde yıl üzerine uygulamalar dağıtılmıştır. Varyans analizleri sonucunda istatistiksel olarak önemli farklar belirlenen özelliklerde uygulamaların karşılaştırılmasında önem düzeylerine göre Duncan testi kullanılmıştır. Her iki türe ait denemelerin yanyana iki ayrı deneme şeklinde kurulduğu ve türlerin hem bitkisel özellikleri hem de yağ özellikleri birbirinden tamamen farklı olduğu için türler ayrı ayrı varyans analizine tabii tutulmuştur.



DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

ARAŞTIRMA BULGULARI

Araştırmada bitki materyali olarak kullanılan *Nigella sativa* (Çameli çeşidi) ve *Nigella damascena* türlerinde 19 uygulama ile iki yetiştirme sezonunda yürütülen iki farklı denemede incelenen özellikler tesadüf blokları deneme deseninde türlere göre ayrı değerlendirilmiştir. İncelenen özelliklere göre sonuçlar aşağıda verilmiştir.

4.1. Gelişme ve Verim Parametreleri

4.1.1. Bitki Boyu

Bakteri aşılama, hormon ve gübre uygulamalarının *Nigella sativa* (Çameli çeşidi) ve *Nigella damascena* genotipinin bitki boyunun yıllara göre ve birleşik varyans analiz sonuçları Tablo 8’de verilmiştir. Tablo 8’de gösterildiği üzere *Nigella sativa* ve *Nigella damascena* türlerinde bitki boyu bakımından hem iki yetiştirme sezonunda hem de birleşik varyans analizinde uygulamaların ve yılların etkisi ile uygulama x yıl interaksiyonlarının istatistiki bakımdan çok önemli ($p \leq 0,01$) olduğu belirlenmiştir.

Tablo 8

Bakteri aşılama, gübre ve hormon uygulamalarının *Nigella sativa* ve *Nigella damascena* çörek otu bitkilerinde bitki boyu değerlerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	Kareler Ortalamaları					
		<i>Nigella sativa</i>			<i>Nigella damascena</i>		
		2020	2021	Birleşik	2020	2021	Birleşik
Yıl (Y)	1			5424,72**			1794,07**
Uygulama	18	24,203*	38,45**	39,56**	43,55**	24,418**	42,06**
Blok	2-4	9,342	1,436	5,389	24,66	0,031	12,35
U x Y	18			23,09**			25,91**
Hata	36-72	11,127	1,844	6,49	0,988	0,699	0,844

SD: Serbestlik derecesi, **: $p \leq 0,01$

Deneme yıllarına bağlı olarak türlerin uygulamalara göre bitki boyu ortalamaları (cm) ile Duncan testi ortalama grupları Tablo 9’da verilmiştir.

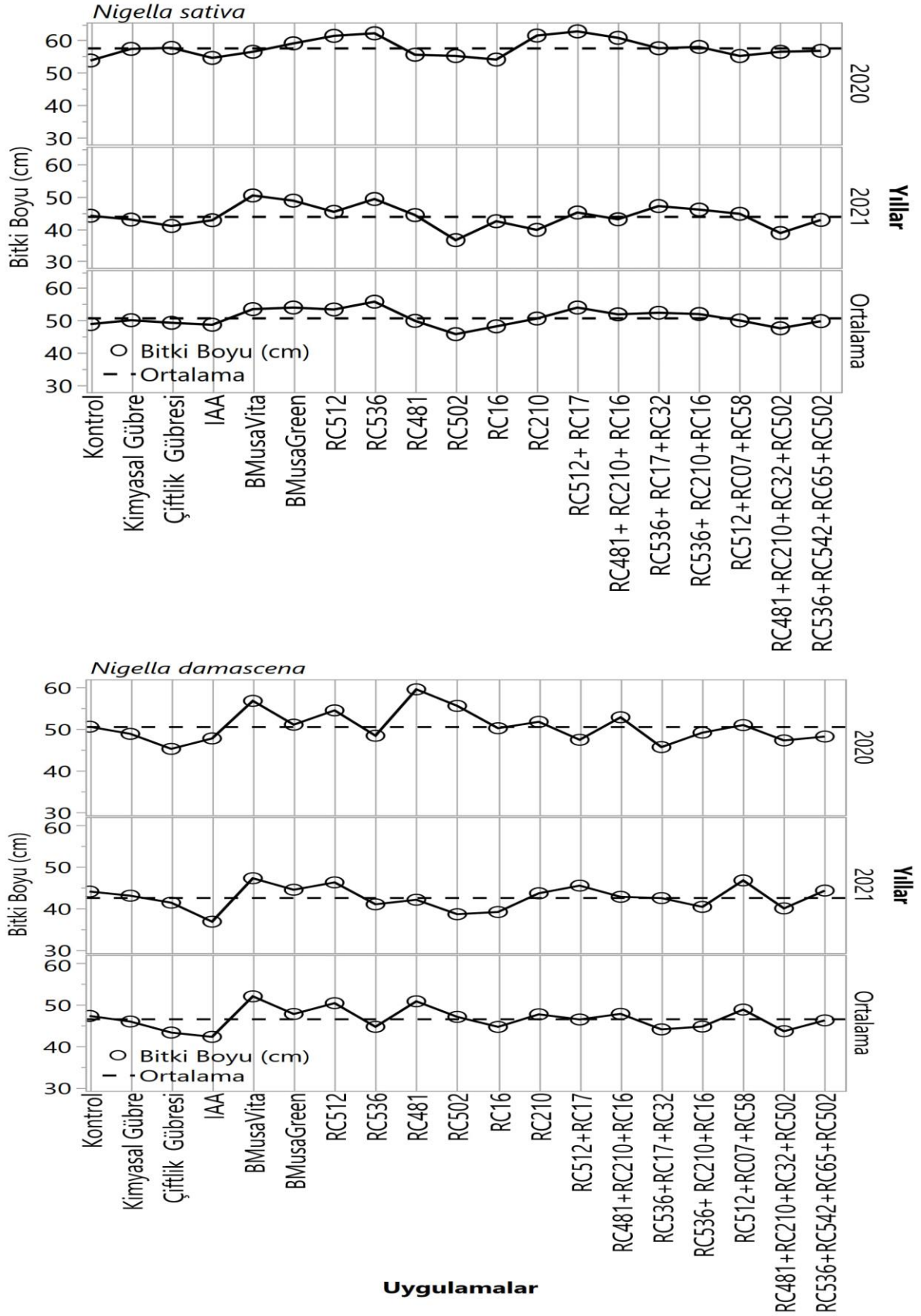
Tablo 9

Bakteri aşılama ları, hormon ve gübre uygulamalarının *Nigella sativa* ve *Nigella damascena* bitkilerinde bitki boyu (cm) üzerine etkisi

Uygulamalar*	<i>Nigella sativa</i>			<i>Nigella damascena</i>		
	2020**	2021	Ortalama	2020	2021	Ortalama
Kontrol	53,8 b	44,1 d-g	48,9 c-f	50,6 d-g	44,1 c-e	47,3 cde
Kimyasal gübre	57,4 ab	42,9 e-h	50,1 b-e	48,8 f-ı	43,1 def	46,0 ef
Çiftlik gübresi	57,7 ab	40,9 ghı	49,3 c-f	45,3 k	41,4 fgh	43,3 gh
IAA	54,6 ab	42,7 e-h	48,7 def	47,8 hij	36,9 k	42,3 h
BMusaVita	56,5 ab	50,4 a	53,5 abc	56,8 b	47,3 a	52,0 a
BMusaGreen	59,1 ab	48,8 abc	54 ab	51 ± def	44,5 bcd	47,8 cd
RC512	61,4 ab	45,3 def	53,4 abc	54,5 bc	46,3 ab	50,4 b
RC536	62,2 ab	49,3 ab	55,8 a	48,4 ghı	41,0 f-ı	44,7 fg
RC481	55,6 ab	44,3 d-g	49,9 b-e	59,5 a	42,1 efg	50,8 ab
RC502	55,2 ab	36,5 j	45,8 f	55,5 b	38,7 jk	47,1 de
RC16	54,1 ab	42,4 fgh	48,2 def	50,2 e-h	39,2 ij	44,7 fg
RC210	61,5 ab	39,7 hı	50,6 b-e	51,7 de	43,7 cde	47,7 cd
RC512+RC17	62,8 a	45,1 def	54 ab	47,4 ijk	45,5 abc	46,5 de
RC481+RC210+RC16	60,8 ab	43 e-h	51,9 a-d	52,8 cd	42,8 def	47,8 cd
RC536+RC17+RC32	57,6 ab	47,1 bcd	52,4 a-d	45,7 jk	42,5 def	44,1 g
RC536+RC210+RC16	58,0 ab	46 cde	52,0 a-d	49,1 f-ı	40,4 g-j	44,8 fg
RC512+RC07+RC58	55,2 ab	44,7 def	50 b-f	51,0 def	46,8 a	48,9 c
RC481+RC210+RC32+RC502	56,5 ab	38,7 ij	47,6 f	47,3 ijk	40,1 hij	43,7 gh
RC536+RC542+RC65+RC502	56,8 ab	42,8 e-g	49,8 b-f	48,2 ghı	44,3 bcd	46,3 de
Ortalama	57,7 A	43,9 B	50,8	50,6 A	42,7 B	46,6

*Kontrol: Bakteri ve gübre uygulanmamış, Kimyasal gübre: (24 kg/da amonyum nitrat ve 8 kg/da potasyum sülfat); RC512: *Pseudomonas fluorescens*, RC536: *Pseudomonas fluorescens*, RC481: *Pseudomonas fluorescens*, RC502: *Bacillus licheniformis*, RC16: *Bacillus megaterium*, RC32: *Bacillus megaterium*, RC07: *Bacillus megaterium*, RC210: *Bacillus subtilis*, RC17: *Bacillus subtilis*, RC542: *Bacillus atrophaeus* ve RC65: *Bacillus coagulans*, RC58: *Pantoea agglomerans*

**Aynı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar kendi grubunda Duncan testine göre önemli ($p \leq 0,01$) değildir.



Şekil 2 Bakteri aşılama, hormon ve gübre uygulamalarının *Nigella sativa* ve *Nigella damascena* bitkilerinde bitki boyu (cm) üzerine etkisi

2020 yılında Çameli çeşidinin bitki boyu ortalaması 57,7 cm olarak belirlenmiştir. Uygulamalara bağlı olarak birinci deneme yılında bu çeşidin bitki boyu 62,8 cm ile 53,8 cm arasında değişim göstermiştir. En yüksek bitki boyu RC512+RC17 aşılmasından, en düşük bitki boyu ise kontrol uygulamasından elde edilmiştir. En yüksek ve en düşük uygulamalar Duncan testine göre farklı uygulama gruplarında yer alırken, diğer uygulamalar aynı ortalama grubunda yer almıştır. 2021 yılında Çameli çeşidinin bitki boyu ortalaması 43,9 cm olurken, en düşük bitki boyu 36,5 cm ile RC502 aşılmasında, en yüksek bitki boyu ise 50,4 cm ile BMusaVita uygulamasında belirlenmiştir. Yıllar ortalamasına göre ise RC536 aşılması 55,8 cm ile en yüksek bitki boyuna, RC512+RC17 uygulaması ise 54,0 cm ile ikinci en yüksek bitki boyuna sahip olurken, RC502 aşılması ise 45,8 cm ile en düşük bitki boyuna sahip olmuştur (Tablo 9).

2020 yılında *Nigella damascena* türünün bitki boyu ortalaması 50,6 cm olarak tespit edilmiştir. Bu türün uygulamalara bağlı olarak bitki boyu 56,8 cm ile 45,3 cm arasında değişim göstermiştir. En uzun bitki boyu BMusaVita uygulamasında, en düşük bitki boyu ise çiftlik gübresi uygulamasında belirlenmiştir. 2021 yılında *Nigella damascena* türünün en yüksek bitki boyu bir önceki yılda olduğu gibi BMusaVita uygulamasından 47,3 cm olarak, en düşük bitki boyu ise IAA uygulamasından 36,9 cm olarak tespit edilmiştir. Yıllar ortalamasında da en yüksek bitki boyu 52,0 cm ise BMusaVita uygulamasında belirlenmiştir (Tablo 9).

Her iki türde bitki boyunun uygulamalara göre değişimlerini görsel olarak değerlendirmek amacıyla oluşturulan grafikler Şekil 2 de verilmiştir. Bitki boyu bakımından *Nigella sativa* da 2020 yılında; BMusaGreen, RC512, RC536 ve RC210, RC512+RC17 ve RC481+RC210+RC16 formülasyonları genel ortalamanın (57,7 cm) üzerinde; 2021 yılında ise BMusaVita, BMusaGreen, RC512, RC512+RC17, RC536+RC17+RC32, RC536+RC210+RC16 ve RC512+RC07+RC58 uygulamaları genel ortalamanın (43,9 cm) üzerinde yer almıştır. Bitki boyu bakımından *Nigella damascena* da 2020 yılında; BMusaVita, BMusaGreen, RC512, RC481, RC502, RC210 ve RC481+RC210+RC16 formülasyonları genel ortalamanın (50,6 cm) üzerinde; 2021 yılında ise BMusaVita, BMusaGreen, RC512, RC210, RC512+RC17 ve RC512+RC07+RC58 uygulamaları genel ortalamanın (42,7 cm) üzerinde yer almıştır (Şekil 2).

Genel değerlendirme yapılacak olursa her iki türün yıllar ortalamaları arasındaki farklar istatistiksel olarak önemli olmuştur. Her iki türde birinci yetiştirme sezonunda tespit

edilen bitki boyu ortalaması ikinci yetiştirme sezonundan daha yüksek olmuştur. Çalışmamıza benzer şekilde *Nigella sativa* türünün ortalama bitki boyunu Kızılyıldırım ve Gedik (2021) 60,20 cm, Kılıç ve Arabacı (2016) 78,9 cm ve Beyzi (2018) 44,22 cm olarak tespit etmişlerdir. İlave olarak çörek otunun bitki boyu değerlerinin Baytöre (2011) 34,53 – 53,58 cm, Akgören (2011) 29,07-49,40 cm, İnan (2020) 34,57-44,93 cm, Koşar ve Özel (2018) 47,77-68,63 cm, Abay (2021) 41,09-45,79 cm, Beyzi ve Karer (2020) 33,13-56,60 cm, Özdemirel ve Kaçar (2020) ise 25,58-50,50 cm arasında değişim gösterdiğini bildirmişlerdir.

Bitki boyunun bitkisel özellik olarak incelendiği *Nigella damascena* türü hakkında ülkemizde yürütülmüş araştırma sayısı *Nigella sativa* türü kadar yaygın değildir. *Nigella damascena* türünün bitki boyunu Ertuğrul (1986) 48-55 cm, Özel vd. (2002) 23,39-34,72 cm, Kalçın (2003) 28,82-48,00 cm, Aysabar ve Gedik (2022) 56,90 cm olarak belirlemişlerdir. Yukarıdaki bitki boyu değerlerinin bazıları bu çalışmada tespit edilen değerler ile benzerdir.

4.1.2. Dal Sayısı

Bakteri aşılama, hormon ve gübre uygulamalarının *Nigella sativa* (Çameli çeşidi) ve *Nigella damascena* genotipi dal sayısının yıllara göre ve birleşik varyans analiz sonuçları Tablo 10'da verilmiştir. Tablo 10'da görüldüğü gibi *Nigella sativa* ve *Nigella damascena* türlerinde dal sayısı bakımından hem iki yetiştirme sezonunda hem de birleşik varyans analizinde uygulamaların (*Nigella sativa* da 1. yıl hariç) ve yılların etkisi ile uygulama x yıl interaksiyonlarının istatistiksel bakımından çok önemli ($p \leq 0,01$) olduğu belirlenmiştir.

Nigella sativa türünün 2020 yılında farklı uygulamalara bağlı olarak ölçülen dal sayısı değerleri 5,7 adet/bitki (RC502 uygulaması) ile 4,6 adet/bitki (RC512 uygulaması) arasında değişim göstermiştir. Uygulamalar arasındaki dal sayısı değerleri arasındaki farklar istatistiksel olarak önemsiz olmuştur. *Nigella sativa* türünün 2021 yılında uygulamalara bağlı olarak dal sayısı ortalaması 4,5 -2,7 adet/bitki arasında değişmiştir. En yüksek dal sayısına sahip olan RC536 aşılama, 4,2 adetle BMusaGreen ve 4,1 adet dal sayısı ile BMusaVita ve RC512 aşılama takip etmiştir (Tablo 11).

Tablo 10

Bakteri aşılama, gübre ve hormon uygulamalarının *Nigella sativa* ve *Nigella damascena* çörek otu bitkilerinde dal sayısı değerlerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	Kareler Ortalamaları					
		<i>Nigella sativa</i>			<i>Nigella damascena</i>		
		2020	2021	Birleşik	2020	2021	Birleşik
Yıl (Y)	1			76,365**			461,496**
Uygulama	18	0,313öd	0,761**	0,394**	17,298**	3,457**	13,387**
Blok	2-4	3,003	0,013	1,507	12,719	0,073	6,396
U x Y	18			0,680**			7,368**
Hata	36-72	0,208	0,019	0,1134	1,1311	0,155	0,643

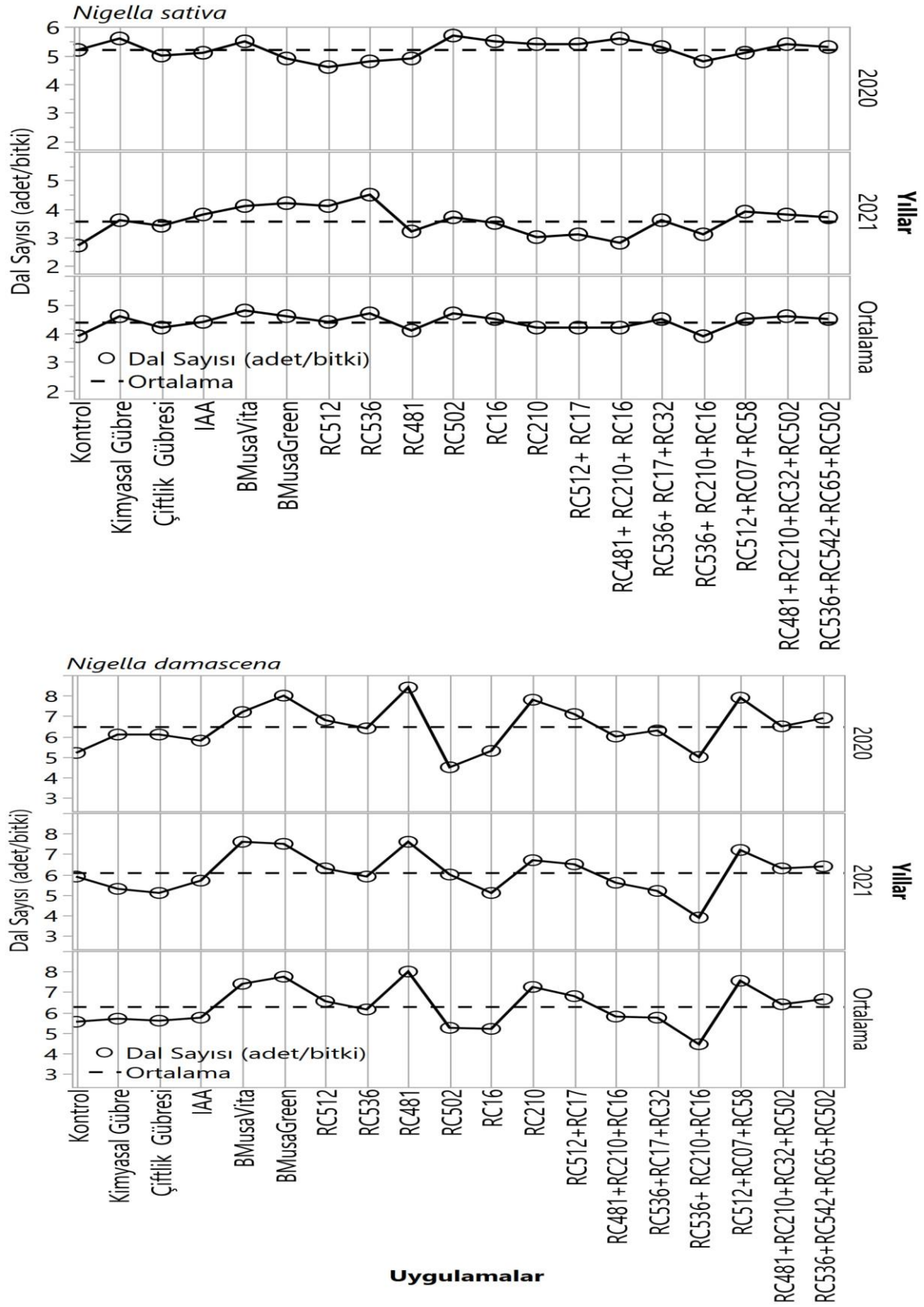
SD: Serbestlik derecesi, **: $p \leq 0,01$

Tablo 11

Bakteri aşılama, hormon ve gübre uygulamalarının *Nigella sativa* ve *Nigella damascena* bitkilerinde bitkide dal sayısına (adet/bitki) etkisi

Uygulamalar	<i>Nigella sativa</i>			<i>Nigella damascena</i>		
	2020	2021*	Ortalama	2020	2021	Ortalama
Kontrol	5,2	2,71	3,9 c	5,2 ijk	5,9 def	5,6 def
Kimyasal gübre	5,6	3,6 efg	4,6 ab	6,1 e-h	5,3 fg	5,7 cde
Çiftlik gübresi	5,0	3,4 h1	4,2 bc	6,1 e-h	5,1 g	5,6 def
IAA	5,1	3,8 c-e	4,4 abc	5,8 g-j	5,7 efg	5,8 cde
BMusaVita	5,5	4,1 bc	4,8 a	7,2 bcd	7,6 a	7,4 ab
BMusaGreen	4,9	4,2 b	4,6 ab	8,0 ab	7,5 a	7,8 a
RC512	4,6	4,1 bc	4,4 abc	6,8 d-g	6,3 cd	6,6 ab
RC536	4,8	4,5 a	4,7 ab	6,4 d-g	5,9 def	6,2 bcd
RC481	4,9	3,2 hij	4,1 bc	8,4 a	7,6 a	8,0 a
RC502	5,7	3,7 ef	4,7 ab	4,5 k	6,0 de	5,3 defg
RC16	5,5	3,5 fgh	4,5 abc	5,3 h-k	5,1 g	5,2 fg
RC210	5,4	3,0 jk	4,5 abc	7,8 abc	6,7 bc	7,3 ab
RC512+RC17	5,4	3,1 j-k	4,2 bc	7,1 b-e	6,5 cd	6,8 ab
RC481+RC210+RC16	5,6	2,8 lk	4,2 bc	6,0 f-j	5,6 efg	5,8 cde
RC536+RC17+RC32	5,3	3,6 efg	3,9 c	6,3 d-h	5,2 g	5,8 cde
RC536+RC210+RC16	4,8	3,1 j-k	4,5 abc	5,0 jk	3,9 h	4,5 g
RC512+RC07+RC58	5,1	3,9 b-e	4,6 ab	7,9 ab	7,2 ab	7,6 a
RC481+RC210+RC32+RC502	5,4	3,8 c-e	4,6 ab	6,5 d-g	6,3 cd	6,4 abc
RC536+RC542+RC65+RC502	5,3	3,7 ef	4,5 abc	6,9 c-f	6,4 cd	6,7 abc
Ortalama	5,2 A	3,6 B	4,4	6,5 A	6,1 B	6,3

*Aynı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar kendi grubunda Duncan testine göre önemli ($p \leq 0,01$) değildir.



Şekil 3 Bakteri aşılama, hormon ve gübre uygulamalarının *Nigella sativa* ve *Nigella damascena* bitkilerinde dal sayısı (adet/bitki) üzerine etkisi

Deneme yılları ortalamasına göre *Nigella sativa* türünün dal sayısı 3,9 adet/bitki ile 4,8 adet/bitki arasında değişim göstermiş, ortalaması ise 4,4 adet/bitki olarak belirlenmiştir. Bu türde dal sayısı ortalaması en yüksek olan BMusaVita uygulamasını 4,7 adet/bitki dal sayısı ile RC536 ve RC502 aşlamaları takip etmiştir. RC536+RC210+RC16 aşlaması ve kontrol 3,9 adet ile en düşük dal sayısına sahip olmuştur (Tablo 11).

2020 yılında *Nigella damascena* da bitkide dal sayısı ortalaması 6,5 adet/bitki olurken, 4,5 adet/bitki- 8,4 adet/bitki arasında değişim göstermiştir. RC481 uygulaması en yüksek bitkide dal sayısına sahip olurken bunu 8,0 adet/bitki (ab grubu) ile BMusaGreen aşlaması, 7,9 adet/bitki (ab grubu) ile RC512+RC07+RC58 ve 7,8 adet/bitki (ab grubu) ile RC210 uygulamaları takip etmiştir (Tablo 11).

2021 yılında *Nigella damascena* da dal sayısı 3,9 adet/bitki (RC536+RC210+RC16)-7,6 adet/bitki (RC481 ve BMusaVita) arasında değişim göstermiştir. Bu üretim yılında dal sayısı ortalaması 6,1 adet/bitki olarak gerçekleşmiştir (Tablo 11). Deneme yılları ortalamasına göre *Nigella damascena* türünde dal sayısı 4,5 adet/bitki ile 8,0 adet/bitki arasında değişim göstermiştir. Yıllar ortalaması olarak en yüksek dal sayısı RC481 uygulamasından 8,0 adet/bitki olarak belirlenmişken, bu uygulamaları 7,8 adet/bitki ile BMusaGreen ve 7,6 adet/bitki ile üçlü formülasyon RC512+RC07+RC58 takip etmiştir (Tablo 11).

Dal sayısı bakımından çörek otu türlerinde uygulamalara göre değişimleri görsel olarak değerlendirmek amacıyla oluşturulan grafikler Şekil 3'te sunulmuştur. 2020 yılında; *Nigella sativa* da dal sayısı yönünden kimyasal gübre, BMusaVita, RC502, RC16, RC210, RC512+RC17, RC481+RC210+RC16, RC536+RC17+RC32 ve RC481+RC210+RC32+RC502 uygulamaları; *Nigella damascena* türünde ise, RC481, BMusaGreen, RC210, BMusaVita, RC512, RC512+RC17, RC512+RC07+RC58 ve dördü bakteri formülasyonları genel ortalamanın üzerinde yer almıştır. 2021 yılında dal sayısında *Nigella sativa* türünde RC512+RC07+RC58, RC481+RC210+RC32+RC502, IAA, BMusaVita, BMusaGreen, RC512, RC536, RC502 ve RC536+RC542+RC65+RC502 formülasyonları; *Nigella damascena* da ise BMusaVita, RC481, BMusaGreen, RC210, RC512, RC512+RC17, RC512+RC07+RC58 ve dördü formülasyonlar genel ortalamadan daha yüksek olmuştur (Şekil 3).

Bu çalışmada *Nigella sativa* da elde edilen dal sayısı değerleri yıllar ortalaması olarak 3,6-5,2 adet/bitki arasında değişmiş olup, Tonçer ve Kızıl (2004)'ın bildirdiği (5,1 adet/bitki)

Baytöre (2011)'nin belirlediği (3,45-4,42 adet/bitki), Özel vd. (2009)'nın belirlediği, (2,30-4,43 adet/bitki), Akgören (2011)'in bildirdiği dal sayısı (3,1-4,6 adet/bitki), Girma (2016)'nın bildirdiği (4,48-5,12 adet/bitki) ve Mengistu vd. (2021)'nin belirlediği (5,00-5,56 adet/bitki) değerlere benzer bulunmuştur.

Çalışmamızda *Nigella damascena* da deneme yılları ortalaması olarak belirlediğimiz dal sayısı değerleri 5,7-6,5 adet/bitki arasında değişim göstermiş olup bu değerler, Keser ve Gedik (2021)'in bildirdiği 4,53-7,33 adet/bitki ve Aysabar ve Gedik (2022)'in belirlediği (6,24 adet/bitki) değerlere benzer olurken; Ulusu ve Şahin (2021)'nin sera koşullarında elde ettiği (2,33-5,60 adet/bitki) değerlerden yüksek bulunmuştur.

4.1.3. Bitkide Toplam Kapsül Sayısı

Bakteri aşılama, hormon ve gübre uygulamalarının *Nigella sativa* (Çameli çeşidi) ve *Nigella damascena* genotipinin bitkide toplam kapsül sayısının yıllara göre ve birleşik varyans analiz sonuçları Tablo 12'de verilmiştir. Tablo 12'de görüldüğü gibi *Nigella sativa* ve *Nigella damascena* türlerinde bitkide toplam kapsül sayısı bakımından hem iki yetiştirme sezonunda hem de bileşik varyans analizinde uygulamaların ve yılların etkisi ile uygulama x yıl interaksiyonlarının istatistiksel bakımdan çok önemli ($p \leq 0,01$) olduğu belirlenmiştir.

Tablo 12

Bakteri aşılama, gübre ve hormon uygulamalarının *Nigella sativa* ve *Nigella damascena* çörek otu bitkilerinde toplam kapsül sayısı değerlerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	Kareler Ortalamaları					
		<i>Nigella sativa</i>			<i>Nigella damascena</i>		
		2020	2021	Birleşik	2020	2021	Birleşik
Yıl (Y)	1			270,04**			560,9**
Uygulama	18	6,15 **	2,787**	3,40**	44,320**	8,648**	29,94**
Blok	2-4	5,12	0,083	2,60	2,384	0,508	1,446
U x Y	18			5,53**			23,03**
Hata	36-72	1,428	0,082	0,755	0,945	0,354	0,649

SD: Serbestlik derecesi, **: $p \leq 0,01$

Deneme yıllarına göre *Nigella sativa* da toplam kapsül sayısının bakteri aşılama, hormon ve gübre uygulamalarına bağlı olarak değişimleri Tablo 13'te verilmiştir. 2020 yılında *Nigella sativa* 'da toplam kapsül sayısı ortalaması 10,0 adet olarak bulunmuştur. Bu üretim sezonunda kapsül sayısı 7,8-13,2 adet arasında değişim göstermiştir. En yüksek

kapsül sayısı RC481+RC210+RC32+RC502 dörtlü formülasyondan 13,2 adet elde edilirken, bunu 11,8 adet ile RC481+RC210+RC16 üçlü ve 11,5 adet ile ikili formülasyon takip etmiştir. En düşük kapsül sayısı (7,8 adet) elde edilen RC512 formülasyonunu 8,1 adet ile kontrol (gübresiz) ve 8,5 adet ile RC536 formülasyonu takip etmiştir (Tablo 13).

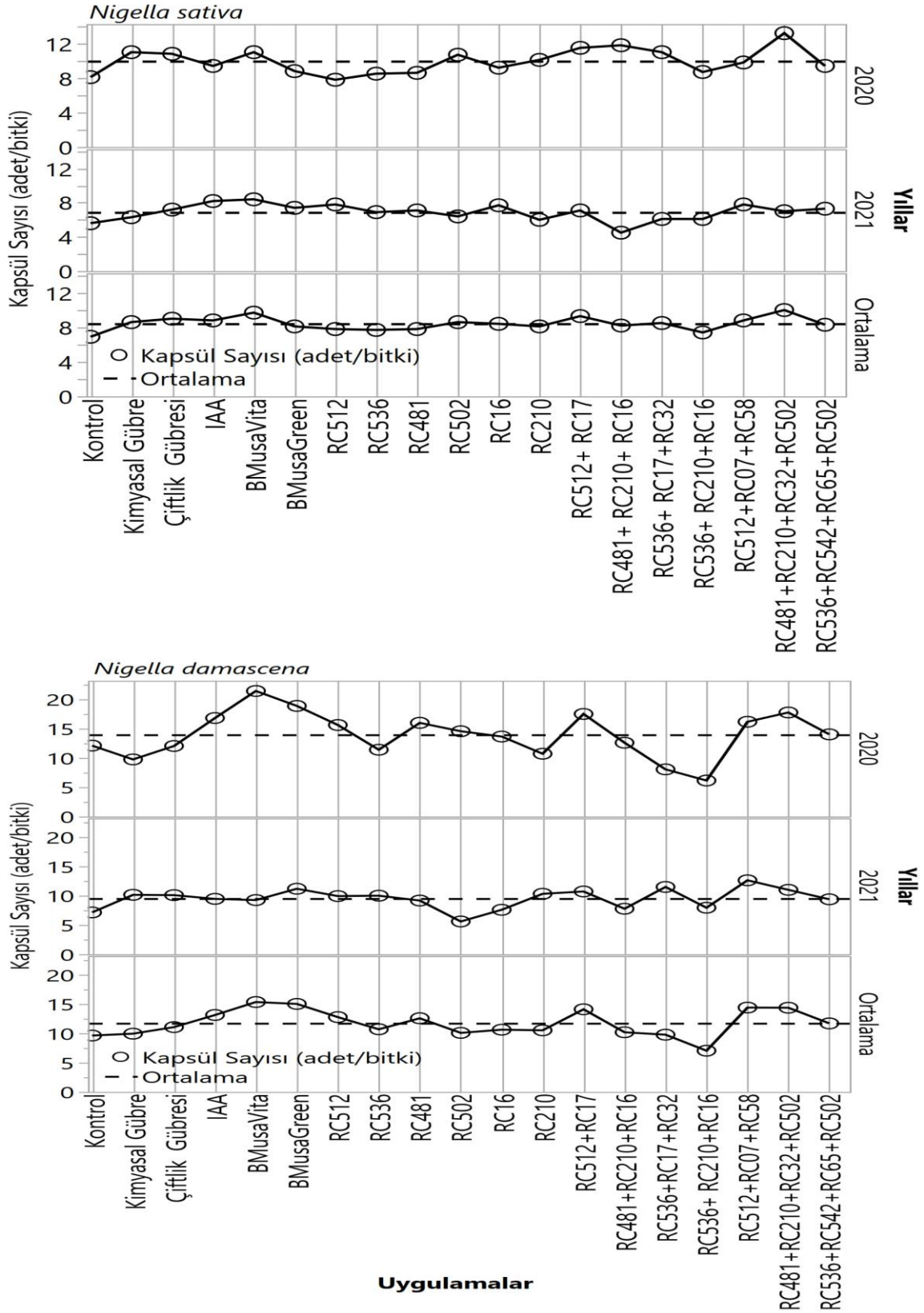
Tablo13

Bakteri aşılama, hormon ve gübre uygulamalarının *Nigella sativa* ve *Nigella damascena* bitkilerinde toplam kapsül sayısına (adet/bitki) etkisi

Uygulamalar	<i>Nigella sativa</i>			<i>Nigella damascena</i>		
	2020*	2021	Ortalama	2020	2021	Ortalama
Kontrol	8,1 de	5,6 ı	6,9 b	12,1 h-k	7,1 g	9,6 g
Kimyasalgübre	11,0 a-e	6,3 gh	8,6 ab	9,7 kl	10,1 b-e	9,9 fg
Çiftlikgübresesi	10,8 a-e	7,2 b-e	9,0 a	12,0 h-k	10,1 b-e	11,0 ef
IAA	9,4 b-e	8,2 a	8,8 ab	16,8 bcd	9,4 de	13,1 bc
BMusaVita	11 a-e	8,4 a	9,7 a	21,4 a	9,2 def	15,3 a
BMusaGreen	8,8 cd	7,4 b-e	8,1 ab	18,8 b	11,2 bc	15,0 a
RC512	7,8 e	7,8 ab	7,8 ab	15,6 c-f	9,9 cde	12,7 cd
RC536	8,5 cd	6,9 efg	7,7 ab	11,4 ijk	10,0 b-e	10,7 efg
RC481	8,6 cd	7,1 b-e	7,8 ab	16,0 c-f	9,1 ef	12,6 cd
RC502	10,7 a-d	6,4 fgh	8,6 ab	14,5 d-g	5,6 h	10,1 fg
RC16	9,2 b-e	7,7 a-d	8,4 ab	13,6 f-i	7,6 g	10,6 efg
RC210	10,1 a-e	6,0 hı	8,1 ab	10,7 jk	10,3 b-e	10,5 efg
RC512+RC17	11,5 abc	7,1 b-e	9,3 a	17,5 bc	10,7 bcd	14,1 ab
RC481+RC210+RC16	11,8 ab	4,5 j	8,2 ab	12,6 g-j	7,8 g	10,2 fg
RC536+RC17+RC32	11 a-e	6,1 hı	8,5 ab	8,0 lm	11,5 ab	9,7 fg
RC536+RC210+RC16	8,7 cd	6,1 hı	7,4 ab	6,1 m	7,9 fg	7,0 h
RC512+RC07+RC58	9,8 c-e	7,8 ab	8,8 ab	16,1 cde	12,6 a	14,4 ab
RC481+RC210+RC32+RC502	13,2 a	7 ± def	10,1 a	17,7 bc	11 bc	14,3 ab
RC536+RC542+RC65+RC502	9,4 c-e	7,3 b-e	8,3 ab	14,0 f-h	9,4 de	11,7 de
Ortalama	10,0 A	6,9 B	8,4	13,9 A	9,5 B	11,7

*Aynı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar kendi grubunda Duncan testine göre önemli (p<0,01) değildir.

2021 yılında *Nigella sativa* türünün kapsül sayısı 4,5- 8,4 adet arasında değişmiştir. En yüksek kapsül sayısı BMusaVita ticari biyolojik gübre aşılama sırasında belirlenirken, ikinci sırada en yüksek kapsül sayısı 8,2 adet ile IAA hormon uygulamasında tespit edilmiştir. Bu iki uygulama Duncan testine göre birinci ortalama grubunu oluşturmuştur. Bu üretim sezonunda en düşük kapsül sayısı RC481+RC210+RC16 üçlü formülasyonunda (4,5 adet) bulunmuşken, bunu 5,6 adet ile kontrol, 6,0 adet ile RC210 formülasyonu izlemiştir (Tablo 13).



Şekil 4 Bakteri aşılama, hormon ve gübre uygulamalarının *Nigella sativa* ve *Nigella damascena* bitkilerinde toplam kapsül sayısı (adet/bitki) üzerine etkisi

Nigella sativa da deneme yılları ortalaması olarak kapsül sayısı 8,4 adet olarak belirlenmiştir. Deneme yılları ortalamasında en yüksek kapsül sayısı 10,1 adet ile RC481+RC210+RC32+RC502 dörtlü formülasyonda, 9,7 adet ile BMusaVita uygulamasında, 9,3 adet ile RC512+RC17 ikili formülasyonunda, 9,0 adet ile çiftlik gübresi uygulamalarında tespit edilmiştir. Bu uygulamalar kapsül sayısını kontrol uygulamasına kıyasla önemli miktarda artırırken, diğer uygulamaların tamamı kontrolle aynı gruba girmiştir (Tablo 13).

Nigella damascena da 2020 yılında kapsül sayısı 6,1 adet -21,4 adet arasında değişim göstermiştir. En yüksek kapsül sayısı (21,4 adet) ticari mikrobiyal gübre BMusaVita uygulamasında belirlenirken, bunu sırasıyla BMusaGreen (18,8 adet), dörtlü RC481+RC210+RC32+RC502 formülasyon (17,7 adet) ve ikili RC512+RC17 bakteri formülasyonu aşılması izlemiştir (Tablo 13).

Araştırmanın ikinci (2021) yılında *Nigella damascena* da tespit edilen ortalama kapsül sayısı 9,5 adet olmuştur. Söz konusu üretim yılında en yüksek kapsül sayısı 12,6 adet ile üçlü RC512+RC07+RC58 bakteri aşılmasında belirlenirken, bunu 11,5 adet ile RC536+RC17+RC32 üçlü formülasyonu ve 11,2 adet ile BMusaGreen aşılması izlemiştir. En düşük kapsül sayısı ise 5,6 adet ile RC502 aşılmasından elde edilmiş, bunu 7,1 adet ile kontrol ve 7,6 adet ile RC16 tekli formülasyonu takip etmiştir. *Nigella damascena* da kapsül sayısı deneme yılları ortalaması 11,7 adet olurken, en yüksek kapsül sayısı 15,3 adet ile BMusaVita ve 15,0 adet ile BMusaGreen aşılmasında ölçülmüş, bunu 14,4 adet ile RC512+RC07+RC58 üçlü formülasyon takip etmiştir. Deneme yılları ortalaması olarak en düşük kapsül sayısı 7,0 adet ile RC536+RC210+RC16 üçlü formülasyondan ve 9,6 adet ile kontrol uygulamasından elde edilmiştir (Tablo 13).

Çörek otu türlerinde uygulamalara göre değişimlerin verildiği Şekil 4'te görüldüğü gibi; 2020 yılında; *Nigella sativa* da toplam kapsül sayısı yönünden kimyasal gübre, çiftlik gübresi, BMusaVita, RC502, RC210, RC512+RC17, RC481+RC210+RC16, RC536+RC17+RC32 ve RC481+RC210+RC32+RC502 uygulamaları; *Nigella damascena* türünde ise IAA, BMusaVita, BMusaGreen, RC512, RC536, RC48, RC210, RC512+RC07+RC58 ve dörtlü bakteri formülasyonu uygulamaları genel ortalama seviyesinde veya üzerinde sonuç vermiştir. Araştırmanın ikinci yılında toplam kapsül sayısı *Nigella sativa* ve *Nigella damascena* türlerinde çiftlik gübresi, IAA, BMusaVita,

BMusaGreen, RC512, RC536, RC512+RC17, RC512+RC07+RC58 ve dörtlü bakteri formülasyonlarında; genel ortalamadan daha yüksek olmuştur (şekil 4).

Çörek otunda kapsül sayısı yetiştirme teknikleri, lokasyon, ekim zamanı, ekim sıklığı, gübreleme, sıra arası mesafe vb. birçok uygulamadan etkilenen bir özelliktir. Nitekim, bu çalışmada *Nigella sativa* da elde edilen bitkide kapsül sayısı 7,8-13,2 adet/bitki arasında değişmiş olup, bu değerler özel vd. (2009)'nin belirlediği (10,27-15,97 adet/bitki) değerlere benzer, Koşar ve özel (2018)'in belirlediği (4,03-7,93 adet/bitki) ve Day vd. (2022)'nin bildirdiği (4,82-7,87) değerlerden büyük, Aysabar ve Gedik (2022)'in belirlediği (24,5 adet/bitki) ve Mengistu vd. (2021)'nin belirlediği (20,62-25,10 adet/bitki) değerlerden düşük olmuştur.

Çalışmamızda *Nigella damascena* da deneme yılları ortalaması olarak belirlediğimiz bitkide kapsül sayısı değerleri 6,1-21,4 adet/bitki arasında değişim göstermiş olup bu değerler, Aysabar ve Gedik (2022)'in belirlediği (18,68 adet/bitki) değere benzer olmuştur.

4.1.4. Kapsüldeki Tohum Sayısı

Bakteri aşılamaları, hormon ve gübre uygulamalarının *Nigella sativa* (Çameli eşidi) ve *Nigella damascena* genotipi kapsülde tohum sayısının yıllara göre ve birleşik varyans analiz sonuçları Tablo 14'de verilmiştir. Tablo 14'te görüldüğü gibi *Nigella sativa* ve *Nigella damascena* türlerinde kapsülde tohum sayısı bakımından hem iki yetiştirme sezonunda hem de birleşik varyans analizinde uygulamaların ve yılların etkisi ile uygulama x yıl interaksiyonlarının istatistiki bakımdan çok önemli ($p \leq 0,01$) olduğu belirlenmiştir.

Tablo14

Bakteri aşılamaları, gübre ve hormon uygulamalarının *Nigella sativa* ve *Nigella damascena* rek otu bitkilerinde kapsülde tohum sayısı değerlerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	Kareler Ortalamaları					
		<i>Nigella sativa</i>			<i>Nigella damascena</i>		
		2020	2021	Birleşik	2020	2021	Birleşik
Yıl (Y)	1			3569,6**			10028**
Uygulama	18	63,33*	297,79**	149,2**	439,3**	196,38**	407,7**
Blok	2-4	338,15	8,37	173,3	32,8	0,91	16,9
U x Y	18			212,0**			228,0**
Hata	36-72	26,97	10,83	14,5	8,15	4,82	6,5

SD: Serbestlik derecesi, *: $p \leq 0,05$, **: $p \leq 0,01$

Deneme yıllarına göre *Nigella sativa* da kapsülde tane sayısının bakteri aşılama, hormon ve gübre uygulamalarına bağlı olarak değişimleri Tablo 15 de verilmiştir.

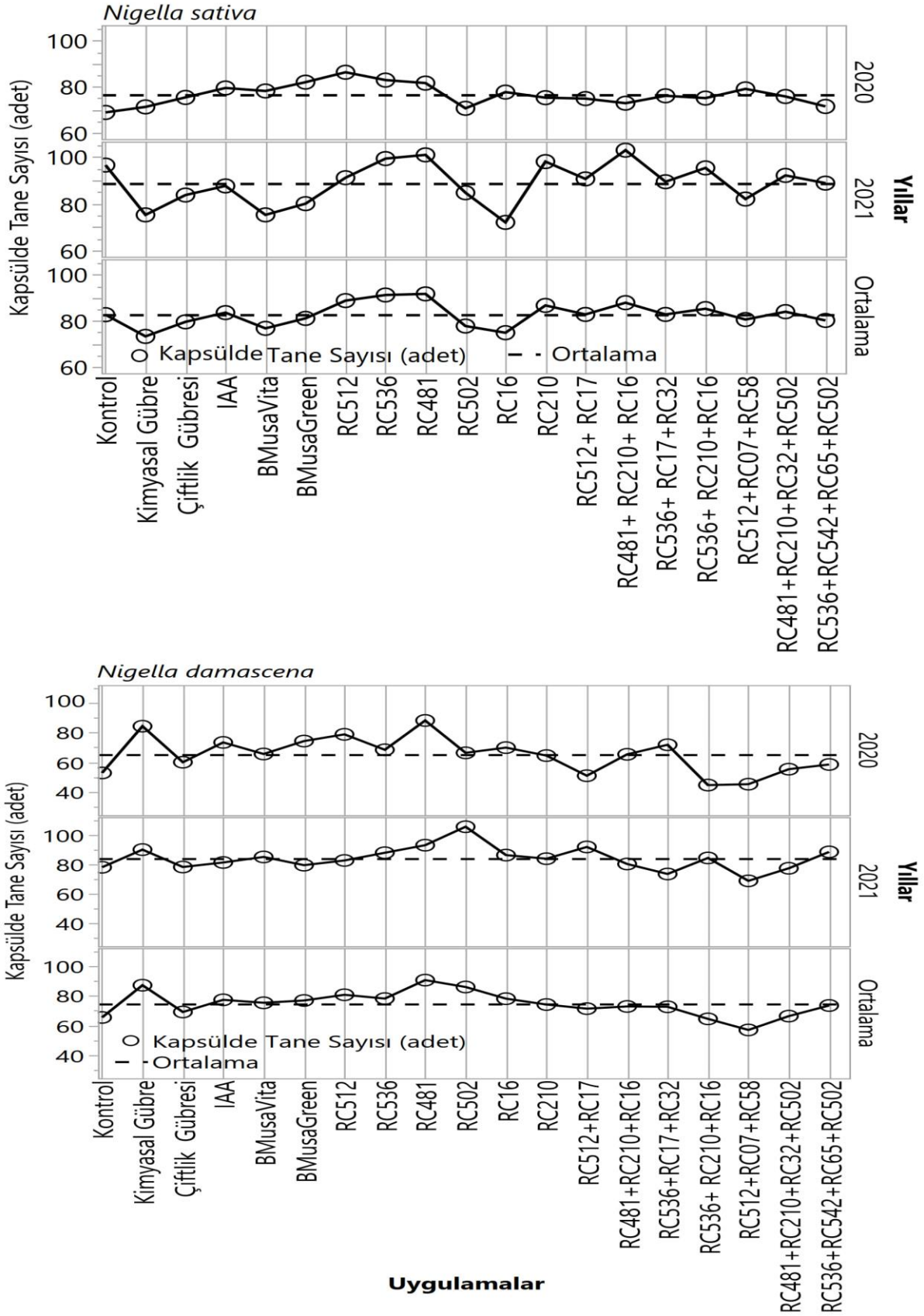
Araştırmanın ilk yılında (2020) *Nigella sativa* da kapsülde tane sayısı ortalaması 76,6 adet olarak bulunmuştur. Bu üretim sezonunda kapsülde tane sayısı 68,9-86,3 adet arasında değişim göstermiştir. En yüksek kapsülde tane sayısı RC512 tekli formülasyondan 86,3 adet elde edilirken, bunu 82,9 adet ile RC536 tekli formülasyonu ve 82,0 adet ile BMusaGreen uygulaması takip etmiştir. En düşük kapsülde tane sayısı (68,9 adet) elde edilen Kontrol uygulamasını 70,7 adet ile RC502 tekli formülasyon ve 71,3 adet ile kimyasal gübre uygulaması takip etmiştir (Tablo 15).

Tablo 15

Bakteri aşılama, hormon ve gübre uygulamalarının *Nigella sativa* ve *Nigella damascena* bitkilerinde kapsülde tane sayısına (adet/kapsül) etkisi

Uygulamalar	<i>Nigella sativa</i>			<i>Nigella damascena</i>		
	2020*	2021**	Ortalama	2020	2021	Ortalama
Kontrol	68,9 b	96,6 a-d	82,7 b-f	52,9 jk	78,0 ij	65,4 ij
Kimyasal gübre	71,3 ab	75,3 jk	73,3 g	84,2 ab	90 bc	87,1 ab
Çiftlik gübresi	75,4 ab	83,8 gh ₁	79,6 c-g	60,1 gh ₁	78,2 ij	69,1 h ₁
IAA	79,5 ab	87,7 f- ₁	83,6 a-f	73,3 cd	81,2 f- ₁	77,3 cde
BMusaVita	78,2 ab	75,3 jk	76,8 efg	65,6 efg	85,0 c-g	75,3 d-g
BMusaGreen	82,0 ab	80,1 ij	81,1 c-g	74,3 cd	79,4 h ₁	76,8 c-f
RC512	86,3 a	91,2 c-g	88,8 abc	78,8 bc	82,6 e- ₁	80,7 c
RC536	82,9 ab	99,4 ab	91,2 ab	68,4 def	87,8 b-e	78,1 cd
RC481	81,6 ab	101,7 a	91,7 a	88,1 a	92,9 b	90,5 a
RC502	70,7 ab	84,8 f- ₁	77,8 efg	66,3 efg	105, a	85,9 b
RC16	77,7 ab	72,1 k	74,9 fg	69,8 def	86,2 c-f	78 ± cd
RC210	75,3 ab	98,1 abc	86,7 a-d	64,5 fgh	83,8 d-g	74,1 d-g
RC512+RC17	74,9 ab	90,7 c-g	82,8 b-f	51,0 kl	91,8 b	71,4 gh
RC481+RC210+RC16	72,9 ab	103,0 a	87,9 abc	65,4 efg	80,2 gh ₁	72,8 fgh
RC536+RC17+RC32	76,1 ab	89,5 d-g	82,8 b-f	71,8 de	73,4 jk	72,6 fgh
RC536+RC210+RC16	75,1 ab	95,4 a-e	85,3 a-e	44,7 l	84,3 d-g	64,5 j
RC512+RC07+RC58	79,1 ab	82,1 hij	80,6 c-g	45,3 l	68,8 k	57,1 k
RC481+RC210+RC32+RC502	75,8 ab	92,2 b-f	84 a-e	55,4 ijk	77,3 ij	66,3 ij
RC536+RC542+RC65+RC502	71,5 ab	88,9 d-h	80,2 c-g	58,5 hij	88,4 bcd	73,5 efg
Ortalama	76,6 B	88,8 A	82,7	65,2 B	83,9 A	74,6

*Aynı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar 2020 yılında *Nigella sativa* türünde Duncan testine göre önemli ($p \leq 0,05$) değildir. **Aynı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar kendi grubunda Duncan testine göre önemli ($p \leq 0,01$) değildir.



Şekil 5 Bakteri aşılama, hormon ve gübre uygulamalarının *Nigella sativa* ve *Nigella damascena* bitkilerinde kapsülde tohum sayısı (adet/kapsül) üzerine etkisi

2021 yılında *Nigella sativa* türünün kapsülde tohum sayısı 72,1 -103,0 adet arasında değişmiştir. En yüksek kapsülde tohum sayısı RC481+RC210+RC16 üçlü formülasyonda belirlenirken, bunu sırası ile aynı gruba giren RC481 (101,7 adet) ve RC536 (99,4 adet) tekli formülasyonları izlemiştir. Bu üretim sezonunda en düşük kapsülde tohum sayısı RC16 tekli formülasyonunda (72,1 adet) bulunmuşken, bunu 75,3 adet ile kimyasal gübre ve BMusaVita uygulamaları izlemiştir (Tablo 15).

Deneme yılları ortalaması olarak, *Nigella sativa* türü Çameli çeşidinde kapsülde tohum sayısının 82,7 adet olduğu belirlenmiştir. Deneme yılları ortalamasında en yüksek kapsülde tane sayısı tekli RC481 (91,7 adet) ve RC536 (91,2 adet) ile üçlü RC481+RC210+RC16 (87,9 adet) bakteri aşılamalarında tespit edilmiştir. Yıllar ortalaması olarak en düşük kapsülde tohum sayısı 73,3 adet ile kimyasal gübre uygulamasında belirlenirken bunu 74,9 adet ile RC16 tekli formülasyon takip etmiştir (Tablo 15).

Nigella damascena da 2020 yılında kapsülde tohum sayısı 88,1 adet -44,7 adet arasında değişim göstermiştir. En yüksek kapsülde tohum sayısı RC481 (88,1 adet) bakteri aşılama bitkilerde belirlenmiş, bunu sırası ile kimyasal gübre (84,2 adet) ve RC512 (78,8 adet) uygulamaları izlemiştir.

Ortalama kapsülde tohum sayısının 83,9 adet olarak belirlendiği 2021 yılında *Nigella damascena* 'da en yüksek kapsülde tane sayısına tekli RC502 (105,4 adet) bakteri aşılması ile ulaşılmış, bunu sırası ile tekli RC481 (92,9 adet) ve ikili RC512+RC17 (91,8 adet) uygulamaları takip etmiştir. En düşük kapsülde tane sayısı ise 68,8 adet ile RC512+RC07+RC58 üçlü formülasyonundan elde edilmiş, bunu 73,4 adet ile RC536+RC17+RC32 üçlü formülasyon ve 77,3 adet ile RC481+RC210+RC32+RC502 üçlü formülasyon takip etmiştir. *Nigella damascena* da kapsülde tane sayısı deneme yılları ortalaması olarak en yüksek RC481 tekli formülasyonda 90,5 adet olurken, bunu 87,1 adet ile kimyasal gübre ve 85,9 adet ile RC502 tekli formülasyon takip etmiştir. Deneme yılları ortalaması olarak en düşük kapsülde tane sayısı 57,1 adet (k grubu) ile RC512+RC07+RC58 üçlü formülasyondan ve 64,5 adet ile RC536+RC210+RC16 uygulamasından elde edilmiştir (Tablo 15).

Kapsülde tohum sayısı bakımından çörek otu türlerinde uygulamalara göre değişimleri görsel olarak değerlendirmek amacıyla oluşturulan grafikler Şekil 5 de verilmiştir. 2020 yılında; *Nigella sativa* da IAA, BMusaVita, BMusaGreen, RC512, RC536, RC481, RC16 ve RC512+RC07+RC58 uygulamaları; *Nigella damascena* türünde ise

kimyasal gübre, IAA, BMusaVita, BMusaGreen, RC512, RC536, RC481, RC502, RC16 ve RC536+RC17+RC32 uygulamaları genel ortalama seviyesinde ya da üzerinde kapsülde tohum sayısına sahip olmuştur. 2021 yılında *Nigella sativa* ve *Nigella damascena* türlerinde RC536, RC481, RC210, RC512+RC17, RC536+RC210+RC16 ve RC536+RC542+RC65+RC502 formülasyonları genel ortalamadan daha yüksek kapsülde tane sayısına sahip olmuştur (Şekil 5).

Bu çalışmada *Nigella sativa* da elde edilen kapsülde tohum sayısı yıllar ortalaması olarak 68,9-101,7 adet arasında değişmiş olup, bu değerler Kızıl ve Tonçer (2005)'in belirlediği (79,6-92,9 adet), Yimam vd. (2015)'nin belirlediği (91,6 adet), Mengistu vd. (2021)'nin belirlediği (92,47-101,10 adet), Day vd. (2022)'nin bildirdiği (69,77-102,00 adet) değerlere benzer bulunmuştur.

4.1.5. Kapsül Tohum Ağırlığı

Bakteri aşılama, hormon ve gübre uygulamalarının *Nigella sativa* (Çameli çeşidi) ve *Nigella damascena* genotipinin kapsül tohum ağırlığının yıllara göre ve birleşik varyans analiz sonuçları Tablo 16'da verilmiştir. Tablo 16'da görüldüğü gibi *Nigella sativa* ve *Nigella damascena* türlerinde kapsül tohum ağırlığı bakımından hem iki yetiştirme sezonunda hem de birleşik varyans analizinde uygulamaların ve yılların etkisi ile uygulama x yıl interaksiyonlarının istatistiksel bakımdan çok önemli ($p \leq 0,01$) olduğu belirlenmiştir.

Tablo 16

Bakteri aşılama, gübre ve hormon uygulamalarının *Nigella sativa* ve *Nigella damascena* çörek otu bitkilerinde kapsül tohum ağırlığı değerlerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	Kareler Ortalamaları					
		<i>Nigella sativa</i>			<i>Nigella damascena</i>		
		2020	2021	Birleşik	2020	2021	Birleşik
Yıl (Y)	1			0,0246**			0,1244**
Uygulama	18	0,00069*	0,0033**	0,0020**	0,0022**	0,0014**	0,0021**
Blok	2-4	0,0137	0,00034	0,0008	0,00009	0,00019	0,00014
U x Y	18			0,0020**			0,0015**
Hata	36-72	0,00026	0,00010	0,00018	0,00005	0,00008	0,00006

SD: Serbestlik derecesi, **: $p \leq 0,01$

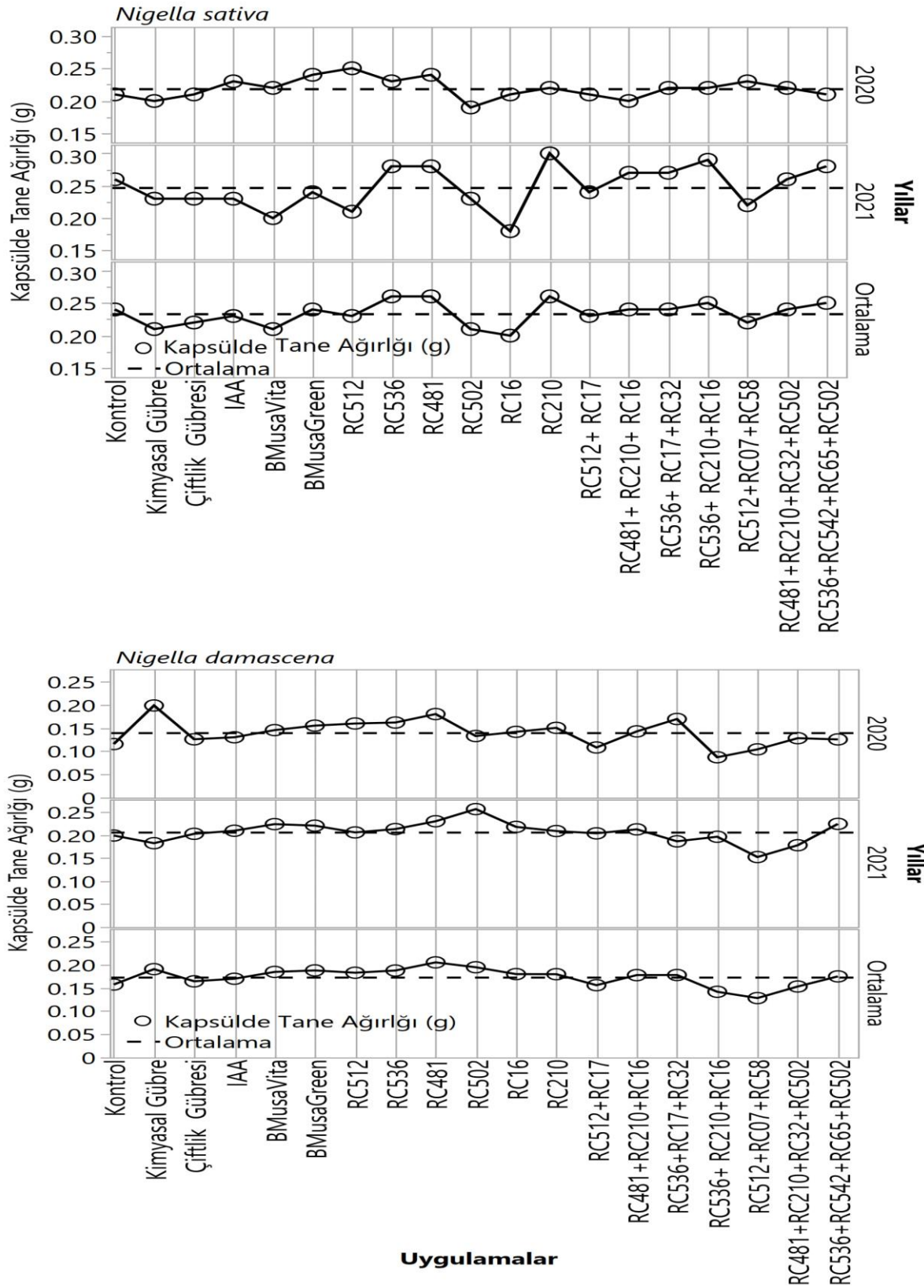
Deneme yıllarına bağlı olarak türlerin uygulamalara göre kapsül başına tohum ağırlığı ortalamaları ile Duncan testi ortalama grupları Tablo 14’te verilmiştir. 2020 yılında Çameli çeşidinin kapsül tohum ağırlığı ortalaması 0,22 g olarak belirlenmiştir. Uygulamalara bağlı olarak birinci deneme yılında bu çeşidin kapsül tohum ağırlığı 0,19 g ile 0,25 g arasında değişim göstermiştir. En yüksek kapsülde tohum ağırlığı RC512 aşılmasından, en düşük kapsülde tohum ağırlığı ise RC502 uygulamasından elde edilmiştir (Tablo 17).

Tablo 17

Bakteri aşılama, hormon ve gübre uygulamalarının *Nigella sativa* ve *Nigella damascena* bitkilerinde kapsülde tane ağırlığına (g) etkisi

Uygulamalar	<i>Nigella sativa</i>			<i>Nigella damascena</i>		
	2020*	2021	Ortalama	2020	2021	Ortalama
Kontrol	0,21 abc	0,26 cd	0,24 a-e	0,12 ij	0,20 d-g	0,16 fgh
Kimyasal gübre	0,20 abc	0,23 ef	0,21 a-e	0,20 a	0,18 gh	0,19 ab
Çiftlik gübresi	0,21 abc	0,23 ef	0,22 a-e	0,13 ghi	0,20 d-g	0,16 fgh
IAA	0,23 abc	0,23 ef	0,23 a-e	0,13 f-ı	0,21 b-e	0,17 def
BMusaVita	0,22 abc	0,20 gh	0,21 a-e	0,15 def	0,22 bc	0,18 bcd
BMusaGreen	0,24 ab	0,24 de	0,24 a-e	0,16 cde	0,22 bc	0,19 ab
RC512	0,25 a	0,21 fg	0,23 a-e	0,16 cd	0,21 b-e	0,18 bcd
RC536	0,23 abc	0,28 abc	0,26 a	0,16 cd	0,21 b-e	0,19 ab
RC481	0,24 ab	0,28 abc	0,26 a	0,18 b	0,23 b	0,20 a
RC502	0,19 c	0,23 ef	0,21 a-e	0,13 fgh	0,26 a	0,19 ab
RC16	0,21 abc	0,18 h	0,20 g	0,14 e-h	0,22 bc	0,18 bcd
RC210	0,22 abc	0,30 a	0,26 a	0,15 de	0,21 b-e	0,18 bcd
RC512+RC17	0,21 abc	0,24 de	0,23 a-e	0,11 j	0,20 d-g	0,16 fgh
RC481+RC210+RC16	0,20 c	0,27 bc	0,24 a-e	0,14 feg	0,21 b-e	0,18 bcd
RC536+RC17+RC32	0,22 abc	0,27 bc	0,24 a-e	0,17 bc	0,19 fgh	0,18 bcd
RC536+RC210+RC16	0,22 abc	0,29 ab	0,25 a-e	0,09 k	0,20 d-g	0,14 ı
RC512+RC07+RC58	0,23 abc	0,22 efg	0,22 a-e	0,10 j	0,18 h	0,13 j
RC481+RC210+RC32+RC502	0,22 abc	0,26 cd	0,24 a-e	0,13 ghi	0,22 bc	0,15 hı
RC536+RC542+RC65+RC502	0,21 abc	0,28 abc	0,25 a-e	0,13 hı	0,15 ı	0,17 def
Ortalama	0,22 B	0,25 A	0,23	0,14 B	0,21 A	0,17

*Aynı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar kendi grubunda Duncan testine göre önemli ($p \leq 0,01$) değildir.



Şekil 6 Bakteri aşılama, hormon ve gübre uygulamalarının *Nigella sativa* ve *Nigella damascena* bitkilerinde kapsülde tane ağırlığı (g) üzerine etkisi

2021 yılında Çameli çeşidinin kapsülde tohum ağırlığı ortalaması 0,25 g olurken, en düşük kapsülde tohum ağırlığı 0,18 g ile RC16 aşılmasında en yüksek kapsülde tohum ağırlığı ise 0,30 g ile RC210 uygulamasında belirlenmiştir. Yıllar ortalamasına göre ise en yüksek kapsülde tohum ağırlığı 0,26 g ile RC481, RC210 ve RC536 tekli formülasyonlarından, en düşük kapsülde tohum ağırlığı RC16 formülasyonundan 0,20 g olarak belirlenmiştir (Tablo 17).

2020 yılında *Nigella damascena* türünün kapsülde tohum ağırlığı ortalaması 0,14 g olarak tespit edilmiştir. Bu türün uygulamalara bağlı olarak kapsülde tohum ağırlığı 0,20 g ile (a grubu) ile 0,09 g (k grubu) arasında değişim göstermiştir. En yüksek kapsülde tohum ağırlığı kimyasal gübre uygulamasında, en düşük kapsülde tohum ağırlığı ise RC536+RC210+RC16 üçlü formülasyon uygulamasında belirlenmiştir.

2021 yılında *Nigella damascena* türünün en yüksek kapsülde tane ağırlığı RC502 uygulamasından 0,26 g olarak, en düşük kapsülde tane ağırlığı ise RC536+RC542+RC65+RC502 dördümlü formülasyonunda 0,15 g olarak tespit edilmiştir. Yıllar ortalamasında da en yüksek kapsülde tane ağırlığı 0,20 g ile RC481 tekli formülasyondan, en düşük kapsülde tane ağırlığı ise RC512+RC07+RC58 üçlü formülasyondan 0,13 g olarak belirlenmiştir (Tablo 17).

Kapsülde tohum ağırlığı bakımından çörek otu türlerinde uygulamalara göre değişimleri görsel olarak değerlendirmek amacıyla oluşturulan grafikler Şekil 6'da verilmiştir. 2020 yılında; *Nigella sativa* da IAA, BMusaVita, BMusaGreen, RC512, RC536, RC481, RC210, RC536+RC17+RC32, RC536+RC210+RC16, RC512+RC07+RC58 ve RC481+RC210+RC32+RC502 uygulamaları; *Nigella damascena* türünde ise kimyasal gübre, BMusaVita, BMusaGreen, RC512, RC536, RC481, RC16, RC210, RC481+RC210+RC16 ve RC536+RC17+RC32 uygulamaları genel ortalama seviyesinde ya da üzerinde kapsülde tohum ağırlığına sahip olmuştur. 2021 yılında kapsülde tohum ağırlığı *Nigella sativa* türünde Kontrol, RC481, RC502, RC210, RC481+RC210+RC16, RC536+RC17+RC32, RC536+RC210+RC16 ve dördümlü bakteri formülasyonları; *Nigella damascena* da ise Çiftlik Gübresi, IAA, test edilen ticari mikrobiyal gübreler, tekli (RC512, RC536, RC481, RC502, RC16, RC210), ikili (RC512+RC17), üçlü RC481+RC210+RC16 ve dördümlü RC536+RC542+RC65+RC502 bakteri formülasyonları genel ortalamadan daha yüksek olmuştur (Şekil 6).

Bu çalışmada *Nigella sativa* türünün kapsülde tohum ağırlığı 0,19 g-0,30 g arasında, *Nigella damascena* türünde ise 0,09-0,26 g arasında değişim göstermiştir. Çalışmamıza benzer şekilde *Nigella sativa* türünün ortalama kapsülde tohum ağırlığının 0,193-0,271 g arasında değişim gösterdiğini belirlemişlerken (Day vd., 2022), Khan vd. (2022b) ise ortalama 0,19 g olarak tespit etmiştir.

4.1.5. Bitki Tohum Verimi

Bakteri aşılama, hormon ve gübre uygulamalarının *Nigella sativa* (Çameli çeşidi) ve *Nigella damascena* genotipinin bitki tohum veriminin yıllara göre ve birleşik varyans analiz sonuçları Tablo 18’de verilmiştir. Tablo 18’de görüldüğü gibi *Nigella sativa* ve *Nigella damascena* türlerinde bitki tohum verimi bakımından hem iki yetiştirme sezonunda hem de birleşik varyans analizinde uygulamaların ve yılların etkisi ile uygulama x yıl etkileşimlerinin istatistiksel olarak çok önemli ($p \leq 0,01$) olduğu belirlenmiştir.

Tablo 18

Bakteri aşılama, gübre ve hormon uygulamalarının *Nigella sativa* ve *Nigella damascena* çörek otu bitkilerinde bitki tohum verimi değerlerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	Kareler Ortalamaları					
		<i>Nigella sativa</i>			<i>Nigella damascena</i>		
		2020	2021	Birleşik	2020	2021	Birleşik
Yıl (Y)	1			6,186**			1,782**
Uygulama	18	0,088**	0,038**	0,112**	0,131**	0,087**	0,168**
Blok	2-4	0,022	0,003	0,013	0,012	0,010	0,011
U x Y	18			0,014 ^{öd}			0,051**
Hata	36-72	0,021	0,006	0,014	0,021	0,005	0,013

SD: Serbestlik derecesi, **: $p \leq 0,01$

2020 yılında *Nigella sativa* da bitki tohum verimi ortalaması 2,11 g olarak bulunmuştur. Bu üretim sezonunda bitki tohum verimi 1,66 g ile 2,31 g arasında değişim göstermiştir. En yüksek bitki tohum verimi ticari BMusaGreen uygulamasından elde edilirken, bunu BMusaVita (2,30 g), RC512+RC07+RC58 (2,27 g), RC481+RC210+RC32+RC502 (2,5 g), kimyasal gübre ve RC536 uygulamaları (2,23 g), üçlü RC536+RC17+RC32 (2,22 g) ve dördü RC536+RC542+RC65+RC502 (2,19 g) uygulamalar takip etmiştir. Yukarıda bitki tohum verimi değerleri verilen uygulamaların

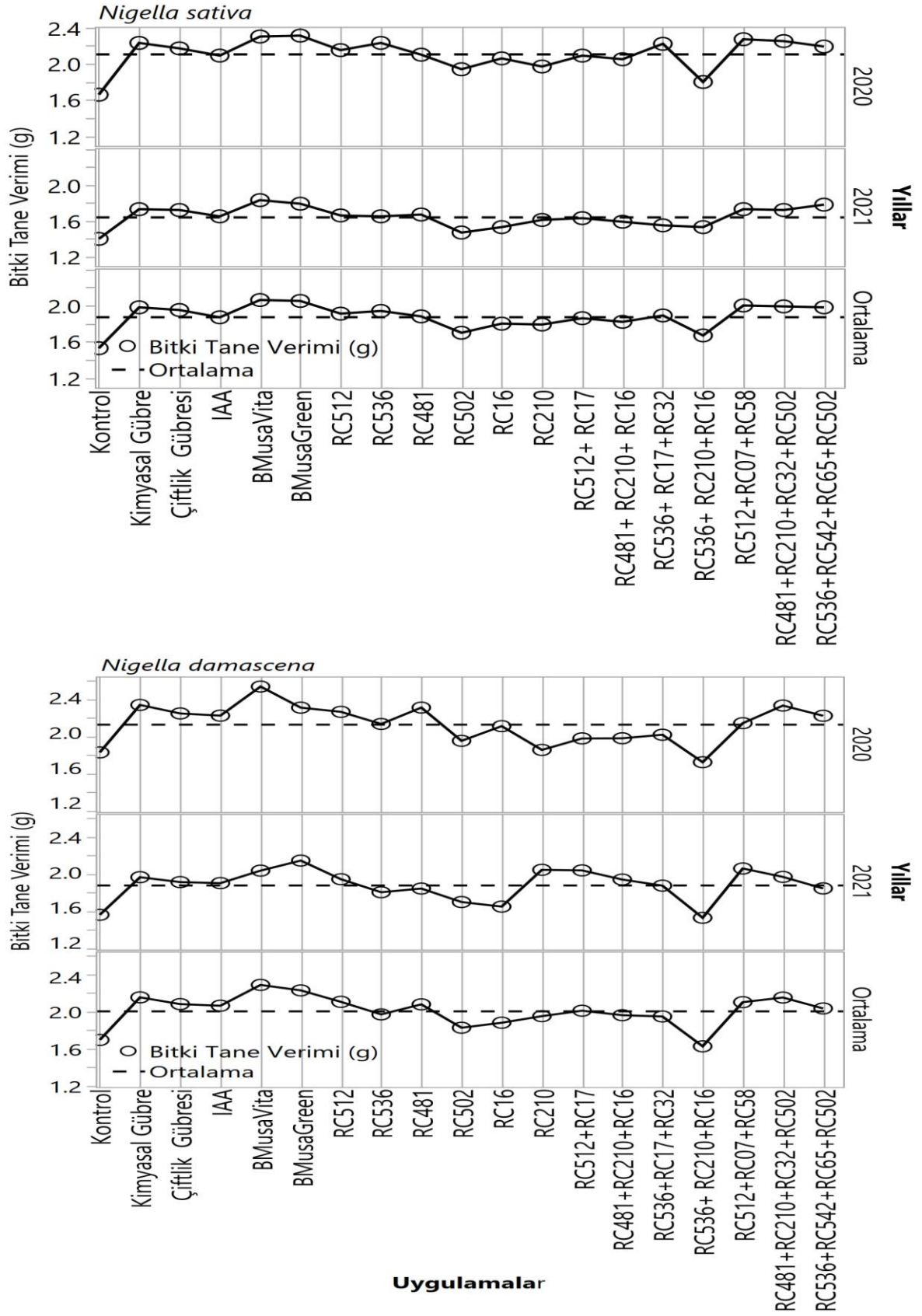
tamamı birinci ortalama grubunu oluşturmuştur. En düşük bitki tane verimi (1,66 g) elde edilen Kontrol uygulamasını 1,80 g ile RC536+RC210+RC16 üçlü formülasyon ve 1,94 g ile RC502 tekli formülasyon takip etmiştir (Tablo 19).

