

***CARTHAMUS TINCTORIUS* L. (ASPIR) ÜZERİNDE
TOZLAŞTIRICI ARI DAVRANIŞLARI VE ÜRÜN
ÖZELLİKLERİNİN İNCELENMESİ**

**INVESTIGATION OF POLLINATOR BEE BEHAVIOR ON
CARTHAMUS TINCTORIUS L. (SAFFLOWER) AND
PROPERTIES OF ITS PRODUCTS**

ÇİĞDEM ÖZENİRLER

PROF. DR. KADRIYE SORKUN
Tez Danışmanı

Hacettepe Üniversitesi
Lisansüstü Eğitim-Öğretim ve Sınav Yönetmeliğinin
Biyoloji Anabilim Dalı için Öngördüğü
DOKTORA TEZİ olarak hazırlanmıştır.

2016

ÇİĞDEM ÖZENİRLER'in hazırladığı "*Carthamus tinctorius* L. (Aspir) Üzerinde Tozlaştırıcı Arı Davranışları ve Ürün Özelliklerinin İncelenmesi" adlı bu çalışma aşağıdaki jüri tarafından **BİYOLOJİ ANABİLİM DALI**'nda **DOKTORA TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

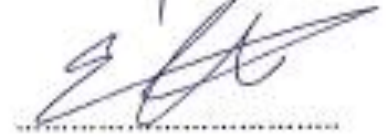
Prof. Dr. Nur Münevver PINAR
Başkan



Prof. Dr. Kadriye SORKUN
Danışman



Prof. Dr. Emel OYBAK DÖNMEZ
Üye



Prof. Dr. Nuray ŞAHİNLER
Üye



Yrd. Doç. Dr. Fatih DİKMEN
Üye



Bu tez Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü tarafından **DOKTORA TEZİ** olarak onaylanmıştır.

Prof. Dr. Salih Bülent ALTEN
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

ETİK

Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, tez yazım kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez kapsamında;

- tez içindeki bütün bilgi ve belgeleri akademik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- görsel, işitsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçları bilimsel ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda ilgili eserlere bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunduğumu,
- atıfta bulunduğum eserlerin tümünü kaynak olarak gösterdiğimi,
- kullanılan verilerde herhangi bir değişiklik yapmadığımı
- ve tezin herhangi bir bölümünü bu üniversite veya başka bir üniversitede başka bir tez çalışması olarak sunmadığımı

beyan ederim.

27/05/ 2016



ÇİĞDEM ÖZENİRLER

ÖZET

***Carthamus tinctorius* L. (Aspir) Üzerinde Tozlaştırıcı Arı Davranışları ve Ürün Özelliklerinin İncelenmesi**

Çiğdem ÖZENİRLER

Doktora, Biyoloji Bölümü

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Kadriye SORKUN

İkinci Tez Danışmanı: Prof. Dr. Ahmet Murat AYTEKİN

Mayıs 2016, 99 Sayfa

Bu çalışmanın amacı, *Carthamus tinctorius* L. (aspir) bitkisi üzerinde *Apis mellifera* L. (bal arısı) ve *Bombus terrestris* L. (bombus arısı) türlerinin tozlaştırıcı davranışlarının gözlenmesi ve arıların bitkinin verimine olan olası etkilerinin değerlendirilmesidir.

Tez kapsamında 2013-2015 yıllarında kontrollü alanlarda Beytepe-Ankara'da aspir ekimi yapılmıştır. Çiçeklenme %5 seviyesine geldiğinde 2014-2015 yıllarında teflon tül ile kapatılmış polinasyon çadırları içerisine bal arısı ve bombus arısı kolonileri konulmuştur. Çiçeklenme dönemi süresince arıların beslenme davranışları gözlenmiş, arıların topladığı polenler renklerine göre ayrıldıktan sonra mikroskobik analizleri yapılarak bitki kaynakları cins seviyesinde saptanmış ve polenlerin protein içerikleri Bradford yöntemi ile tayin edilmiştir. Ürün kalitesinin incelenebilmesi için elle yapılan hasat sonrasında; toplam verim, tohumlarda 1000 dane ağırlığı, toplam yağ miktarı ve yağ asitleri kompozisyonu, kapitulum başına tohum sayısı kriterleri değerlendirilmiştir. Tozlaşma çalışmalarında kullanılan bal arısı kovanlarından elde edilen bal, melitopalinojik analizler ile incelenmiştir.

Sonuç olarak 2014 yılında yapılan gözlemler sonucunda, arıların aspir hatları (Balcı, Dinçer, Linas ve Remzibey-05) üzerinde, gün doğumundan yaklaşık 2 saat

sonra daha aktif oldukları, sonrasında ise alandaki polen saçılımına da bağlı olarak saat 11.00'den sonra aktivitelerinin azaldığı tespit edilmiştir.

Çalışmamıza esas teşkil eden Aspir-Remzibey-05 hat tohumlarında; 1000 dane ağırlığı ve kapitulum başına tohum sayısı bakımından gruplar arasında anlamlı bir farklılık tespit edilmiştir. Toplam yağ miktarı açısından anlamlı bir farklılık söz konusu değildir.

Tohumların yağ asitleri kompozisyonu incelendiğinde oleik asit, linoleik asit ve linolenik asitler açısından gruplar arasında anlamlı farklılıklar tespit edilmiştir. Toplam verim göz önünde bulundurulduğunda kontrollü arılı ve arısız alan arasında yaklaşık iki kata varan bir verim farklılığı bulunmuştur.

Bal ve polen incelemeleri sonucunda açık alana konulan kovanlardaki bal arılarının aspir bitkisinin çiçeklerine kısmen yöneldiği ancak kontrollü alanda başka bitki kaynağı olmadığı için asiri besin kaynağı olarak kullandığı saptanmıştır. Arıların diğer bitki kaynaklarını aspire göre daha çok tercih etme sebebinin aspir polenindeki toplam protein miktarı ile ilişkili olabileceği sonucuna varılmıştır.

Anahtar kelimeler: *Apis mellifera* L., *Bombus terrestris* L., *Carthamus tintorius* L., Polinasyon Ekolojisi

ABSTRACT

Investigation of Pollinator Bee Behavior on *Carthamus tinctorius* L. (Safflower) and Properties of its Products

Çiğdem ÖZENİRLER

Doctor of Philosophy, Department of Biology

Supervisor: Prof. Dr. Kadriye SORKUN

Co-supervisor: Prof. Dr. Ahmet Murat AYTEKİN

May 2016, 99 Pages

The aim of this study is to investigate the foraging behaviour of *Apis mellifera* L. (honey bee) and *Bombus terrestris* L. (bumble bee) species on *Carthamus tinctorius* L. (safflower) and the potential effects of the bees on the yield of plant.

Within the content of this thesis, between 2013-2015 years, in controlled areas of Beytepe-Ankara, safflower was sown. When flowering reached 5%, honey bee and bumble bee colonies were placed in pollination cages covered with teflon nets. During the flowering period, foraging behaviors of bees were observed. The pollen loads of the bees were classified according to their color and then with microscopic analyses the origins of plants were determined in genus level. Protein content of pollen samples was determined with Bradford method. In order to determine hand-harvested crop quality, criteria such as total yield, 1000 grain weight in seeds, total oil content and the fatty acid composition of oil, number of seeds per capitulum are examined.

The honey which was harvested from the honey bee hives used in the pollination studies was evaluated with mellitopalynological analyses.

At the end of the study in 2014, it was found that the bees were much more active on safflower varieties (Balçı, Diğer, Linas, Remzibey-05) nearly after two hours from the sunrise and with the decreasing level of the pollen the foraging activity also decreased after 11:00 a.m.

Significant differences were observed between groups when 1000 grain weight in seeds and number of seeds per capitulum were examined on Remzibey-05 variety of safflower. No significant difference was found between groups when total oil content was examined.

Significant differences were observed in groups concerning fatty acid composition of oleic acid, linoleic acid and linolenic acid. When total yield was taken into account, approximately 2-fold difference was detected when beeless and bee occupying areas are compared.

As a result of honey and pollen analysis, it was found that safflower is not attractive as the other plants in open field but inside the pollination cages, because it was the only source, the bees forage on *Carthamus tinctorius* L. The reason why bees have preferred other plant sources over safflower may be due to the protein content of safflower pollen.

Key words: *Apis mellifera* L., *Bombus terrestris* L., *Carthamus tinctorius* L., Pollination Ecology

TEŞEKKÜR

Çalışmalarımın her aşamasında desteğini esirgemeyen ve gerekli altyapıyı büyük bir özveri ile sağlayan tez danışmanım Prof. Dr. Kadriye Sorkun'a,
Katkılarından dolayı eş danışmanım Prof. Dr. A. Murat Aytekin'e,
Tez izleme komitesi toplantılarında değerli fikirleri ile tez çalışmamın şekillenmesinde katkı sağlayan Prof. Dr. Nur Münevver Pınar ve Prof. Dr. Emel Oybak Dönmez'e,

Tez çalışmamım kurgulanmasında bilimsel katkıları olan Yrd. Doç Dr. Fatih Dikmen, Prof. Dr. Koos Biesmeijer ve Doç. Dr. Nursel Koyuncu'ya,

Çalışma kapsamında kullanılan aspir tohumları için Trakya Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü'nden Dr. Metin Babaoğlu'na, bal arısı kovanları için Yıldırım Plastik Makine Kalıp Sanayi ve Tic. Ltd Şti.'ne (ApiMaye Arıcılık Ekipmanları), bal arıları için Türkiye Kalkınma Vakfı'na, bombus arıları için Koppert Biyolojik Mücadele Sistemleri San. Tic. Ltd. Şti'ne, çalışma alanının hazırlanmasında sağladıkları maddi katkı için Sezen Gıda Ltd. Şti'ne, tohumların ayıklanması aşamasında laboratuvar olanaklarını kullandığımız Türkiye Tohum Gen Bankası'na,

Tez çalışması kapsamında bitki teşhislerini yapan Dr. Golshan Zare'ye, polenlerde protein miktar tayini analizlerini Ankara Üniversitesi Biyoteknoloji Enstitüsü'nde gerçekleştiren Dr. N. Pınar Barkan'a,

Teknik desteklerinden dolayı Doç Dr. Aslı Özkök, Doç. Dr. Ömür Gençay Çelemlerli Uzm. Haşim Altınözlü, Dr. Çağaçan Karacaoğlu, Dr. Esin Akbay, Burcu Daşer ve Nazlı Mayda'ya,

Tez çalışmanın bir bölümünü oluşturan "Aspir Bitkisinin Remzibey-05 Hattı Tohumlarının Yağ Asitleri Kompozisyonunun Belirlenmesi ve Polenlerinde Protein Miktar Tayini" başlıklı projedeki çalışma arkadaşlarım, Biyoloji Bölümü lisans öğrencileri Kevser Yetimoğlu, Birkan Peri, Aslı Soydemir ve Alp Yiğit Özdemir'e,

Ablalarım başta olmak üzere aileme ve dostlarıma sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Bu çalışma Hacettepe Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimince Desteklenmiştir. Proje Numaraları: 012D09601002, 014 B04601006 ve FHD-2015-7462, FDK-2016-10656.

İÇİNDEKİLER DİZİNİ

Sayfa

ÖZET	i
ABSTRACT	iii
TEŞEKKÜR	v
İÇİNDEKİLER DİZİNİ	vi
ÇİZELGELER DİZİNİ	viii
ŞEKİLLER DİZİNİ	x
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	xiv
1. GİRİŞ	1
2. TEMEL BİLGİLER	3
2.1. Polinasyon (Tozlaşma) Nedir?	3
2.2. Polinasyon Çalışmalarının Tarihçesi	4
2.3. Türkiye'deki Polinasyon Çalışmaları	5
2.4. Polinasyon Çalışmalarının Geleceği	7
2.5. Polinasyonda Arıların Önemi	8
2.5.1. Bal arılarının polinasyondaki önemi	9
2.5.2. Bombus arılarının polinasyondaki önemi	10
2.5.3. Diğer arıların polinasyondaki önemi	11
2.6. <i>Carthamus tinctorius</i> L. (Aspir)	11
2.6.1. Aspir bitkisinin ekonomik değeri	11
2.7. Bal Tanımı	13
2.8. Polen Tanımı	13
2.9. Arazinin Tanımı	14
2.10. Protein Miktar Tayin Yöntemleri	15
2.11. Çalışmanın Amacı	15
3. GEREÇ ve YÖNTEM	17
3.1. Çalışma Alanı	17
3.2. Bitki Materyali	18
3.3. Bitkinin Yetiştirilmesi	18
3.4. Polinasyon Kafeslerinin Hazırlanması	22
3.5. Tozlaştırıcı Arıların Polinasyon Kafeslerine Yerleştirilmesi	23

3.6. Arı Aktivitelerinin İzlenmesi	23
3.7. Sıcaklık ve Bağıl Nem Ölçümü	24
3.8. Bitkilerin Hasat Edilmesi ve Tohumların Temizlenmesi	25
3.9. Tohumların Verim Analizleri	26
3.9.1. Kapitulum/tohum oranı	27
3.9.2. 1000 dane ağırlığı	27
3.9.3. Ekim yapılan tohum ağırlığı (gram)/hasat edilen toplam tohum miktarı (gram) oranı	27
3.9.4. Yağ Tayini (%m/m)	27
3.9.5. Yağ asitleri kompozisyonu	27
3.10. Polen Analizleri	28
3.10.1. Polenlerin toplanması	28
3.10.2. Polenlerin bitkisel orijinlerinin tespit edilmesi	29
3.10.3. Bradford yöntemi ile protein miktar tayinin gerçekleştirilmesi	30
3.11. Balın Mikroskopik Analizi	31
3.12. İstatistiksel Analizler	31
4. BULGULAR	32
4.1. Çiçeklenme Dönemi Süresince Kaydedilen Sıcaklık, Nem Değerleri ve Arı Aktivitelerinin İzlenmesi	32
4.2. Tohumların Verim Analizleri	36
4.2.1. Kapitulum/tohum sayısı	37
4.2.2. 1000 dane ağırlığı (gram)	39
4.2.3. Ekim yapılan tohum ağırlığı (gram)/hasat edilen toplam tohum miktarı (gram) oranı	42
4.2.4. Yağ analizi sonuçlarının değerlendirilmesi	43
4.2.5. Polen analizleri sonuçları	75
4.3. Balın Mikroskopik Analizi	81
5. TARTIŞMA	82
KAYNAKLAR	89
ÖZGEÇMİŞ	98

ÇİZELGELER DİZİNİ

Sayfa

Çizelge 2.1. 21. yüzyılın polinasyon ekolojisindeki yol haritası	7
Çizelge 3.1. 2014 yılında oluşturulan çalışma alanının şematik görünümü	23
Çizelge 3.2. 2015 yılında oluşturulan çalışma alanının şematik görünümü	23
Çizelge 4.1. Her bir grup için elde edilen tohum sayısı değerleri tablosu.....	37
Çizelge 4.2. Kapitulum başına düşen tohum sayısının tek yönlü ANOVA analizi sonuçları.....	38
Çizelge 4.3. Her bir grup için elde edilen 1000 dane ağırlığı tablosu	39
Çizelge 4.4. 1000 dane ağırlığı (gram) karakterinin tek yönlü ANOVA analizi sonuçları.....	39
Çizelge 4.5. Ekim yapılan tohum (gram)-Hasat sonrası elde edilen tohum (gram)	42
Çizelge 4.6. Balcı hattına ait beş örneklem grubunun yağ asidi kompozisyonu ve toplam yağ miktarı analiz sonuçları	44
Çizelge 4.7. Dinçer hattına ait beş örneklem grubunun yağ asidi kompozisyonu ve toplam yağ miktarı analiz sonuçları	46
Çizelge 4.8. Linas hattına ait beş örneklem grubunun yağ asidi kompozisyonu ve toplam yağ miktarı analiz sonuçları	47
Çizelge 4.9. Remzibey-05 hattına ait beş örneklem grubunun yağ asidi kompozisyonu ve toplam yağ miktarı analiz sonuçları.....	49
Çizelge 4.10. Grup 1'e ait 10 örneğin yağ asidi kompozisyonu ve toplam yağ miktarı analiz sonuçları.....	51
Çizelge 4.11. Grup 2'e ait 10 örneğin yağ asidi kompozisyonu ve toplam yağ miktarı analiz sonuçları.....	52
Çizelge 4.12. Grup 3'e ait 10 örneğin yağ asidi kompozisyonu ve toplam yağ miktarı analiz sonuçları.....	53
Çizelge 4.13. Grup 4'e ait 10 örneğin yağ asidi kompozisyonu ve toplam yağ miktarı analiz sonuçları.....	54
Çizelge 4.14. Grup 5'e ait 10 örneğin yağ asidi kompozisyonu ve toplam yağ miktarı analiz sonuçları.....	55
Çizelge 4.15. Toplam yağ miktarı karakterinin tek yönlü ANOVA analizi sonuçları	56