Tablo 19

Bakteri aşılama, hormon ve gübre uygulamalarının *Nigella sativa* ve *Nigella damascena* bitkilerinde bitki tohum verimine (g/bitki) etkisi

Uygulamalar	<i>Nigella sativa</i>			<i>Nigella damascena</i>		
	2020*	2021	Ortalama	2020	2021	Ortalama
Kontrol	1,66 c	1,40 e	1,53 e	1,83 de	1,56 f	1,69 gh
Kimyasal gübre	2,23 a	1,73 abc	1,98 ab	2,34 ab	1,96 ab	2,15 a
Çiftlik gübresi	2,17 ab	1,72 abc	1,95 ab	2,25 abc	1,90 bc	2,08 abc
IAA	2,09 ab	1,65 a-d	1,87 a-d	2,22 abc	1,90 bc	2,06 abc
BMusaVita	2,3 a	1,83 a	2,06 a	2,53 a	2,03 ab	2,28 a
BMusaGreen	2,31 a	1,79 ab	2,05 a	2,31 abc	2,14 a	2,23 a
RC512	2,15 ab	1,66 a-d	1,91 abc	2,26 abc	1,94 bc	2,10 abc
RC536	2,23 a	1,65 a-d	1,94 ab	2,13 bcd	1,80 cd	1,97 cde
RC481	2,1 ab	1,67 a-d	1,88 abc	2,31 abc	1,84 cd	2,08 abc
RC502	1,94 abc	1,47 de	1,7 cde	1,95 cde	1,70 def	1,82 fg
RC16	2,06 ab	1,53 cde	1,8 bcd	2,11 bcd	1,65 f	1,88 ef
RC210	1,97 abc	1,61 bcd	1,79 bcd	1,85 de	2,04 ab	1,95 cde
RC512+RC17	2,09 ab	1,63 a-d	1,86 a-d	1,98 b-e	2,04 ab	2,01 cde
RC481+RC210+RC16	2,05 ab	1,59 bcd	1,82 bcd	1,98 b-e	1,94 bc	1,96 cde
RC536+RC17+RC32	2,22 a	1,55 cde	1,89 abc	2,02 b-e	1,87 bc	1,94 de
RC536+RC210+RC16	1,8 bc	1,53 cde	1,67 de	1,72 e	1,53 f	1,62 h
RC512+RC07+RC58	2,27 a	1,73 abc	2,00 ab	2,14 bcd	2,06 a	2,10 abc
RC481+RC210+RC32+RC502	2,25 a	1,72 abc	1,99 ab	2,33 ab	1,97 ab	2,15 a
RC536+RC542+RC65+RC502	2,19 a	1,78 ab	1,98 ab	2,22 abc	1,84 cd	2,03 cde
Ortalama	2,11 A	1,64 B	1,88	2,13 A	1,88 B	2,01

*Aynı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar kendi grubunda Duncan testine göre önemli ($p \leq 0,01$) değildir.



Şekil 7 Bakteri aşılama, hormon ve gübre uygulamalarının *Nigella sativa* ve *Nigella damascena* bitkilerinde bitki tohum verimi (g/bitki) üzerine etkisi

Deneme yıllarına göre *Nigella sativa* da bitki tane veriminin bakteriyel aşılama, hormon ve gübre uygulamalarına bağlı olarak değişimleri Tablo 16 da verilmiştir. 2021 yılında *Nigella sativa* türünün bitki tohum verimi 1,40-1,83 g arasında değişmiştir. En yüksek bitki tane verimi BMusaVita uygulamasında belirlenirken, bunu sırası ile BMusaGreen (1,79 g), ve dördü RC536+RC542+RC65+RC502 (1,78 g) bakteriyel aşılama izlemiştir. Bu üretim sezonunda en düşük bitki tohum verimi aynı gruba giren kontrol, RC502 ve üçlü RC536+RC210+RC16 bakteriyel aşılama belirlenmiştir (Tablo 19).

Nigella sativa da deneme yılları ortalaması olarak bitki tohum verimi 1,88 g olarak belirlenmiştir. Deneme yılları ortalamasında en yüksek bitki tane verimi ticari BMusaVita (2,06 g) aşılama belirlenmiş, bunu BMusaGreen (2,05 g), üçlü RC512+RC07+RC58 (2,00 g) ve dördü RC481+RC210+RC32+RC502 (1,99 g) bakteriyel aşılama takip etmiştir. Yıllar ortalaması olarak en düşük bitki tane verimi kontrol ve RC536+RC210+RC16 üçlü bakteriyel uygulamalarında ölçülmüştür (Tablo 19).

Nigella damascena da 2020 yılında bitki tohum verimi 2,53 g -1,72 g arasında değişim göstermiştir. En yüksek bitki tohum verimi BMusaVita (2,53 g) mikrobiyal gübre aşılama belirlenirken, bunu aynı gruba giren kimyasal gübre (2,34 g) uygulaması ve dördü RC481+RC210+RC32+RC502 (2,33 g) bakteriyel aşılama izlemiştir (Tablo 19).

2021 yılında *Nigella damascena* da tespit edilen ortalama bitki tohum verimi 1,88 g olmuştur. Söz konusu üretim yılında en yüksek bitki tohum verimine 2,14 g ile BMusaGreen uygulaması sahip olurken, bunu 2,06 g ile RC512+RC07+RC58 üçlü formülasyon, 2,04 g ile RC210 tekli ve RC512+RC17 ikili formülasyonu takip etmiştir. En düşük bitki tohum verimi ise aynı gruba giren RC536+RC210+RC16, kontrol ve tekli RC16 ve RC502 uygulamalarında belirlenmiştir. Deneme yılları ortalaması olarak *Nigella damascena* da en yüksek bitki tohum verimi BMusaVita (2,28 g) uygulamasında elde edilirken, bunu sırası ile BMusaGreen (2,23 g), dördü RC481+RC210+RC32+RC502 (2,15 g) ve RC512 (2,10 g) tekli formülasyon takip etmiştir. Deneme yılları ortalaması olarak en düşük bitki tohum verimi 1,62 g ile RC536+RC210+RC16 üçlü formülasyondan ve 1,69 g ile kontrol uygulamasından elde edilmiştir (Tablo 19).

İki yıllık birleşik analiz sonuçlarına göre, *Nigella sativa*'da RC502 ve RC536+RC210+RC16, *Nigella damascena* genotipinde ise RC502 dışındaki uygulamaların tamamı kontrole kıyasla tohum verimini artırmış ve artış oranları istatistiksel bakımdan önemli bulunmuştur.

Bitki tane veriminin çörek otu türlerinde uygulamalara göre değişimlerini görsel olarak değerlendirmek amacıyla oluşturulan grafikler Şekil 7 de verilmiştir. 2020 yılında; *Nigella sativa* Çameli çeşidi ve *Nigella damascena* türüne ait genotipte kimyasal gübre, Çiftlik Gübresi, BMusaVita, BMusaGreen, RC512, RC536, RC481, RC512+RC07+RC58, RC481+RC210+RC32+RC502 ve RC536+RC542+RC65+RC502 uygulamaları genel ortalama seviyesinde ya da üzerinde bitki tane verimine sahip olmuştur. 2021 yılında *Nigella sativa* ve *Nigella damascena* çörek otu türlerinde kimyasal gübre, çiftlik gübresi, IAA, BMusaVita, BMusaGreen, RC512, RC210, RC512+RC17, RC512+RC07+RC58 ve dörtlü bakteri formülasyonları genel ortalamadan daha yüksek bitki tane verimine sahip olmuştur (Şekil 7).

Çalışmamızda genel olarak *Nigella damascena* genotipinin bitki tohum verimi değişim aralığı 1,72-2,53 g/bitki olurken, *Nigella sativa* türünün değişim aralığı ise 1,40 - 2,06 g/bitki olmuştur. Bitki tohum verimi literatürde yaygın incelenen bir özellik değildir. Ancak yakın zamanda çörek otunda bitki tane veriminin ele alındığı Mengistu vd. (2021) tarafından yürütülmüş araştırmada, tek bitki tane verimleri 2,29 -2,68 g/bitki arasında değişmiştir. Söz konusu değişim aralığının alt sınırı bizim bulgularımızdan yüksek olsa da üst sınırı bulgularımıza yakındır.

4.1. 6. Bin Tane Ağırlığı

Bakteri aşılama, hormon ve gübre uygulamalarının *Nigella sativa* (Çameli çeşidi) ve *Nigella damascena* genotipi bin tane ağırlığının yıllara göre ve birleşik varyans analiz sonuçları Tablo 20'de, yıllara bağlı olarak türlerin uygulamalara göre bin tane ağırlığı ortalamaları ile Duncan testi ortalama grupları ise Tablo 21'de verilmiştir. Tablo 20'de görüldüğü gibi bin tane ağırlığı bakımından her iki türde uygulamalar 2020 yılında $p \leq 0,05$ ihtimal düzeyinde önemli iken, hem birleşik hemde yetiştirme sezonlarının ayrı analizinde diğer varyasyon kaynakları (*Nigella sativa* türünde birleşik analizde yıl etkisi hariç) istatistiksel olarak $p \leq 0,01$ ihtimal düzeyinde önemli tespit edilmiştir.

Tablo 20

Bakteri aşılama, gübre ve hormon uygulamalarının *Nigella sativa* ve *Nigella damascena* çörek otu bitkilerinde bin tane ağırlığı değerlerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	Kareler Ortalamaları					
		<i>Nigella sativa</i>			<i>Nigella damascena</i>		
		2020	2021	Birleşik	2020	2021	Birleşik
Yıl (Y)	1			0,020öd			2,159**
Uygulama	18	0,096*	0,156**	0,159**	0,0943*	0,1267**	0,125**
Blok	2-4	0,014	0,0002	0,007	0,0090	0,0048	0,007
U x Y	18			0,093**			0,096**
Hata	36-72	0,044	0,0040	0,024	0,053	0,006	0,029

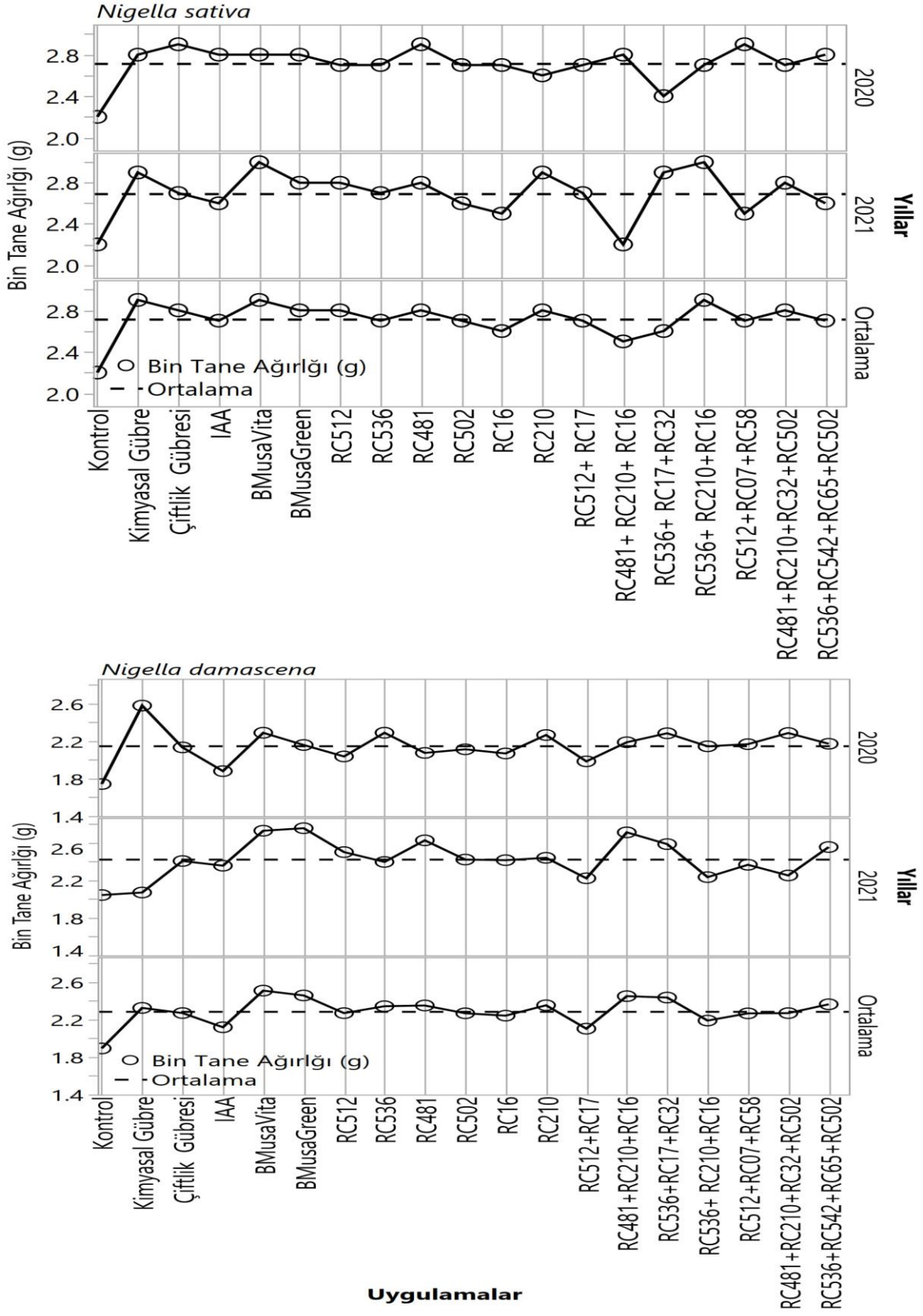
SD: Serbestlik derecesi, öd: önemli değil, *: $p \leq 0,05$, **: $p \leq 0,01$

Tablo 21

Bakteri aşılama, hormon ve gübre uygulamalarının *Nigella sativa* ve *Nigella damascena* bitkilerinde bin tane ağırlığı (g) üzerine etkisi

Uygulamalar	<i>Nigella sativa</i>			<i>Nigella damascena</i>		
	2020*	2021	Ortalama	2020	2021	Ortalama
Kontrol	2,2 c	2,2 h	2,2 c	1,7 c	2,0 k	1,9 d
Kimyasal gübre	2,8 ab	2,9 ab	2,9 a	2,6 a	2,1 jk	2,3 abc
Çiftlik gübresi	2,9 a	2,7 def	2,8 a	2,1 abc	2,4 d-h	2,3 abc
IAA	2,8 ab	2,6 fg	2,7 ab	1,9 bc	2,4 d-h	2,1 dc
BMusaVita	2,8 ab	3,0 a	2,9 a	2,3 ab	2,7 ab	2,5 a
BMusaGreen	2,8 ab	2,8 b-e	2,8 a	2,2 abc	2,8 a	2,5 a
RC512	2,7 ab	2,8 b-e	2,8 a	2,0 bc	2,5 c-f	2,3 abc
RC536	2,7 ab	2,7 def	2,7 ab	2,3 ab	2,4 d-h	2,3 abc
RC481	2,9 a	2,8 b-e	2,8 a	2,1 abc	2,6 a-d	2,3 abc
RC502	2,7 ab	2,6 fg	2,7 ab	2,1 abc	2,4 d-h	2,3 abc
RC16	2,7 ab	2,5 g	2,6 ab	2,1 abc	2,4 d-h	2,2 bc
RC210	2,6 ab	2,9 ab	2,8 a	2,3 ab	2,4 d-h	2,4 ab
RC512+RC17	2,7 ab	2,7 def	2,7 ab	2,0 bc	2,2 hij	2,1 dc
RC481+RC210+RC16	2,8 ab	2,2 h	2,5 b	2,2 abc	2,7 ab	2,4 ab
RC536+RC17+RC32	2,4 bc	2,9 ab	2,6 ab	2,3 ab	2,6 a-d	2,4 ab
RC536+RC210+RC16	2,7 ab	3,0 a	2,9 a	2,1 abc	2,2 hij	2,2 bc
RC512+RC07+RC58	2,9 a	2,5 fg	2,7 ab	2,2 abc	2,4 d-h	2,3 abc
RC481+RC210+RC32+RC502	2,7 ab	2,8 b-e	2,8 a	2,3 ab	2,3 ghı	2,3 abc
RC536+RC542+RC65+RC502	2,8 ab	2,6 fg	2,7 ab	2,2 abc	2,6 a-d	2,4 ab
Ortalama**	2,7	2,7	2,7	2,2 B	2,4A	2,3

**Nigella sativa* ve *Nigella damascena* türlerinde aynı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar kendi grubunda Duncan testine göre 2020 yılında $p \leq 0,05$ düzeyinde, 2021 ve birleşik değerlerde ise $p \leq 0,01$ düzeyinde önemli değildir.



Şekil 8 Bakteri aşılama, hormon ve gübre uygulamalarının *Nigella sativa* ve *Nigella damascena* bitkilerinde bin tane ağırlığı (g) üzerine etkisi

2020 yılında Çameli çeşidinin bin tane ağırlığı ortalaması 2,7 g olarak belirlenmiştir. Uygulamalara bağlı olarak birinci deneme yılında bu çeşidin bin tane ağırlığı 2,9 g ile 2,2 g arasında değişim göstermiştir. En düşük bin tane ağırlığı 2,2 g ile kontrol uygulamasında belirlenirken, bunu 2,4 g ile RC536+RC17+RC32 üçlü formülasyon ve 2,6 g ile RC210 uygulaması takip etmiştir. Geriye kalan uygulamaların bin tane ağırlığı 2,7 g ile 2,9 g arasında değişim göstermiş, çiftlik gübresi, RC481 ve RC512+RC07+RC58 uygulamaları birinci ortalama grubunu oluştururken, geriye kalan uygulamaların tamamı Duncan testine göre birinci ortalama grubunu oluşturmuştur (Tablo 21).

2021 yılında Çameli çeşidinin bin tane ağırlığı ortalaması 2,7 g olurken, en düşük bin tane ağırlığı 2,2 g ile RC481+RC210+RC16 üçlü formülasyonda, en yüksek bin tane ağırlığı ise 3,0 g ile RC536+RC210+RC16 üçlü formülasyon ve BMusaVita uygulamasında belirlenmiştir (Tablo 21).

2020 yılında *Nigella damascena* türünün bin tane ağırlığı ortalaması 2,2 g olarak tespit edilmiştir. Bu türün uygulamalara bağlı olarak bin tane ağırlığı 2,6 g ile 1,7 g arasında değişim göstermiştir. En yüksek bin tane ağırlığı kimyasal gübre uygulamasında, en düşük bin tane ağırlığı ise kontrol uygulamasında belirlenmiştir (Tablo 21).

2021 yılında *Nigella damascena* türünün en yüksek bin tane ağırlığı BMusaGreen uygulamasından 2,8 g olarak, en düşük bin tane ağırlığı ise kontrol uygulamasında 2,0 g olarak tespit edilmiştir. Yıllar ortalamasında da en yüksek bin tane ağırlığı 2,5 g ile BMusaGreen ve BMusaVita uygulamalarından, en düşük bin tane ağırlığı ise kontrol uygulamasından 1,9 g olarak belirlenmiştir (Tablo 21).

Bin tane ağırlığının çörek otu türlerinde uygulamalara göre değişimlerini görsel olarak değerlendirmek amacıyla oluşturulan grafikler Şekil 8 de verilmiştir. 2020 yılında; *Nigella sativa* ve *Nigella damascena* türünde kimyasal gübre, çiftlik gübresi, BMusaVita, BMusaGreen, RC536, RC210, RC481+RC210+RC16, RC536+RC210+RC16, RC512+RC07+RC58 ve dörtlü bakteri uygulamaları genel ortalama seviyesinde ya da üzerinde bin tane ağırlığına sahip olmuştur. 2021 yılında *Nigella sativa* türünde kimyasal gübre, çiftlik gübresi, BMusaVita, BMusaGreen, RC512, RC536, RC481, RC210, RC512+RC17, RC536+RC17+RC32, RC536+RC210+RC16 ve RC481+RC210+RC32+RC502 formülasyonları, *Nigella damascena* da ise BMusaVita, BMusaGreen, RC512, RC536, RC481, RC502, RC16, RC210, RC481+RC210+RC16,

RC536+RC17+RC32 ve RC536+RC542+RC65+RC502 formülasyonları genel ortalamadan daha yüksek bin tane ağırlığına sahip olmuştur (Şekil 8).

Bu çalışmada bin tane ağırlığı *Nigella sativa* türünde 2,2 g-3,0 g arasında, *Nigella damascena* türünde ise 1,7-2,8 g arasında değişim göstermiştir. Bin tane ağırlığı, çörek otu ile yürütülen araştırmalarda en çok incelenen bitkisel özelliklerden birisi olmuştur. Çalışmamızdaki değerlere benzer olarak çörek otunda bin tane ağırlığının D'antuono vd. (2002) 2,8-3,1 g; Kalçın (2003) 1,59-2,06 g; Özel vd. (2009) 2,07-2,40 g; Ghamarnia vd. (2010) 2,2-2,4 g; Akgören (2011) 1,21-2,62 g; Arslan vd. (2011) 1,97-2,01 g; Kulan vd. (2012) 2,22-2,69 g; Taqi (2013) (2,57-2,78 g; Tavas vd. (2014) 2,34-2,73 g; Baytöre ve Yaver (2014) 1,97-2,30 g; Tektaş (2015) 2,40-2,90 g; Ertaş (2016) 2,47-2,67 g, Mehmood vd. (2018) 1,55-2,84 g; Kamçı (2019) 2,12-2,76 g; Keser ve Gedik (2021) 2,18-3,46 g; Day vd. (2022) 2,35-2,88 g; Mani vd. (2022) 2,68-3,02 arasında değişim gösterdiğini ve ortalamasının ise 2,7 g (Bozdemir vd., 2022) olduğunu bildirmişlerdir.

4.1.7. Tohum Verimi

Bakteri aşılama, hormon ve gübre uygulamalarının Çameli çeşidinin tohum veriminin yıllara göre ve birleşik varyans analiz sonuçları Tablo 22'de uygulamalara ait veriler ise Tablo 23'te verilmiştir. Tablo 23'te gösterildiği üzere *Nigella sativa* (Çameli çeşiti) da tohum verimi bakımından hem iki yetiştirme sezonunda hem de birleşik varyans analizinde uygulamaların ve yılların etkisinin istatistiki bakımdan çok önemli ($p \leq 0,01$) olduğu belirlenmiştir.

Tablo 22

Bakteri aşılama, gübre ve hormon uygulamalarının *Nigella sativa* (Çameli çeşidi) ve *Nigella damascena* bitkilerinde tane verimi değerlerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	Kareler Ortalamaları					
		<i>Nigella sativa</i>			<i>Nigella damascena</i>		
		2020	2021	Birleşik	2020	2021	Birleşik
Yıl (Y)	1			18133,7**			142,45öd
Uygulama	18	246,93**	171,48**	393,31**	267,90**	247,07**	470,59**
Blok	2-4	109,52	5,99	57,76	16,16	70,22	43,19
U x Y	18			25,12**			44,39**
Hata	36-72	47,57	55,69	51,64	46,71	35,94	41,33

SD: Serbestlik derecesi, öd: önemli değil, **: $p \leq 0,01$

Birinci yetiştirme sezonunda Çameli çeşidinde uygulamalara bağlı olarak tane verimi 104,7 kg/da ile 141,4 kg/da arasında değişim göstermiştir. Araştırmanın ilk yılında Çameli çörek otu çeşidinin en yüksek tohum verimi (141,4 kg/da) dördtlü (RC481+RC210+RC32+RC502) bakteri formülasyonu aşılmasıyla ölçülmüş, bunu sırasıyla çiftlik gübresi (139,1 kg/da), üçlü bakteri formülasyonu (RC512+RC07+RC58) dördtlü formülasyon (RC536+RC542+RC65+RC502) ve ticari mikrobiyal BMusaVita (137,8 kg/da) aşılama izlemiştir. Birinci yıl sonuçlarına göre, kontrolle aynı gruba giren üçlü RC536+RC210+RC16 formülasyonu dışındaki bütün ikili, üçlü ve dördtlü bakteri aşılama, kimyasal ve çiftlik gübresi uygulamaları ve ticari mikrobiyal gübre aşılama aynı gruba girmiştir (Tablo 23).

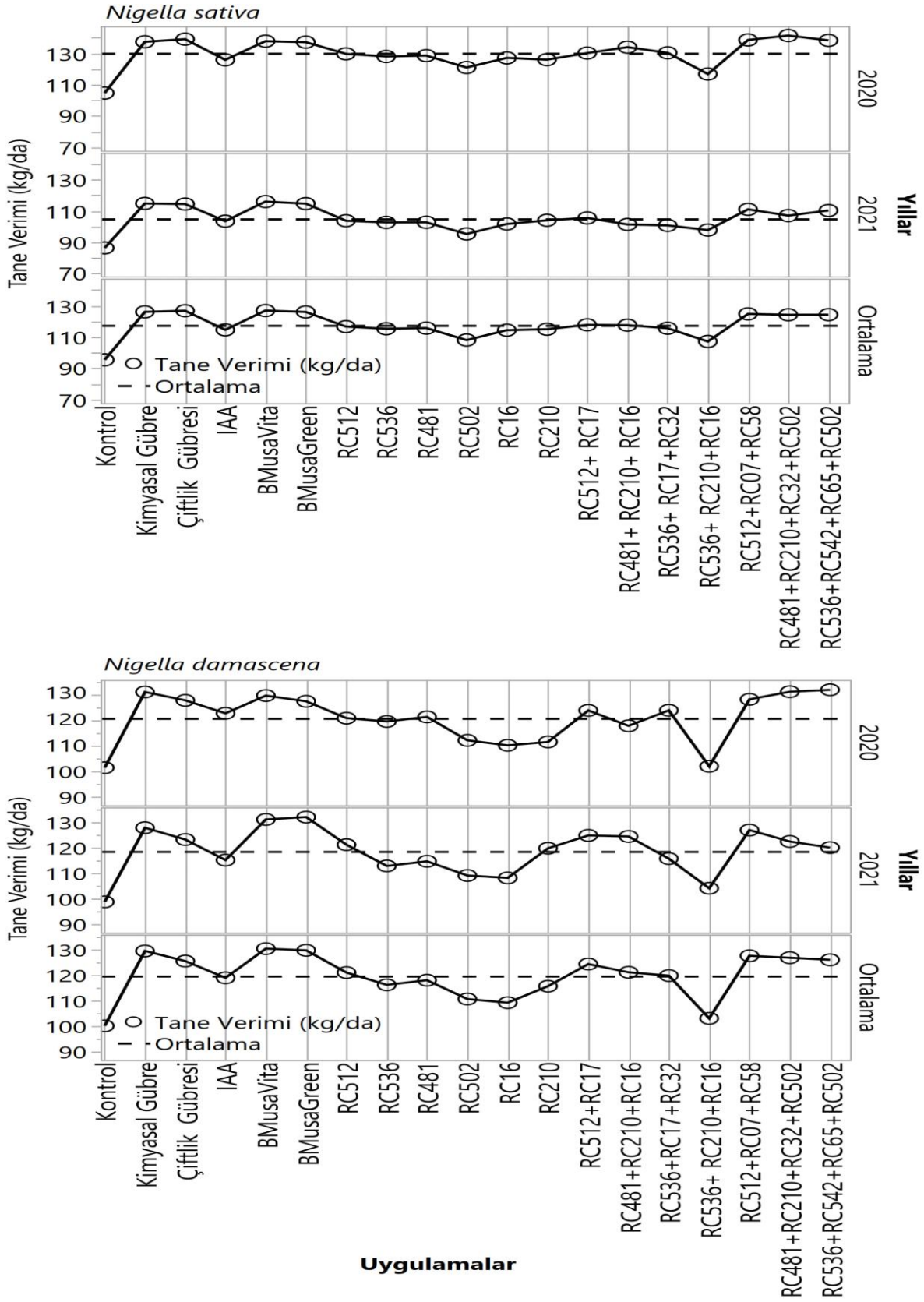
Tablo 23

Bakteri aşılama, hormon ve gübre uygulamalarının *Nigella sativa* ve *Nigella damascena* bitkilerinde tohum verimi (kg/da) üzerine etkisi

Uygulamalar*	<i>Nigella sativa</i> **			<i>Nigella damascena</i>		
	2020	2021	Ortalama	2020	2021	Ortalama
Kontrol	104,7 d	86,2 c	95,5 c	101,5 e	98,9 g	100,2 g
Kimyasal gübre	137,4 ab	114,8 ab	126,1 a	131,2 a-d	128,0 abc	129,6 a
Çiftlik gübresi	139,1 ab	114,4 ab	126,8 a	127,9 a-d	123,3 a-e	125,6 abc
IAA	125,9 abc	103,4 abc	114,6 ab	122,9 a-d	115,3 c-e	119,1 a-e
BMusaVita	137,8 ab	116,0 a	126,9 a	129,8 ab	131,2 ab	130,5 a
BMusaGreen	137,2 ab	114,7 ab	126,0 a	127,6 a-d	132,2 a	129,9 a
RC512	129,7 abc	103,7 abc	116,7 ab	121,0 a-d	121,3 a-e	121,2 a-d
RC536	128,0 abc	102,6 abc	115,3 ab	119,7 a-d	113,0 c-e	116,3 b-e
RC481	128,6 abc	102,7 abc	115,7 ab	121,5 a-d	114,8 c-e	118,1 b-e
RC502	121,0 bc	95,2 c	108,1 b	112,3 b-e	109,2 d-g	110,7 def
RC16	127,1 abc	101,6 abc	114,4 ab	110,3 de	108,3 efg	109,3 efg
RC210	126,0 abc	104 abc	115 ab	111,7 cde	119,9 a-e	115,8 cde
RC512+RC17	130,2 abc	105,5 abc	117,8 ab	124,0 a-d	125,0 abc	124,5 abc
RC481+RC210+RC16	134,0 ab	101,3 abc	117,6 ab	118,0 a-e	124,6 a-d	121,3 a-d
RC536+RC17+RC32	130,4 abc	100,7 abc	115,6 ab	124,1 a-d	115,9 b-e	120,0 a-e
RC536+RC210+RC16	116,8 dc	97,7 abc	107,2 b	102,1 e	104,2 fg	103,2 fg
RC512+RC07+RC58	138,6 ab	111,0 ab	124,8 a	128,4 abc	127,1 abc	127,7 ab
RC481+RC210+RC32+RC502	141,4 a	107 ab	124,2 a	131,4 a	122,6 a-e	127,0 abc
RC536+RC542+RC65+RC502	138,3 ab	110,3 ab	124,3 a	132,1 a	120,2 a-e	126,1 abc
Ortalama	130,1 A	104,5 B	117,4	120,9	118,7	119,8

*Kontrol: Bakteri ve gübre uygulanmamış, kimyasal gübre: (24 kg/da amonyum nitrat ve 8 kg/da potasyum sülfat); RC512: *Pseudomonas fluorescens*, RC536: *Pseudomonas fluorescens*, RC481: *Pseudomonas fluorescens*, RC502: *Bacillus licheniformis*, RC16: *Bacillus megaterium*, RC32: *Bacillus megaterium*, RC07: *Bacillus megaterium*, RC210: *Bacillus subtilis*, RC17: *Bacillus subtilis*, RC542: *Bacillus atrophaeus* ve RC65: *Bacillus coagulans*, RC58: *Pantoea agglomerans*

**Aynı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar kendi grubunda Duncan testine göre önemli ($p \leq 0,01$) değildir.



Şekil 9 Bakteri aşılımları, hormon ve gübre uygulamalarının *Nigella sativa* ve *Nigella damascena* bitkilerinde tane verimi (kg/da) üzerine etkisi

Denemenin ikinci yılında Çameli çeşidinin tohum verimi 86,2 kg/da ile 116,0 kg/da arasında değişim göstermiştir. Denemenin ilk yılının aksine olarak ikinci yılda tohum verimi bütün uygulamalarda düşük bulunurken, tekli RC512 ve RC210 dışındaki diğer tekli bakteri aşılama ile üçlü RC512+RC07+RC58 dışındaki üçlü bakteri formülasyonlarında ortaya çıkan tohum verimi farklılıkları istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır ve bu uygulamalar kontrolle aynı gruba girmiştir. Araştırmanın ikinci yılında da ilk yıl sonuçlarına benzer olarak tohum verimi bakımından kontrol uygulamasına yakın en düşük tohum verimi tekli *Bacillus licheniformis* RC502 ve üçlü (RC536+RC210+RC16) bakteri aşılama ile elde edilmiştir. En yüksek Çameli çörek otu çeşidi tohum verimi, araştırmanın ikinci yılında BMusaVita aşılmasıyla (116,0 kg/da) elde edilmiş bunu mineral kimyasal gübre: (114,8 kg/da), BMusaGreen (114,7 kg/da), çiftlik gübresi (114,4 kg/da), üçlü RC512+RC07+RC58 (111,0 kg/da) ve dördü (107-110 kg/da) bakteri formülasyonları aşılama ile izlemiştir (Tablo 23).

Nigella sativa türünün Çameli çeşitinde yürütülen iki yıllık verilerin birleşik analiz sonuçlarına göre test edilen bütün uygulamalar kontrole kıyasla tohum verimini artırmıştır ve artış oranları istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($P \leq 0,01$). Bu çeşidin iki yıl birleşik tane verimi ortalamalarında en yüksek tane verimleri çiftlik gübresi ve BMusaVita uygulamalarından (126,9 kg/da) elde edilmiş bunu sırası ile kimyasal gübre ve BMusaGreen biyolojik gübresi (126,0 kg/da), üçlü formül (*P. fluorescens* RC512 + *B. megaterium* RC07 + *P. agglomerans* RC58) ve dördü bakteri formülü aşılama ile sırasıyla 124,8 ve 124,3 kg/da olarak takip etmiştir (Tablo 23, Şekil 9).

Gübre ve bakteri uygulanmamış kontrole kıyasla *Nigella sativa* çörek otu Çameli çeşidinin tohum verimi değerleri, kimyasal gübre, çiftlik gübresi, IAA hormon uygulamaları, ticari mikrobiyal gübreler, tekli, ikili, üçlü, dördü bakteri formülasyonu aşılama ile sırasıyla %32,1, %32,8, %20,1, %32,0-32,9, %13,3-22,3, %23,4, %12,3-30,8 ve %30,1-30,2 oranında artmıştır (Tablo 24)

Bakteri aşılama, hormon ve gübre uygulamalarının *Nigella damascena* türüne ait genotipin tohum verimi değerlerine ait yıllara göre ve birleşik varyans analiz sonuçları ile uygulamalara ait veriler Tablo 22 ve Tablo 23'te verilmiştir. Tablo 23'te gösterildiği üzere *Nigella damascena* türüne ait genotipin her iki araştırma yılında ve birleşik varyans analizinde tohum verimi bakımından uygulamaların etkisinin istatistiksel bakımdan çok

önemli ($p \leq 0,01$) olduğu belirlenmiştir. Ancak *Nigella sativa* türünün aksine olarak *Nigella damascena* türünün tohum verimi üzerine yılların etkisinin önemsiz olduğu belirlenmiştir.

Tablo 24

Kontrole göre bakteri aşılama, hormon ve gübre uygulamalarının *Nigella sativa* ve *Nigella damascena* bitkilerinde tohum veriminin oransal değişimleri (%)

Uygulamalar*	<i>Nigella sativa</i>		<i>Nigella damascena</i>	
	Tohum verimi (kg/da)	% Artış	Tohum verimi (kg/da)	% Artış
Kontrol	95,5	-	100,21	-
Kimyasal gübre	126,1	32	129,6	29
Çiftlik gübresi	126,8	33	125,6	25
IAA	114,6	20	119,1	19
BMusaVita	126,9	33	130,5	30
BMusaGreen	126,0	32	129,9	30
RC512	116,7	22	121,2	21
RC536	115,3	21	116,3	16
RC481	115,7	21	118,1	18
RC502	108,1	13	110,7	11
RC16	114,4	20	109,3	9
RC210	115,0	20	115,8	16
RC512+RC17	117,8	23	124,5	24
RC481+RC210+RC16	117,6	23	121,3	21
RC536+RC17+RC32	115,6	21	120,0	20
RC536+RC210+RC16	107,2	12	103,2	3
RC512+RC07+RC58	124,8	31	127,7	27
RC481+RC210+RC32+RC502	124,2	30	127,0	27
RC536+RC542+RC65+RC502	124,3	30	126,1	26

* Her uygulamanın kontrole göre farkı alınarak uygulamanın rakamsal değerine bölünmüştür.

Araştırmanın ilk yılında *Nigella damascena* türüne ait genotipin tane verimi 101,5 kg/da ile 132,1 kg/da, ikinci yılda ise 98,9 ile 132,2 kg/da arasında değişim göstermiştir. Araştırmanın birinci ve ikinci yılında tekli RC502, RC16 ve üçlü RC536+RC210+RC16 ve birinci yılda tekli RC210 aşılama dışında test edilen diğer bütün uygulamalar kontrole kıyasla *Nigella damascena* genotipinde tane verimini artırmıştır ve artış oranları istatistiksel olarak çok önemli ($p \leq 0,01$) bulunmuştur. En yüksek tohum verimi *Nigella damascena* türüne ait genotipde araştırmanın birinci yılında dörtlü bakteri formülasyonları aşılması (131,4-132,1 kg/da), kimyasal gübre uygulaması (131,2 kg/da), ticari mikrobiyal gübre aşılama (129,8-127,6 kg/da), üçlü RC512+RC07+RC58 bakteri formülasyonu (128,4 kg/da) ve çiftlik gübresi uygulamasından (127,9 kg/da); ikinci yılda ise ticari mikrobiyal gübre aşılama (131,2-132,2 kg/da), kimyasal gübre uygulaması (128,0 kg/da) ve üçlü RC512+RC07+RC58 bakteri formülasyonu (127,1 kg/da) aşılamaından elde edilmiştir (Tablo 23).

İkinci üretim sezonunda *Nigella damascena* türüne ait genotipin tane verimi 98,9 kg/da ile 132,2 kg/da arasında değişim göstermiştir. En düşük tane verimleri kontrol (gübresiz), üçlü formülasyon RC16+RC210+RC536, tekli formülasyonlardan (RC16 ve RC502) sırasıyla 98,9, 104,2, 108,3 ve 109,2 kg/da olarak belirlenmiştir. En yüksek tane verimleri BMusaGreen, BMusaVita, kimyasal gübre ile RC512+RC07+RC58 üçlü formülasyonundan sırasıyla 132,2, 131,2, 128,0 ve 127,1 kg/da olarak belirlenmiştir. Duncan testi sonucuna göre bu değerlerden ilk ikisi birinci ortalama grubunu diğer ikisi ise ikinci ortalama grubunu oluşturmuştur. Bu genotipin iki yetiştirme sezonu ortalamalarına göre en yüksek tane verimleri BMusaVita, BMusaGreen, kimyasal gübre, RC512+RC07+RC58 ve RC32+RC210+RC502+RC481 formülasyonlarından sırasıyla 130,5, 129,9, 129,6, 127,7 ve 127,0 kg/da olarak elde edilmiştir (Tablo 23).

Nigella damascena türüne ait genotipte iki yıllık verilerin birleşik analiz sonuçlarına göre, tekli RC16 ve üçlü RC536+RC210+RC16 bakteri aşılması dışında, test edilen bütün uygulamalar kontrole kıyasla tohum verimini artırmıştır ve artış oranları istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($P \leq 0,01$). Bu genotipte iki yıllık birleşik tane verimi ortalamalarında en yüksek tane verimleri ticari mikrobiyal gübre aşılamaından (129,9-130,5 kg/da) ve kimyasal gübre uygulamasından (129,6 kg/da) elde edilmiş bunu sırası ile üçlü bakteri formülasyonu (*P. fluorescens* RC512 +*B. megaterium* RC07 + *P. agglomerans* RC58)

aşılması (127,7 kg/da), dördtlü bakteri formülleri (126,1-127,0 kg/da) ve çiftlik gübresi uygulaması (125,6 kg/da) izlemiştir (Tablo 23).

Kontrolle kıyasla *Nigella damascena* türüne ait genotipin tohum verimi değerleri, kimyasal gübre, çiftlik gübresi, IAA hormon uygulamaları, ticari mikrobiyal gübreler, tekli, ikili, üçlü, dördtlü bakteri formülasyonu aşlamalar ile sırasıyla %29,3, %25,4, %18,8, %29,6-30,3, %9,1-20,9, %24,3, %2,9-27,4 ve %25,9-26,7 oranında artmıştır (Tablo 24).

Tane veriminin çörek otu türlerinde uygulamalara göre değişimlerini görsel olarak değerlendirmek amacıyla oluşturulan grafikler Şekil 9 da verilmiştir. 2020 yılında; *Nigella sativa* ve *Nigella damascena* türünde kimyasal gübre, çiftlik gübresi, BMusaVita, BMusaGreen, RC512, RC481, ikili RC512+RC17, üçlü RC536+RC17+RC32 ve RC512+RC07+RC58 ile dördtlü bakteri formülasyonları uygulamaları genel ortalama seviyesinde ya da üzerinde tane verimine sahip olmuştur. 2021 yılında *Nigella sativa* ve *Nigella damascena* türünde kimyasal gübre, çiftlik gübresi, BMusaVita, BMusaGreen, RC512, RC210, RC512+RC17, RC512+RC07+RC58 ve dördtlü bakteri formülasyonları genel ortalamadan daha yüksek tane verimine sahip olmuştur (Şekil 9).

Tohumu çörek otunun temel yetiştirilme nedenidir. Dünyanın farklı coğrafyalarında ve özellikle orta doğu ve bazı uzak doğu ülkelerinde çörek otu yetiştiriciliği ile ilgili çok sayıda araştırma yapılmıştır. Ancak bu araştırmaların çok azında bitki gelişimini teşvik edici bakteri kullanılmıştır. Bu nedenle az sayıda araştırmaların sonucu ile tane verimi sonucumuz karşılaştırılmıştır. Bu araştırmalardan birinde çörek otunda mikorizal mantar (*Glomus etunicatum*), simbiyotik olmayan N₂ sabitleyici bakteriler (*Bacillus circulans* ve Halex:*Azotobacter*, *Azospirillum* ve *Klebsiella* kombinasyonu) ile farklı oranlarda mineral N, P ve K gübresi kullanılmış, araştırma sonucunda yaygın yetiştiricilikte uygulanan NPK gübre dozunun %75'inde karışık kombinasyon (Halex, *G. etunicatum* ve *B. circulans*) uygulamasında tohum veriminin (127,2 kg/da) aşılammış uygulamalara göre (122,8 kg/da) daha yüksek olduğu bildirilmiştir (Abou El-Goud vd., 2015). Bu araştırmada elde edilen tane verimi değerleri sonuçlarımıza benzemektedir. Bosh vd. (2019) tarafından bitki büyümesini teşvik eden rizobakterilerin su eksikliği stresi altında çörek otu verim ve verim bileşenleri üzerindeki etkisini belirlemek amacıyla yürütülen çalışmada ise faktör olarak üç sulama seviyesi (100, 75 ve 50 mevcut su ihtiyacı) ve yedi bakteri uygulaması (kontrol, *Bacillus* sp. suşu A, *Bacillus amyloliquefaciens*, *Bacillus* sp. suşu B, *Azotobacter chroococcum*, *Pseudomonas putida* ve *Azospirillum lipoferum*) kullanılmış, araştırma

sonuçlarına göre *B. amyloliquefaciens* uygulamasında yüksek biyolojik verim ve tane verimi elde edildiği, su stresi ile bakteri etkileşiminin dal sayısı ve bitki boyu dışında tüm özellikler üzerinde önemli olduğu; *B. amyloliquefaciens* x % 100 su seviyesi kombinasyonunun kontrol uygulamasına göre tane verimini %35,2 oranında artırdığı ve sonuç olarak bakteri kullanımının tüm su stres seviyelerinde stresin etkilerini azalttığı bildirilmiştir.

Her iki türün tane verimi ortalaması birlikte değerlendirildiğinde tane verimi 104,5 - 130,1 kg/da arasında değişim göstermiştir. Çörek otunda farklı amaçlarla yürütülen denemelerde tane veriminin Ertuğrul (1986) 27,3 kg/da, Özel ve Demirbilek (2000) 35,86-43,95 kg/da, Özel vd. (2001) 33,67-41,67 kg/da, Kalçın (2003), 68,39-77,01 kg/da, Kulan vd. (2012) 67,66-90,33 kg/da, Baytöre ve Yaver (2014), 28,4-43,5 kg/da, Tavas vd. (2014) (55,77-68,91 kg/da, Tektaş (2015) 71,9-118,8 kg/da, Ertaş (2016) 30,1-53,8 kg/da arasında değiştiği bildirilmiştir. Bu değerler çalışmamızda belirlenen tane verimlerinden oldukça düşüktür. Ülkemizde çörek otu çoğunlukla yağışa dayalı olarak, yazlık ürün olarak yetiştirilmektedir. Yukarıdaki çalışmalarının tamamına yakınında çörek otu yazlık ürün olarak denemeye alınmış, sulama işlemi de yapılmamıştır. Çalışmamızda ekimin sonbaharda yapılarak sulama yapılmış olması tane veriminin yüksek olmasının en önemli nedeni olarak değerlendirilebilir.

Yukarıdaki çalışmalardan farklı olarak bazı çalışmalarda tespit edilen tane verimi değerleri ise çalışmamızda tespit edilen değerlere benzer olmuştur. Bu çalışmalardan birisi Khan vd. (2022b) tarafından yürütülmüş, araştırmacılar ortalama tane verimi 94 - 127 kg/da olarak belirlemişlerdir. Bir diğer çalışmada ise çörek otunda tane veriminin 82,9-127,0 kg/da arasında değiştiği bildirilmiştir (Taqi, 2013). Bazı araştırmalarda ise tespit edilen tane verimi değişim aralıkları bizim değerlerimizden yüksek olmuştur. Bu çalışmalarda tane verimi Özel vd. (2009) 140,6-248,2 kg/da, Akgören (2011) 90,5-188,3 kg/da, Mani vd. (2022) 93,03 - 219,48 kg/da arasında değişim göstermiştir.

4.2. Ham Protein Oranı Yağ (Sabit ve Uçucu) Verim Özellikleri

4.2.1. Ham Protein Oranı

Bakteri aşılama, hormon ve gübre uygulamalarının *Nigella sativa* (Çameli çeşidi) ve *Nigella damascena* genotipi ham protein oranının yıllara göre ve birleşik varyans analiz sonuçları Tablo 25'te verilmiştir. Tablo 25'te görüldüğü gibi *Nigella sativa* ve *Nigella*

damascena türlerinde ham protein oranı bakımından hem iki yetiştirme sezonunda hem de birleşik varyans analizinde uygulamaların ve yılların etkisi (*Nigella damascena* genotipi hariç) ile uygulama x yıl interaksiyonlarının istatistikî bakımından çok önemli ($p \leq 0,01$) olduğu belirlenmiştir.

Tablo 25

Bakteri aşılama, gübre ve hormon uygulamalarının *Nigella sativa* ve *Nigella damascena* çörek otu bitkilerinde ham protein oranlarına ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	Kareler Ortalamaları					
		<i>Nigella sativa</i>			<i>Nigella damascena</i>		
		2020	2021	Birleşik	2020	2021	Birleşik
Yıl (Y)	1			24,246**			0,01556d
Uygulama	18	30,438**	0,801**	15,780**	20,643**	1,361**	8,556**
Blok	2-4	1,717	6,974	4,345	1,943	1,641	1,7924
U x Y	18			15,459**			13,4476**
Hata	36-72	0,852	0,018	1,459**	0,4295	0,0433	0,2364

SD: Serbestlik derecesi, **: $p \leq 0,01$

Deneme yıllarına göre *Nigella sativa* da ham protein oranının bakteri aşılama, hormon ve gübre uygulamalarına bağlı olarak değişimleri Tablo 26 da verilmiştir.

Araştırmanın ilk yılında *Nigella sativa* da ortalama ham protein oranı %21,93 olarak belirlenmiştir. Bu üretim sezonunda ham protein oranı %16,1-28,6 arasında değişim göstermiştir. En yüksek ham protein oranı üçlü kombinasyon olan RC536+RC210+RC16 uygulamasından elde edilirken, bunu tekli RC536 (%25,9), ikili RC512+RC17 (%24,7) ve üçlü RC536+RC17+RC32 (%24,2) bakteri uygulamaları takip etmiştir. Yukarıda ham protein oranı verilen uygulamalar Duncan testine göre ilk üç sıradaki ortalama grubunu oluşturmuştur. En düşük ham protein oranı (%16,1) elde edilen kontrol uygulamasını %17,2 ile RC16 tekli formülasyon ve %17,8 ile BMusaGreen ticari formülasyon takip etmiştir (Tablo 26).

2021 yılında *Nigella sativa* türünün ham protein oranı 19,7-%21,7 arasında değişmiştir. En yüksek ham protein oranı RC481+RC210+RC16 uygulamasında belirlenirken, bunu sırası ile RC536 (%21,6) ve IAA hormon uygulaması (%21,6) izlemiştir. Bu üretim sezonunda en düşük ham protein oranı sırasıyla RC512 (%19,7) ve kontrol (%20,4) uygulamasında belirlenmiştir (Tablo 26).

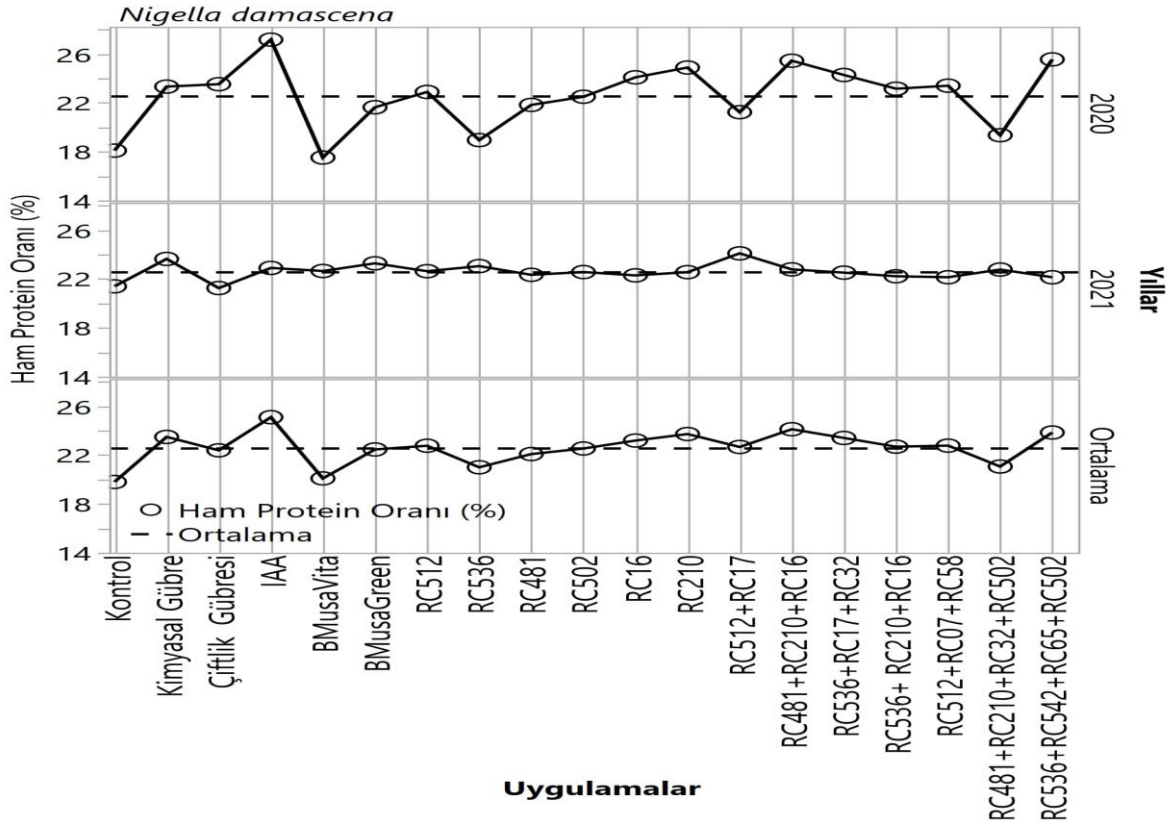
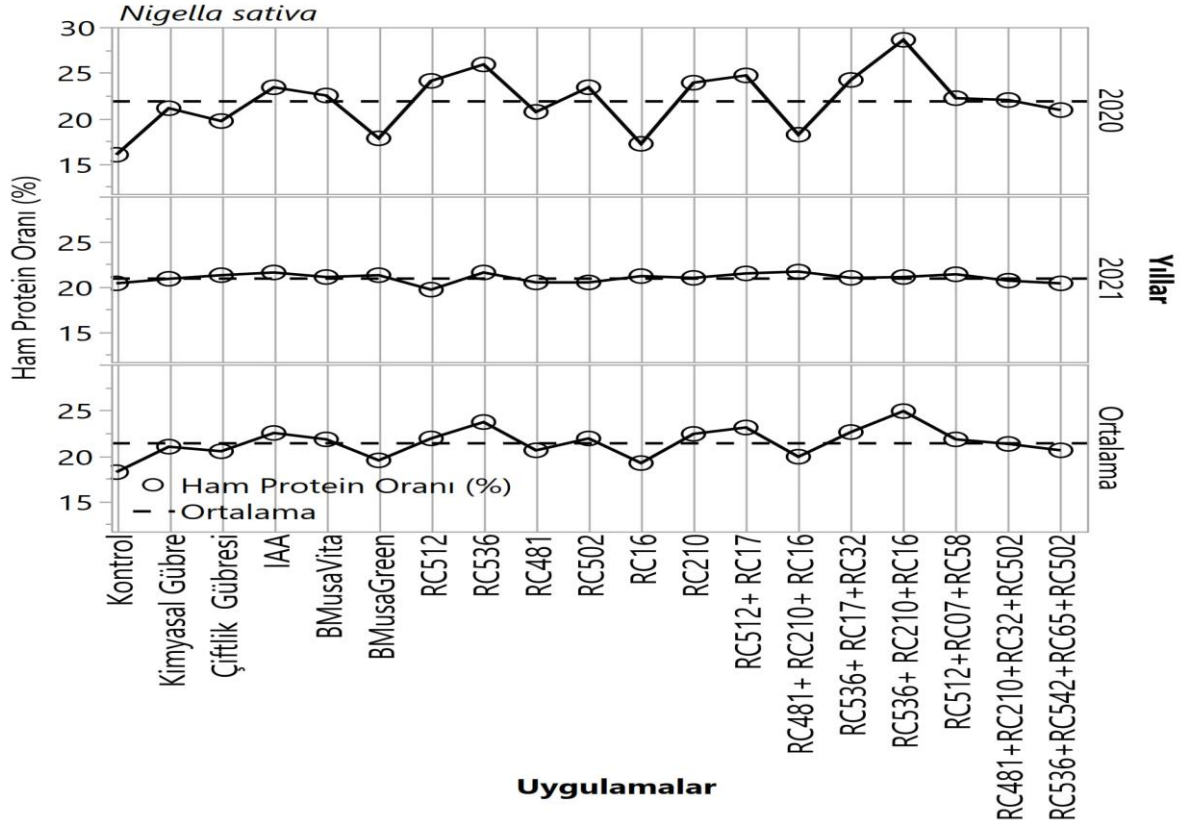
Nigella sativa da deneme yılları ortalaması olarak ham protein oranı %21,44 olarak belirlenmiştir. Deneme yılları ortalamasında en yüksek ham protein oranı üçlü kombinasyon olan RC536+RC210+RC16 (%24,9) aşılmasında belirlenmiş, bunu RC536 tekli bakteri uygulaması (%23,7), ikili formülasyon olan RC512+RC17 uygulaması (%23,1) ve üçlü formülasyon olan RC536+RC17+RC32 (%22,6) bakteri aşılama takibi etmiştir. Yıllar ortalaması olarak en düşük ham protein oranı kontrol, RC16 ve BMusaGreen uygulamalarından sırasıyla %18,2, 19,2 ve 19,5 olarak ölçülmüştür (Tablo 26).

Tablo 26

Bakteri aşılama, hormon ve gübre uygulamalarının *Nigella sativa* ve *Nigella damascena* bitkilerinde ham protein oranına (%) etkisi

Uygulamalar	<i>Nigella sativa</i>			<i>Nigella damascena</i>		
	2020*	2021	Ortalama	2020	2021	Ortalama
Kontrol	16,1 ı	20,4 h	18,2 j	18,1 ı-j	21,4 h	19,8 ı
Kimyasal gübre	21,1 ef	20,9 fg	21,0 efg	23,3 c-f	23,6 ab	23,5 a-d
Çiftlik gübresi	19,7 fg	21,3 a-d	20,5 fgh	23,5 cde	21,3 h	22,4 ef
IAA	23,4 cd	21,6 a	22,5 cd	27,2 a	22,9 cde	25,1 a
BMusaVita	22,5 cde	21,1 c-f	21,8 de	17,5 j	22,7 d-g	20,1 h
BMusaGreen	17,8 ghi	21,3 b-e	19,5 hı	21,6 gh	23,3 bc	22,5 ef
RC512	24,1 bcd	19,7 ı	21,9 de	22, 9 d-g	22,6 d-g	22,8 def
RC536	25,9 b	21,6 ab	23,7 b	18,9 ij	23,1 cd	21,0 g
RC481	20,7 ef	20,5 h	20,6 fg	21,8 fgh	22,3 fg	22,1 f
RC502	23,4 cd	20,5 h	21,9 de	22,5 e-h	22,6 d-g	22,5 ef
RC16	17,2 hı	21,2 cde	19,2 ı	24,1 b-e	22,3 fg	23,2 cde
RC210	23,9 bcd	21,0 def	22,4 cd	24, 9 bc	22,6 d-g	23,7 abc
RC512+RC17	24,7 bc	21,5 abc	23,1 bc	21,2 h	24,1 a	22,7 def
RC481+RC210+RC16	18,2 gh	21,7 a	19,9 ghi	25, 5 b	22,8 def	24,1 ab
RC536+RC17+RC32	24,2 bcd	21,0 efg	22,6 cd	24,3 bcd	22,5 efg	23,4 bcd
RC536+RC210+RC16	28,6 a	21,1 def	24,9 a	23,2 d-g	22,2 g	22,7 def
RC512+RC07+RC58	22,2 de	21,4 abc	21,8 de	23,4 c-f	22,1 g	22,8 def
RC481+RC210+RC32+RC502	22,0 de	20,7 gh	21,3 ef	19,4 ı	22,8 def	21,1 g
RC536+RC542+RC65+RC502	20,9 ef	20,40 h	20,6 fg	25,6 b	22,1 g	23,9 abc
Ortalama	21,93 A	20,94 B	21,44	22,57	22,60	22,58

*Aynı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar kendi grubunda Duncan testine göre önemli ($p \leq 0,01$) değildir.



Şekil 10 Bakteri aşılama, hormon ve gübre uygulamalarının *Nigella sativa* ve *Nigella damascena* bitkilerinde ham protein oranı (%) üzerine etkisi

Nigella damascena da 2020 yılında ham protein oranı %27,2-%17,5 arasında değişim göstermiştir. En yüksek ham protein oranı IAA hormon uygulamasında belirlenirken, bunu aynı gruba giren RC536+RC542+RC65+RC502 dörtlü formülasyon (%25,6) uygulaması ve üçlü RC481+RC210+RC16 (%25,5) bakteri aşılması izlemiştir (Tablo 26).

2021 yılında *Nigella damascena* da tespit edilen ortalama ham protein oranı %22,6 olmuştur. Söz konusu üretim yılında en yüksek ham protein oranına %24,1 ile RC512+RC17 uygulaması sahip olurken, bunu %23,6 ile ticari kimyasal gübre uygulaması ve %23,3 ile BMusaGreen takip etmiştir. En düşük ham protein oranları ise çiftlik gübresinden %21,3, kontrol uygulamasından ise %21,4 olarak tespit edilmiştir. Deneme yılları ortalaması olarak *Nigella damascena* da en yüksek ham protein oranı IAA (%25,1) hormon uygulamasında elde edilirken, bunu sırası ile RC481+RC210+RC16 (%24,1), dörtlü RC536+RC542+RC65+RC502 (%23,9) ve RC210 (%23,7) tekli formülasyon takip etmiştir. Deneme yılları ortalaması olarak en düşük ham protein oranı %19,8 ile kontrol, %20,1 ile BMusaVita ve %20,5 ile kontrol uygulamasından elde edilmiştir (Tablo 26).

İki yıllık birleşik analiz sonuçlarına göre, *Nigella sativa*'da BMusaGreen, RC16 ve RC481+RC210+RC32 uygulamaları dışındaki, *Nigella damascena* genotipinde ise BMusaVita, RC536, RC481+RC210+RC32+RC502 dışındaki uygulamaların tamamı kontrole kıyasla ham protein oranını artırmış ve artış oranları istatistiki bakımdan önemli bulunmuştur.

Ham protein oranının çörek otu türlerinde uygulamalara göre değişimlerini görsel olarak değerlendirmek amacıyla oluşturulan grafikler Şekil 10 da verilmiştir. 2020 yılında; *Nigella sativa* Çameli çeşidi ve *Nigella damascena* türüne ait genotipte çiftlik gübresi, IAA, RC512, RC16, RC210 tekli formülasyonları ile RC481+RC210+RC16, RC536+RC17+RC32 ve RC536+RC210+RC16 üçlü formülasyonları ham protein oranı bakımından genel ortalamanın üzerinde değerlere sahip olmuştur.

2021 yılında ise her iki türde tespit edilen ham protein oranlarındaki değişim birinci yıldaki kadar farklılık göstermemiştir. Kontrol dahil uygulamaların çoğunluğu ortalama değere yakın ham protein oranına sahip olmuştur (Şekil 10).

Çalışmamızda genel olarak *Nigella damascena* genotipinin ham protein oranı değişim aralığı (%27,2-17,5), *Nigella sativa* türünün değişim aralığına %28,6 -16,1) kısmen benzer olmuştur. Ancak, *Nigella sativa* türünün ham protein oranları *Nigella damascena* dan kısmen yüksek olmuştur.

Elde ettiğimiz sonuçlara benzer şekilde *Nigella sativa* da ham protein oranını Salem (2001) %20-27 arasında değiştiğini, Taqi (2013) %23,47-33,60 arasında değiştiğini, Atta (2003) ortalama %20,8 olduğunu, Bayhan (2019) %21,63-22,57 arasında değiştiğini, Khoddami vd. (2011) ortalama %20,2 olduğunu tespit etmişlerdir. Sonuçlarımızdan farklı şekilde başka bir araştırmada ise ham protein oranı ortalaması %15,6 olarak tespit edilmiştir (Mansour vd., 2013). Sonuçlarımıza benzer şekilde bir araştırmada *Nigella damascena* türünde ham protein oranı ortalaması %21,79 olarak belirlenmiştir (Alu'datt vd., 2016).

4.2.2. Sabit Yağ Oranı

Bakteri aşılama, hormon ve gübre uygulamalarının *Nigella sativa* (Çameli çeşidi) ve *Nigella damascena* genotipi sabit yağ oranlarının yıllara göre ve birleşik varyans analiz sonuçları Tablo 27’de verilmiştir. Tablo 27’de görüldüğü gibi *Nigella sativa* ve *Nigella damascena* türlerinde sabit yağ oranı bakımından hem iki yetiştirme sezonunda hem de birleşik varyans analizinde, uygulamaların ve yılların etkisi ile uygulama x yıl interaksiyonlarının istatistikî bakımdan çok önemli ($p \leq 0,01$) olduğu belirlenmiştir.

Tablo 27

Bakteri aşılama, gübre ve hormon uygulamalarının *Nigella sativa* ve *Nigella damascena* çörek otu bitkilerinde sabit yağ oranına ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	Kareler Ortalamaları					
		<i>Nigella sativa</i>			<i>Nigella damascena</i>		
		2020	2021	Birleşik	2020	2021	Birleşik
Yıl (Y)	1			38,513**			6,5266**
Uygulama	18	29,38**	41,541**	45,061**	42,078**	27,081**	40,1986**
Blok	2-4	10,38	0,464	5,422	0,990	0,431	0,7110
U x Y	18			25,868**			28,9615**
Hata	36-72	0,802	0,907	0,854	0,768	0,536	0,6525

SD: Serbestlik derecesi, **: $p \leq 0,01$

Deneme yıllarına bağlı olarak türlerin uygulamalara göre sabit yağ oranları ortalamaları ile Duncan testi ortalama grupları Tablo 28’de verilmiştir. 2020 yılında Çameli çeşidinin sabit yağ oranı ortalaması %26,69 olarak belirlenmiştir. Uygulamalara bağlı olarak birinci deneme yılında bu çeşidin sabit yağ oranı %19,38 ile %32,29 arasında değişim göstermiştir. En düşük sabit yağ oranı RC210 uygulamasında belirlenirken, bunu %22,11 ile

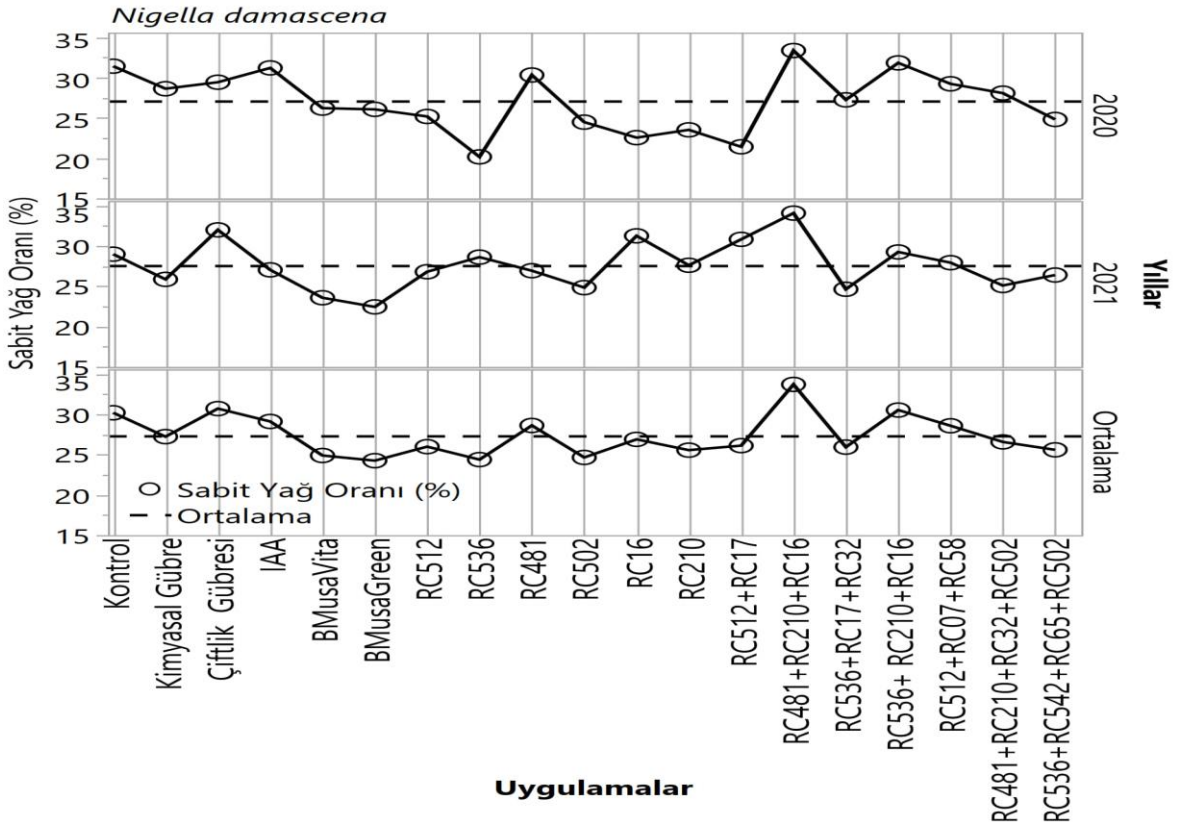
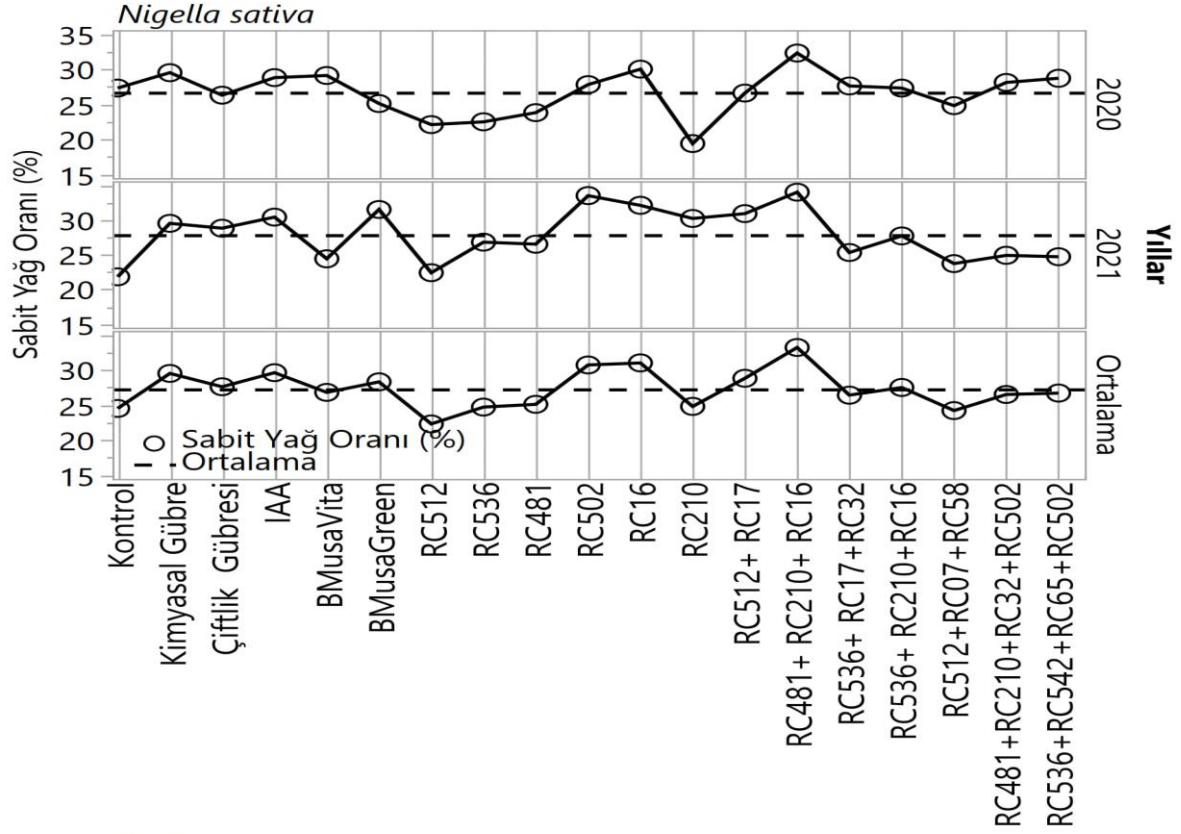
RC512 ve %22,51 ile RC536 uygulaması takip etmiştir. En yüksek sabit yağ oranına sahip olan (%32,29) RC481+RC210+RC16 üçlü formülasyonunu, RC16 (%30,00) ve kimyasal gübre (%29,49) ticari gübre uygulamaları takip etmiştir (Tablo 27).

Tablo 28

Bakteri aşılama, hormon ve gübre uygulamalarının *Nigella sativa* ve *Nigella damascena* bitkilerinde sabit yağ oranı (%) üzerine etkisi

Uygulamalar	<i>Nigella sativa</i>			<i>Nigella damascena</i>		
	2020*	2021	Ortalama	2020	2021	Ortalama
Kontrol	27,26 cde	21,83 m	24,54 h	31,42 abc	28,98 d	30,2 bc
Kimyasal gübre	29,49 bc	29,46 def	29,47 cd	28,62 efg	25,86 gh ₁	27,24 e
Çiftlik gübresi	26,32 ef	28,83 efg	27,58 ef	29,43 c-f	32,00 b	30,72 b
IAA	28,82 bcd	30,37 cde	29,6 bcd	31,21 bcd	27,03 efg	29,12 cd
BMusaVita	29,14 bc	24,43 jlk	26,78 f	26,21 hij	23,57 jk	24,89 gh ₁
BMusaGreen	25,1 fg	31,52 bcd	28,31 de	26,06 hij	22,44 k	24,25 ı
RC512	22,11 h	22,44 lm	22,27 ı	25,18 ijk	26,8 fgh	25,99 e-h
RC536	22,51 h	26,82 gh ₁	24,66 h	20,16 n	28,62 de	24,39 ı
RC481	23,77 gh	26,53 hij	25,15 gh	30,32 b-e	26,93 efg	28,63 d
RC502	27,85 b-e	33,48 ab	30,66 bc	24,47 jkl	24,83 ij	24,65 h ₁
RC16	30,00 b	32,1 abc	31,05 b	22,54 lm	31,26 b	26,9 ef
RC210	19,38 ı	30,18 cde	24,78 h	23,51 kl	27,61 d-g	25,56 f-ı
RC512+RC17	26,57 def	30,95 cde	28,76 de	21,41 mn	30,83 bc	26,12 efg
RC481+RC210+RC16	32,29 a	34,03 a	33,16 a	33,36 a	34,08 a	33,72 a
RC536+RC17+RC32	27,56 cde	25,32 ijk	26,44 g	27,24 gh ₁	24,63 ij	25,94 e-h
RC536+RC210+RC16	27,34 cde	27,7 fgh	27,52 ef	31,83 ab	29,26 cd	30,54 b
RC512+RC07+RC58	24,78 fg	23,68 klm	24,23 h	29,23 d-g	27,93 def	28,58 d
RC481+RC210+RC32+RC502	28,09 b-e	24,88 ijk	26,49 fg	28,07 fgh	25,1 hij	26,59 ef
RC536+RC542+RC65+RC502	28,73 bcd	24,65 ı-k	26,69 f	24,80 jk	26,4 f-ı	25,6 f-ı
Ortalama	26,69 B	27,85 A	27,27	27,11 B	27,59A	27,35

*Aynı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar kendi grubunda Duncan testine göre önemli ($p \leq 0,01$) değildir.



Şekil 11 Bakteri aşılama, hormon ve gübre uygulamalarının *Nigella sativa* ve *Nigella damascena* bitkilerinde sabit yağ oranı (%) üzerine etkisi

2021 yılında Çameli çeşidinin sabit yağ oranı ortalaması %27,85 olurken, en düşük ham yağ oranı %21,83 ile kontrol uygulamasında, en yüksek ham yağ oranı ise %34,03 ile RC481+RC210+RC16 üçlü formülasyon ve RC502 (%33,48) uygulamasında belirlenmiştir.