Çizelge 4.16. Miristik asit C14:0 (%m/m esterleri) için tek yönlü ANOVA analizi sonuçları.....	57
Çizelge 4.17. Palmitik asit C16:0 (%m/m esterleri) için tek yönlü ANOVA analizi sonuçları.....	59
Çizelge 4.18. Palmitoleik asit C16:1 (%m/m esterleri) için tek yönlü ANOVA analizi sonuçları.....	60
Çizelge 4.19. Margarik asit C17:0 (%m/m esterleri) için tek yönlü ANOVA analizi sonuçları.....	61
Çizelge 4.20. Heptadesenoik asit C17:1 (%m/m esterleri) için tek yönlü ANOVA analizi sonuçları.....	62
Çizelge 4.21. Stearik asit C18:0 (%m/m esterleri) için tek yönlü ANOVA analizi sonuçları.....	63
Çizelge 4.22. Oleik asit C18:1 (%m/m esterleri) için tek yönlü ANOVA analizi sonuçları.....	64
Çizelge 4.23. Linoleik asit C18:2 (%m/m esterleri) için tek yönlü ANOVA analizi sonuçları.....	66
Çizelge 4.24. Linolenik asit C18:3 (%m/m esterleri) için tek yönlü ANOVA analizi sonuçları.....	68
Çizelge 4.25. Arasidik asit C20:0 (%m/m esterleri) için tek yönlü ANOVA analizi sonuçları.....	70
Çizelge 4.26. Gadoleik asit/Ekosenoik asit C20:1 (%m/m esterleri) için tek yönlü ANOVA analizi sonuçları	71
Çizelge 4.27. Nervonik asit C24:1 (%m/m esterleri) için tek yönlü ANOVA analizi sonuçları.....	72
Çizelge 4.28. Behenik asit C22:0 (%m/m esterleri) için tek yönlü ANOVA analizi sonuçları.....	73
Çizelge 4.29. Lignoserik asit C24:0 (%m/m esterleri) için tek yönlü ANOVA analizi sonuçları.....	74
Çizelge 4.30. Tespit edilen bitki taksonları ve polenlerin protein miktarları	76

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa

Şekil 2.1. Tozlaşma ile ilgili yapılmış çalışmaların yıllar bazında dağılımı	5
Şekil 3.1. Çalışma alanının Hacettepe Üniversitesi Beytepe Yerleşkesi içerisindeki konumu.	17
Şekil 3.2. <i>Pinus nigra</i> L. orman açıklığında bulunan çalışma alanının ayrıntılı görüntüsü.	17
Şekil 3.3. 2013 yılı çalışmaları sırasında deneme alanı	19
Şekil 3.4. Parsellere ayrılarak hazırlanan örneklem alanları (2014 yılı)	20
Şekil 3.5. Polinasyon çadırı iskeletleri görüntüsü (2014 yılı)	20
Şekil 3.6. Polinasyon çadırları ile oluşturulmuş deneme alanları (2014 yılı)	21
Şekil 3.7. 2015 yılında yapılan ekim sonrası bitkilerin gelişimi	21
Şekil 3.8. Polinasyon kafeslerinin görünümü	22
Şekil 3.9. Sıcaklık ve nem veri kaydedicilerin genel görüntüsü	24
Şekil 3.10. Röber marka D-4950 MINDEN model tohum temizleme makinesi	26
Şekil 3.11. Tohum ayıklama işlemi	26
Şekil 3.12. Ergonomik tabanlı kovanlara takılı polen tuzakları ile polen toplama mekanizması	28
Şekil 3.13. Polen tuzakları ile toplanan polenler	29
Şekil 3.14. Canlı arıların korbikularından alınan polen topları	29
Şekil 3.15. Böcek iğnesi ile polen toplarının ayrılması ve farklı polenlerin tasnif edilmiş hali.....	30
Şekil 4.1. <i>Bombus terrestris</i> bulunan polinasyon çadırı içerisindeki sıcaklık, nem ve aktif arı sayısı	32
Şekil 4.2. <i>Apis mellifera</i> bulunan polinasyon çadırı içerisindeki sıcaklık, nem ve aktif arı sayısı	33
Şekil 4.3. <i>Apis mellifera</i> ve <i>Bombus terrestris</i> bulunan polinasyon çadırı içerisindeki sıcaklık, nem ve aktif arı sayısı	33
Şekil 4.4. Çiçeklenme dönemi süresince polinasyon çadırları içerisindeki aktif arı sayısının saatlere göre dağılımı	34
Şekil 4.5. <i>Bombus</i> arıları ve bal arılarının 07:15-07:30, 09:15-09:30 ve 11:15-11:30 saatleri arasındaki aspir çiçeği ziyaretlerinin dakika başına dağılımı.....	35

Şekil 4.6. Bal arıları ve bombus arılarının bir dakikada deneme alanında bulunan Balcı, Dinçer, Linas ve Remzibey-05 hatları çiçeklerini ziyaretlerinin dakika başına dağılımı	36
Şekil 4.7. Kapitulum başına düşen tohum sayısının grup içi ve gruplar arası dağılımının kutu grafiği ile gösterimi	38
Şekil 4.8. 1000 dane ağırlığının grup içi ve gruplar arası dağılımının kutu grafiği ile gösterimi.....	40
Şekil 4.9. Doğrusal fonksiyon gösterimi ile gruplar arası benzerlikler	41
Şekil 4.10. Ekim yapılan tohum ağırlığı (gram)/hasat edilen toplam tohum miktarı (gram) oranı grup içi ve gruplar arası dağılımının kutu grafiği ile gösterimi	42
Şekil 4.11. Toplam yağ miktarının grup içi ve gruplar arası dağılımının kutu grafiği ile gösterimi.....	56
Şekil 4.12. Miristik asit C14:0 (%m/m esterleri) miktarının grup içi ve gruplar arası dağılımının kutu grafiği ile gösterimi	58
Şekil 4.13. Palmitik asit C16:0 (%m/m esterleri) miktarının grup içi ve gruplar arası dağılımının kutu grafiği ile gösterimi	59
Şekil 4.14. Palmitoleik asit C16:1 (%m/m esterleri) miktarının grup içi ve gruplar arası dağılımının kutu grafiği ile gösterimi	60
Şekil 4.15. Margarik asit C17:0 (%m/m esterleri) miktarının grup içi ve gruplar arası dağılımının kutu grafiği ile gösterimi	61
Şekil 4.16. Heptadesenoik asit C17:1 (%m/m esterleri) miktarının grup içi ve gruplar arası dağılımının kutu grafiği ile gösterimi	62
Şekil 4.17. Stearik asit C18:0 (%m/m esterleri) miktarının grup içi ve gruplar arası dağılımının kutu grafiği ile gösterimi	63
Şekil 4.18. Oleik asit C18:1 (%m/m esterleri) miktarının grup içi ve gruplar arası dağılımının kutu grafiği ile gösterimi	64
Şekil 4.19. Oleik asit C18:1 (%m/m esterleri) miktarının doğrusal fonksiyon gösterimi ile gruplar arası benzerlikleri	65
Şekil 4.20. Linoleik asit C18:2 (%m/m esterleri) miktarının grup içi ve gruplar arası dağılımının kutu grafiği ile gösterimi	66
Şekil 4.21. Linoleik asit C18:2 (%m/m esterleri) miktarının doğrusal fonksiyon gösterimi ile gruplar arası benzerlikleri	67
Şekil 4.22. Linolenik asit C18:3 (%m/m esterleri) miktarının grup içi ve gruplar arası dağılımının kutu grafiği ile gösterimi	68

Şekil 4.23. Linolenik asit C18:3 (%m/m esterleri) miktarının doğrusal fonksiyon gösterimi ile gruplar arası benzerlikleri	69
Şekil 4.24. Arasidik asit C20:0 (%m/m esterleri) miktarının grup içi ve gruplar arası dağılımının kutu grafiği ile gösterimi	70
Şekil 4.25. Gadoleik asit/Ekosenoik asit C20:1 (%m/m esterleri) miktarının grup içi ve gruplar arası dağılımının kutu grafiği ile gösterimi	71
Şekil 4.26. Nervonik asit C24:1 (%m/m esterleri) miktarının grup içi ve gruplar arası dağılımının kutu grafiği ile gösterimi	72
Şekil 4.27. Behenik asit C22:0 (%m/m esterleri) miktarının grup içi ve gruplar arası dağılımının kutu grafiği ile gösterimi	73
Şekil 4.28. Lignoserik asit C24:0 (%m/m esterleri) miktarının grup içi ve gruplar arası dağılımının kutu grafiği ile gösterimi	74
Şekil 4.29. <i>Anthemis</i> spp. poleni (x100).....	77
Şekil 4.30. <i>Aster</i> spp. poleni (x100)	77
Şekil 4.31. <i>Diplotaxis</i> spp. poleni (x100)	77
Şekil 4.32. <i>Carduus</i> spp. poleni (x100)	77
Şekil 4.33. <i>Centaurea</i> spp. poleni (x100)	77
Şekil 4.34. <i>Cichorium</i> spp. poleni (x100)	77
Şekil 4.35. <i>Dipsacus</i> spp. poleni (x100).....	78
Şekil 4.36. <i>Eryngium</i> spp. poleni (x100)	78
Şekil 4.37. <i>Fumaria</i> spp. poleni (x100)	78
Şekil 4.38. <i>Isatis</i> spp. poleni (x100)	78
Şekil 4.39. <i>Linaria</i> spp. poleni (x40).....	78
Şekil 4.40. <i>Lotus</i> spp. poleni (x100).....	78
Şekil 4.41. <i>Onobrychis</i> spp. poleni (x100)	79
Şekil 4.42. <i>Plantago</i> spp. poleni (x100)	79
Şekil 4.43. <i>Ranunculus</i> spp. poleni (x100).....	79
Şekil 4.44. <i>Rosa</i> spp. poleni (x100)	79
Şekil 4.45. <i>Scabiosa</i> spp. poleni (x100).....	79
Şekil 4.46. <i>Trifolium</i> spp. poleni (x100).....	79
Şekil 4.47. Balcı hattı poleni (x100)	80
Şekil 4.48. Linas hattı poleni (x100).....	80
Şekil 4.49. Remzibey hattı poleni (x100)	80
Şekil 4.50. Dinçer hattı poleni (x100)	80

Şekil 4.51. Bal çiği elementi	81
--	----



SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

Simgeler

°C	Santigrat derece
%	Yüzde
µg	Mikrogram
µl	Mikrolitre

Kısaltmalar

spp.	Türleri
M.Ö.	Milattan önce
O.	<i>Osmia</i>
BCA	Bikinkoninik asit
nm	Nomometre
BSA	Standard sığır serum albümin
K	Kuzey
D	Doğu
C.	<i>Carthamus</i>
m ²	Metrekare
m ³	Metreküp
mm	Milimetre
Df	Serbestlik derecesi
Sum Sq	Kareler Toplamı
Mean Sq	Kareler ortalaması

1. GİRİŞ

Ekonomi (iktisat), insanların yaşayabilmek için üretme, ürettiklerini bölüşme biçimleri ve bu faaliyetlerden doğan ilişkilerin bütünü olarak tanımlanmaktadır. Bu terim, her ne kadar insan toplulukları için tanımlanmışsa da bugün özellikle sosyal yaşamın görüldüğü çeşitli hayvan popülasyonlarının besleme davranışlarının sistematik anlamda değerlendirilebilmesi adına da oldukça anlamlı bir şekilde kullanılabilir.

İnsan odaklı bilim, “ekonomi” temelli ekolojik çalışmaların neye ne kadar fayda sağlayabileceği sorunsalı çerçevesinde hipotezlerimizin şekillenmesine neden olmaktadır. Böceklerin beslenme ekonomisi ile ilgili olan çalışmaların zararlı böcekler ve faydalı böcekler olarak iki ana ekseninde konumlanması da bu durumla bağdaştırılabilir. Homosentrik görüş ışığında örneklendiğinde, insanoğlu tarafından besin olarak tüketilen tarımsal ürünlerin böceklerin de besini olması durumu, böcekleri zararlı kategorisine sokarken, polen ve/ya nektar toplamak amacıyla çiçekli bitkilerin tozlaşmasına da dolaylı olarak yardımcı olma durumları böceklerin faydalı kategorisinde sınıflandırılmalarına sebep olmaktadır.

Bal arıları küresel olarak kabul gören yargı çerçevesinde, bal, polen ve propolis gibi arı ürünlerine ortak olabilme durumumuz ve tozlaştırıcı etkinliklerine paralel açık alanlardaki tarımsal üretime olan katkıları sebebiyle bilinen en faydalı böcek grubu olarak sınıflandırılmaktadır.

Örtü altı yetiştiriciliğinde kullanılan bombus arıları ise hakkında görece az bilgi sahibi olduğumuz ve bal arılarının kullanılmadığı alan ve koşullarda alternatif bir tozlaştırıcı ajan olarak karşımıza çıkan arılardır. Her ne kadar yalnızca seralarda kullanıldıkları düşünülse de, açık alanlarda, özellikle erken baharda çiçeklenen entomofilik bitkilerin tozlaştırıcı ajanları olarak da verimli bir şekilde kullanılabilirler.

Tozlaştırıcı arıların açık alanlarda yapılan tarımsal üretime olan olası negatif/pozitif etkilerini anlayabilmek, anlamlandırabilmek ve anlatabilmek adına yürütülen çalışmalarda (bitki ve tozlaştırıcı arı türünden bağımsız) uygulanması gereken temel basamaklar bulunmaktadır.

Öncelikle bitkinin fizyolojisi, gelişimi ve çiçek yapısının polinasyonla ilgili kısımları hakkında bilgi sahibi olunmalıdır. Bitkisel üretim yapılan bölgenin iklimsel özellikleri ve biyotik/abiyotik tozlaştırıcı ajanların varlığı, yoğunluğu ve etkinliği hakkında bilgiler de oldukça önemlidir. Normal koşullarda çiçek üzerinden beslenen böcek türleri, doğal faunadan ayrı olarak alana yerleştirilen arıların bu çiçek üzerindeki davranışları, polen ve nektarın arılar için besinsel değeri, üreticiler için tavsiyeler ana başlıkları altında toplanabilir. Daha ayrıntılı bir çalışma planında kontrollü denemeler çerçevesinde tozlaştırıcı arılar ile bitkinin etkileşimi gözlemlerle sınanmalı ve tozlaştırıcı türün davranışları hava koşulları da gözetilerek incelenmelidir. Entomopalinolojik çalışmalar ile tozlaştırıcı türün besin ekonomisi hakkında verilerin ortaya konması, bitkisel üretime olan olası negatif/pozitif etkinin laboratuvar koşullarında test edilmesi ve bitkisel üretime olan olası negatif/pozitif etkinin üretici ile değerlendirilmesi gerekmektedir.

Bu çalışmanın amacı, entomofilik bitkilerin çiçeklenme dönemleri süresince tozlaştırıcı arılarla olan etkileşimlerinin gözlenmesi, tozlaştırıcı arılarının ilgili bitki üzerindeki beslenme davranışlarının ortaya konması, bitkinin verimine olan olası etkilerinin değerlendirilmesi ve arı ürünlerinin (bal ve polen) niceliksel analizleri ile ilgili bitkinin arıların beslenme ekonomileri ile ilişkilendirilebilmesidir.

Bu bağlamda seçilen bitki, yağlı tohumlu bir bitki olan *Carthamus tinctorius* L. (aspir) 'dir. Tozlaştırıcı olarak kullanılacak arılar ise ticari olarak üretimi yapılabilen ve tarımsal üretimde doğal faunadan ayrı ikincil olarak alana yerleştirilebilen *Apis mellifera* L. (bal arısı) ve *Bombus terrestris* L. (bombus arısı) dir.