2020 yılında *Nigella damascena* türünün sabit yağ oranı ortalaması %27,11 olarak tespit edilmiştir. Bu türün uygulamalara bağlı olarak sabit yağ oranı %20,16 ile %33,36 arasında değişim göstermiştir. En yüksek sabit yağ oranı RC481+RC210+RC16 uygulamasında, en düşük sabit yağ oranı ise RC536 tekli formülasyon uygulamasında belirlenmiştir (Tablo 28).

2021 yılında *Nigella damascena* türünün en yüksek sabit yağ oranı RC481+RC210+RC16 uygulamasından %34,08 olarak, en düşük sabit yağ oranı ise BMusaGreen uygulamasında %22,44 olarak tespit edilmiştir. Yıllar ortalamasında da en yüksek sabit yağ oranı 2021 yılında olduğu gibi RC481+RC210+RC16 üçlü formülasyondan, en düşük sabit yağ oranı ise BMusaGreen ticari formülasyondan elde edilmiştir (Tablo 28).

Sabit yağ oranının çörek otu türlerinde uygulamalara göre değişimlerini görsel olarak değerlendirmek amacıyla oluşturulan grafikler Şekil 11 de verilmiştir. 2020 yılında; *Nigella sativa* ve *Nigella damascena* türünde kontrol, kimyasal gübre, çiftlik gübresi, IAA, RC481+RC210+RC16, RC536+RC17+RC32 ve RC536+RC210+RC16 uygulamaları genel ortalama seviyesinde ya da üzerinde sabit yağ oranına sahip olmuştur.

2021 yılında *Nigella sativa* türünde kimyasal gübre, çiftlik gübresi, IAA, BMusaGreen, RC502, RC16, RC210, RC512+RC17, RC481+RC210+RC16 ve RC536+RC210+RC16 formülasyonları, *Nigella damascena* da ise kontrol, çiftlik gübresi, IAA, RC512, RC536, RC48, RC16, RC210, RC512+RC17, RC481+RC210+RC16, RC536+RC210+RC16 ve RC512+RC07+RC58 formülasyonları genel ortalamadan daha yüksek sabit yağ oranına sahip olmuştur (Şekil 11).

Bu çalışmada sabit yağ oranı *Nigella sativa* türünde %19,38- %34,03 arasında, *Nigella damascena* türünde ise %20,16- %34,08 arasında değişim göstermiştir. Çalışmamızdaki değerlere benzer olarak çörek otunda sabit yağ oranının Kalçın (2003) %28,08-%34,29; Akgören (2011) %19,51-%26,34; Taqi (2013) %18,78- %41,08; Turan (2014) %39,41-39,67; Tektaş (2015) %27,90-41,20; Ertaş (2016) %37,5; Beyzi (2018) %30,90; Bayhan (2019) %21,75-29,74 arasında değişim gösterdiğini bildirmişlerdir. Sonuçlarımızdan farklı şekilde bir araştırmada tespit edilen sabit yağ oranları %36,1-41,6

arasında yer almıştır (Ürüşan, 2016). *Nigella damascena* türünün materyal olarak kullanıldığı bir araştırmada sonuçlarımıza benzer şekilde ham yağ oranı ortalaması %34,27 olarak belirlenmiştir (Alu'datt vd., 2016).

4.2. 3. Sabit Yağ Verimi

Bakteri aşılama, hormon ve gübre uygulamalarının *Nigella sativa* (Çameli çeşidi) ve *Nigella damascena* genotipi sabit yağ veriminin yıllara göre ve birleşik varyans analiz sonuçları Tablo 29'da verilmiştir. Tablo 29'da görüldüğü gibi *Nigella sativa* ve *Nigella damascena* türlerinde sabit yağ verimi bakımından hem iki yetiştirme sezonunda hem de birleşik varyans analizinde, uygulamaların ve yılların etkisi (*Nigella damascena* hariç) ile uygulama x yıl interaksiyonlarının istatistiksel bakımından çok önemli ($p \leq 0,01$) olduğu belirlenmiştir.

Tablo 29

Bakteri aşılama, gübre ve hormon uygulamalarının *Nigella sativa* ve *Nigella damascena* çörek otu bitkilerinde sabit yağ verimine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	Kareler Ortalamaları					
		<i>Nigella sativa</i>			<i>Nigella damascena</i>		
		2020	2021	Birleşik	2020	2021	Birleşik
Yıl (Y)	1			1052,11**			0,216öd
Uygulama	18	88,87**	67,18**	109,42**	86,341**	55,563**	85,153**
Blok	2-4	38,78	1,99	20,39	0,444	2,253	1,349
U x Y	18			46,64**			56,751**
Hata	36-72	5,90	5,42	0,85	6,631	3,730	5,181

SD: Serbestlik derecesi, öd: önemli değil, **: $p \leq 0,01$

Deneme yıllarına bağlı olarak türlerin uygulamalara göre sabit yağ verimi ortalamaları ile Duncan testi ortalama grupları Tablo 30'da verilmiştir. 2020 yılında Çameli çeşidinin sabit yağ verimi ortalaması 38,07 L/da olarak belirlenmiştir. Uygulamalara bağlı olarak birinci deneme yılında bu çeşidin sabit yağ verimi 26,78 L/da ile 47,26 L/da arasında değişim göstermiştir. En düşük sabit yağ verimi 26,78 L/da ile RC210 uygulamasında belirlenirken, bunu 31,27 L/da ile kontrol, 31,43 L/da ile RC512 uygulaması takip etmiştir. En yüksek sabit yağ verimi RC481+RC210+RC16, kimyasal gübre ve BMusaVita uygulamalarından sırasıyla 47,26 L/da, 44,42 L/da ve 43,99 L/da olarak tespit edilmiştir (Tablo 30). Araştırmanın birinci yılında *Nigella sativa* sabit yağ verimi,

RC481+RC210+RC16, kimyasal gübre, hayvan gübresi ve ticari mikrobiyal gübre uygulamaları ile sırası ile %33,8, 29,6, 22,1 ve 17,1-28,9 oranında artmıştır.

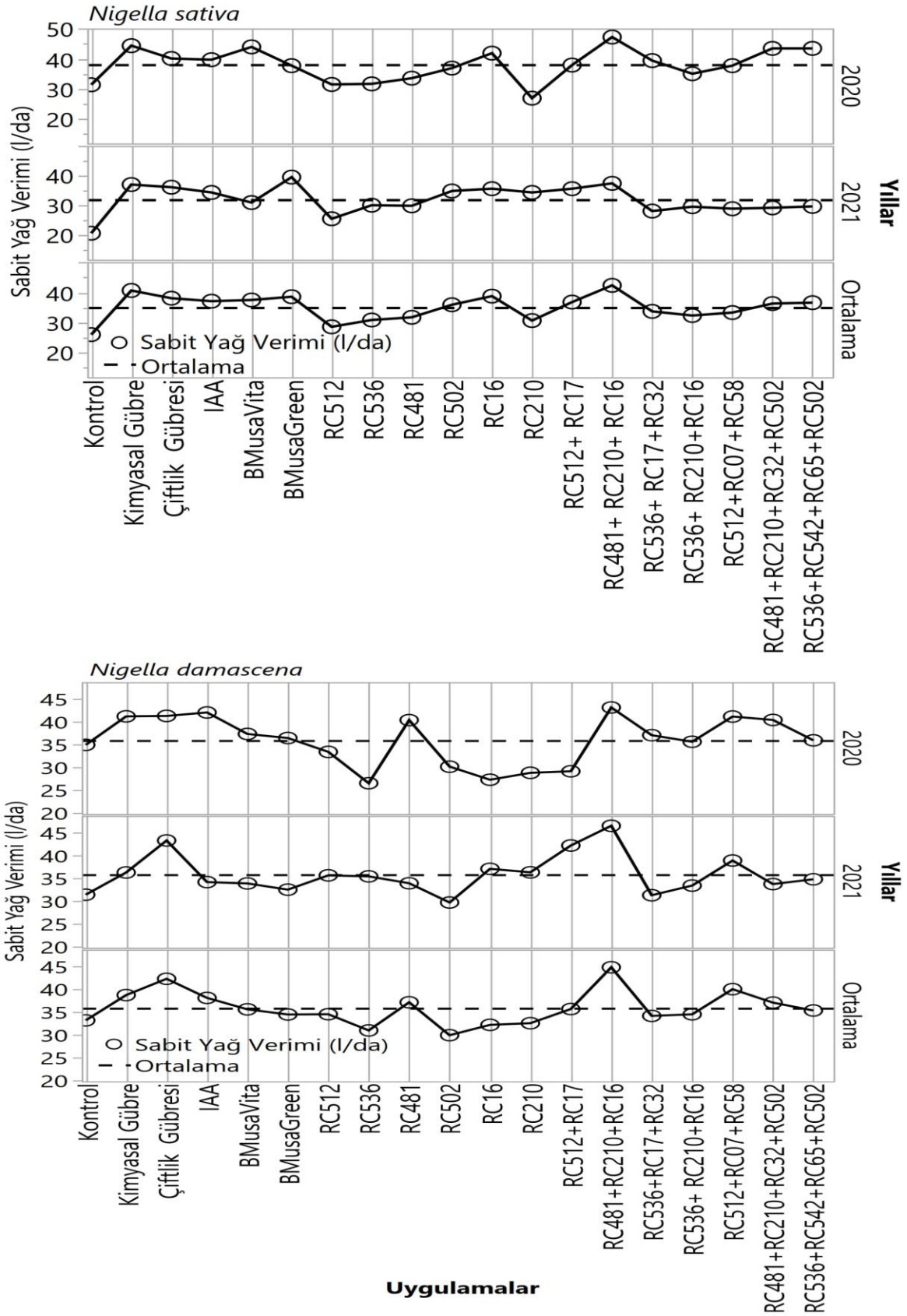
Tablo 30

Bakteri aşılımları, hormon ve gübre uygulamalarının *Nigella sativa* ve *Nigella damascena* bitkilerinde sabit yağ verimi (L/da) üzerine etkisi

Uygulamalar	<i>Nigella sativa</i>			<i>Nigella damascena</i>		
	2020*	2021	Ortalama	2020	2021	Ortalama
Kontrol	31,27 h ₁	20,61 g	25,94 ı	34,90 c-f	31,37 efg	33,14 f-ı
Kimyasal gübre	44,42 ab	37,05 a	40,73 ab	41,15 abc	36,24 c-f	38,7 bcd
Çiftlik gübresi	40,12 b-e	36,15 ab	38,14 bc	41,26 abc	43,27 ab	42,27 ab
IAA	39,72 b-e	34,41 a-e	37,07 b-e	42,01 ab	34,14 c-g	38,08 cde
BMusaVita	43,99 abc	31,02 b	37,51 bcd	37,3 a-d	33,84 d-g	35,57 d-g
BMusaGreen	37,71 d-g	39,58 a	38,65 abc	36,41 b-e	32,48 d-g	34,44 f-g
RC512	31,43 h ₁	25,54 fg	28,48 h ₁	33,36 d-g	35,62 c-f	34,49 f-g
RC536	31,59 h ₁	30,09 c-e	30,84 gh	26,48 h	35,4 c-f	30,94 h ₁
RC481	33,52 gh	29,86 def	31,69 gh	40,35 abc	33,88 d-g	37,11 c-f
RC502	36,87 e-h	34,92 a-d	35,89 c-f	30,11 e-h	29,66 g	29,89 ı
RC16	41,89 a-e	35,72 abc	38,81 abc	27,25 gh	37,06 cd	32,15 gh ₁
RC210	26,78 ı	34,37 a-e	30,58 gh	28,76 fgh	36,28 cde	32,52 gh ₁
RC512+RC17	37,89 c-e	35,71 abc	36,8 b-e	29,09 fgh	42,18 ab	35,64 d-g
RC481+RC210+RC16	47,26 a	37,52 a	42,39 a	43,10 a	46,50 a	44,8 a
RC536+RC17+RC32	39,35 b-g	28,11 f	33,73 d-g	37,02 a-d	31,25 fg	34,14 f-g
RC536+RC210+RC16	34,99 f	29,59 def	32,29 e-h	35,58 b-e	33,37 d-g	34,48 f-g
RC512+RC07+RC58	37,66 d-g	28,86 ef	33,26 efg	41,12 abc	38,88 bc	40 bc
RC481+RC210+RC32+RC502	43,48 a-d	29,18 def	36,33 cde	40,38 abc	33,71 d-g	37,04 c-f
RC536+RC542+RC65+RC502	43,49 a-d	29,67 def	36,58 cde	35,89 b-e	34,75 c-f	35,32 d-g
Ortalama	38,07 A	32,00 B	35,04	35,87	35,78	35,83

*Aynı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar kendi grubunda Duncan testine göre önemli ($p \leq 0,01$) değildir.

2021 yılında Çameli çeşidinin sabit yağ verimi ortalaması 32,00 L/da olurken, en düşük sabit yağ verimi 20,61 L/da ile kontrol uygulamasında, en yüksek sabit yağ verimleri ise 39,60 L/da ile BMusaGreen ve 37,50 L/da ile RC481+RC210+RC16 uygulamasında belirlenmiştir. (Tablo 30). 2020 yılında *Nigella damascena* türünün sabit yağ verimi ortalaması 35,87 L/da olarak tespit edilmiştir. Bu türün uygulamalara bağlı olarak sabit yağ verimi 26,48 L/da ile 43,10 L/da arasında değişim göstermiştir. En yüksek sabit yağ verimi RC481+RC210+RC16 uygulamasında, en düşük sabit yağ verimi ise RC536 uygulamasında belirlenmiştir (Tablo 30).



Şekil 12 Bakteri aşılama, hormon ve gübre uygulamalarının *Nigella sativa* ve *Nigella damascena* bitkilerinde sabit yağ verimi (L/da) üzerine etkisi

2021 yılında *Nigella damascena* türünün en yüksek sabit yağ verimi RC481+RC210+RC16 uygulamasından 46,50 L/da olarak, en düşük sabit yağ verimi ise RC502 uygulamasında 29,66 L/da olarak tespit edilmiştir. Yıllar ortalamasında da en yüksek iki sabit yağ verimleri 44,8 L/da ile RC481+RC210+RC16 ve 42,27 L/da ile çiftlik gübresi uygulamalarında, en düşük sabit yağ verimleri ise RC502 (29,89 L/da) ve RC536 (30,94 L/da) uygulamalarında belirlenmiştir (Tablo 30).

Sabit yağ verimlerinin çörek otu türlerinde uygulamalara göre değişimlerini görsel olarak değerlendirmek amacıyla oluşturulan grafikler Şekil 12 de verilmiştir. 2020 yılında her iki çörek otu türünde kimyasal gübre, çiftlik gübresi, IAA, BMusaVita, RC536+RC17+RC32, RC481+RC210+RC16 ve dörtlü bakteri uygulamaları genel ortalamadan yüksek sabit yağ verimi vermiştir. Buna ilave olarak 2020 yılında RC16 uygulaması *Nigella sativa* da, RC512+RC07+RC58, BMusaGreen ve RC481 uygulamaları ise *Nigella damascena* türünde ortalamadan yüksek sabit yağ verimlerine sahip olmuştur. 2021 yılında her iki çörek otu türünde çiftlik gübresi, RC16, RC210 ve kimyasal gübre, RC481+RC210+RC16, RC512+RC17, RC512+RC07+RC58 uygulamaları genel ortalamanın üzerinde sabit yağ verimine sahip olmuştur (Şekil 12). İki yıllık ortalamalara göre, kimyasal gübre, çiftlik gübresi ve üçlü RC481+RC210+RC16 bakteri kombinasyonu sabit yağ verimini sırası ile *Nigella sativa* türünde %36,3, 31,9 ve 38,8, *Nigella damascena* türünde ise %14,4, 21,6 ve 26,0 oranlarında artırmıştır.

Çalışmamızda sabit yağ verimi *Nigella sativa* türünde 26,78 L/da-47,26 L/da arasında, *Nigella damascena* türünde ise 26,48-46,50 L/da arasında değişim göstermiştir. Çalışmamızdaki değerlere benzer olarak, çörek otunda sabit yağ veriminin Kılıç (2016) 34,81 L/da; Koşar ve Özel (2018) 15,14-43,59 kg/da arasında; Bayhan (2019) 28,28 kg/da; Kamçı (2019) 6,12-48,94 kg/da arasında; Kızılyıldırım (2019) %32,09-49,13 kg/da arasında; Saraç (2019) %32,09-49,13 kg/da arasında değişim gösterdiği bildirilmiştir.

4.2. 4. Uçucu Yağ Oranı

Bakteri aşılama, hormon ve gübre uygulamalarının *Nigella sativa* (Çameli çeşidi) ve *Nigella damascena* genotipi uçucu yağ oranlarının yıllara göre ve birleşik varyans analiz sonuçları Tablo 31'de verilmiştir. Tablo 31'de görüldüğü gibi *Nigella sativa* ve *Nigella damascena* türlerinde uçucu yağ oranı bakımından hem iki yetiştirme sezonunda hem de

birleşik varyans analizinde, uygulamaların ve yılların etkisi ile uygulama x yıl interaksiyonlarının istatistikî bakımından çok önemli ($p \leq 0,01$) olduğu belirlenmiştir.

Tablo 31

Bakteri aşılama ları, gübre ve hormon uygulamalarının *Nigella sativa* ve *Nigella damascena* çörek otu bitkilerinde uçucu yağ oranına ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	Kareler Ortalamaları					
		<i>Nigella sativa</i>			<i>Nigella damascena</i>		
		2020	2021	Birleşik	2020	2021	Birleşik
Yıl (Y)	1			0,2033**			0,49171**
Uygulama	18	0,019**	0,0151**	0,0176**	0,01075**	0,0114**	0,01346**
Blok	2-4	0,0008	0,00097	0,00092	0,00021	0,0013	0,00079
U x Y	18			0,0169**			0,00872**
Hata	36-72	0,00094	0,00030	0,00062	0,00020	0,00024	0,000223

SD: Serbestlik derecesi, **: $p \leq 0,01$

Deneme yıllarına bağılı olarak türlerin uygulamalara göre uçucu yağ oranı ortalamaları ile Duncan testi ortalama grupları Tablo 32’de verilmiştir. 2020 yılında Çameli çeşidinin uçucu yağ oranı ortalaması %0,65 olarak belirlenmiştir. Uygulamalara bağılı olarak birinci deneme yılında bu çeşidin uçucu yağ oranı %0,81 ile 0,52 arasında değışim göstermiştir. En düşük uçucu yağ oranı %0,52 ile RC481+RC210+RC16 üçlü formülasyon uygulamasında belirlenirken, bunu %0,56 ile kimyasal gübre ve %0,57 ile RC536 tekli formülasyon uygulaması izlemiştir. En yüksek uçucu yağ oranları ise %0,81 ile RC481 tekli fomülasyonunda tespit edilmişken, bu uygulamayı %0,78 ile çiftlik gübresi ve %0,75 ile BMusaGreen ticari formülasyonu izlemiştir (Tablo 32).

2021 yılında Çameli çeşidinin uçucu yağ oranı ortalaması %0,74 olurken, en düşük uçucu yağ oranı %0,59 ile RC210, en yüksek uçucu yağ oranı ise %0,83 ile RC481 ve üçlü formülasyon RC481+RC210+RC16 uygulamasında belirlenmiştir (Tablo 32).

2020 yılında *Nigella damascena* türünün uçucu yağ oranı ortalaması %0,42 olarak tespit edilmiştir. Bu türün uygulamalara bağılı olarak uçucu yağ oranı %0,52 ile %0,29 arasında değışim göstermiştir. En yüksek uçucu yağ oranı RC210 uygulamasında, en düşük uçucu yağ oranı ise %0,29 ile kontrol uygulamasında belirlenmiştir (Tablo 32).

2021 yılında *Nigella damascena* türünün en yüksek uçucu yağ oranı RC481 uygulamasından %0,65 olarak, en düşük uçucu yağ oranı ise RC536+RC210+RC16 uygulamasında %0,40 olarak tespit edilmiştir.

Tablo 32

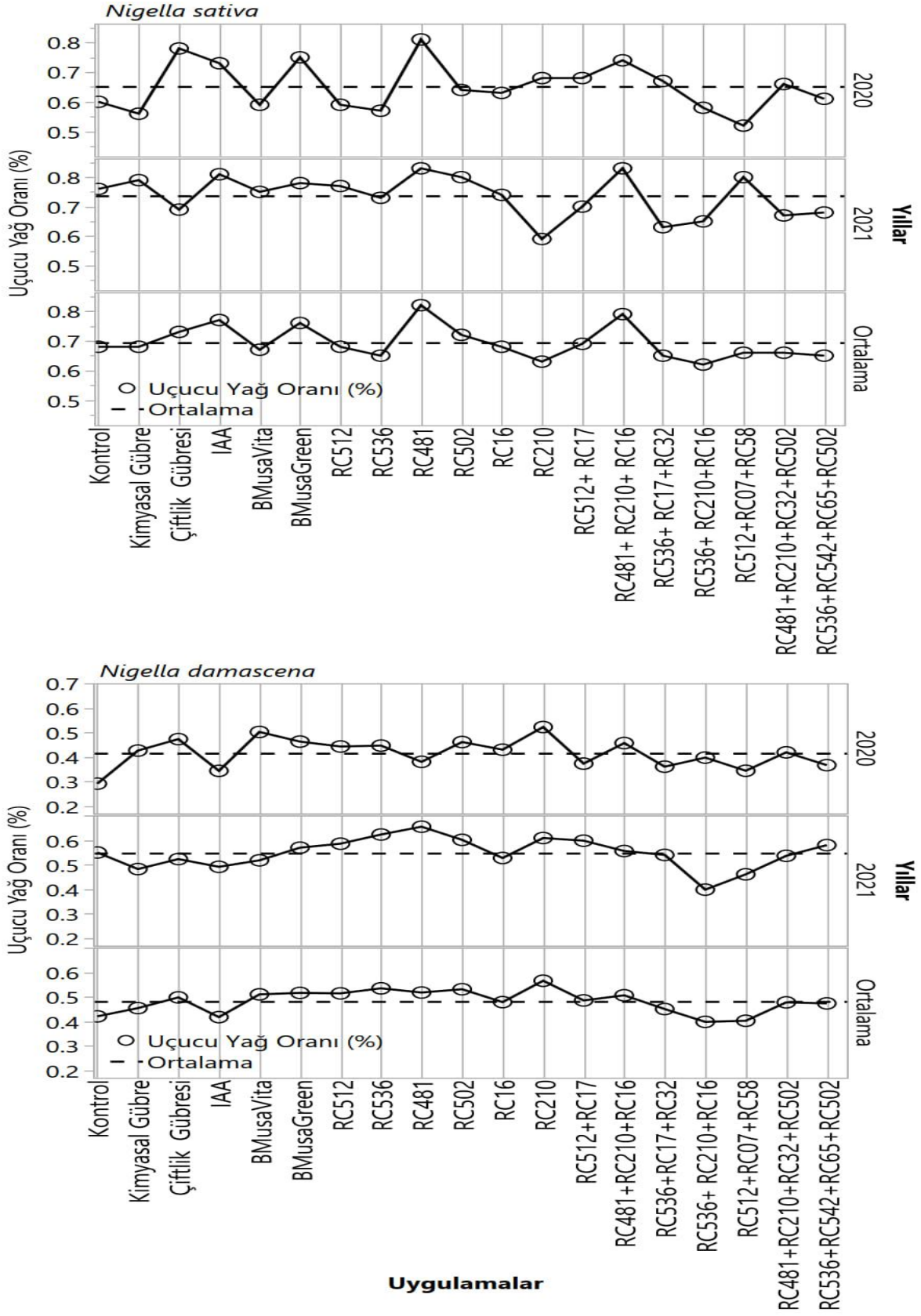
Bakteri aşılama, hormon ve gübre uygulamalarının *Nigella sativa* ve *Nigella damascena* bitkilerinde uçucu yağ oranı (%) üzerine etkisi

Uygulamalar	<i>Nigella sativa</i>			<i>Nigella damascena</i>		
	2020*	2021	Ortalama	2020	2021	Ortalama
Kontrol	0,60 g-j	0,76 c-f	0,68 de	0,29 k	0,55 efg	0,42 ı
Kimyasal gübre	0,56 jk	0,79 a-d	0,68 de	0,43 efg	0,48 ij	0,45 gh
Çiftlik gübresi	0,78 ab	0,69 gıh	0,73 bc	0,47 bc	0,52 gh	0,5 def
IAA	0,73 b-e	0,81 ab	0,77 b	0,34 j	0,49 hij	0,42 ı
BMusaVita	0,59 ı-k	0,75 def	0,67 ef	0,5 ab	0,52 ghı	0,51 bcd
BMusaGreen	0,75 abc	0,78 b-e	0,76 b	0,46 cd	0,57 def	0,52 bcd
RC512	0,59 ı-k	0,77 b-e	0,68 de	0,44 c-f	0,59 b-e	0,51 bcd
RC536	0,57 ı-k	0,73 fg	0,65 efg	0,45 c-f	0,62 ab	0,53 b
RC481	0,81 a	0,83 a	0,82 a	0,38 hı	0,65 a	0,52 bcd
RC502	0,64 f-ı	0,8 abc	0,72 cd	0,46 cde	0,60 bcd	0,53 bc
RC16	0,63 f-h	0,74 ef	0,68 de	0,43 d-g	0,53 gh	0,48 f
RC210	0,68 c-g	0,59 k	0,63 fg	0,52 a	0,61 bc	0,57 a
RC512+RC17	0,68 c-g	0,70 gh	0,69 de	0,37 hij	0,6 bcd	0,49 ef
RC481+RC210+RC16	0,74 bcd	0,83 a	0,79 b	0,46 cde	0,56 efg	0,51 bcd
RC536+RC17+RC32	0,67 d-g	0,63 j	0,65 efg	0,36 ij	0,54 fg	0,45 gh
RC536+RC210+RC16	0,58 ı-k	0,65 ij	0,62 g	0,40 gh	0,40 k	0,40 ı
RC512+RC07+RC58	0,52 k	0,8 abc	0,66 ef	0,34 j	0,46 j	0,40 ı
RC481+RC210+RC32+RC502	0,66 e-h	0,67 hij	0,66 ef	0,42 fg	0,54 fg	0,48 f
RC536+RC542+RC65+RC502	0,61 f-j	0,68 hı	0,65 efg	0,37 hij	0,58 ced	0,47 fgh
Ortalama	0,65 B	0,74 A	0,69	0,42 B	0,55 A	0,48

*Aynı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar kendi grubunda Duncan testine göre önemli ($p \leq 0,01$) değildir.

Yıllar ortalamasında da en yüksek uçucu yağ oranı %0,57 ile RC210 uygulamasından, en düşük uçucu yağ oranı ise RC536+RC210+RC16 uygulamasından %0,40 olarak belirlenmiştir.

Uçucu yağ oranının çörek otu türlerinde uygulamalara göre değişimlerini görsel olarak değerlendirmek amacıyla oluşturulan grafikler Şekil 13'te sunulmuştur.



Şekil 13 Bakteri aşılama, hormon ve gübre uygulamalarının *Nigella sativa* ve *Nigella damascena* bitkilerinde uçucu yağ oranı (%) üzerine etkisi

Tablo 33

İki yıllık ortalama üzerinden kontrole göre bakteri aşılama, hormon ve gübre uygulamalarının *Nigella sativa* ve *Nigella damascena* bitkilerinde uçucu yağ oranları (%) değişimi

Uygulamalar*	<i>Nigella sativa</i>		<i>Nigella damascena</i>	
	Ortalama	% değişim	Ortalama	% değişim
Kontrol	0,68	-	0,42	-
Kimyasal gübre	0,68	-0,74	0,46	8,33
Çiftlik gübresi	0,74	8,09	0,50	16,48
IAA	0,77	13,24	0,42	-1,01
BMusaVita	0,67	-1,47	0,51	21,69
BMusaGreen	0,77	12,50	0,52	18,63
RC512	0,68	0,00	0,52	18,45
RC536	0,65	-4,41	0,54	22,33
RC481	0,82	20,59	0,52	17,76
RC502	0,72	5,88	0,53	21,36
RC16	0,69	0,74	0,48	11,32
RC210	0,64	-6,62	0,57	30,21
RC512+RC17	0,69	1,47	0,49	11,50
RC481+RC210+RC16	0,79	15,44	0,51	18,56
RC536+RC17+RC32	0,65	-4,41	0,45	5,88
RC536+RC210+RC16	0,62	-9,56	0,40	-4,44
RC512+RC07+RC58	0,66	-2,94	0,40	-5,00
RC481+RC210+RC32+RC502	0,67	-2,21	0,48	15,00
RC536+RC542+RC65+RC502	0,65	-5,15	0,48	11,46

* Her uygulamanın kontrole göre farkı alınarak uygulamanın rakamsal değerine bölünmüştür.

2020 yılında; çiftlik gübresi, BMusaGreen ve RC210 uygulamaları her iki türde ortalamanın üzerinde uçucu yağ oranına sahip olmuştur. Aynı yılda *Nigella sativa* türünde RC481, RC512+RC07+RC58, IAA, RC512+RC17, RC536+RC17+RC32 ve RC481+RC210+RC32+RC502 uygulamaları, *Nigella damascena* türünde ise BMusaVita, RC481+RC210+RC16, RC502, RC536, RC512, kimyasal gübre ve RC16 tekli formülasyon genel ortalamanın üzerinde uçucu yağ oranına sahip olmuştur.

2021 yılında her iki türde RC481, RC502, BMusaGreen ve kontrol uygulamalarından ortalamanın üzerinde uçucu yağ oranı elde edilmiştir. 2021 yılında; *Nigella sativa* türünde RC481+RC210+RC16, RC512+RC07+RC58, kimyasal gübre, RC512, BMusaVita ve RC16 uygulamalarında, *Nigella damascena* da ise, RC536, RC210, RC512+RC17, RC512,

RC536+RC542+RC65+RC502 ve RC481+RC210+RC16 formülasyonlarında genel ortalamadan daha yüksek uçucu yağ oranı tespit edilmiştir (Şekil 13).

Uygulamalara bağlı olarak uçucu yağ oranlarının değişimleri Tablo 33 de verilmiştir. Tabloda görüldüğü gibi RC481+RC210+RC16, RC512+RC17 ve RC481 uygulamaları her iki türde uçucu yağ oranını önemli derecede artırmıştır.

Bu çalışmada uçucu yağ oranları *Nigella sativa* türünde %0,52- %0,83 arasında, *Nigella damascena* türünde ise %0,29-%0,65 arasında değişim göstermiştir. Uçucu yağ oranı, çörek otu ile yürütülen araştırmalarda en çok incelenen bitkisel özelliklerden birisi olmuştur. Çalışmamızdaki değerlere benzer olarak *Nigella sativa* türünde uçucu yağ oranının D'antuono vd. (2002) %0,28-%0,43 arasında; Özel vd. (2009) %0,24-%0,43; Akgören (2011) %0,05-%0,40; Kızılyıldırım (2019) %0,60-%0,84 arasında; Keser (2019) %0,08-%0,60; Ayasabar (2021) %0,76-%0,83 arasında değiştiğini bildirmişlerdir.

4.2.5. Uçucu Yağ Verimi

Bakteri aşılama, hormon ve gübre uygulamalarının *Nigella sativa* (Çameli çeşidi) ve *Nigella damascena* genotipi uçucu yağ veriminin yıllara göre ve birleşik varyans analiz sonuçları Tablo 34'te verilmiştir. Tablo 34'te görüldüğü gibi *Nigella sativa* ve *Nigella damascena* türlerinde uçucu yağ verimi bakımından hem iki yetiştirme sezonunda hem de birleşik varyans analizinde, uygulamaların ve yılların etkisi ile uygulama x yıl interaksyonlarının istatistikî bakımdan çok önemli ($p \leq 0,01$) olduğu belirlenmiştir.

Tablo 34

Bakteri aşılama, gübre ve hormon uygulamalarının *Nigella sativa* ve *Nigella damascena* çörek otu bitkilerinde uçucu yağ verimine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	Kareler Ortalamaları					
		<i>Nigella sativa</i>			<i>Nigella damascena</i>		
		2020	2021	Birleşik	2020	2021	Birleşik
Yıl (Y)	1			0,165**			0,60663**
Uygulama	18	0,051**	0,0270**	0,0530**	0,0209**	0,0223**	0,03383**
Blok	2-4	0,0025	0,0030	0,0027	0,00042	0,00092	0,00067
U x Y	18			0,0250**			0,00947**
Hata	36-72	0,0042	0,00262	0,0032	0,0010	0,0012	0,00116

SD: Serbestlik derecesi, **: $p \leq 0,01$

Deneme yıllarına bağlı olarak türlerin uygulamalara göre uçucu yağ verimi ortalamaları ile Duncan testi ortalama grupları Tablo 35’te verilmiştir. 2020 yılında Çameli çeşidinin uçucu yağ verimi ortalaması 0,85 L/da olarak belirlenmiştir. Uygulamalara bağlı olarak birinci deneme yılında bu çeşidin uçucu yağ verimi 0,63 L/da ile 1,08 L/da arasında değişim göstermiştir. En düşük uçucu yağ verimi 0,63 L/da ile kontrol uygulamasında belirlenirken, bunu 0,68 L/da ile RC536+RC210+RC16 ve 0,70 L/da ile RC481+RC210+RC16 uygulaması takip etmiştir. En yüksek uçucu yağ verimi çiftlik gübresi, RC48 ve BMusaGreen uygulamalarından sırasıyla 1,08, 1,05 ve 1,03 L/da olarak tespit edilmiştir (Tablo 35).

Tablo 35

Bakteri aşılama, hormon ve gübre uygulamalarının *Nigella sativa* ve *Nigella damascena* bitkilerinde uçucu yağ verimi (L/da) üzerine etkisi

Uygulamalar	<i>Nigella sativa</i>			<i>Nigella damascena</i>		
	2020*	2021	Ortalama	2020	2021	Ortalama
Kontrol	0,63 ı	0,66 ef	0,64 g	0,30 ı	0,54 g	0,42 g
Kimyasal gübre	0,77 e-ı	0,91 a	0,84 cde	0,56 bcd	0,62 d-g	0,59 de
Çiftlik gübresi	1,08 a	0,79 a-d	0,94 ab	0,61 ab	0,64 b-f	0,63 a-d
IAA	0,92 b-e	0,84 a-d	0,88 abc	0,42 h	0,57 fg	0,49 f
BMusaVita	0,82 d-h	0,87 ab	0,84 bcd	0,65 a	0,68 a-d	0,67 ab
BMusaGreen	1,03 abc	0,89 ab	0,96 a	0,60 abc	0,75 a	0,68 a
RC512	0,76 e-ı	0,80 a-d	0,78 cde	0,54 b-f	0,71 abc	0,62 a-d
RC536	0,73 f-ı	0,75 cde	0,74 ef	0,53 b-f	0,7 a-d	0,62 a-d
RC481	1,05 ab	0,88 abc	0,96 a	0,46 fgh	0,75 a	0,61 bcd
RC502	0,78 d-ı	0,76 b-e	0,77 de	0,52 c-g	0,66 b-e	0,59 de
RC16	0,79 d-ı	0,76 b-e	0,77 de	0,47 e-h	0,57 efg	0,52 f
RC210	0,86 d-g	0,61 f	0,74 efg	0,58 abc	0,73 ab	0,66 abc
RC512+RC17	0,88 c-f	0,74 de	0,81 cde	0,46 fgh	0,75 a	0,60 cd
RC481+RC210+RC16	0,99 ghı	0,84 a-d	0,92 de	0,54 b-f	0,69 a-d	0,62 a-d
RC536+RC17+RC32	0,88 c-f	0,63 ef	0,76 de	0,45 gh	0,63 b-f	0,54 ef
RC536+RC210+RC16	0,68 hı	0,63 ef	0,66 fg	0,41 h	0,41 h	0,41 g
RC512+RC07+RC58	0,72 abc	0,89 ab	0,96 a	0,44 gh	0,59 efg	0,51 f
RC481+RC210+RC32+RC502	0,93 a-d	0,71 def	0,82 cde	0,55 b-e	0,66 b-e	0,60 cd
RC536+RC542+RC65+RC502	0,84 d-h	0,75 ced	0,80 cde	0,49 d-h	0,7 a-d	0,59 de
Ortalama	0,85 A	0,77 B	0,82	0,50 B	0,65 A	0,58

*Aynı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar kendi grubunda Duncan testine göre önemli ($p \leq 0,01$) değildir.

2021 yılında Çameli çeşidinin uçucu yağ verimi ortalaması 0,77 L/da olurken, en düşük uçucu yağ verimi 0,61 L/da ile RC210 uygulamasında, en yüksek uçucu yağ verimleri ise sırasıyla 0,91 L/da ile kimyasal gübre uygulamasında ve 0,89 L/da ile BMusaGreen ve RC512+RC07+RC58 uygulamalarında belirlenmiştir (Tablo 35).

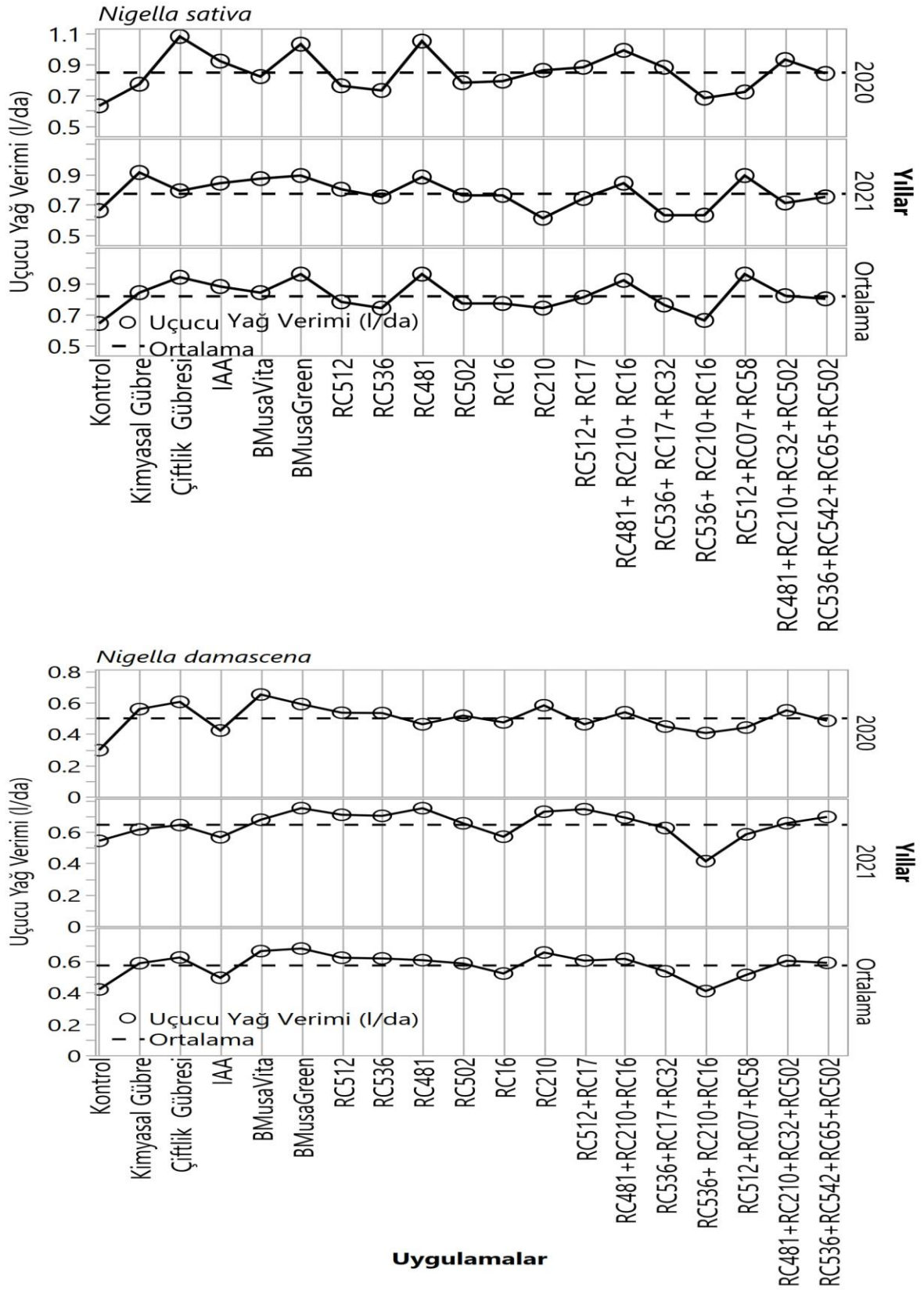
2020 yılında *Nigella damascena* türünün uçucu yağ verimi ortalaması 0,50 L/da olarak tespit edilmiştir. Bu türün uygulamalara bağlı olarak uçucu yağ verimi 0,30 L/da ile 0,65 L/da arasında değişim göstermiştir. En yüksek uçucu yağ verimi BMusaVita uygulamasında, en düşük uçucu yağ verimi ise kontrol uygulamasında belirlenmiştir.

2021 yılında *Nigella damascena* türünün en yüksek uçucu yağ verimi BMusaGreen uygulamasından 0,75 L/da olarak, en düşük uçucu yağ verimi ise RC536+RC210+RC16 uygulamasında 0,41 L/da olarak tespit edilmiştir. Yıllar ortalamasında da en yüksek üç uçucu yağ verimleri 0,68 L/da ile BMusaGreen, BMusaVita ve 0,66 L/da ise RC210 uygulamalarından, en düşük uçucu yağ verimleri ise RC536+RC210+RC16 (0,41 L/da) ve kontrol (0,42 L/da) uygulamalarında belirlenmiştir (Tablo 35).

Uçucu yağ verimlerinin çörek otu türlerinde uygulamalara göre değişimlerini görsel olarak değerlendirmek amacıyla oluşturulan grafikler Şekil 14 de verilmiştir.

2020 yılında hem *Nigella sativa* hem de *Nigella damascena* da çiftlik gübresi, BMusaGreen, RC481+RC210+RC32+RC502 ve RC210 uygulamaları genel ortalamanın üzerinde uçucu yağ verimine sahip olmuştur. Türler ayrı ayrı değerlendirildiğinde 2020 yılında; *Nigella sativa*'da RC481, RC512+RC07+RC58, IAA, RC512+RC17 ve RC536+RC17+RC32 uygulamaları, *Nigella damascena*'da ise BMusaVita, RC210, kimyasal gübre, RC512, RC481+RC210+RC16, RC536 ve RC502 uygulamalarından ortalamanın üzerinde uçucu yağ verimi elde edilmiştir.

2021 yılında her iki çörek otu türünde BMusaGreen, RC481, BMusaVita, RC481+RC210+RC16 ve RC512 uygulamaları genel ortalamaların üzerinde uçucu yağ verimine sahip olmuştur. Türler ayrı ayrı değerlendirildiğinde bu üretim yılında Çameli çeşidinde kimyasal gübre, RC512+RC07+RC58, IAA ve çiftlik gübresi, *Nigella damascena* da ise RC512+RC17, RC210, RC536, RC502 ve dörtlü formülasyon uygulamaları genel ortalamanın üzerinde uçucu yağ verimine sahip olmuştur (Şekil 14).



Şekil 14 Bakteri aşılama, hormon ve gübre uygulamalarının *Nigella sativa* ve *Nigella damascena* bitkilerinde uçucu yağ verimi (L/da) üzerine etkisi

Bu çalışmada uçucu yağ verimi *Nigella sativa* türünde 0,61 L/da- 1,08 L/da arasında, *Nigella damascena* türünde ise 0,30 L/da -0,75 L/da arasında değişim göstermiştir. Çalışmamızdaki değerlere benzer olarak çörek otunda uçucu yağ veriminin 0,40-1,03 L/da (Özel vd. 2009) ve 0,38-1,45 L/da (Ayasabar, 2021) arasında değiştiğini bildirmişlerdir.

4.3. Sabit Yağ Yağ Asidi Kompozisyonu

4.3.1. Doymuş Yağ Asidi Kompozisyonu

Araştırmada her iki çörek otu türünde uygulamalara bağlı olarak elde edilen sabit yağ örneklerinde tespit edilen doymuş yağ asitlerinin değerlendirilmesi en yüksek oranda bulunandan en düşük oranda bulunana doğru yapılmıştır. Türler arasında farklılıklar olsada sabit yağda tespit edilen doymuş yağ asitleri en yüksekten en düşüğe doğru, Palmitik, Stearik, Kaproik, Kaprylik, Kaprik ve Mryristik şeklinde sıralanmıştır.

Palmitik asit oranı (C16:0)

Bakteri aşılama, hormon ve gübre uygulamalarının *Nigella sativa* (Çameli çeşidi) ve *Nigella damascena* genotipinin palmitik asit oranının yıllara göre ve birleşik varyans analiz sonuçları Tablo 36'da verilmiştir. Tablo 36'da gösterildiği üzere *Nigella sativa* ve *Nigella damascena* türlerinde palmitik asit bakımından hem iki yetiştirme sezonunda hem de birleşik varyans analizinde uygulamaların ve yılların etkisi ile uygulama x yıl interaksiyonlarının istatistiksel bakımdan çok önemli ($p \leq 0,01$) olduğu belirlenmiştir.

Tablo 36

Bakteri aşılama, gübre ve hormon uygulamalarının *Nigella sativa* ve *Nigella damascena* çörek otu türlerinin sabit yağda palmitik asit içeriği değerlerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	Kareler Ortalamaları					
		<i>Nigella sativa</i>			<i>Nigella damascena</i>		
		2020	2021	Birleşik	2020	2021	Birleşik
Yıl (Y)	1			0,008öd			8,046**
Uygulama	18	0,854**	0,506**	0,493	3,383**	0,235**	1,849**
Blok	2-4	0,434	0,018	0,226	0,076	0,060	0,068
U x Y	18			0,867**			1,769**
Hata	36-72	0,103	0,027	0,065	0,374	0,026	0,200

SD: Serbestlik derecesi, **: $p \leq 0,01$

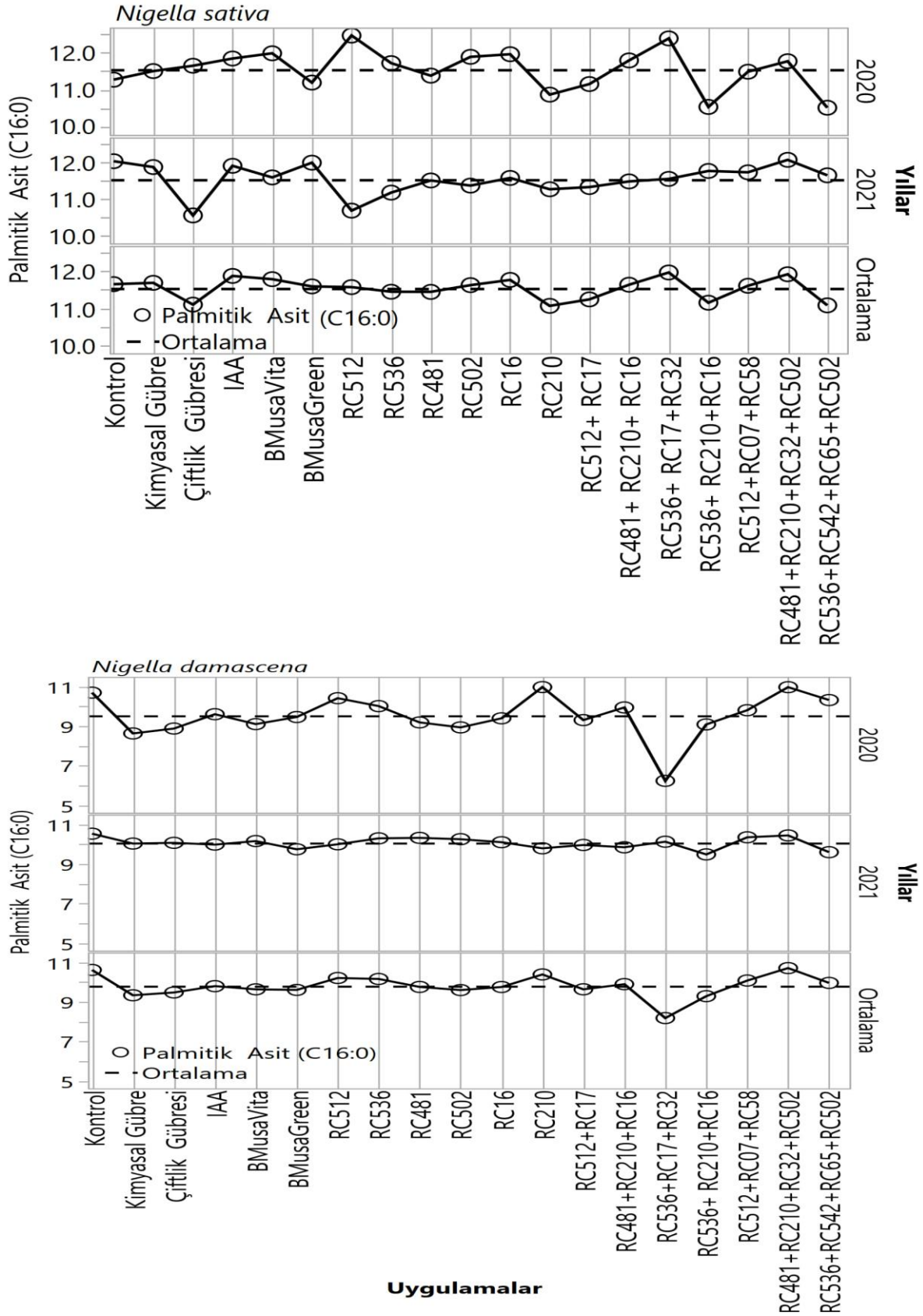
Tablo 37

Bakteri aşılama, hormon ve gübre uygulamalarının *Nigella sativa* ve *Nigella damascena* bitkilerinde palmitik asit oranı (%) üzerine etkisi

Uygulamalar	<i>Nigella sativa</i>			<i>Nigella damascena</i>		
	2020*	2021	Ortalama	2020	2021	Ortalama
Kontrol	11,27 bcd	12,02 ab	11,65 abc	10,69 ab	10,53 a	10,61 ab
Kimyasal gübre	11,5 bc	11,86 a-e	11,68 abc	8,64 d	10,03 b-e	9,34 e
Çiftlik gübresi	11,64 abc	10,55 j	11,10 e	8,88 cd	10,07 b-e	9,48 de
IAA	11,84 ab	11,90 a-d	11,87 ab	9,61 a-d	9,98 c-f	9,80 cde
BMusaVita	11,98 ab	11,58 c-1	11,78 ab	9,11 cd	10,16 a-d	9,63 cde
BMusaGreen	11,19 bcd	11,98 abc	11,59 abc	9,47 a-d	9,74 efg	9,61 cde
RC512	12,45 a	10,68 j	11,57 a-d	10,42 abc	10,00 c-f	10,21 a-d
RC536	11,71 ab	11,17 i	11,44 b-e	10,01 a-d	10,30 abc	10,16 a-d
RC481	11,38 bc	11,50 d-1	11,44 b-e	9,19 bcd	10,32 abc	9,76 cde
RC502	11,88 ab	11,36 f-1	11,62 abc	8,94 cd	10,26 a-d	9,6 cde
RC16	11,95 ab	11,57 c-1	11,76 ab	9,40 a-d	10,10 b-e	9,75 cde
RC210	10,87 cd	11,26 h1	11,06 e	10,97 a	9,79 efg	10,38 abc
RC512+RC17	11,15 bcd	11,32 gh1	11,24 cde	9,31 bcd	9,96 c-f	9,64 cde
RC481+RC210+RC16	11,79 ab	11,47 e-1	11,63 abc	9,95 a-d	9,85 d-g	9,90 a-e
RC536+RC17+RC32	12,38 a	11,54 d-1	11,96 a	6,25 e	10,13 a-e	8,19 f
RC536+RC210+RC16	10,54 d	11,76 a-f	11,15 de	9,09 cd	9,49 g	9,29 e
RC512+RC07+RC58	11,48 bc	11,72 a-g	11,60 abc	9,81 a-d	10,35 abc	10,08 a-e
RC481+RC210+RC32+RC502	11,76 ab	12,06 a	11,91 a	10,97 a	10,44 ab	10,71 a
RC536+RC542+RC65+RC502	10,52 d	11,64 b-h	11,08 e	10,32 abc	9,6 fg	9,96 a-e
Ortalama	11,54	11,52	11,53	9,53 B	10,06 A	9,79

*Aynı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar kendi grubunda Duncan testine göre önemli ($p \leq 0,01$) değildir.

2020 yılında Çameli çeşidinin palmitik asit oranı ortalaması %11,54 olarak belirlenmiştir. Uygulamalara bağlı olarak birinci deneme yılında bu çeşidin palmitik asit oranı %10,2 ile %12,45 arasında değişim göstermiştir. En yüksek palmitik asit oranı RC512 aşılamaından elde edilirken bunu aynı gruba giren RC536+RC17+RC32 uygulaması (%12,38) takip etmiştir. En düşük palmitik asit oranı ise RC536+RC542+RC65+RC502 uygulamasında tespit edilmişken, bunu %10,54 ile RC536+RC210+RC16 uygulaması takip etmiş, bu iki uygulama Duncan testine göre en son ortalama grubunu oluşturmuştur (Tablo 37).



Şekil 15 Bakteri aşılama, hormon ve gübre uygulamalarının *Nigella sativa* ve *Nigella damascena* bitkilerinde palmitik asit oranı (%) üzerine etkisi

Deneme yıllarına bağlı olarak türlerin uygulamalara göre palmitik asit oranı ortalamaları ile Duncan testi ortalama grupları Tablo 37’de verilmiştir. 2021 yılında Çameli çeşidinin palmitik asit oranı ortalaması % 11,52 olurken, en düşük palmitik asit oranı % 10,55 ile kontrol uygulamasında, en yüksek palmitik asit oranı ise %12,06 ile RC481+RC210+RC32+RC502 uygulamasında belirlenmiştir. Yıllar ortalamasına göre ise RC536+RC17+RC32 aşılması %11,96 ile en yüksek palmitik oranına, RC481+RC210+RC32+RC502 uygulaması ise %11,91 ile ikinci en yüksek palmitik asit oranına sahip olurken, RC210 aşılması ise %11,06 ile en düşük palmitik asit oranına sahip olmuştur (Tablo 37).

2020 yılında *Nigella damascena* türünün palmitik asit ortalaması %9,53 olarak tespit edilmiştir. Bu türün uygulamalara bağlı olarak palmitik asit oranı % 10,97 ile %6,25 arasında değişim göstermiştir. En yüksek palmitik asit oranı RC481+RC210+RC32+RC502 uygulamasında, en düşük palmitik asit ise RC536+RC17+RC32 uygulamasında belirlenmiştir. 2021 yılında *Nigella damascena* türünün en yüksek palmitik asit oranı kontrol uygulamasından %10,53 olarak, en düşük palmitik asit oranı ise RC536+RC210+RC16 uygulamasından %9,49 olarak tespit edilmiştir. Yıllar ortalamasında da en yüksek palmitik asit oranı %10,71 ise RC481+RC210+RC32+RC502 uygulamasında belirlenmiştir (Tablo 37).

Her iki türde palmitik asidin uygulamalara göre değişimlerini görsel olarak değerlendirmek amacıyla oluşturulan grafikler Şekil 15 de verilmiştir. Palmitik asit oranı bakımından *Nigella sativa* da 2020 yılında; RC512, RC536+RC17+RC32, BMusaVita, RC16, RC502, IAA, RC481+RC210+RC16, RC481+RC210+RC32+RC502, RC536 ve çiftlik gübresi uygulamaları genel ortalamanın (%11,54) üzerinde; 2021 yılında ise sırasıyla RC481+RC210+RC32+RC502, kontrol, BMusaGreen, IAA, kimyasal gübre, RC536+RC210+RC16, RC512+RC07+RC58, RC536+RC542+RC65+RC502, BMusaVita, RC16 ve RC536+RC17+RC32 uygulamaları genel ortalamanın (%11,52) üzerinde yer almıştır (Tablo 37).

Palmitik asit oranı bakımından *Nigella damascena* da 2020 yılında; dörütlü bakteri kombinasyonları, RC210, kontrol, RC512, RC536, RC481+RC210+RC16, RC512+RC07+RC58, IAA uygulamaları genel ortalamanın (%9,53) üzerinde; 2021 yılında ise kontrol, RC481+RC210+RC32+RC502, RC512+RC07+RC58, RC481, RC536, RC502,

BMusaVita, RC536+RC17+RC32, RC16 ve çiftlik gübresi uygulamaları uygulamaları genel ortalamının (%10,07) üzerinde yer almıştır (Şekil 15).

Bu çalışmada doymuş yağ asitlerinden en yüksek oranda tespit edilen yağ asidi palmitik asit olmuştur. Benzer şekilde bazı araştırmacılar tarafından çörek otunda palmitik asitin en yüksek oranda bulunan doymuş yağ asiti olduğu bildirilmiştir (Atta, 2003; Cheikh-Rouhou vd., 2007; Ramadan vd., 2012; Telci vd., 2014; Genel değerlendirme yapılacak olursa *Nigella sativa* türünün palmitik asit oranı (%10,52- %12,45) *Nigella damascena* türünden (%6,25- %10,95) daha yüksek olmuştur.

Çalışmamıza benzer şekilde *Nigella sativa* türünün ortalama palmitik asit oranının Nickavar vd. (2003) %9,9; Telci vd. (2014) %12,5; Elhafez vd. (2022) %11,82-%14,5; Telci vd. (2022) %12,19- %12,36; Shahbazi vd. (2022); %15,75 olduğunu bildirmişlerdir. *Nigella damascena* türünün palmitik asit oranının çalışmamızdaki değerlere benzer şekilde Telci vd. (2014) %9,7 olduğunu bildirmişken, Shahbazi vd. (2022) ise %12,71 olarak tespit etmişlerdir.

Stearik asit oranı (C18:0)

Bakteri aşılama, hormon ve gübre uygulamalarının *Nigella sativa* (Çameli çeşidi) ve *Nigella damascena* genotipi stearik asit oranının yıllara göre ve birleşik varyans analiz sonuçları Tablo 38'de verilmiştir. Tablo 38'de görüldüğü gibi *Nigella sativa* ve *Nigella damascena* türlerinde stearik asit oranı bakımından hem iki yetiştirme sezonunda hem de birleşik varyans analizinde uygulamaların ve yılların etkisi ile uygulama x yıl interaksiyonları istatistiksel bakımdan çok önemli ($p \leq 0,01$) olmuştur.

Nigella sativa türünün 2020 yılında farklı uygulamalara bağlı olarak sabit yağda tespit edilen stearik asit değerleri %2,68 (kimyasal gübre uygulaması) ile %2,23 (RC210 uygulaması) arasında değişim göstermiştir. Bu üretim sezonunda sabit yağın stearik asit oranı ortalaması ise %2,47 olarak belirlenmiştir (Tablo 39).

Nigella sativa türünün 2021 yılında uygulamalara bağlı olarak stearik asit oranı ortalaması %3,01-%1,92 arasında değişmiştir. En yüksek stearik asit oranına sahip olan RC512 aşılama, %2,76 ile RC481+RC210+RC32+RC502 ve %2,74 ile çiftlik gübresi takip etmiştir. En düşük stearik asit oranına sahip olan IAA uygulamasını, %2,13 ile

RC536+RC210+RC16 üçlü kombinasyon, %2,15 ve %2,18 ile tekli RC536 ve RC16 aşılımaları takip etmiştir (Tablo 39).

Tablo 38

Bakteri aşılımaları, gübre ve hormon uygulamalarının *Nigella sativa* ve *Nigella damascena* çörek otu bitkilerinde stearik asit değerlerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	Kareler Ortalamaları					
		<i>Nigella sativa</i>			<i>Nigella damascena</i>		
		2020	2021	Birleşik	2020	2021	Birleşik
Yıl (Y)	1			0,107**			2,3725**
Uygulama	18	0,042**	0,196**	0,132**	0,0499**	0,2128**	0,1055**
Blok	2-4	0,006	0,007	0,007	0,0071	0,0045	0,0058
U x Y	18			0,107**			0,1572**
Hata	36-72	0,004	0,015	0,009	0,0012	0,0110	0,0061

SD: Serbestlik derecesi, **: $p \leq 0,01$

Deneme yılları ortalamasına göre *Nigella sativa* türünün stearik asit oranı %2,84 ile %2,23 arasında değişim göstermiş, ortalaması ise %2,49 olarak belirlenmiştir. Bu türde stearik asit ortalaması en yüksek olan RC512 uygulamasını %2,63 oranı ile RC481+RC210+RC32+RC502 aşılması takip etmiştir. RC536+RC210+RC16 ve IAA uygulamaları sırasıyla %2,23 ve %2,26 oranları ile en düşük stearik asit ortalamalarına sahip olmuştur (Tablo 39).

2020 yılında *Nigella damascena* da sabit yağda stearik asit oranı ortalaması %3,12 olurken, %3,36-%2,88 arasında değişim göstermiştir. RC210 uygulaması en yüksek stearik asit oranına sahip olurken bunu %3,31 ile kimyasal gübre ve BMusaVita uygulamaları, %3,21 ile çiftlik gübresi uygulaması takip etmiştir. 2021 yılında *Nigella damascena* da stearik asit oranı %3,22 (RC481)- %2,11 (RC536+RC210+RC16) arasında değişim göstermiştir. Bu üretim yılında stearik asit oranı ortalaması %2,83 olarak gerçekleşmiştir (Tablo 39).

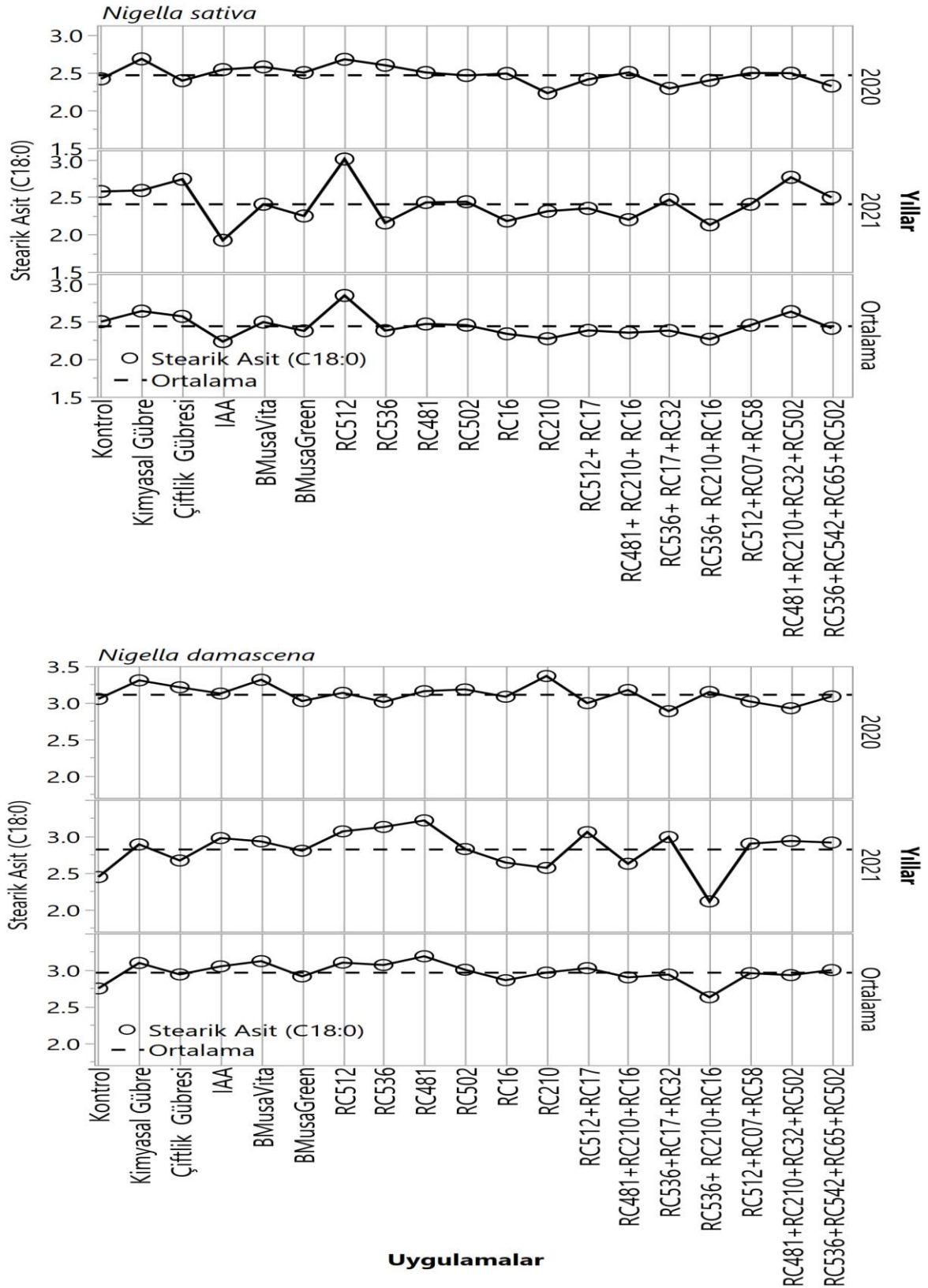
Deneme yılları ortalamasına göre *Nigella damascena* türünde stearik asit oranı %3,19 ile %2,63 arasında değişim göstermiştir. Yıllar ortalaması olarak en yüksek stearik asit oranı RC481 uygulamasından belirlenmişken, bunu %3,12 ile BMusaGreen ve %3,10 ile RC512 ve kimyasal gübre uygulamaları takip etmiştir (Tablo 39).

Tablo 39

Bakteri aşılama ları, hormon ve gübre uygulamalarının *Nigella sativa* ve *Nigella damascena* bitkilerinin sabit yağında stearik asit oranı (%) üzerine etkisi

Uygulamalar	<i>Nigella sativa</i>			<i>Nigella damascena</i>		
	2020*	2021	Ortalama	2020	2021	Ortalama
Kontrol	2,42 c-f	2,57 bcd	2,49 bcd	3,05 efg	2,44 h	2,75 h
Kimyasal gübre	2,68 a	2,59 bcd	2,63 a	3,31 ab	2,89 bcd	3,10 ab
Çiftlik gübresi	2,39 def	2,74 abc	2,56 bc	3,21 b	2,67 d-g	2,94 d-g
IAA	2,54 a-d	1,92 h	2,23 f	3,12 cde	2,98 abc	3,05 b-e
BMusaVita	2,57 abc	2,40 d-g	2,49 bcd	3,31 ab	2,93 bc	3,12 ab
BMusaGreen	2,50 bcd	2,25 efg	2,37 def	3,02 fg	2,81 c-g	2,91 fg
RC512	2,67 a	3,01 a	2,84 a	3,14 bcd	3,07 abc	3,10 ab
RC536	2,60 ab	2,15 gh	2,37 def	3,01 fg	3,13 ab	3,07 a-d
RC481	2,50 bcd	2,43 d-g	2,46 cd	3,16 bcd	3,22 a	3,19 a
RC502	2,46 be	2,44 d-g	2,45 cd	3,18 bc	2,83 c-f	3,00 b-e
RC16	2,49 bcd	2,18 fgh	2,33 def	3,08 def	2,64 e-h	2,86 gh
RC210	2,23 g	2,31 d-g	2,27 ef	3,36 a	2,57 gh	2,97 c-g
RC512+RC17	2,41 def	2,35 d-g	2,38 def	2,99 gh	3,06 abc	3,03 b-e
RC481+RC210+RC16	2,50 bcd	2,20 e-h	2,35 def	3,17 bc	2,62 fgh	2,90 fg
RC536+RC17+RC32	2,29 fg	2,46 c-f	2,38 def	2,88 ı	2,99 abc	2,94 d-g
RC536+RC210+RC16	2,40 def	2,13 gh	2,26 ef	3,15 bcd	2,11 ı	2,63 ı
RC512+RC07+RC58	2,49 bcd	2,40 d-g	2,45 cd	3,02 fg	2,90 bcd	2,96 d-g
RC481+RC210+RC32+RC502	2,49 bcd	2,76 ab	2,63 a	2,92 hı	2,94 bc	2,93 efg
RC536+RC542+RC65+RC502	2,32 efg	2,49 b-e	2,41 cde	3,09 def	2,92 bc	3,00 b-e
Ortalama	2,47 A	2,41 B	2,49	3,12 A	2,83 B	2,97

*Aynı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar kendi grubunda Duncan testine göre önemli ($p \leq 0,01$) değildir.



Şekil 16 Bakteri aşılama, hormon ve gübre uygulamalarının *Nigella sativa* ve *Nigella damascena* sabit yağının stearik asit oranı (%) üzerine etkisi

Sabit yağda stearik asit oranı bakımından çörek otu türlerinde uygulamalara göre değişimleri görsel olarak değerlendirmek amacıyla oluşturulan grafikler Şekil 16 da sunulmuştur. 2020 yılında; *Nigella sativa* da stearik asit oranı yönünden azalan sıra ile kimyasal gübre, RC512, RC536, BMusaVita, IAA, RC481, BMusaGreen, RC481+RC210+RC16, RC512+RC07+RC58, RC481+RC210+RC32+RC502 ve RC16 uygulamaları; *Nigella damascena* türünde ise RC210, kimyasal gübre, BMusaVita, çiftlik gübresi, RC502, RC481+RC210+RC16, RC481, RC536+RC210+RC16, RC512 ve IAA genel ortalamanın üzerinde yer almıştır.

2021 yılında stearik asit oranında *Nigella sativa* türünde RC512, RC481+RC210+RC32+RC502, çiftlik gübresi, kimyasal gübre, kontrol, RC481 ve dördü bakteri formülasyonları; *Nigella damascena* da ise RC481, RC536, RC512, RC512+RC17, RC536+RC17+RC32, IAA, dördü bakteri formülasyonları, BMusaVita, kimyasal gübre, RC502 ve RC512+RC07+RC58 ve bakteri aşılama genel ortalamadan daha yüksek olmuştur (Şekil 16).

Bu çalışmada doymuş yağ asitleri arasında ikinci sırada bulunan stearik asit oranı uygulamalara bağlı olarak *Nigella sativa* da %1,92-%3,01 arasında, *Nigella damascena* da ise %2,11-%3,36 arasında değişim göstermiştir.

Çalışmamıza benzer şekilde Cheikh-Rouhou vd. (2007) *Nigella sativa* türünün ortalama stearik asit oranının Tunus genotiplerinde %2,84, İran genotiplerinde %3,69 olduğunu; Elhafez vd. (2022) %4,58-%6,24 arasında değiştiğini ve Shahbazi vd. (2022) ise ortalamasının %4,06 olduğunu bildirmişlerdir. Sonuçlarımıza benzer şekilde bir araştırmada *Nigella damascena* türünün ortalama stearik asit oranı ortalamasının %4,23 olduğu bulunmuştur (Shahbazi vd., 2022)

Kaproik asit oranı (C6:0)

Bakteri aşılama, hormon ve gübre uygulamalarının *Nigella sativa* (Çameli çeşidi) ve *Nigella damascena* genotipinde sabit yağda kaproik asit oranının yıllara göre ve birleşik varyans analiz sonuçları Tablo 40'ta verilmiştir. Tablo 40'ta görüldüğü gibi *Nigella sativa* ve *Nigella damascena* (2020 yılı hariç) türlerinde kaproik asit oranı bakımından hem iki yetiştirme sezonunda hem de birleşik varyans analizinde uygulamaların ve yılların etkisi ile uygulama x yıl interaksyonlarının istatistiki bakımdan çok önemli ($p \leq 0,01$) olduğu belirlenmiştir.

Deneme yıllarına göre *Nigella sativa* da kaproik asit oranının bakteri aşılama, hormon ve gübre uygulamalarına bağlı olarak değişimleri Tablo 41 de verilmiştir.

Tablo 40

Bakteri aşılama, gübre ve hormon uygulamalarının *Nigella sativa* ve *Nigella damascena* çörek otu türlerinin sabit yağlarında kaproik asit oranlarına ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	Kareler Ortalamaları					
		<i>Nigella sativa</i>			<i>Nigella damascena</i>		
		2020	2021	Birleşik	2020	2021	Birleşik
Yıl (Y)	1			13,779**			0,003074**
Uygulama	18	3,708**	0,739**	2,190**		0,002966**	0,001483**
Blok	2-4	0,582	0,030	0,306		0,000006	0,000003
U x Y	18			2,256**			0,001483**
Hata	36-72	0,166	0,012	0,089		0,000003	0,000002

SD: Serbestlik derecesi, ** $p \leq 0,01$

2020 yılında *Nigella sativa*'da kaproik asit oranı ortalaması %2,43 olarak bulunmuştur. Bu üretim sezonunda kaproik asit oranı %3,92-%0,87 adet arasında değişim göstermiştir. En yüksek kaproik asit oranı RC512+RC17 ikili formülasyondan %3,92 elde edilirken, bunu %3,89 ile BMusaGreen ve %3,79 ile RC512+RC17 tekli formülasyon ve %3,56 ile RC481+RC210+RC16 üçlü formülasyon takip etmiştir. Yukarıda değerleri verilen tüm uygulamalar Duncan testine göre birinci ortalama grubunu oluşturmuştur. En düşük kaproik asit oranı (%0,87) elde edilen RC512+RC07+RC58 formülasyonunu %0,91 ile IAA uygulaması ve %1,01 oranı ile çiftlik gübresi takip etmiştir (Tablo 41).

2021 yılında *Nigella sativa* türünün kaproik asit oranı %3,02-%1,14 arasında değişmiştir. En yüksek kaproik asit oranı kontrol uygulamasında belirlenirken, ikinci sırada en yüksek kaproik asit oranı %2,88 ile çiftlik gübresi uygulamasında tespit edilmiştir. Bu iki uygulama Duncan testine göre birinci ortalama grubunu oluşturmuştur. Bu üretim sezonunda en düşük kaproik asit oranı BMusaGreen ticari gübre uygulamasında (%1,14) bulunmuşken, bunu %1,20 ile RC502 formülasyonu izlemiştir (Tablo 41).

Nigella sativa da deneme yılları ortalaması olarak kaproik asit oranı %2,07 olarak belirlenmiştir. Deneme yılları ortalamasında en yüksek kaproik asit oranı %3,09 ile kontrol uygulamasında tespit edilirken bunu, %2,85 ile RC210 uygulaması, %2,65 ile RC481+RC210+RC16 üçlü formülasyonu tespit edilmiştir (Tablo 41).

Nigella damascena da 2020 yılında sabit yağda kaproik asit tespit edilmemiştir. 2021 yılında ise bu türde sadece RC512+RC17 ve RC512 uygulamalarında sırasıyla oldukça düşük oranlarda %0,113 ve %0,085 olarak kaproik asit tespit edilmiştir.