2. TEMEL BİLGİLER

2.1. Polinasyon (Tozlaşma) Nedir?

Çiçekli bitkilerde eşeyssel üreme tozlaşma ile meydana gelir. Tozlaşma, polenin anterden stigmaya rüzgâr, su ya da biyotik bir ajan tarafından taşınmasıdır [1].

Bu taşınma tek bir bireyin çiçekleri üzerinde olduğunda kendi kendine tozlaşma, aynı türün farklı bireyleri üzerinde olduğunda çapraz tozlaşma olarak adlandırılmaktadır [2].

Tozlaşma, tozlaşma ajanına bağlı olarak anemofili (rüzgârla), hidrofili (suyla), entomofili (böceklerle) ya da ornitofili (kuşlarla) olarak farklı sınıflarda incelenebilmektedir [3].

Bir çiçeğin polenin aynı çiçeğin dişi organına gelmesi ve ardından döllenmenin gerçekleşmesi otogami olarak isimlendirilirken, bir çiçekte oluşan polenlerin aynı türden başka bir bitki çiçeğinin dişi organına gelmesi ve döllenmenin gerçekleşmesi allagomi ya da heterogami olarak nitelendirilmektedir [3]. Otogami, kendileşmeyi de beraberinde getirmektedir. Bu nedenle evrimsel süreç içerisinde seçim, otogamiden kaçınmak yönünde gerçekleşmiştir. Aynı çiçekteki dişi ve erkek organların farklı zamanlarda olgunlaşması, stilus-filament arasındaki yapısal farklılıklar, aynı birey üzerindeki dişi ve erkek çiçeklerin bitkinin farklı yerlerinde olması gibi uyumsal mekanizmalar otogaminin görülme sıklığını azaltmaktadır. Farklı türlerin tozlaştırıcı ajanları ile çiçekler arasındaki uyum sıklıkla birlikte evrimleşme (co evolution) için önemli bir örnek teşkil etmektedir [4].

Entomofili (böceklerle tozlaşma) angiospermelerde en yaygın görülen tozlaşma şeklidir [5]. Çiçekli bitkilerin %85 'i tozlaşma için biyotik bir ajana, çoğunlukla da böceklerle bağımlıdır [6]. Böcekler arasında çiçekleri tercih eden (antofili) takımlar Coleoptera, Diptera, Hymenoptera, Thysanoptera ve Lepidoptera olarak sıralanabilir [7].

Böceklerle tozlaşan bitkilerin temel uyum sağlayıcı stratejisi, çiçeksi kokular, feromon benzeri bileşikler, gübre ya da çürümüş et kokuları gibi cezbediciler ve nektar, polen ve yağ gibi ödüllerin evrimidir [1, 8]. Polen ve/ya nektar toplamak için yapılan çiçek ziyaretlerindeki öncelikli hedef bireyin kendi besinini temin etmesi, ikinci hedef ise bir sonraki jenerasyon için besin depolama gereksinimidir [9, 10].

Nektar; başlıca glukoz, fruktoz ve sukroz gibi şekerleri ve protein, enzim, amino asit, yağ, organik asit, vitaminler, alkaloidler ve antioksidantları da içeren bir eriyiktir [11]. Nektarın miktarı ve içerdiği şeker konsantrasyonuna bağlı olarak enerji değeri de artmaktadır [12]. Polen; şeker, nişasta, yağ ve iz miktarda vitamin ve inorganik tuzun yanı sıra yüksek miktarda protein içermektedir [10]. Nektar ve polenin bolluğu ve kalitesi, bitkinin tercih edilip edilmemesini etkileyen en önemli faktörlerdendir [13].

2.2. Polinasyon Çalışmalarının Tarihçesi

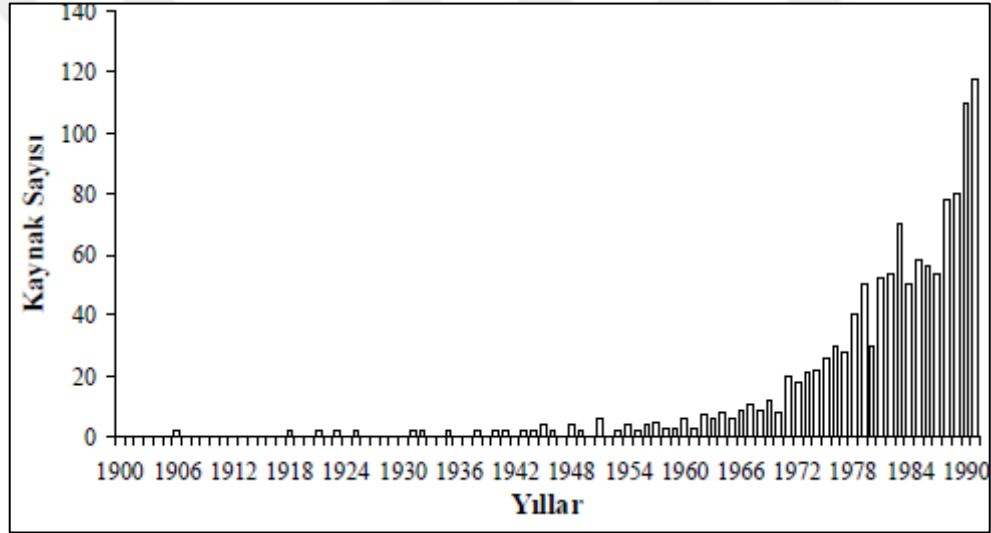
Çiçekli bitkiler ile bu bitkiler üzerinden beslenen böcekler arasındaki mutualistik ilişkinin keşfi 17. yüzyılda başlayan bitki anatomisi çalışmalarına dayanmaktadır [14]. Mikroskobun Robert Hooke (1635-1703) tarafından keşfi ve Anton von Leeuwenhoek (1632-1723) tarafından geliştirilmesi, Marcello Malpighi (1628-1694) ve Nenemiah Grew (1628-1711) tarafından yürütülen bitki anatomisi çalışmaları ile polen hakkında daha fazla bilgi sahibi olunması, Rudolf Jacob Camerarius'un (1665-1721) stamen ve pistili tanımlaması, Carl von Linnaeus'in (1707-1178) çiçekli bitkileri üreme organlarına göre sınıflandırması, Gottlieb Gleditsch'in (1714-1786) hibrit bitkiler üretmesi ve böceklerin polen taşıyıcı ajanlar olduğunu bildirmesi, Christian Konrad Sprengel'in (1750-1816) böcekle tozlaşma hakkındaki fikirleri ve bitkilerin monoik-dioik olarak sınıflandırması, sonrasında Robert Brown ve Charles Darwin'in 19. yüzyılın ikinci yarısında gerçekleştirdiği çapraz tozlaşma denemeleri polinasyon ekolojisi çalışmalarındaki mihenk taşlarını oluşturmaktadır [14].

Darwin sonrası dönemde, doğal seçilim teorisinin kabullenilmesinin ardından, tozlaşma ekolojisi ve tozlaştırıcı ajanlar ile çiçeklerin uyumsal birlikleri hakkında daha yoğun çalışmalar yapılmaya başlanmıştır.

Müller, Hermann, Fritz, Federico Delpino, Friderich Hildebrand ve pek çok araştırmacı tozlaşma ile ilgili veri toplamaya başlamıştır. Knuth tarafından hazırlanmamaya başlanan ve Loew tarafından tamamlanan çalışma da (1898-1905) polinasyon ekolojisi için oldukça önemli bir adım olmuştur. Frisch, Knoll, Kugler ve diğer araştırmacıların tozlaştırıcı ajanların davranışları ile ilgili yaptıkları çalışmalar ile polinasyon ekolojisi ile ilgili bilgi birikimi daha da derinleşmeye başlamıştır [15].

Modern çağdaki polinasyon ekolojisi çalışmaları botanik bahçelerinde (genellikle de Avrupa’da yapılan) gözlemler, polinasyon ekolojisi çalışmalarının deneysel düzeneklerle incelenmesi, çapraz tozlaşmanın genetik temelleri, taksonomik ve sistematik anlamda yürütülen çalışmalar, bitki-polinatör ilişkileri, komüniteler içerisindeki bitki-tozlaştırıcı ajan ilişkilerinin incelenmesi olarak sınıflandırılabilir [15].

Tarımsal üretimde söz sahibi olan ülkeler, bitkilerdeki tozlaşmanın optimum seviyeye ulaşabilmesi için 1960’lı yıllardan başlayarak bilimsel çalışmalara yoğunluk vermişlerdir. Bu durum 1900’lü yılların başından 1990’lı yıllara kadar yapılan tarımsal üretimde tozlaşmanın önemi kapsamındaki çalışmaların sayısal değerleri ile de açık bir şekilde görülebilmektedir (Şekil 2.1.) [16].



Şekil 2.1. Tozlaşma ile ilgili yapılmış çalışmaların yıllar bazında dağılımı [16].

2.3. Türkiye’deki Polinasyon Çalışmaları

Türkiye, Avrupa ve Asya kıtaları arasındaki konumu, iklimsel ve edafik çeşitliliklerden köken alan üç farklı fitocoğrafik bölgeye sahip olması (Avrupa-Sibirya, Akdeniz ve İran-Turan) gibi etmenlerden ileri gelen, önemli bir bitkisel çeşitliliğe sahiptir [17].

Ülkemiz sınırları içerisinde yayılış gösteren yaklaşık 12000 taksa (tür, alttür ve varyete) mevcut olup, bu bitkilerin 3000 kadarı da endemiktir [18].

Türkiye’nin florası familya kategorisinde değerlendirildiğinde arıların en çok tercih ettiği üç familyanın en yüksek sayıda taksa ile temsil edildiği görülmektedir. Bu

familyalar Asteraceae (134 cins ve 1693 tür), Fabaceae (71 cins ve 1356 taksa) ve Lamiacea (46 cins ve 844 taksa)'dir [11, 19] .

Türkiye'de tarımsal üretimi yapılan 60'ın üzerinde bitki olmakla birlikte, bunlar içerisindeki entomofil türlerin tozlaşmasına dair sınırlı sayıda bilimsel çalışma bulunmaktadır [9].

Açık alanlarda üretimi yapılan ve ticari değeri olan bitkilerin tozlaştırıcı ajanlarına yönelik yürütülmüş çalışmalar bulunmaktadır. *Medicago sativa* L., *Trifolium pratense* L., *Pisum arvense* (L.) Asch. ve *Onobrychis* spp. gibi yem bitkilerinin polinatörleri [20-24], meyve bahçelerindeki tozlaştırıcı ajan çeşitliliği [9, 25-27] , *Helianthus annuus* L. bitkisinin polinatörleri [9, 25, 28, 29] ve *Thymus* spp. üzerinde bulunan arıların [30] çeşitliliği üzerine yapılan çalışmalar, ülkemizde yapılan polinasyon çalışmalarına örnek teşkil etmektedir.

Seralardaki tarımsal üretimde bombus arılarının kullanımına yönelik yürütülen çalışmaların tarihçesi ülkemizde oldukça yenidir. Türkiye'de 22.000 hektarlık sera alanlarının yaklaşık %51'inde domates (*Lycopersicon esculentum* Mill.), %17' inde biber (*Capsicum annuum* L.), %10'unda patlıcan (*Solanum melongena* L.) ve kalan alanlarda salatalık (*Cucumis sativus* L.), kavun (*Cucumis melo* L.), çilek (*Fragaria* spp.) ve çeşitli bitkilerin üretimi yapılmaktadır [31]. Bu bitkilerin seralardaki üretim süreçlerinde bombus arılarının kullanımına yönelik yapılmış çalışmalar bulunmaktadır [32-35].

Polen ile beslenen arıların sistematiği ile ilgili yapılan araştırmalarda, arıların toplandıkları anda üzerinde bulundukları bitkilerin listelerini içeren çalışmalarda mevcuttur. Halictidae familyası [36, 37], *Bombus* cinsi [38] ve Megachilidae familyası [39, 40] ile ilgili çalışmalar bu kategoride örnek teşkil etmektedir.

Arılarla yapılmış entomopalinolijik çalışmalar ise örneklenen arıların besinini oluşturan bitkinin tespiti amacıyla kurgulanmış araştırmalardır. Bu kapsamda Güler önderliğinde yürütülen çalışmalar ülkemiz açısından önem teşkil etmektedir [25, 41].

2.4. Polinasyon Çalışmalarının Geleceği

Carol Mayer önderliğinde gerçekleştirilen [42] bir araştırmada Dünya’da son 20 yıl içinde polinasyon ekolojisi ile ilgili önemli araştırmalarda yer alan 170 bilim insanı ile anket çalışması yapılmıştır. Bu çalışma sonucunda elde edilen rapor ile 21. yüzyılın polinasyon ekolojisindeki yol haritası çizilmiştir.

Bu durum polinasyon ekolojisi ile ilgili bilgi eksikliği olduğu düşünülen konularda, uzmanlaşmak isteyen araştırmacılar için yeni pencereler açabilecektir.

Anket sonuçları değerlendirildiğinde 14 önemli ana konu başlığı ortaya konulmuştur. Bu 14 başlık içerisinde belirlenen alt konu başlıkları bulunmaktadır. Belirlenen ana başlıklar ve ana başlıklar altındaki alt başlıklar Çizelge 2.1.’de özetlenmiştir.

Çizelge 2.1. 21. yüzyılın polinasyon ekolojisindeki yol haritası [42].

Ana Başlıklar	Alt Konular
Bitkilerde eşeyli üreme	Bazı bitki türlerinde görülen kendi kendine tozlaşmanın popülasyon dinamiklerini nasıl etkileyebileceği ve bitkinin polen kapasitesinin genetik çeşitlilik ve türleşme kapasitesini etkileyip etkilemediği gibi sorular ön plana çıkmaktadır. Öte yandan çiçekli bitkilerin evriminde biyotik–abiyotik etkenlerin oynadığı rollerin değerlendirilmesi, erkek üreme başarısı ile dişi üreme başarılarının kıyaslanması, bitkilerde eşeysel seçilimin olup olmadığı ve hibritleşmenin bitki türleşmesindeki rolünün belirlenmesi gibi konular da merak uyandırmaktadır.
Polen ve stigma biyolojisi	Polenlerin hayat döngüleri ve bu kapsamda bitkilerin polen kapasiteleri ve polenin arazi koşullarında uygulanabilecek canlılık testleri gibi konular bulunmaktadır.
Abiyotik polinasyon	Farklı bitki popülasyonlarının evrimsel süreç içerisinde geçirdikleri başkalaşımında abiyotik tozlaştırmacı ajanların rolü odaklı beş soru bulunmaktadır.
Anlar aracılığıyla tozlaşmanın evrimi	Çiçekli bitkilerin evrimi tozlaştırmacı ajanlar, herbivorlar ve aynı habitatı paylaştıkları diğer canlılar çerçevesinde gerçekleşmiştir. Hayvanlar aracılığıyla tozlaşmanın evrimi başlığı altında değinilen konular da tozlaştırmacı hayvanlar ile hayvanlarla tozlaşan bitkilerin etkileşimleri ve türleşme sorunsalı kapsamında oluşturulmuştur.
Bitkiler-polinatörler ve bitkilerin antagonistleri arasındaki etkileşimler	Bitkiler, polinatörler ve bitkilerin antagonistleri (nektar hırsızları, patojenler, tohum predatörleri ve herbivorlar) arasındaki etkileşimler başlığı altında, bu toplulukların ilişkilerinin anlaşılabilmesi adına test edilebilecek sorular bulunmaktadır.
Polinatör davranışları	Polinatör davranışları ile ilgili olarak akla gelen araştırma konularından ilki polinatörlerin farklı habitatlar arasındaki horizontal hareketlerini etkileyen etmenlerdir. Polinatör davranışlarının bitkinin gen havuzu üzerine etkileri, tozlaştırmacı ajanların besin tercihlerinin öğrenilmiş mi yoksa kalıtsal mı olduğu, tozlaştırmacı türler arasındaki benzerlik ve farklılıklar, çiçek özelliklerinin tozlaştırmacı ajanların davranışları üzerine etkileri ve tozlaştırmacı ajanlar arasındaki rekabetin getirilerinin değerlendirilmesi ise olası çalışma konularını teşkil etmektedir.

Çizelge 2.1. Devamı

Taksonomi	Taksonomi başlığı altında ise tozlaştırcı türlerin tanımlanması ve sayısal verilerin ortaya konabilmesi her dönem olduğu gibi 21. yüzyıl polinasyon ekolojisi çalışmalarında da önemini korumaktadır.
Bitki-tozlaştırcı birlikleri konusunda bugüne kadar yapılan çalışmalar	Bitki ve tozlaştırcı birlikleri konusunda bugüne kadar yapılan çalışmalar belirli başlıklar altında incelendiğinde karşımıza 11 soru karşısında yapılmış çalışmalar çıkmaktadır. Lokal bitki komuniteleri tozlaştırcılara ne ölçüde bağlıdır, tozlaştırcı türlerin kendi içlerindeki niş paylaşımları ne ölçüde fonksiyoneldir, tozlaştırcı çeşitliliği ile bitki çeşitliliği arasındaki ilişki nedir, tozlaştırcı popülasyonlarının dalgalanması tozlaşmayı nasıl etkiler, polinasyon sistemlerinde özelleşme mi yoksa genelleşme mi daha avantajlıdır, tozlaşma olayının tozlaştırcı biyotik ajanlarca üstlenilen yüzdesi nedir, tozlaştırcıların yaşam döngüleri ile beslendikleri bitkilerin fenolojileri arasındaki senkronizasyon nedir, komünitedeki tozlaştırcı türlerin kompozisyonunu neler etkiler, bitkisel kaynaklar için rekabet çok sık rastlanılan bir durum mudur, farklı bitki türleri-genel polinatörler arasında rekabete mi yoksa kolaylaştırmaya dayalı bir ilişki mi söz konusudur?
Tozlaştırcı çeşitliliği ve bunun coğrafi dağılışı	Tozlaştırcı çeşitliliğinin coğrafi dağılımı ve bu dağılıma etki eden etmenler başka bir başlığı oluşturmaktadır. Bu başlık altındaki en önemli sorulardan biri de Avrupa'da olduğu gibi tozlaştırcı topluluklarının tek tip haline gelmesi durumunda yaşanabilecek olası senaryoların ne olduğudur.
Tozlaştırcı kayıplarının etkenleri	Tozlaştırcı kayıplarının sebepleri, sonuçları ve durumun taksonomik ve sistematik olarak değerlendirilmesi de önemli sorular içerisinde yer almaktadır.
Ekosistemin sürdürülebilirliği açısından tozlaşma	Ekosistem sürdürülebilirliği açısından tozlaşma değerlendirildiğinde araştırmacılar arasında ortaya konan altı soru ile karşılaşmaktadır. Bu sorular kültür bitkilerinin ve yabani bitkilerin önemli tozlaştırcılarının tespiti ve bu itkilerin tozlaştırcı eksikliklerinin ne boyutta olduğunun ortaya konması, tozlaşma uygulamalarının ekonomik değeri, tozlaşmanın tarımsal alandaki uygulamalarına olan talebin nasıl karşılanabileceği, küresel besin güvenliği açısından tozlaşmanın rolü ve ekosistemdeki tozlaştırcı kayıpları ile yaşanabilecek denge değişimlerinin ortaya konabilmesidir.
Tozlaşma uygulamaları	Tozlaşma uygulamaları başlığı altında doğru tozlaştırcı-bitki birikteliğinin nasıl kurulacağı, ne zaman gözetimli tozlaştırcılara ihtiyaç duyulacağı, hangi alternatif türlerin tozlaştırcı olarak kullanılabileceği, ancılar ile diğer tozlaştırcı hizmetlerini sunan girişimcilerin ödemelerinin nasıl yapılacağı ve tozlaştırcıların korunması ve kültür bitkilerinin polinasyonu konusunda potansiyel taleplerin nasıl değerlendirileceği sorulan sorulmuştur.
Koruma ve bitki-polinatör etkileşimlerinin korunmasına yönelik çalışmalar	Koruma başlığı altında koruma kanunları, tarımsal-çevresel etkenlerle tozlaşma uygulamalarına yönelim ve tüm bunlara ardışık bitki-tozlaştırcı çeşitliliğinin artmasına yönelik ne tür çalışmalar yürütülebilir, tozlaştırcılar üzerindeki baskı ve tehditlerin bitkiler ve çeşitlilik açısından değerlendirilmesi nasıl yapılmalıdır, hangi uygulamalar ile tozlaşma garantisi altına alınabilir sorularına yer verilmiştir.
Bitki, polinatör etkileşimlerinin korunmasına yönelik çalışmalar	Bitki, polinatör etkileşimlerinin korunmasına yönelik çalışmalarda ise disiplinler arası çalışmaların yürütülmesi adına nasıl bir ağ kurulması gerektiği tartışılmıştır. Bitkiler, tozlaştırcılar ve tozlaşma uygulamaları konusunda halk arasında farkındalık yaratmak adına yapılabilecekler, koruma adına verilebilecek eğitimler, üretici, tüketici ve araştırmacıların her daim ilişki içinde olması için ne tür uygulama çalışmaları yapılması gerektiği sorgulanmıştır.

Jacobus C. Biesmeijer önderliğinde yapılan başka bir çalışmada ise bir önceki çalışma kapsamında tasarlanan sorulara ek olarak polinasyon ekolojisi çalışmalarının araştırmacılar dışındaki diğer insanlara da aktarılabilmesi ve bu tip çalışmalar için fonların bulunabilmesi adına yapılabileceklerin tasarlanması tartışılmıştır [43].

2.5. Polinasyonda Arıların Önemi

Hymenoptera takımının Apoidea üst familyasının Apiformes (Anthophila) bölümünü oluşturan arılar böcekler aracılığıyla tozlaşan bitkilerin birincil polinatörleri olup [44] [45] [46], Palaearktık'te Apidae, Andrenidae

Anthophoridae, Colletidae, Halictidae, Megachilidae ve Melittidae familyaları ile temsil edilirler [10]. Dünyada 25.000 kadar tanımlanmış arı türü bulunmaktadır [47]. Bunların 3500 kadarı Halictidae familyasına [36, 48], 5000 kadarı Megachilidae familyasına [10], 300 kadarı Apidae familyasına [49] aittir. Ülkemizde ise toplam 2000 civarında arı türü olduğu tahmin edilmektedir [47].

Dünyada tarımsal üretimde kullanılan taksonlar Apidae, Megachilidae, bazı Anthophoridae ve Xylocopinae türleridir [20].

Tarımsal olarak üretimi yapılmakta olan 124 bitkinin 87'sinin doğrudan biyotik bir tozlaştırıcı ajana gereksinimi olduğu, bu çerçevede bakıldığında insan besinini oluşturan bitkilerin %35'inin tozlaştırıcı hayvanlara bağımlı olduğu görülmektedir [46]. Böcek tozlaşmanın Dünya için ekonomik değerinin yaklaşık olarak 153 milyar Avro olduğu bildirilmiştir [50].

Arıların bütün Dünya'da modern tarımsal üretimde en önemli polinatör böcekler olduğu ortaya konmuş ve bunlardan azami derecede yararlanma olanakları araştırılmıştır [45, 51-54].

2.5.1. Bal arılarının polinasyondaki önemi

Bal ve bal mumunun insanoğlu tarafından kullanılmaya başlanması, M.Ö. 2600 yıllarında Antik Mısır Uygarlığı'nda arıların evcilleştirilmesine yol açmıştır [55]. Antik Yunan (M.Ö. 650) ve Roma (M.Ö. 150) dönemlerinde bal arıların Avrupa'ya yayılışları hızlanmıştır [56]. Crane (1975), göç eden insanların evcil köpekleri gibi arılarını da yanlarında taşıdıklarını ve 17. yüzyıldan beri insanın gidebildiği her yere arıların da götürüldüğünü bildirmektedir [56].

Apis mellifera L., polinatör etkinliğinden ziyade, arı ürünleri sebebiyle yetiştiriciliği yapılmaya başlanmış bir tür olup uyum kabiliyeti oldukça yüksek bir taksondur. Böcek ile tozlaşan bitkilerin neredeyse % 80'ninin tozlaştırıcısı konumundaki *Apis mellifera* L., dünya üzerinde yetiştiriciliği en yaygın olarak yapılan polinatördür. Yüksek uyum kabiliyeti sebebiyle İskandinavya'nın güney kesimlerinden orta Asya'ya ve Afrika'ya kadar geniş bir yayılış alanına sahiptir [56-58].

Monokültür ekim alanlarında kullanılabilecek en önemli polinatör tür bal arısıdır [44]. Bunun sebebi ise koloni büyüklüğünün 10.000 ile 40.000 birey arasında değişebilmesi ve polen ve/ya nektar toplayan birey sayısının ise bu büyüklüğün neredeyse %30'undan oluşuyor olmasıdır [57]. Aynı zamanda bal arılarının

biyolojileri ile ilgili oldukça ayrıntılı bilgiye sahip olunması, koloninin ek besinlerle populasyon büyüklüğünün artırılmasını da sağlamaktadır. Tüm bu pozitif değerler yanında, kolonilerin taşınabilir ve farklı bitkisel üretim alanlarında kullanılabilir olması da büyük avantaj sağlamaktadır [59, 60].

Amerika Birleşik Devletleri'nde 1909 yılında başlayan bal arısı kovanlarının tozlaşma amacıyla kiralanması uygulamaları, tarımsal üretiminde elde edilen verim artışına paralel olarak çoğalmıştır [61].

2.5.2. Bombus arılarının polinasyondaki önemi

Bombus türlerinin, bal arılarına alternatif olarak tarımsal üretimde kullanılması kitlesel üretimlerinin yapılabilir duruma geldiği 1980'li yıllarda başlamıştır [62]. Görece iri vücut yapısına sahip olmaları, bal arılarına oranla daha uzun dillerinin olması, düşük sıcaklık ve yağışlı hava koşullarında aktif olabilmeleri, sera ortamında da uçuşa çıkabilir olmaları sebebiyle [63] tarımsal üretimde avantajlı bir taksa olarak nitelendirilmektedirler.

Açık alanlardan ziyade örtü altı yetiştiricilikte kullanılan türler *Bombus terrestris* (L.,1758), *Bombus impatiens* (Cresson, 1863), *Bombus ignitus* (Smith, 1896), *Bombus lucorum* (L.,1761), *B. occidentalis* (Greene,1858) ve *Bombus terrestris canariensis* (Perez,1895) olarak sıralanabilir [62]. Özellikle kitlesel üretimin daha kolay ve koloninin daha fazla bireyden oluşuyor olması nedeniyle bombus arıları içinde yetiştiriciliği en fazla yapılan ve tozlaşma amacıyla en yoğun kullanılan tür *Bombus terrestris*'tir [64]. Dünyada 30'dan fazla ülkede ve 25 farklı kültür bitkisinde tozlayıcı olarak kullanılmaktadırlar. Bu bitkilerden en çok ekim alanına sahip olanlar; *Actinidia deliciosa* (A.Chev.) C.F.Liang & A.R.Ferguson (kivi), *Capsicum annuum* L. (biber), *Citrullus lanatus* (Thunb.) Matsumara & Nakai (karpuz), *Cucurbita pepo* Dumort. (kabak), *Cucumis melo* L. (kavun) , *Cucumis sativa* L. (hıyar), *Fragaria ananassa* (Weston) Rozier (çilek), *Lycopersicon esculentum* Mill. (domates), *Solanum melongena* L. (patlıcan), *Malus domestica* Borkh.(elma), *Pyrus communis* L. (armut), *Prunus cerasus* L. (vişne), *P. avium* (L.) L. (kiraz), *P. persica* (L.) Batsch (şeftali) ve *P. armeniaca* L. (kayısı) 'dır . Yetiştiriciliğinin daha kolay ve koloni populasyonunun yeterli derecede kalabalık olması nedeniyle *Bombus* türleri içinde ticari yetiştiriciliği en fazla yapılan tür *Bombus terrestris*'tir. Ülkemizde de doğal olarak yayılış gösteren, ticari olarak

üretimi yapılan ve tarımsal faaliyetlerde kullanılan tek tür halen *Bombus terrestris*'tir [21].

2.5.3. Diğer arıların polinasyondaki önemi

Soliter arılar ile ilgili polinasyon ekolojisi çalışmalarına paralel [65-68] bazı arı türlerinin tozlaşmada kullanılmak amacıyla kültüre alınması denemeleri de başlatılmıştır [69-71].

Megachile rotundata ve *Nomia melanderi* türleri Amerika Birleşik Devletleri ve Yeni Zelanda'da yonca üretiminde, *Osmia* spp. ise özellikle erken baharda çiçek açan meyvelerin tozlaşmasında kullanılmakta olan arılardır [45, 62, 72] .

Osmia spp. ile ilgili çalışmalar 1950'li yıllardan sonra *O. cornifrons* ve *O. pedicornis* türlerinin Japonya'da elma bahçelerinde denenmesi ile başlamıştır [73]. Amerika Birleşik Devletleri ve Avrupa'da, armut, badem, elma, erik ve kiraz bahçelerinde *O. bicornis*, *O. cornuta* ve *O. lignaria*, (L.) türleri ile çalışmalar çeşitlenmiştir [71, 74-76]. Türkiye'de *O. cerinthidis* Morawitz ve *O. avosetta* Warncke türlerinin yuva yapıları ve meyve bahçelerindeki kullanımına yönelik çalışmalar bulunmaktadır [9, 26, 77].

2.6. *Carthamus tinctorius* L. (Aspir)

Carthamus cinsi Asteraceae familyası içinde yer almaktadır ve Dünya'da 16 tür ile temsil edilmektedir [78]. *Carthamus tinctorius* L. (aspir) türü bu cins içerisinde kültürü yapılan tek türdür [27, 28].

Aspir tek senelik bir bitki olup yağlı tohumları, çiçekleri ve bitkinin gövdesi için kültürü yapılmaktadır [29, 30].

Aspir hatları, tekli doymamış yağ asidi (oleik asit-oleik tip) ya da çoklu doymamış yağ asidi (linoleik asit, linoleik tip) içeriklerine göre iki tip olarak değerlendirilmektedir [79]. Remzibey-05 hattı yağ asitleri kompozisyonunun linoleik ve oleik asit miktarlarının benzer olması ile oleik asit miktarı yüksek Balcı, Linas ve Dinçer hatlarından ayrılmaktadır. Linoleik, oleik ve linolenik asitler, bitkisel yağların kalitesinin belirlenmesini etkileyen yağ asitleridir [80].

2.6.1. Aspir bitkisinin ekonomik değeri

Artan nüfus ve besin gereksinimine paralel olarak suya olan gereksinim gün geçtikçe artmaktadır. Tarımsal üretimde ise suya olan ihtiyacın minimuma indirilebilmesi ve kuraklığa dayanıklı bitkilerin üretimi gün geçtikçe önem

kazanmaktadır. Bu nedenle son zamanlarda yapılan birçok araştırmada kuraklığa dayanıklı bitkiler ön planda yer almaktadır [81].

Aspir üretimine olan ilginin geçmiş dönemlerimize göre daha fazla olması, ülkemizin tarımsal politikasındaki dönüşüm ve bitkinin yemeklik yağ üretimi yanında biyodizel hammaddesi olarak da önemli bir kaynak oluşturmasıdır.

Aspirin Dünya'daki toplam ekim alanı 1.121.212 hektar kadar olup, Hindistan 700.000 hektar ekim alanı ve 400.000 ton üretim ile aspir üretiminin %70'ini karşılamaktadır. Bunu ABD, Meksika ve Çin izlemektedir FAO (2010).

Türkiye sahip olduğu iklim koşulları, coğrafik ve topografik yapısı nedeni ile aspir tarımına oldukça uygundur. Aspir tarımı Anadolu'nun yarı kurak bölgelerinde yapılmaktadır [82]. TÜİK (2014) verileri incelendiğinde 2008 yılında 5000 hektar olan ekim alanının 2012 yılında 16000 hektara, 2016 yılında ise 44000 hektara ulaştığı görülmektedir. Aspir üretimin ise sırasıyla 7000 tondan, 20000 ve 62000 tona kadar ilerlediği tespit edilmiştir. Dünya üretimi ile kıyaslandığında ülkemizdeki ekim alanlarının azlığı fark edilmekte ve aspir ile ilgili yapılmış çalışma sayısının görece yetersiz kaldığı görülmektedir [83, 84].