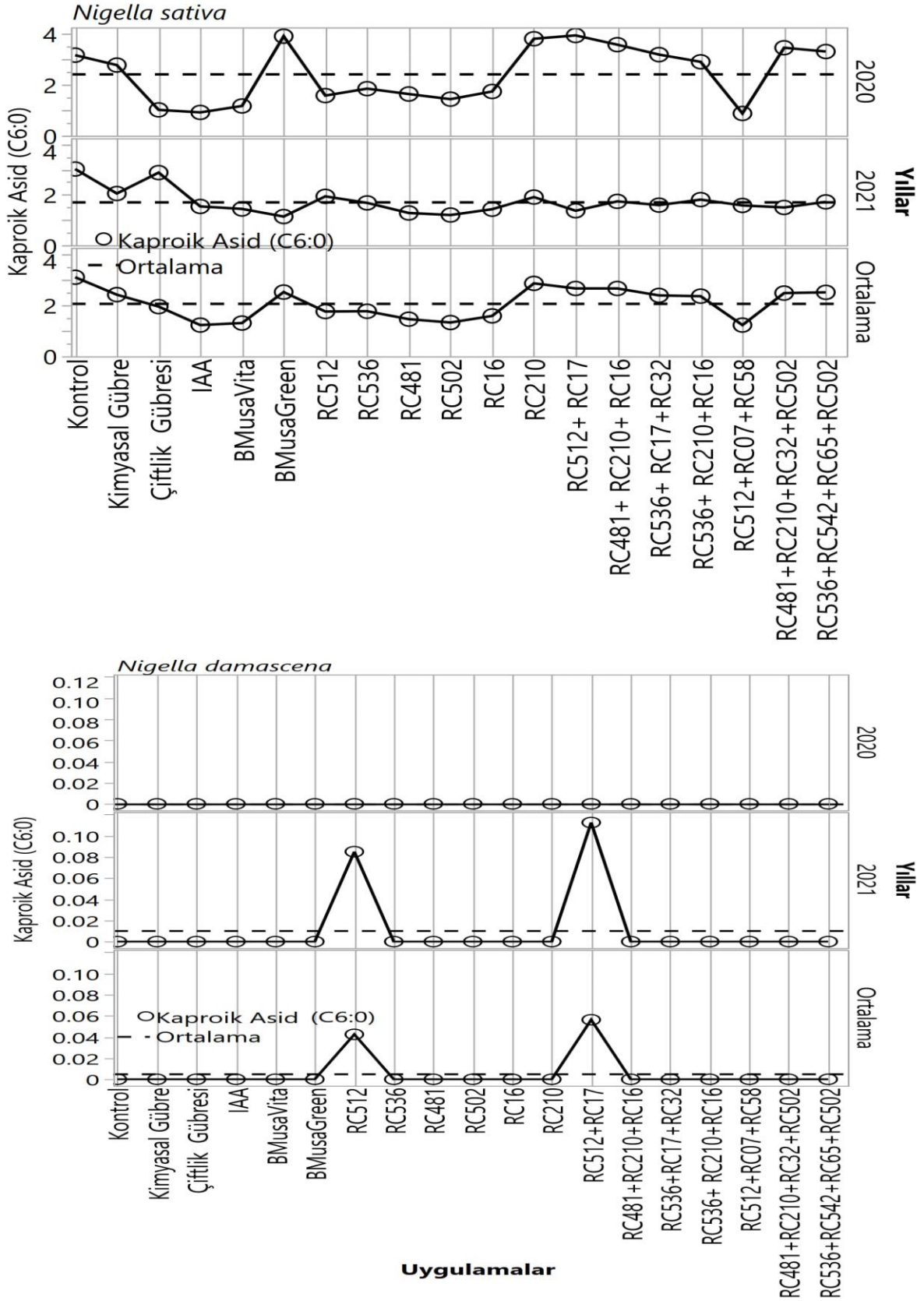
Tablo 41

Bakteri aşılama, hormon ve gübre uygulamalarının *Nigella sativa* ve *Nigella damascena* bitkilerinde kaproik asit oranına (%) etkisi

Uygulamalar	<i>Nigella sativa</i>			<i>Nigella damascena</i>		
	2020*	2021	Ortalama	2020	2021	Ortalama
Kontrol	3,15 ab	3,02 a	3,09 a	0	0	0
Kimyasal gübre	2,76 b	2,05 b	2,41 bc	0	0	0
Çiftlik gübresi	1,01 c	2,88 a	1,94 cd	0	0	0
IAA	0,91 c	1,54 d-1	1,22 f	0	0	0
BMusaVita	1,16 c	1,44 f-j	1,30 ef	0	0	0
BMusaGreen	3,89 a	1,14 k	2,51 b	0	0	0
RC512	1,57 c	1,94 bc	1,75 de	0	0,085b	0,0426 b
RC536	1,84 c	1,68 c-g	1,76 de	0	0	0
RC481	1,63 c	1,28 ijk	1,45 def	0	0	0
RC502	1,43 c	1,20 jk	1,32 ef	0	0	0
RC16	1,73 c	1,43 g-1	1,58 def	0	0	0
RC210	3,79 a	1,91 bc	2,85 ab	0	0	0
RC512+RC17	3,92 a	1,37 h-k	2,65 ab	0	0,113 a	0,0562 a
RC481+RC210+RC16	3,56 a	1,74 cde	2,65 ab	0	0	0
RC536+RC17+RC32	3,17 ab	1,59 d-h	2,38 bc	0	0	0
RC536+RC210+RC16	2,89 ab	1,81 bcd	2,35 bc	0	0	0
RC512+RC07+RC58	0,87 c	1,58 d-h	1,22 f	0	0	0
RC481+RC210+RC32+RC502	3,44 ab	1,5 e-h	2,47 b	0	0	0
RC536+RC542+RC65+RC502	3,29 ab	1,72 c-f	2,5 b	0	0	0
Ortalama	2,43 A	1,73 B	2,07			0,05

*Aynı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar kendi grubunda Duncan testine göre önemli ($p \leq 0,01$) değildir.

Çörek otu türlerinde uygulamalara göre kaproik asit oranının değişimlerin verildiği Şekil 17’de görüldüğü gibi; 2020 yılında; *Nigella sativa* da kaproik asit oranı yönünden RC512+RC17, BMusaGreen, RC210, RC481+RC210+RC16, dörtlü bakteri kombinasyonları, RC536+RC17+RC32, Kontrol, RC536+RC210+RC16 ve kimyasal gübre uygulamaları, 2021 yılında ise kontrol, çiftlik gübresi, kimyasal gübre, RC512, RC210, RC536+RC210+RC16 ve RC481+RC210+RC16 uygulamaları genel ortalamanın üzerinde kaproik asit oranlarına sahip olmuşlardır.



Şekil 17 Bakteri aşılama, hormon ve gübre uygulamalarının *Nigella sativa* ve *Nigella damascena* bitkilerinde kaproik asit oranı (%) üzerine etkisi

Uygulamalara bağılı olarak kaproik asit oranı *Nigella sativa* da %0,87- %3,92 arasında belirlenirken, *Nigella damascena* ise sadece iki uygulamada iz oranında tespit edilmiştir. Çalışmamızda bitki materyali olarak kullandığımız *Nigella sativa* türüne ait Çameli çeşidinin kullanıldığı bir araştırmada sabit yağda kaproik asit oranının sonuçlarımıza benzer şekilde %1,74 olduğu bildirilmiştir (Can vd., 2021). Sonuçlarımızdan farklı olarak, Shaalan (2005) farklı biyolojik gübre kullanarak yetiştirdiği *Nigella sativa* türüne ait çörek otu genotipinde fosfor içeren bazı uygulamalarda %0,10- %0,20 oranında kaproik asit tespit etmiştir.

Kaprik asit oranı (C10:0)

Bakteri aşılama, hormon ve gübre uygulamalarının *Nigella sativa* (Çameli çeşidi) ve *Nigella damascena* genotipi kaprik asit oranının yıllara göre ve birleşik varyans analiz sonuçları Tablo 42’de verilmiştir. Tablo 42’de görüldüğü gibi *Nigella sativa* ve *Nigella damascena* türlerinde kaprik asit oranı bakımından hem iki yetiştirme sezonunda hem de birleşik varyans analizinde uygulamaların ve yılların etkisi ile uygulama x yıl etkileşimlerinin istatistiksel bakımdan çok önemli ($p \leq 0,01$) olduğu belirlenmiştir.

Tablo 42.

Bakteri aşılama, gübre ve hormon uygulamalarının *Nigella sativa* ve *Nigella damascena* çörek otu bitkilerinde kaprik asit oranlarına ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	Kareler Ortalamaları					
		<i>Nigella sativa</i>			<i>Nigella damascena</i>		
		2020	2021	Birleşik	2020	2021	Birleşik
Yıl (Y)	1			0,99303**			826,994**
Uygulama	18	0,02034**		0,01017**	0,919**		0,459**
Blok	2-4	0,00085		0,00043	0,027		0,013
U x Y	18			0,01017**			0,459**
Hata	36-72	0,00049		0,00025	0,017		0,009

SD: Serbestlik derecesi, **: $p \leq 0,01$

Deneme yıllarına göre *Nigella sativa* da kaprik asit oranının bakteri aşılama, hormon ve gübre uygulamalarına bağılı olarak değişimleri Tablo 42 de verilmiştir.

2020 yılında *Nigella sativa* da kaprik asit oranı ortalaması %0,186 olarak bulunmuştur. Bu üretim sezonunda kaprik asit %0,313-%0,086 arasında değişim

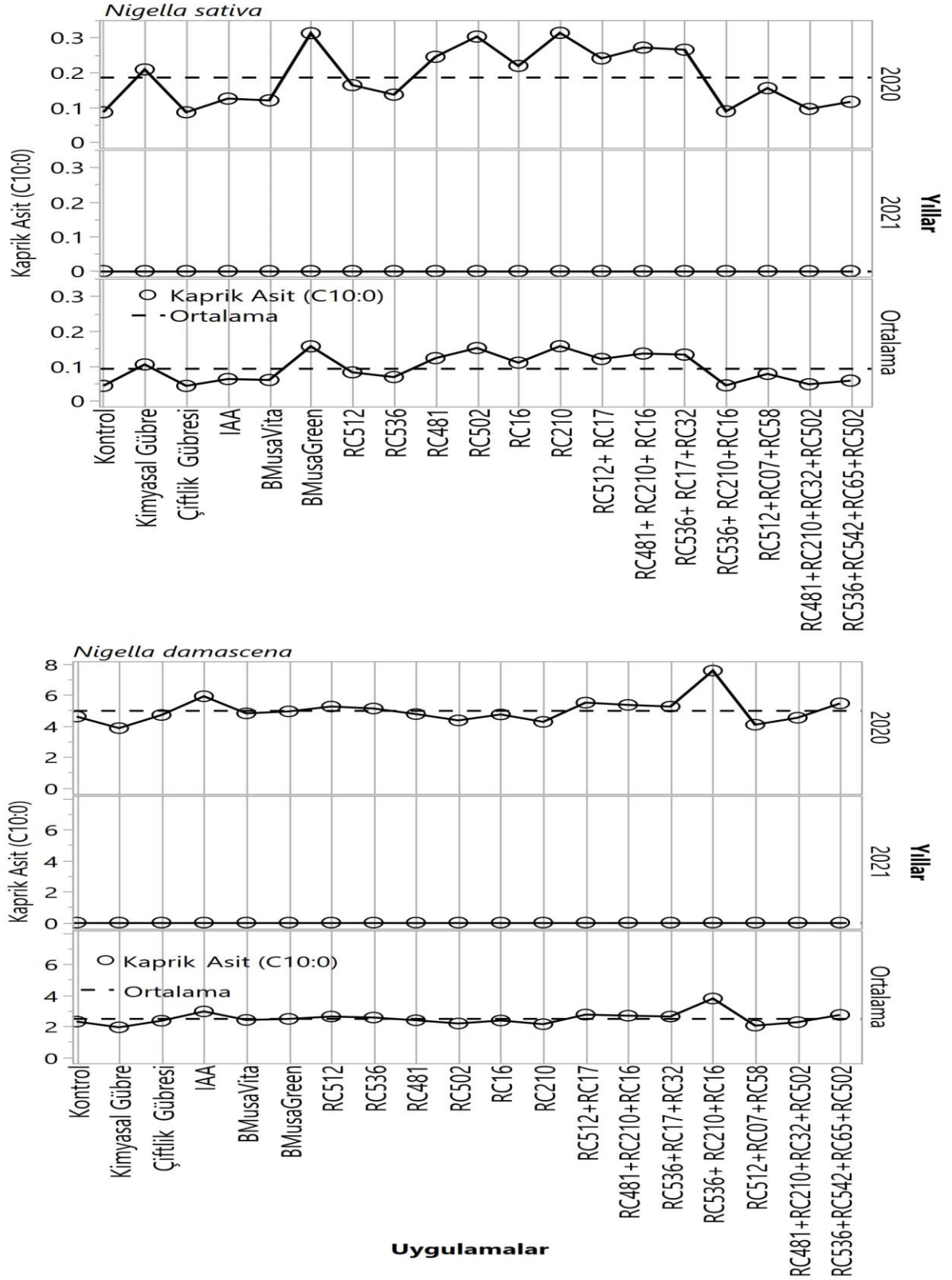
göstermiştir. En yüksek kaprik asit RC210 tekli formülasyondan %0,313 elde edilirken, bunu %0,312 ile BMusaGreen ve %0,303 ile RC502 uygulaması takip etmiştir. En düşük kaprik asit (%0,086) elde edilen çiftlik gübresi uygulamasını %0,086 ile RC502 kontrol ve %0,089 ile RC536+RC210+RC16 uygulaması takip etmiştir (Tablo 42). 2021 yılında *Nigella sativa* dan elde edilen sabit yağda kaprik asit tespit edilememiştir.

Tablo 43

Bakteri aşılama, hormon ve gübre uygulamalarının *Nigella sativa* ve *Nigella damascena* bitkilerinde kaprik asit oranına (%) etkisi

Uygulamalar	<i>Nigella sativa</i>			<i>Nigella damascena</i>		
	2020*	2021	Ortalama	2020	2021	Ortalama
Kontrol	0,086 f	0	0,043 f	4,825 hı	0	2,412 hı
Kimyasal gübre	0,209 dc	0	0,104 cd	5,619 cde	0	2,809 cde
Çiftlik gübresi	0,086 f	0	0,043 f	5,802 bcd	0	2,901 bcd
IAA	0,125 ef	0	0,062 ef	5,682 b-e	0	2,841 b-e
BMusaVita	0,12 ef	0	0,06 ef	6,286 a	0	3,143 a
BMusaGreen	0,312 a	0	0,156 a	4,442 j		2,221 j
RC512	0,164 de	0	0,082 de	4,876 ghı	0	2,438 ghı
RC536	0,136 ef	0	0,068 ef	5,541 de	0	2,771 de
RC481	0,245 ab	0	0,122 bc	6,464 a	0	3,232 a
RC502	0,303 a	0	0,151 a	5,377 ef	0	2,689 ef
RC16	0,219 bc	0	0,109 bc	5,021 ghı	0	2,51 ghı
RC210	0,313 a	0	0,157 a	5,899 bc	0	2,949 bc
RC512+RC17	0,240 bc	0	0,120 bc	4,718 ij	0	2,359 ij
RC481+RC210+RC16	0,271 ab	0	0,135 ab	5,955 b	0	2,977 b
RC536+RC17+RC32	0,265 ab	0	0,132 ab	5,158 fg	0	2,579 fg
RC536+RC210+RC16	0,089 f	0	0,044 f	5,115 fgh	0	2,557 fgh
RC512+RC07+RC58	0,155 e	0	0,077 e	4,902 ghı	0	2,451 ghı
RC481+RC210+RC32+RC502	0,095 f	0	0,048 f	5,013 ghı	0	2,506 ghı
RC536+RC542+RC65+RC502	0,116 ef	0	0,058 ef	5,653 b-e	0	2,827 b-e
Ortalama	0,186		0,093	5,387		2,690

*Aynı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar kendi grubunda Duncan testine göre önemli ($p \leq 0,01$) değildir.



Şekil 18 Bakteri aşılama, hormon ve gübre uygulamalarının *Nigella sativa* ve *Nigella damascena* bitkilerinde kaprik asit oranı (%) üzerine etkisi

Nigella damascena da 2020 yılında kaprik asit %6,464-%4,442 arasında değişim göstermiştir. En yüksek kaprik asit oranı RC481 uygulamasında belirlenmiş, bunu sırası ile BMusaVita (%6,286) ve RC481+RC210+RC16 (%5,955) uygulamaları izlemiştir. *Nigella damascena* da 2021 yılında kaprik asit tespit edilememiştir (Tablo 42).

Kaprik asit oranı bakımından çörek otu türlerinde uygulamalara göre değişimlerini görsel olarak değerlendirmek amacıyla oluşturulan grafikler Şekil 18 de verilmiştir. 2020 yılında; *Nigella sativa* da RC210, BMusaGreen, RC502, RC481+RC210+RC16, RC536+RC17+RC32, RC481, RC512+RC17 ve RC16 uygulamaları; *Nigella damascena* türünde ise RC481, BMusaVita, RC481+RC210+RC16, RC210, Çiftlik Gübresi, IAA, RC536+RC542+RC65+RC502, kimyasal gübre ve RC536 uygulamaları genel ortalama seviyesinde ya da üzerinde kaprik asit oranına sahip olmuştur (Şekil 18).

Bu çalışmada *Nigella sativa* da elde edilen kaprik asit yıllar ortalaması olarak %0,093 %0,186 arasında değişmiş olup, bu değerler ile farklı biyolojik gübre kullanarak yetiştirilen *Nigella sativa* türüne ait çörek otu genotipinde fosfor içeren bazı uygulamalarda belirlenen kaprik asit oranları (%0,20- %0,81) benzerdir (Shaalan, 2005).

Kaprylik asit oranı (C8:0)

Bakteri aşılama, hormon ve gübre uygulamalarının *Nigella sativa* (Çameli çeşidi) ve *Nigella damascena* genotipi kaprylik asit oranının yıllara göre ve birleşik varyans analiz sonuçları Tablo 44'te verilmiştir. Tablo 44'te görüldüğü gibi *Nigella sativa* ve *Nigella damascena* türlerinde kaprylik asit oranı bakımından birer yetiştirme sezonlarındaki farklılıkların istatistiksel bakımdan çok önemli ($p \leq 0,01$) olduğu belirlenmiştir.

Deneme yıllarına bağlı olarak türlerin uygulamalara göre kaprylik asit oranı ortalamaları ile Duncan testi ortalama grupları Tablo 45'te verilmiştir. 2020 yılında Çameli çeşidinin kaprylik asit oranı ortalaması %0,301 olarak belirlenmiştir. Uygulamalara bağlı olarak birinci deneme yılında bu çeşidin kaprylik asit oranı %0,128 ile %0,434 arasında değişim göstermiştir. En yüksek kaprylik asit oranı RC536+RC17+RC32 aşılamasından, en düşük kaprylik asit oranı ise RC16 uygulamasından elde edilmiştir (Tablo 45).

2021 yılında *Nigella sativa* türünde, 2020 ise *Nigella damascena* türünün sabit yağında kaprylik asit tespit edilememiştir.

Tablo 44

Bakteri aşılama, gübre ve hormon uygulamalarının *Nigella sativa* ve *Nigella damascena* çörek otu bitkilerinde kaprylik asit oranı değerlerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	Kareler Ortalamaları					
		<i>Nigella sativa</i>			<i>Nigella damascena</i>		
		2020	2021	Birleşik	2020	2021	Birleşik
Yıl (Y)	1			2,5908**			714,043**
Uygulama	18	0,0242**		0,0121**		1,989**	0,995**
Blok	2-4	0,0013		0,0007		0,191	0,096
U x Y	18			0,0121**			0,995**
Hata	36-72	0,001		0,00002		0,146	0,073

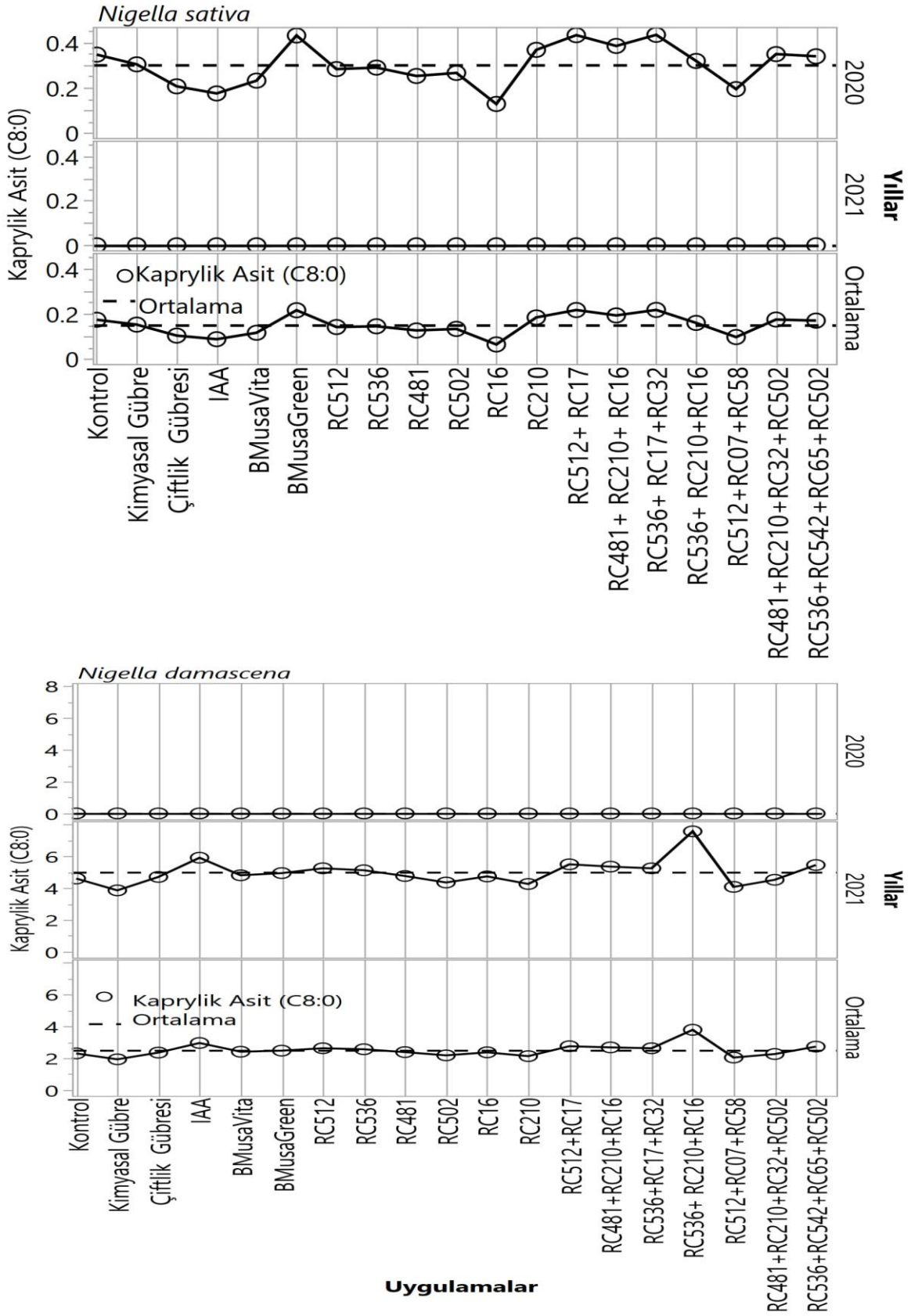
SD: Serbestlik derecesi, **: $p \leq 0,01$

Tablo 45

Bakteri aşılama, hormon ve gübre uygulamalarının *Nigella sativa* ve *Nigella damascena* bitkilerinde kaprylik asit oranına (%) etkisi

Uygulamalar	<i>Nigella sativa</i>			<i>Nigella damascena</i>		
	2020*	2021	Ortalama	2020	2021	Ortalama
Kontrol	0,346 bcd	0	0,173 bcd	0	4,605 d-g	2,302 c-h
Kimyasal gübre	0,304 cde	0	0,152 cde	0	3,86 g	1,93 h
Çiftlik gübresi	0,206 ghı	0	0,103 ghı	0	4,707 d-g	2,353 c-h
IAA	0,175 ij	0	0,087 ij	0	5,916 b	2,958 b
BMusaVita	0,231 f-ı	0	0,116 f-ı	0	4,811 c-g	2,406 c-h
BMusaGreen	0,431 a	0	0,216 a	0	4,94 c-f	2,474 c-g
RC512	0,282 def	0	0,141 def	0	5,252 bcd	2,626 b-e
RC536	0,289 def	0	0,145 def	0	5,125 b-e	2,563 b-f
RC481	0,252 e-h	0	0,126 e-h	0	4,767 c-g	2,383 c-h
RC502	0,266 def	0	0,133 efg	0	4,356 d-g	2,178 e-h
RC16	0,128 j	0	0,064 j	0	4,741 c-g	2,37 c-h
RC210	0,367 abc	0	0,184 bc	0	4,263 efg	2,132 fgh
RC512+RC17	0,433 a	0	0,216 a	0	5,503 bc	2,751 bc
RC481+RC210+RC16	0,385 ab	0	0,193 ab	0	5,358 bc	2,679 bcd
RC536+RC17+RC32	0,434 a	0	0,217 a	0	5,249 bcd	2,624 b-e
RC536+RC210+RC16	0,319 b-e	0	0,159 b-e	0	7,57 a	3,788 a
RC512+RC07+RC58	0,194 hı	0	0,097 hı	0	4,081 fg	2,041 gh
RC481+RC210+RC32+RC502	0,349 bcd	0	0,174 bcd	0	4,527 d-g	2,263 d-h
RC536+RC542+RC65+RC502	0,339 bcd	0	0,169 bcd	0	5,458 bc	2,729 bcd
Ortalama	0,301		0,150		5,005	2,510

*Aynı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar kendi grubunda Duncan testine göre önemli ($p \leq 0,01$) değildir.



Şekil 19 Bakteri aşılama, hormon ve gübre uygulamalarının *Nigella sativa* ve *Nigella damascena* bitkilerinde kaprylik asit oranı (%) üzerine etkisi

2020 yılında *Nigella damascena* türünde kaprylik asit tespit edilememiştir. 2021 yılında ise kaprylik asit oranı ortalaması %0,505 olarak tespit edilmiştir. Bu türün uygulamalara bağlı olarak kaprylik asit oranı %3,86 ile (g grubu) ile %7,57 (a grubu) arasında değişim göstermiştir. En büyük kaprylik asit oranı RC536+RC210+RC16 üçlü bakteri aşılamaında, en düşük kaprylik asit oranı ise kimyasal gübre uygulamasında belirlenmiştir (Tablo 46).

Kaprylik asit oranı bakımından çörek otu türlerinde uygulamalara göre değişimleri görsel olarak değerlendirmek amacıyla oluşturulan grafikler Şekil 19 da verilmiştir. 2020 yılında; *Nigella sativa* da RC536+RC17+RC32, RC512+RC17, BMusaGreen, RC481+RC210+RC16, RC210, dörtlü bakteri formülleri, kontrol, RC536+RC210+RC16 ve kimyasal gübre uygulamaları, *Nigella damascena* türünde ise RC536+RC210+RC16, IAA, RC512+RC17, RC536+RC542+RC65+RC502, RC481+RC210+RC16, RC512, RC536+RC17+RC32 ve RC536 uygulamaları genel ortalama seviyesinde ya da üzerinde kaprylik asit oranına sahip olmuştur (Şekil 19).

Bu çalışmada birinci deneme yılında *Nigella sativa* türünün kaprylik asit oranı %0,128-%0,434 arasında, *Nigella damascena* türünde ise ikinci deneme yılında %3,86-%7,50 arasında değişim göstermiştir. Çalışmamıza benzer şekilde ortalama kaprylik asit oranının farklı biyolojik gübre kullanarak yetiştirilen *Nigella sativa* türüne ait çörek otu genotipinde fosfor içeren bazı uygulamalarda %0,20- %0,81 oranında değiştiği bildirilmiştir (Shalan, 2005). Türkiye orijinli çörek otunun kullanıldığı bir başka araştırmada da kaprylik asit oranının %0,04 olduğu tespit edilmiştir (Zarifikhosroshahi vd., 2022).

Mrystik asit oranı (C14:0)

Bakteri aşılamaaları, hormon ve gübre uygulamalarının *Nigella sativa* (Çameli çeşidi) ve *Nigella damascena* genotipi mrystik asit oranının yıllara göre ve birleşik varyans analiz sonuçları Tablo 46'da verilmiştir. Tablo 46'da görüldüğü gibi *Nigella sativa* ve *Nigella damascena* türlerinde mrystik asit oranı bakımından hem iki yetiştirme sezonunda hem de birleşik varyans analizinde uygulamaların ve yılların etkisi ile uygulama x yıl interaksiyonlarının istatistiki bakımdan çok önemli ($p \leq 0,01$) olduğu belirlenmiştir.

Tablo 46

Bakteri aşılama, gübre ve hormon uygulamalarının *Nigella sativa* ve *Nigella damascena* çörek otu bitkilerinde mrystik asit oranı değerlerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	Kareler Ortalamaları					
		<i>Nigella sativa</i>			<i>Nigella damascena</i>		
		2020	2021	Birleşik	2020	2021	Birleşik
Yıl (Y)	1			0,16205**			0,256408**
Uygulama	18		0,030960**	0,01548**		0,032168**	0,016084**
Blok	2-4		0,000003	0,000002		0,000033	0,000016
U x Y	18			0,01548**			0,016084**
Hata	36-72		0,000004	0,000002		0,000028	0,000014

SD: Serbestlik derecesi, **: $p \leq 0,01$

Deneme yıllarına göre *Nigella sativa* da mrystik asit oranının bakteri aşılama, hormon ve gübre uygulamalarına bağlı olarak değişimleri Tablo 47’de verilmiştir.

2020 yılında hem *Nigella sativa* hemde *Nigella damascena* türünün sabit yağında mrystik asit tespit edilememiştir.

2021 yılında *Nigella sativa* da mrystik asit oranı ortalaması %0,0754 olarak bulunmuştur. Bu üretim sezonunda mrystik asit oranı %0,0-%0,214 arasında değişim göstermiştir. En yüksek mrystik asit oranı ticari BMusaGreen uygulamasından elde edilirken, bunu çiftlik gübresi (%0,212), RC16 ((%0,210) ve RC481 ((%0,208) uygulamaları takip etmiştir. Kontrol dahil 12 adet uygulamada söz konusu yağ asidi belirlenmemiştir (Tablo 47)

Nigella damascena da 2021 yılında mrystik asit oranı %0,000-%0,230 arasında değişim göstermiştir. En yüksek (%0,230) mrystik asit oranı RC481+RC210+RC16 mikrobiyal gübre aşılamaında belirlenirken, bunu kontrol uygulaması (%0,220) izlemiştir.

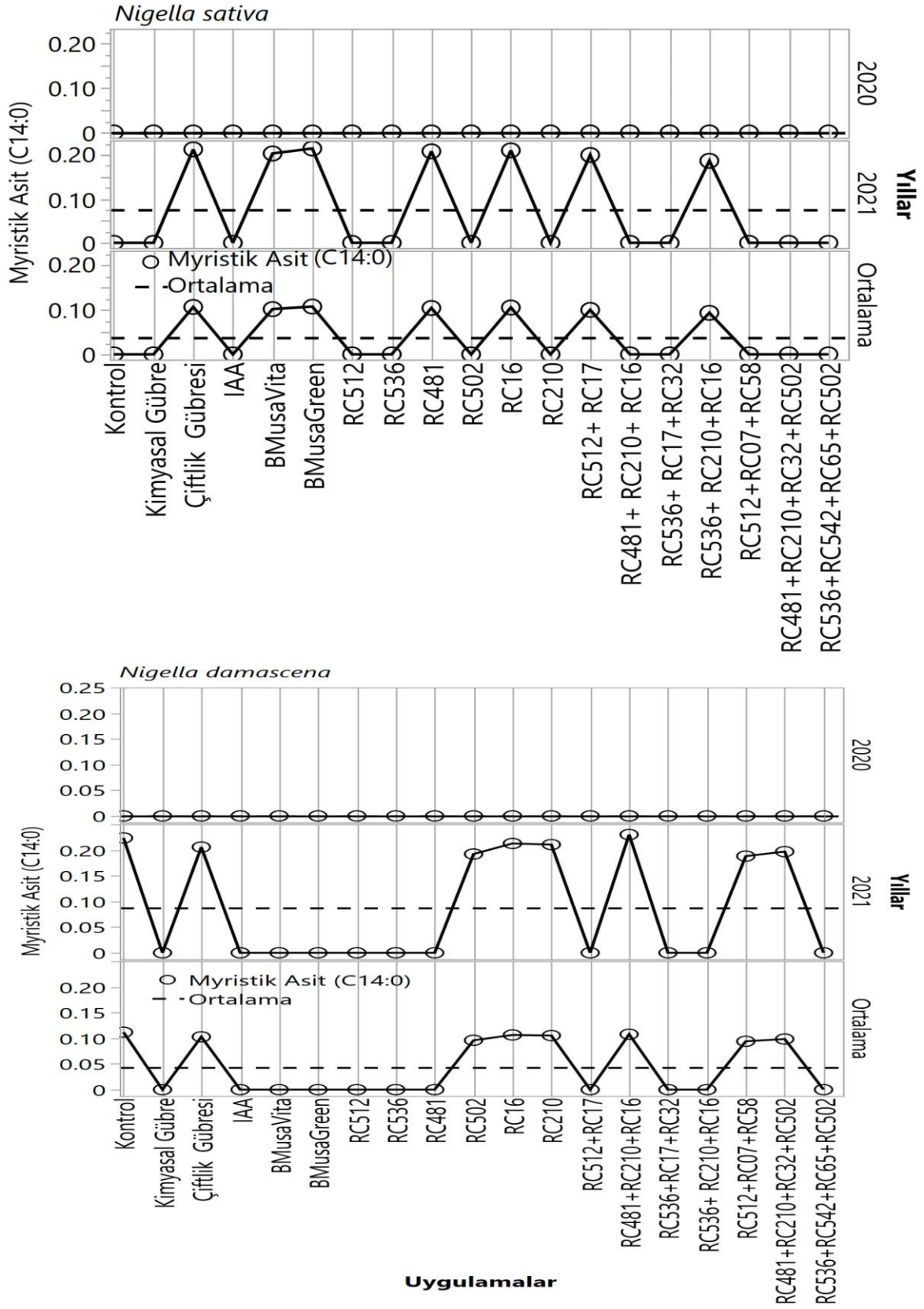
Tablo 47

Bakteri aşılama, hormon ve gübre uygulamalarının *Nigella sativa* ve *Nigella damascena* bitkilerinde mrystik asit oranına (%) etkisi

Uygulamalar	<i>Nigella sativa</i>			<i>Nigella damascena</i>		
	2020	2021*	Ortalama	2020	2021	Ortalama
Kontrol	0	0	0	0	0,22 ab	0,112 a
Kimyasal gübre	0	0	0	0	0	0
Çiftlik gübresi	0	0,212 ab	0,106 a	0	0,21 bc	0,103 bc
IAA	0	0	0	0	0	0
BMusaVita	0	0,203 c	0,101 abc	0	0	0
BMusaGreen	0	0,214 a	0,107 a	0	0	0
RC512	0	0	0	0	0	0
RC536	0	0	0	0	0	0
RC481	0	0,208 b	0,104 ab	0	0	0
RC502	0	0	0	0	0,190 d	0,096 d
RC16	0	0,21 ab	0,105 ab	0	0,210 bc	0,106 ab
RC210	0	0	0	0	0,210 bc	0,105 b
RC512+RC17	0	0,199 c	0,100 abc	0	0	0
RC481+RC210+RC16	0	0	0	0	0,230a	0,108 ab
RC536+RC17+RC32	0	0	0	0	0	0
RC536+RC210+RC16	0	0,186 d	0,093 c	0	0	0
RC512+RC07+RC58	0	0	0	0	0,190 d	0,094 d
RC481+RC210+RC32+RC502	0	0	0	0	0,200 bc	0,098 cd
RC536+RC542+RC65+RC502	0	0	0	0	0	0
Ortalama		0,0754	0,0377		0,095	0,047

*Aynı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar kendi grubunda Duncan testine göre önemli ($p \leq 0,01$) değildir.

Mrystik asit oranının çörek otu türlerinde uygulamalara göre değişimlerini görsel olarak değerlendirmek amacıyla oluşturulan grafikler Şekil 20 de verilmiştir. 2021 yılında; *Nigella sativa* Çameli çeşidinde BMusaGreen, Çiftlik Gübresi, RC16, RC481, BMusaVita, RC512+RC17, RC536+RC210+RC16 uygulamaları, *Nigella damascena* genotipinde RC481+RC210+RC16, Kontrol, çiftlik gübresi, RC16, RC210, RC481+RC210+RC32+RC502, RC502 ve RC512+RC07+RC58 uygulamaları genel ortalamanın üzerinde mrystik asit oranına sahip olmuştur (Şekil 20).



Şekil 20 Bakteri aşılama, hormon ve gübre uygulamalarının *Nigella sativa* ve *Nigella damascena* bitkilerinde myristik asit oranı (%) üzerine etkisi

Myristik çalışmamızda tespit edilen en düşük doymuş yağ asitlerinden birisi olmuştur. Bazı uygulamalarda hiç tespit edilmemişken, tespit edilen uygulamalardaki *Nigella sativa* türünde %0,0377-%0,214 arasında, *Nigella damascena* türünde ise %0,047-%0,23 arasında değişim göstermiştir. Sonuçlarımıza benzer şekilde çörek otunda myristic asit oranının Babayan vd. (1978) %0,16 olduğunu, Cheikh-Rouhou vd. (2007) Tunus orijinli genotiplerde %0,35, İran orijinli genotiplerde ise %0,41 olduğunu, Kiralan vd. (2014) Türkiye orijinli çörek otu genotiplerinde soğuk sıkımdan elde edilen sabit yağda %0,13, solvent ile elde edilen sabit yağda ise %0,14 olduğunu bildirmişlerdir. Türkiye orijinli çörek otunun kullanıldığı bir başka araştırmada da myristic asit oranının %0,36 olduğu tespit edilmiştir (Zarifikhosroshahi vd., 2022). Sonuçlarımızdan farklı olarak, Atta, (2003) Mısır da tarımı yapılan çörek otu genotiplerinde myristik asit oranının soğuk sıkımda %11,1, solvent ekstraksiyonunda ise %9,8 olduğunu tespit etmiştir.

Toplam doymuş yağ asidi oranı

Bakteri aşılama, hormon ve gübre uygulamalarının *Nigella sativa* (Çameli çeşidi) ve *Nigella damascena* genotipinin toplam doymuş yağ asidi oranlarının yıllara göre ve birleşik varyans analiz sonuçları Tablo 48’de verilmiştir. Tablo 48’de görüldüğü gibi *Nigella sativa* ve *Nigella damascena* türlerinde toplam doymuş yağ asidi oranı bakımından hem iki yetiştirme sezonunda hem de birleşik varyans analizinde, uygulamaların ve yılların etkisi (*Nigella damascena* hariç) ile uygulama x yıl interaksiyonlarının istatistiki bakımdan çok önemli ($p \leq 0,01$) olduğu belirlenmiştir.

Tablo 48

Bakteri aşılama, gübre ve hormon uygulamalarının *Nigella sativa* ve *Nigella damascena* çörek otu bitkilerinde toplam doymuş yağ asidi oranına ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	Kareler Ortalamaları					
		<i>Nigella sativa</i>			<i>Nigella damascena</i>		
		2020	2021	Birleşik	2020	2021	Birleşik
Yıl (Y)	1			45,384**			0,468öd
Uygulama	18	3,508**	1,215**	2,530**	4,552**	1,374**	2,394**
Blok	2-4	2,184	0,043	1,113	0,092	0,487	0,290
U x Y	18			2,193**			3,533**
Hata	36-72	0,318	0,026	0,172	0,354	0,137	0,245

SD: Serbestlik derecesi, **: $p \leq 0,01$, öd: önemli değil

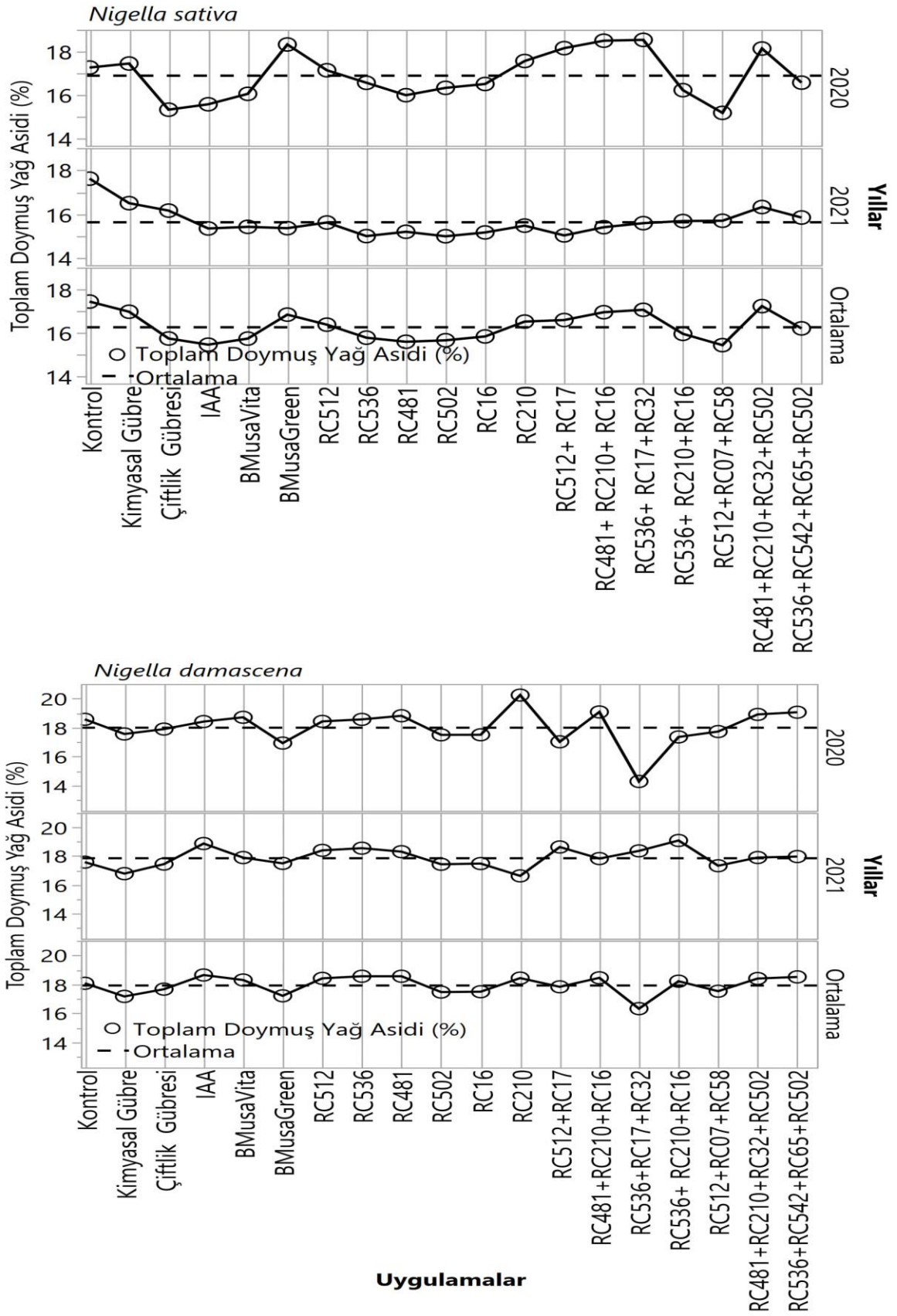
Deneme yıllarına bağlı olarak türlerin uygulamalara göre toplam doymuş yağ asidi oranı ortalamaları ile Duncan testi ortalama grupları Tablo 49’da verilmiştir.

Tablo 49

Bakteri aşılama, hormon ve gübre uygulamalarının *Nigella sativa* ve *Nigella damascena* bitkilerinde toplam doymuş yağ asidi oranı (%) üzerine etkisi

Uygulamalar	<i>Nigella sativa</i>			<i>Nigella damascena</i>		
	2020*	2021	Ortalama	2020	2021	Ortalama
Kontrol	17,27 a-d	17,61 a	17,44 a	18,57 bcd	17,58 d-g	18,08 abc
Kimyasal gübre	17,45 abc	16,5 b	16,98 abc	17,56 b-e	16,78 gh	17,17 d
Çiftlik gübresi	15,34 e	16,16 bc	15,75 gh ₁	17,90 b-e	17,45 d-h	17,67 bcd
IAA	15,58 e	15,35 e-1	15,47 ı	18,41 b-e	18,88 ab	18,65 a
BMusaVita	16,06 cde	15,43 e-g	15,75 gh ₁	18,71 bcd	17,90 c-e	18,30 abc
BMusaGreen	18,33 a	15,36 e-1	16,84 a-d	16,93 e	17,49 d-h	17,21 d
RC512	17,14 a-d	15,62 de	16,38 c-g	18,42b-e	18,40 a-d	18,41 ab
RC536	16,57 b-e	15,01 ı	15,79 gh ₁	18,56 bcd	18,55 abc	18,56 a
RC481	16,00 de	15,20 f-1	15,60 h ₁	18,81 a-d	18,31 b-e	18,56 a
RC502	16,34 b-e	15,00 ı	15,67 gh ₁	17,50 cde	17,44 e-h	17,47 cd
RC16	16,52 b-e	15,17 gh ₁	15,84 f-1	17,50 cde	17,49 d-h	17,49 cd
RC210	17,57 ab	15,48 d-g	16,53 b-f	20,24 a	16,63 h	18,43 ab
RC512+RC17	18,16 a	15,04 h ₁	16,6 b-e	17,02 e	18,64 abc	17,83 a-d
RC481+RC210+RC16	18,5 a	15,41 e-h	16,95 abc	19,08 ab	17,83 c-e	18,45 ab
RC536+RC17+RC32	18,54 a	15,59 def	17,07 abc	14,29 f	18,37 a-e	16,33 e
RC536+RC210+RC16	16,23 b-e	15,69 de	15,96 e-1	17,35 de	19,09 a	18,22 abc
RC512+RC07+RC58	15,19 e	15,70 de	15,45 ı	17,73 b-e	17,33 fgh	17,53 cd
RC481+RC210+RC32+RC502	18,14 a	16,32 b	17,23 ab	18,91 abc	17,91 c-e	18,41 ab
RC536+RC542+RC65+RC502	16,58 b-e	15,85 cd	16,21 e-h	19,06 ab	17,97 b-e	18,52 ab
Ortalama	16,92 A	15,66 B	16,29	18,02	17,90	17,96

*Aynı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar kendi grubunda Duncan testine göre önemli ($p \leq 0,01$) değildir.



Şekil 21 Bakteri aşılama, hormon ve gübre uygulamalarının *Nigella sativa* ve *Nigella damascena* bitkilerinde toplam doymuş yağ asidi oranı (%) üzerine etkisi

2020 yılında Çameli çeşidinin toplam doymuş yağ asidi ortalaması %16,92 olarak belirlenmiştir. Uygulamalara bağlı olarak birinci deneme yılında bu çeşidin toplam doymuş yağ asidi oranı %15,19 ile %18,54 arasında değişim göstermiştir. En yüksek toplam doymuş yağ asidi oranları %18,54 ile RC536+RC17+RC32 üçlü fomülasyonunda tespit edilmişken, bu uygulamayı %18,50 ile RC481+RC210+RC16 ve %18,33 ile BMusaGreen ticari formülasyonu izlemiştir. En düşük toplam doymuş yağ asidi oranı %15,19 ile RC512+RC07+RC58 üçlü formülasyonu aşılmasında belirlenirken, bunu %15,34 ile çiftlik gübresi ve %15,58 ile IAA uygulaması izlemiştir (Tablo 49).

2021 yılında Çameli çeşidinin toplam doymuş yağ asidi oranı ortalaması %15,66 olurken, en düşük toplam doymuş yağ asidi oranı %15,00 ile RC502, en yüksek toplam doymuş yağ asidi oranı ise %17,61 ile kontrol ve %16,50 ile kimyasal gübre uygulamasında belirlenmiştir (Tablo 49).

2021 yılında *Nigella damascena* türünün en yüksek toplam doymuş yağ asidi oranı RC536+RC210+RC16 uygulamasından %19,17 olarak, en düşük toplam doymuş yağ asidi oranı ise RC210 uygulamasında %16,63 olarak tespit edilmiştir (Tablo 49).

Yıllar ortalamasında da en yüksek toplam doymuş yağ asidi %18,65 ile IAA uygulamasından, en düşük toplam doymuş yağ asidi oranı ise RC536+RC17+RC32 uygulamasından %16,33 olarak belirlenmiştir.

Toplam doymuş yağ asidi oranının çörek otu türlerinde uygulamalara göre değişimlerini görsel olarak değerlendirmek amacıyla oluşturulan grafikler Şekil 21 de sunulmuştur.

2020 yılında *Nigella damascena* türünün toplam doymuş yağ asidi oranı ortalaması %18,02 olarak tespit edilmiştir. Bu türün uygulamalara bağlı olarak toplam doymuş yağ asidi %17,50 ile %18,57 arasında değişim göstermiştir. En yüksek toplam doymuş yağ asidi oranı kontrol uygulamasında, en düşük toplam doymuş yağ asidi oranı ise RC502 uygulamasında belirlenmiştir.

2020 yılında; RC210, RC481+RC210+RC16, RC481+RC210+RC32+RC502, kontrol ve RC512 uygulamaları her iki türdede ortalamanın üzerinde toplam doymuş yağ asidi oranına sahip olmuştur. Aynı yılda *Nigella sativa* türünde kimyasal gübre, RC512+RC17, BMusaGreen ve RC536+RC17+RC32 uygulamaları, *Nigella damascena*

türünde ise RC536+RC542+RC65+RC502, RC481, BMusaVita ve RC536 uygulamaları genel ortalamanın üzerinde toplam doymuş yağ asidi oranına sahip olmuştur (Tablo 49).

2021 yılında her iki türde üçlü RC536+RC210+RC16, dörtlü bakteri aşılamalarında ortalamanın üzerinde toplam doymuş yağ asidi oranları elde edilmiştir. 2021 yılında; *Nigella sativa* türünde kontrol, çiftlik gübresi, RC512+RC07+RC58, kimyasal gübre uygulamalarında, *Nigella damascena* da ise, IAA, RC512+RC17, RC536, RC512, RC536+RC17+RC32 ve RC481 formülasyonlarında genel ortalamadan daha yüksek toplam doymuş yağ asidi oranı tespit edilmiştir (Şekil 21).

Bu çalışmada toplam doymuş yağ asidi oranı *Nigella sativa* türünde % 15,00- % 18,56 arasında, *Nigella damascena* türünde ise 14,29-20,24 arasında değişim göstermiştir. Gharby vd. (2015) *Nigella sativa* da ekstraksiyon yöntemine bağlı olarak toplam doymuş yağ asidi oranının %15,5 (solvent) ile %16,8 (soğuk sıkım) arasında değişim gösterdiğini bildirmişlerdir. Bir başka çalışmada ise Mısır da tarımı yapılan çörek otu genotiplerinde toplam doymuş yağ asidi oranının soğuk sıkımda %29,2, solvent ekstraksiyonunda ise %24,8 olduğunu tespit edilmiştir (Atta, 2003).

4.3.2. Doymamış Yağ Asidi Kompozisyonu

Araştırmada her iki çörek otu türünde uygulamalara bağlı olarak elde edilen sabit yağ örneklerinde tespit edilen doymamış yağ asitlerinin değerlendirilmesi en yüksek oranda bulunandan en düşük oranda bulunana doğru yapılmıştır. Türler arasında farklılıklar olsada sabit yağda tespit edilen doymamış yağ asitlerinin en yüksekte en düşüğe doğru sıralaması linoleik, oleik, eicosadionik ve linolenik şeklinde gerçekleşmiştir.

Linoleik asit oranı (C18:2)

Bakteri aşılama, hormon ve gübre uygulamalarının *Nigella sativa* (Çameli çeşidi) ve *Nigella damascena* genotipi linoleik asit oranının yıllara göre ve birleşik varyans analiz sonuçları Tablo 50'de verilmiştir. Tablo 50'de görüldüğü gibi *Nigella sativa* ve *Nigella damascena* türlerinde linoleik asit oranı bakımından hem iki yetiştirme sezonunda hem de birleşik varyans analizinde, uygulamaların ve yılların etkisi ile uygulama x yıl interaksiyonlarının istatistiki bakımdan çok önemli ($p \leq 0,01$) olduğu belirlenmiştir.

Tablo 50

Bakteri aşılama, gübre ve hormon uygulamalarının *Nigella sativa* ve *Nigella damascena* çörek otu bitkilerinde linoleik asit oranı değerlerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	Kareler Ortalamaları					
		<i>Nigella sativa</i>			<i>Nigella damascena</i>		
		2020	2021	Birleşik	2020	2021	Birleşik
Yıl (Y)	1			26,538**			82,359**
Uygulama	18	6,574**	12,023**	7,178**	5,330**	2,364**	3,094**
Blok	2-4	2,382	0,376	1,379	0,192	0,073	0,133
U x Y	18			11,419**			4,600**
Hata	36-72	0,844	0,548	0,696	0,188	0,050	0,119

SD: Serbestlik derecesi, **: $p \leq 0,01$

Deneme yıllarına bağlı olarak türlerin uygulamalara göre linoleik asit oranı ortalamaları ile Duncan testi ortalama grupları Tablo 51’de verilmiştir.

2020 yılında Çameli çeşidinin linoleik asit oranı ortalaması %59,41 olarak belirlenmiştir. Uygulamalara bağlı olarak birinci deneme yılında bu çeşidin linoleik asit oranı %55,56 ile %61,88 arasında değişim göstermiştir. En düşük linoleik asit oranı %55,56 ile RC536+RC17+RC32 uygulamasında belirlenirken, bunu %57,73 ile RC536+RC210+RC16 formülasyonu ve %58,26 ile RC502 uygulaması takip etmiştir.

2021 yılında Çameli çeşidinin linoleik asit oranı ortalaması %60,37 olurken, en düşük linoleik asit oranı %54,02 ile RC512 üçlü formülasyonunda, en yüksek linoleik asit oranı ise %64,78 ile IAA uygulamasında belirlenmiştir (Tablo 51).

2020 yılında *Nigella damascena* türünün linoleik asit oranı ortalaması %46,99 olarak tespit edilmiştir. Bu türün uygulamalara bağlı olarak linoleik asit oranı %44,71 ile %49,79 arasında değişim göstermiştir. En yüksek linoleik asit oranı IAA uygulamasında, en düşük linoleik asit oranı ise RC210 uygulamasında belirlenmiştir (Tablo 51)

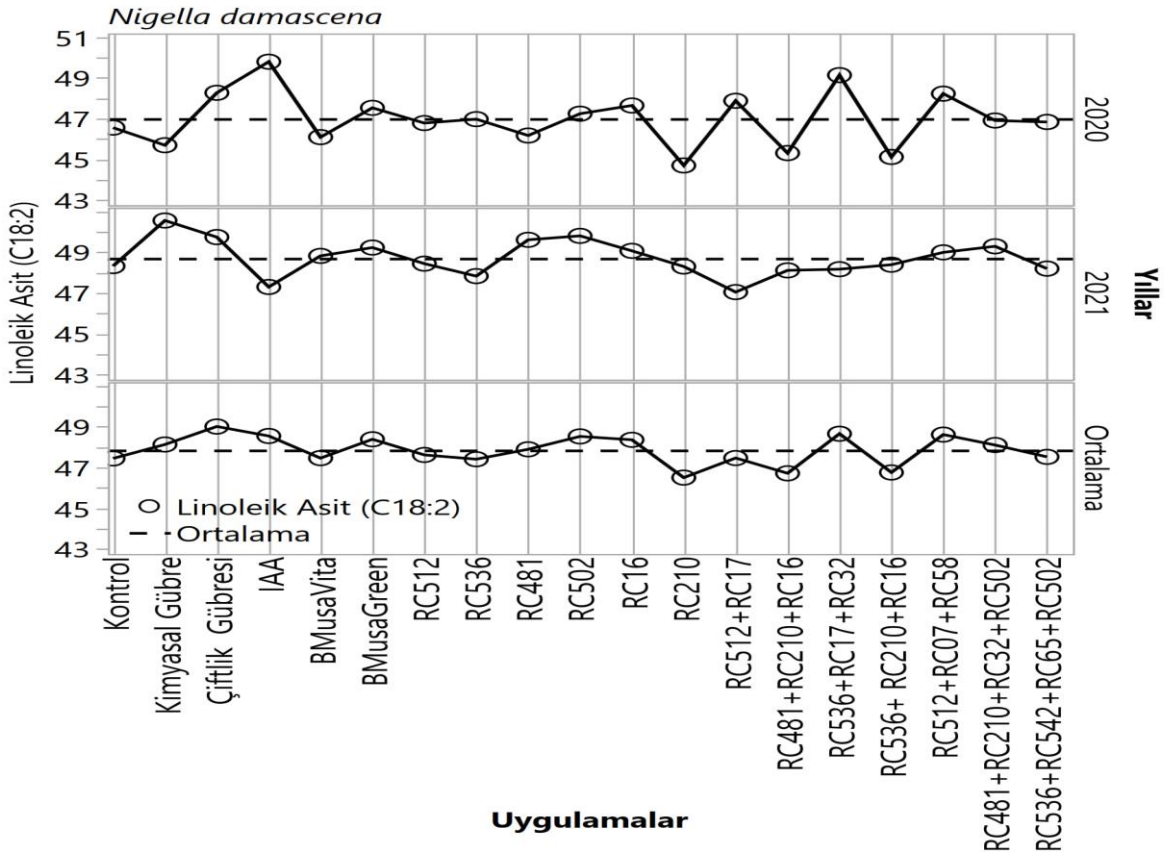
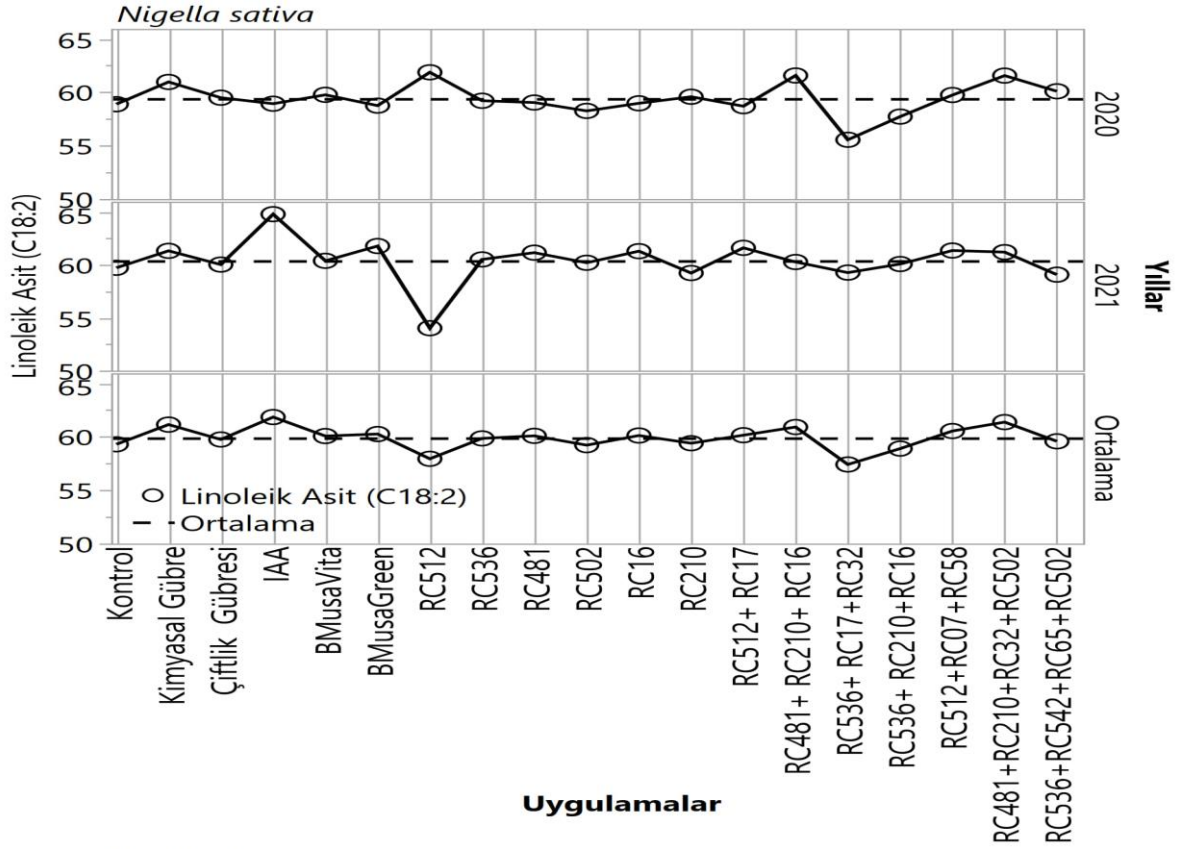
2021 yılında *Nigella damascena* türünün en yüksek linoleik asit oranı kimyasal gübre uygulamasından %50,55 olarak, en düşük linoleik asit oranı ise RC512+RC17 uygulamasında %47,05 olarak tespit edilmiştir. Yıllar ortalamasında da en yüksek linoleik asit oranı %49,01 ile çiftlik gübresi uygulamasından, en düşük linoleik asit oranı ise RC210 uygulamasından %46,51 olarak belirlenmiştir (Tablo 51).

Tablo 51

Bakteri aşılama, hormon ve gübre uygulamalarının *Nigella sativa* ve *Nigella damascena* bitkilerinde linoleik asit oranı (%) üzerine etkisi

Uygulamalar	<i>Nigella sativa</i>			<i>Nigella damascena</i>		
	2020*	2021	Ortalama	2020	2021	Ortalama
Kontrol	58,89 cd	59,72 cde	59,30 efg	46,56 e-h	48,32 efg	47,44 e
Kimyasal gübre	60,98 bc	61,31 bc	61,14 abc	45,7 hij	50,55 a	48,13 bcd
Çiftlik gübresi	59,5 bcd	60,02 b-e	59,76 c-f	48,27 bc	49,74 bc	49,01 a
IAA	58,94 cd	64,78 a	61,86 a	49,79 a	47,3 h	48,55 ab
BMusaVita	59,77 a-d	60,37 b-e	60,07 b-f	46,1 g-ı	48,82 de	47,46 e
BMusaGreen	58,76 cd	61,77 ab	60,26 b-f	47,53 cde	49,23 cd	48,38 bc
RC512	61,88 a	54,02 f	57,95 gh	46,79 d-g	48,44 ef	47,62 de
RC536	59,21 cd	60,50 b-e	59,86 c-f	46,98 d-g	47,84 g	47,41 e
RC481	59,05 cd	61,14 bcd	60,09 b-f	46,18 f-ı	49,61 bc	47,89 cde
RC502	58,26 d	60,19 b-e	59,22 efg	47,25 c-f	49,8 b	48,52 ab
RC16	58,97 cd	61,28 bc	60,13 b-f	47,65 cde	49,07 d	48,36 bc
RC210	59,59 a-d	59,22 e	59,40 ef	44,71 j	48,30 efg	46,51 f
RC512+RC17	58,71 cd	61,60 bc	60,15 b-f	47,88 cd	47,05 h	47,46 e
RC481+RC210+RC16	61,58 ab	60,26 b-e	60,92 a-d	45,32 ij	48,12 fg	46,72 f
RC536+RC17+RC32	55,56 e	59,26 d-e	57,41 h	49,13 ab	48,17 fg	48,65 ab
RC536+RC210+RC16	57,73 d	60,07 b-e	58,9 fg	45,13 ij	48,39 efg	46,76 f
RC512+RC07+RC58	59,75 a-d	61,34 bc	60,55 a-e	48,23 bc	49,06 d	48,61 ab
RC481+RC210+RC32+RC502	61,57 a-c	61,19 bc	61,38 ab	46,91 d-g	49,29 bcd	48,1 bcd
RC536+RC542+RC65+RC502	60,1 a-d	59,06 e	59,58 def	46,84 d-g	48,2 fg	47,52 e
Ortalama	59,41 B	60,37 A	59,89	46,99 B	48,69 A	47,84

*Aynı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar kendi grubunda Duncan testine göre önemli ($p \leq 0,01$) değildir.



Şekil 22 Bakteri aşılama, hormon ve gübre uygulamalarının *Nigella sativa* ve *Nigella damascena* bitkilerinde linoleik asit oranı (%) üzerine etkisi

Linoleik asit oranının çörek otu türlerinde uygulamalara göre değişimlerini görsel olarak değerlendirmek amacıyla oluşturulan grafikler Şekil 22 de verilmiştir. 2020 yılında; *Nigella sativa* da RC512, RC481+RC210+RC16, dörtlü bakteri uygulamaları, kimyasal gübre, BMusaVita, RC512+RC07+RC58, RC210 ve çiftlik gübresi uygulamaları, *Nigella damascena* türünde IAA, RC536+RC17+RC32, çiftlik gübresi, RC512+RC07+RC58, RC512+RC17, RC16, BMusaGreen ve RC502 uygulamaları genel ortalama seviyesinde ya da üzerinde linoleik asit oranına sahip olmuştur.

2021 yılında *Nigella sativa* türünde IAA, BMusaGreen, RC512+RC17, RC512+RC07+RC58, kimyasal gübre, RC16, RC481+RC210+RC32+RC502, RC481, RC536 formülasyonları, *Nigella damascena* da ise kimyasal gübre, RC502, çiftlik gübresi, RC481, RC481+RC210+RC32+RC502, BMusaGreen, RC16, RC512+RC07+RC58 ve BMusaVita formülasyonları genel ortalamadan daha yüksek linoleik asit oranına sahip olmuştur (Şekil 22).

Bu çalışmada linoleik asit oranı *Nigella sativa* türünde %54,02-%64,78 arasında, *Nigella damascena* türünde ise %44,71- %50,55 arasında değişim göstermiştir. Literatürde bildirildiği gibi genel olarak karşılaştırıldığında, *Nigella sativa* nın linoleik asit oranı *Nigella damascena* dan yüksek elde edilmiştir (Shahbazi vd., 2022). Aynı araştırmacılar çalışmamızdakine benzer şekilde linoleik asit oranlarını *N. damascena* da %51,99, *N. sativa* ise %55,5 olarak belirlemişlerdir. Sonuçlarımıza benzer şekilde *Nigella sativa* türünün ortalama linoleik asit oranını Amin vd. (2010) %58,9; Farhan vd. (2021), %58,58; Telci vd. (2022) %57,16- %57,59; Elhafez vd. (2022) %34,18-%39,91 ve Rahim vd. (2022) %55,60 olarak tespit etmişlerdir.

Oleik asit oranı (C18:1)

Bakteri aşılama, hormon ve gübre uygulamalarının *Nigella sativa* (Çameli çeşidi) ve *Nigella damascena* genotipi oleik asit oranının yıllara göre ve birleşik varyans analiz sonuçları Tablo 52 de uygulamalara ait veriler ise Tablo 53'de verilmiştir. Tablo 53'te gösterildiği üzere *Nigella sativa* (Çameli çeşidi) ve *Nigella damascena* genotipinde oleik asit oranı bakımından hem iki yetiştirme sezonunda hem de birleşik varyans analizinde uygulamaların ve yılların etkisinin istatistiksel bakımdan çok önemli ($p \leq 0,01$) olduğu belirlenmiştir.

Tablo 52

Bakteri aşılımları, gübre ve hormon uygulamalarının *Nigella sativa* ve *Nigella damascena* bitkilerinde oleik asit oranlarına ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	Kareler Ortalamaları					
		<i>Nigella sativa</i>			<i>Nigella damascena</i>		
		2020	2021	Birleşik	2020	2021	Birleşik
Yıl (Y)	1			32,02**			15,175**
Uygulama	18	11,21**	11,15**	8,64**	5,158**	2,282**	3,610**
Blok	2-4	2,27	0,66	1,47	0,561	0,032	0,297
U x Y	18			13,73**			3,829**
Hata	36-72	1,22	0,60	0,91	0,158	0,108	0,133

SD: Serbestlik derecesi, **: $p \leq 0,01$

Birinci yetiştirme sezonunda Çameli çeşidinde uygulamalara bağlı olarak oleik asit oranı %16,36 ile %23,29 arasında değişim göstermiştir. Araştırmanın ilk yılında Çameli çeşidinin en yüksek oleik asit oranı (%23,29) üçlü (RC536+RC210+RC16) bakteri formülasyonu aşılmasıyla ölçülmüş, bunu sırasıyla tekli bakteri formülasyonu RC502 %21,89 ve üçlü bakteri formülasyonu RC536+RC17+RC32 (%21,83) aşılımları izlemiş ve bu uygulamalar istatistiksel olarak aynı gruba girmiştir (Tablo 53)

Denemenin ikinci yılında Çameli çeşidinin oleik asit oranı %17,55 ile %26,10 arasında değişim göstermiştir. İkinci deneme yılında Çameli çeşidinde en yüksek oleik asit oranı RC512 aşılmasıyla (%26,10) elde edilmiş, bunu RC502 uygulaması (%23,03) ve RC536+RC17+RC32 (%22,78) uygulaması takip etmiştir (Tablo 53).

Nigella sativa türünün Çameli çeşidinde iki yıllık verilerin birleşik analiz sonuçlarına göre test edilen uygulamaların çoğunluğu (RC481+RC210+RC16, kimyasal gübre ve RC481+RC210+RC32+RC502 hariç) kontrole kıyasla oleik asit oranını artırmıştır ve artış oranları istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($P \leq 0,01$). Bu çeşidin iki yıl birleşik oleik asit oranı ortalamalarında en yüksek değerler RC502, RC536+RC210+RC16 ve RC536+RC17+RC32 uygulamalarından sırasıyla %22,46, %22,4 ve %22,3 olarak belirlenmiştir (Tablo 53).

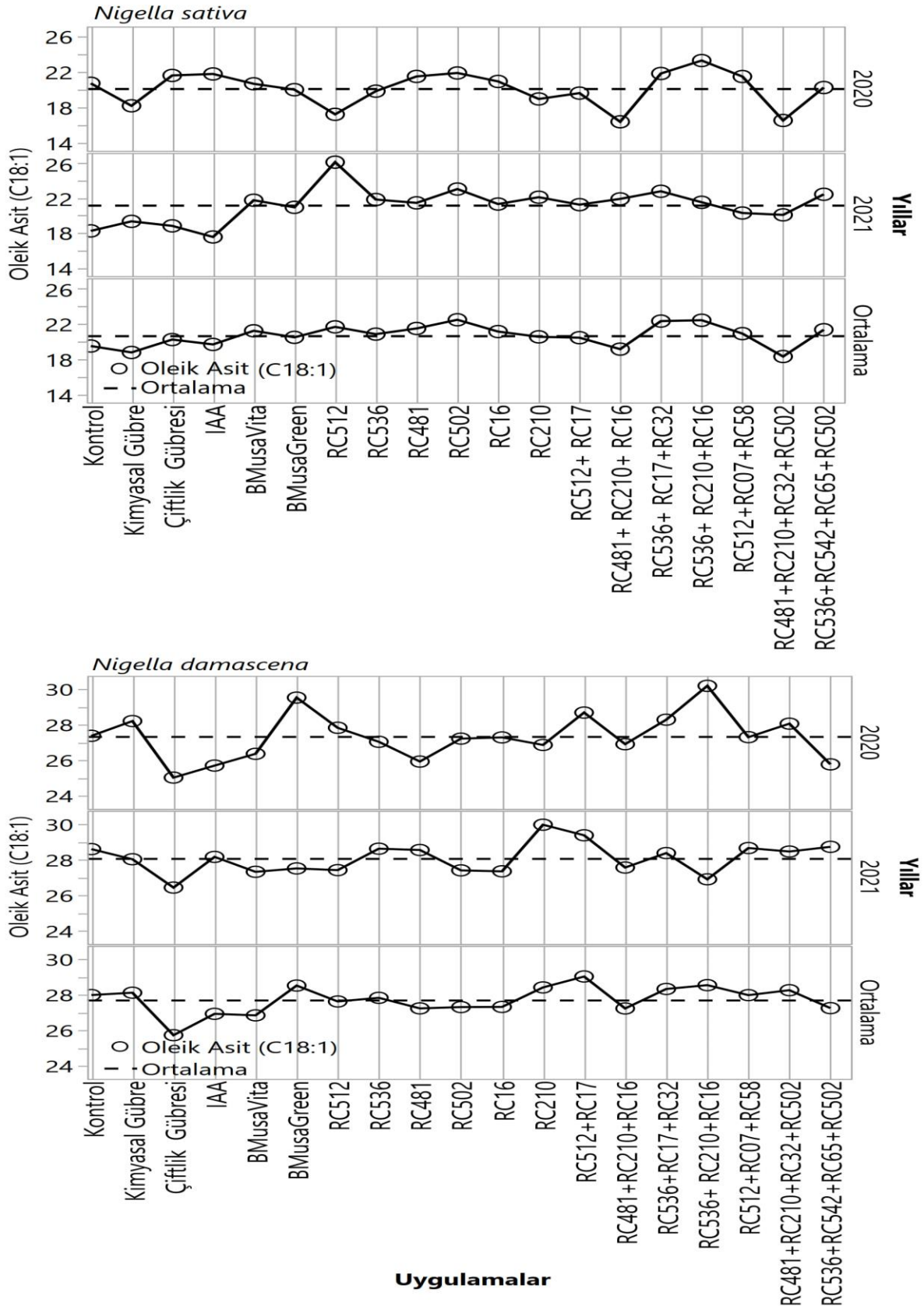
Tablo 53

Bakteri aşılama ları, hormon ve gübre uygulamalarının *Nigella sativa* ve *Nigella damascena* bitkilerinde oleik asit oranı (%) üzerine etkisi

Uygulamalar	<i>Nigella sativa</i>			<i>Nigella damascena</i>		
	2020*	2021	Ortalama	2020	2021	Ortalama
Kontrol	20,72 a-d	18,25 hı	19,48 d-g	27,38 def	28,6 bc	27,99 bcd
Kimyasal gübre	18,17 def	19,33 f-ı	18,75 fg	28,20 cd	28,03 cde	28,12 bcd
Çiftlik gübresi	21,61 abc	18,82 ghi	20,22 c-f	25,03 ı	26,44 g	25,73 g
IAA	21,78 abc	17,55 ı	19,66 d-g	25,7 hı	28,16 cd	26,93 f
BMusaVita	20,66 a-d	21,75 b-e	21,21 abc	26,36 gh	27,32 ef	26,84 f
BMusaGreen	19,99 bcd	20,94 c-f	20,47 b-e	29,52 ab	27,51 def	28,52 ab
RC512	17,2 ef	26,10 a	21,65 ab	27,83 cde	27,42 def	27,62 de
RC536	19,83 b-e	21,83 b-e	20,83 a-d	27,04 fg	28,62 bc	27,83 cde
RC481	21,49 abc	21,45 b-e	21,47 ab	25,93 hı	28,55 c	27,24 ef
RC502	21,89 ab	23,03 b	22,46 a	27,22 efg	27,40 def	27,31 ef
RC16	20,93 a-d	21,32 b-e	21,12 a-d	27,29 efg	27,35 def	27,32 ef
RC210	18,95 c-f	22,10 bcd	20,52 b-e	26,86 fg	29,97 a	28,41 bc
RC512+RC17	19,61 b-e	21,25 b-e	20,43 b-e	28,68 cd	29,37 ab	29,03 a
RC481+RC210+RC16	16,36 f	21,90 b-e	19,13 efg	26,91 fg	27,56 def	27,23 ef
RC536+RC17+RC32	21,83 ab	22,78 bc	22,30 a	28,28 cd	28,37 c	28,33 bc
RC536+RC210+RC16	23,29 a	21,51 b-e	22,40 a	30,18 a	26,89 fg	28,54 ab
RC512+RC07+RC58	21,49 abc	20,29 d-g	20,89 a-d	27,30 def	28,66 bc	27,98 bcd
RC481+RC210+RC32+RC502	16,51 f	20,07 e-h	18,29 g	28,06 cde	28,46 c	28,26 bc
RC536+RC542+RC65+RC502	20,24 bcd	22,43 bc	21,33 abc	25,77 hı	28,72 bc	27,25 ef
Ortalama	20,13 B	21,19 A	20,66	27,35 B	28,07 A	27,71

*Aynı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar kendi grubunda Duncan testine göre önemli ($p \leq 0,01$) değildir.