Aspirin yağ içeriği %25-35 arasında değişebilmektedir [85-88]. Aspir önemli bir yağ bitkisi olup yağı yemeklik yağ ve biyoyakıt üretiminde kullanılmaktadır. Yeterli yağış almayan kıraç ve verimsiz alanların üretime kazandırılmasında önemli bir potansiyele sahip olabilecek alternatif bir bitkidir [89, 90]

İnsanoğlu tarafından besin olarak tüketilen yağların neredeyse %30'u bitkisel kökenli olup, başlıca zeytin, fıstık, Hindistan cevizi, pamuk, palmiye yağı, kolza, soya, ayçiçeği, aspir gibi bitkilerden köken alır. Yağlı tohumlu bitkilerin tohum tutma başarısının ve tohumların yağ içeriğinin çapraz tozlaşma sağlayan polinatör ajanlar sayesinde çoğalması söz konusudur [91].

Yenilebilir yağların karakteri, yağın yağ asitleri kompozisyonu ile belirlenir [82]. Aspir tohumlarından elde edilen yağ oranı normal gövde tipinin görüldüğü varyetelerde %25-37, ince gövde tipinin görüldüğü varyetelerde ise %46-47 oranlarındadır [83, 92]. Aspir bitkisinin yağ asitleri kompozisyonu oldukça değişken olmakla birlikte standart aspir yağı içerisinde maksimum %8 palmitik asit, %3 stearik asit, %20 oleik asit ve %75 linoleik asit bulunabilir. Bazı varyetelerin neredeyse %85 oranında oleik asit içerdiği de rapor edilmiştir [85, 93, 94].

Aspir yağı doymamış yağ asitlerinden stearik asit ve palmitik asit içermektedir [82].

Aspir yağı, ticari olarak üretimi yapılan yağlar içerisinde en yüksek linoleik asit içeriğine sahip yağlardan birisidir [95]. Aspir bitkisinin yüksek linoleik asit içeren kültürlerinden elde edilen yağ cila yapımında kullanılmaktadır. Oleik asitçe zengin yağlar kızartma yağı olarak kullanılabilirken, linoleik asitçe zengin olanlar ise yenilebilir yağ olarak değerlendirilebilmektedir [83, 92, 95-97].

Aspir tohumlarındaki yağ içeriği genotip, ekoloji, morfoloji, fizyoloji ve bitkinin yetiştirme dönemi süresince maruz kaldığı biyotik ya da abiyotik etmenlere paralel değişimler gösterebilmektedir [94, 98]. Aspir bitkisinin büyüme sürecindeki sıcaklık, yağ asitleri kompozisyonunu etkilemektedir [99]. Görece yüksek sıcaklıklarda yetişen bitkilerin tohumlarından elde edilen yağlarda düşük linoleik asit C18:2 ve yüksek oleik asit C18:1 tespit edilmiştir [100].

2.7. Bal Tanımı

Bal; çiçekli bitkilerin nektarlarından ya da bitki özsuğu ile beslenen böceklerin salgılarından köken almaktadır [101]. Karbohidrat kaynağı olan bu eriyiklerin bal arılarınca toplanması ardından, arının vücudunda metabolize edilmesi ve petek gözlerine depolanması ile insanoğlunun besin maddesi olarak kullandığı bal üretimi gerçekleşmiş olur [11].

Balın sınıflandırılması, arıların balın kökenini oluşturan maddeyi topladıkları kaynak göz önünde bulundurularak yapılır. Bu kapsamda bal, çiçek ve salgı balı olarak iki genel sınıfta incelenebilir [102].

Ayrıca balda tespit edilen taksonların polenlerinin yüzdeleri hesaplanarak dominant ($\%45 \leq x$), sekonder ($\%16 \leq x \leq \%44$), minör ($\%4 \leq x \leq \%15$) ve eser ($\%3 \leq x$) olmak üzere dört farklı kategoride balların bitki kaynakları saptanabilir [103]. Herhangi bir balın monofloral (tek bir bitkisel kaynaktan köken almış) olarak nitelendirilebilmesi için bahsi geçen bitkiye ait polenlerin, melitopalinolojik incelemeler sonucunda, balda dominant halde bulunduğunun tespit edilmesi gerekmektedir [104].

2.8. Polen Tanımı

Angiospermelerde çiçek; sepal, petal, dişi ve erkek organlardan oluşmaktadır. Erkek organlar (stamenler), filament ve onların ucundaki anterlerden oluşmaktadır.

Anterlerde bulunan polen ana hücrelerinin gelişmesi ve geçirdikleri mayoz ve mitoz bölünmeler sonunda gelişen polenlerin gelişmelerini tamamlayarak tozlaşmayı sağlamak üzere anterlerin açılması ile serbest hale gelirler.

Polen; şeker, nişasta, yağ ve iz miktarda vitamin ve inorganik tuzun yanı sıra yüksek miktarda protein içermektedir [10]. Polen, protein kaynağı olması yanında yağ, karbohidrat, nişasta, sterol, vitamin ve mineral de içermektedir [105].

Arıların polen toplama davranışlarını iklim ve hava koşulları olumlu ya da olumsuz yönde etkilemektedir [106]. Bal arıları 14°-37°C aralığında iken oldukça aktiftirler. [107] . Bombus arıları görece düşük ısıda (10°C civarı) da aktif olabilmektedirler [63]. Koloninin sağlıklı bir şekilde gelişebilmesi işçi arıların kovana getirdikleri besinin miktarına ve içeriğine bağlıdır [108]. Nektarın kalitesine yönelik çalışmalar polenin kalitesine yönelik yapılan çalışmalardan daha çoktur [109]. Arılar için bir bitkinin iyi bir besin kaynağı olması ise polenin içerdiği toplam protein miktarı ile doğrudan ilintilidir [110]. Arıların polen toplamak için gerçekleştirdikleri uçuşlarda, aynı türe ait çiçekli bitkiler üzerinden polen topladıkları ve bir polen yükünün tek bir bitki taksonuna ait olduğu bilinmektedir [111].

2.9. Arazinin Tanımı

Bu çalışmanın gerçekleştirildiği arazi İç Anadolu Bölgesi'nde bulunan Ankara ilinde, Çankaya ilçesi sınırları içerisinde. Ankara ili iklimsel koşulları sebebiyle aspir tarımı için oldukça uygun bir bölgedir. Türkiye'deki aspir üretimi 31 ilde yapılmakta olup, toplam üretimin % 55'i Ankara ili siyasi sınırları içerisinde gerçekleşmektedir [112].

Ankara 1971-2000 yılları arasındaki iklim periyodu kullanılarak hazırlanan farklı iklim sınıflandırmalarına göre değerlendirilmiştir. Ankara, bu kapsamda incelendiğinde, Köppen'in iklim sınıflandırmasına göre soğuk step ya da soğuk yarı kurak, Aydeniz'in iklim sınıflandırmasına göre kurak, Erinç'in iklim sınıflandırmasına göre yarı nemli, de Martonne'nin iklim sınıflandırmasına göre step-nemli arası, Trewartha'nin iklim sınıflandırmasına göre (evrensel sıcaklık ölçeğine göre) kışları soğuk, yazları sıcak tipte bir iklime sahiptir [113].

Çalışma alanı Hacettepe Üniversitesi Beytepe Yerleşkesi'nde *Pinus nigra* L. orman açıklığında oluşturulmuştur.

2.10. Protein Miktar Tayin Yöntemleri

Protein miktar tayin yöntemlerinde yararlanılan teknikler protein çözeltisinin ultraviyole ışığı soğurma miktarının ölçülmesi veya bir belirteç ile reaksiyona girerek oluşan renkli bir bileşiğin (kromofor) spektrofotometrik olarak tespit edilmesi prensibine dayanmaktadır. Bu amaçla kullanılan yöntemler arasında Warburg-Christian, biüret, Lowry, bikinkoninik asit (BCA) ve boya-bağlama (Bradford) yer almaktadır.

Marion M. Bradford tarafından 1976 yılında geliştirilen boya-bağlama (Bradford) yönteminde, reaktif olarak genellikle asidik yapıda bir boya olan Coomassie Brilliant Blue (Coomassie parlak mavis) G-250 kullanılarak, boyanın proteinlere bağlanması ve renk oluşturması amaçlanır [114]. Oluşan mavi rengin şiddeti protein yoğunluğu ile doğru orantılıdır. Bu yöntemde kullanılan boyanın bazik amino asitlere ve bazı aromatik amino asitlere bağlanması sebebiyle bu amino asitlerce zengin proteinlerle etkileşimi daha fazladır. Asidik boyanın protein çözeltisine eklenmesiyle 595 nm soğurmada spektrofotometrik olarak nicel hesaplama yapılır. Oluşan rengin şiddeti ile protein yoğunluğu arasında bir orantı bulunması sebebiyle bu orantının kurulması için miktarları bilinen protein standartlarına ihtiyaç duyulmaktadır. En yaygın olarak kullanılan standard sığır serum albümin (BSA)'dır.

2.11. Çalışmanın Amacı

Bu çalışmanın amacı, entomofilik bitkilerin çiçeklenme dönemleri süresince tozlaştırıcı arılarla olan etkileşimlerinin gözlenmesi, tozlaştırıcı arılarının ilgili bitki üzerindeki beslenme davranışlarının ortaya konması, bitkinin verimine olan olası etkilerinin değerlendirilmesi ve arı ürünlerinin (bal ve polen) niceliksel analizleri ile ilgili bitkinin arıların beslenme ekonomileri ile ilişkilendirilebilmesidir.

Bu bağlamda seçilen bitki, yağlı tohumlu bir bitki olan *Carthamus tinctorius* L. (aspir), tozlaştırıcı arılar ise ticari olarak üretimi yapılabilen ve tarımsal üretimde kullanılan *Apis mellifera* L. (bal arısı) ve *Bombus terrestris* L. (bombus arısı) arılarıdır.

Aspirin tozlaşma ihtiyaçlarına ait farklı görüşler bulunmaktadır. Kendi kendine tozlaşabilen hatlarda arıların verime katkısı olmadığı, çapraz tozlaşmanın elzem olduğu hatlarda ise arının polen toplama davranışının verimi arttırdığı sonucuna varılmıştır [45].

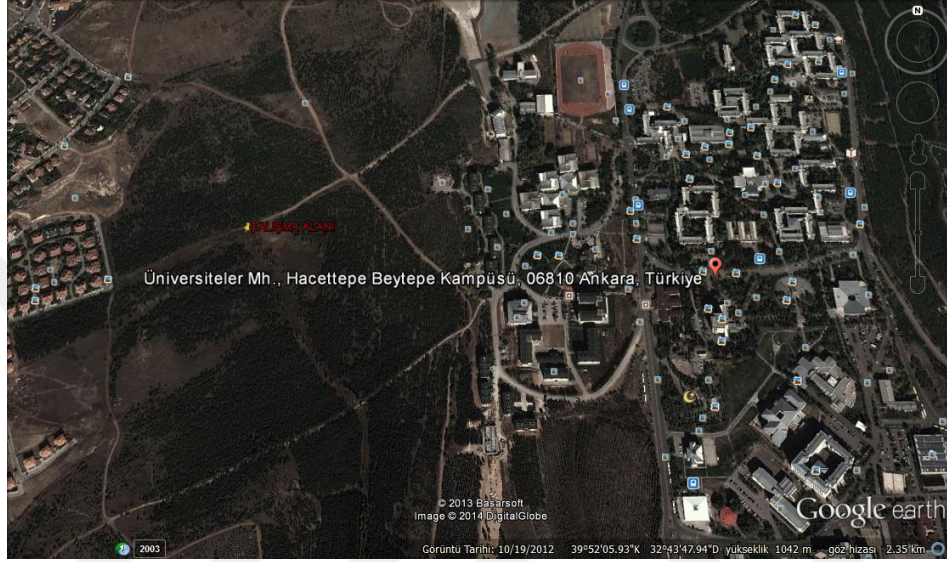
Çalışmamız sırasında çiçeklenme dönemi boyunca arıların beslenme davranışları gözlenmiş, arıların topladığı polenlerden örnekler alınmış, polenlerin protein içerikleri Bradford yöntemi ile tayin edilmiştir. Aspir ürün kalitesinin incelenebilmesi için elle yapılan hasat sonrasında toplam verim, tohumlarda 1000 dane ağırlığı, toplam yağ miktarı ve yağ asitleri kompozisyonu, kapitulum başına tohum sayısı kriterleri değerlendirilmiştir. Tozlaşma çalışmalarında kullanılan bal arısı kovanlarından elde edilen bal melitopalinolojik ve kimyasal analizler ile incelenmiştir.



3. GEREÇ ve YÖNTEM

3.1. Çalışma Alanı

Çalışma alanı Hacettepe Üniversitesi Beytepe Yerleşkesi içerisinde oluşturulmuştur (Şekil 3.1.). *Pinus nigra* L. orman açıklığında bulunan alanın lokalitesi 39° 52'05.93" K ve 032°43'47.94" D, deniz seviyesinden yüksekliği ise 1042 metredir (Şekil 3.2.).



Şekil 3.1. Çalışma alanının Hacettepe Üniversitesi Beytepe Yerleşkesi içerisindeki konumu.



Şekil 3.2. *Pinus nigra* L. orman açıklığında bulunan çalışma alanının ayrıntılı görüntüsü.

3.2. Bitki Materyali

Bitki materyali *C. tinctorius* L. türünün Balcı, Dinçer, Linas ve Remzibey-05 hatlarına ait T.C. Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, Trakya Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü'nden Dr. Metin Babaoğlu'nca tarafımıza gönderilen tescilli tohumlardan yetiştirilmiştir.

3.3. Bitkinin Yetiştirilmesi

20 cm derinliğinde sürdürülen toprak ekime hazır hale getirilmiş ve tohumların ekimi el ile yapılmıştır.

Ekimin 20 Mart- 20 Nisan tarihleri arasında yapılmasına özen gösterilmiştir. Değişik sıra aralıklarında ekim yapılmasına rağmen, yabancı ot mücadelesi ve kontrolü açısından, sıra arasının dar tutulması en iyi yöntem olarak kabul edilmektedir. Bu amaçla, tavsiye edilen en uygun sıra arası, 15-20 cm'dir. Sıra aralığının 15-20 cm olduğu durumlarda, dekara 4-6 kg tohumluk kullanılmalıdır (Babaoğlu, 2013).

2013 yılında başlatılan ön çalışmalarda bitkinin alana uyumu araştırılmış ve Balcı, Dinçer, Linas ve Remzibey-05 olmak üzere dört farklı aspir hattına ait tohumlar 15 Haziran günü ekilmiştir. Her bir hat için 25 m²'lik alanlar oluşturulmuştur. Beytepe koşullarında sulama yapılmaksızın bitkilerin gelişimleri gözlenmiştir (Şekil 3.3.).



Şekil 3.3. 2013 yılı çalışmaları sırasında deneme alanı.

2014 yılında 90 m² 'lik eş özellikte beş alan oluşturulmuş ve her alanda 20 m² 'lik parseller hazırlanarak Balcı, Dinçer, Linas ve Remzibey-05 hattına ait tohumların ekimi 25-28 Mart günlerinde yapılmış ve her bir alana 80 gram tohum ekilmiştir.



Şekil 3.4. Parsellere ayrılarak hazırlanan örneklem alanları (2014 yılı).



Şekil 3.5. Polinasyon çadırı iskeletleri görüntüsü (2014 yılı).



Şekil 3.6. Polinasyon çadırları ile oluşturulmuş deneme alanları (2014 yılı).

2015 yılında, 2014 yılında yapılan denemeler doğrultusunda Remzibey-05 hattı ile çalışmalara devam edilmiş ve 15 cm aralıkla 90 m² lik alanlara 16-18 Nisan günlerinde ekim yapılmıştır.



Şekil 3.7. 2015 yılında yapılan ekim sonrası bitkilerin gelişimi.