Bakteri aşılama ları, hormon ve gübre uygulamalarının *Nigella damascena* türüne ait genotipin oleik asit oranı değerlerinin yıllara göre ve birleşik varyans analiz sonuçları ile uygulamalara ait veriler Tablo 52 ve Tablo 53'te verilmiştir. Tablo 52'te gösterildiği üzere *Nigella damascena* türüne ait genotipin her iki araştırma yılında ve birleşik varyans analizinde oleik asit oranı bakımından uygulamaların etkisinin istatistikî bakımdan çok önemli ($p \leq 0,01$) olduğu belirlenmiştir.



Şekil 23 Bakteri aşılama, hormon ve gübre uygulamalarının *Nigella sativa* ve *Nigella damascena* bitkilerinde oleik asit oranı (%) üzerine etkisi

Araştırmanın ilk yılında *Nigella damascena* türüne ait genotipin oleik asit oranı %25,03 ile %30,18, ikinci yılda ise %26,44 ile %29,97 arasında değişim göstermiştir. *Nigella damascena* türüne ait genotipin en yüksek oleik asit oranı araştırmanın birinci yılında RC536+RC210+RC16 uygulamasından elde edilirken bunu %29,52 ile BMusaGreen, %28,68 ile RC512+RC17 uygulaması takip etmiştir (Tablo 53).

İkinci üretim sezonunda *Nigella damascena* türüne ait genotipin en yüksek oleik asit oranları RC210, RC512+RC17 ve RC536+RC542+RC65+RC502 uygulamalarından sırasıyla %29,97, %29,37 ve %28,72 olarak belirlenmiştir. Bu üretim sezonunda en düşük oleik asit oranları ise %26,44 ile çiftlik gübresi ve %26,89 ile RC536+RC210+RC16 uygulamalarında tespit edilmiştir (Tablo 53).

Nigella damascena türüne ait genotipte iki yıllık verilerin birleşik analiz sonuçlarına göre, RC512+RC17, RC536+RC210+RC16 ve BMusaGreen en yüksek oleik asit içeriğine sahip olan uygulamalar olmuştur (Tablo 53).

Oleik asit oranının çörek otu türlerinde uygulamalara göre değişimlerini görsel olarak değerlendirmek amacıyla oluşturulan grafikler Şekil 23 de verilmiştir. 2020 yılında; *Nigella sativa* türünde RC536+RC210+RC16, RC502, RC536+RC17+RC32, IAA, çiftlik gübresi, RC512+RC07+RC58, RC481, RC16, kontrol, BMusaVita ve RC536+RC542+RC65+RC502 uygulamaları; *Nigella damascena* türünde ise RC536+RC210+RC16, BMusaGreen, RC512+RC17, RC536+RC17+RC32, kimyasal gübre, RC481+RC210+RC32+RC502, RC512 ve kontrol uygulamaları genel ortalamanın üzerinde oleik asit oranına sahip olmuştur.

2021 yılında *Nigella sativa* ve *Nigella damascena* türünde RC536+RC210+RC16, RC512+RC17, RC536+RC17+RC32 ve RC512 uygulamaları genel ortalamanın üzerinde oleik asit oranına sahip olmuştur.

Sonuçlarımıza göre *Nigella sativa* türünün oleik asit oranı %16,36-%26,1 arasında, *Nigella damascena* türünün ise %25,03- %30,18 arasında değişim göstermiştir. Önceki çalışmalarda çörek otunda oleik asit oranının %12,7 (Hamrouni-Sellami vd., 2008) ve %27,4 (Iqbal vd., 2014) arasında değişim gösterdiği bildirilmiştir. Literatürde bildirildiği gibi genel olarak karşılaştırıldığında, *Nigella damascena* nın oleik asit oranı *Nigella sativa* dan yüksek elde edilmiştir (Shahbazi vd., 2022). Aynı araştırmacılar çalışmamızdakine benzer şekilde oleik asit oranlarını *N. damascena* da %30,73, *N. sativa* da ise %24,45 olarak belirlemişlerdir. *Nigella sativa* türünün sabit yağında oleik asit oranını inceleyen diğer bazı

araştırmalarda oleik asit oranının; Soleimanifar vd. (2019) %28,1; Farhan vd. (2021) %24,6; Telci vd. (2022) %20,78-%22,95; Elhafez vd. (2022) %21,60-%24,84 arasında değişim gösterdiği bildirilmiştir.

Eikosadionoik asit oranı (C20:1)

Bakteri aşılama, hormon ve gübre uygulamalarının *Nigella sativa* (Çameli çeşidi) ve *Nigella damascena* genotipi eikosadionoik asit oranlarının yıllara göre ve birleşik varyans analiz sonuçları Tablo 54'te verilmiştir. Tablo 54'te görüldüğü gibi *Nigella sativa* ve *Nigella damascena* türlerinde eikosadionoik asit oranı bakımından hem iki yetiştirme sezonunda hem de birleşik varyans analizinde, uygulamaların ve yılların etkisi ile uygulama x yıl etkileşimlerinin istatistiksel bakımdan çok önemli ($p \leq 0,01$) olduğu belirlenmiştir.

Tablo 54

Bakteri aşılama, gübre ve hormon uygulamalarının *Nigella sativa* ve *Nigella damascena* çörek otu bitkilerinde eikosadionoik asit oranı ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	Kareler Ortalamaları					
		<i>Nigella sativa</i>			<i>Nigella damascena</i>		
		2020	2021	Birleşik	2020	2021	Birleşik
Yıl (Y)	1			8,032**			0,260**
Uygulama	18	0,310**	1,592**	1,063**	0,090**	1,105**	0,571**
Blok	2-4	0,041	0,011	0,026	0,018	0,145	0,081
U x Y	18			0,839**			0,625**
Hata	36-72	0,042	0,047	0,044	0,005	0,045	0,025

SD: Serbestlik derecesi, **: $p \leq 0,01$

Deneme yıllarına bağlı olarak türlerin uygulamalara göre eikosadionoik asit oranları ortalamaları ile Duncan testi ortalama grupları Tablo 55'te verilmiştir.

2020 yılında Çameli çeşidinin eikosadionoik asit oranı ortalaması %3,15 olarak belirlenmiştir. Uygulamalara bağlı olarak birinci deneme yılında bu çeşidin eikosadionoik asit oranı %2,63 ile %3,66 arasında değişim göstermiştir. En düşük eikosadionoik asit oranı BMusaGreen uygulamasında belirlenirken, bunu %2,67 ile RC536+RC17+RC32 ve %2,72 ile RC536+RC210+RC16 uygulaması takip etmiştir. En yüksek eikosadionoik asit oranına

sahip olan RC481+RC210+RC32+RC502 dörtlü formülasyonunu RC536 (%3,62) ve RC512 (%3,56) tekli bakteri uygulamaları takip etmiştir (Tablo 55).

2021 yılında Çameli çeşidinin eikosadionoik asit oranı ortalaması %2,62 olurken, en düşük eikosadionoik asit oranı %1,66 ile BMusaGreen uygulamasında, en yüksek eikosadionoik asit oranı ise %4,45 ile kontrol ve %4,17 ile RC502 uygulamasında belirlenmiştir (Tablo 55).

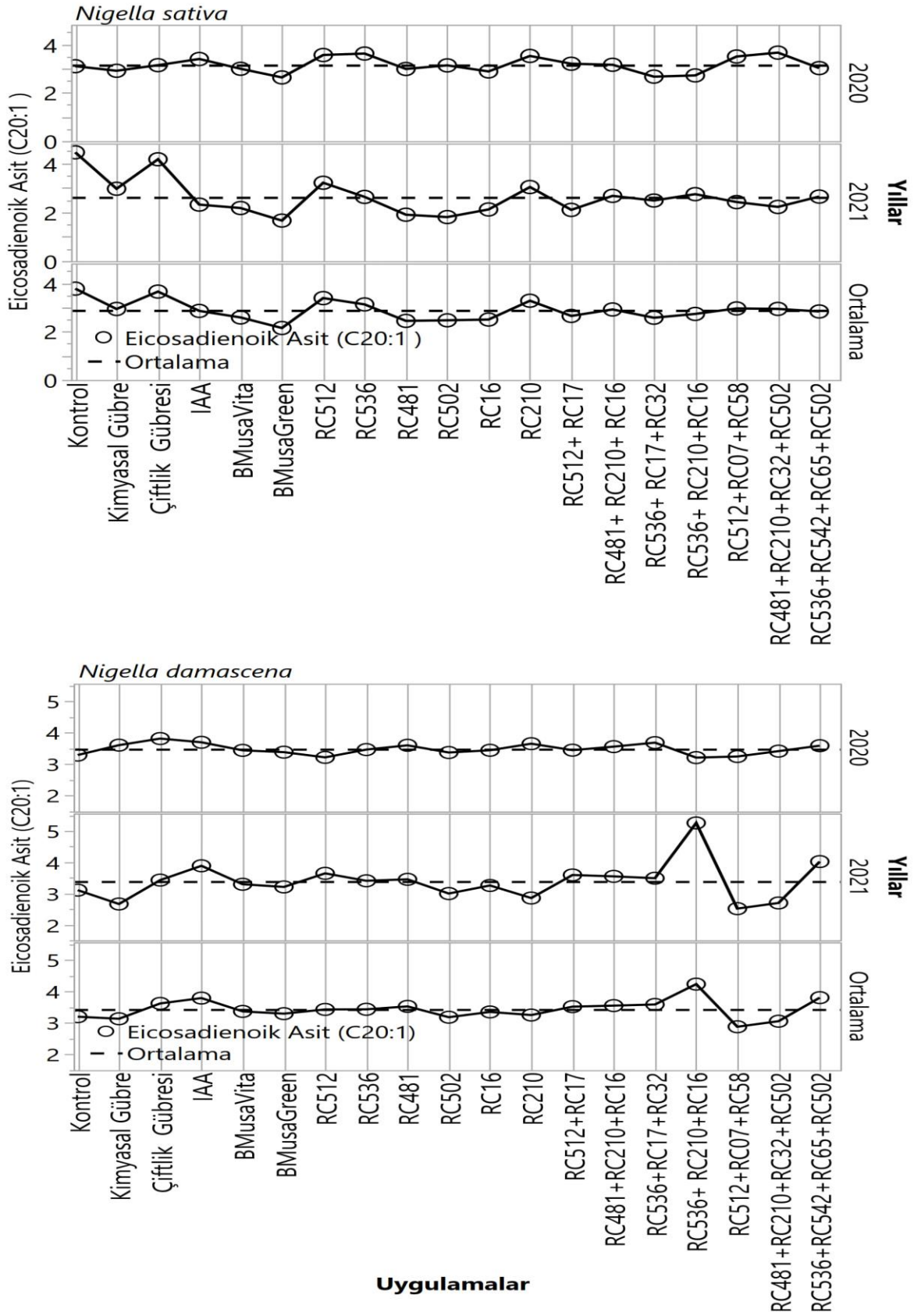
Tablo 55

Bakteri aşılama, hormon ve gübre uygulamalarının *Nigella sativa* ve *Nigella damascena* bitkilerinde eikosadionoik asit oranı (%) üzerine etkisi

Uygulamalar	<i>Nigella sativa</i>			<i>Nigella damascena</i>		
	2020*	2021	Ortalama	2020	2021	Ortalama
Kontrol	3,10 b-g	4,45 a	3,78 a	3,29 efg	3,11 d-h	3,198 fgh
Kimyasal gübre	2,91 efg	2,96 bcd	2,94 d-g	3,61 bc	2,66 hı	3,134 gh
Çiftlik gübresi	3,14 a-f	4,17 a	3,65 ab	3,81 a	3,43 cde	3,62 bc
IAA	3,40 a-e	2,32 e-ı	2,86 e-h	3,69 ab	3,89 bc	3,79 b
BMusaVita	2,99 d-g	2,18 f-j	2,58 ghı	3,44 cde	3,29 def	3,367 c-g
BMusaGreen	2,63 g	1,66 j	2,15 ij	3,38 ef	3,21 d-g	3,296 d-h
RC512	3,56 ab	3,21 b	3,39 bc	3,22 g	3,64 bcd	3,43 c-f
RC536	3,62 ab	2,63 c-g	3,13 cde	3,46 cde	3,40 cde	3,434 c-f
RC481	2,99 d-g	1,90 hıj	2,44 ij	3,60 bc	3,45 cde	3,526 cd
RC502	3,13 a-f	1,80 ij	2,47 ij	3,37 efg	3,00 f-ı	3,184 fgh
RC16	2,88 efg	2,12 g-j	2,50 hı	3,44 cde	3,26 def	3,349 c-g
RC210	3,52 abc	3,03 bc	3,28 cd	3,65 ab	2,85 f-ı	3,252 e-h
RC512+RC17	3,20 a-e	2,10 g-j	2,65 f-ı	3,45 cde	3,59 bcd	3,518 cde
RC481+RC210+RC16	3,16 a-g	2,67 c-f	2,91 efg	3,56 bcd	3,55 bcd	3,552 bcd
RC536+RC17+RC32	2,67 g	2,48 d-g	2,58 ghı	3,69 ab	3,49 cde	3,587 bc
RC536+RC210+RC16	2,72 fg	2,74 b-e	2,73 f-ı	3,21 g	5,26 a	4,233 a
RC512+RC07+RC58	3,50 a-d	2,42 e-g	2,96 def	3,25 fg	2,51 ı	2,88 ı
RC481+RC210+RC32+RC502	3,66 a	2,22 e-ı	2,94 d-g	3,42 de	2,70 ghı	3,056 hı
RC536+RC542+RC65+RC502	3,02 c-g	2,64 c-g	2,83 e-h	3,59 bcd	4,02 b	3,804 b
Ortalama	3,15 A	2,62 B	2,88	3,48 A	3,38 B	3,43

*Aynı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar kendi grubunda Duncan testine göre önemli ($p \leq 0,01$) değildir.

2020 yılında *Nigella damascena* türünün eikosadionoik asit oranı ortalaması %3,48 olarak tespit edilmiştir. Bu türün uygulamalara bağlı olarak eikosadionoik asit oranı %3,21 ile %3,81 arasında değişim göstermiştir. En yüksek eikosadionoik asit oranı çiftlik gübresi uygulamasında, en düşük eikosadionoik asit oranı ise RC536+RC210+RC16 üçlü formülasyon uygulamasında belirlenmiştir (Tablo 55).



Şekil 24 Bakteri aşılama, hormon ve gübre uygulamalarının *Nigella sativa* ve *Nigella damascena* bitkilerinde eikosadienoik asit oranı (%) üzerine etkisi

2021 yılında *Nigella damascena* türünün en yüksek eikosadionoik asit oranı RC481+RC210+RC16 uygulamasından %5,26 olarak, en düşük eikosadionoik asit oranı ise RC512+RC07+RC58 uygulamasında %2,51 olarak tespit edilmiştir. Yıllar ortalamasında da en yüksek eikosadionoik asit oranı 2021 yılında olduğu gibi RC481+RC210+RC16 üçlü formülasyondan en düşük eikosadionoik asit oranı ise RC512+RC07+RC58 üçlü formülasyondan elde edilmiştir (Tablo 55).

Eikosadionoik asit oranının çörek otu türlerinde uygulamalara göre değişimlerini görsel olarak değerlendirmek amacıyla oluşturulan grafikler Şekil 24 de verilmiştir. 2020 yılında; *Nigella sativa* türünde RC481+RC210+RC32+RC502, RC536, RC512, RC210, RC512+RC07+RC58, IAA, RC512+RC17, RC481+RC210+RC16 uygulamaları; *Nigella damascena* türünde ise çiftlik gübresi, IAA, RC536+RC17+RC32, RC210, kimyasal gübre, RC481, RC536+RC542+RC65+RC502 ve RC481+RC210+RC16 genel ortalamanın üzerinde eikosadionoik asit oranına sahip olmuştur.

2021 yılında *Nigella sativa* türünde kontrol, çiftlik gübresi, RC512, RC210, kimyasal gübre, RC536+RC210+RC16, RC481+RC210+RC16, RC536+RC542+RC65+RC502 ve RC536 formülasyonları; *Nigella damascena* da ise RC536+RC210+RC16, RC536+RC542+RC65+RC502, IAA, RC512, RC512+RC17, RC481+RC210+RC16, RC536+RC17+RC32, RC481, çiftlik gübresi ve RC536 formülasyonları genel ortalamadan daha yüksek eikosadionoik asit oranına sahip olmuştur (Şekil 24).

Çalışmamızda belirlenen eikosadionoik asit oranları *Nigella sativa* türünde %1,66- %4,45 arasında değişim gösterirken, *Nigella damascena* türünde ise daha yüksek değerlerden oluşan bir değişim aralığı ile %2,51- %5,26 arasında değişim göstermiştir. Eikosadionoik asit oranları yönünden iki çörek otu türünde tespit ettiğimiz değerler Matthauss ve Özcan (2011)'nin bildirdiği (%0,04), Farhan vd. (2021)'in bildirdiği (%0,18) değerlerden daha yüksektir. Bu yağ asidi yönünden iki çörek otu türünde tespit ettiğimiz değerler Babayan vd. (1978)'nin bildirdiği %2,5; Nickavar vd. (2003)'nin bildirdiği (%3,1) değerlere benzerdir.

γ-Linolenik asit oranı (C18:3)

Bakteri aşılama, hormon ve gübre uygulamalarının *Nigella sativa* (Çameli çeşidi) ve *Nigella damascena* genotipi γ-linolenik asit oranının yıllara göre ve birleşik varyans analiz sonuçları Tablo 56'da verilmiştir. Tablo 56'da görüldüğü gibi *Nigella sativa* ve

Nigella damascena türlerinde γ -linolenik asit oranı bakımından hem iki yetiştirme sezonunda hem de birleşik varyans analizinde, uygulamaların ve yılların etkisi ile uygulama x yıl interaksiyonlarının istatistikî bakımından çok önemli ($p \leq 0,01$) olduğu belirlenmiştir.

Tablo 56

Bakteri aşılama, gübre ve hormon uygulamalarının *Nigella sativa* ve *Nigella damascena* çörek otu bitkilerinde γ -linolenik asit oranına ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	Kareler Ortalamaları					
		<i>Nigella sativa</i>			<i>Nigella damascena</i>		
		2020	2021	Birleşik	2020	2021	Birleşik
Yıl (Y)	1			1,082**			131,935**
Uygulama	18	0,185**	0,181**	0,176**	2,644**	2,207**	2,433**
Blok	2-4	0,018	0,003	0,010	0,084	0,026	0,055
U x Y	18			0,189**			2,418
Hata	36-72	0,013	0,004	0,009	0,124	0,022	0,073

SD: Serbestlik derecesi, **: $p \leq 0,01$

Deneme yıllarına bağlı olarak türlerin uygulamalara göre γ -linolenik asit oranı ortalamaları ile Duncan testi ortalama grupları Tablo 57’de verilmiştir.

2020 yılında Çameli çeşidinin γ -linolenik asit oranı ortalaması %0,287 olarak belirlenmiştir. Uygulamalara bağlı olarak birinci deneme yılında bu çeşidin γ -linolenik asit oranı %0,007 ile %0,761 arasında değişim göstermiştir. En düşük γ -linolenik asit oranı %0,007 ile kontrol uygulamasında belirlenirken, bunu %0,01 ile IAA, %0,014 ile RC536+RC542+RC65+RC502 uygulaması takip etmiştir. En yüksek γ -linolenik asit oranları RC536, RC16 ve RC536+RC17+RC32 uygulamalarından sırasıyla %0,761 ve %0,679 olarak tespit edilmiştir (Tablo 57).

2021 yılında Çameli çeşidinin sabit yağında sadece RC512, çiftlik gübresi ve RC481 uygulamalarında γ -linolenik asit tespit edilmiş, bu uygulamaların söz konusu yağ asidi oranları sırasıyla %0,894, %0,622 ve %0,247 olarak belirlenmiştir (Tablo 57).

2020 yılında *Nigella damascena* türünün γ -linolenik asit oranı ortalaması %4,076 olarak tespit edilmiştir. Bu türün uygulamalara bağlı olarak γ -linolenik asit oranı %2,346 ile %5,478 arasında değişim göstermiştir. En yüksek γ -linolenik asit oranı RC481 uygulamasında, en düşük γ -linolenik asit oranı ise IAA uygulamasında belirlenmiştir (Tablo 57).

Tablo 57

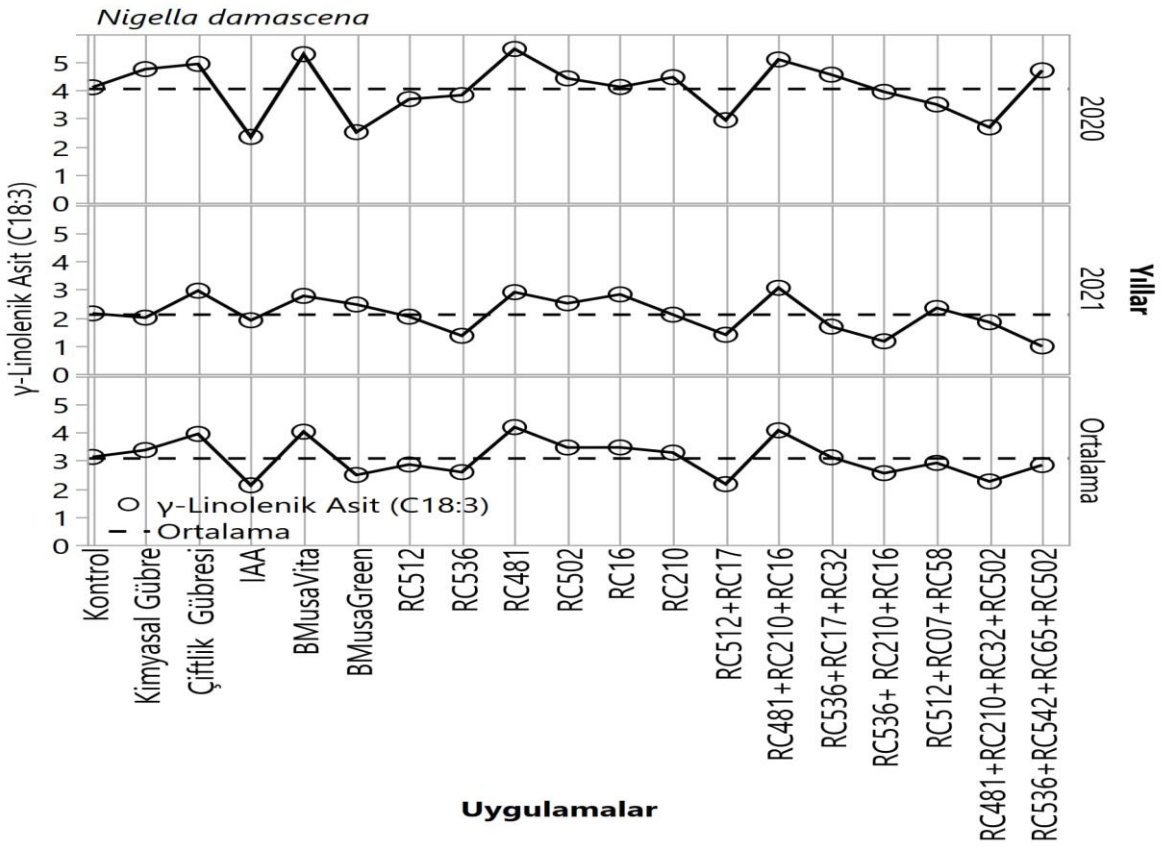
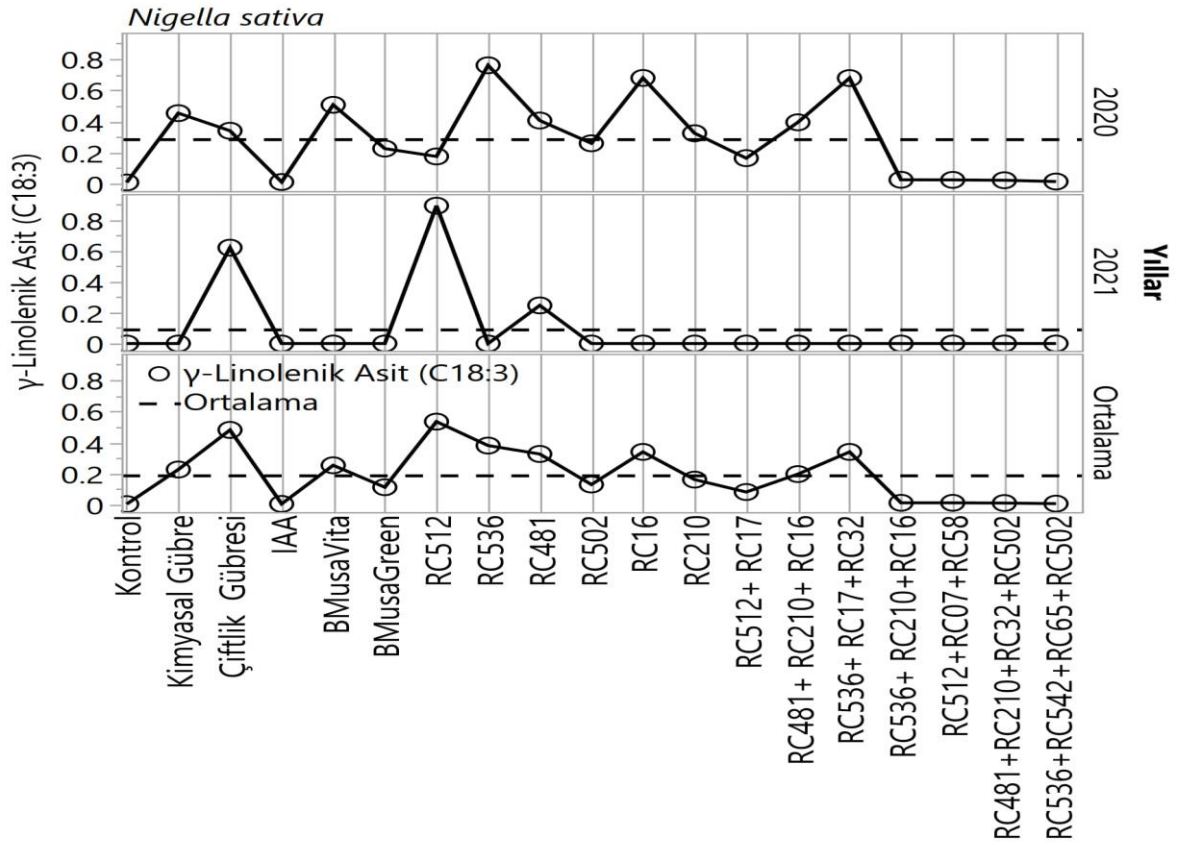
Bakteri aşılama, hormon ve gübre uygulamalarının *Nigella sativa* ve *Nigella damascena* bitkilerinde γ -linolenik asit oranı (%) üzerine etkisi

Uygulamalar	<i>Nigella sativa</i>			<i>Nigella damascena</i>		
	2020*	2021	Ortalama	2020	2021	Ortalama
Kontrol	0,007 e	0	0,004 g	4,114 c-g	2,15 efg	3,130 bcd
Kimyasal gübre	0,453 bcd	0	0,226 c-f	4,759 a-d	2,00 fgh	3,380 b
Çiftlik gübresi	0,340 cd	0,622 b	0,481 ab	4,946 abc	2,96 a	3,950 a
IAA	0,010 e	0	0,005 g	2,346 ı	1,91 gh	2,130 g
BMusaVita	0,507 abc	0	0,253 cde	5,29 ab	2,78 abc	4,030 a
BMusaGreen	0,225 cde	0	0,113 efg	2,516 ı	2,47 cde	2,490 efg
RC512	0,175 de	0,894 a	0,534 a	3,691 fgh	2,04 fgh	2,860 cde
RC536	0,761 a	0	0,380 bc	3,834 efg	1,36 ı	2,590 ef
RC481	0,406 bcd	0,247 c	0,326 bcd	5,478 a	2,91 a	4,194 a
RC502	0,259 cde	0	0,13 efg	4,430 b-f	2,51 bcd	3,470 b
RC16	0,679 ab	0	0,339 bcd	4,123 c-g	2,83 ab	3,480 b
RC210	0,324 cd	0	0,162 efg	4,472 b-f	2,11 fg	3,290 bc
RC512+RC17	0,164 de	0	0,082 fg	2,950	1,39 ı	2,170 fg
RC481+RC210+RC16	0,394 cd	0	0,197 def	5,104 ab	3,06 a	4,080 a
RC536+RC17+RC32	0,679 ab	0	0,339 bcd	4,562 b-f	1,68 hı	3,120 bcd
RC536+RC210+RC16	0,025 e	0	0,012 g	3,95 d-g	1,16 j	2,550 g
RC512+RC07+RC58	0,024 e	0	0,012 g	3,500 fgh	2,35 def	2,920 cde
RC481+RC210+RC32+RC502	0,021 e	0	0,011 g	2,684 ı	1,84 gh	2,260 fg
RC536+RC542+RC65+RC502	0,014 e	0	0,007 g	4,716 a-e	0,98 k	2,850 cde
Ortalama	0,287	0,092	0,19	4,076 A	2,13 B	3,10

*Aynı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar kendi grubunda Duncan testine göre önemli ($p \leq 0,01$) değildir.

2021 yılında *Nigella damascena* türünün en yüksek γ -linolenik asit oranı RC481+RC210+RC16 uygulamasından %3,06 olarak, en düşük γ -linolenik asit oranı ise RC536+RC542+RC65+RC502 uygulamasında %0,98 olarak tespit edilmiştir. Yıllar ortalamasında da en yüksek üç γ -linolenik asit oranları %4,19 ile RC481, %4,08 ile RC481+RC210+RC16 ve %4,03 ile BMusaVita uygulamalarından, en düşük γ -linolenik asit oranı ise RC536+RC210+RC16 (%2,050) ve IAA (%2,130) uygulamalarında belirlenmiştir (Tablo 57).

γ -linolenik asit oranlarının çörek otu türlerinde uygulamalara göre değişimlerini görsel olarak değerlendirmek amacıyla oluşturulan grafikler Şekil 25 de verilmiştir.



Şekil 25 Bakteri aşılama, hormon ve gübre uygulamalarının *Nigella sativa* ve *Nigella damascena* bitkilerinde γ -linolenik asit oranı (%) üzerine etkisi

2020 yılında hem *Nigella sativa* hem de *Nigella damascena* da RC481, BMusaVita, RC481+RC210+RC16, çiftlik gübresi, kimyasal gübre, RC536+RC17+RC32, RC210 ve RC16 uygulamaları genel ortalamadan yüksek γ -linolenik asit oranı vermiştir.

2021 yılında *Nigella damascena* türünde RC481+RC210+RC16, çiftlik gübresi, RC481, RC16, BMusaVita, RC502, BMusaGreen, RC512+RC07+RC58, kontrol ve RC210 uygulamaları genel ortalamadan üzerinde γ -linolenik asit oranı ne sahip olmuştur (Şekil 25).

Çalışmamızda γ -linolenik asit oranları ortalaması *Nigella sativa* ve *Nigella damascena* türlerinde sırasıyla %0,287 ve %3,073 olarak tespit edilmiştir. Elde ettiğimiz ortalamaların üst sınırına benzer şekilde linolenik asit oranı ortalamasının %2,45 olduğu (Khoddami vd., 2011) tespit edilmişken, Nickavar vd. (2003) ise γ -linolenik asit oranının bizim değerlerimizin alt sınırına yakın %0,4 olduğunu bildirmişlerdir.

Toplam doymamış yağ asidi oranı

Bakteri aşılama, hormon ve gübre uygulamalarının *Nigella sativa* (Çameli çeşidi) ve *Nigella damascena* genotipinin toplam doymamış yağ asidi oranının yıllara göre ve birleşik varyans analiz sonuçları Tablo 58’de verilmiştir. Tablo 58’de görüldüğü gibi *Nigella sativa* ve *Nigella damascena* türlerinde toplam doymamış yağ asidi oranı bakımından hem iki yetiştirme sezonunda hem de birleşik varyans analizinde, uygulamaların ve yılların etkisi (*Nigella damascena* hariç) ile uygulama x yıl interaksiyonlarının istatistiksel bakımdan çok önemli ($p \leq 0,01$) olduğu belirlenmiştir.

Tablo 58

Bakteri aşılama, gübre ve hormon uygulamalarının *Nigella sativa* ve *Nigella damascena* çörek otu bitkilerinde toplam doymamış yağ asidi oranına ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	Kareler Ortalamaları					
		<i>Nigella sativa</i>			<i>Nigella damascena</i>		
		2020	2021	Birleşik	2020	2021	Birleşik
Yıl (Y)	1			48,110**			0,950öd
Uygulama	18	3,893**	1,238**	2,518**	4,492**	1,395**	2,456**
Blok	2-4	2,657	0,045	1,351	0,060	0,401	0,230
U x Y	18			2,613**			3,431**
Hata	36-72	0,395	0,093	0,244	0,336	0,145	0,240

SD: Serbestlik derecesi, **: $p \leq 0,01$

Deneme yıllarına bağılı olarak türlerin uygulamalara göre toplam doymamış yağ asidi oranı ortalamaları ile Duncan testi ortalama grupları Tablo 59’de verilmiştir.

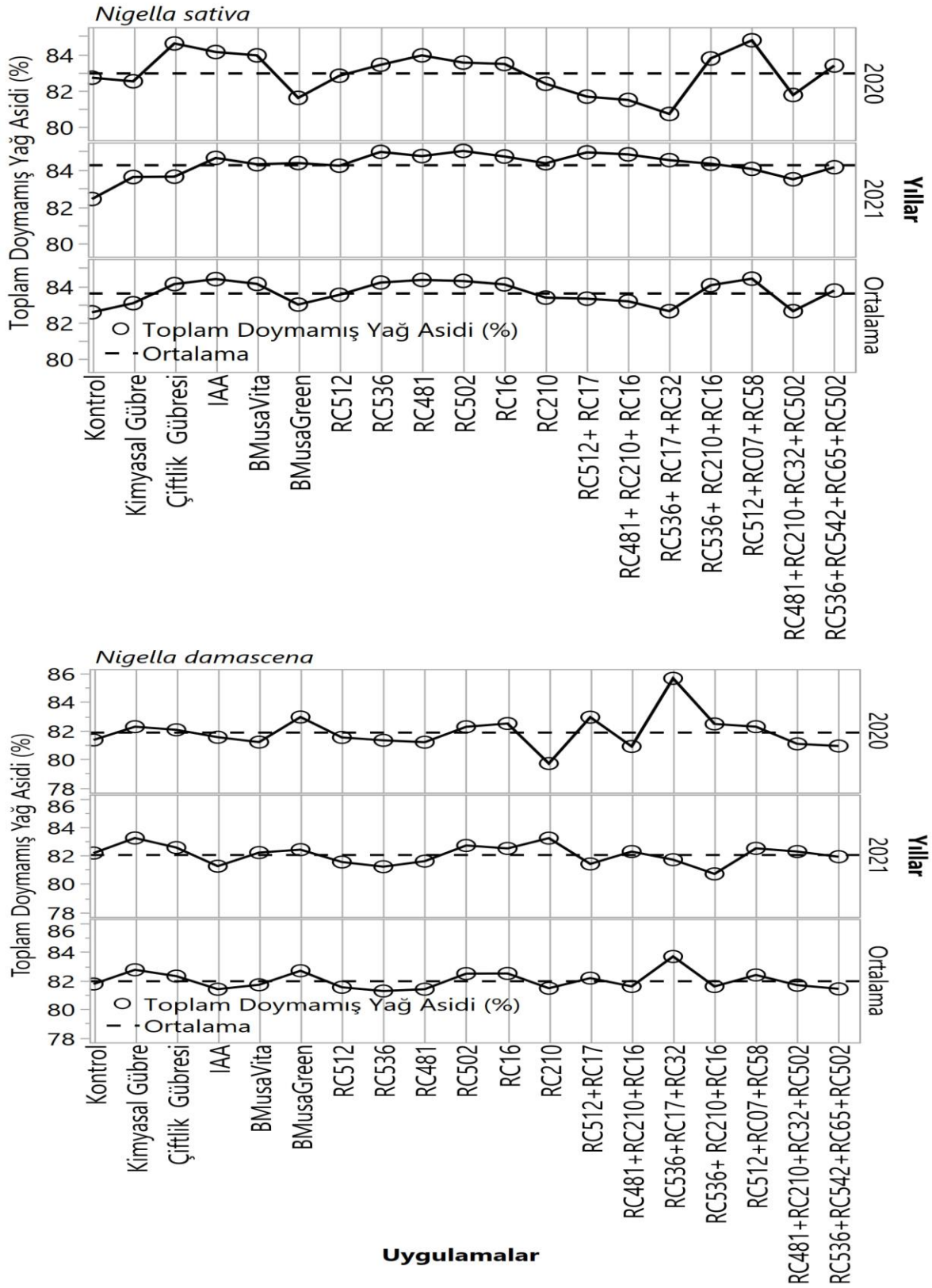
Tablo 59

Bakteri aşılama ları, hormon ve gübre uygulamalarının *Nigella sativa* ve *Nigella damascena* bitkilerinde toplam doymamış yağ asidi oranı (%) üzerine etkisi

Uygulamalar	<i>Nigella sativa</i>			<i>Nigella damascena</i>		
	2020*	2021	Ortalama	2020	2021	Ortalama
Kontrol	82,71 bcd	82,42 f	82,56 f	81,34 cd	82,18 b-f	81,76 c-g
Kimyasal gübre	82,51 bcd	83,61 de	83,06 ef	82,27 bcd	83,24 a	82,76 b
Çiftlik gübresi	84,59 a	83,63 de	84,11 a-d	82,06 bcd	82,57 abc	82,31 b-e
IAA	84,12 ab	84,64 abc	84,38 ab	81,54 bcd	81,25 fgh	81,39 fg
BMusaVita	83,93 abc	84,30 a-d	84,12 a-d	81,19 cd	82,21 b-e	81,70 c-g
BMusaGreen	81,61 de	84,36 a-d	82,99 ef	82,95 b	82,42 a-d	82,69 b
RC512	82,82 bcd	84,22 b-e	83,52 b-e	81,52 bcd	81,54 d-h	81,53 efg
RC536	83,42 abc	84,97 ab	84,19 abc	81,32 cd	81,22 gh	81,27 g
RC481	83,93 abc	84,74 abc	84,34 ab	81,18 cd	81,61 c-h	81,40 fg
RC502	83,54 abc	85,02 a	84,28 ab	82,27 bcd	82,71 ab	82,49 bc
RC16	83,46 abc	84,72 abc	84,09 a-d	82,5 bc	82,50 a-d	82,5 bc
RC210	82,38 cd	84,35 a-d	83,37 c-f	79,69 e	83,23 a	81,46 efg
RC512+RC17	81,68 de	84,94 abc	83,31 def	82,94 b	81,41 f-h	82,17 b-f
RC481+RC210+RC16	81,49 de	84,83 abc	83,16 ef	80,89 de	82,29 a-e	81,59 e-g
RC536+RC17+RC32	80,73 e	84,52 abc	82,63 f	85,66 a	81,71 c-g	83,69 a
RC536+RC210+RC16	83,76 abc	84,33 a-d	84,04 a-d	82,47 bc	80,71 h	81,59 e-g
RC512+RC07+RC58	84,76 a	84,05 cde	84,40 a	82,27 bcd	82,51 a-d	82,39 bcd
RC481+RC210+RC32+RC502	81,76 de	83,49 e	82,63 f	81,07 cde	82,29 a-e	81,68 c-g
RC536+RC542+RC65+RC502	83,38 abc	84,14 cde	83,76 a-e	80,92 de	81,92 b-g	81,42 fg
Ortalama	82,97 B	84,28 A	83,62	81,89	82,08	81,98

*Aynı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar kendi grubunda Duncan testine göre önemli ($p \leq 0,01$) değildir.

2020 yılında Çameli çeşidinin toplam doymamış yağ asidi oranı ortalaması %82,97 olarak belirlenmiştir. Uygulamalara bağılı olarak birinci deneme yılında bu çeşidin toplam doymamış yağ asidi oranı %80,73 ile %82,71 arasında değişim göstermiştir. En düşük toplam doymamış yağ asidi oranı %80,73 ile RC536+RC17+RC32 uygulamasında belirlenirken, bunu %81,49 ile RC481+RC210+RC16, %81,61 ile BMusaGreen uygulaması takip etmiştir. En yüksek toplam doymamış yağ asidi oranı RC512+RC07+RC58, çiftlik gübresi ve kontrol uygulamalarından sırasıyla %84,76, %84,59 ve %82,71 olarak tespit edilmiştir (Tablo 59).



Şekil 26 Bakteri aşılama, hormon ve gübre uygulamalarının *Nigella sativa* ve *Nigella damascena* bitkilerinde toplam doymamış yağ asidi oranı (%) üzerine etkisi

2021 yılında Çameli çeşidinin toplam doymamış yağ asidi oranı ortalaması %84,28 olurken, en düşük toplam doymamış yağ asidi oranı %82,42 ile kontrol uygulamasında, en yüksek toplam doymamış yağ asidi verimleri ise %85,02 ile RC502 ve %84,97 ile RC536 uygulamasında belirlenmiştir (Tablo 59)

2020 yılında *Nigella damascena* türünün toplam doymamış yağ asidi oranı ortalaması %82,08 olarak tespit edilmiştir. Bu türün uygulamalara bağlı olarak toplam doymamış yağ asidi oranı %79,69 ile %85,66 arasında değişim göstermiştir. En yüksek toplam doymamış yağ asidi oranı RC536+RC17+RC32 uygulamasında, en düşük toplam doymamış yağ asidi oranı ise RC210 uygulamasında belirlenmiştir (Tablo 59).

2021 yılında *Nigella damascena* türünün en yüksek toplam doymamış yağ asidi oranı kimyasal gübre uygulamasından %83,24 olarak, en düşük toplam doymamış yağ asidi oranı ise RC536+RC210+RC16 uygulamasında %80,71 olarak tespit edilmiştir. Yıllar ortalamasında da en yüksek üç toplam doymamış yağ asidi oranları %83,69 ile RC536+RC17+RC32, %82,76 ile kimyasal gübre ve %82,69 ile BMusaGreen uygulamalarından, en düşük toplam doymamış yağ asidi oranları ise RC536 (%81,27) ve IAA (%81,39) uygulamalarında belirlenmiştir (Tablo 59).

Toplam doymamış yağ asidi oranlarının çörek otu türlerinde uygulamalara göre değişimlerini görsel olarak değerlendirmek amacıyla oluşturulan grafikler Şekil 26 da verilmiştir.

2020 yılında her iki türde RC16, RC536+RC210+RC16, RC512+RC07+RC58, RC502 ve çiftlik gübresi uygulamaları genel ortalamanın üzerinde toplam doymamış yağ asidi oranına sahip olmuştur. Türler ayrı ayrı değerlendirildiğinde 2020 yılında; *Nigella sativa* da IAA, RC536, BMusaVita, RC481 ve RC536+RC542+RC65+RC502 uygulamaları, *Nigella damascena* da ise RC536+RC17+RC32, BMusaGreen, RC512+RC17 ve kimyasal gübre uygulamalarından ortalamanın üzerinde toplam doymamış yağ asidi oranı elde edilmiştir.

2021 yılında her iki çörek otu türünde kontrol, RC210, RC502, RC16, BMusaGreen RC481+RC210+RC16 ve BMusaVita uygulamaları genel ortalamanın üzerinde toplam doymamış yağ asidi oranına sahip olmuştur. Türler ayrı ayrı değerlendirildiğinde bu üretim yılında Çameli çeşinde RC536+RC17+RC32, RC481, RC512+RC17, IAA, RC536 ve RC536+RC210+RC16 uygulamaları; *Nigella damascena* da ise kimyasal gübre, çiftlik

gübresi ve RC512+RC07+RC58 genel ortalamasının üzerin de toplam doymamış yağ asidi oranına sahip olmuştur (Şekil 26)

Bu çalışmada toplam doymamış yağ asidi oranı *Nigella sativa* türünde %80,73-%85,02 arasında, *Nigella damascena* türünde ise %79,69-%85,66 arasında değişim göstermiştir. Bizim sonuçlarımıza benzer şekilde, Gharby vd. (2015) Fas orijnlı çörek otu genotiplerinde toplam doymamış yağ asidi oranı ortalamasının %80'in üzerinde olduğunu, *Nigella sativa* da ekstraksiyon yöntemine bağlı olarak toplam doymamış yağ asidi oranının %82,1 (solvent) ile %82,9 (soğuk sıkım) arasında değişim gösterdiğini bildirmişlerdir. Bir başka araştırmada ise Atta (2003) Mısır da tarımı yapılan çörek otu genotiplerinde toplam doymamış yağ asidi oranının soğuk sıkımda %69,7, solvent ekstraksiyonunda ise %73,5 olduğunu tespit etmiştir.

4.4. Uçucu Yağ Özellikleri

Araştırmada bitki materyali olarak kullanılan *Nigella sativa* (Çameli çeşidi) ve *Nigella damascena* türlerinde 19 uygulama ile iki yetiştirme sezonunda yürütülen iki farklı denemede incelenen uçucu yağ etken madde özellikleri tesadüf blokları deneme deseninde türlere göre ayrı değerlendirilmiştir. İncelenen özelliklere göre sonuçlar aşağıda verilmiştir. Her iki türde uçucu yağ bileşenlerinin önemli bir kısmı birbirinden farklı olduğu için türlerde değerlendirme ayrı ayrı yapılmıştır. Türlerimize göre yetiştirme sezonlarına göre tespit edilen uçucu yağ bileşenlerinin tamamı *Nigella sativa* için Ek-1, Ek-2 ve Ek-3 de, *Nigella damascena* için Ek-4, Ek-5 ve Ek-6 da verilmiştir. *Nigella sativa* türünde uygulamalara bağlı olarak değişen oranlara sahip olan toplam 20 adet bileşen (Ek-1, Ek-2 ve Ek-3), *Nigella damascena* türünde ise toplam 16 adet bileşen (Ek-4, Ek-5 ve Ek-6) tespit edilmiştir. Türlerimize göre bileşenlerden en yüksek oranda bulunan ilk sekiz bileşen (*sativa* türünde 9 bileşen) ayrı değerlendirilmiş, varyans analizi ve Duncan testi sonuçları GC -MS de ilk tespit edilen bileşenden son elde edilen bileşene doğru aşağıda verilmiştir.

4.4.1. *Nigella sativa* Uçucu Yağ Etken Madde Oranları

α -Thujene ve α -pinene oranları

Bakteri aşılama, hormon ve gübre uygulamalarının *Nigella sativa* (Çameli çeşidi) genotipinin uçucu yağında α -thujene ve α -pinene oranının yıllara göre ve birleşik varyans

analiz sonuçları Tablo 60'ta verilmiştir. Tablo 60'ta gösterildiği üzere *Nigella sativa* türünde α -thujene ve α -pinene bakımından hem iki yetiştirme sezonunda hem de birleşik varyans analizinde uygulamaların ve yılların etkisi ile uygulama x yıl interaksiyonlarının istatistikî bakımından çok önemli ($p \leq 0,01$) olduğu belirlenmiştir.

2020 yılında *Nigella sativa* türüne ait Çameli çeşidinin α -thujene oranı ortalaması %17,86 olarak belirlenmiştir. Uygulamalara bağlı olarak birinci deneme yılında bu çeşidin α -thujene oranı %15,72 ile %19,60 arasında değişim göstermiştir. En yüksek α -thujene oranı RC481 aşılmasından elde edilirken, bunu %18,81 ile RC536, %18,80 ile RC536+RC210+RC16 ve %18,74 ile RC512 uygulamaları takip etmiştir. En yüksek değerlere sahip olan ilk uygulama Duncan testine göre birinci ortalama grubunu, takip eden üç uygulama ikinci ortalama grubunu oluşturmuştur. En düşük α -thujene oranı ise RC210 uygulamasında tespit edilmişken, bunu %16,56 ile IAA uygulaması ve %16,99 ile RC512+RC07+RC58 takip etmiştir (Tablo 61).

Tablo 60

Bakteri aşılama, gübre ve hormon uygulamalarının *Nigella sativa* türünün uçucu yağında α -thujene ve α -pinene değerlerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	Kareler Ortalamaları					
		α -thujene			α -pinene		
		2020	2021	Birleşik	2020	2021	Birleşik
Yıl (Y)	1			54,026**			4,877**
Uygulama	18	2,535**	1,165**	2,497**	0,136**	0,0394**	0,0844**
Blok	2-4	0,003	0,018	0,010	0,011	0,00109	0,0061
U x Y	18			1,202**			0,0909**
Hata	36-72	0,075	0,046	0,060	0,004	0,00094	0,0025

SD: Serbestlik derecesi, **: $p \leq 0,01$

2021 yılında Çameli çeşidinin α -thujene oranı ortalaması %16,49 olurken, en düşük α -thujene oranı %15,19 ile RC210 uygulamasında, en yüksek α -thujene oranı ise %17,53 ile RC16 uygulamasında belirlenmiştir. Yıllar ortalamasına göre ise RC481 aşılması %18,12 ile en yüksek α -thujene oranına, RC512 uygulaması ise %18,01 ile ikinci en yüksek α -thujene oranına sahip olurken, RC210 aşılması ise %15,46 ile en düşük α -thujene oranına sahip olmuştur (Tablo 61).

Tablo 61

Bakteri aşılama, hormon ve gübre uygulamalarının *Nigella sativa* türünde uçucu yağda α -thujene ve α -pinene değerleri (%) üzerine etkisi

Uygulamalar	α -thujene			α -pinene		
	2020*	2021	Ortalama	2020	2021	Ortalama
Kontrol	17,65 def	17,43 ab	17,54 b	3,35 gh	3,3 bcd	3,33 ch
Kimyasal gübre	17,64 def	15,61 jk	16,62 fg	3,6 e	3,1 hı	3,35 cgh
Çiftlik gübresi	17,94 cde	15,99 hij	16,96 def	3,76 bcd	3,11 hı	3,43 c-f
IAA	16,56 g	16,11 g-j	16,34 g	3,24 h	3,16 fgh	3,2 c-ı
BMusaVita	18,49 bc	16,52 e-g	17,5 b	3,83 ab	3,3 bcd	3,57 ab
BMusaGreen	17,91 cde	16,88 e-g	17,4 bc	3,54 ef	3,35 ab	3,44 c-f
RC512	18,73 b	17,29 abc	18,01 a	3,79 bc	3,28 b-e	3,53 ab
RC536	18,81 b	16,35 f-ı	17,58 b	3,82 ab	3,19 fg	3,5 a-e
RC481	19,6 a	16,64 e-g	18,12 a	3,95 a	3,22 ef	3,58 a
RC502	18,37 bc	16,81 e-g	17,59 b	3,77 bcd	3,23 def	3,5 a-e
RC16	18,43 bc	17,53 a	17,98 a	3,62 de	3,35 ab	3,49 b-f
RC210	15,72 h	15,19 k	15,46 h	3,41 fg	2,97 j	3,19 c-ı
RC512+RC17	17,1 fg	17,05 a-d	17,08 cde	3,55 ef	3,4 a	3,48 c-f
RC481+RC210+RC16	17,05 fg	16,92 b-e	16,98 def	3,52 ef	3,33 abc	3,42 c-g
RC536+RC17+RC32	17,44 ef	15,86 ij	16,65 fg	3,89 ab	3,05 ı	3,47 c-f
RC536+RC210+RC16	18,8 b	16,2 ghı	17,5 b	3,91 ab	3,13 gh	3,52 abd
RC512+RC07+RC58	16,99 fg	16,49 e-g	16,74 ef	3,29 gh	3,13 gh	3,21 c-ı
RC481+RC210+RC32+RC502	18,18 bcd	16 hij	17,09 cde	3,52 ef	3,29 bcd	3,41 cfg
RC536+RC542+RC65+RC502	18,04 ced	16,42 e-g	17,23 bcd	3,65 cde	3,27 cde	3,46 c-f
Ortalama	17,86 A	16,49 B	17,17	3,63 A	3,22 B	3,43

*Aynı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar kendi grubunda Duncan testine göre önemli ($p \leq 0,01$) değildir.

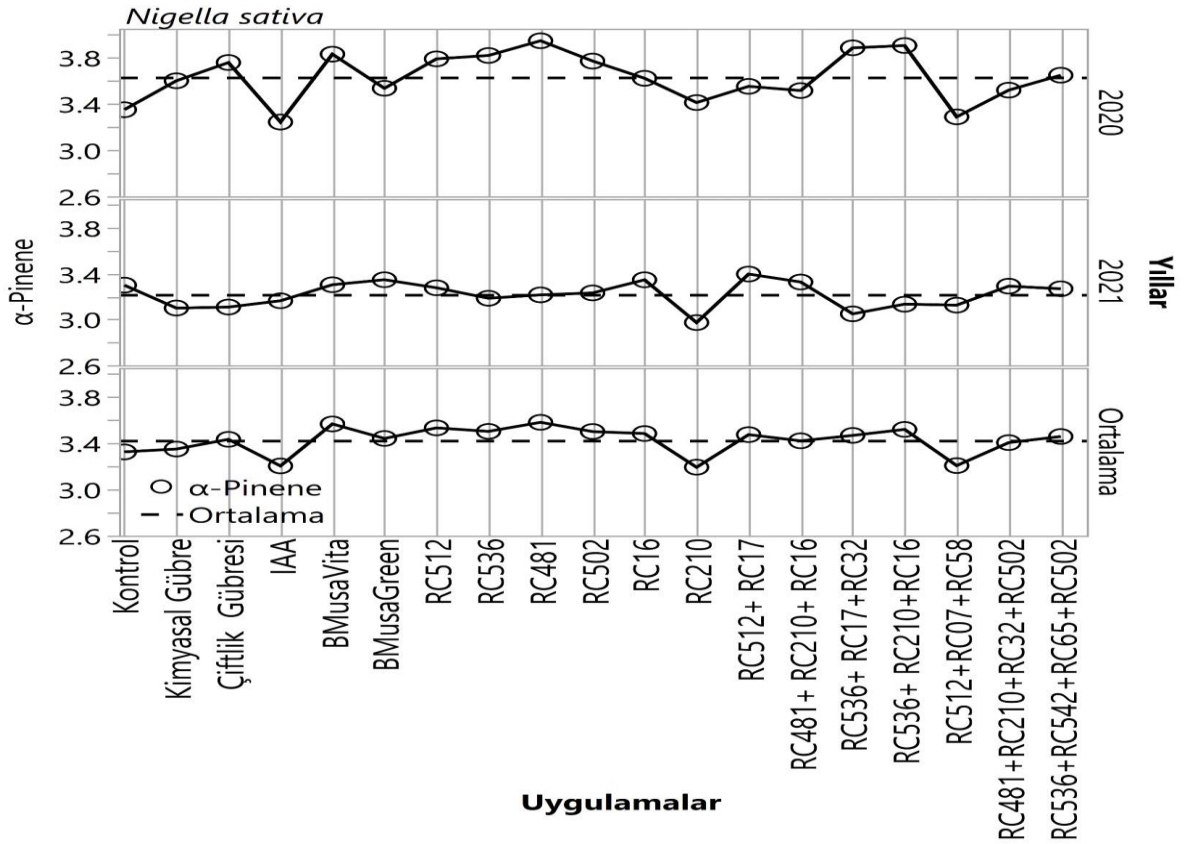
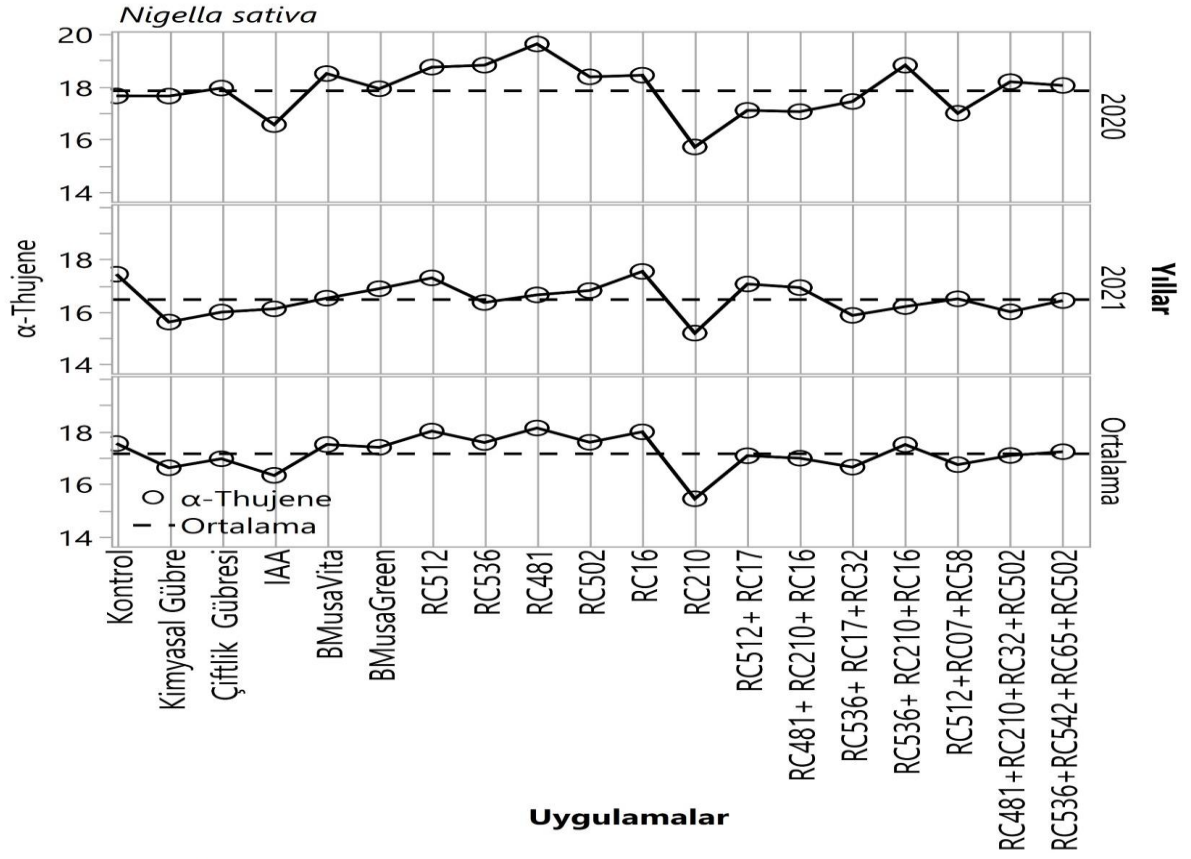
Deneme yıllarına bağlı olarak ameli eşidinin α -thujene ve α -pinene oranları ortalamaları ile Duncan testi ortalama grupları Tablo 61’de verilmiştir.

2020 yılında *Nigella sativa* türünün α -pinene oranı ortalaması %3,63 olarak tespit edilmiştir. Bu türün uygulamalara bağlı olarak α -pinene oranı %3,95 ile %3,24 arasında değişim göstermiştir. En yüksek α -pinene oranı RC481 uygulamasında, en düşük α -pinene ise IAA uygulamasında belirlenmiştir. 2021 yılında en yüksek α -pinene oranı RC512+RC17 uygulamasından %3,40 olarak, en düşük α -pinene oranı ise RC210 uygulamasından %2,97 olarak tespit edilmiştir. Yıllar ortalamasında da en yüksek α -pinene oranı %3,58 ile RC481 uygulamasında belirlenmiştir (Tablo 61).

Bu türde α -thujene ve α -pinene oranlarının uygulamalara göre değişimlerini görsel olarak değerlendirmek amacıyla oluşturulan grafikler Şekil 27 de verilmiştir. α -thujene bakımından *Nigella sativa* da hem 2020 hemde 2021 yılında RC481, RC512, BMusaVita, RC16 ve RC502 uygulamaları genel ortalamanın üzerinde yer almıştır. Yıllar ayrı ayrı değerlendirildiğinde, 2020 yılında RC536, RC536+RC210+RC16, dörtlü formülasyonlar ve çiftlik gübresi uygulaması; 2021 yılında ise kontrol, RC512+RC17, RC481+RC210+RC16, BMusaGreen ve RC512+RC07+RC58 uygulamaları genel ortalamanın üzerinde yer almıştır (Tablo 61).

Nigella sativa türünde α -pinene oranı bakımından 2020 yılında; sırasıyla RC481, RC536+RC210+RC16, RC536+RC17+RC32, BMusaVita, RC536, RC512, RC502, çiftlik gübresi, RC536+RC542+RC65+RC502 uygulamaları; 2021 yılında ise RC512+RC17, BMusaGreen, RC16, RC481+RC210+RC16, kontrol, BMusaVita, dörtlü formülasyonlar, RC512, RC502 ve RC481 uygulamaları genel ortalamanın üzerinde değerlere sahip olmuştur.

Genel değerlendirme yapıldığı zaman *Nigella sativa* türünde α -thujene oranı %15,19 ile %19,60 arasında değişim gösterirken ortalaması ise %17,17 olarak belirlenmiştir. *Nigella sativa* uçucu yağında GC-MS de en önce tespit edilen etken madde olan α -thujene oranı bakımından farklı araştırmacılar farklı oranlar belirtmiş olsalarda, Juhaimi vd. (2013)’nin tespit ettiği %15,78–%18,19 değişim aralığı bizim sonuçlarımıza oldukça yakındır.



Şekil 27 Bakteri aşılama, hormon ve gübre uygulamalarının *Nigella sativa* türünün uçucu yağında α -thujene ve α -pinene değerleri üzerine etkisi

Elde ettiğimiz sonuçlardan farklı olarak α -thujene oranını Mozaffari vd. (2000) %1,3–%10,1; Moretti vd. (2004) %3,3; Benkaci-Ali vd. (2007) %0,5–%6,5; Hamrouni vd. (2008) %7,2; Wajs vd. (2008) %7,2; Edris (2011) %2,1–%9,61; Kiralan (2012) 49,01 ppm; Piras vd. (2013) %0,4 olarak tespit etmişlerdir.

Genel değerlendirme yapıldığı zaman *Nigella sativa* türünde α -pinene oranı %2,97 ile %3,95 arasında değişim gösterirken ortalaması ise %3,43 olarak belirlenmiştir. Juhaimi vd. (2013) belirlediği %3,52–%3,96 değişim aralığındaki α -pinene değerleri bizim tespit ettiğimiz değerlere oldukça yakındır. Sonuçlarımızdan farklı olarak α -pinene değerlerini Mozaffari vd. (2000) %0,2–%2,4; Moretti vd. (2004) %0,7; Benkaci-Ali vd. (2007) %2,1; Hamrouni vd. (2008) %1,4; Wajs vd. (2008) %2,0; Edris (2011) %0,5–2,2; Kiralan (2012) 11,38 ppm olarak tespit etmişlerdir.

Sabinene ve β -pinene oranları

Bakteri aşılama, hormon ve gübre uygulamalarının *Nigella sativa* (Çameli çeşidi) türünün sabinene ve β -pinene oranının yıllara göre ve birleşik varyans analiz sonuçları Tablo 62’de verilmiştir. Tablo 62’de görüldüğü gibi *Nigella sativa* türünün sabinene ve β -pinene bakımından hem iki yetiştirme sezonunda hem de birleşik varyans analizinde uygulamaların ve yılların etkisi ile uygulama x yıl interaksyonları istatistiki bakımdan çok önemli ($p \leq 0,01$) olmuştur.

2020 yılında *Nigella sativa* türünün farklı uygulamalara bağlı olarak uçucu yağda sabinene oranı %1,90 (dörtlü RC536+RC542+RC65+RC502 bakteri aşılması) ile %1,32 (ikili RC512+RC17 bakteri aşılması) arasında değişim göstermiştir. Bu üretim sezonunda uçucu yağın sabinene oranı ortalaması ise %1,65 olarak belirlenmiştir. Bu üretim yılında β -pinene oranı %4,02 (RC536+RC17+RC32) ile %3,14 (RC210) arasında değişim göstermiştir. Çiftlik gübresi en yüksek değerden sonra %3,96 ile ikinci sırada yer almıştır. IAA uygulaması ise en düşük değer üzerinde %3,21 oranıyla bulunmuştur (Tablo 63).

Tablo 62

Bakteri aşılama, gübre ve hormon uygulamalarının *Nigella sativa* türünün uçucu yağında sabinene ve β -pinene değerlerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	Kareler Ortalamaları					
		Sabinene			β -Pinene		
		2020	2021	Birleşik	2020	2021	Birleşik
Yıl (Y)	1			1,5341**			7,2949**
Uygulama	18	0,076**	0,018062**	0,0684**	0,188**	0,016352**	0,1163**
Blok	2-4	0,011	0,000088	0,0056	0,019	0,001655	0,0103
U x Y	18			0,0262**			0,0879**
Hata	36-72	0,002	0,001537	0,0019	0,003	0,000485	0,0019

SD: Serbestlik derecesi, **: $p \leq 0,01$

2021 yılında *Nigella sativa* türünün uygulamalara bağlı olarak sabinene oranı ortalaması %1,55-%1,19 arasında değişmiştir. En yüksek sabinene oranına sahip olan RC536+RC17+RC32 aşılama, %1,51 ile RC536+RC542+RC65+RC502 ve %1,48 ile çiftlik gübresi takip etmiştir. En düşük sabinene oranına sahip olan kontrol uygulamasını, %1,33 ile kimyasal gübre uygulaması, %1,34 ile çiftlik gübresi ve %1,39 ile RC536 aşılama takip etmiştir. 2021 yılında β -pinene oranı yönünden BMusaGreen ve BMusaVita uygulamaları sırasıyla %3,24 (a grubu) ve %3,20 (ab grubu) değerleriyle en üstte yer almıştır. Bu etken madde oranı yönünden en düşük değerler ise %2,92 ile RC210 ve %3,02 ile kimyasal gübre uygulamalarında tespit edilmiştir (Tablo 63).

Bu türün yıllar üzerinde sabinene oranı %1,53 olurken, en yüksek sabinene oranı RC536+RC17+RC32 uygulamasında (%1,70), en düşük sabinene oranı ise %1,31 ile kontrol uygulamasında belirlenmiştir. β -pinene oranı yönünden yıllar ortalamasına göre iki üçlü formülasyon RC536+RC17+RC32 ve RC536+RC210+RC16 uygulamaları öne çıkmıştır.

Uçucu yağda sabinene oranı bakımından *Nigella sativa* türünde uygulamalara göre değişimleri görsel olarak değerlendirmek amacıyla oluşturulan grafikler Şekil 28 de sunulmuştur. Her iki deneme yılında dördümlü formülasyonlar, RC536+RC17+RC32, RC536+RC210+RC16, IAA, RC210 ve RC512 uygulamaları genel ortalamanın üzerinde sabinene oranına sahip olmuştur. β -pinene oranında ise RC536+RC210+RC16, BMusaVita, RC502, RC16 ve RC512 uygulamaları her iki yetiştirme sezonunda genel ortalamanın üzerinde yer almıştır (Şekil 28).

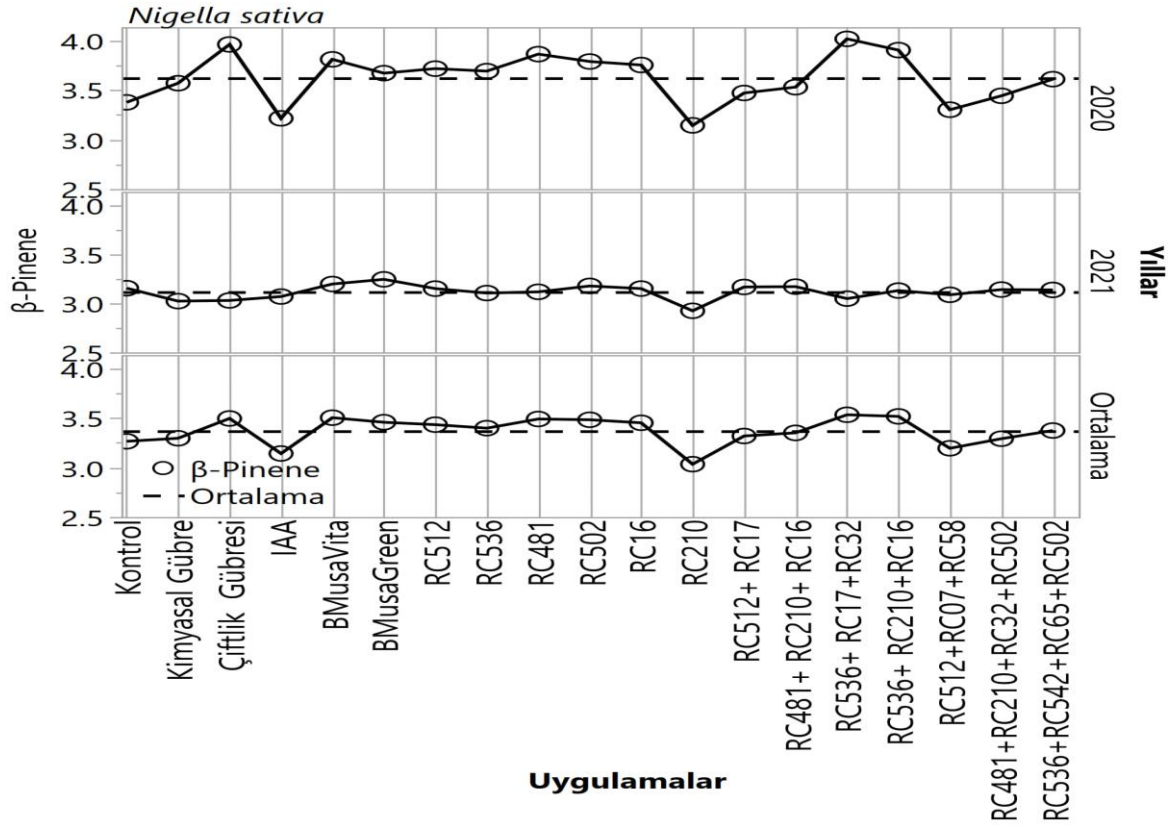
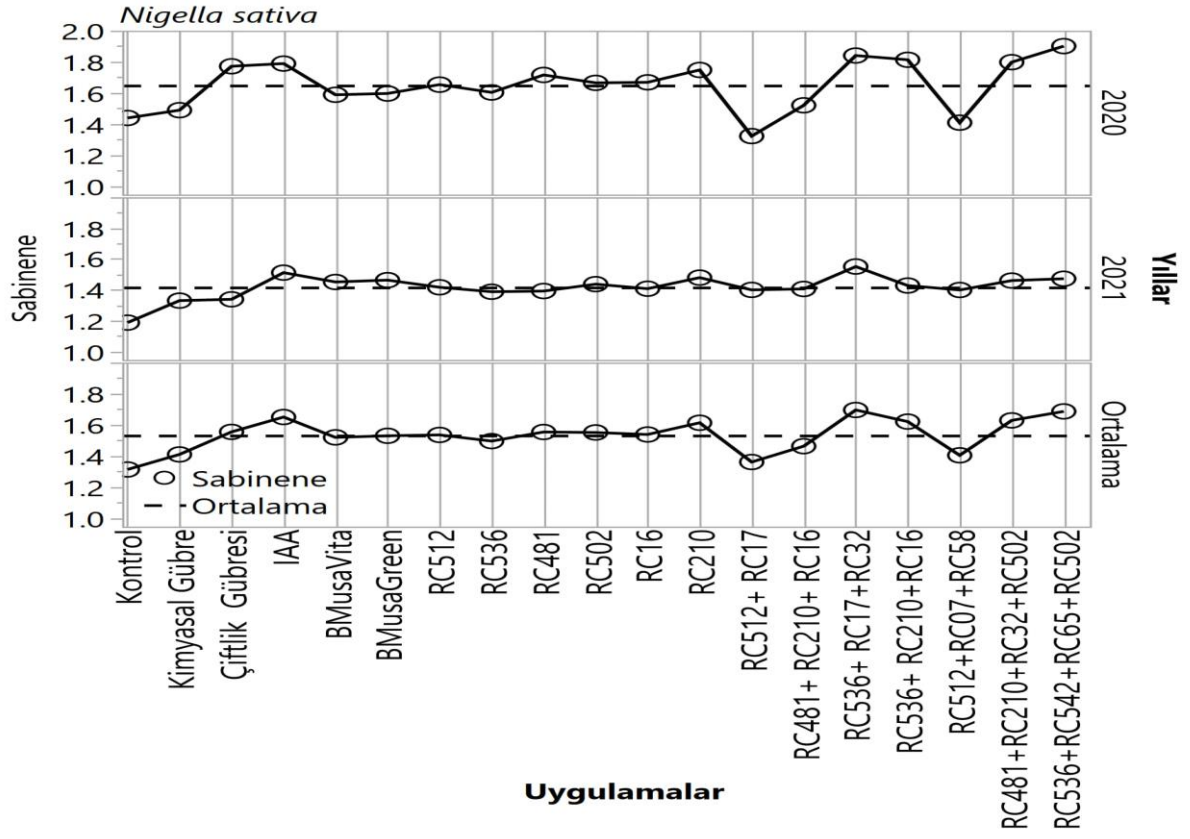
Tablo 63

Bakteri aşılama, hormon ve gübre uygulamalarının *Nigella sativa* türünde uçucu yağda sabinene ve β -pinene değerleri (%) üzerine etkisi

Uygulamalar	Sabinene			β -Pinene		
	2020*	2021	Ortalama	2020	2021	Ortalama
Kontrol	1,44 h	1,19 f	1,31 ı	3,38 jk	3,15 b-e	3,26 ı
Kimyasal gübre	1,49 gh	1,33 e	1,41 gh	3,57 ghı	3,02 ı	3,29 hı
Çiftlik gübresi	1,77 bcd	1,34 de	1,55 de	3,96 ab	3,03 ı	3,49 abc
IAA	1,79 abc	1,51 ab	1,65 abc	3,21 lm	3,07 ghı	3,14 j
BMusaVita	1,59 fg	1,45 bc	1,52 ef	3,81 cde	3,2 ab	3,5 abc
BMusaGreen	1,6 fg	1,46 abc	1,53 ef	3,67 efg	3,24 a	3,46 bcd
RC512	1,65 def	1,42 b-e	1,53 ef	3,72 ef	3,15 b-e	3,43 cde
RC536	1,6 efg	1,39 cde	1,49 ef	3,69 efg	3,1 efg	3,4 def
RC481	1,72 cde	1,39 cde	1,55 de	3,86 bcd	3,12 d-g	3,49 abc
RC502	1,66 def	1,44 bcd	1,55 de	3,79 cde	3,18 bc	3,48 abc
RC16	1,67 def	1,41 cde	1,54 e	3,75 de	3,15 b-e	3,45 bcd
RC210	1,75 bcd	1,48 abc	1,61 cd	3,14 m	2,92 j	3,03 k
RC512+RC17	1,32 ı	1,4 cde	1,36 hı	3,47 ij	3,17 bcd	3,32 ghı
RC481+RC210+RC16	1,52 gh	1,41 cde	1,46 fg	3,53 hı	3,17 bcd	3,35 fgh
RC536+RC17+RC32	1,84 ab	1,55 a	1,7 A	4,02 a	3,05 hı	3,53 a
RC536+RC210+RC16	1,81 abc	1,43 b-e	1,62 bcd	3,9 abc	3,13 c-f	3,52 ab
RC512+RC07+RC58	1,41 hı	1,4 cde	1,4 gh	3,3 kl	3,09 fgh	3,19 j
RC481+RC210+RC32+RC502	1,8 abc	1,46 abc	1,63 abc	3,44 ij	3,14 c-f	3,29 hı
RC536+RC542+RC65+RC502	1,9 a	1,47 abc	1,69 ab	3,61 fgh	3,14 c-f	3,37 efg
Ortalama	1,65 A	1,42 B	1,54	3,63 A	3,12 B	3,37

*Aynı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar kendi grubunda Duncan testine göre önemli ($p \leq 0,01$) değildir.

Genel değerlendirme yapıldığı zaman *Nigella sativa* türünde β -pinene oranı %2,92 ile %4,02 arasında değişim gösterirken ortalaması ise %3,67 olarak belirlenmiştir. Juhaimi vd. (2013) tarafından bildirilen %3,98–%4,59 değerleri ile Mozaffari vd. (2000) tarafından bildirilen %0,4–%3,0 aralığındaki α -pinene değerleri bizim tespit ettiğimiz değerlere yakındır. Sonuçlarımızdan farklı olarak β -pinene değerleri Moretti vd. (2004) %1,1; Benkaci-Ali vd. (2007) %2,3; Hamrouni vd. (2008) %1,8; Wajs vd. (2008) %21; Edris (2011) %1,0–2,57; Kiralan (2012) 10,03 ppm olarak tespit etmişlerdir.



Şekil 28 Bakteri aşılama, hormon ve gübre uygulamalarının *Nigella sativa* türünün uçucu yağında sabinene ve β -pinene değerleri (%) üzerine etkisi

Genel değerlendirme yapıldığı zaman *Nigella sativa* türünde sabinene oranı %1,19 ile %1,90 arasında değişim gösterirken ortalaması ise %1,53 olarak belirlenmiştir. *Nigella sativa* uçucu yağında oranı bakımından farklı araştırmacılar farklı oranlar belirtmiş olsada, Juhaimi vd. (2013)'nin tespit ettiği %1,69–%1,96 değişim aralığında sabinene oranı bizim sonuçlarımıza oldukça yakındır.

Elde ettiğimiz sonuçlardan farklı olarak sabinene oranını Mozaffari vd. (2000) %0,2–%1,6; Moretti vd. (2004) %0,5; Benkaci-Ali vd. (2007) %0,1–%5,3; Hamrouni vd. (2008) %0,70; Wajs vd. (2008) %0,80; Edris (2011) %0,4–%1,03; Kiralan (2012) 5,12 ppm olarak tespit etmişlerdir.

p-Cymene ve limonene oranı

Bakteri aşılama, hormon ve gübre uygulamalarının *Nigella sativa* (Çameli çeşidi) türünün p-cymene ve limonene oranlarının yıllara göre ve birleşik varyans analiz sonuçları Tablo 64'te verilmiştir. Tablo 64'te görüldüğü gibi bu türün p-cymene ve limonene oranları bakımından hem iki yetiştirme sezonunda hem de birleşik varyans analizinde, uygulamaların ve yılların etkisi ile uygulama x yıl interaksiyonlarının istatistiki bakımdan çok önemli ($p \leq 0,01$) olduğu belirlenmiştir.

Tablo 64

Bakteri aşılama, gübre ve hormon uygulamalarının *Nigella sativa* türünün p-cymene ve limonene oranı değerlerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	Kareler Ortalamaları					
		p-Cymene			Limonene		
		2020	2021	Birleşik	2020	2021	Birleşik
Yıl (Y)	1			210,634**			1,2963**
Uygulama	18	6,057**	2,320824**	5,9477**	0,203**	0,00670166**	0,122**
Blok	2-4	0,467	0,291172	0,3791	0,001	0,00011382	0,0004
U x Y	18			2,4303**			0,0881**
Hata	36-72	0,184	0,136046	0,1602	0,006	0,00052258	0,0031

SD: Serbestlik derecesi, **: $p \leq 0,01$

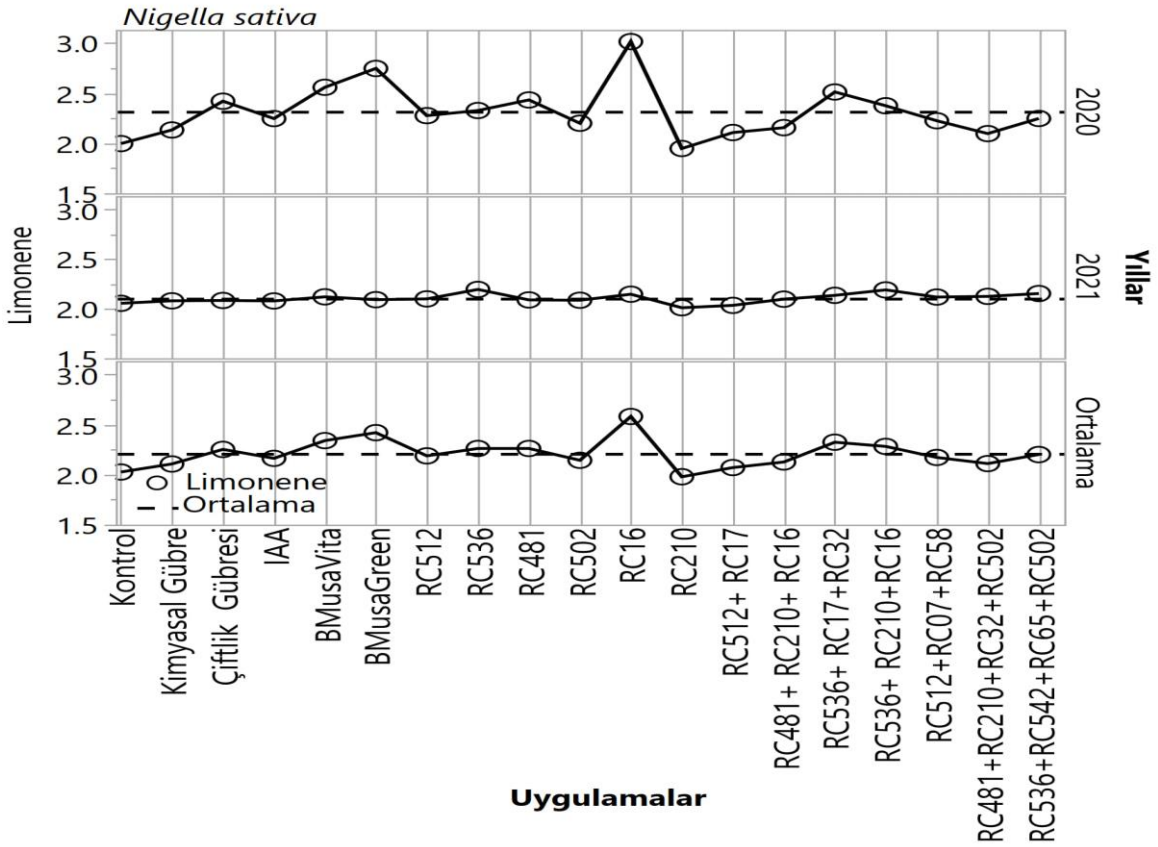
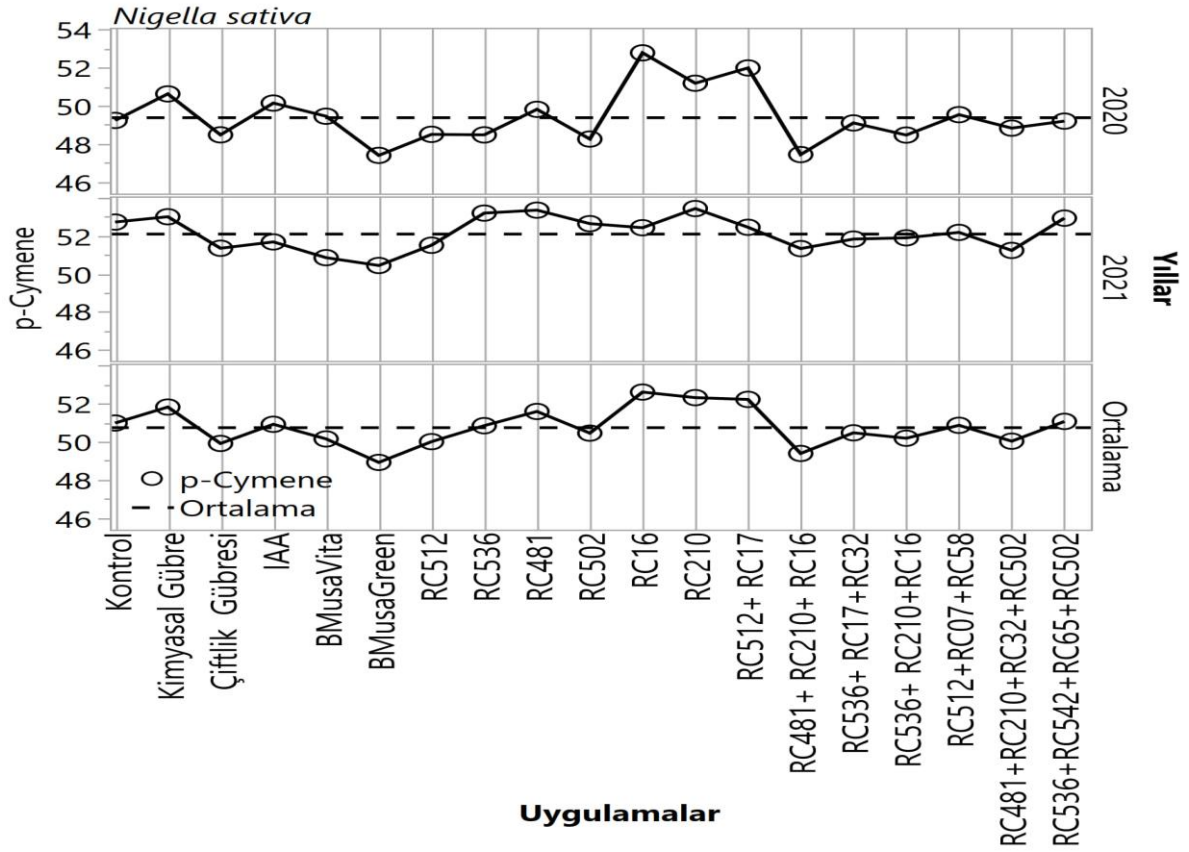
Deneme yıllarına bağlı olarak türlerin uygulamalara göre p-cymene ve limonene oranı ortalamaları ile Duncan testi ortalama grupları Tablo 65'te verilmiştir.

Tablo 65

Bakteri aşılımları, hormon ve gübre uygulamalarının *Nigella sativa* bitkisinde p-cymene ve limonene oranları (%) üzerine etkisi

Uygulamalar	p-cymene			limonene		
	2020*	2021	Ortalama	2020	2021	Ortalama
Kontrol	49,23 egh	52,73 a-e	50,98 de	2,00 ij	2,05 fgh	2,03 ij
Kimyasal gübre	50,62 cd	53,01 abd	51,81 bc	2,13 hi	2,08 efg	2,11 ghi
Çiftlik gübresi	48,47 ghi	51,35 gı	49,91 fg	2,42 cd	2,08 efg	2,25 c-f
IAA	50,14 de	51,68 fgı	50,91 e	2,25 fgh	2,08 efg	2,16 fgh
BMusaVita	49,45 eg	50,85 ij	50,15 f	2,56 c	2,12 cde	2,34 bc
BMusaGreen	47,40 j	50,44 j	48,92 h	2,75 b	2,09 d-g	2,42 b
RC512	48,5 ghi	51,5 gı	50 fg	2,28 fgh	2,10 c-f	2,19 efg
RC536	48,47 ghi	53,2 ab	50,84 e	2,33 fg	2,19 a	2,26 cde
RC481	49,81 de	53,36 ab	51,58 dc	2,43 cd	2,09 d-g	2,26 cde
RC502	48,25 hij	52,64 a-e	50,45 ef	2,2 fgh	2,09 efg	2,14 gh
RC16	52,76 a	52,43 def	52,60 a	3,01 a	2,15 a-d	2,58 a
RC210	51,17 bc	53,44 a	52,31 ab	1,95 j	2,01 h	1,98 j
RC512+RC17	51,98 ab	52,45 b-f	52,21 abc	2,11 hij	2,03 gh	2,07 hi
RC481+RC210+RC16	47,44 ij	51,33 gı	49,39 gh	2,16 ghi	2,1 c-f	2,13 gh
RC536+RC17+RC32	49,1 egh	51,83 efg	50,46 ef	2,51 cd	2,13 b-e	2,32 c
RC536+RC210+RC16	48,47 ghi	51,9 efg	50,18 f	2,37 df	2,19 ab	2,28 cd
RC512+RC07+RC58	49,53 eg	52,18 d-g	50,86 e	2,23 fgh	2,12 cde	2,17 efg
RC481+RC210+RC32+RC502	48,82 gh	51,23 ij	50,03 fg	2,1 hij	2,12 cde	2,11 ghi
RC536+RC542+RC65+RC502	49,19 egh	52,93 abd	51,06 de	2,25 fgh	2,15 abc	2,2 d-g
Ortalama	49,42 B	52,14 A	50,78	2,32 A	2,11 B	2,22

*Aynı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar kendi grubunda Duncan testine göre önemli ($p \leq 0,01$) değildir.



Şekil 29 Bakteri aşılama, hormon ve gübre uygulamalarının *Nigella sativa* türünün uçucu yağında p-cymene ve limonene oranları (%) üzerine etkisi

2020 yılında Çameli çeşidinin p-cymene oranı ortalaması %49,41 olarak belirlenmiştir. Uygulamalara bağlı olarak birinci deneme yılında bu çeşidin p-cymene oranı %47,40 ile %52,76 arasında değişim göstermiştir. En düşük p-cymene oranı %47,40 ile BMusaGreen uygulamasında belirlenirken, bunu %47,44 ile RC481+RC210+RC16 formülasyonu ve %48,25 ile RC502 uygulaması takip etmiştir. Bu üretim sezonunda limonene içeriği yönünden RC16 ve BMusaGreen uygulamaları sırasıyla %3,01 ve %2,75 değerleriyle diğer uygulamalardan üstün olmuştur. RC210 ve kontrol uygulaması ise %1,95 ve %2,00 oranları ile diğer uygulamalardan daha düşük değerlere sahip olarak en son iki ortalama grubunu oluşturmuşlardır (Tablo 65).

2021 yılında Çameli çeşidinin p-cymene oranı ortalaması %52,13 olurken, en düşük p-cymene oranı %50,44 ile BMusaGreen uygulamasında, en yüksek p-cymene oranı ise %53,44 ile RC210 uygulamasında belirlenmiştir. 2021 yılında limonene içeriği %2,01 (RC210) ve %2,19 (RC536) arasında değişim gösterirken, ortalaması ise %2,10 olarak gerçekleşmiştir (Tablo 65).

p-cymene içeriğinin yıllar ortalamasına bakılacak olursa, RC16 ve RC210 uygulamaları sırasıyla %52,60 ve %52,31 oranlarıyla diğer uygulamalardan üstün olmuştur. Yıllar ortalamasında limonene içeriği yönünden RC16 uygulaması %2,58 ile öne çıkarken, bunu BMusaGreen uygulaması %2,42 ile takip etmiştir (Tablo 65).

p-cymene ve limonene oranının *Nigella sativa* da uygulamalara göre değişimlerini görsel olarak değerlendirmek amacıyla oluşturulan grafikler Şekil 29 da verilmiştir. 2020 ve 2021 yıllarında p-cymene oranında RC16, RC512+RC17, RC210, kimyasal gübre, RC481 ve RC512+RC07+RC58 uygulamaları genel ortalamanın üzerinde yer almıştır.

Limonene içeriği yönünden ise her iki yetiştirme sezonunda RC16, BMusaVita, RC536+RC17+RC32, RC536+RC210+RC16 ve RC536 formülasyonları genel ortamadan daha yüksek değerlere sahip olmuştur.

Genel değerlendirme yapıldığı zaman *Nigella sativa* türünde p-cymene oranı %47,40 ile %53,44 arasında değişim gösterirken ortalaması ise %50,77 olarak belirlenmiştir. Juhaimi vd. (2013) tarafından bildirilen %48,25–%55,03 değerleri ile Hamrouni vd. (2008) tarafından bildirilen %53,10 ve Wajs vd. (2008) tarafından bildirilen %60,2 oranındaki p-cymene değerleri bizim tespit ettiğimiz değerlere yakındır. Sonuçlarımızdan farklı olarak ise p-cymene değerlerini Mozaffari vd. (2000) %14,7–%38,0 arasında; Moretti vd. (2004) %34;

Benkaci-Ali vd. (2007) %7,2- %32,0 arasında; Edris (2011) %18,8–30,5; Kiralan (2012) 148,79 ppm olarak tespit etmişlerdir.

Genel değerlendirme yapıldığı zaman çalışmamızda *Nigella sativa* türünde limonene oranı %1,95 ile %3,01 arasında değişim gösterirken ortalaması ise %2,21 olarak belirlenmiştir. Elde ettiğimiz sonuçlara benzer şekilde limonene oranını Mozaffari vd. (2000) %0,7–%2,3 arasında, Edris (2011) %1,7–%3,23 arasında ve Juhaimi vd. (2013) ise %2,84–%2,88 arasında tespit etmişlerdir.

Bizim sonuçlarımızdan farklı olarak limonene oranını Moretti vd. (2004) %1,1; Benkaci-Ali vd. (2007) %0,4–%1,1; Hamrouni vd. (2008) %0,1; Wajs vd. (2008) %1,3; Kiralan vd. (2012) 10,21 pp ve Piras vd. (2013) %0,7 olarak tespit etmişlerdir.

Thymoquinone ve longifolene oranları

Bakteri aşılama, hormon ve gübre uygulamalarının Çameli çeşidinin thymoquinone ve longifolene oranlarının yıllara göre ve birleşik varyans analiz sonuçları Tablo 66 da uygulamalara ait veriler ise Tablo 67’de verilmiştir. Tablo 66’da gösterildiği üzere *Nigella sativa* (Çameli çeşiti) thymoquinone ve longifolene oranları bakımından hem iki yetiştirme sezonunda hem de birleşik varyans analizinde uygulamaların ve yılların etkisinin (longifolene oranı hariç) istatistiki bakımdan çok önemli ($p \leq 0,01$) olduğu belirlenmiştir.

Birinci yetiştirme sezonunda Çameli çeşidinde uygulamalara bağlı olarak thymoquinone oranı %4,21 ile %10,99 arasında değişim göstermiştir. Araştırmanın ilk yılında Çameli çörek otu çeşidinin en yüksek thymoquinone oranı (%10,99) üçlü (RC481+RC210+RC16) bakteri formülasyonu aşılmasıyla ölçülmüş, bunu sırasıyla üçlü bakteri formülasyonu RC512+RC07+RC58 aşılması %10,69, ticari bakteri gübre BMusaGreen (%10,12) ve IAA (%10,03) uygulamaları izlemiştir. Yukarıdaki uygulamalardan birincisi Duncan testine göre ilk ortalama grubunu oluştururken, diğer uygulamalar ikinci ortalama grubunu oluşturmuştur. 2020 yılında longifolene oranı ortalaması %1,13 olarak gerçekleşmiştir. Bu üretim sezonunda RC210, RC512+RC17 ve kontrol uygulamaları sırasıyla %1,59, %1,51 ve 1,48 değerleri ile öne çıkmıştır. RC536+RC17+RC32, RC16 ve çiftlik gübresi uygulamaları ise sırasıyla %0,88, %0,72 ve %0,46 oranı ile en düşük longifolene oranına sahip olmuşlardır (Tablo 67).

Tablo 66

Bakteri aşılamaları, gübre ve hormon uygulamalarının *Nigella sativa* (Çameli çeşidi) türünün thymoquinone ve longifolene oranlarının varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	Kareler Ortalamaları					
		Thymoquinone			Longifolene		
		2020	2021	Birleşik	2020	2021	Birleşik
Yıl (Y)	1			3,5457**			0,3138öd
Uygulama	18	8,626**	1,73440644**	7,5133**	0,24**	0,03425816**	0,1521**
Blok	2-4	0,725	0,06764256	0,3963	0,004	0,00338183	0,0036
U x Y	18			2,8469**			0,1222**
Hata	36-72	0,227	0,11325876	0,1701	0,003	0,00173175	0,0026

SD: Serbestlik derecesi, öd: önemli değil, **: $p \leq 0,01$

Denemenin ikinci yılında Çameli çeşidinin thymoquinone oranı %6,68 ile %9,22 arasında değişim göstermiştir. İkinci yılında Çameli çeşidinde en yüksek thymoquinone oranı RC481+RC210+RC32+RC502 aşılmasıyla (%9,22) elde edilmiş, bunu RC481+RC210+RC16 uygulaması (%9,07) ve kimyasal gübre (%8,79) uygulaması takip etmiştir. Bu üretim sezonunda RC502, RC16, RC481 uygulamaları sırasıyla %6,95, %6,83 ve %6,68 oranlarıyla en son ortalama grubunu oluşturmuştur. İkinci deneme yılında *Nigella sativa* türünün ortalama longifolene oranı %1,03 olarak gerçekleşirken, en yüksek değer %1,29 ile RC210 uygulamasından, en düşük değer ise %0,86 ile RC536+RC542+RC65+RC502 uygulamasından elde edilmiştir (Tablo 67).

Nigella sativa türünün Çameli çeşidinde yürütülen iki yıllık verilerin birleşik analiz sonuçlarına göre test edilen uygulamaların çoğunluğu (RC512+RC17, RC536, RC536+RC542+RC65+RC502, RC502, RC481 ve RC16 hariç) kontrole kıyasla thymoquinone oranını artırmıştır ve artış oranları istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($P \leq 0,01$). Bu çeşidin iki yıl birleşik thymoquinone oranı ortalamalarında en yüksek değerler RC481+RC210+RC16, RC512+RC07+RC58 ve RC481+RC210+RC32+RC502 uygulamalarından sırasıyla %10,03, %9,49 ve %9,39 olarak belirlenmiştir. İki yıllık verilerin ortalamasına göre longifolene oranı bakımından RC210, RC512+RC17 ve RC536 uygulamaları %1,44, %1,29 ve %1,26 oranları ile diğer uygulamalardan daha üstün olmuştur.

Tablo 67

Bakteri aşılamaları, gübre ve hormon uygulamalarının *Nigella sativa* (Çameli çeşidi) türünün thymoquinone ve longifolene oranları (%) üzerine etkisi

Uygulamalar	Thymoquinone			Longifolene		
	2020*	2021	Ortalama	2020	2021	Ortalama
Kontrol	8,39 deg	7,4 efg	7,9 fgh	0,21 bc	0,15 j	0,18 cd
Kimyasal gübre	8,73 de	8,79 abc	8,76 cde	0,17 dfg	0,15 hij	0,16 d-g
Çiftlik gübresi	9,14 de	8,1 cde	8,62 de	0 j	0,19 b	0,09 ı
IAA	10,03 ab	8,27 bcd	9,15 bcd	0,2 cd	0,18 cd	0,19 bc
BMusaVita	7,20 h	8,63 a-d	7,91 fgh	0,18 cdf	0,18 bc	0,18 bc
BMusaGreen	10,12 ab	8,34 bcd	9,23 bcd	0,15 fgh	0,18 bcd	0,16 def
RC512	8,07 egh	8,37 bcd	8,22 efg	0,2 cd	0,17 de	0,19 bc
RC536	6,90 h	8,73 abc	7,82 gh	0,21 bc	0,16 efg	0,19 bc
RC481	5,69 ı	6,68 g	6,19 ı	0,16 fgh	0,16 efg	0,16 d-g
RC502	7,46 gh	6,95 g	7,21 h	0,15 fgh	0,18 bcd	0,16 d-g
RC16	4,21 j	6,83 g	5,52 j	0,12	0,18 cd	0,15 fgh
RC210	7,57 gh	8,25 bcd	7,91 fgh	0,25 a	0,2 a	0,23 a
RC512+RC17	8,03 egh	7,78 def	7,9 fgh	0,24 ab	0,16 fgh	0,2 b
RC481+RC210+RC16	10,99 a	9,07 ab	10,03 a	0,18 cdf	0,15 ij	0,16 d-g
RC536+RC17+RC32	9,47 d	8,53 a-d	9 bcd	0,13 gh	0,16 gh	0,15 gh
RC536+RC210+RC16	9,18 de	7,99 cde	8,58 def	0,2 cd	0,17 def	0,18 bc
RC512+RC07+RC58	10,69 ab	8,29 bcd	9,49 ab	0,16 fgh	0,16 gh	0,16 e-h
RC481+RC210+RC32+RC502	9,56 bd	9,22 a	9,39 abc	0,13 h	0,16 ghi	0,14 h
RC536+RC542+RC65+RC502	8,53 deg	7,04 fg	7,79 gh	0,18 cdf	0,17 def	0,17 cde
Ortalama	8,42 A	8,07 B	8,24	0,17	0,17	0,17

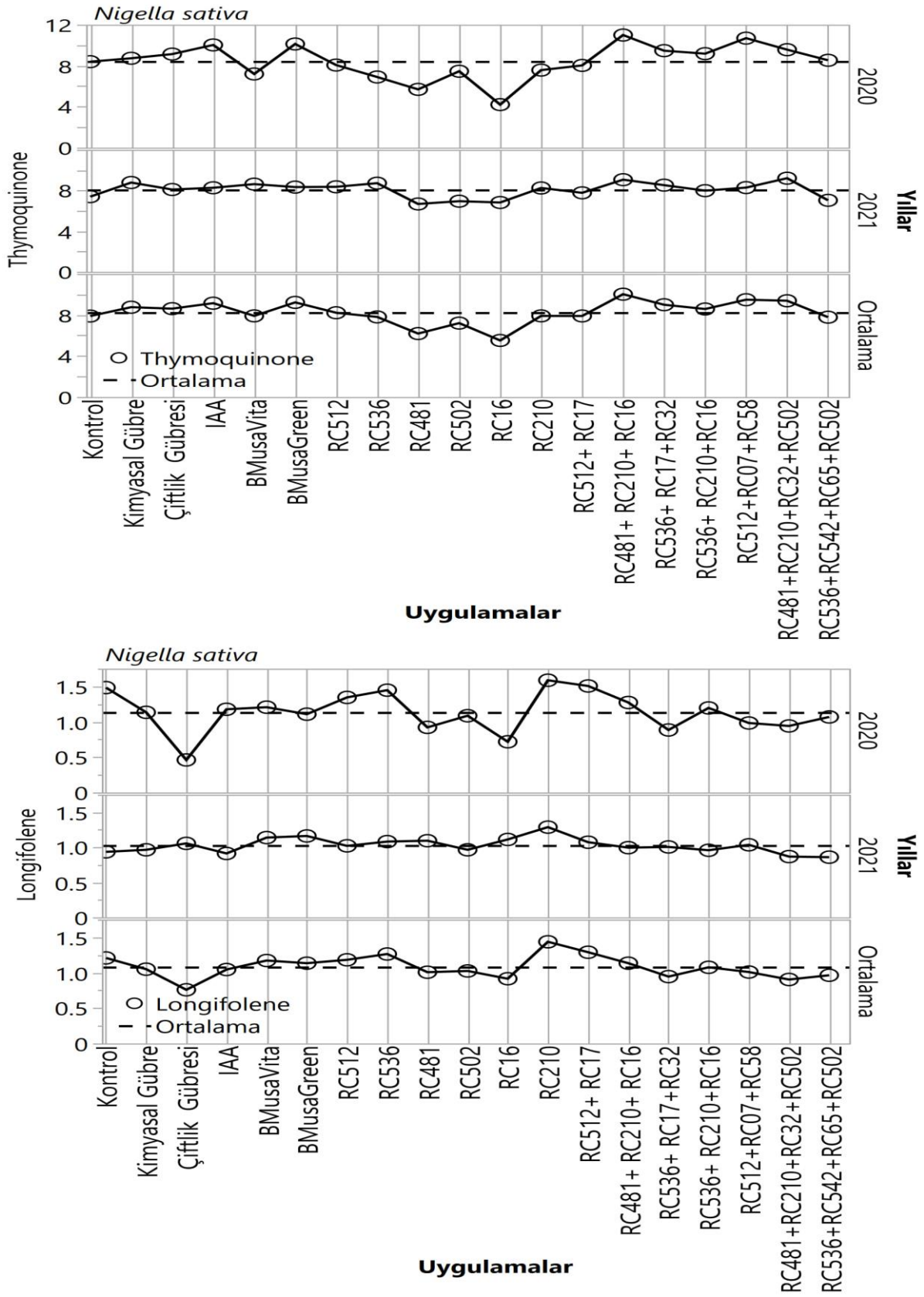
*Aynı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar kendi grubunda Duncan testine göre önemli ($p \leq 0,01$) değildir.

Tablo 68

İki yıllık ortalama üzerinden kontrole göre bakteri aşılama, hormon ve gübre uygulamalarının *Nigella sativa* da thymoquinone içeriğinin (%) değişim oranları

Uygulamalar	Thymoquinone	
	Ortalama	% Değişim
Kontrol	7,900	
Kimyasal gübre	8,760	10,89
Çiftlik gübresi	8,620	9,11
IAA	9,150	15,82
BMusaVita	7,910	0,13
BMusaGreen	9,230	16,84
RC512	8,220	4,05
RC536	7,820	-1,01
RC481	6,190	-21,65
RC502	7,210	-8,73
RC16	5,520	-30,13
RC210	7,910	0,13
RC512+RC17	7,900	0,00
RC481+RC210+RC16	10,030	26,96
RC536+RC17+RC32	9,000	13,92
RC536+RC210+RC16	8,580	8,61
RC512+RC07+RC58	9,490	20,13
RC481+RC210+RC32+RC502	9,390	18,86
RC536+RC542+RC65+RC502	7,790	-1,39

İki yıllık ortalama göre RC210, RC512+RC17, RC536 ve BMusaVita uygulamaları longifolene içeriği yönünden ortalamın üzerinde yer almıştır. İki yıllık ortalama göre thymoquinone içeriği yönünden RC481+RC210+RC16, RC512+RC07+RC58, RC481+RC210+RC32+RC502, BMusaGreen, IAA, RC536+RC17+RC32, kimyasal gübre, çiftlik gübresi ve RC536+RC210+RC16 uygulamaları ortalamının üzerinde yer almıştır. Bu uygulamalardan RC481+RC210+RC16 %26 oranında, RC512+RC07+RC58 %20 oranında thymoquinone içeriğini artırırken, RC16 ise %30 oranında thymoquinone içeriğini azaltmıştır (Tablo 68).



Şekil 30 Bakteri aşılımları, gübre ve hormon uygulamalarının *Nigella sativa* (Çameli çeşidi) türünün thymoquinone ve longifolene oranları(%) üzerine etkisi

Thymoquinone ve longifolene oranının çörek otu türlerinde uygulamalara göre değişimlerini görsel olarak değerlendirmek amacıyla oluşturulan grafikler Şekil 30 da verilmiştir. 2020 ve 2021 yıllarında; *Nigella sativa* türünde IAA, RC512, RC536+RC210+RC16, BMusaVita, RC536+RC542+RC65+RC502 uygulamaları genel ortalamanın üzerinde yer almıştır.

Genel değerlendirme yapıldığı zaman *Nigella sativa* türünde thymoquinone oranı %4,21 ile %10,99 arasında değişim gösterirken ortalaması ise %8,25 olarak belirlenmiştir. Benkaci-Ali vd. (2007) tarafından bildirilen %1,6–%10,00 aralığındaki thymoquinone değerleri bizim tespit ettiğimiz değerlere yakındır. Sonuçlarımızdan farklı olarak thymoquinone değerlerini Mozaffari vd. (2000) %26,8–%54,8 arasında; Moretti vd. (2004) %3,8; Edris (2011) %30,2–63,3; Kiralan vd. (2012) 219,58 ppm olarak tespit etmişlerdir. Bazı araştırmacılar iz düzeyde (Wajs vd., 2008) tespit ederken, bazı araştırmacılar ise hiç tespit edememişlerdir (Hamrouni vd., 2008; Juhaimi vd., 2013)

Genel değerlendirme yapıldığı zaman çalışmamızda *Nigella sativa* türünde longifolene oranı %0,00 ile %0,25 arasında değişim gösterirken ortalaması ise %0,17 olarak belirlenmiştir. Sonuçlarımızdan farklı olarak longifolene değerlerini Mozaffari vd. (2000) %1,2–%10,2 arasında; Moretti vd. (2004) %3,1; Edris (2011) %1,07–2,1; Kiralan vd. (2012) 3,39 ppm; Piras vd. (2013) %1,9–%2,4; Juhaimi vd. (2013) %0,63–%1,23 olarak tespit etmişlerdir. Bazı Araştırmacılar iz düzeyde tespit ederken (Wajs vd., 2008), bazı araştırmacılar ise hiç tespit edememişlerdir (Hamrouni vd., 2008; Benkaci-Ali vd., 2007).

Terpinen-4-ol oranı

Bakteri aşılama, hormon ve gübre uygulamalarının *Nigella sativa* Çameli çeşidinin terpinen-4-ol oranının yıllara göre ve birleşik varyans analiz sonuçları Tablo 69'da uygulamalara ait ortalamalar ise Tablo 70'te verilmiştir. Tablo 70'te gösterildiği üzere *Nigella sativa* (Çameli çeşiti) terpinen-4-ol oranı bakımından hem iki yetiştirme sezonunda hem de birleşik varyans analizinde uygulamaların ve yılların etkisinin istatistiksel bakımdan çok önemli ($p \leq 0,01$) olduğu belirlenmiştir.

2020 yılında *Nigella sativa* türüne ait Çameli çeşidinin terpinen-4-ol oranı ortalaması %1,54 olarak belirlenmiştir. Uygulamalara bağlı olarak birinci deneme yılında bu çeşidin

terpinen-4-ol oranı %0,95 ile %2,02 arasında değişim göstermiştir. En yüksek terpinen-4-ol oranı BMusaGreen aşılamasından elde edilirken, bunu %1,93 ile RC502, %1,84 ile RC512+RC07+RC58 ve %1,78 ile RC512 uygulamaları takip etmiştir. En düşük terpinen-4-ol oranı ise RC536+RC210+RC16 uygulamasında tespit edilmişken, bunu %1,20 ile kimyasal gübre uygulaması ve %1,24 ile RC481+RC210+RC32+RC502 takip etmiştir (Tablo 70)

Tablo 69

Bakteri aşılama ları, gübre ve hormon uygulamalarının *Nigella sativa* (Çameli çeşidi) türünün terpinen-4-ol oranı varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	Kareler Ortalamaları		
		2020	2021	Birleşik
Yıl (Y)	1			10,6294**
Uygulama	18	0,226**	0,0117288**	0,1233**
Blok	2-4	0,005	0,00131634	0,0032
U x Y	18			0,1139**
Hata	36-72	0,005	0,00053295	0,0026

SD: Serbestlik derecesi, **: $p \leq 0,01$

2021 yılında Çameli çeşidinin terpinen-4-ol oranı ortalaması %0,93 olurken, en düşük terpinen-4-ol oranı %0,84 ile kimyasal gübre uygulamasında, en yüksek terpinen-4-ol oranı ise %1,7 ile RC210 uygulamasında belirlenmiştir. Yıllar ortalamasına göre ise BMusaGreen aşılması %1,49 ile en yüksek terpinen-4-ol oranına, RC502 uygulaması ise %1,45 ile ikinci en yüksek terpinen-4-ol oranı sahip olurken, RC536+RC210+RC16 aşılması ise %0,92 ile en düşük terpinen-4-ol oranına sahip olmuştur (Tablo 70).

Bu türde terpinen-4-ol oranının uygulamalara göre değişimlerini görsel olarak değerlendirmek amacıyla oluşturulan grafikler Şekil 31 de verilmiştir.

Tablo 70

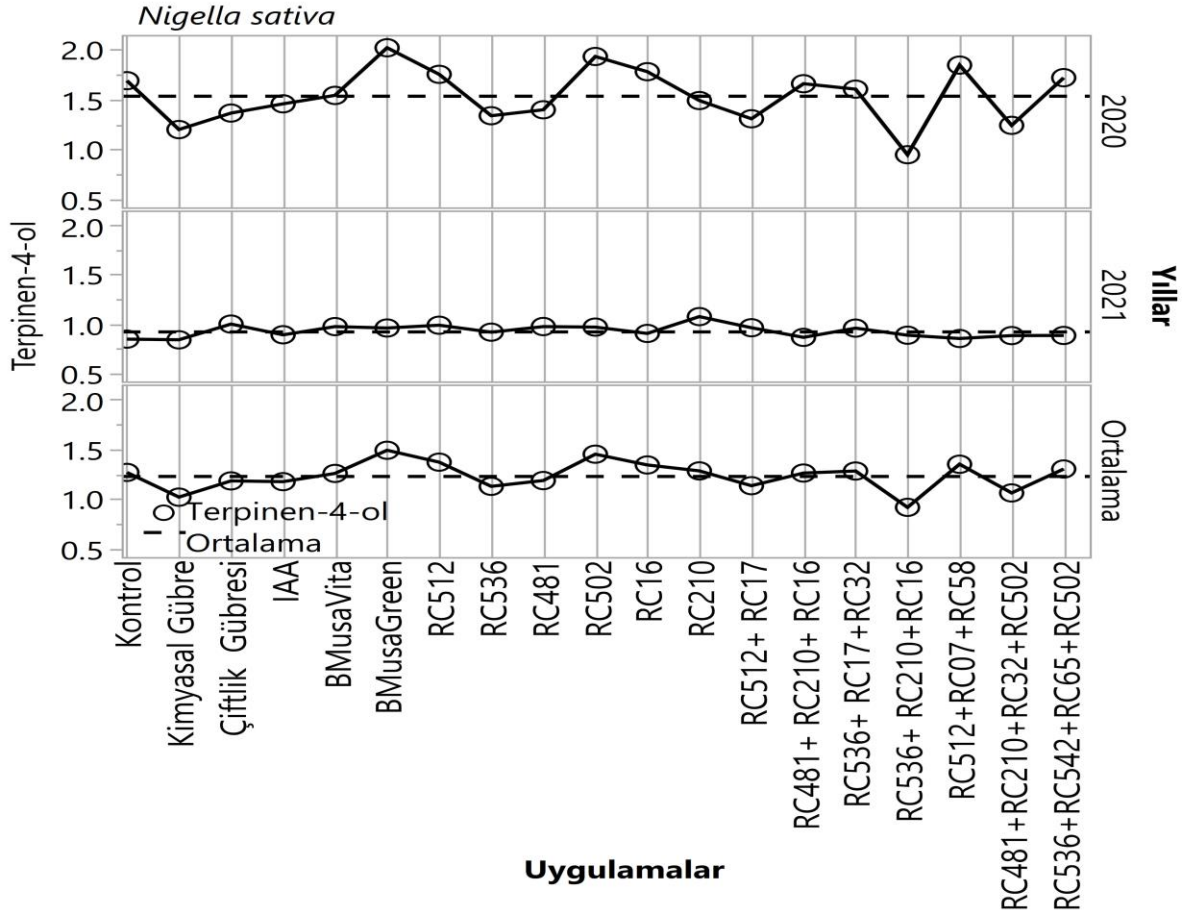
Bakteri aşılamaları, gübre ve hormon uygulamalarının *Nigella sativa* (Çameli çeşidi) türünün terpinen-4-ol oranı (%) üzerine etkisi

Uygulamalar	terpinen-4-ol		
	2020*	2021	Ortalama
Kontrol	1,69 cef	0,85 ef	1,27 cde
Kimyasal gübre	1,2 l	0,84 f	1,02 j
Çiftlik gübresi	1,36 jkl	1,00 b	1,18 fgh
IAA	1,46 ghj	0,89 def	1,17 gh
BMusaVita	1,54 fgh	0,97 bc	1,26 d-g
BMusaGreen	2,02 a	0,96 bc	1,49 a
RC512	1,75 ce	0,99 b	1,37 b
RC536	1,34 jkl	0,92 cd	1,13 hı
RC481	1,4 hjk	0,97 bc	1,19 e-h
RC502	1,93 ab	0,97 bc	1,45 a
RC16	1,78 bc	0,91 de	1,34 bcd
RC210	1,49 gh	1,07 a	1,28 cd
RC512+RC17	1,31 jkl	0,96 bc	1,13 hı
RC481+RC210+RC16	1,66 ef	0,87 def	1,26 c-f
RC536+RC17+RC32	1,6 efg	0,96 bc	1,28 cd
RC536+RC210+RC16	0,95 m	0,89 def	0,92 k
RC512+RC07+RC58	1,84 bc	0,85 ef	1,35 bc
RC481+RC210+RC32+RC502	1,24 kl	0,88 def	1,06 ij
RC536+RC542+RC65+RC502	1,72 ce	0,88 def	1,3 bcd
Ortalama	1,55 A	0,93 B	1,24

*Aynı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar kendi grubunda Duncan testine göre önemli ($p \leq 0,01$) değildir.

Nigella sativa türünde terpinen-4-ol oranı bakımından 2020 yılında; Kontrol, BMusaGreen, BMusaVita, RC512, RC502, RC16, RC481+RC210+RC16, RC536+RC17+RC32, RC512+RC07+RC58 ve RC536+RC542+RC65+RC502 uygulamaları, 2021 yılında ise RC210, çiftlik gübresi, RC512, BMusaVita, RC481, RC502, BMusaGreen, RC512+RC17, RC536+RC17+RC32 uygulamaları genel ortalamanın üzerinde değerlere sahip olmuştur.

Yıllar ortalamasına göre BMusaGreen, RC502, RC512, RC512+RC07+RC58, RC16, RC536+RC542+RC65+RC502, RC210, RC536+RC17+RC32, Kontrol, BMusaVita ve RC481+RC210+RC16 uygulamaları genel ortalamamanın üzerinde terpinen-4-ol oranına sahip olmuştur.



Şekil. 31 Bakteri aşılımları, gübre ve hormon uygulamalarının *Nigella sativa* (Çameli çeşidi) türünün terpinen-4-ol oranı (%) üzerine etkisi

Nigella sativa uçucu yağında bulunan etken madde bileşenlerinin genel değerlendirilmesi

Bu çalışmada *Nigella sativa* türü çörek otunun uçucu yağında tespit edilen bileşenler GC-MS de okunma zamanına göre α -thujene, α -pinene, sabinene, β -pinene, myrcene, α -terpinene, p-cymene, limonene, eucalyptol, γ -terpinene, linalool, 4-terpineol, β -cyclocitral, carvone, thymoquinone, Isobornyl acetate, thymol, α -longipinene, β -elemene ve longifolene olarak tespit edilmiştir. En yüksek oranda tespit edilen bileşen p-cymene (%50,77) olurken, bunu α -thujene (%17,18) ve thymoquinone (%8,24) takip etmiştir.

Çörek otunda özellikle yurt dışında yapılan araştırmaların önemli bir kısmı uçucu yağda bulunan etken maddelerin tıbbi olarak etkinliği üzerine yoğunlaşmıştır. Bu araştırmalardan bazılarında göre değişiklik göstermiş olsa da terpenic hidrokarbonların α -thujene, α -pinene, β -pinene, sabinene, β -myrcene p-cymene, α -terpinene, γ -terpinene, limonene, thymoquinone, bornyl acetate, terpenic phenols, thymol, carvacrol, longifolene den oluştuğu bildirilmiştir (Mazaheri vd., 2019; Mozaffari vd., 2000; Moretti vd., 2004; Benkaci-Ali vd., 2007; Hamrouni vd., 2008; Wajs vd., 2008; Edris, 2011; Kiralan vd., 2012; Piras vd., 2013; Juhaimi vd., 2013).

Singh vd. (2005) *Nigella sativa* uçucu yağında 38 adet bileşen belirlemişlerdir. Bu araştırmacılar, en yüksekte en düşük bulunma oranına göre bileşenlerin p-cymene (%36,2), thymoquinone (%11,27), α -thujene (%10,03), longifolene (%6,32), β -pinene (%3,78), α -pinene (%3,33) ve carvacrol (%2,12) olduğunu bildirmişlerdir. Bir başka araştırmada ise *Nigella sativa* uçucu yağında 48 bileşen tespit edilmiş, bu bileşenler uçucu yağın %98,7 sini oluşturmuş, ana bileşenlerin p-cymene (%60,2), γ -terpinene (%12,9), α -thujene (%7,2), carvacrol (%3,0), β -pinene (%2,1), α -pinene (%2,0) olduğu ifade edilmiştir (Wajs vd., 2008). Harzallah vd. (2011) *Nigella sativa* uçucu yağının temel bileşenlerinin p-cymene (%49,48), α -thujene (%18,93), α -pinene (%5,44), β -pinene (%4,31) γ -terpinene (%3,69) ve thymoquinone (%0,79) olduğunu, toplam 84 bileşenin uçucu yağın %97,75'ini oluşturduğunu bildirmişlerdir. Hassanien vd. (2015) çörek otunun en önemli bileşenlerini α -thujene (%10,03), p-cymene (%36,20), limonene (%1,76), terpinen-4-ol (%2,37), thymoquinone (%11,27), carvacrol (2,12) ve longifolene (%6,32) olarak ifade etmişlerdir. Farag vd. (2017) farklı ülkelerin *Nigella sativa* türü çörek otunun uçucu yağın temel bileşenlerini incelediği araştırmada Türkiye orijinli genotipte temel bileşenin p, α -dimethyl-benzyl alcohol (isomer) (%4,1), p-cymene (%52,4), p, α -dimethyl-benzyl alcohol (%1,2), estragole (%0,3), thymol methyl ether (%0,2), thymoquinone (%21,3), anethole (%1,0), 2-(3,5-dimethylphenyl)-2-propanol (%0,3), mısır orijinli genotipte, uçucu yağ temel bileşenlerinin p, α -dimethyl-benzyl alcohol (isomer) (%1,3), p-cymene (%16,6), p, α -dimethyl-benzyl alcohol (%0,9), estragole (0,4), thymol methyl ether (%0,1), thymoquinone (%34,7), anethole (%1,0) ve 2-(3,5-dimethylphenyl)-2-propanol (%1,6) olduğunu, Suriye orijinli genotipte uçucu yağ temel bileşenlerinin thymoquinone içeriğinin (%99,7) ve thymol (%0,1) olduğunu, Hindistan orijinli genotipte uçucu yağ temel bileşenlerinin p, α -dimethyl-benzyl alcohol (isomer) (%0,1), p-cymene (%59,0), p, α -dimethyl-benzyl alcohol (%0,1),

estragole (%0,1), thymol methyl ether (%1,2), thymoquinone (%1,8), thymol (%15,6) ve 2-(3,5-dimethylphenyl)-2-propanol (%0,8) olduğunu bildirmişlerdir. Bir diğer çalışmada ise Hindistan orijinli *Nigella sativa* genotipinin uçucu yağında temel bileşenlerin α -thujene (%13,93), p-cymene (%41,8), thymoquinone (%10,27), methyl linoleate (%4,02), carvacrol (%3,65), β -pinene (%2,96), d-limonene (%2,11), 4,5-epoxy-1-isopropyl-4-methyl-1-cyclohexene (%1,8), Sabinene (%1,5) ve 4-terpineol (%1,22) olduğu, Bangladesh orijinli *Nigella sativa* genotipinin uçucu yağında temel bileşenlerini α -thujene (%12,4) p-cymene (%36,35), thymoquinone (%29,77), carvacrol(%2,85), β -pinene (%2,41), d-limonene (%1,64), methyl linoleate (%1,33), sabinene (%1,18), 4,5-epoxy-1-isopropyl-4-methyl-1-cyclohexene (%0,95) ve longifolene (%0,91) olduğu bildirilmiştir (Kabir vd., 2020).

Ülkemizde çörek otunun uçucu yağının incelendiği az sayıda araştırmadan birisinde yukarıda sonuçları verilen çalışmalar ile bizim sonuçlarımızdan farklı olarak çörek otunun uçucu yağın %67,7 thymoquinone, %8,4 carvacrol, %4,8 junipen, %2,3 p-cymene, %1,9 4-terpineol, %0,6 longipinene, %0,5 bornylacetate'dan oluştuğu bildirilmiştir (Palabıyık vd., 2018). Albakry vd. (2023), *Nigella sativa* da farklı ekstraksiyon metodu kullanarak yürüttükleri çalışmalarında uçucu yağ etken maddelerinin β -thujene (%12,22-%15,19), α -pinene (%3,46- %4,68), α -phellandrene (%2,1-%2,68), d-limonene (%2,87- 3,56), cis-4-methoxy thujane (%1,07-%1,92), o-cymene (%12,7-%18,16), trans-4-methoxy thujane (- %5,01-%7,93), α -longipinene (%1,88-%2,46), trans-2-carene-4-ol (%0,96-%2,15), longifolene (%4,15-%6,92), terpinen-4-ol (%0,73-%1,75), thymoquinone (%8,88-%13,76), anethole (%0,57-%1,12), carvacrol (%1,54-%4,0), thymodihydroquinone(%0,92- %10,29) olduğunu bildirmişlerdir. Albakry vd. (2022) Çin orijinli *Nigella sativa* türüne ait genotipin uçucu yağında majör bileşen olarak thymoquinone (%21,01), o-cymene (%18,23), β -thujene (%17,22), cis-4-methoxy thujane (%7,04), longifolene (%6,43), β -pinene (%5,08), d-limonene (%3,46), (e)-longipinene (%2,19), phenol, 2-methyl-5-(1-methylethyl)- (%2,07), 3-cyclohexene-1-carboxaldehyde, 1,3,4-trimethyl- (%1,69), p-cymene-2,5-diol (%0,82), gamma-terpinene (%0,77), trans-2-carene-4-ol (%0,69), α -terpinolene (%0,41), anethole (%0,39), 9,12,15-octadecatrienoic acid, (z,z,z)- (%0,38), 9(e),11(e)-conjugated linoleic acid (%0,32), acetic acid (%0,28), butanoic acid (%0,26), p-cymen-8-ol (%0,23), (-)-isolongifolol, acetate (%0,22), nonanoic acid (%0,22) ve (z)-18-octadec-9-enolide (%0,21) tespit etmişlerdir. Erdoğan vd. (2023), *Nigella sativa* uçucu yağının en önemli bileşenlerinin thymoquinone (%35,7) p-cymene (%28,76), α -thujene (%12,88) β -pinene (%3,71), α -pinene

(%3,69), sabinene (%1,7), limonene (%1,69), trans-sabinene hydrate (%1,16) ve terpinen-4-ol (%0,7) olduğunu bildirmişlerdir.

4.4.2. *Nigella damascena* Uçucu Yağ Etken Madde Oranları

Thujene ve p-cymene oranları

Bakteri aşılama, hormon ve gübre uygulamalarının *Nigella damascena* türünün uçucu yağında thujene ve p-cymene oranının yıllara göre ve birleşik varyans analiz sonuçları Tablo 71’de verilmiştir.

Tablo 71

Bakteri aşılama, gübre ve hormon uygulamalarının *Nigella damascena* türünün uçucu yağında thujene ve p-cymene değerlerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	Kareler Ortalamaları					
		thujene			p-cymene		
		2020	2021	Birleşik	2020	2021	Birleşik
Yıl (Y)	1			0,1157**			0,8303**
Uygulama	18	0,0904**	0,043**	0,0716**	1,0491	0,2749	0,7603
Blok	2-4	0,0295	0,015	0,0222	0,006**	0,0181**	0,0121**
U x Y	18			0,0618**			0,5638**
Hata	36-72	0,0048	0,00045	0,0026	0,0133	0,0028	0,0081

SD: Serbestlik derecesi, **: $p \leq 0,01$

Tablo 71’de gösterildiği üzere *Nigella damascena* türünde thujene ve p-cymene bakımından hem iki yetiştirme sezonunda hem de birleşik varyans analizinde uygulamaların ve yılların etkisi ile uygulama x yıl interaksyonlarının istatistiki bakımdan çok önemli ($p \leq 0,01$) olduğu belirlenmiştir.

Deneme yıllarına bağlı olarak türlerin uygulamalara göre thujene ve p-cymene değerleri ortalamaları ile Duncan testi ortalama grupları Tablo 72’de verilmiştir.

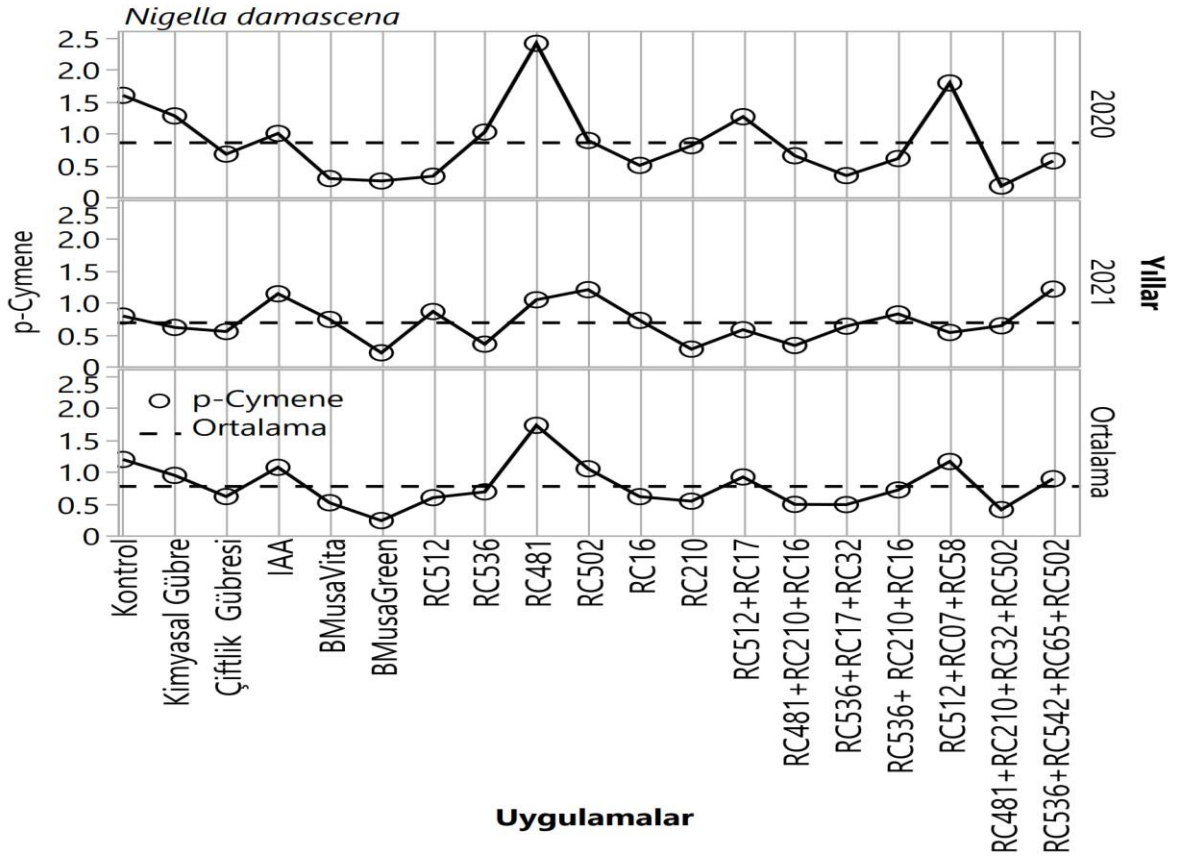
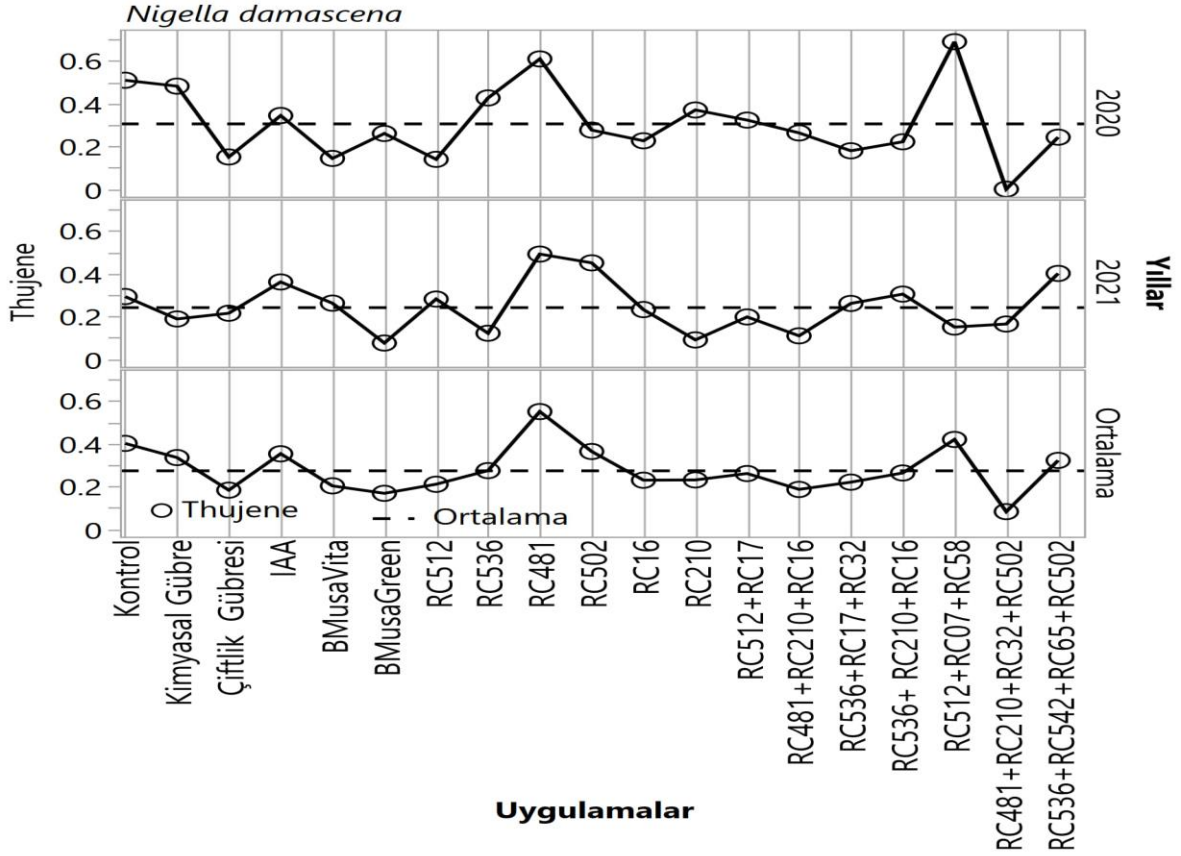
Tablo 72

Bakteri aşılımları, hormon ve gübre uygulamalarının *Nigella damascena* türünde uçucu yağda thujene ve p-cymene değerleri (%) üzerine etkisi

Uygulamalar	thujene			p-cymene		
	2020*	2021	Ortalama	2020	2021	Ortalama
Kontrol	0,51 bc	0,3 c	0,41 bc	1,6 b	0,79 cd	1,2 b
Kimyasal gübre	0,49 bcd	0,19 fg	0,34 b-e	1,28 c	0,62 ef	0,95 def
Çiftlik gübresi	0,16 hij	0,22 ef	0,19 gh	0,68 fgh	0,55 f	0,62 ghı
IAA	0,35 c-g	0,37 b	0,36 bcd	1,01 de	1,14 ab	1,08 bcd
BMusaVita	0,15 ij	0,27 cde	0,21 fgh	0,3 jkl	0,74 cde	0,52 ij
BMusaGreen	0,27 e-ı	0,08 j	0,17 h	0,26 kl	0,22 h	0,24 k
RC512	0,14 ij	0,29 cd	0,22 fgh	0,33 ı-l	0,86 c	0,6 ghı
RC536	0,43 cde	0,13 hij	0,28 def	1,03 cde	0,35 g	0,69 gh
RC481	0,61 ab	0,5 a	0,56 a	2,42 a	1,05 b	1,74 a
RC502	0,28 e-ı	0,46 a	0,37 bc	0,9 ef	1,21 a	1,05 cde
RC16	0,23 f-ı	0,24 def	0,23 fgh	0,5 h-k	0,73 de	0,61 ghı
RC210	0,38 c-f	0,09 j	0,24 fgh	0,81 efg	0,27 gh	0,54 hij
RC512+RC17	0,33 d-h	0,2 fg	0,27 efg	1,27 cd	0,58 f	0,92 ef
RC481+RC210+RC16	0,27 e-ı	0,11 jı	0,19 fgh	0,66 fgh	0,33 gh	0,49 ij
RC536+RC17+RC32	0,18 ghı	0,27 cde	0,23 fgh	0,34 ı-l	0,64 ef	0,49 ij
RC536+RC210+RC16	0,23 f-ı	0,31 c	0,27 efg	0,61 ghı	0,83 cd	0,72 g
RC512+RC07+RC58	0,7 a	0,16 ghı	0,43 b	1,8 b	0,54 f	1,17 bcd
RC481+RC210+RC32+RC502	0 j	0,17 gh	0,09 ı	0,18 ı	0,64 ef	0,41 j
RC536+RC542+RC65+RC502	0,25 f-ı	0,41 b	0,33 cde	0,57 g-j	1,22 a	0,9 f
Ortalama	0,32 A	0,26 B	0,29	0,88 A	0,71 B	0,79

*Aynı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar kendi grubunda Duncan testine göre önemli ($p \leq 0,01$) değildir.

2020 yılında; *Nigella damascena* türünün thujene ortalaması %0,313 olarak belirlenmiştir. Uygulamalara bağlı olarak birinci deneme yılında bu türün thujene oranı %0,00 ile %0,70 arasında değişim göstermiştir. En yüksek thujene oranları RC512+RC07+RC58, RC481 ve kontrol uygulamalarından sırasıyla %0,70, %0,61 ve %0,51 olarak gerçekleşmiştir (Tablo 72). Bu üretim sezonunda RC481+RC210+RC32+RC502 uygulamasında thujene tespit edilemezken, BMusaVita ve RC512 uygulamalarında %0,15 ve %0,14 oranında tespit edilmiştir.



Şekil 32 Bakteri aşılama, hormon ve gübre uygulamalarının *Nigella damascena* türünde uçucu yağda thujene ve p-cymene değerleri (%) üzerine etkisi

Bu üretim sezonunda p-cymene %0,18 (RC481+RC210+RC32+RC502)-%2,42 (RC481) arasında değişim göstermiştir. RC512+RC07+RC58 ve kontrol uygulamaları %1,80 ve %1,60 oranlarıyla en yüksek ikinci ve üçüncü p-cymene oranlarına sahip olmuşlar, bu uygulamalar ikinci ortalama grubunu (b grubu) oluşturmuşlardır. BMusaVita ve BMusaGreen ticari gübre formülasyonları ise %0,26 ve %0,30 p-cymene oranları ile en düşük değerlerin üzerinde iki değere sahip olmuşlardır (Tablo 72).

2021 yılında; *Nigella damascena* türünün thujene oranı ortalaması %0,26 olurken, en düşük thujene oranı %0,08 ile BMusaGreen uygulamasında, en yüksek thujene oranı ise %0,50 ile RC481 uygulamasında belirlenmiştir. Yıllar ortalamasına göre ise RC481 aşılması %0,56 ile en yüksek thujene oranına, RC512+RC07+RC58 uygulaması ise %0,43 ile ikinci en yüksek thujene oranına sahip olurken, RC481+RC210+RC32+RC502 aşılması ise %0,09 ile en düşük thujene oranına sahip olmuştur (Tablo 72).

2021 yılında; *Nigella damascena* türünün p-cymene ortalaması %0,70 olarak belirlenmiştir. Uygulamalara bağlı olarak birinci deneme yılında bu türün p-cymene oranı %0,22 ile %1,22 arasında değişim göstermiştir. En yüksek p-cymene oranları RC536+RC542+RC65+RC502, RC502 ve IAA uygulamalarında sırasıyla %1,22, %1,21 ve %1,14 olarak gerçekleşmiştir.

Yıllar ortalamasında; hem en yüksek thujene oranı hemde en yüksek p-cymene oranı sırasıyla %0,56 ve %1,74 ile RC481 uygulamasında belirlenmiştir (Tablo 72). Bu türde thujene ve p-cymene oranlarının uygulamalara göre değişimlerini görsel olarak değerlendirmek amacıyla oluşturulan grafikler Şekil 32’de verilmiştir.

Hem thujene hemde p-cymene bakımından *Nigella damascena* da hem 2020 hemde 2021 yılında RC481, kontrol ve IAA uygulamaları genel ortalamanın üzerinde yer almıştır. Thujene oranında yıllar ayrı ayrı değerlendirildiğinde, 2020 yılında RC512+RC07+RC58, kimyasal gübre, RC536, RC210 ve RC512+RC17 uygulamaları, 2021 yılında ise RC502, RC536+RC542+RC65+RC502, RC536+RC210+RC16, RC512, BMusaVita, RC536+RC17+RC32 ve RC16 uygulamaları genel ortalamanın üzerinde yer almıştır (Şekil 32).

Nigella damascena türünde p-cymene oranı bakımından yıllar ayrı ayrı değerlendirildiğinde 2020 yılında; RC512+RC07+RC58; kimyasal gübre, RC512+RC17, RC536, RC502 ve RC210, 2021 yılında ise RC536+RC542+RC65+RC502, RC502, RC512,

RC536+RC210+RC16, BMusaVita ve RC16 uygulamaları genel ortalamannn üzerinde değerlere sahip olmuştur.

γ-Terpinene ve β-elemene oranları

Bakteri aşılamaları, hormon ve gübre uygulamalarının *Nigella damascena* türünün uçucu yağında γ-terpinene ve β-elemene oranının yıllara göre ve birleşik varyans analiz sonuçları Tablo 73'te verilmiştir. Tablo 73'te gösterildiği üzere *Nigella damascena* türünde γ-terpinene ve β-elemene bakımından hem iki yetiştirme sezonunda hem de birleşik varyans analizinde uygulamaların ve yılların etkisi ile uygulama x yıl interaksiyonlarının istatistiki bakımdan çok önemli ($p \leq 0,01$) olduğu belirlenmiştir.

Tablo 73

Bakteri aşılamaları, gübre ve hormon uygulamalarının *Nigella damascena* türünün uçucu yağında γ-terpinene ve β-elemene değerlerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	Kareler Ortalamaları					
		γ-terpinene			β-elemene		
		2020	2021	Birleşik	2020	2021	Birleşik
Yıl (Y)	1			1,601**			0,972**
Uygulama	18	0,0198**	0,06068**	0,046**	6,092**	4,204**	5,989**
Blok	2-4	0,0013	0,00011	0,0007	0,054	0,470	0,260
U x Y	18			0,035**			4,307**
Hata	36-72	0,0005	0,00013	0,0003	0,0574	0,084	0,071

SD: Serbestlik derecesi, **: $p \leq 0,01$

Deneme yıllarına bağlı olarak *Nigella damascena* türünün uygulamalara göre γ-terpinene, β-elemene değerleri ortalamaları ile Duncan testi ortalama grupları Tablo 74'te verilmiştir.

2020 yılında; *Nigella damascena* türünün γ-terpinene ortalaması %0,398 olarak belirlenmiştir. Uygulamalara bağlı olarak birinci deneme yılında bu türün γ-terpinene oranı %0,28 ile %0,55 arasında değişim göstermiştir. En yüksek γ-terpinene oranları IAA, dörtlü bakteri konsorsiyumları ve çiftlik gübresi uygulamalarından sırasıyla %0,55, %0,53, 0,51 ve %0,50 olarak gerçekleşmiştir. Bu üretim sezonunda en düşük γ-terpinene oranı RC536,

RC512+RC17 ve BMusaVita uygulamalarından sırasıyla %0,28, %0,30 ve %0,31 oranında tespit edilmiştir (Tablo 74).

Tablo 74

Bakteri aşılımları, hormon ve gübre uygulamalarının *Nigella damascena* türünde uçucu yağda γ -terpinene ve β -elemene değerleri (%) üzerine etkisi

Uygulamalar	γ -terpinene			β -elemene		
	2020*	2021	Ortalama	2020	2021	Ortalama
Kontrol	0,33 g-k	0,08 f	0,21 h	68,01 g	68,64 ı	68,32 h
Kimyasal gübre	0,32 h-k	0,13 de	0,22 gh	70,8 cd	71,85 bc	71,32 abc
Çiftlik gübresi	0,5 a	0,12 de	0,31 c	71,06 bc	71,24 cd	71,15 bc
IAA	0,55 a	0,08 f	0,32 c	70,39 d	71,57 bcd	70,98 bc
BMusaVita	0,31 ijk	0,14 cd	0,23 gh	72,5 a	69,37 fgh	70,93 cd
BMusaGreen	0,42 bcd	0,13 de	0,27 de	72,27 a	70,24 e	71,25 bc
RC512	0,34 f-j	0,14 cd	0,24 fg	71,4 b	68,84 ghi	70,12 e
RC536	0,28 k	0,13 de	0,2 h	71,56 b	71,09 d	71,32 abc
RC481	0,45 b	0,74 a	0,6 a	68,69 f	69,34 fgh	69,01 g
RC502	0,44 bc	0,1 ef	0,27 def	69,52 e	69,41 fg	69,47 f
RC16	0,4 b-e	0,13 de	0,26 def	71,51 b	70,34 e	70,93 cd
RC210	0,36 e-ı	0,14 cd	0,25 efg	70,78 cd	72,1 ab	71,44 abc
RC512+RC17	0,3 jk	0,16 c	0,23 gh	69,38 e	69,94 ef	69,66 f
RC481+RC210+RC16	0,4 c-f	0,16 c	0,28 d	70,97 bcd	72,52 a	71,75 a
RC536+RC17+RC32	0,38 d-g	0,1 ef	0,24 fg	71,54 b	71,15 cd	71,35 abc
RC536+RC210+RC16	0,4 b-e	0,13 de	0,26 def	70,53 cd	70,02 ef	70,28 e
RC512+RC07+RC58	0,36 e-h	0,14 cd	0,25 d-g	67,4 h	70,31 e	68,85 g
RC481+RC210+RC32+RC502	0,53 a	0,14 cd	0,33 bc	72,36 a	68,71 hı	70,53 de
RC536+RC542+RC65+RC502	0,51 a	0,21 b	0,36 b	70,76 cd	71,24 cd	71 bc
Ortalama	0,40 A	0,17 B	0,29	70,61 A	70,42 B	70,51

*Aynı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar kendi grubunda Duncan testine göre önemli ($p \leq 0,01$) değildir.

Tablo 75

İki yıllık ortalama üzerinden kontrole göre bakteri aşılama, hormon ve gübre uygulamalarının *Nigella damascena* da β -elemene içeriğinin (%) değişim oranları

Uygulamalar	β -elemene	
	Ortalama	% Değişim
Kontrol	68,32	0,00
Kimyasal gübre	71,32	4,39
Çiftlik gübresi	71,15	4,14
IAA	70,98	3,89
BMusaVita	70,93	3,82
BMusaGreen	71,25	4,29
RC512	70,12	2,63
RC536	71,32	4,39
RC481	69,01	1,01
RC502	69,47	1,68
RC16	70,93	3,82
RC210	71,44	4,57
RC512+RC17	69,66	1,96
RC481+RC210+RC16	71,75	5,02
RC536+RC17+RC32	71,35	4,44
RC536+RC210+RC16	70,28	2,87
RC512+RC07+RC58	68,85	0,78
RC481+RC210+RC32+RC502	70,53	3,23
RC536+RC542+RC65+RC502	71,00	3,92

Bu üretim sezonunda β -elemene %67,40 (RC512+RC07+RC58)-%72,45 (BMusaVita) arasında değişim göstermiştir. RC481+RC210+RC32+RC502 ve BMusaGreen uygulamaları %72,36 ve %72,27 oranlarıyla en yüksek ikinci ve üçüncü β -elemene oranlarına sahip olmuşlar, bu uygulamaların tamamı birinci ortalama grubunu oluşturmuşlardır. Kontrol, RC512+RC07+RC58 ve RC481 ise %67,40, %68,01 ve %68,69 β -elemene oranları ile en düşük üç değere sahip olmuşlardır (Tablo 74).

2021 yılında; *Nigella damascena* türünün γ -terpinene oranı ortalaması %0,163 olurken, en düşük γ -terpinene oranı %0,08 ile IAA ve kontrol uygulamasında, en yüksek γ -terpinene oranı ise %0,74 ile RC481 uygulamasında belirlenmiştir.