3.4. Polinasyon Kafeslerinin Hazırlanması

Bitkiler çiçeklenme dönemine girmeden önce 90 m²'lik alanlar üzerine kurulu 5.5 × 16.5 × 3 m boyutlarındaki metal sera iskeletleri teflon tülünden yapılmış çadırlar ile örtülerek polinasyon kafesleri hazırlanmıştır. Böylelikle yaklaşık 270 m³ hacimde dört polinasyon kafesi oluşturulmuştur. Polinasyon kafeslerinin kapısı fermuarlı olup teflon tül, su, hava ve güneş ışığını geçiren özelliktedir. Bunun yanında nektar ve/ya polen ile beslenen herhangi tozlaştırıcı bir böceğin geçemeyeceği örgü boyutuna (0,1 × 0,1 mm) sahiptir.



Şekil 3.8. Polinasyon kafeslerinin görünümü.

3.5. Tozlaştırıcı Arıların Polinasyon Kafeslerine Yerleştirilmesi

Çalışma kapsamında kullanılan polen tuzaklı ahşap kovanlar ApiMaye firması, bal arıları ve strafor kovanlar Türkiye Kalkınma Vakfı, bombus arıları ise Koppert Biyolojik Mücadele Sistemleri San. Tic. Ltd. Şti. tarafından hibe edilmiştir.

Aspir ekimi yapılmış alanlardaki çiçeklenme yaklaşık %5 seviyesine ulaştığında kurgulanan çalışma kapsamında birinci polinasyon kafesi içerisine bal arısı kovanı, ikinci polinasyon kafesi içerisine bombus arısı, üçüncü polinasyon kafesi içerisine bal arısı ve bombus arısı kolonileri giriş delikleri doğu yönüne bakacak şekilde yerleştirilmiştir.

Çizelge 3.1. 2014 yılında oluşturulan çalışma alanının şematik görünümü.

DİNÇER	DİNÇER	DİNÇER	DİNÇER	DİNÇER
BALCI	BALCI	BALCI	BALCI	BALCI
REMZİBEY-05	REMZİBEY-05	REMZİBEY-05	REMZİBEY-05	REMZİBEY-05
LİNAS	LİNAS	LİNAS	LİNAS	LİNAS
Grup 1	Grup 2	Grup 3	Grup 4	Grup 5
<i>Bombus terrestris</i> L. + <i>Apis mellifera</i> L.	<i>Bombus terrestris</i> L.	<i>Apis mellifera</i> L.	Kontrol-Arısız alan	Açık alan

Çizelge 3.2. 2015 yılında oluşturulan çalışma alanının şematik görünümü.

REMZİBEY-05	REMZİBEY-05	REMZİBEY-05	REMZİBEY-05	REMZİBEY-05
Grup 1	Grup 2	Grup 3	Grup 4	Grup 5
<i>Bombus terrestris</i> L. + <i>Apis mellifera</i> L.	<i>Bombus terrestris</i> L.	<i>Apis mellifera</i> L.	Kontrol-Arısız alan	Açık alan

3.6. Arı Aktivitelerinin İzlenmesi

Polinasyon kafesleri içerisindeki arı aktivitelerinin izlenmesi 2014 yılında gerçekleştirilmiştir.

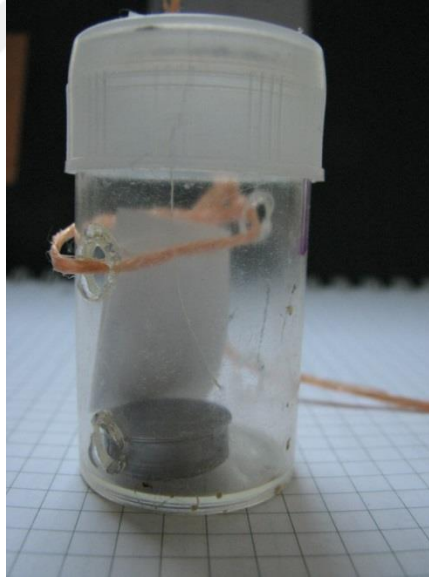
Çiçeklenmenin çalışma alanında %50'nin üzerine çıkması ile birlikte 09 Temmuz 2014 tarihinde arıların polinasyon çadırları içerisindeki yayılışlarını ve genel aktivitelerini ölçümleyebilmek için 07:00, 09:00, 11:00, 14:00, 16:00, 18:00 saatlerinde başlanarak 15 dakikalık gözlemler yapılmıştır. 18 Temmuz 2014 tarihine kadar devam eden gözlemlerde her bir örneklem alanında an itibariyle

çiçek üzerinde kaç arı olduğu, takip edilebilen arıların birim zamanda kaç çiçeği ziyaret ettikleri not edilmiştir.

Çiçeklenme dönemi 08.07.2014 tarihinde başlamış ve 20.07.2014 tarihinde bitmiştir. Çalışmanın başlangıcında Güneş doğuş zamanı 05:25, Güneş batış zamanı 20:23; çalışmanın son günü Güneş doğuş zamanı 05:32 ve Güneş batış zamanı 20:18'dir [115].

3.7. Sıcaklık ve Bağıl Nem Ölçümü

Hava sıcaklığı ve bağıl nem çiçeklenme periyodu boyunca “DS1923 temperature/humidity logger iButton R” model sıcaklık ve nem veri kaydedici cihazlar ile kayıt altına alınmıştır. Verilerin 15 dakikalık (900 saniye) periyodlar ile toplanabilmesi için cihazlar programlanmıştır. Veri kaydedici cihazlar üzerlerine delikler açılan plastik tüpler içerisine yerleştirilerek polinasyon kafeslerinin en yüksek noktasından ip ile kafes içerisine asılmıştır. Bir veri kaydedici cihaz ise polinasyon kafesleri dışarısındaki hava ve bağıl nemi kaydetmek üzere kafesler ile aynı seviyede olacak şekilde alanda bulunan bir direğe asılmıştır.



Şekil 3.9. Sıcaklık ve nem veri kaydedicilerin genel görüntüsü.

Çiçeklenme periyodu sonunda veri kaydediciler toplanmıştır. Toplanan veriler cihazların kendi programları ile okunmuş ve Excel programına aktararak değerlendirilmiştir. 15 dakikada bir alınan sıcaklık ve nem verisi, her bir saat dilimi

için tek bir veri elde edebilmek adına aynı saat dilimi içerisinde bulunan dört verinin ortalaması alınarak tekrar düzenlenmiştir.

3.8. Bitkilerin Hasat Edilmesi ve Tohumların Temizlenmesi

Yeterli kuruma noktasına gelen bitkiler elle hasat edilmiştir. 01-03 Eylül 2014 tarihlerinde hasat yapılmış ve her bir parseldeki bitkilerin kapitulumları ayrı ayrı tasnif edilmiştir. Böylelikle Balcı, Linas, Dinçer ve Remzibey-05 hatlarına ait beşer örnek ile toplamda 20 adet örneklem elde edilmiştir.

11 Eylül 2015 tarihinde gerçekleştirilen hasat işlemi sırasında ilk önce her bir alandan eşit büyüme gösteren 30'ar bitki ayrı ayrı torbalara konularak muhafaza edilmiş ve sonrasında her bir bitkinin (5x30) tohumları ayrı ayrı paketlenmiştir.

İkinci aşamada ekim yapılan tüm alandaki bitkiler toplanmış ve Remzibey-05 hattına ait beş adet örneklem elde edilmiştir.

Tohumların temizlenmesi aşamasında, çekiçle dövülen kapitulumlar, tohumların bitki parçalarından ayrılabilmesi için T.C. Tarım Bakanlığı Tohum Gen Merkezi bünyesinde bulunan tohum ayıklama ünitesine gtrlmştir. Tohumlar, Rber marka D-4950 MINDEN model tohum temizleme makinasında ayıklanarak analizler için hazır hale getirilmiştir.



Şekil 3.10. Röber marka D-4950 MINDEN model tohum temizleme makinesi.



Şekil 3.11. Tohum ayıklama işlemi.

3.9. Tohumların Verim Analizleri

Üç sene süren çalışma kapsamında, 2013 yılında tohumların verim analizleri ile ilgili herhangi bir analiz yapılmamıştır. 2014 yılında Balcı, Remzibey-05, Linas ve Dinçer hatlarından elde edilen tohumlar üzerinden toplam verim, toplam yağ

miktarı ve yağ asitleri kompozisyonu analizleri yapılmıştır. 2015 yılında çalışma Remzibey-05 hattı üzerinden yürütülmüş ve verim analizleri kapsamında kapitulum/tohum oranı, 1000 dane ağırlığı, ekim yapılan tohum ağırlığı (gram)/hasat edilen toplam tohum miktarı (gram) oranı, toplam yağ miktarı (%m/m), yağ asitleri kompozisyonu kriterleri üzerinden analizler yürütülmüştür.

2014 yılında farklı parsellere ait tohum örneklerinin toplam ağırlıkları ölçülmüş, 20 parselden 50 gramlık numuneler Tarım Bakanlığı Gıda Analiz Laboratuvarı'na toplam yağ miktarı ve yağ asitleri kompozisyonu analizleri için teslim edilmiştir.

2015 yılında farklı alanlara ait tohum örneklerinin toplam ağırlıkları ölçülmüş, her bir alandan 10'ar adet 50 gramlık numune (5x10=50 numune) Tarım Bakanlığı Gıda Analiz Laboratuvarı'na toplam yağ miktarı ve yağ asitleri kompozisyonu analizleri için teslim edilmiştir.

3.9.1. Kapitulum/tohum oranı

Her bir alandan eşit büyüme gösteren 30 bitkiden 30 kapitulum alınmış ve her birisi içinde bulunan tohumlar ayrı ayrı sayılarak kayıt altına alınmıştır.

3.9.2. 1000 dane ağırlığı

Her bir alandan elde edilen tohumlar içerisinde rastgele alınan 1000 tohumun, üç tekrarlı olacak şekilde, ağırlık ölçümleri yapılarak kaydedilmiştir.

3.9.3. Ekim yapılan tohum ağırlığı (gram)/hasat edilen toplam tohum miktarı (gram) oranı

Her bir alana yapılan 110 gram tohum ekimine karşılık hasat sonrası elde edilen toplam tohum miktarları hesaplanmıştır.

3.9.4. Yağ tayini (%m/m)

T.C. Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı Ankara Gıda Kontrol Laboratuvar Müdürlüğü'ne gönderilen 50 gram tohum örneği üzerinden TS EN ISO 659 analiz metodu ile yağ tayini analizi yapılmış, sonuçlar raporlanarak tarafımıza bildirilmiştir. 2014 yılında her bir örneklem alnından birer numune, 2015 yılında ise her bir örneklem alanı için 10 numune üzerinden çalışma yürütülmüştür.

3.9.5. Yağ asitleri kompozisyonu

T.C. Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı Ankara Gıda Kontrol Laboratuvar Müdürlüğü'ne gönderilen 50 gram tohum örneği üzerinden AOAC 17 ed.2002,969.3341.1.28-TUPAC7 1987 metodu ile yağ asitleri kompozisyonu

(bitkisel yağlar) analizi yapılmış, sonuçlar raporlanarak tarafımıza bildirilmiştir. Analiz içerisinde kaproik asit C6:0, kaprilik asit C8:0, kaprik asit C10:0, laurik asit C12:0, miristik asit C14:0, palmitik asit C16:0, palmitoleik asit C16:1, margarik asit C17:0, heptadesenoik asit C17:1, stearik asit C18:0, oleik asit C18:1, linoleik asit C18:2, linolenik asit C18:3, arasidik asit C20:0, gadoleik asit/ekosenoik asit C20:1, C20:2, behenik asit C22:0, erusik asit C22:1, C22:2, lignoserik asit C24:0 ve nervonik asit C24:1 olmak üzere 24 parametre ölçümlenmiştir. 2014 yılında her bir örneklem alnından birer numune, 2015 yılında ise her bir örneklem alanı için 10 numune üzerinden çalışma yürütülmüştür.

3.10. Polen Analizleri

3.10.1. Polenlerin toplanması

Bal arısı kovanlarına takılı olan polen tuzakları yardımı ile arıların bacaklarına topladıkları polenler toplanmıştır. Polen tuzakları, arıların aspir bitkisi üzerinde aktif olarak polen topladığı 07:00-11:00 saatleri arasında kullanılmıştır.

Ergonomik Tabanlar ile Polen Toplama



Şekil 3.12. Ergonomik tabanlı kovanlara takılı polen tuzakları ile polen toplama mekanizması (<http://www.apimaye.com.tr/>, 27.05.2015).



Şekil 3.13. Polen tuzakları ile toplanan polenler.

Polinasyon kafesleri içerisinde aspir bitkisi üzerinde polen toplamakta olan bal arıları ve bombus arıları canlı olarak tül atrap ile yakalanıp, korbikularında bulunan polen yükleri arıya zarar vermeden alınmıştır.



Şekil 3.14. Canlı arıların korbikularından alınan polen topları.

3.10.2. Polenlerin bitkisel orijinlerinin tespit edilmesi

Bir polen yükünün yalnızca tek bir bitki türünden toplandığı kabul edilerek [111, 116] analizler yürütülmüştür. Toplanan polen örnekleri polen yüklerinin renklerine göre ayrılmıştır. Ancak bugüne kadar uygulanan yöntemden farklı olarak tablada toplanmış olan polen yükleri birbirlerine temas etmeden, olabildiğince kendi içerisinde steril şekilde böcek iğneleri yardımıyla bütünden ayrılmıştır.



Şekil 3.15. Böcek iğnesi ile polen topraklarının ayrılması ve farklı polenlerin tasnif edilmiş hali.

Örnekler ayrı ayrı kaplara konularak protein analizleri için -18 °C'de saklanmıştır. Her bir gruptan bir polen yükü Wodehouse yöntemi ile preparat haline getirilmiştir [117]. Preparatlar, oluşturulan kodlama sistemi çerçevesinde verilen kod numaraları ile etiketlenmiştir. Polenlerin teşhisleri Nikon Eclipse E400 model mikroskop ile çeşitli polen teşhis anahtarları kullanılarak yapılmıştır [2, 11, 118-122]. Polen fotoğrafları Olympus marka BX70 model mikroskoba bağlı görüntüleme sistemi ile fotoğraflanmıştır. Bal arılarının açık alanda ekili olan aspir bitkisine mi yoksa çalışma alanı ve arıların dolanma alanları çerçevesinde yayılış gösteren diğer bitkiler üzerinden mi beslendiği tespit edilmeye çalışılmıştır.

3.10.3. Bradford yöntemi ile protein miktar tayinin gerçekleştirilmesi

Bitkisel kökeni tespit edilen polen örneklerinin Bradford yöntemi ile protein miktar tayini gerçekleştirilmiştir. Örneklerde bulunan protein miktarının karşılaştırılabilir olması için en az ağırlığa sahip olan örnek temel alınarak her bir örnekten 0,004 gr (4 mg) tartılmıştır. Yağdan arındırma işlemi için örnekler 80 µl diklorometan ile 2 saat boyunca çalkanmış ve bu işlem bir kez daha tekrarlanmıştır. Örnekler daha sonra sıvı azot ile dövülerek toz haline getirilmiştir. Toz haline getirilen örneklerle

80 µl üreli lizis tamponu [7 M üre (Bio-Rad, ABD), 2 M tiyoüre (Bio-Rad, ABD), % 4 CHAPS (Amresco, Ohio), % 1 DTT (Fluka, İsviçre), % 2 taşıyıcı amfolitler (pH 3-10, Fluka, İsviçre), 1 tablet proteaz inhibitor kokteyl (Roche, İsviçre)] eklenmiş ve 40 genlikte 5 kez 5 saniye aralıklarla üç sonikasyona tabi tutularak homojenize edilmiştir. Homojenizasyon işleminin ardından her bir örnek karışımı +4C°'de 1 saat boyunca 17.000 g'de santrifüj edilmiştir. Santrifüjün ardından elde edilen süpernatant ayrı bir tüpe alınmıştır. Örneklerdeki protein miktarının belirlenmesi için kullanılacak olan Bovine Serum Albumin (BSA) 200, 400, 600, 800 ve 1000 µg/ml'lik standartlar halinde hazırlanmıştır. 96-kuyucuklu mikro-plakaya sırasıyla ultra saf su, 200 µg/ml BSA, 400 µg/ml BSA, 600 µg/ml BSA, 800 µg/ml BSA, 1000 µg/ml BSA ve ardından gelen kuyucuklara 1:10 oranında sulandırılmış olan örnekler dört tekrarlı olarak eklenmiştir.

Kuyucukların her birine 245 µl Bradford boyası eklenmiş ve mikro-plaka 15 dakika karanlıkta inkübe edilmiştir. Ardından, spektrofotometrede 595 nm'de ölçüm yapılmıştır. Elde edilen değerler kullanılarak standart eğrinin $y = Ax + B$ denklemi hesaplanarak A ve B değerleri bulunmuştur. Daha sonra örneğin optik yoğunluk (OD) değeri kullanılarak bu denkleme göre yoğunluk değeri hesaplanmıştır. Elde edilen değer, 10 olan dilüsyon faktörü ile çarpılarak polen örneklerindeki protein miktarı µg/µl cinsinden hesaplanmıştır.

3.11. Balın Mikroskopik Analizi

Balda polen analizi için preparasyon işlemleri Sorkun, 2008 metodu ile yapılmıştır [11]. Preparatların İncelenmesi aşamasında Nikon Eclipse E400 marka mikroskop kullanılmıştır.

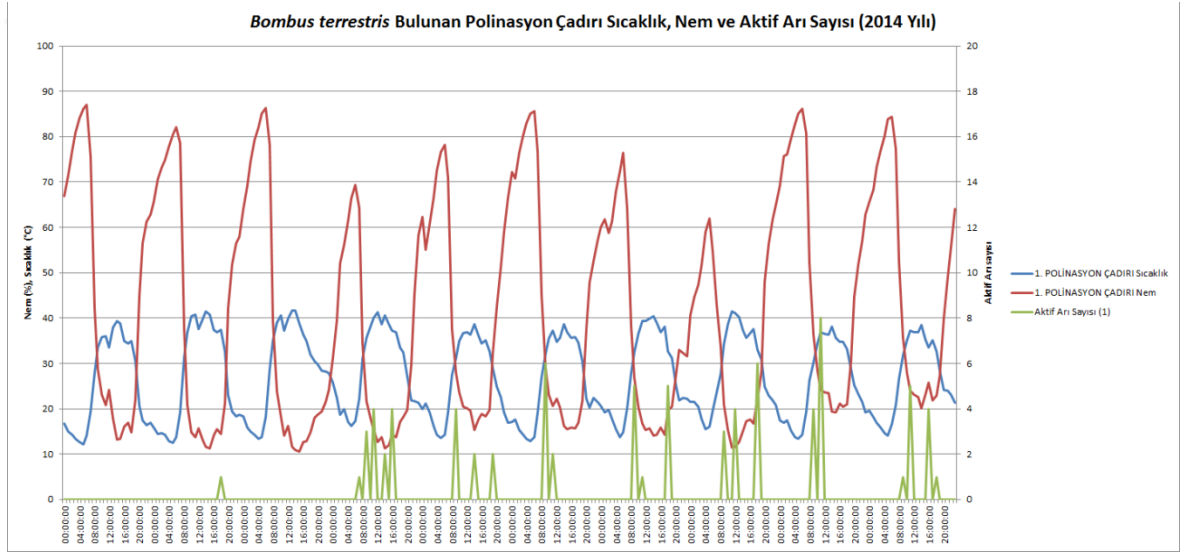
3.12. İstatistiksel Analizler

1000 dane ağırlığı, kapitulum başına tohum sayısı, toplam verim, toplam yağ miktarı ve yağ asitleri kompozisyonu (21 parametre) sonuçları gruplar arasında anlamlı bir fark olup olmadığının tespiti için tek yönlü varyans analizi ile değerlendirilmiştir. 2014 yılı yağ asitleri kompozisyonu ve toplam yağ miktarı sonuçları her bir grup için yalnızca bir örneklem üzerinden analizlerin yapılması sebebiyle (örneklem azlığından) istatistiksel olarak değerlendirilmemiştir. İstatistiksel analizlerde R Commander programı kullanılmıştır [123].

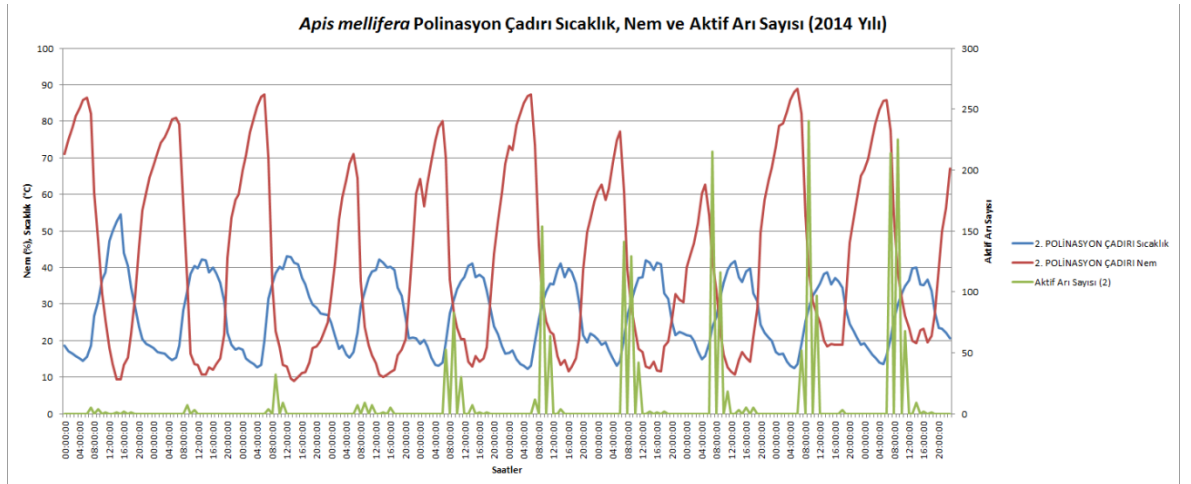
4. BULGULAR

4.1. Çiçeklenme Dönemi Süresince Kaydedilen Sıcaklık, Nem Değerleri ve Arı Aktivitelerinin İzlenmesi

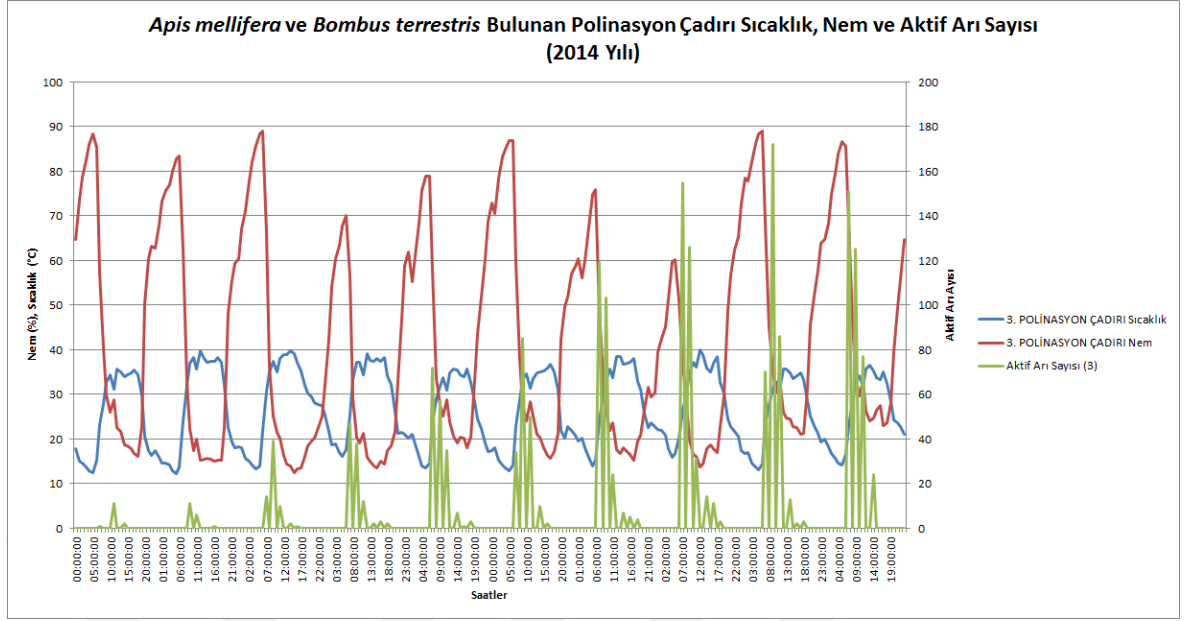
Tozlaştırıcı ajanlar olarak polinasyon çadırlarına konan *Apis mellifera* ve *Bombus terrestris* arılarının *Carthamus tintorius*'un Balcı, Linas, Remzibey-05 ve Dinçer hatları üzerindeki beslenme davranışları 2014 yılında gözlenmiştir. 10 günlük çiçeklenme dönemi içinde kaydedilen sıcaklık ve nem değerleri de değerlendirilerek Excel programında çizgi grafikler halinde özetlenmiştir (Şekil 4.1,2,3.).



Şekil 4.1. *Bombus terrestris* bulunan polinasyon çadırı içerisindeki sıcaklık, nem ve aktif arı sayısı.



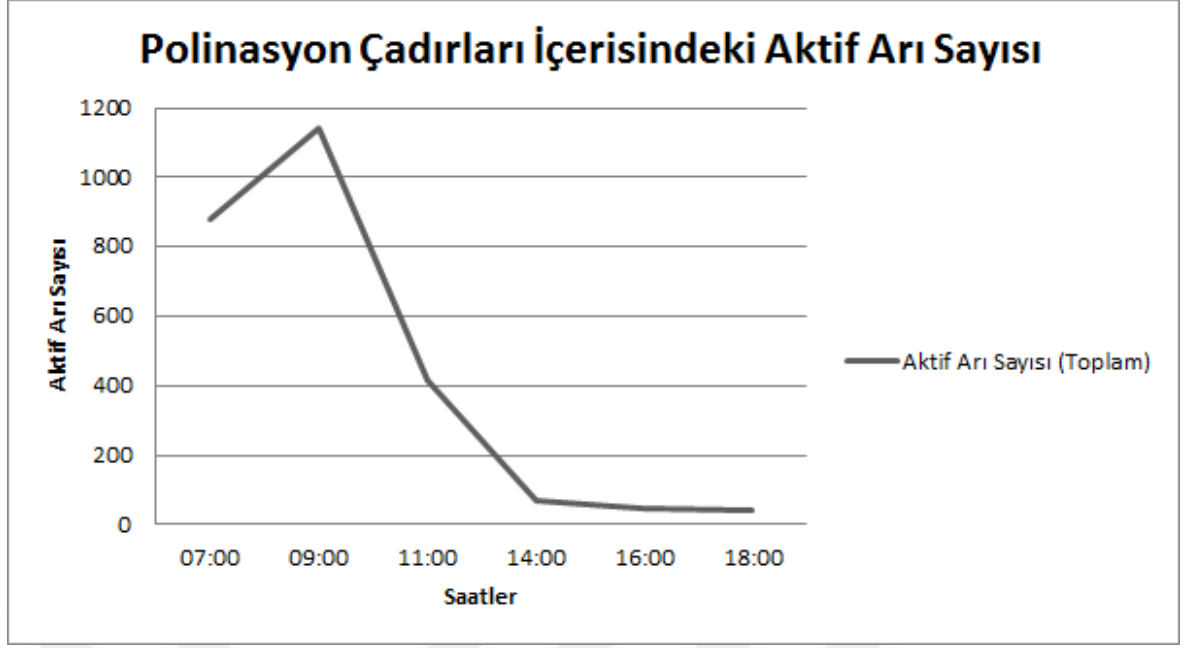
Şekil 4.2. *Apis mellifera* bulunan polinasyon çadırı içerisindeki sıcaklık, nem ve aktif arı sayısı.



Şekil 4.3. *Apis mellifera* ve *Bombus terrestris* bulunan polinasyon çadırı içerisindeki sıcaklık, nem ve aktif arı sayısı.

Grafiklerde sıcaklık ve nem değerleri birincil eksen, aktif arı sayıları ise ikincil eksen üzerinde ifade edilmiştir. *Bombus* arılarının yapılan gözlemin beşinci gününde ilk dört güne kıyasla daha fazla aktivite gösterdiği sonrasında ise giderek çoğalan bir artışla aktivitelerine devam ettikleri tespit edilmiştir. Bal arılarının da aynı seyirle aktivitelerine devam ettikleri gözlemlenmiştir. Her iki arının da bulunduğu polinasyon çadırı içerisindeki aktivitenin üçüncü günden başlayarak artış gösterdiği kaydedilmiştir. Günlük aktiviteler değerlendirildiğinde, arı aktivitesinin en yüksek düzeyde olduğu saat aralığı 08:00-10:00'dur.

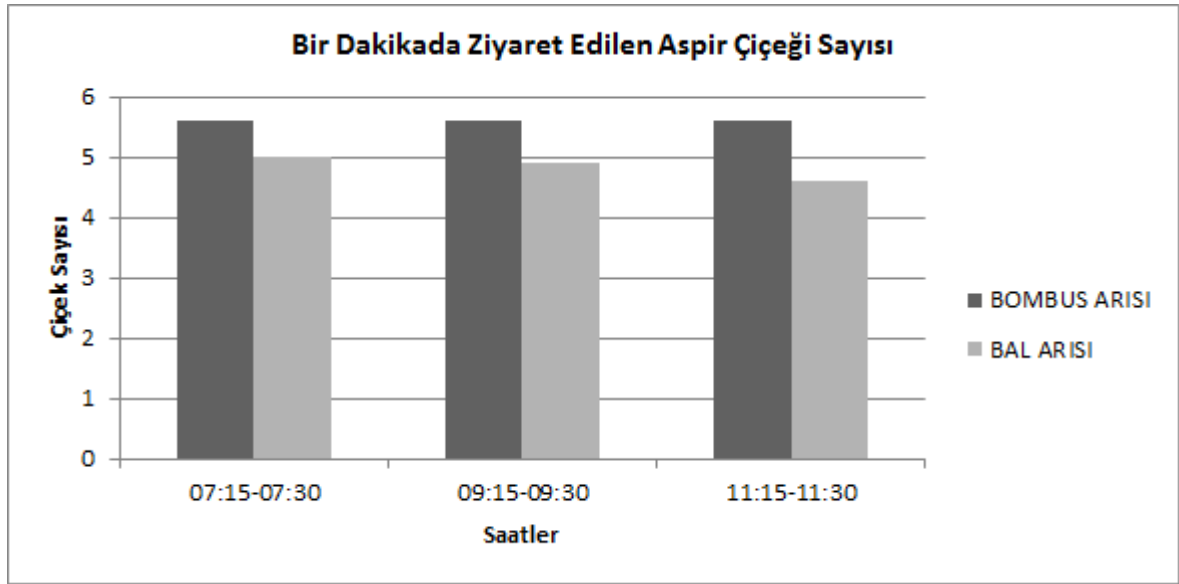
Polinasyon çadırları içerisinde bulunan arıların 10 günlük gözlem süresince gözlenen aktif arı sayısının gözlem yapılan saatlere (07:00,09:00, 11:00,14:00,16:00,18:00) göre yoğunluklarını gösteren çizgi grafik Excel programında çizilmiştir (Şekil 4.4.).



Şekil 4.4. Çiçeklenme dönemi süresince polinasyon çadırları içerisindeki aktif arı sayısının saatlere göre dağılımı.