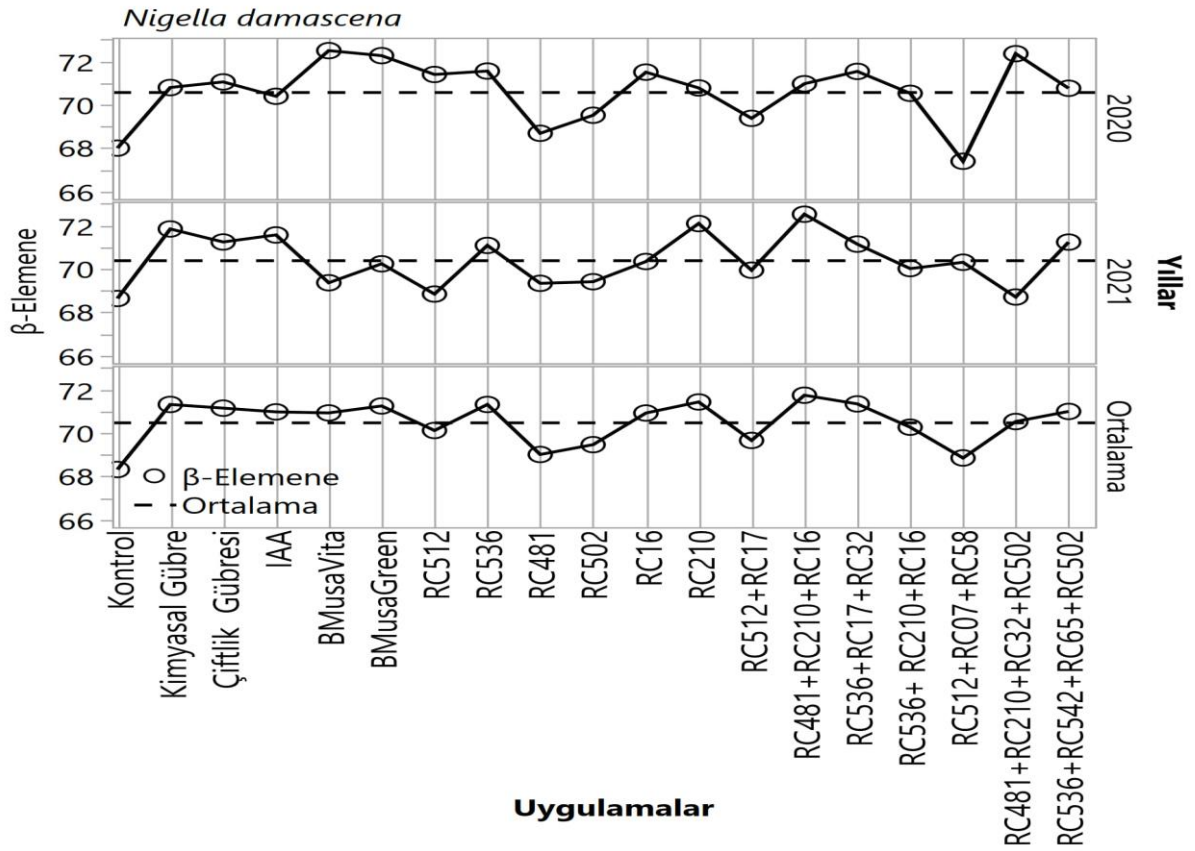
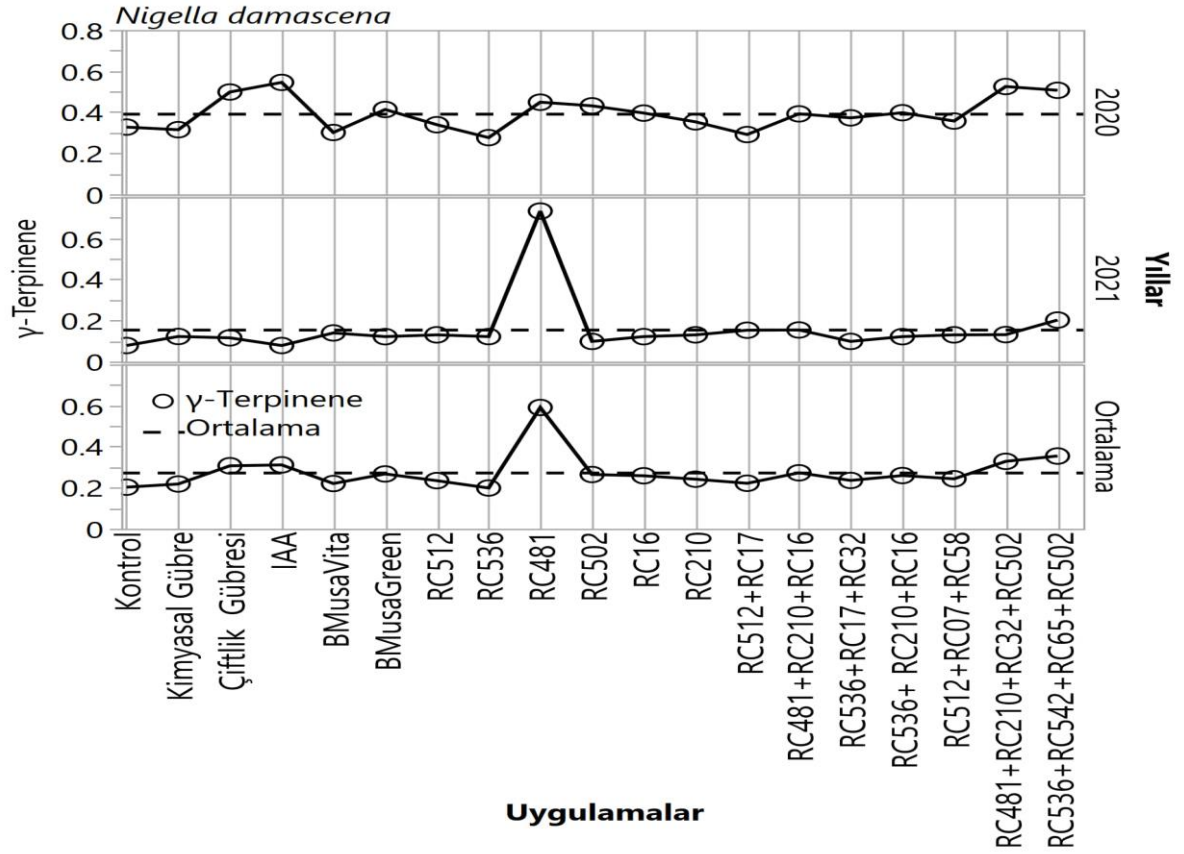
Nigella damascena türünün β -elemene ortalaması %70,42 olarak belirlenmiştir. Uygulamalara bağlı olarak ikinci deneme yılında bu türün β -elemene oranı %68,64 ile %72,52 arasında değişim göstermiştir. En yüksek β -elemene oranları RC481+RC210+RC16, RC210 ve kimyasal gübre uygulamalarından sırasıyla %72,52, %72,10 ve %71,85 olarak gerçekleşmiştir (Tablo 74).

Yıllar ortalamasına göre ise RC481 aşılması %0,60 ile en yüksek γ -terpinene oranına, RC536+RC542+RC65+RC502 uygulaması ise %0,36 ile ikinci en yüksek γ -terpinene oranına sahip olurken, RC536 aşılması ise %0,20 ile en düşük γ -terpinene oranına sahip olmuştur.

Yıllar ortalamasında; en yüksek β -elemene oranları RC481+RC210+RC16 ve RC210 uygulamalarından sırasıyla %71,75 ve %71,44 olarak, en düşük β -elemene oranları ise RC481, RC512+RC07+RC58 ve Kontrol uygulamalarından %68,32, %68,85 ve %69,1 olarak tespit edilmiştir.

Bu türde γ -terpinene ve β -elemene oranlarının uygulamalara göre değişimlerini görsel olarak değerlendirmek amacıyla oluşturulan grafikler Şekil 33'te verilmiştir. γ -terpinene bakımından *Nigella damascena* da hem 2020 hemde 2021 yılında RC481 ve RC536+RC542+RC65+RC502 uygulamaları genel ortalamanın üzerinde yer almıştır. γ -terpinene oranında yıllar ayrı ayrı değerlendirildiğinde, 2020 yılında IAA, RC481+RC210+RC32+RC502, çiftlik gübresi, RC502, BMusaGreen, RC16, RC481+RC210+RC16, RC536+RC210+RC16 uygulamaları, 2021 yılında ise RC481 ve RC536+RC542+RC65+RC502 uygulamaları genel ortalamanın üzerinde yer almıştır (Şekil 33 ve Tablo 74).

Nigella damascena türünde β -elemene oranı bakımından yıllar ayrı ayrı değerlendirildiğinde 2020 yılında; BMusaVita, RC481+RC210+RC32+RC502, BMusaGreen, RC536, RC536+RC17+RC32, RC16, RC512, çiftlik gübresi, RC481+RC210+RC16, kimyasal gübre, RC210 ve RC536+RC542+RC65+RC502; 2021 yılında ise RC481+RC210+RC16, RC210, kimyasal gübre, IAA, çiftlik gübresi, RC536+RC542+RC65+RC502, RC536+RC17+RC32 ve RC536 uygulamaları genel ortalamanın üzerinde değerlere sahip olmuştur (Şekil 33).



Şekil 33 Bakteri aşılama, hormon ve gübre uygulamalarının *Nigella damascena* türünde uçucu yağda γ -terpinene, β -elemene değerleri (%) üzerine etkisi

γ -Gurjunene ve β -selinene oranları

Bakteri aşılama, hormon ve gübre uygulamalarının *Nigella damascena* türünün uçucu yağında γ -gurjunene ve β -selinene oranının yıllara göre ve birleşik varyans analiz sonuçları Tablo 76’da verilmiştir. Tablo 76’da gösterildiği üzere *Nigella damascena* türünde γ -Gurjunene ve β -Selinene oranları bakımından hem iki yetiştirme sezonunda hem de birleşik varyans analizinde uygulamaların ve yılların etkisi ile uygulama x yıl interaksiyonlarının istatistikî bakımdan çok önemli ($p \leq 0,01$) olduğu belirlenmiştir.

Tablo 76

Bakteri aşılama, gübre ve hormon uygulamalarının *Nigella damascena* türünün uçucu yağında γ -gurjunene ve β -selinene değerlerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	Kareler Ortalamaları					
		γ -gurjunene			β -selinene		
		2020	2021	Birleşik	2020	2021	Birleşik
Yıl (Y)	1			4,991311**			0,01879**
Uygulama	18	1,59541**	1,74442**	1,2075493**	0,09307**	0,192771**	0,19737**
Blok	2-4	0,01216	0,00252	0,0073449	0,00086	0,004341	0,00260
U x Y	18			2,1322888**			0,08847**
Hata	36-72	0,02404	0,00043	0,0122393	0,00247	0,00242	0,00244

SD: Serbestlik derecesi, **: $p \leq 0,01$

Deneme yıllarına bağlı olarak *Nigella damascena* türünün uygulamalara göre γ -gurjunene ve β -selinene değerleri ortalamaları ile Duncan testi ortalama grupları Tablo 77’de verilmiştir.

2020 yılında; *Nigella damascena* türünün γ -gurjunene ortalaması %0,99 olarak belirlenmiştir. Uygulamalara bağlı olarak birinci deneme yılında bu türün γ -gurjunene oranı %0,00 ile %1,86 arasında değişim göstermiştir. En yüksek γ -gurjunene oranları RC481+RC210+RC16, RC536+RC542+RC65+RC502, kontrol, kimyasal gübre ve RC481+RC210+RC32+RC502 uygulamalarında sırasıyla %1,86, %1,83, %1,75, %1,72 ve %1,70 olarak gerçekleşmiştir. Bu üretim sezonunda çiftlik gübresi uygulanmış, RC502 ve RC16 bakteri aşılanmış bitkilerde γ -gurjunene bileşenine rastlanmamıştır (Tablo 77).

Tablo 77

Bakteri aşılımları, hormon ve gübre uygulamalarının *Nigella damascena* türünde uçucu yağda γ -gurjunene ve β -selinene değerleri (%) üzerine etkisi

Uygulamalar	γ -gurjunene			β -selinene		
	2020*	2021	Ortalama	2020	2021	Ortalama
Kontrol	1,75 ab	0,13 e	0,94 c	0,42 ı	0,56 fg	0,49 jk
Kimyasal gübre	1,72 ab	0,1 ef	0,91 cde	0,5 f-ı	0,54 g	0,52 ijk
Çiftlik gübresi	0,00	0,11 ef	0,06 g	0,62 c-f	0,57 fg	0,59 ghı
IAA	1,18 cd	1,68 bc	1,43 b	0,55 e-h	0,49 gh	0,52 ijk
BMusaVita	1,18 cd	0,01 h	0,6 f	0,77 b	0,67 ef	0,72 de
BMusaGreen	1,46 bcd	0,00	0,73 ef	0,63 cde	0,59 fg	0,61 gh
RC512	1,48 a-d	0,00	0,74 def	0,58 d-g	0,4 hı	0,49 jk
RC536	1,2 cd	1,56 d	1,38 b	0,48 ghı	0,29 ij	0,39 l
RC481	1,53 abc	0,09 ef	0,81 cde	0,62 c-f	0,28 j	0,45 kl
RC502	0,00	0,09 ef	0,05 g	0,7 bcd	0,34 ij	0,52 ijk
RC16	0,00	1,67 c	0,84 cde	0,55 e-h	0,73 e	0,64 fg
RC210	1,14 d	0,06 fg	0,6 f	0,44 hı	0,86 cd	0,65 efg
RC512+RC17	0,06 e	1,72 ab	0,89 cde	0,63 cde	0,78 de	0,7 def
RC481+RC210+RC16	1,86 a	0,00	0,93 cd	0,46 ghı	0,61 fg	0,53 hij
RC536+RC17+RC32	0,39 e	0,03 gh	0,21 g	0,48 ghı	0,5 gh	0,49 jk
RC536+RC210+RC16	0,09 e	1,75 a	0,92 cde	0,66 b-e	1,24 a	0,95 b
RC512+RC07+RC58	0,18 e	0,11 e	0,15 g	1,21 a	1,01 b	1,11 a
RC481+RC210+RC32+RC502	1,7 ab	0,12 e	0,91 cde	0,66 b-e	0,96 bc	0,81 c
RC536+RC542+RC65+RC502	1,83 ab	1,59 d	1,71 a	0,73 bc	0,77 de	0,75 cd
Ortalama	0,99 A	0,57 B	0,78	0,62 B	0,65 A	0,63

*Aynı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar kendi grubunda Duncan testine göre önemli ($p \leq 0,01$) değildir.

Bu üretim sezonunda β -selinene %1,21 (RC512+RC07+RC58)-%0,42 (kontrol) arasında değişim göstermiştir. BMusaVita ve dörtlü RC536+RC542+RC65+RC502 aşılımaları %0,77 ve %0,73 oranlarıyla en yüksek ikinci ve üçüncü β -selinene oranlarına sahip olmuşlardır (Tablo 77).

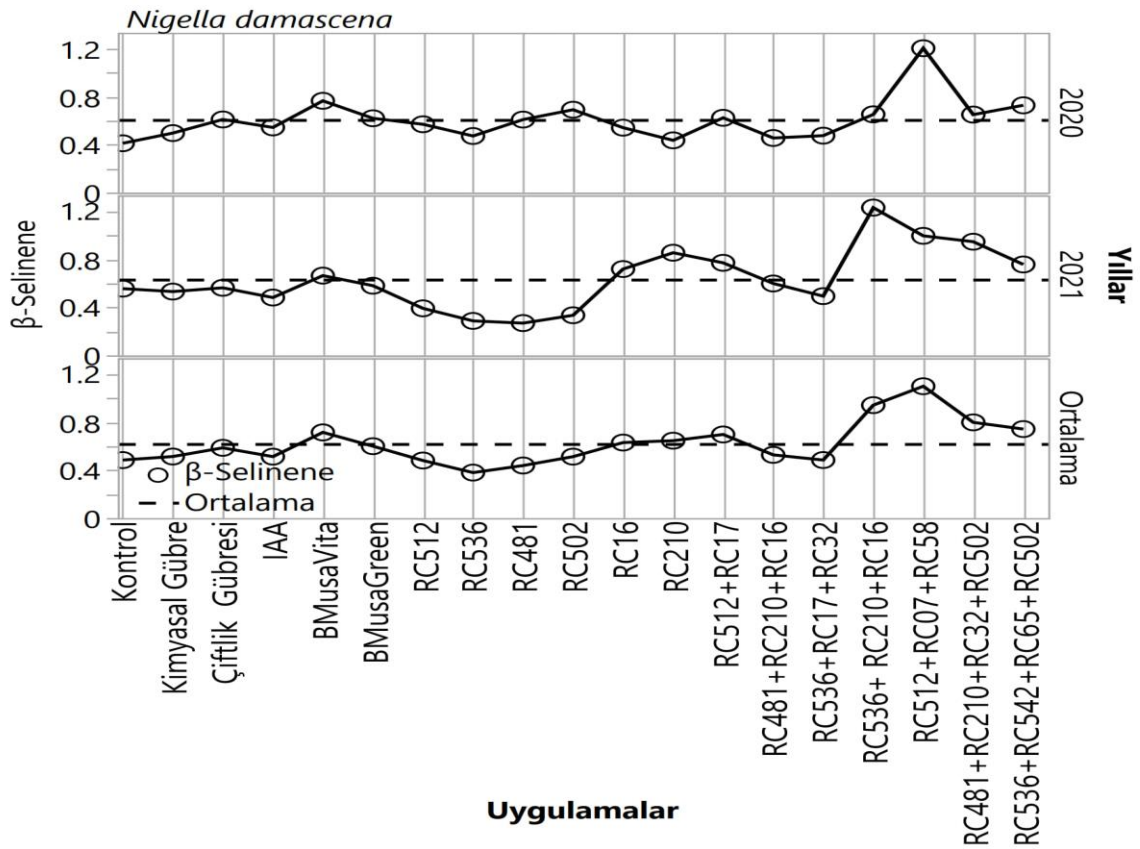
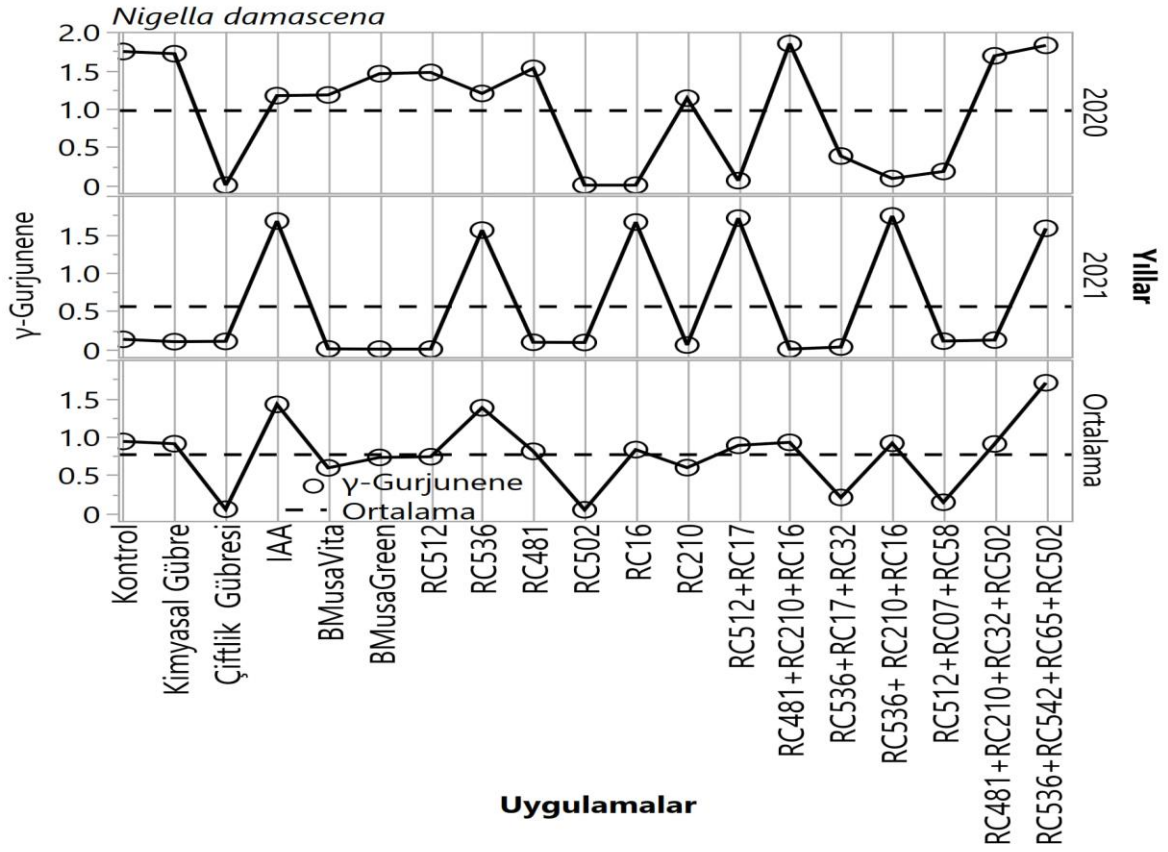
2021 yılında; *Nigella damascena* türünün γ -gurjunene oranı ortalaması %0,569 olurken, en düşük γ -gurjunene oranı %0,00 ile BMusaGreen, RC512 ve RC481+RC210+RC16 uygulamalarında, en yüksek γ -gurjunene oranı ise %1,75 ile RC536+RC210+RC16 uygulamasında belirlenmiştir.

Nigella damascena türünün β -selinene ortalaması %0,641 olarak belirlenmiştir. Uygulamalara bağlı olarak ikinci deneme yılında bu türün β -selinene oranı %0,28 ile %1,24 arasında değişim göstermiştir. En yüksek β -selinene oranları RC536+RC210+RC16, RC512+RC07+RC58 ve RC481+RC210+RC32+RC502 uygulamalarından sırasıyla %1,24, %1,01 ve %0,96 olarak gerçekleşmiştir (Tablo 77).

Yıllar ortalamasına göre ise RC536+RC542+RC65+RC502 aşılması %1,71 ile en yüksek γ -gurjunene oranına, IAA uygulaması ise %1,43 ile ikinci en yüksek γ -gurjunene oranına sahip olurken, RC502 aşılması ise %0,05 ile en düşük γ -gurjunene oranına sahip olmuştur.

Yıllar ortalamasında; en yüksek β -selinene oranları RC512+RC07+RC58 ve RC536+RC210+RC16 uygulamalarından sırasıyla %1,11 ve %0,95 olarak, en düşük β -selinene oranları ise RC481 ve RC536 uygulamalarından %0,39 ve 0,45 olarak tespit edilmiştir.

Bu türde γ -gurjunene ve β -selinene oranlarının uygulamalara göre değişimlerini görsel olarak değerlendirmek amacıyla oluşturulan grafikler Şekil 34'te verilmiştir. γ -gurjunene bakımından *Nigella damascena* da 2020 yılında RC481+RC210+RC16, dörtlü kombinasyonlar, kontrol, kimyasal gübre, RC481, RC512, RC536, IAA, ticari mikrobiyal gübreler ve RC210 aşılımaları; 2021 yılında ise RC536+RC210+RC16, RC512+RC17, IAA, RC16, RC536+RC542+RC65+RC502 ve RC536 uygulamaları genel ortalamanın üzerinde yer almıştır.



Şekil 34 Bakteri aşılama, hormon ve gübre uygulamalarının *Nigella damascena* türünde uçucu yağda γ -gurjunene ve β -selinene değerleri (%) üzerine etkisi

Nigella damascena türünde β -selinene oranı bakımından yıllar ayrı ayrı değerlendirildiğinde 2020 yılında; RC512+RC07+RC58, ticari biyolojik gübreler, dörtlü bakteri formülasyonları, RC502, RC536+RC210+RC16, RC512+RC17, çiftlik gübresi ve RC481 uygulamaları; 2021 yılında ise RC536+RC210+RC16, RC512+RC07+RC58, dörtlü bakteri formülasyonları, RC210, RC512+RC17, RC16 ve BMusaVita uygulamaları genel ortalamanın üzerinde değerlere sahip olmuştur (Şekil 34). β -selinene oranı bakımından RC512+RC07+RC58, BMusaVita, RC536+RC210+RC16 ve dörtlü bakteri formülasyonu aşılama her iki yetiştirme seonunda da genel ortalamanın üzerinde değerlere sahip olmuştur.

α -Selinene ve γ -selinene oranları

Bakteri aşılama, hormon ve gübre uygulamalarının *Nigella damascena* türünün uçucu yağında α -selinene ve γ -selinene oranının yıllara göre ve birleşik varyans analiz sonuçları Tablo 78’de verilmiştir. Tablo 78’de gösterildiği üzere *Nigella damascena* türünde α -selinene ve γ -selinene oranları bakımından hem iki yetiştirme sezonunda hem de birleşik varyans analizinde uygulamaların ve yılların etkisi ile uygulama x yıl interaksiyonlarının istatistiki bakımdan çok önemli ($p \leq 0,01$) olduğu belirlenmiştir.

Tablo 78

Bakteri aşılama, gübre ve hormon uygulamalarının *Nigella damascena* türünün uçucu yağında α -selinene ve γ -selinene değerlerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	Kareler Ortalamaları					
		α -selinene			γ -selinene		
		2020	2021	Birleşik	2020	2021	Birleşik
Yıl (Y)	1			62,438**			3,818**
Uygulama	18	3,4212**	4,1999**	4,073**	0,1426**	0,3849**	0,2693**
Blok	2-4	0,0527	0,5689	0,310	0,0069	0,0005	0,0037
U x Y	18			3,547**			0,2582**
Hata	36-72	0,0727	0,0566	0,064	0,0065	0,0099	0,0082

SD: Serbestlik derecesi, **: $p \leq 0,01$

Deneme yıllarına bağlı olarak *Nigella damascena* türünün α -selinene ve γ -selinene değerleri ortalamaları ile Duncan testi ortalama grupları Tablo 79’da verilmiştir.

Tablo 79

Bakteri aşılımları, hormon ve gübre uygulamalarının *Nigella damascena* türünde uçucu yağda α -selinene ve γ -selinene değerleri (%) üzerine etkisi

Uygulamalar	α -selinene			γ -selinene		
	2020*	2021	Ortalama	2020	2021	Ortalama
Kontrol	14,79 de	17,56 cd	16,17 f	7,13 b-e	7,58 bc	7,35 bcd
Kimyasal gübre	14,83 de	16,34 fg	15,58 g	6,94 e-ı	6,83 hı	6,88 hı
Çiftlik gübresi	16,98 b	17,38 de	17,18 bc	7,04 d-h	7,27 def	7,15 efg
IAA	14,7 de	15,1 ı	14,9 h	6,85 hı	6,96 gh	6,9 hı
BMusaVita	14,94 de	18,6 a	16,77 cd	6,65 j	7,88 a	7,26 de
BMusaGreen	15,09 d	18,65 a	16,87 bcd	6,95 e-h	7,89 a	7,42 abc
RC512	15,31 d	18,44 ab	16,88 bcd	7,07 d-g	7,76 ab	7,41 a-d
RC536	13,94 f	15,73 h	14,84 h	6,62 j	7,49 cd	7,06 fg
RC481	14,91 de	17,07 de	15,99 f	6,88 ghı	7,13 efg	7 gh
RC502	17,67 a	17,53 cd	17,6 a	7,31 ab	7,36 cde	7,33 bcd
RC16	16,62 bc	15,99 gh	16,31 ef	6,91 f-ı	7,41 cd	7,16 ef
RC210	14,28 ef	16,83 ef	15,56 g	6,94 e-ı	6,66 ı	6,8 ı
RC512+RC17	16,97 b	16,47 fg	16,72 d	7,47 a	7,49 cd	7,48 ab
RC481+RC210+RC16	15,09 d	17,18 de	16,13 f	7,1 c-f	7,07 fg	7,08 fg
RC536+RC17+RC32	16,26 c	17,6 cd	16,93 bcd	7,09 c-f	7,59 bc	7,34 bcd
RC536+RC210+RC16	16,88 bc	16,3 fg	16,59 de	7,28 bc	7,36 cde	7,32 cd
RC512+RC07+RC58	16,61 bc	17,98 bc	17,3 ab	6,74 ij	7,51 cd	7,13 efg
RC481+RC210+RC32+RC502	15,13 d	18,91 a	17,02 bcd	7,17 bcd	7,85 a	7,51 a
RC536+RC542+RC65+RC502	15,37 d	14,82 ı	15,1 h	7,04 d-h	7,02 gh	7,03 fgh
Ortalama	15,60 B	17,08 A	16,34	7,01 B	7,38 A	7,19

*Aynı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar kendi grubunda Duncan testine göre önemli ($p \leq 0,01$) değildir.

2020 yılında; *Nigella damascena* türünün α -selinene ortalaması %15,60 olarak belirlenmiştir. Uygulamalara bağlı olarak birinci deneme yılında bu türün α -selinene oranı %13,94 ile %16,67 arasında değişim göstermiştir. En yüksek α -selinene oranları RC502, çiftlik gübresi ve RC512+RC17 uygulamalarında sırasıyla %17,67, %16,98 ve %16,97 olarak gerçekleşmiştir. Bu üretim sezonunda en düşük α -selinene oranı IAA, RC210, RC536 uygulamalarında sırasıyla %14,70, %14,28 ve %13,94 olarak belirlenmiştir (Tablo 79).

Bu üretim sezonunda γ -selinene %6,62 (RC536)-%7,47 (RC512+RC17) arasında değişim göstermiştir. RC502 ve RC536+RC210+RC16 uygulamaları %7,31 ve %7,28 oranlarıyla en yüksek ikinci ve üçüncü γ -selinene oranlarına sahip olmuşlardır. RC512+RC07+RC58, BMusaVita ve RC536 ise %6,74, %6,65 ve %6,62 oranları ile en düşük üç γ -selinene değerine sahip olmuşlardır (Tablo 79).

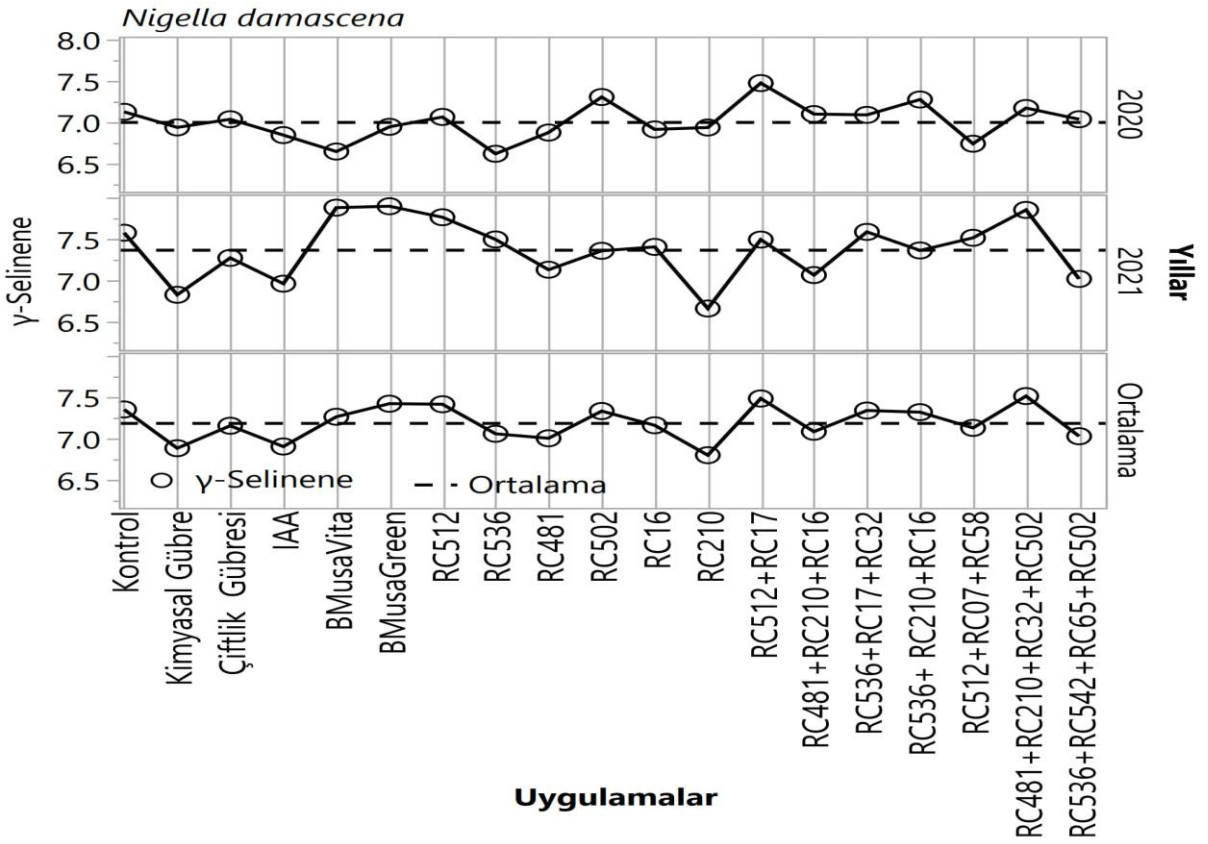
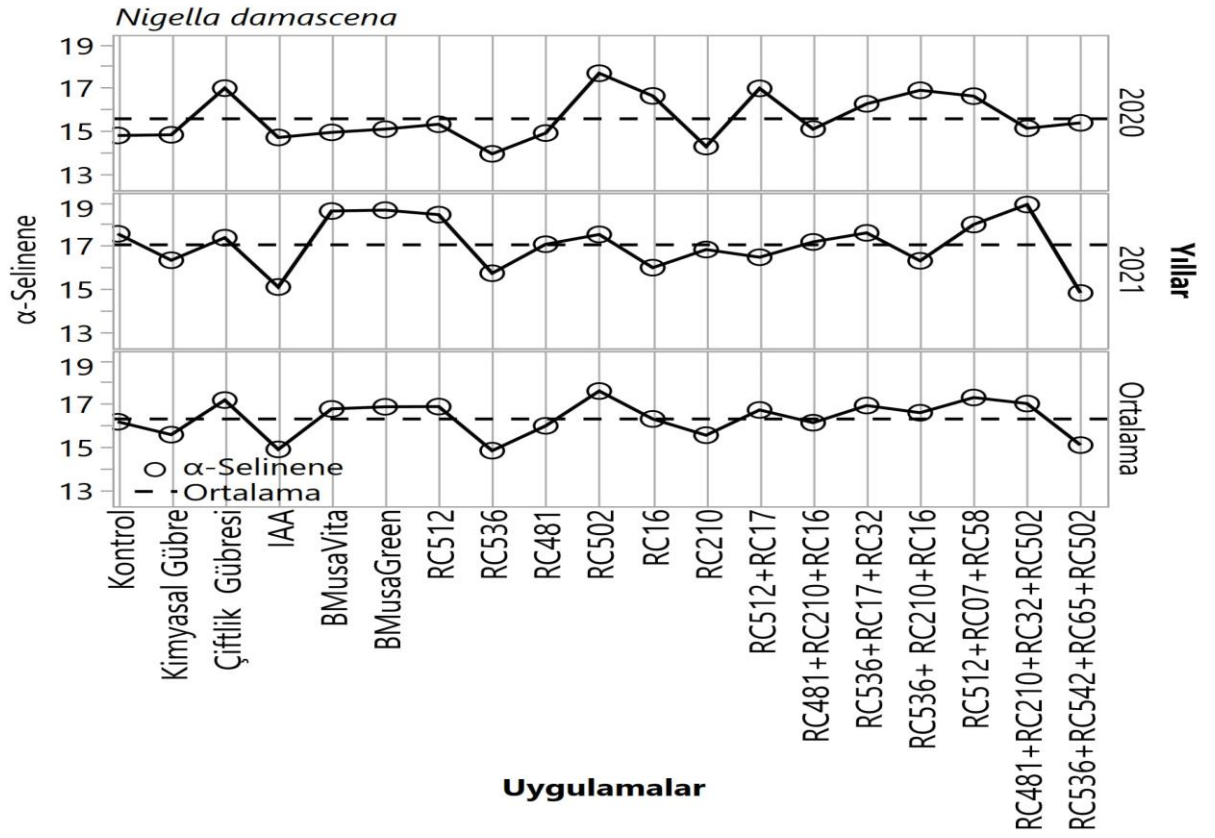
2021 yılında; *Nigella damascena* türünün α -selinene oranı ortalaması %17,08 olurken, en düşük α -selinene oranları %14,82 ile RC536+RC542+RC65+RC502 ve %15,1 ile IAA uygulamalarında, en yüksek α -selinene oranı ise %18,91 ile dörtlü RC481+RC210+RC32+RC502 bakteri aşılmasında belirlenmiştir.

Nigella damascena türünün γ -selinene ortalaması %7,37 olarak belirlenmiştir. Uygulamalara bağlı olarak ikinci deneme yılında bu türün γ -selinene oranı %6,66 ile %7,89 arasında değişim göstermiştir. En yüksek γ -selinene oranları BMusaGreen, BMusaVita ve RC481+RC210+RC32+RC502 uygulamalarından sırasıyla %7,89, %7,88 ve %7,85 olarak gerçekleşmiştir (Tablo 80).

Yıllar ortalamasına göre ise kontrol uygulaması %16,17 ile en yüksek α -selinene oranına, RC502 uygulaması ise %17,60 ile ikinci en yüksek α -selinene oranına sahip olurken, RC536 aşılması ise %14,84 ile en düşük α -selinene oranına sahip olmuştur (Tablo 80).

Yıllar ortalamasında; en yüksek γ -Selinene oranları RC481+RC210+RC32+RC502 ve RC512+RC17 uygulamalarından sırasıyla %7,51 ve %7,48 olarak, en düşük γ -selinene oranları ise uygulamalarından kimyasal gübre, RC210 %6,88 ve 6,80 olarak tespit edilmiştir.

Bu türde α -selinene ve γ -selinene oranlarının uygulamalara göre değişimlerini görsel olarak değerlendirmek amacıyla oluşturulan grafikler Şekil 35'te verilmiştir. *Nigella damascena*'da α -selinene bakımından 2020 yılında RC502, çiftlik gübresi, RC512+RC17, RC536+RC210+RC16, RC16, RC512+RC07+RC58, RC536+RC17+RC32 uygulamaları; 2021 yılında ise RC481+RC210+RC32+RC502, ticari biyolojik gübreler, RC512, RC512+RC07+RC58, RC536+RC17+RC32, kontrol, RC502, çiftlik gübresi ve RC481+RC210+RC16 uygulamaları genel ortalamanın üzerinde yer almıştır.



Şekil 35 Bakteri aşılama, hormon ve gübre uygulamalarının *Nigella damascena* türünde uçucu yağda α-selinene ve γ-selinene değerleri (%) üzerine etkisi

Nigella damascena türünde γ -selinene oranı bakımından yıllar ayrı ayrı değerlendirildiğinde 2020 yılında; RC512+RC17, RC502, RC536+RC210+RC16, RC481+RC210+RC32+RC502, kontrol, RC481+RC210+RC16 ve RC536+RC17+RC32 uygulamaları; 2021 yılında ise ticari biyolojik gübreler, RC481+RC210+RC32+RC502, RC512, RC536+RC17+RC32, Kontrol, RC512+RC07+RC58, RC536, RC512+RC17 ve RC16 uygulamaları genel ortalamanın üzerinde değerlere sahip olmuştur (Şekil 35). γ -selinene oranı bakımından RC481+RC210+RC32+RC502, RC536+RC17+RC32, kontrol ve RC512+RC17 uygulamaları her iki yetiştirme seonunda da genel ortalamanın üzerinde değerlere sahip olmuşlardır.

***Nigella damascena* türünün uçucu yağında bulunan etken madde bileşenlerinin genel değerlendirilmesi**

Bu çalışmada *Nigella damascena* türünün uçucu yağında thujene, α -pinene, β -pinene, p-cymene, limonene, γ -terpinene, β -bourbonene, β -elemene, trans-caryophyllene, γ -gurjunene, germacrene-D, β -selinene, α -selinene, valencene, γ -selinene, 9-hexadecen olmak üzere toplam 16 adet bileşen tespit edilmiştir. Uçucu yağda en yüksek oranda bulunan bileşen %70,50 ile β -elemene olurken, bunu %16,33 oranı ile α -selinene ve %7,9 oranı ile γ -selinene takip etmiştir.

Bu türün uçucu yağ etken maddelerinin incelendiği araştırma sayısı *N. sativa* türü kadar yaygın değildir. Ulaşılabilen az sayıda sayıda araştırmanın sonucu aşağıda verilmiştir. *Nigella damascena* türünün uçucu yağında en temel etken madde β -elemene dir. Çalışmamızda β -elemene oranı %67,4 ile %72,52 arasında değişim göstermiştir. Thujene *Nigella sativa* da olduğu gibi GC-MS de ilk okunan bileşendir. Bu bileşen yönünden elde edilen sonuçlar %0,00 ile %0,70 arasında değişirken, ortalaması ise %0,29 olarak gerçekleşmiştir. Çalışmamızda tespit edilen diğer önemli bileşiklerden p-cymene oranı %0,18 ile %2,42 arasında; gurjunene oranı %0,00 ile %1,86 arasında, β -selinene oranı %0,28 ile %1,24 arasında, α -selinene oranı %13,94-%18,91 arasında, γ -selinene oranı %6,62-%7,89 arasında değişim göstermiştir. Çalışmamızda tespit edilen yukarıda belirttiğimiz en yüksek oranda bulunan bileşiklerin oranları farklı olsada çoğunluğu aşağıdaki sonuçları verilen araştırmalar ile uyumludur. Farag vd. (2017)'nin farklı ülkelerin *Nigella damascena* türü çörek otunun uçucu yağın temel bileşenleri inceledikleri araştırmalarında Almanya orijinli genotipte temel bileşenlerin, (z,z)- α -farnesene (%3,2), α -bergamotene (%9,3), β -

elemene (%61,5) α -santalene (%9,7), longifolene (%6,1), aromandendrene (%8,5) olduğu; İtalya orijinli genotipde temel bileşenin β -elemene (%99,8) olduğunu; Romanya orijinli genotipte temel bileşenlerin (z,z)- α -farnesene (%3,1), (e)- α -bergamotene (%15,8), β -elemene (%71,4), α -santalene (%7,4) olduğunu bildirmişlerdir. Wajs vd. (2009) Polonya orijinli *Nigella damascena* türü çörek otunu genotipinde hidrodistilasyon ile elde edilen uçucu yağ temel bileşenlerinin β -elemene (%59,1), α -selinene (%12,6), β -selinene (%12,1) ve selin-4,11-diene (%4,0) olduğunu ifade etmişlerdir. Rchid vd. (2004) Fas orijinli *Nigella damascena* türü çörek otunu genotipinde hidrodistilasyon ile elde edilen uçucu yağ temel bileşenlerinin β -elemene (%54,7), damascenine (%12,7), α -selinene (%7,8), germacrene A (%6,2), β -selinene (%4,8), selina-4 (%14,0) ve 11-diene (%3,2) olduğunu tespit etmişlerdir. Moretti vd. (2004) Fas orijinli *Nigella damascena* türü çörek otunu genotipinde hidrodistilasyon ile elde edilen uçucu yağ temel bileşenlerinin β -elemene (%73,2), germacrene A (%10,5), 7-epi- α -selinene (%6,5), α -selinene (%4,7) olduğunu belirlemişlerdir. Fico vd. (2003) İtalya orijinli *Nigella damascena* türü çörek otunu genotipinde hidrodistilasyon ile elde edilen uçucu yağ temel bileşenlerinin β -elemene (%49,6), germacrene A (%23,6), viridiflorene (%9,5), 7-epi- α -selinene (%3,5) ve damascenine (%3,2) olduğunu bildirmişlerdir.

BEŞİNCİ BÖLÜM

SONUÇ VE ÖNERİLER

Elde edilen sonuçların değerlendirilmesi *Nigella sativa* ve *Nigella damascena* türünde yıllar ortalaması üzerinden yapılmıştır.

Nigella sativa türünde ikili formülasyon (RC512+RC17), üçlü formülasyonlar (RC481+RC210+RC16 ve RC512+RC07+RC58) ile dördümlü formülasyonlar (RC481+RC210+RC32+RC502 ve RC536+RC542+RC65+RC502) ticari gübreye yakın seviyede tane verimine sahip olmuşlardır. Tane verimi yönünden öne çıkan yukarıdaki beş bakteri uygulamasının bitkisel özellikler, yağ özellikleri ve uçucu yağ etken madde içeriği yönünden değerlendirilmesi formülasyon esaslı olarak aşağıda verilmiştir.

RC512+RC17 uygulaması kapsül sayısı, bitki boyu, kapsülde tane sayısı, sabit yağ oranı, sabit yağ verimi, ham protein oranı, linoleik asit oranı, α -pinene, p-cymene oranları yönünden genel ortalamanın üzerinde yer alırken, en önemli yağ asitlerinden oleik asit yönünden ortalamaya yakın en önemli uçucu yağ erken maddesi olan thymoquinone yönünden ortalamanın altında yer almıştır.

RC481+RC210+RC16 uygulaması bitki boyu, kapsülde tane ağırlığı, kapsülde tane sayısı, sabit yağ oranı, sabit yağ verimi, linoleik asit oranı, γ -terpinene oranı, 4-terpineol oranı, thymoquinone, thymol ve longifolene oranı yönünden ortalamanın üzerinde yer almıştır.

RC481+RC210+RC16 uygulamasının özellikle sabit yağ oranı, sabit yağ verimi ve uçucu yağın en değerli etken maddelerinden birisi olan thymoquinone yönünden ilk sırada yer alması oldukça anlamlı bir sonuç olmuştur. Bu üçlü formülasyon hem tane verimi hemde yağ özellikleri yönünden diğer uygulamalardan ayrılmıştır.

RC512+RC07+RC58 uygulaması dal sayısı, kapsül sayısı, bitki tane verimi, uçucu yağ oranı, uçucu yağ verimi, ham protein oranı, oleik asit oranı, linoleik asit oranı, p-cymene, 4-terpineol ve thymoquinone oranı yönünden ortalamanın üzerinde yer almıştır.

RC481+RC210+RC32+RC502 uygulaması bin tane ağırlığı, dal sayısı, kapsül sayısı, bitki tane verimi, kapsülde tane sayısı, sabit yağ verimi, uçucu yağ verimi, linoleik asit oranı, sabinene oranı, γ -terpinene, thymoquinone ve thymol oranı yönünden ortalamanın üzerinde yer almıştır.

RC536+RC542+RC65+RC502 uygulaması dal sayısı, bitki tane verimi, kapsülde tane ağırlığı, sabit yağ verimi, oleik asit oranı, α -thujene, α -pinene, sabinene, β -pinene, p-cymene, γ -terpinene, linalool, 4-terpineol, β -cyclocitral ve thymol oranı yönünden ortalamanın üstünde yer almıştır.

Nigella damascena türünde RC512, RC512+RC17, RC481+RC210+RC16, RC536+RC17+RC32, RC512+RC07+RC58, RC481+RC210+RC32+RC502 ve RC536+RC542+RC65+RC502 uygulamaları genel ortalamanın üzerinde tane verime sahip olmuştur. Bu uygulamalardan RC512+RC07+RC58, RC481+RC210+RC32+RC502 ve RC536+RC542+RC65+RC502 çiftlik gübresi ve diğer ticari gübrelere yakın tane verimine sahip olmuştur. *Nigella damascena* türünde tane verimi genel ortalamanın üzerinde olan yukarıda yedi adet bakteri formülasyonu diğer özellikler yönünden ayrı ayrı değerlendirilmiştir.

RC512 uygulaması dal sayısı, kapsül sayısı, bitki boyu, bitki tane verimi, kapsülde tane ağırlığı, kapsülde tane sayısı, uçucu yağ oranı, uçucu yağ verimi, ham protein oranı, palmitik asit, stearik asit, toplam doymuş yağ asidi oranı, uçucu yağ etken maddelerinden β -bourbonene, α -selinene, valencene ve γ -selinene oranı yönünden ortalamanın üzerinde yer almıştır.

RC512+RC17 formülasyonu dal sayısı, kapsül sayısı, bitki tane verimi, uçucu yağ oranı, uçucu yağ verimi, ham protein oranı, stearik asit, oleik asit, eicosadienoik asit, toplam doymamış yağ asidi, p-cymene, limonene, trans-caryophyllene, γ -gurjunene, β -selinene, α -selinene, γ -selinene ve 9-hexadecen oranında ortalamadan büyük değerlere sahip olmuştur.

RC481+RC210+RC16 formülasyonu bin tane ağırlığı, bitki boyu, kapsülde tane ağırlığı, sabit yağ oranı, sabit yağ verimi, uçucu yağ oranı, uçucu yağ verimi, ham protein oranı, palmitik asit oranı, γ -linolenik asit, eicosadienoik asit, toplam doymuş yağ asidi, β -bourbonene, β -elemene, trans-caryophyllene, γ -gurjunene, germacrene-D ve valencene içeriği yönünden genel ortalamadan büyük değerlere sahip olmuştur.

RC536+RC17+RC32 uygulaması bin tane ağırlığı, kapsülde tane ağırlığı, ham protein oranı, oleik asit, linoleik asit, γ -linolenik asit, eicosadienoik asit, toplam doymamış yağ asidi, limonene, β -elemene, α -selinene, valencene, γ -selinene ve 9-hexadecen oranı yönünden genel ortalamanın üzerinde yer almıştır.

RC512+RC07+RC58 formülasyonu dal sayısı, kapsül sayısı, bitki boyu, bitki tane verimi, sabit yağ oranı, sabit yağ verimi, ham protein oranı (%), palmitik asit, oleik asit, linoleik asit, toplam doymamış yağ asidi, thujene, α -pinene, β -pinene, p-cymene, limonene, β -bourbonene, trans-caryophyllene, germacrene-D, β -selinene ve α -selinene oranında genel ortalamadan yüksek değerlere sahip olmuştur.

RC481+RC210+RC32+RC502 dörtlü formülasyonu dal sayısı, kapsül sayısı, bitki tane verimi, sabit yağ verimi, uçucu yağ verimi, palmitik asit, oleik asit, linoleik asit, toplam doymuş yağ asidi, γ -terpinene, β -elemene, trans-caryophyllene, γ -gurjunene, germacrene-D, β -selinene, α -selinene, valencene, γ -selinene ve 9-hexadecen oranında ortalamanın üzerinde yer almıştır.

RC536+RC542+RC65+RC502 bakteri kombinasyonu uygulaması bin tane ağırlığı, dal sayısı, bitki tane verimi, kapsülde tane ağırlığı, uçucu yağ verimi, ham protein oranı, palmitik asit, stearik asit, eicosadienoik asit, toplam doymuş yağ asidi, thujene, α -pinene, β -pinene, p-cymene, γ -terpinene, β -bourbonene, β -elemene, trans-caryophyllene, γ -gurjunene, β -selinene ve valencene oranında genel ortalamın üzerinde yer almıştır.

Her iki çörek otu türünde bakteri formülasyonlarının etkileri birlikte değerlendirildiği zaman, tane veriminde RC512+RC17, RC481+RC210+RC16, RC512+RC07+RC58, RC481+RC210+RC32+RC502 ve RC536+RC542+RC65+RC502 formülasyonları, uçucu yağ oranında RC502 uygulaması, oleik asit içeriğinde RC536, RC536+RC17+RC32, RC536+RC210+RC16 ve RC512+RC07+RC58 uygulamaları, linoleik asit oranında RC512+RC17, RC512+RC07+RC58 ve RC481+RC210+RC32+RC502 uygulamaları türlere ait ortalamanın üzerinde yer almıştır.

RC536, RC16, RC210 ve RC536+RC542+RC65+RC502 uygulamaları hem *Nigella damascena* türünün uçucu yağında en yüksek oranda bulunan β -elemene hemde *Nigella sativa* nın uçucu yağında en çok bulunan etken madde olan p-cymene yönünden ortalamanın üzerinde yer almıştır.

Bu çalışmada bitki materyali olarak kullanılan iki çörek otu türünde test edilen bakteri formülasyonlarının tamamı en az bir bitkisel özellik üzerinde olumlu etkiye sahip olmuştur. Formülasyonlar arasında özellikle tane verimi ve yağ özellikleri yönünden her iki türde etkin olan RC512+RC17, RC481+RC210+RC16, RC512+RC07+RC58, RC481+RC210+RC32+RC502 ve RC536+RC542+RC65+RC502 formülasyonları ileride organik gübre kaynağı olarak kullanılabilir potansiyeli yönünden öne çıkmışlardır.

Sonuç olarak, ikili RC512+RC17, üçlü RC481+RC210+RC16 ve RC512+RC07+RC58 ve dörtlü RC481+RC210+RC32+RC502 ve RC536+RC542+RC65+RC502 bakteri formülasyonları *Nigella sativa* ve *Nigella damascena* türlerinde kapsül sayısı, kapsülde tane ağırlığı, tohum verimi, sabit yağ oranı ve verimi, uçucu yağ verimi, oleik asit ve linoleik asit gibi sabit yağ bileşenleri ile p-cymene, sabinen, β -elemene, γ -terpinene ve thymoquinone gibi uçucu yağ bileşenleri dahil gelişmeyi teşvik etmiştir. Özellikle ikili ve üçlü formülasyonların bazıları her iki çörek otu türünde diğer formülasyonlara göre daha etkin olmuştur. RC512 bakterisinin yer aldığı ikili (RC512+RC17) ve üçlü (RC512+RC07+RC58), RC210 bakterisinin yer aldığı üçlü (RC481+RC210+RC16) ve dörtlü (RC481+RC210+RC32+RC502), RC502 bakterisinin yer aldığı dörtlü formülasyonlar (RC481+RC210+RC32+RC502 ve RC536+RC542+RC65+RC502) çörek otunun verim ve kalite özelliklerini teşvik eden uygulamalar olmuştur.

Yukarıdaki bakteri kombinasyonların ülkemizde çörek otu yetiştiriciliğinde kullanılması durumunda, çevre kirliliğinin önlenmesi, tarımsal sürdürülebilirlik, kaynakların devamlılığının sağlanması, tarımsal maliyetin düşürülmesi yanında, hem tane verimi hemde uçucu yağ içeriği yönünden kaliteli çörek otu yetiştiriciliğine katkı sağlayacaktır.

KAYNAKÇA

- Abay, G. (2021). "Farklı kükürt dozlarının çörek otunda (*Nigella sativa* L.) verim ve verim öğelerine etkileri". Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi.
- Abdel-Aziez, S. M., Eweda, W. E., Girgis, M. G. Z. ve Ghany, B. F. A. (2014). "Improving the productivity and quality of black cumin (*Nigella sativa*) by using *Azotobacter* as N₂ biofertilizer". *Annals of Agricultural Sciences*, 59(1), 95-108.
- Abdel-Wahhab, M. A. ve Ali, S. E. (2005). "Antioxidant property of *Nigella sativa* (black cumin) and *Syzygium aromaticum* (clove) in rats during aflatoxicosis". *Journal of Applied Toxicology*, 5, 218–223.
- Abo-Atya, D. M., El-Mallah, M. F., El-Seedi, H. R. ve Farag, M. A. (2021). "Novel Prospective of *N. sativa* Essential Oil Analysis, Culinary and Medicinal Uses". In *Black cumin (*Nigella sativa*) seeds: Chemistry, Technology, Functionality, and Applications* (pp. 97-129). Springer, Cham.
- Abou El-Goud, A. K., Aboul-Nasr, A. M., El-Fayoumy, M. E. ve Koreish, E. (2015). "Effect of endomycorrhizal fungi, N₂-fixing bacteria and biological potassium fertilizer on the yield and quality of *Nigella sativa* in calcareous soil". *Egyptian Journal of Horticulture*, 42 (1), 627-637.
- Adams, R.P. (2007). "Identification of Essential Oil Components by Gas Chromatography/Mass Spectrometry". 4th edition. Allured Publishing Corp, Carol Stream, IL. USA.
- Akay, A. (2019). "Zinc fertilizer request of black cumin (*Nigella sativa* L.) grown in soil mixed with different proportions of vermicompost". *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*, 7(sp2), 17-22.
- Akgören, G. (2011). "Bazı çörek otu (*Nigella sativa* L.) populasyonlarının tarımsal özellikleri". Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi.
- Al- Naqeeb, G., Ismail, M. ve Al-Zubairi, A. S. (2009). "Fatty acid profile, α -tocopherol content and total antioxidant activity of oil extracted from *Nigella sativa* Seeds". *International Journal of Pharmacology*, 5, 244–250.

- Al Turkmani, M.O, Karabet, F., Mokrani, L. ve Soukkarieh, C. (2015). “Chemical composition and in vitro antioxidant activities of essential oil from *Nigella sativa* L. seeds cultivated in Syria”. *International Journal of ChemTech Research*, 8 (10), 76-82.
- Albakry, Z., Karrar, E., Ahmed, I. A. M., Oz, E., Proestos, C., El Sheikha, A. F. ve Wang, X. (2022). “Nutritional composition and volatile compounds of black cumin (*Nigella sativa* L.) seed, fatty acid composition and tocopherols, polyphenols, and antioxidant activity of its essential oil”. *Horticulturae*, 8(7), 575.
- Albakry, Z., Karrar, E., Mohamed Ahmed, I. A., Ali, A. A., Al-Maqtari, Q. A., Zhang, H. ve Wang, X. (2023). “A comparative study of black cumin seed (*Nigella sativa* L.) oils extracted with supercritical fluids and conventional extraction methods”. *Journal of Food Measurement and Characterization* (Baskıda)
- Al-Ghamdi, MS., (2001). “The anti-inflammatory, analgesic and antipyretic activity of *Nigella sativa*”. *Journal of Ethnopharmacology*, 76, 45–48.
- Ali B.H. ve Blunden, G. (2003). “Pharmacological and toxicological properties of *Nigella sativa*”. *Phytotherapy Research*, 17, 299–305.
- Ali, M. M. K., Hasan, M. A. ve Islam, M. R. (2015). “Influence of fertilizer levels on the growth and yield of black cumin (*Nigella sativa* L.)”. *The Agriculturists*, 13(2), 97-104.
- Al-Kayssi, A. W., Shihab, R. M. ve Mustafa, S. H. (2011). “Impact of soil water stress on Nigellone oil content of black cumin seeds grown in calcareous-gypsiferous soils”. *Agricultural Water Management*, 100(1), 46-57.
- Alu'datt, M. H., Rababah, T., Alhamad, M. N., Gammoh, S., Ereifej, K., Alodat, M. D. ve Torley, P. J. (2016). “Antioxidant and antihypertensive properties of phenolic–protein complexes in extracted protein fractions from *Nigella damascena* and *Nigella arvensis*”. *Food Hydrocolloids*, 56, 84-92.
- Amin, S., Mir, S. R., Kohli, K., Ali, B. ve Ali, M. (2010). “A study of the chemical composition of black cumin oil and its effect on penetration enhancement from transdermal formulations.” *Natural Product Research*, 24(12), 1151-1157.
- Anonim, (1999). SAS/STAT Yazılımı, 9.00. SAS Inst. Cary, N.C, USA.

- Anonim (2020). “https://arastirma.tarimorman.gov.tr/gktaem/Belgeler/Tescilli_çörekotucameli.pdf”. Geçit Kuşağı Tarımsal Araştırma Enstitüsü (Erişim Tarihi: 15.01.2023).
- Anonim (2023). “Türkiye İstatik Kurumu Tarım İstatistikleri”.
- AOAC. (1990). “Official Methods of Analysis. 15th ed. Association of Official Analytical Chemists, Washington”. DC.US.
- Ariafar, S. ve Forouzandeh, M. (2017). “Evaluation of humic acid application on biochemical composition and yield of black cumin under limited irrigation condition”. *Bulletin de la Société Royale des Sciences de Liège*, 86(1), 13-24.
- Arslan, Y., Katar D. ve Subaşı, İ. (2011). “Çörek Otu (*Nigella sativa* L.)’nda Farklı Ekim Zamanlarının Verim ve Bazı Bitkisel Özellikler Üzerine Etkileri”. *Tıbbi ve Aromatik Bitkiler Sempozyumu*, 13- 15Eylül, 2011, Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Tokat.
- Asdadi, A., Harhar, H., Gharby, S., Bouzoubaâ, Z., Yadini, A., Moutaj, R., Hadek, M., Chebli, B. ve Hassani, L. (2014). “Chemical composition and antifungal activity of *Nigella sativa* L. oil seed cultivated in Morocco”. *International Journal of Pharmaceutical Science Invention*, 3, 9–15.
- Ashour, M.M., El-Tahir K .E. H., Morsi, M.G. ve Aba-Alkhail, NA., (2006). “Effect of the volatile oil of *N. sativa* seeds and its components on body temperature of mice-Elucidation of the mechanisms of action”. *Natural Products Science*, 12, 11–6.
- Ashraf, M., Ali, Q. ve Iqbal, Z. (2006). “Effect of nitrogen application rate on the content and composition of oil, essential oil and minerals in black cumin (*Nigella sativa* L.) seeds”. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 86(6), 871-876.
- Atiyeh, R.M., Subler, S., Edwards, C. A., Bachman, G., Metzger, J.D. ve Shuster, W. (2000). “Effects of vermicomposts and compost on plant growth in horticultural”. *Container Media and Soil Pedobiologia*, 44, 579-590.
- Atta, M.B. (2003). “Some characteristics of *Nigella* (*Nigella sativa* L.) seed cultivated in Egypt and its lipid profile”. *Food Chemistry*, 83, 63–68.
- Atta-ur-Rahaman, S.M. ve Hasan, S.S. (1995). “A new indazole alkaloid from the seeds of *Nigella sativa*”. *Tetrahyderon Letters*, 36, 993–996.

- Attokaran, M. (2017). *Natural Food Flavors and Colorants*. John Wiley, Sons.
- Ayhan F. ve Altınkaynak D. (2019) Çörek otu fizibilite raporu ve yatırımcı rehberi. Bitkisel Üretim Genel Müdürlüğü Yayınları.
- Aysabar, Z. (2020). “Kahramanmaraş Koşullarına Uygun Çörek Otu (*Nigella* sp.) Genotiplerinin ve Sıra Arası Mesafenin Verim ve Kaliteye Etkisinin Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi”. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Kahramanmaraş.
- Aysabar, Z. ve Gedik, O. (2022). “Kahramanmaraş koşullarında çörek otu (*Nigella* sp.) genotiplerinde farklı sıra arası mesafelerin verim ve kaliteye etkilerinin Belirlenmesi”. *International Journal of Pure and Applied Sciences*, 8(1), 81-90.
- Aytac, Z., Gulmezoglu, N., Saglam, T., Kulan, E. G., Selengil, U. ve Hosgun, H. L. (2017). “Changes in N, K, and fatty acid composition of black cumin seeds affected by nitrogen doses under supplemental potassium application”. *Journal of Chemistry*, 2017, 1-7.
- Azizi, M. ve Safaei, Z. (2017). “Effect of foliar application of humic acid and Nano fertilizer on growth index, yield, yield components essential oil content and yield of black cumin (*Nigella sativa* L.)”. *Journal of Horticulture Science*, 30(4), 671-680.
- Babayan, V. K., Koottungal, D., Halaby, G. A. (1978). “Proximate analysis, fatty acid and amino acid composition of *Nigella sativa* L. seeds”. *Journal of Food Science*, 43(4), 1314-1315.
- Badary, O.A., Taha, R.A., Gamal el-Din, A.M. ve Abdel-Wahab, M.H. (2003). “Thymoquinone is a potent superoxide anion scavenger”. *Drug and Chemical Toxicology*, 26, 87–98.
- Badran, F.S. ve Safwat M.S. (2004). “Response of fennel plants to organic manure and bio-fertilizers in replacement of chemical fertilization”. *Egyptian Journal of Agricultural Research*, 82(2), 247-256.
- Bamshad, R., Ramroudi, M. ve Asgharipour, M. (2018). “Effect of chemical and biological fertilizers on seed yield and biochemical traits of black cumin (*Nigella sativa*) under irrigation cutting conditions”. *Journal of Crops Improvement*, 20(3), 655-666.

- Banchio, E., Bogino, P.C., Santoro, M., Torres, L., Zygadlo, J. ve Giordano, W. (2010). "Systemic induction of monoterpene biosynthesis in *Origanum majoricum* by soil bacteria". *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 58, 650–654.
- Banchio, E., Xie, X., Zhang, H. ve Paré, P.W. (2009). "Soil bacteria elevate essential oil accumulation and emissions in sweet basil". *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 57, 653–657.
- Bayati, P., Karimmojeni, H. ve Razmjoo, J. (2020). "Changes in essential oil yield and fatty acid contents in black cumin (*Nigella sativa* L.) genotypes in response to drought stress". *Industrial Crops and Products*, 155, 112764.
- Bayati, P., Karimmojeni, H., Razmjoo, J., Pucci, M., Abate, G., Baldwin, T. C. ve Mastinu, A. (2022). "Physiological, biochemical, and agronomic trait responses of *Nigella sativa* genotypes to water stress". *Horticulturae*, 8(3), 193.
- Baydar, H. (2013). "Tıbbi, Aromatik ve Keyf Bitkileri Bilimi ve Teknolojisi". Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Yayın No: 51, Isparta
- Bayhan, A., (2019). "Samsun şartlarında farklı ekim zamanlarının çörek otunun (*Nigella sativa*) bazı tarımsal ve kalite özelliklerine etkisi". Yüksek Lisans Tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Samsun. 61s.
- Baytop, T. (1984). "Türkiye’de Bitkiler ile Tedavi (Geçmişte ve Bugün)". İstanbul Üniversitesi Yayınları No: 3255, Sanal Matbaacılık, İstanbul, 520 s.
- Baytöre, F. (2011). Bazı Çörek otu (*Nigella sativa* L.) Populasyonlarının Verim ve Verim Kriterlerinin Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi. Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Tekirdağ.
- Beckstrom-Sternberg, S.M. ve Duke, J.A. (1994). "Potential for synergistic action of phytochemicals in spices. In Spices Herbs and Edible Fungi". Elsevier Science: Oxford, 201–223.
- Benkaci–Ali, F., Baaliouamer, A., Meklati, B. Y. ve Chemat, F. (2007). "Chemical composition of seed essential oils from Algerian *Nigella sativa* extracted by microwave and hydrodistillation". *Flavour and Fragrance Journal*, 22(2), 148-153.

- Beyzi, E. (2018). “Çörek otu bitkisinin (*Nigella sativa* L.) Kayseri ekolojik koşullarında verim ve kalite özelliklerinin belirlenmesi”. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, (14), 245-248.
- Beyzi, E., Karer, Ş. (2020). “Ekim zamanları ve bor uygulamalarının çörek otu (*Nigella sativa* L.) bitkisinin agronomik ve kalite özellikleri üzerine etkileri”. *Journal of the Institute of Science and Technology*, 10(3), 2227-2234.
- Bharti, N., Yadav, D., Barnawal, D., Maji, D. ve Kalra, A. (2013). “*Exiguobacterium oxidotolerans*, a halotolerant plant growth promoting rhizobacteria, improves yield and content of secondary metabolites in *Bacopa monnieri* (L.) Pennell under primary and secondary salt stress”. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, 29:379–387.
- Bhattacharyya, P.N. ve Jha, D.K. (2012). “Plant growth-promoting rhizobacteria (PGPR): emergence in agriculture”. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, 28(4), 1327-1350.
- Bosh, Z., Danesh Shahraki, A., Ghobadinia, M. ve Saeedi, K. (2019). “The effect of plant growth promoting rhizobacteria on agro-morphological traits of black cumin (*Nigella sativa* L.) under water deficit stress”. *Environmental Stresses in Crop Sciences*, 12(2), 525-537.
- Bosh, Z., Danesh, S. A., Ghobadinia, M. ve Saeedi, K. (2020). “The effect of plant growth promoting rhizobacteria on some physiological traits of black cumin (*Nigella sativa* L.) under water deficit stress”. *Journal of Plant Ecophysiology*, 12 (40), 239 – 249.
- Bourgou, S., Pichette, A., Marzouk, B. ve Legault, J. (2010). “Bioactivities of black cumin essential oil and its main terpenes from Tunisia”. *South African Journal of Botany*, 76, 210–216.
- Bourgou, S., Pichette, A., Marzouk, B. ve Legault, J. (2012). “Antioxidant, anti-inflammatory, anticancer and antibacterial, activities of extracts from *Nigella sativa* (black cumin) plant parts”. *Journal of Food Biochemistry*, 36, 539–546.
- Bozdemir, C., Bağdat, R.B., Subaşı, İ., Akcı, N. ve Cinkaya, N. (2022). “Determination of yield and quality characteristics of various genotypes of black cumin (*Nigella Sativa* L.) cultivated through without fertilizers”. *International Journal of Life Sciences and Biotechnology*, 5(3), 386-406.

- Bremner, J.M. ve Mulvaney C.S. (1982). "Nitrogen-Total. In. A.L. Page et al. (ed.) Methods of Soil Analysis. Part 2. 2nd ed". *Agronomy* 9, 595-624.
- Bulca, S., (2014). "Çörek otunun bileşenleri ve diğer bazı uçucu yağların antioksidan olarak gıda teknolojisinde kullanımı". *Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 11(2), 29-36.
- Bule, M., Nikfar, S., Amini, M. ve Abdollahi, M. (2020). "The antidiabetic effect of thymoquinone: A systematic review and meta-analysis of animal studies". *Food Research International*, 127, 108736.
- Burits M. ve Bucar F. (2000). "Antioxidant activity of *Nigella sativa* essential oil". *Phytotherapy Research*, 14(5), 323-328.
- Can, M., (2021). "Farklı çörek otu (*Nigella sativa* L.) genotiplerinin kışlık ekim koşullarında verim ve verim öğelerinin araştırılması". *Ziraat Mühendisliği*, (372), 66-74.
- Can, M., Katar, D., Katar, N., Bağcı, M. ve Subaşı, İ. (2021). "Yield and fatty acid composition of black cumin (*Nigella sativa* L.) populations collected from regions under different ecological conditions". *Applied Ecology and Environmental Research*, 19(2), 1325-1336.
- Cappellari, L.R., Santoro, M.V., Nievas, F., Giordano, W. ve Banchio, E. (2013). "Increase of secondary metabolite content in marigold by inoculation promoting rhizobacteria". *Applied Soil Ecology*, 70, 16–22.
- Cappellari, L.R., Santoro, M.V., Reinoso, H., Travaglia, C., Giordano, W. ve Banchio, E. (2015). "Anatomical, morphological, and phytochemical effects of inoculation with plant growth promoting rhizobacteria on peppermint (*Mentha piperita*)". *Journal of Chemical Ecology*, 41, 149–158.
- Cheikh-Rouhou, S., Besbes, S., Hentati, B., Blecker, C., Deroanne, C. ve Attia, H. (2007). "Nigella sativa L.: Chemical composition and physicochemical characteristics of lipid fraction". *Food Chemistry*, 101(2), 673-681.
- Çakır, Y. ve Çakmakçı, S. (2018) "Some microbiological, physicochemical and ripening properties of Erzincan Tulum cheese produced with added black cumin (*Nigella sativa* L.)". *Journal of Food Science and Technology-Mysore*, 55 (4), 1435-1443.

- Çakır, Y., Çakmakçı, S. ve Hayaloğlu, A.A. (2016). “The effect of addition of black cumin (*Nigella sativa* L.) and ripening period on proteolysis, sensory properties and volatile profiles of Erzincan Tulum (Savak) cheese made from raw Akkaraman sheep's milk”. *Small Ruminant Research*, 134, 65-73.
- Çakmakçı, S., Gundogdu, E., Dagdemir, E. ve Erdogan, U. (2014). “Investigation of the possible use of black cumin (*Nigella sativa* L.) essential oil on butter stability”. *Kafkas Universitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 20(4), 533-539.
- Çakmakçı R., Ertürk, Y., Sekban, R. Haznedar, A. ve Varmazyari, A. (2013). “The effect of single and mixed cultures of plant growth promoting bacteria and mineral fertilizers on tea (*Camellia sinensis*) growth, yield and nutrient uptake”. *1st Central Asia Congres on Modern Agricultural Techniques and Plant Nutrition*. 01-03 October, 2013, Soil Water Journal, Social Issue for AGRICASIA, 2(1), 653-662.
- Çakmakçı, R. (2009). “Stres koşullarında ACC deaminaze üretici bakteriler tarafından bitki gelişiminin teşvik edilmesi”. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 40 (1), 109-125.
- Çakmakçı, R. (2019). “The variability of the predominant culturable Plant Growth-Promoting Rhizobacterial Diversity in the Acidic Tea Rhizosphere Soils in the Eastern Black Sea Region”. *Alinteri Journal of Agriculture Sciences*, 34(2): 175-181.
- Çakmakçı, R. ve Erdoğan, Ü.G. (2012). “Organik Tarım. 3. Baskı”, Atatürk Üniv. Ziraat Fakültesi Ders Yayınları No 236, 367, Erzurum.
- Çakmakçı, R., (2005). “Bitki gelişiminde fosfat çözücü bakterilerin önemi”. *Selçuk Üniv. Ziraat Fakültesi Dergisi*, 19 (35), 93-108.
- Çakmakçı, R., Dönmez, F., Aydın, A. ve Şahin, F. (2006). “Growth promotion of plants by plant growth-promoting rhizobacteria under greenhouse and two different field soil conditions”. *Soil Biology & Biochemistry*, 38 (6), 1482-1487.
- Çakmakçı, R., Dönmez, M. F., Ertürk, Y., Erat, M., Haznedar, A. ve Sekban, R. (2010). “Diversity and metabolic potential of culturable bacteria from the rhizosphere of Turkish tea grown in acidic soils”. *Plant and Soil*, 332, 299–318.

- Çakmakçı, R., Erat, M., Erdoğan, Ü. ve Dönmez, M. F. (2007). “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, 288–295.
- Çakmakçı, R., Erat, M., Oral, B., Erdoğan, Ü. ve Şahin, F., (2009). “Enzyme activities and growth promotion of spinach by indole-3-acetic acid-producing rhizobacteria”. *Journal of Horticultural Science & Biotechnology*, 84 (4), 375-380.
- Çakmakçı, R., Erat, M., Oral, B., Erdoğan, Ü. ve Şahin, F. (2009). “Enzyme activities and growth promotion of spinach by indole-3-acetic acid-producing rhizobacteria”. *The Journal of Horticultural Science and Biotechnology* 84, 375–380.
- Çakmakçı, R., Erdoğan, Ü., Kotan, R., Oral, B. ve Dönmez, F. (2008). “Çoruh vadisinde yabancı ahududu rizosfer topraklarında heterotrof azot fikseri bakteri çeşitliliği”. 4. *Ulusal Bitki Besleme ve Gübre Kongresi*, 8-10 Ekim 2008 Konya, 706-717.
- Çakmakçı, R., Ertürk, Y., Atasever, A., Kotan, R., Erat, M., Varmazyari, A., Türkyılmaz, K., Haznedar, A. ve Sekban, R. (2014). “Development of plant growth-promoting bacterial based bioformulations using solid and liquid carriers and evaluation of their influence on growth parameters of tea”. *9th International Soil Science Congress on the Soul of the Soil and Civilization*, 14-16 October 2014, Side, Book of Proceedings, 801-808.
- Çakmakçı, R., Kotan, R., Atasever, A., Erat, M., Türkyılmaz, K., Sekban, R. ve Haznedar, (2017). “Çayda besin alımı, gelişme, enzim aktivitesi ve verimim artırılması için farklı bitki büyümesini teşvik edici bakterilerin birlikte aşılmasının etkinliği”. *Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 26 (1): 86–91.
- Çakmakçı, R., Mosber, G., Milton, A.H., Alatürk, F. ve Ali, B. (2020). “The effect of auxin and auxin-producing bacteria on the growth, essential oil yield, and composition in medicinal and aromatic plants”. *Current Microbiology*, 77 (4), 564–577.
- Çakmakçı, S. ve Çakır, Y. (2011) “Çörek otu (*Nigella sativa* L.): Bileşimi, gıda sanayinde kullanımı ve sağlık üzerine etkileri”. *Akademik Gıda*, 9(3), 61-69.
- D'Antuono, L. F., Moretti, A. ve Lovato, A. F. (2002). “Seed yield, yield components, oil content and essential oil content and composition of *Nigella sativa* L. and *Nigella damascena* L.”. *Industrial Crops and Products*, 15(1), 59-69.

- Darakeh, S. A. S. S., Weisany, W., Diyanat, M. ve Ebrahimi, R. (2021). "Bio-organic fertilizers induce biochemical changes and affect seed oil fatty acids composition in black cumin (*Nigella sativa* L.)". *Industrial Crops and Products*, 164, 113383.
- Day, S., Abay, G., Özgen, Y. ve Önoğlu, B. (2022). "Effect of sulphur treatments on growth parameters and oil yield of black cumin (*Nigella sativa* L.)". *Gesunde Pflanzen*, 1-6.
- Dimitrijević, S., Pavlović, M., Maksimović, S., Ristić, M., Filipović, V., Antonović, D. ve Dimitrijević-Branković, S. (2018). "Plant growth-promoting bacteria elevate the nutritional and functional properties of black cumin and flaxseed fixed oil". *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 98(4), 1584-1590.
- Dubey, P. N., Singh, B., Mishra, B. K., Kant, K. ve Solanki, R. K. (2016). "Nigella (*Nigella sativa*): A high value seed spice with immense medicinal potential". *Indian Journal of Agricultural Sciences*, 86(8), 967-979.
- Edris, A. E. (2010). "Evaluation of the volatile oils from different local cultivars of *Nigella sativa* L. grown in Egypt with emphasis on the effect of extraction method on thymoquinone". *Journal of Essential Oil Bearing Plants*, 13(2), 154-164.
- Edris, A. E. (2021). "Thymoquinone: Chemistry and functionality". In *Black cumin (*Nigella sativa*) seeds: Chemistry, Technology, Functionality, and Applications* (pp. 81-95). Springer, Cham.
- Edris, A.E. (2011). "The chemical composition and the content of volatile oil: potential factors that can contribute to the oxidative stability of *Nigella sativa* L.". *Journal of Dietary Supplements*, 8 (1), 34-42.
- El Obeid, A.S., Haseeb, A.M., Poten, F. ve Westermark, B. (2006). "The effect of herbal melanin on IL-8. A possible role of Toll-like receptor4 (TLR4)". *Biochemistry and Biophysics Research Communication*, 344, 1 200-6.
- El Tahir, K.E. H., Ashour, M.M. ve Al Harbi M.M. (1993). "The cardiovascular actions of the volatile oil of the black seed (*Nigella sativa*) in rats: Elucidation of the mechanism of action". *General Pharmacology*, 24, 1 123-31.
- Elhafez Ahmed, A. F., Shehata, A. M. ve Elhafez, Z. A. A. (2022). "Effect of a natural growth stimulant (Ascobein) on growth and yield of seeds and oil of *Nigella sativa* Plants". *European Journal of Medicinal Plants*, 33(11), 13-22.

- Erdoğan, Ü., Özmen, Ö. ve Özer, M. (2023). “Wound healing, anti-analgesic, and antioxidant activity of *Nigella sativa* Linn., essential based topical formulations in rat model experimental skin defects”. *Journal of Essential Oil Bearing Plants*, 1-16.
- Ermumcu, M. Ş. K. (2022). “Biological activities of black cumin (*Nigella sativa*) seed oil”. In *Multiple Biological Activities of Unconventional Seed Oils* (pp. 43-53). Academic Press.
- Ertuş, M.E. (2016). “Tokat kazova ekolojik koşullarında kışlık ve yazlık ekilen çörek otu (*Nigella* sp.) genotiplerinin agronomik ve kalite özelliklerinin belirlenmesi”. Yüksek Lisans Tezi. Fen Bilimleri Enstitüsü. Gaziosmanpaşa. Tokat.
- Ertuğrul, Y. (1986). “Çörek otunda (*N. damascena* L.) farklı ekim zamanlarının verim ve kaliteye etkisi üzerine bir araştırma”. Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi.
- Farag, M. A., El-Kersh, D. M., Rasheed, D. M. ve Heiss, A. G. (2017). “Volatiles distribution in *Nigella* species (black cumin seeds) and in response to roasting as analyzed via solid-phase microextraction (SPME) coupled to chemometrics.” *Industrial Crops and Products*, 108, 564-571.
- Faravani, M., Koorepaz, S., Gholami, B.A. ve Zare, Y. (2012). “Biological effects of fertilizer treatments on growth, yield and yield components of black cumin”. *Herba Polonica*, 58(4), 15-28.
- Farhan, N., Salih, N. ve Salimon, J. (2021). “Physiochemical properties of Saudi *Nigella sativa* L.(Black cumin) seed oil.” *OCL-Oilseeds & Fats Crops and Lipids*, 28, 11-20.
- Forouzanfar F., Fazly Bazzaz B.S. ve Hosseinzadeh H. (2014). “Black cumin (*Nigella sativa*) and its constituent (thymoquinone): a review on antimicrobial effects”. *Iranian Journal of Basic Medical Sciences*, 17, 929-938.
- Gargari, B., Attary, V.E., Rafraf, M. ve Gorbani, A. (2009). “Effect of dietary supplementation with *Nigella sativa* L. on serum lipid profile, lipid peroxidation and antioxidant defense system in hyperlipidemic rabbits”. *Journal of Medicinal Plants Research*, 3, 815–821.

- Gedik, O. ve Keser, E. (2019). “Kahramanmaraş ekolojik koşullarında kışlık ve yazlık ekilen çörek otu (*Nigella* Sp.) genotiplerinin tarımsal ve kalite özelliklerinin belirlenmesi”. *Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 18(1), 73-81.
- Ghanepasand, F., Noormohamadi, G., Hadi, M.R.H.S. ve Darzi, M. T. (2014). “Influence of manure application and nitrogen fixing bacteria on yield and yield components of black cumin (*Nigella sativa* L.)”. *International journal of Advanced Biological and Biomedical Research*, 2(3), 628-635.
- Gharby, S., Harhar, H., Guillaume, D., Roudani, A., Boulbaroud, S., Ibrahim, M. ve Charrouf, Z. (2015).” Chemical investigation of *Nigella sativa* L. seed oil produced in Morocco”. *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences*, 14(2), 172-177.
- Ghamarnia, H., Khosravi, H. ve Sepehri, S. (2010). “Yield and water use efficiency of (*Nigella sativa* L.) under different irrigation treatments in a semi-arid region in the West of Iran”. *Journal of Medicinal Plants Research*, 4(16), 1612-1616.
- Gholizade, A., Sharifi Olounabadi, A. R., Hosseini, S. M. ve Sharifi, H. (2019). “Genetic diversity analysis and character associations in black cumin (*Nigella sativa* L.) based on agro-morphological and phytochemical traits”. *Archives of Agronomy and Soil Science*, 65(9), 1196-1210.
- Ghorbanpour, M., Hatami, M., Kariman, K. ve Abbaszadeh, D.P. (2016). “Phytochemical variations and enhanced efficiency of antioxidant and antimicrobial ingredients in *Salvia officinalis* as inoculated with different rhizobacteria”. *Chemistry and Biodiversity*, 13:319–330
- Girma, G.A.S. (2016). “Evaluation and selection of black cumin (*Nigella sativa* L) varieties at Mid Highland of West Hararghe Zone, East Ethiopia”. *Evaluation*, 6(23), 1-5.
- Goreja, W. (2003). “Black seed: nature’s miracle remedy” Karger Publishers.
- Gorgi, O.E., Fallah, H., Niknejad, Y. ve Tari, D.B. (2022). “Effect of Plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) and mycorrhizal fungi inoculations on essential oil in *Melissa officinalis* L. under drought stress”. *Biologia*, 77(1) 11-20.
- Güneş, Z. (2021). “Mardin Ekolojik Koşullarında Farklı Ekim Dönemlerinde Bazı Çörek Otu (*Nigella sativa* L.) Genotiplerinin Agronomik ve Kalite Özelliklerinin

Belirlenmesi”. Doktora Tezi. Dicle Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Diyarbakır.

- Hadi, M. R. H. S., Darzi, M. T. ve Ghandehari, Z. (2012). “Effects of irrigation treatment and *Azospirillum* inoculation on yield and yield component of black cumin (*Nigella sativa* L.)”. *Journal of Medicinal Plants Research*, 6(30), 4553-4561.
- Hadi, M. R.H.S., Darzi, M. T. ve Riazi, G. (2016). “Black cumin (*Nigella sativa* L.) yield affected by irrigation and plant growth promoting bacteria”. *Journal of Medicinal Plants and By-Product*, 5(2), 125-133.
- Hammo, Y.H. (2008). “Effect of high levels of nitrogen and phosphorus fertilizer, pinching, and seed rate on growth and yield components of *Nigella sativa* L.”. *Mesopotamia Journal of Agriculture*, 36.1 19-29.
- Hamrouni-Sellami, I., Elyes Kchouk, M. ve Marzouk, B. (2008). “Lipid and aroma composition of black cumin (*Nigella sativa* L.) seeds from Tunisia”. *Journal of Food Biochemistry*, 32(3), 335–352.
- Haque, M., Singh, R., Nadeem, A., Rasool, S., Wani, J. A., Khan, A. ve Zehra, U. (2022). “*Nigella sativa*: A promise for industrial and agricultural economic growth”. In *Black Seeds (Nigella sativa)* (pp. 439-460). Elsevier.
- Harzallah, H.J., Kouidhi, B., Flamini, G., Bakhrouf, A. ve Mahjoub, T. (2011). “Chemical composition, antimicrobial potential against cariogenic bacteria and cytotoxic activity of Tunisian *Nigella sativa* essential oil and thymoquinone”. *Food Chemistry*, 129, 1469–1474.
- Hassan, E. A., Mohamed, N. H., Hamad, E. H. ve Khater Rania, M. R. (2020). “Response of black cumin (*Nigella sativa* L.) plants to the addition of natural fertilizers and the inoculation by bacteria mix and seaweed liquid extract”. *Archives of Agriculture Sciences Journal*, 3(2), 1-15.
- Hassanien, M. F., Assiri, A. M., Alzohairy, A. M. ve Oraby, H. F. (2015). “Health-promoting value and food applications of black cumin essential oil: an overview”. *Journal of Food Science and Technology*, 52, 6136-6142.

- Heiss, A. G. ve Oeggl, K. (2005). "The oldest evidence of *Nigella damascena* L. (*Ranunculaceae* and its possible introduction to central Europe)". *Vegetation History and Archaeobotany*, 14(4), 562–570.
- Hosseini, S. S., Nadjafi, F., Asareh, M. H. ve Rezadoost, H. (2018). "Morphological and yield related traits, essential oil and oil production of different landraces of black cumin (*Nigella sativa*) in Iran". *Scientia Horticulturae*, 233, 1-8.
- Hosseini, S. S., Rezadoost, H., Nadjafi, F. ve Asareh, M. H. (2019). "Comparative essential oil composition and fatty acid profiling of some Iranian black cumin landraces". *Industrial Crops and Products*, 140, 111628.
- Hosseinzadeh, H. And Parvardeh, S. (2004). "Anticonvulsant effects of thymoquinone, the major constituent of *Nigella sativa* seeds, in mice". *Phytomedicine*, 11(1), 56-64.
- Hosseinzadeh, H., Parvardeh, S., Asl, M. N., Sadeghnia, H. R. ve Ziaee, T. (2007). "Effect of thymoquinone and *Nigella sativa* seeds oil on lipid peroxidation level during global cerebral ischemiareperfusion injury in rat hippocampus". *Phytomedicine*, 14, 621–627.
- Houghton, P.J., Zarka, R., delas Heras, B. ve Hoult, J.R. (1995). "Fixed oil of *Nigella sativa* and derived thymoquinone inhibit eicosanoid generation in leukocytes and membrane lipid peroxidation". *Planta Medica*, 61, 33–36.
- Ibrahim, H. A., Khater, R. M. ve Hegab, R. H. (2019). "Evaluate the effect of compost tea and some chelated micronutrients forms on black cumin productivity". *SN Applied Sciences*, 1(1), 1-11.
- Iqbal M.S., Ghafoor, A., Ullah, I., Ahmad, H. (2014). "Quantification and compositional diversity of fatty acid methyl esters profile in *Nigella sativa* L. Germplasm". *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 91, 1975–86.
- İnan, M., (2020). "Yarı kurak koşullarda ekim zamanlarının çörek otu (*Nigella sativa* L.) verim ve verim özelliklerine etkisi". *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 7(1), 32-37.
- Jamir, A. R., Chattopadhyay, N. ve Momin, M. C. (2021). "Effect of biofertilizers with various levels of inorganic nutrients on growth and yield of black cumin (*Nigella sativa* L.) var. Azad Kalonji". *Environment Conservation Journal*, 22(1), 73-78.

- Juhaimi, F.A., Figueredo, G., Özcan, M.M. ve Chalard, P. (2013). “Comparison of chemical constituents of essential oils of black cumin (*Nigella sativa* L.)”. *Asian Journal of Chemistry*, 25,10407–10409.
- Juhaimi, F.A., Matthaeus, B., Ghafoor, K., Elbabiker, E.F. ve Ozcan, M.M. (2016). “Fatty acids, tocopherols, minerals contents of *Nigella sativa* and *Trigonella foenum-graecum* seed and seed oils”. *Rivista Italiana delle Sostanze Grasse*, 93,165–171.
- Kabir, Y., Akasaka-Hashimoto, Y., Kubota, K. ve Komai, M. (2020). “Volatile compounds of black cumin (*Nigella sativa* L.) seeds cultivated in Bangladesh and India”. *Heliyon*, 6(10): e05343.
- Kalçın, F.T. (2003). “İki çörek otu türünde (*Nigella sativa* L., *Nigella damascena* L.) ekim sıklıklarının verim ve verim öğelerine etkisi”. Yüksek Lisans Tezi, A.Ü Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı Ankara.
- Kamçı, G. (2019). “Çörek otu (*Nigella sativa* L.)’da farklı ekim zamanı ve sulamanın verim ve kalite kriterleri üzerine etkisinin belirlenmesi”. Yüksek Lisans Tezi, Dicle Üniv. Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Diyarbakır.
- Kanter, M., Coskun, O. ve Uysal, H. (2006). “The antioxidative and antihistaminic effect of *Nigella sativa* and its major constituent, thymoquinone on ethanol-induced gastric mucosal damage”. *Archives of Toxicology*, 80, 217–224.
- Kaplan, M., Kale, H., Karaman, K. ve Ünlükara, A. (2017). “Influence of different irrigation and nitrogen levels on crude oil and fatty acid composition of maize (*Zea mays* L.)”. *Grasas y Aceites*, 68(3), 1-6.
- Kar, Y., Sen, N. ve Tekeli, Y. (2007). “Samsun yöresinde ve Mısır ülkesinde yetiştirilen çörek otu (*Nigella sativa* L.) tohumlarının antioksidan aktivite yönünden incelenmesi”. *SDU Fen Edebiyat Fak. Fen Dergi*, 2: 197-203.
- Kara, N., Katar, D. ve Baydar, H. (2015). “Yield and quality of black cumin (*Nigella sativa* L.) populations: the effect of ecological conditions”, *Turk J Field Crops*, 20(1), 9-14.
- Khader, M. ve Bresgen, N. (2009). “In vitro toxicological properties of thymoquinone”. *Food Chemistry and Toxicology*, 47, 129– 33.

- Khalid, A. K. (2017). "Impact of nitrogen, phosphorous, potassium and foliar feeding on total lipids and fatty acids of *Nigella sativa* L. grown in arid zones". *International Journal of Botany*, 13, 52-58.
- Khalid, A. K. (2018). "Evaluation of black cumin oil under various nitrogen treatments". *Journal of Materials and Environmental Sciences*, 9(3), 873-878.
- Khalid, K. A. ve Shedeed, M. R. (2015). "Evaluation and influence nitrogen on growth, yield and chemical content of *Nigella sativa* L.". *Thai Journal of Agricultural Science*, 48(2), 67-72.
- Khan, M. R., Mostarin, T., Khatun, K., Sumon, M. M., Imtiaz, A. A., Samad, M. A. ve Sumi, M.A. (2022a). "Influence of phosphorus fertilization and seed rates on yield components and yield of black cumin (*Nigella sativa* L.)". *Asian Journal of Advances in Agricultural Research* (18)1, 38-50.
- Khan, A., Khan, A. A., Irfan, M. (2022b). "Effects of different concentrations of nickel (Ni) on the vegetative and reproductive growth parameters of *Nigella sativa* L". *Gesunde Pflanzen*, 1-10.
- Khan, N., Sharma, S. ve Sultana, S. (2003). "*Nigella sativa* (black cumin) ameliorates potassium bromate-induced early events of carcinogenesis: Diminution of oxidative stress". *Human & Experimental Toxicology*, 22, 193–203.
- Khan, S., Ali, M., Albratty, M. M., Najmi, A. Y., Azeem, U., Khan, S. A. ve Rather, M. A. (2022). "*Nigella sativa*: From chemistry to medicine". In *Black Seeds (Nigella sativa)* (pp. 29-62). Elsevier.
- Kjeldahl, J. (1883). "Neue methode zur bestimmung des stickstoffs in organischen körpern". *Zeitschrift für Analytische Chemie*, 22(1), 366-382.
- Khoddami, A., Ghazali, H.M., Yassoralipour, A., Ramakrishnan, Y. ve Ganjloo, A. (2011). "Physicochemical characteristics of nigella seed (*Nigella sativa* L.) oil as affected by different extraction methods". *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 88(4), 533–540.
- Khoramdel, S., Kouchaki, A. R., Nasiri, M. M. ve Ghorbani, R. (2008). "Application effects of biofertilizers on the growth indices of black cumin (*Nigella sativa* L.)". *Iranian Journal of Field Crops Research*, 6(2): 285-294.

- Kılıç, C. ve Arabacı, O. (2016). “Çörek otu (*Nigella sativa* L.)'nda farklı ekim zamanı ve tohumluk miktarının verim ve kaliteye etkisi”. *Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 13(2), 49-56.
- Kılıç, C., (2016). “Çörek otu (*Nigella sativa* L.)'nda farklı ekim zamanı ve tohumluk miktarının verim ve kaliteye etkisi”. Yüksek Lisans Tezi, Adnan Menderes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Aydın.
- Kızıl, S., Kırıcı, S., Çakmak, Ö. ve Khawar, K.M. (2008). “Effects of sowing periods and P application rates on yield and oil composition of black cumin (*Nigella sativa* L.)”. *Journal of Food Agriculture and Environment*, 6(2), 242-246.
- Kızılyıldırım, H. ve Gedik, O. (2021). “Kahramanmaraş koşullarında farklı azot dozu uygulamalarının çörek otunun (*Nigella sativa*) verim ve kalitesine etkisi”. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 58(3), 355-364.
- Kızılyıldırım, H., (2019). “Kahramanmaraş ekolojik koşullarında farklı azot dozu uygulamalarının çörek otunun (*Nigella sativa* L.) verim ve kalitesine etkileri”. Yüksek Lisans Tezi, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Kıralan, M. (2012). “Volatile Compounds of black Cumin seeds (*Nigella sativa* L.) from microwave-heating and conventional roasting”. *Journal of Food Science*, 77(4):481-484.
- Kıralan, M., Özkan, G., Bayrak, A. ve Ramadan, M.F. (2014). “Physicochemical properties and stability of black cumin (*Nigella sativa*) seed oil as affected by different extraction methods”. *Industrial Crops and Products*, 57, 52–58.
- Kıralan, M., Ulaş, M., Özaydin, A., Özdemir, N., Özkan, G., Bayrak, A. ve Ramadan, M.F. (2017). “Blends of cold pressed black cumin oil and sunflower oil with improved stability: a study based on changes in the levels of volatiles, tocopherols and thymoquinone during accelerated oxidation conditions”. *Journal of Food Biochemistry*, 41, e12272, 1-10.
- Koşar, İ. ve Özel, A. (2018). “Çörek otu (*Nigella sativa* L.) çeşit ve popülasyonlarının karakterizasyonu”. I. Tarımsal Özellikler. *Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 22 (4), 533-543.

- Kökçü, G. ve Yılmaz, H. (2005). "Analysis of the fixed oils of the genus *Nigella* L. (*Ranunculaceae*) in Turkey". *Biochemical Systematics and Ecology*, 33, 1203-1209
- Kruk, I., Michalska, T., Lichszte, K., Kladna, A. ve Aboul-Enein, H.Y. (2000). "The effect of thymol and its derivatives on reactions generating reactive oxygen species". *Chemosphere*, 41, 1059-1064.
- Kulan, E.G., Turan, Y.S., Gülmezoğlu, N., Kara, İ. ve Aytacı, Z. (2012). "Kuru Koşullarda Yetiştirilen Çörek otunun (*Nigella sativa* L.) Bazı Agronomik ve Kalite Özellikleri". *Tıbbi ve Aromatik Bitkiler Sempozyumu*, 177-181, Tokat.
- Kumar, G., Kanaujia, N. ve Bafana, A. (2012). "Functional and phylogenetic diversity of root-associated bacteria of *Ajuga bracteosa* in Kangra valley". *Microbiological Research*, 167(4), 220-225.
- Kutlu, M. (2013). "Farklı karbon kaynağı kullanım oranına sahip bitki gelişimini teşvik edici bakterilerin İzmir kekiğinin (*Origanum onites* L.) gelişme, verim ve kalitesine etkileri". Yüksek Lisans Tezi Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Erzurum.
- Kutlu, M., Çakmakçı, R., Hosseinpour, A. ve Karagöz, H. (2019). "The use of plant growth promoting rhizobacteria (PGPR)'s effect on essential oil rate, essential oil content, some morphological parameters and nutrient uptake of Turkish oregano". *Applied Ecology and Environmental Research* 17(2), 1641-1653.
- Lutterodt, H., Luther, M., Slavin, M., Yin, J.J., Parry, J., Gao, J.M. ve Yu, L.L. (2010). "Fatty acid profile, thymoquinone content, oxidative stability, and antioxidant properties of cold-pressed black cumin seed oils". *LWT – Journal*, 43(9), 1409-1413.
- Maddhesiya, P.K., Singh, K., Kumar, D. ve Singh, R.P. (2022). "Enhancing productivity of perennial aromatic grasses on marginal lands through plant growth promoting rhizobacteria". *Land Degradation and Development*, 33 (15), 2972-2982.
- Maleki, J., Sharifi Ashourabadi, E., Mirza, M., Heydari Sharifabad, H. ve Lebaschy, M. H. (2021a). "Improving the productivity and quality of black cumin (*Nigella sativa* L.) by using soil fertility management practices". *Journal of Plant Nutrition*, 44(12), 1741-1757.

- Maleki, J., Sharifi Ashourabadi, E., Mirza, M., Heydari Sharifabad, H. ve Lebaschy, M. H. (2021b). “Effects of soil fertility methods on the quantitative yield and oil of medicinal plant black cumin (*Nigella sativa* L.)”. *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants Research*, 36(6), 958-974.
- Malhotra, S.K. (2004). “Minor seed spices parsley, caraway, black caraway and nigella”. (In) *Fifty Years of Spice Research in India*. Ravindran PN (ed). IISR, Calicut.
- Malhotra, S.K. ve Vashishtha, B.B. (2008). “Response of nigella (*Nigella sativa* L) variety NRCSS AN 1 to different agro-techniques”. *Journal of Spices and Aromatic Crops*, 17, 190–93.
- Mamun, M. A. ve Absar, N. (2018). “Major nutritional compositions of black cumin seeds-cultivated in Bangladesh and the physicochemical characteristics of its oil”. *International Food Research Journal*, 25(6), 2634-2640.
- Mani, J. S., Johnson, J. B., Bhattarai, S., Trotter, T. ve Naiker, M. (2022). “Phytochemistry and therapeutical potential of new *Nigella Sativa* genotypes from Australia”. *Journal of Herbs, Spices & Medicinal Plants*, 1-21.
- Mansour, M.A., Ginawi, O.T., El-Hadiyah, T., El-Khatib, A.S., Al-Shabanah, O.A. ve Al-Sawaf, H.A. (2001). “Effects of volatile oil constituents of *Nigella sativa* on carbon tetrachlorideinduced hepatotoxicity in mice: Evidence for antioxidant effects of thymoquinone”. *Research Communications in Molecular Pathology and Pharmacology*, 110, 239–251.
- Mansour, R. S., Nasser, A. K. ve Abo, N.Y. (2013). “The effect of different *Nigella sativa* L. seed (cake) concentrations on leukocytes counts and some serum immunological parameters in calves”. *Tikrit Journal of Pure Science*, 18(3), 1813-1662.
- Matthaus, B., Özcan, M.M. 2011, “Fatty acids, tocopherol, and sterol contents of some *Nigella* species seed oil”. *Czech Journal of Food Sciences*, 29, 145–150.
- Mazaheri, Y., Torbati, M., Azadmard-Damirchi, S. ve Savage, G. P. (2019). “A comprehensive review of the physicochemical, quality and nutritional properties of *Nigella sativa* oil”. *Food Reviews International*, 35(4), 342-362.

- Mazrou, R. M. (2019). “Enhancing the growth and production of black cumin (*Nigella sativa* L.) by application of humic acid and biofertilizers”. *Menoufia Journal of Plant Production*, 4(5), 443-458.
- Mehmood, A., Naveed, K., Azeem, K., Khan, A., Ali, N. ve Khan, S.M. (2018). “Sowing time and nitrogen application methods impact on production traits of Kalonji (*Nigella sativa* L.)”. *Pure and Applied Biology (PAB)*, 7(2), 476-485.
- Mengistu, F. G., Wegayehu, G., Ali, D. F. A. ve Fufa, D.T.N. (2021). “The influence of seed rate and inter-row spacing on seed yield and yield attributes of black cumin in Arsi Highlands, Ethiopia”. *Journal of Biology, Agriculture and Healthcare*, 11(1), 33-39.
- Merajipoor, M., Dehnavi, M. M., Salehi, A. ve Yadavi, A. (2020). “Improving grain yield, water and nitrogen use efficiency of *Nigella sativa* with biological and chemical nitrogen under different irrigation regimes”. *Scientia Horticulturae*, 260, 108-123.
- Mohamed, N. M., Helmy, A. M., Shiha, A. A. ve Khalil, M. N. I. (2014). “Response of black cumin (*Nigella sativa* L.) to fertilization with chicken manure, mineral N fertilizer and varying K doses under different soil moisture contents”. *Zagazig Journal of Agricultural Research*, 41(5), 1003-1019.
- Mohammad, N.K., Manap, M.Y.A., Tan, C.P., Belal, J.M., Alhelli, A.M. ve Hussin, S.M. (2016). “The effects of different extraction methods on antioxidant properties, chemical composition, and thermal behavior of black seed (*Nigella sativa* L.) oil”. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, 1–12.
- Mohammed, A. A. ve Al-Suwaiegh, S. B. (2016). “Effects of *Nigella sativa* on mammals health and production”. *Advances in Animal and Veterinary Sciences*, 4(12), 630-636.
- Moradzadeh, S., Siavash Moghaddam, S., Rahimi, A., Pourakbar, L. ve Sayyed, R. Z. (2021a). “Combined bio-chemical fertilizers ameliorate agro-biochemical attributes of black cumin (*Nigella sativa* L.)”. *Scientific Reports*, 11(1), 1-16.
- Moradzadeh, S., Siavash Moghaddam, S., Rahimi, A., Pourakbar, L., El Enshasy, H. A. ve Sayyed, R. Z. (2021b). “Bio-chemical fertilizer improves the oil yield, fatty acid compositions, and macro-nutrient contents in *Nigella sativa* L.”. *Horticulturae*, 7(10), 345.

- Moretti, A., D'Antuono, L. F. ve Elementi, S. (2004). "Essential oils of *Nigella sativa* L. and *Nigella damascena* L. seed". *Journal of Essential Oil Research*, 16(3), 182-183.
- Mosber, G., Çakmakçı, R., Kutlu, M., Karagoz, H. (2019). "Effect of indole acetic acid producing bacteria and hormone applications on essential oil components of *Satureja hortensis* L". *Frontiers in Environmental Microbiology*, 5(1), 29-35.
- Mozaffari, F., Ghorbanli, M., Babai, A. ve Sepehr, M.F. (2000). "The effect of water stress on the seed oil of *Nigella sativa* L.". *Journal of Essential Oil Research*, 12(1), 36–38.
- Mukhtar, H., Qureshi, A. S., Anwar, F., Mumtaz, M. W. ve Marcu, M. (2019). "*Nigella sativa* L. seed and seed oil: Potential sources of high-value components for development of functional foods and nutraceuticals/pharmaceuticals". *Journal of Essential Oil Research*, 31(3), 171-183.
- Mutabagani, A. ve El-Mahdi, S.M. (1997). "A study of the anti-inflammatory activity of *Nigella sativa* L. and thymoquinone in rats". *Saudi Pharmaceutical Journal*, 5, 110–113.
- Nagi, M.N., Alam, K., Badary, O.A., al-Shabanah, O.A., al-Sawaf, H.A. ve al-Bekairi, A.M., (1999). "Hymoquinone protects against carbon tetrachloride hepatotoxicity in mice via an antioxidant mechanism". *Biochemistry and Molecular Biology International*, 47, 153–159.
- Nautiyal, O.H. (2019). "Black seed (*Nigella sativa*) oil". In *Fruit Oils: Chemistry and Functionality* (pp. 839-857). Springer, Cham.
- Naz, H. (2011). "*Nigella sativa*: the miraculous herb". *Pakistan Journal of Biochemistry and Molecular Biology*, 44, 44-48.
- Nergiz, C. ve Ötleş, S. (1993). "Chemical composition of *Nigella sativa* L. Seeds". *Food Chemistry*, 48 (3), 259–261.
- Nickavar, B., Mojab, F., Javidnia, K. ve Amoli, M. A. R. (2003). "Chemical composition of the fixed and volatile oils of *Nigella sativa* L. from Iran". *Zeitschrift für Naturforschung C*, 58 (9-10), 629-631.
- Nelson, D.W. ve Sommers L.E. (1980). "Total nitrogen analysis of soil and plant tissues". *Association of Official Analytical Chemists*, 63(4), 770-778.

- Orozco-Mosqueda, M.D., Santoyo, G. ve Glick, B.R. (2023). "Recent advances in the bacterial phytohormone modulation of plant growth". *Plants-Basel*, 12 (3),606.
- Özdemirel, F. ve Kaçar, O. (2020). "Bursa ekolojik koşullarında yetiştirilen farklı kökenli çörek otu (*Nigella sativa* L.) genotiplerinin tarımsal özelliklerinin ve sabit yağ oranlarının belirlenmesi". *Bursa Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 35(1), 13-31.
- Özel A., Demirel, U., Güler, İ. ve Erden, K. (2009). "Farklı sıra aralığı ve tohumluk miktarlarının çörek otunda (*Nigella sativa* L.) verim ve bazı tarımsal karakterlere etkisi". *Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 13(1), 17-25.
- Özel, A., Demirbilek, T. ve Güler, İ. (2002). "Harran Ovası kuru koşullarında farklı ekim zamanlarının çörek otu türleri (*Nigella* spp.)'nin verim ve bazı tarımsal karakterlerine etkisi". *Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 6(3-4), 81-90.
- Paarakh, P.M. (2010). "*Nigella sativa* Linn.-a comprehensive review". *Indian Journal of Natural Products and Resources*, 1, 409–429.
- Palabıyık, G. A. ve Aytacı, Z. (2018). "Chemical composition of the fixed and essential oils of *Nigella sativa* L. from Turkey". *Current Perspectives on Medicinal and Aromatic Plants*, 1(1), 19-27.
- Pavankumar, D. S., Maruthi Prasad, B. N., Umesh, K., Shivanna, M., Shankarappa, T. H. ve Halesh, G. K. (2018). "Influence of plant growth promoting rhizobacteria and plant growth regulators on growth and yield of black cumin (*Nigella sativa* L.) var. NS-44". *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 7, 1-4.
- Piras, A., Rosa, A., Marongiu, B., Porcedda, S., Falconieri, D., Dessi, M., Ozcelik, B. ve Koca, U. (2013). "Chemical composition and in vitro bioactivity of the volatile and fixed oils of *Nigella sativa* L. extracted by supercritical carbon dioxide". *Industrial Crops and Products*, 46, 317–323.
- Rahim, M. A., Shoukat, A., Khalid, W., Ejaz, A., Itrat, N., Majeed, I. ve Al-Farga, A. (2022). "A narrative review on various oil extraction methods, encapsulation processes, fatty acid profiles, oxidative stability, and medicinal properties of black seed (*Nigella sativa*)". *Foods*, 11(18), 2826.

- Ramadan, M.F. (2007). “Nutritional value, functional properties and nutraceutical applications of black cumin (*Nigella sativa* L.) oiseeds: an overview”. *International Journal of Food Science and Technology*, 42, 1208–1218.
- Ramadan, M.F. (2015). “Nutritional value and applications of *Nigella sativa* essential oil: a mini review”. *Journal of Essential Oil Research*, 27(4), 271-275.
- Ramadan, M.F., Asker, M.M.S. ve Tadros, M. (2012). “Antiradical and antimicrobial properties of cold-pressed black cumin and cumin oils”. *European Food Research and Technology*, 234(5), 833–844.
- Ramadan, M.F., Kroh, L.W. ve Mörsel, J.T. (2003). “Radical scavenging activity of black cumin (*Nigella sativa* L.), coriander (*Coriandrum sativum* L.), and niger (*Guizotia abyssinica* Cass.) crude seed oils and oil fractions”. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 51(24), 6961–6969.
- Rana, S., Singh, P. P., Naruka, I. S. ve Rathore, S. S. (2012). “Effect of nitrogen and phosphorus on growth, yield and quality of black cumin (*Nigella sativa* L.)”. *International Journal of Seed Spices*, 2(2), 5-8.
- Rchid, H., Nmila, R., Bessiere, J.M., Sauvaire, Y., Chokairi, M. (2004). “Volatile components of *Nigella damascena* L. and *Nigella sativa* L. seeds”. *Journal of Essential Oil Research*, 16, 585–587.
- Rooney, S. ve Ryan, M.F. (2005). “Modes of action of alpha-hederin and thymoquinone, active constituents of *Nigella sativa* against HEP-2 cancer cells”. *Anticancer Research*, 25(4), 2199–2204.
- Roussis, I., Travlos, I., Bilalis, D. ve Kakabouki, I. (2017). “Influence of seed rate and fertilization on yield and yield components of *Nigella sativa* L. cultivated under Mediterranean semi-arid conditions”. *AgroLife Scientific Journal*, 6(1), 218-223.
- Safaei, Z., Azizi, M., Davarynejad, G. ve Aroiee, H. (2014). “The effect of foliar application of humic acid and nanofertilizer (Pharmks®) on yield and yield components of black cumin (*Nigella sativa* L.)”. *Journal of Medicinal Plants and by-Product*, 3(2), 133-140.
- Salama, R. H. (2010). “Clinical and therapeutic trials of *Nigella sativa*”. *TAF Preventive Medicine Bulletin*, 9(5), 513-522.

- Saleh AI-Jassir, M., (1992). "Chemical composition and microflora of black cumin (*Nigella sativa* L.) seeds growing in Saudi Arabia". *Food Chemistry*, 45, 239–242.
- Salehi, B., Quispe, C., Imran, M., Ul-Haq, I., Živković, J., Abu-Reidah, I. M. ve Sharifi-Rad, J. (2021). "Nigella plants—traditional uses, bioactive phytoconstituents, preclinical and clinical studies". *Frontiers in Pharmacology*, 12, 1-26.
- Salem, M. A. (2001). "Effect of some heat treatment on *Nigella* seeds characteristics. 1- Some physical and chemical properties of *Nigella* seed oil". *Journal of Agricultural Research*, 27, 471–486.
- Santoro MV, Zygadlo J, Giordano W. ve Banchio, E. (2011). "Volatile organic compounds from rhizobacteria increase biosynthesis of essential oils and growth parameters in peppermint (*Mentha piperita*)". *Plant Physiology and Biochemistry*, 49(10), 1177-1182.
- Santoro, M.V., Cappellari, L.R., Giordano, W. ve Banchio, E. (2015). "Plant growth-promoting effects of native *Pseudomonas* strains on *Mentha piperita* (peppermint): an in vitro study". *Plant Biology*, 17(6), 1218-1226.
- Saraç, S., (2019). "Çörek otu (*Nigella sativa*) bitkisinde kışlık ekim zamanında sıra arası mesafe ile ekim normunun verim ve bazı kalite kriterlerine etkisi". Yüksek Lisans Tezi, Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekirdağ.
- Sarkar, C., Jamaddar, S., Islam, T., Mondal, M., Islam, M. T. ve Mubarak, M. S. (2021). "Therapeutic perspectives of the black cumin component thymoquinone: A review". *Food and Function Journal*, 12, 6167–6213.
- Sen, A., Choudhuri, P., Chatterjee, R. ve Jana, J. (2018). "Influence of inorganic nutrient, organic nutrient and bio-fertilizer on growth, yield and quality of cumin black (*Nigella sativa* L.) in eastern Himalayan region of West Bengal". *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 7, 2571-2575.
- Seyyedani, P., Daneshian, J., Mirza, M., Maleki, A. ve Alireza, S. (2014). "The effect of nitrogen chemical fertilizer and zinc sulfate application on yield and its components of *Nigella sativa* L. under different humidity conditions". *Bulletin of Environment, Pharmacology and Life Sciences*, 3(2), 92-99.

- Seyyedi, S. M., Khajeh-Hosseini, M., Moghaddam, P. R. ve Shahandeh, H. (2015a). “Effects of phosphorus and seed priming on seed vigor, fatty acids composition and heterotrophic seedling growth of black seed (*Nigella sativa* L.) grown in a calcareous soil”. *Industrial Crops and Products*, 74, 939-949.
- Seyyedi, S. M., Moghaddam, P. R., Khajeh-Hosseini, M. ve Shahandeh, H. (2015b). “Influence of phosphorus and soil amendments on black seed (*Nigella sativa* L.) oil yield and nutrient uptake”. *Industrial Crops and Products*, 77, 167-174.
- Shaalan, M. N. (2005). “Influence of biofertilizers and chicken manure on growth, yield and seeds quality of (*Nigella Sativa*, L.) plants”. *Egyptian Journal of Agricultural Research*, 83(2), 811-828.
- Shah, S. H. (2007). “Influence of combined application of nitrogen and kinetin on nutrient uptake and productivity of black cumin (*Nigella sativa* L.)”. *Asian Journal of Plant Sciences*, 6(2), 403-406.
- Shahbazi, E., Safipor, B. ve Golkar, P. (2022). “Responses of *Nigella damascena* L. and *Nigella sativa* L. to Drought Stress: Yield, Fatty Acid Composition and Antioxidant Activity”. *Journal of Agricultural Science and Technology*, 24(3), 693-705.
- Sharma, P. ve Longvah, T. (2021). “*Nigella* (*Nigella sativa*) Seed”. In *Oiseeds: Health Attributes and Food Applications* (pp. 331-350). Springer, Singapore.
- Shawki, M., El-Wakeel, L., Shatla, R., EL-Saeed, G., Ibrahim, S. ve Badary, O. (2013). “The clinical outcome of adjuvant therapy with black seed oil on intractable pediatric seizures: A pilot study”. *Epileptic Disorders*, 15(3), 295–301.
- Shirmohammadi, E., Khaje, M., Shahgholi, H. ve Talaei, G. H. (2014). “Effect of biological phosphate and chemical phosphorus fertilizer on yield and yield components of Black cumin (*Nigella sativa* L.)”. *Agriculture Science Developments*, 3(9), 279-283.
- Shokri H. (2016). “A review on the inhibitory potential of *Nigella sativa* against pathogenic and toxigenic fungi”. *Avicenna Journal of Phytomedicine*, 6 (1), 21-33.
- Sieniawska, E., Sawicki, R., Golus, J., Swatko-Ossor, M., Ginalska, G. ve Skalicka-Wozniak, K. (2018). “*Nigella damascena* L. essential oil—a valuable source of β -elemene for antimicrobial testing”. *Molecules*, 23(2), 256.

- Singh, G., Marimuthu, P., de Heluani, C. S. ve Catalan, C. (2005). "Chemical constituents and antimicrobial and antioxidant potentials of essential oil and acetone extract of *Nigella sativa* seeds". *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 85(13), 2297-2306.
- Singh, R. K. ve Jhunjhunwalla, K. N. (2014). "Chemical composition of volatile oil of *Nigella sativa* seeds". *World Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences*, 3(10), 1588-1594.
- Solati, Z., Baharin, B. S. ve Bagheri, H. (2014). "Antioxidant property, thymoquinone content and chemical characteristics of different extracts from *Nigella sativa* L. Seeds". *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 91(2), 295-300.
- Soleimanifar, M., Niazmand, R. ve Jafari, S. M. (2019). "Evaluation of oxidative stability, fatty acid profile, and antioxidant properties of black cumin seed oil and extract". *Journal of Food Measurement and Characterization*, 13(1), 383–389.
- Sultan, M.T., Butt, M.S., Anjum, F.M., Jamil, A., Akhtar, S.ve Nasır, M. (2009). "Nutritional profile of indigenous cultivar of Black cumin seeds and antioxidant potential of its fixed and essential oil". *Pakistan Journal of Botany*, 41, 1321–1330.
- Sultana, S., Das, B., Chandra Rudra, B., Das, G., Banaz ve Alam, M.D. (2018). "Effect of date of owing on productivity of black cumin". *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 7(1), 1796-1800.
- Şahin, F., Çakmakçı, R. ve Kantar, F., (2004). Sugar beet and barley yields in relation to inoculation with N₂-fixing and phosphate solubilizing bacteria. *Plant and Soil*, 265,123-129.
- Talaei, G. H., Abad, A. B., Zadeh, M. M., Shahgholi, H. ve Geimadil, R. 2014. "Effect of biological phosphate and chemical phosphorus fertilizer on quantity and quality of black cumin (*Nigella sativa* L.)". *International Journal of Biosciences*, 4 (11), 265-270.
- Taqi, H. (2013). "Samsun koşullarında bazı çörek otu (*Nigella sativa* L.) populasyonlarında önemli tarımsal ve kalite özelliklerinin belirlenmesi". Yüksek Lisans Tezi. Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Samsun.

- Tavas, N., Katar, N. ve Aytaç, Z. (2014). “Eskişehir ekolojik koşullarında yetiştirilen çörek otu (*Nigella sativa* L.)’nda verim, verim özellikleri ve sabit yağ bileşenleri”. *II. Tıbbi Aromatik Bitkiler Sempozyumu*, 23, 25.
- Tektaş, E. (2015). “Harran Ovası Koşullarında Birim Alandaki Tohum Sayısının Çörek Otu (*Nigella sativa* L.)’nun Verim ve Bazı Bitkisel Özelliklerine Etkisi”. Yüksek Lisans Tezi, Harran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Şanlıurfa.
- Telci, I., İzgi, M. N., Ozek, T., Yasak, S., Yur, S. ve Ozek, G. (2022). “Effects of different nitrogen doses on thymoquinone and fatty acid composition in seed oil of black cummin (*Nigella sativa* L.)”. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 99(3), 229-237.
- Telci, I., Sahin-Yaglioglu, A., Eser, F., Aksit, H., Demirtas, I. ve Tekin, S. (2014). “Comparison of seed oil composition of *Nigella sativa* L. and *Nigella damascena* L. during seed maturation stages”. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 91, 1723-1729.
- Thilakarathna, R.C.N., Madhusankha, G.D.M.P. ve Navaratne, S.B. (2018a). “Morphological characteristics of black cummin (*Nigella sativa*) seeds”. *Chemistry Research Journal*, 3(3), 40-45.
- Thilakarathna, R.C.N., Madushanka, G. ve Navaratne, S.B. (2018b). “Comparison of physico-chemical properties of Indian and Ethiopian origin black cummin (*Nigella sativa*) seed cake”. *International Journal of Food Science and Nutrition*, 3(4), 30-31.
- Toncer, O. ve Kizil, S., (2004). “Effect of seed rate on agronomic and technologic characters of *Nigella sativa* L.”. *International Journal of Agriculture and Biology*, 6(3), 529-532.
- Tulukcu, E. (2011). “A comparative study on fatty acid composition of black cummin obtained from different regions of Turkey, Iran and Syria”. *African Journal of Agricultural Research*, 6(4), 892-895.
- Tuncturk, R., Tuncturk, M. ve Ciftci, V. (2012). “The effects of varying nitrogen doses on yield and some yield components of black cummin (*Nigella sativa* L.)”. *Advances in Environmental Biology*, 6(2), 855-858.

- Turan, S, Y., (2014). “Fosfor dozlarının çörek otunun (*Nigella sativa* L.) verim ve kalitesine etkisi”. Yüksek Lisans Tezi, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir.
- TÜBİVES (2023). “Türkiye Bitkileri Veri Servisi Türkiye Bitki Verileri Servisi”. <https://www.tubives.com> adresinden erişildi (E.T. 16.04.2023).
- Ulus, F. ve Şahin, A. (2021). “Investigation on the effects of different concentrations of some fertilizers on yield, quality and essential and fixed oil composition of *Nigella damascena*”. *Romanian Biotechnological Letters*, 26(3), 2722-2735.
- Ürüşan, Z., (2016). “Bazı çörek otu (*Nigella sativa* L., *Nigella damascena*) genotiplerinde tarımsal ve kalite özelliklerinin belirlenmesi”. Yüksek Lisans Tezi, Atatürk Üniversitesi Fen bilimleri Enstitüsü, Erzurum. 53s.
- Valadabadi, S. A. ve Farahani, H. A. (2011). “Investigation of biofertilizers influence on quantity and quality characteristics in *Nigella sativa* L.”. *Journal of Horticulture and Forestry*, 3(3), 88-92.
- Vatansev, H., Ciftci, H., Ozkaya, A., Ozturk, B., Evliyaoglu, N. ve Kiyici, A. (2013). “Chemical composition of *Nigella sativa* L. seeds used as a medical aromatic plant from East Anatolia Region, Turkey”. *Asian Journal of Chemistry*, 25(10), 5490-5492.
- Vessey, J.K. (2003). “Plant growth promoting rhizobacteria as biofertilizers”. *Plant and Soil*, 255(2), 571-586.
- Wajs, A., Bonikowski, R. ve Kalembe, D. (2008). “Composition of essential oil from seeds of *Nigella sativa* L. cultivated in Poland”. *Flavour and Fragrance Journal*, 23, 126-132.
- Wajs, A., Bonikowski, R., Kalembe, D., (2009). “Different isolation methods for determination of composition of volatiles from *Nigella damascena* L. seeds”. *Natural Product Communications*, 4, 1577–1580.
- Wako, F. L., Aga, M. C. ve Negeri, G. T. (2022). “Response of black cumin to vermicompost and nitrogen fertilizer”. *Agricultural and Environmental Letters*, 7(1), e20066.

- Worthen, D. R., Ghosheh, O. A. ve Crooks, P. A. (1998). "The in vitro anti-tumor activity of some crude and purified components of blackseed, *Nigella sativa* L.". *Anticancer Research*, 18, 1527-1532.
- Yadav, A., Mudoi, K.D., Kumar, N.; Geed, S.R., Gogoi, P., Sharma, R.K. ve Saikia, R. (2022). "Auxin biosynthesis by *Microbacterium testaceum* Y411 associated with orchid aerial roots and their efficacy in micropropagation". *Frontiers in Plant Science*, 13,1037109.
- Yılmaz, G., Bıyık, N.ve Dökülen, Ş. (2020). "Seçilmiş bazı çörek otu (*Nigella sativa* L.) populasyonlarının Tokat-Niksar şartlarında performanslarının belirlenmesi". *Ziraat Fakültesi Dergisi*, 186-193.
- Yimam, E., Nebiyu, A., Mohammed, A. ve Getachew, M. (2015). "Effect of nitrogen and phosphorus fertilizers on growth, yield and yield components of black cumin (*Nigella sativa* L.) at Konta District, South West Ethiopia". *Journal of Agronomy*, 14(3), 112.
- Zarifikhosroshahi, M., Erkoyuncu, M. T. ve Ergun, Z. (2022). "The fatty acid composition of *Nigella sativa* from Turkey". *International Journal of Agriculture Forestry and Life Sciences*, 6(2), 39-43.

EKLER

Ek: 1

Nigella sativa türünün 2019-2020 yılında uygulamalara bağlı olarak etken madde oranları (%)

İçerik	Uygulamalar*																		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
α -Thujene	17,65	17,64	17,94	16,56	18,49	17,91	18,73	18,81	19,60	18,37	18,43	15,72	17,10	17,05	17,44	18,80	16,99	18,18	18,04
α -Pinene	3,35	3,60	3,76	3,24	3,83	3,54	3,79	3,82	3,95	3,77	3,62	3,41	3,55	3,52	3,89	3,91	3,29	3,52	3,65
Sabinene	1,44	1,49	1,77	1,79	1,59	1,60	1,65	1,60	1,72	1,66	1,67	1,75	1,32	1,52	1,84	1,81	1,41	1,80	1,90
β -Pinene	3,38	3,57	3,96	3,21	3,81	3,67	3,72	3,69	3,86	3,79	3,75	3,14	3,47	3,53	4,02	3,90	3,30	3,44	3,61
Myrcene	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
α -Terpinene	0,51	0,46	0,68	0,54	0,38	0,49	0,51	0,59	0,60	0,63	0,66	0,79	0,44	0,64	0,70	0,55	0,57	0,76	0,69
<i>p</i> -Cymene	49,23	50,62	48,47	50,14	49,45	47,40	48,50	48,47	49,81	48,25	52,76	51,17	51,98	47,44	49,10	48,47	49,53	48,82	49,19
Limonene	2,00	2,13	2,42	2,25	2,56	2,75	2,28	2,33	2,43	2,20	3,01	1,95	2,11	2,16	2,51	2,37	2,23	2,10	2,25
Eucalyptol	0,11	0,08	0,11	0,11	0,10	0,12	0,10	0,12	0,09	0,11	0,10	0,10	0,11	0,10	0,13	0,00	0,10	0,00	0,09
γ -Terpinene	0,70	1,03	1,39	1,46	0,67	0,66	1,23	1,75	1,21	1,54	1,36	1,26	1,10	1,44	0,96	0,78	0,92	2,35	1,32
Linalool	0,74	0,83	0,81	0,78	0,94	0,90	0,86	0,88	0,84	0,89	0,70	0,82	0,75	0,79	0,76	0,86	0,72	0,68	0,82
4-Terpineol	1,69	1,20	1,36	1,46	1,54	2,02	1,75	1,34	1,40	1,93	1,78	1,49	1,31	1,66	1,60	0,95	1,84	1,24	1,72
β -Cyclocitral	0,10	0,08	0,20	0,06	0,39	0,09	0,10	0,09	0,07	0,06	0,17	0,08	0,06	0,22	0,08	0,12	0,11	0,27	0,09
Carvone	0,06	0,00	0,00	0,05	0,21	0,22	0,00	0,27	0,00	0,00	0,56	0,11	0,00	0,24	0,16	0,36	0,33	0,00	0,07
Thymoquinone	8,39	8,73	9,14	10,03	7,20	10,12	8,07	6,90	5,69	7,46	4,21	7,57	8,03	10,99	9,47	9,18	10,69	9,56	8,53
Isobornyl acetate	0,20	0,16	0,11	0,17	0,19	0,19	0,19	0,20	0,13	0,20	0,16	0,21	0,22	0,20	0,18	0,15	0,18	0,11	0,18
Thymol	1,01	0,98	1,13	0,87	1,15	1,32	1,01	0,97	0,73	1,36	0,72	1,55	1,01	1,23	0,40	0,63	1,12	1,14	1,16
α -Longipinene	0,21	0,17	0,00	0,20	0,18	0,15	0,20	0,21	0,16	0,15	0,12	0,25	0,24	0,18	0,13	0,20	0,16	0,13	0,18
β -Elemene	0,08	0,09	0,62	0,00	0,24	0,13	0,08	0,22	0,75	0,08	0,00	0,36	0,00	0,08	0,49	0,11	0,18	0,82	0,10
Longifolene	1,48	1,13	0,46	1,18	1,21	1,11	1,34	1,45	0,92	1,09	0,72	1,59	1,51	1,27	0,88	1,20	0,98	0,94	1,07
Bilinmeyen	7,69	6,01	5,68	5,91	5,88	5,63	5,89	6,29	6,04	6,47	5,50	6,66	5,71	5,75	5,27	5,66	5,34	4,14	5,36

*1: Kontrol, 2: Kimyasal gübre, 3: Çiftlik gübresi, 4: IAA, 5: BMusaVita, 6: BMusaGreen, 7: RC512, 8: RC536, 9: RC481, 10: RC502, 11: RC16, 12: RC210,

13: RC512+RC17, 14: RC481+RC210+RC16, 15: RC536+RC17+RC32, 16: RC536+RC210+RC16, 17: RC512+RC07+RC58,

18: RC481+RC210+RC32+RC502, 19: RC536+RC542+RC65+RC502

Ek: 2

Nigella sativa türünün 2020-2021 yılında uygulamalara bağlı olarak etken madde oranları (%)

İçerik	Uygulamalar*																		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
α -Thujene	17,43	15,61	15,99	16,11	16,52	16,88	17,29	16,35	16,64	16,81	17,53	15,19	17,05	16,92	15,86	16,20	16,49	16,00	16,42
α -Pinene	3,30	3,10	3,11	3,16	3,30	3,35	3,28	3,19	3,22	3,23	3,35	2,97	3,40	3,33	3,05	3,13	3,13	3,29	3,27
Sabinene	1,19	1,33	1,34	1,51	1,45	1,46	1,42	1,39	1,39	1,44	1,41	1,48	1,40	1,41	1,55	1,43	1,40	1,46	1,47
β -Pinene	3,15	3,02	3,03	3,07	3,20	3,24	3,15	3,10	3,12	3,18	3,15	2,92	3,17	3,17	3,05	3,13	3,09	3,14	3,14
Myrcene	0,11	0,14	0,17	0,22	0,12	0,16	0,17	0,13	0,13	0,11	0,19	0,13	0,11	0,16	0,14	0,15	0,15	0,13	0,12
α -Terpinene	0,44	0,58	0,91	0,93	0,64	0,85	0,71	0,56	0,73	0,78	0,72	0,68	0,63	0,70	0,65	0,81	0,75	0,75	0,70
<i>p</i> -Cymene	52,73	53,01	51,35	51,68	50,85	50,44	51,50	53,20	53,36	52,64	52,43	53,44	52,45	51,33	51,83	51,90	52,18	51,23	52,93
Limonene	2,05	2,08	2,08	2,08	2,12	2,09	2,10	2,19	2,09	2,09	2,15	2,01	2,03	2,10	2,13	2,19	2,12	2,12	2,15
Eucalyptol	0,00	0,08	0,00	0,00	0,00	0,10	0,08	0,10	0,06	0,00	0,09	0,00	0,00	0,06	0,12	0,10	0,10	0,00	0,07
γ -Terpinene	1,20	2,01	3,49	3,93	2,20	3,35	2,03	0,88	2,54	2,57	2,48	2,14	1,67	2,33	2,68	3,09	2,53	2,79	3,46
Linalool	0,81	0,98	0,97	0,97	1,03	0,98	0,94	0,92	0,96	0,97	0,99	0,93	0,93	0,89	1,03	1,03	0,93	1,01	0,98
4-Terpineol	0,85	0,84	1,00	0,89	0,97	0,96	0,99	0,92	0,97	0,97	0,91	1,07	0,96	0,87	0,96	0,89	0,85	0,88	0,88
β -Cyclocitral	0,13	0,24	0,11	0,10	0,25	0,15	0,14	0,21	0,18	0,16	0,29	0,31	0,20	0,18	0,20	0,28	0,25	0,17	0,24
Carvone	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Thymoquinone	7,40	8,79	8,10	8,27	8,63	8,34	8,37	8,73	6,68	6,95	6,83	8,25	7,78	9,07	8,53	7,99	8,29	9,22	7,04
Isobornyl acetate	0,12	0,10	0,11	0,11	0,13	0,10	0,12	0,12	0,11	0,12	0,11	0,12	0,13	0,09	0,08	0,10	0,11	0,10	0,11
Thymol	0,45	0,69	0,93	0,64	0,75	0,76	0,78	0,76	0,60	0,91	0,68	0,99	0,87	0,58	0,55	0,54	0,58	0,99	0,67
α -Longipinene	0,15	0,15	0,19	0,18	0,18	0,18	0,17	0,16	0,16	0,18	0,18	0,20	0,16	0,15	0,16	0,17	0,16	0,16	0,17
β -Elemene	0,00	0,00	0,00	0,00	0,50	0,26	0,24	0,21	0,19	0,29	0,00	0,00	0,08	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Longifolene	0,94	0,97	1,06	0,91	1,14	1,16	1,02	1,08	1,09	0,96	1,11	1,29	1,07	1,00	1,01	0,96	1,04	0,87	0,86
Bilinmeyen	7,56	6,28	6,07	5,23	6,03	5,19	5,49	5,78	5,76	5,64	5,41	5,87	5,90	5,70	6,41	5,93	5,86	5,70	5,31

*1: Kontrol, 2: Kimyasal gübre, 3: Çiftlik gübresi, 4: IAA, 5: BMusaVita, 6: BMusaGreen, 7: RC512, 8: RC536, 9: RC481, 10: RC502, 11: RC16, 12: RC210,

13: RC512+RC17, 14: RC481+RC210+RC16, 15: RC536+RC17+RC32, 16: RC536+RC210+RC16, 17: RC512+RC07+RC58,

18: RC481+RC210+RC32+RC502, 19: RC536+RC542+RC65+RC502

Ek: 3

Nigella sativa türünün yıllar ortalaması olarak uygulamalara bağlı etken madde oranları (%)

İçerik	Uygulamalar*																		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
α -Thujene	17,54	16,62	16,96	16,34	17,50	17,40	18,01	17,58	18,12	17,59	17,98	15,46	17,08	16,98	16,65	17,50	16,74	17,09	17,23
α -Pinene	3,33	3,35	3,43	3,20	3,57	3,44	3,53	3,50	3,58	3,50	3,49	3,19	3,48	3,42	3,47	3,52	3,21	3,41	3,46
Sabinene	1,31	1,41	1,55	1,65	1,52	1,53	1,53	1,49	1,55	1,55	1,54	1,61	1,36	1,46	1,70	1,62	1,40	1,63	1,69
β -Pinene	3,26	3,29	3,49	3,14	3,50	3,46	3,43	3,40	3,49	3,48	3,45	3,03	3,32	3,35	3,53	3,52	3,19	3,29	3,37
Myrcene	0,05	0,07	0,08	0,11	0,06	0,08	0,09	0,07	0,06	0,06	0,10	0,07	0,05	0,08	0,07	0,08	0,07	0,07	0,06
α -Terpinene	0,47	0,52	0,79	0,74	0,51	0,67	0,61	0,57	0,67	0,70	0,69	0,73	0,53	0,67	0,67	0,68	0,66	0,75	0,70
<i>p</i> -Cymene	50,98	51,81	49,91	50,91	50,15	48,92	50,00	50,84	51,58	50,45	52,60	52,31	52,21	49,39	50,46	50,18	50,86	50,03	51,06
Limonene	2,03	2,11	2,25	2,16	2,34	2,42	2,19	2,26	2,26	2,14	2,58	1,98	2,07	2,13	2,32	2,28	2,17	2,11	2,20
Eucalyptol	0,06	0,08	0,05	0,05	0,05	0,11	0,09	0,11	0,08	0,06	0,10	0,05	0,06	0,08	0,13	0,05	0,10	0,00	0,08
γ -Terpinene	0,95	1,52	2,44	2,69	1,44	2,00	1,63	1,32	1,88	2,06	1,92	1,70	1,38	1,89	1,82	1,94	1,73	2,57	2,39
Linalool	0,78	0,90	0,89	0,88	0,98	0,94	0,90	0,90	0,90	0,93	0,85	0,88	0,84	0,84	0,89	0,94	0,83	0,84	0,90
4-Terpineol	1,27	1,02	1,18	1,17	1,26	1,49	1,37	1,13	1,19	1,45	1,34	1,28	1,13	1,26	1,28	0,92	1,35	1,06	1,30
β -Cyclocitral	0,12	0,16	0,15	0,08	0,32	0,12	0,12	0,15	0,13	0,11	0,23	0,20	0,13	0,20	0,14	0,20	0,18	0,22	0,17
Carvone	0,03	0,00	0,00	0,02	0,10	0,11	0,00	0,14	0,00	0,00	0,28	0,06	0,00	0,12	0,08	0,18	0,16	0,00	0,03
Thymoquinone	7,90	8,76	8,62	9,15	7,91	9,23	8,22	7,82	6,19	7,21	5,52	7,91	7,90	10,03	9,00	8,58	9,49	9,39	7,79
Isobornyl acetate	0,16	0,13	0,11	0,14	0,16	0,15	0,15	0,16	0,12	0,16	0,13	0,16	0,18	0,15	0,13	0,13	0,14	0,11	0,14
Thymol	0,73	0,83	1,03	0,76	0,95	1,04	0,90	0,87	0,67	1,14	0,70	1,27	0,94	0,91	0,47	0,58	0,85	1,06	0,92
α -Longipinene	0,18	0,16	0,09	0,19	0,18	0,16	0,19	0,19	0,16	0,16	0,15	0,23	0,20	0,16	0,15	0,18	0,16	0,14	0,17
β -Elemene	0,04	0,04	0,31	0,00	0,37	0,19	0,16	0,22	0,47	0,18	0,00	0,18	0,04	0,04	0,24	0,06	0,09	0,41	0,05
Longifolene	1,21	1,05	0,76	1,05	1,17	1,13	1,18	1,26	1,01	1,03	0,92	1,44	1,29	1,13	0,95	1,08	1,01	0,90	0,96
Bilinmeyen	7,63	6,14	5,87	5,57	5,96	5,41	5,69	6,03	5,90	6,05	5,46	6,27	5,81	5,72	5,84	5,79	5,60	4,92	5,33

*1: Kontrol, 2: Kimyasal gübre, 3: Çiftlik gübresi, 4: IAA, 5: BMusaVita, 6: BMusaGreen, 7: RC512, 8: RC536, 9: RC481, 10: RC502, 11: RC16, 12: RC210,

13: RC512+RC17, 14: RC481+RC210+RC16, 15: RC536+RC17+RC32, 16: RC536+RC210+RC16, 17: RC512+RC07+RC58,

18: RC481+RC210+RC32+RC502, 19: RC536+RC542+RC65+RC502

Ek: 4

Nigella damascena türünün 2019-2020 yılında uygulamalara bağlı olarak etken madde oranları (%)

İçerik	Uygulamalar*																		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Thujene	0,51	0,48	0,15	0,34	0,14	0,26	0,14	0,43	0,61	0,28	0,23	0,37	0,32	0,26	0,18	0,22	0,69	0,00	0,24
α -Pinene	0,00	0,10	0,01	0,03	0,00	0,00	0,00	0,07	0,12	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,14	0,00	0,11
β -Pinene	0,11	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,12	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,14	0,00	0,00
<i>p</i> -Cymene	1,60	1,28	0,68	1,00	0,29	0,25	0,33	1,02	2,42	0,89	0,50	0,81	1,26	0,65	0,34	0,61	1,79	0,17	0,57
Limonene	0,37	0,17	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,35	0,29	0,00	0,00	0,00	0,17	0,00	0,60	0,00	0,33	0,00	0,05
γ -Terpinene	0,33	0,31	0,50	0,54	0,30	0,41	0,34	0,28	0,45	0,43	0,40	0,35	0,29	0,39	0,37	0,40	0,36	0,53	0,51
β -Bourbonene	0,24	0,37	0,36	0,34	0,20	0,27	0,32	0,21	0,23	0,22	0,32	0,28	0,22	0,29	0,18	0,25	0,29	0,29	0,39
β -Elemene	68,00	70,79	71,05	70,39	72,50	72,26	71,40	71,55	68,69	69,52	71,50	70,77	69,37	70,97	71,54	70,53	67,39	72,35	70,76
<i>trans</i> -Caryophyllene	0,86	0,90	0,91	0,78	0,88	0,87	0,82	0,88	0,87	0,83	0,83	0,86	0,92	0,93	0,87	0,86	0,97	0,88	0,90
γ -Gurjunene	1,75	1,72	0,00	1,17	1,18	1,46	1,47	1,20	1,53	0,00	0,00	1,14	0,06	1,85	0,38	0,09	0,18	1,69	1,83
Germacrene-D	0,28	0,05	0,15	0,13	0,19	0,10	0,15	0,08	0,26	0,25	0,22	0,10	0,17	0,24	0,07	0,17	0,23	0,20	0,14
β -Selinene	0,41	0,50	0,61	0,55	0,77	0,62	0,57	0,47	0,61	0,69	0,54	0,44	0,63	0,46	0,48	0,65	1,21	0,65	0,73
α -Selinene	14,79	14,82	16,97	14,70	14,93	15,08	15,31	13,94	14,90	17,66	16,62	14,28	16,96	15,08	16,25	16,88	16,60	15,12	15,37
Valencene	0,22	0,22	0,27	0,18	0,22	0,21	0,19	0,20	0,22	0,25	0,19	0,21	0,21	0,25	0,24	0,23	0,20	0,26	0,23
γ -Selinene	7,12	6,93	7,03	6,84	6,64	6,94	7,06	6,62	6,87	7,30	6,91	6,93	7,47	7,09	7,09	7,27	6,74	7,17	7,03
9-Hexadecen	0,66	0,44	0,52	0,58	0,59	0,63	0,49	0,54	0,48	0,58	0,47	0,52	0,61	0,51	0,64	0,56	0,41	0,53	0,51
Bilinmeyen	2,75	0,85	0,77	2,43	1,17	0,64	1,41	2,15	1,35	1,10	1,29	2,94	1,34	1,03	0,77	1,29	2,33	0,15	0,62

*1: Kontrol, 2: Kimyasal gübre, 3: Çiftlik gübresi, 4: IAA, 5: BMusaVita, 6: BMusaGreen, 7: RC512, 8: RC536, 9: RC481, 10: RC502, 11: RC16, 12: RC210,

13: RC512+RC17, 14: RC481+RC210+RC16, 15: RC536+RC17+RC32, 16: RC536+RC210+RC16, 17: RC512+RC07+RC58,

18: RC481+RC210+RC32+RC502, 19: RC536+RC542+RC65+RC502

Ek: 5

Nigella damascena türünün 2020-2021 yılında uygulamalara bağlı olarak etken madde oranları (%)

İçerik	Uygulamalar*																		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Thujene	0,29	0,19	0,21	0,36	0,26	0,08	0,28	0,12	0,49	0,45	0,23	0,09	0,20	0,11	0,26	0,30	0,15	0,16	0,40
α -Pinene	0,00	0,00	0,00	0,07	0,00	0,00	0,00	0,04	0,07	0,08	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,08
β -Pinene	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04	0,07	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,07
<i>p</i> -Cymene	0,79	0,61	0,55	1,14	0,74	0,21	0,86	0,35	1,05	1,20	0,72	0,27	0,57	0,33	0,63	0,82	0,53	0,64	1,21
Limonene	0,00	0,00	0,00	0,04	0,00	0,00	0,06	0,00	0,38	0,05	0,06	0,07	0,00	0,00	0,00	0,00	0,13	0,00	0,10
γ -Terpinene	0,08	0,12	0,12	0,08	0,14	0,12	0,13	0,12	0,73	0,10	0,12	0,13	0,15	0,15	0,10	0,12	0,13	0,13	0,20
β -Bourbonene	0,29	0,23	0,25	0,24	0,26	0,26	0,26	0,26	0,26	0,26	0,24	0,26	0,26	0,25	0,28	0,25	0,25	0,22	0,25
β -Elemene	68,64	71,84	71,24	71,56	69,36	70,23	68,84	71,08	69,33	69,41	70,34	72,09	69,94	72,52	71,14	70,01	70,31	68,70	71,24
<i>trans</i> -Caryophyllene	0,78	0,85	0,86	0,87	0,81	0,80	0,76	0,76	0,82	0,83	0,79	0,78	0,79	0,84	0,78	0,82	0,82	0,82	0,85
γ -Gurjunene	0,13	0,10	0,10	1,67	0,00	0,00	0,00	1,56	0,09	0,09	1,66	0,05	1,71	0,00	0,03	1,74	0,10	0,12	1,58
Germacrene-D	0,14	0,34	0,31	0,27	0,18	0,22	0,19	0,16	0,26	0,24	0,22	0,19	0,21	0,20	0,15	0,24	0,28	0,28	0,25
β -Selinene	0,56	0,53	0,56	0,48	0,67	0,58	0,39	0,29	0,27	0,34	0,72	0,86	0,77	0,60	0,50	1,24	1,00	0,95	0,76
α -Selinene	17,55	16,33	17,37	15,09	18,60	18,64	18,43	15,73	17,07	17,52	15,99	16,82	16,47	17,17	17,59	16,30	17,98	18,90	14,82
Valencene	0,21	0,21	0,22	0,22	0,25	0,25	0,29	0,24	0,24	0,21	0,24	0,26	0,25	0,24	0,23	0,23	0,25	0,23	0,23
γ -Selinene	7,57	6,82	7,27	6,96	7,87	7,89	7,76	7,49	7,12	7,35	7,40	6,66	7,49	7,06	7,58	7,36	7,51	7,85	7,01
9-Hexadecen	0,12	0,10	0,10	0,12	0,24	0,20	0,17	0,15	0,12	0,14	0,14	0,11	0,13	0,05	0,19	0,17	0,14	0,16	0,11
Bilinmeyen	2,85	1,73	0,85	0,82	0,62	0,51	1,57	1,62	1,63	1,66	1,12	1,36	1,06	0,48	0,55	0,39	0,42	0,84	0,85

*1: Kontrol, 2: Kimyasal gübre, 3: Çiftlik gübresi, 4: IAA, 5: BMusaVita, 6: BMusaGreen, 7: RC512, 8: RC536, 9: RC481, 10: RC502, 11: RC16, 12: RC210,

13: RC512+RC17, 14: RC481+RC210+RC16, 15: RC536+RC17+RC32, 16: RC536+RC210+RC16, 17: RC512+RC07+RC58,

18: RC481+RC210+RC32+RC502, 19: RC536+RC542+RC65+RC502

Ek: 6

Nigella damascena türünün yıllar ortalaması olarak uygulamalara bağlı etken madde oranları (%)

İçerik	Uygulamalar*																		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Thujene	0,40	0,34	0,18	0,35	0,20	0,17	0,21	0,27	0,55	0,36	0,23	0,23	0,26	0,19	0,22	0,26	0,42	0,08	0,32
α -Pinene	0,00	0,05	0,01	0,05	0,00	0,00	0,00	0,05	0,10	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,07	0,00	0,09
β -Pinene	0,05	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,10	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,07	0,00	0,03
<i>p</i> -Cymene	1,19	0,94	0,61	1,07	0,51	0,23	0,59	0,68	1,73	1,05	0,61	0,54	0,92	0,49	0,48	0,72	1,16	0,40	0,89
Limonene	0,18	0,09	0,00	0,02	0,00	0,00	0,03	0,18	0,34	0,03	0,03	0,03	0,09	0,00	0,30	0,00	0,23	0,00	0,08
γ -Terpinene	0,20	0,22	0,31	0,31	0,22	0,27	0,23	0,20	0,59	0,26	0,26	0,24	0,22	0,27	0,24	0,26	0,24	0,33	0,35
β -Bourbonene	0,27	0,30	0,30	0,29	0,23	0,26	0,29	0,24	0,24	0,24	0,28	0,27	0,24	0,27	0,23	0,25	0,27	0,26	0,32
β -Elemene	68,32	71,32	71,15	70,98	70,93	71,25	70,12	71,32	69,01	69,46	70,92	71,43	69,66	71,74	71,34	70,27	68,85	70,53	71,00
<i>trans</i> -Caryophyllene	0,82	0,87	0,88	0,83	0,84	0,83	0,79	0,82	0,84	0,83	0,81	0,82	0,85	0,88	0,82	0,84	0,89	0,85	0,87
γ -Gurjunene	0,94	0,91	0,05	1,42	0,59	0,73	0,74	1,38	0,81	0,04	0,83	0,60	0,89	0,93	0,20	0,91	0,14	0,90	1,70
Germacrene-D	0,21	0,20	0,23	0,20	0,19	0,16	0,17	0,12	0,26	0,24	0,22	0,15	0,19	0,22	0,11	0,20	0,26	0,24	0,20
β -Selinene	0,49	0,52	0,59	0,51	0,72	0,60	0,48	0,38	0,44	0,51	0,63	0,65	0,70	0,53	0,49	0,94	1,10	0,80	0,75
α -Selinene	16,17	15,58	17,17	14,89	16,77	16,86	16,87	14,83	15,98	17,59	16,30	15,55	16,72	16,13	16,92	16,59	17,29	17,01	15,09
Valencene	0,22	0,22	0,24	0,20	0,23	0,23	0,24	0,22	0,23	0,23	0,21	0,24	0,23	0,24	0,24	0,23	0,23	0,24	0,23
γ -Selinene	7,35	6,88	7,15	6,90	7,26	7,42	7,41	7,05	7,00	7,33	7,15	6,79	7,48	7,08	7,33	7,31	7,12	7,51	7,02
9-Hexadecen	0,39	0,27	0,31	0,35	0,41	0,42	0,33	0,35	0,30	0,36	0,30	0,31	0,37	0,28	0,41	0,36	0,28	0,35	0,31
Bilinmeyen	2,80	1,29	0,81	1,63	0,89	0,58	1,49	1,88	1,49	1,38	1,21	2,15	1,20	0,75	0,66	0,84	1,37	0,49	0,74

*1: Kontrol, 2: Kimyasal gübre, 3: Çiftlik gübresi, 4: IAA, 5: BMusaVita, 6: BMusaGreen, 7: RC512, 8: RC536, 9: RC481, 10: RC502, 11: RC16, 12: RC210,

13: RC512+RC17, 14: RC481+RC210+RC16, 15: RC536+RC17+RC32, 16: RC536+RC210+RC16, 17: RC512+RC07+RC58,

18: RC481+RC210+RC32+RC502, 19: RC536+RC542+RC65+RC502

Ek: 7

Tarla denemelerinden muhtelif görüntüler-1



Tarla denemelerinden muhtelif görüntüler-2



Ek: 8

Hasat öncesi çiftlik gübresi (a), kontrol (b), IAA (c), Kimyasal gübre (d), üçlü RC512+RC07+RC58 ve dördü RC481+RC210+RC32+RC502 bakteri aşılamalarına ait bazı parsel görüntüleri