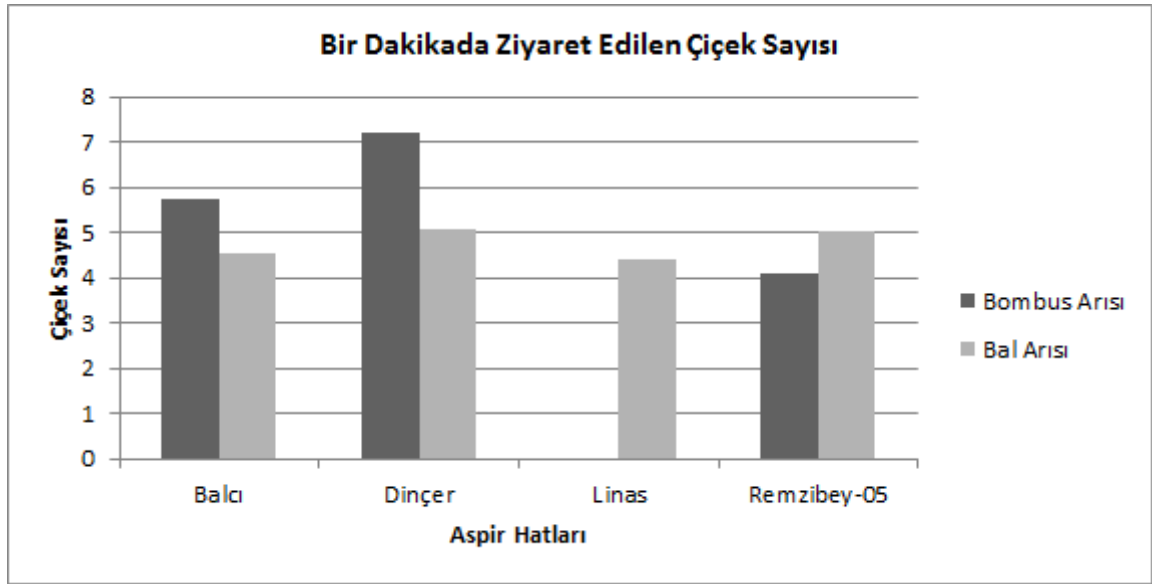
Aspir bitkisinin çiçeklenme döneminde yapılan gözlemler süresince polinasyon çadırları içerisindeki aktif arı sayılarının en yüksek seviyeye saat 09:00 sularında ulaştığı sonrasında ise giderek azaldığı sonucuna varılmıştır.

Arıların yoğunlukla aktif oldukları sabah saatlerinde arılı her bir polinasyon çadırı içerisinde bir dakikalık zaman diliminde kaç çiçek ziyaret ettiklerine ilişkin grafikler Excel programında sütun grafiği olarak çizilmiştir (Şekil 4.5.).



Şekil 4.5. Bombus arıları ve bal arılarının 07:15-07:30, 09:15-09:30 ve 11:15-11:30 saatleri arasındaki aspir çiçeği ziyaretlerinin dakika başına dağılımı.

Bombus arılarının 07:15-07:30 saatleri aralığında 5,5 çiçek/1 dakika, 09:15-09:30 saatleri aralığında 5,5 çiçek /1 dakika ve 11:15-11:30 5,5 çiçek/1 dakika aktivitesi gösterdiği; bal arılarının ise 07:15-07:30 saatleri aralığında 5 çiçek/1 dakika, 09:15-09:30 saatleri aralığında 5 çiçek /1 dakika ve 11:15-11:30 5 çiçek/1 dakika aktivitesi gösterdiği tespit edilmiştir. Sonuç olarak aynı koşullar altında bombus arılarının az da olsa birim zamanda daha çok çiçek ziyaret ettiği sonucuna varılmıştır (Şekil 4.6.).



Şekil 4.6. Bal arıları ve bombus arılarının bir dakikada deneme alanında bulunan Balcı, Dinçer, Linas ve Remzibey-05 hatları çiçeklerini ziyaretlerinin dakika başına dağılımı.

Balcı, Dinçer, Linas ve Remzibey-05 hatları üzerindeki arı aktivitelerinin ayrı ayrı değerlendirildiği durumda bal arılarının azalan bir yoğunluk sırasıyla Remzibey-05, Dinçer, Balcı ve Linas hatları üzerinde aktif oldukları; bombus arılarının ise artan bir yoğunluk sırasıyla Remzibey-05, Balcı ve Dinçer hatları üzerinde aktif oldukları tespit edilmiştir. Linas hattı üzerindeki bombus arı aktivitesi çok az olduğundan elde edilen veri seti de biaslı bir sonuca sebep olmaması açısından değerlendirilmemiştir.

4.2. Tohumların Verim Analizleri

Çalışma kurgusundaki polinatör arıların verime olan olası katkılarını inceleyebilmek adına oluşturulan polinasyon çadırlarına Grup 1, Grup 2, Grup 3, Grup 4 ve Grup 5 olarak isimler verilmiştir. Grup 1, *Apis mellifera* L. ve *Bombus terrestris* L. arıları bulunan alan, Grup 2 *Bombus terrestris* L. arıları bulunan alan, Grup 3 *Apis mellifera* L. arıları bulunan alan, Grup 4 arısız-kapalı alan, Grup 5 açık alandır.

4.2.1. Kapitulum/tohum sayısı

Her bir grup için 30 farklı bitkiden alınan kapitulumlardan elde edilen tohum sayıları aşağıdaki çizelgede verilmiştir (Çizelge 4.1.).

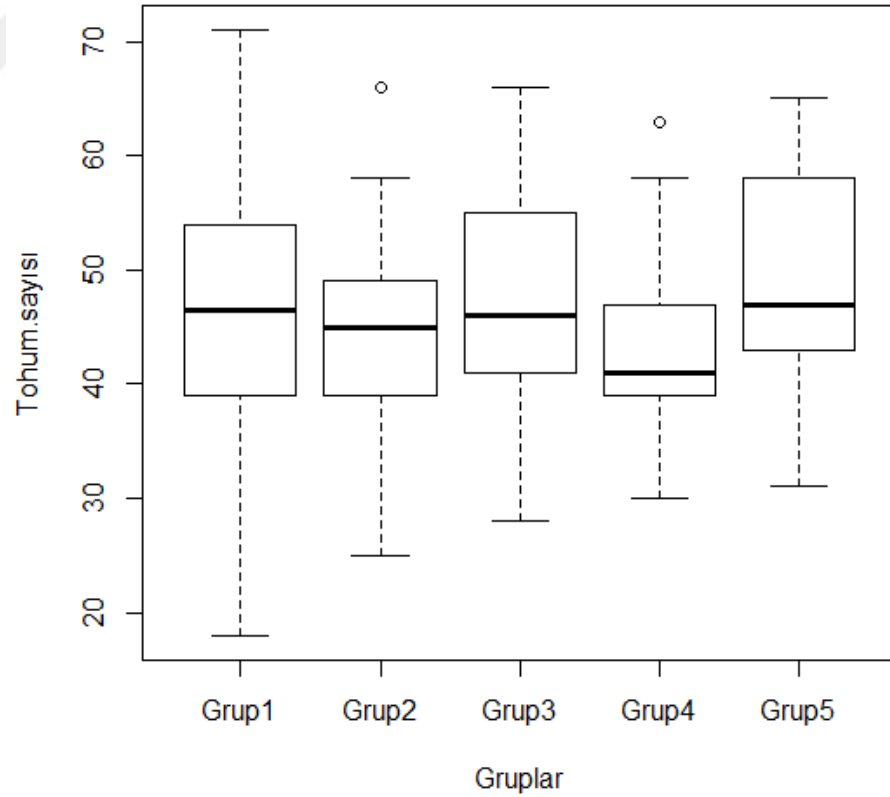
Çizelge 4.1. Her bir grup için elde edilen tohum sayısı değerleri tablosu.

Grup 1	Grup 2	Grup 3	Grup 4	Grup 5
48	42	51	39	58
42	54	58	46	45
40	51	46	47	65
57	31	66	47	43
18	47	46	63	59
49	41	43	44	57
47	33	41	53	45
29	45	51	56	58
39	28	44	37	58
34	54	66	40	64
39	48	64	43	35
39	66	49	40	46
38	39	42	37	35
29	58	53	43	36
53	25	44	40	61
26	49	49	40	50
59	41	66	43	58
46	42	39	58	40
54	32	42	30	31
49	30	39	41	48
67	42	55	34	42
46	58	61	55	42
71	45	61	34	56
69	45	28	34	46
38	44	36	40	56
57	45	40	50	46
52	45	41	36	52
49	34	46	39	45
60	51	36	42	46
40	46	39	41	48

Tek yönlü ANOVA analizinde %95'lik güven aralığı sınırları içerisinde gruplar arasında kapitulum/tohum oranı açısından anlamlı bir fark bulunmamıştır. Ancak %90'lık güven aralığı sınırları içerisinde değerlendirme yapıldığında gruplar arasında anlamlı bir farklılık söz konusudur (Çizelge 4.2.). Grup ortalamaları ve örneklemin dağılımı kutu grafiği ile özetlenmiştir (Şekil 4.7.).

Çizelge 4.2. Kapitulum başına düşen tohum sayısının tek yönlü ANOVA analizi sonuçları.

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)	
Gruplar	4	822	205,38	2,063	0,0886.	
Residuals	145	14432	99,53			
Signif. codes:	0 '***'	0.001 '**'	0.01 '*'	0.05 '.'	0.1 ''	1



Şekil 4.7. Kapitulum başına düşen tohum sayısının grup içi ve gruplar arası dağılımın kutu grafiği ile gösterimi.

Kapitulum başına düşen tohum sayısının grup içi ve gruplar arası dağılımının kutu grafiği gösterimi incelendiğinde Grup 4'ün ortalamasının diğer gruplardan düşük olduğu, diğer grupların ortalamalarının da birbirine benzer olduğu görülmektedir. Grup 1'in standart sapma değerlerinin diğer gruplardan yüksek olduğu, Grup 3'ün ise görece homojen bir dağılım gösterdiği söylenebilir.

4.2.2. 1000 dane ağırlığı (gram)

Her bir grup için elde edilen 1000 dane ağırlığı çizelgesi aşağıda verilmiştir (Çizelge 4.3.).

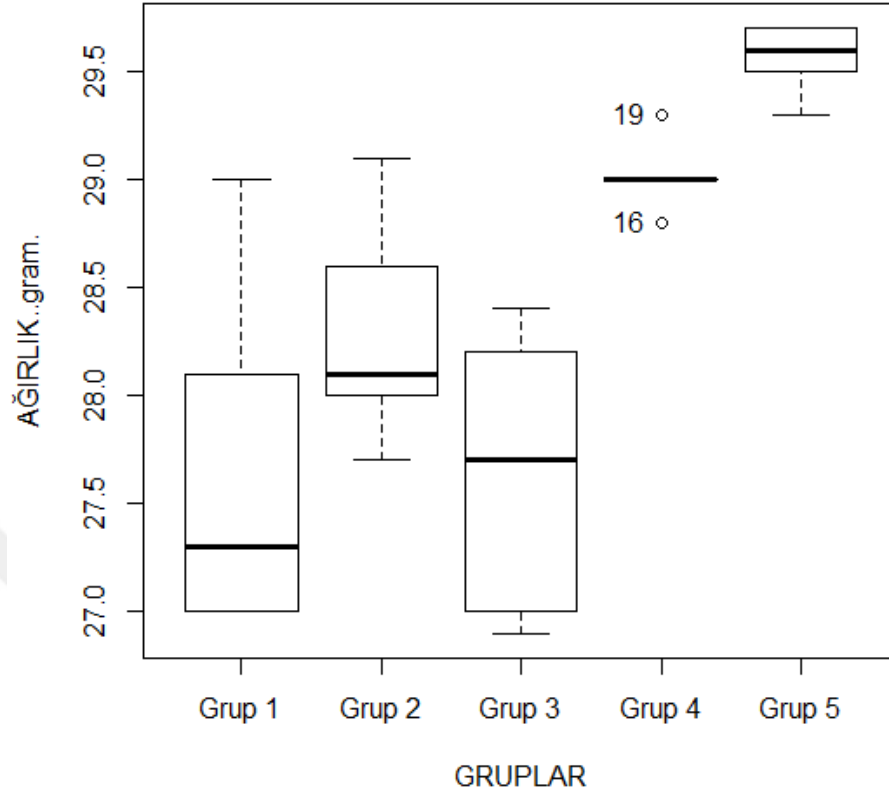
Çizelge 4.3. Her bir grup için elde edilen 1000 dane ağırlığı tablosu.

Grup 1	Grup 2	Grup 3	Grup 4	Grup 5
27	27,7	28,4	28,8	29,7
27,3	28	26,9	29	29,5
28,1	29,1	28,2	29	29,7
27	28,1	27	29,3	29,3
29	28,6	27,7	29	29,6

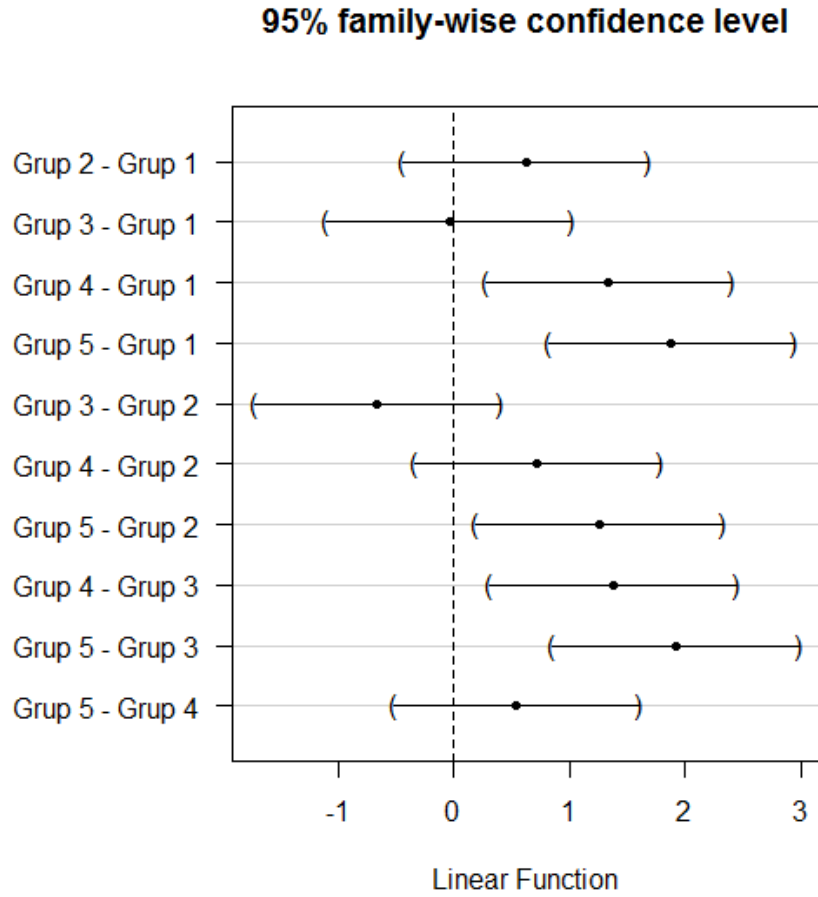
Tek yönlü ANOVA analizi sonucunda grup ortalamaları arasında anlamlı bir fark olduğu bulunmuştur (Çizelge 4.4.). 1000 dane ağırlığının grup içi ve gruplar arası dağılımı kutu grafiği ile gösterilmiştir (Şekil 4.8.). Ayrıca doğrusal fonksiyon gösterimi ile gruplar arası benzerlikler ortaya konulmuştur (Şekil 4.9.).

Çizelge 4.4. 1000 dane ağırlığı (gram) karakterinin tek yönlü ANOVA analizi sonuçları.

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)	
Gruplar	4	14,14	3,535	11,22	6.13e-05 ***	
Residuals	20	6,3	0,315			
Signif. codes:	0 '***'	0.001 '**'	0.01 '*'	0.05 '.'	0.1 ' '	1



Şekil 4.8. 1000 dane ağırlığının grup içi ve gruplar arası dağılımın kutu grafiği ile gösterimi.



Şekil 4.9. Doğrusal fonksiyon gösterimi ile gruplar arası benzerlikler.

1000 dane ağırlığının grup içi ve gruplar arası dağılımı incelendiğinde en yüksek ortalamanın Grup 5 ve sonrasında Grup 4, Grup 2, Grup 3 ve Grup 1 olarak sıralandığı görülmektedir. Örneklem sayısının azlığı biaslı bir sonuca yol açmış olabilir. Grupların kendi aralarındaki benzerlikler farklı bir grafiksel gösterim ile gerçekleştirilmiş ve analiz sonucunda Grup 1 "a" , Grup 2 "ab" , Grup 3"a", Grup 4 "bc" ve Grup 5 "c" olarak farklı bir sınıflandırma yapılmıştır.

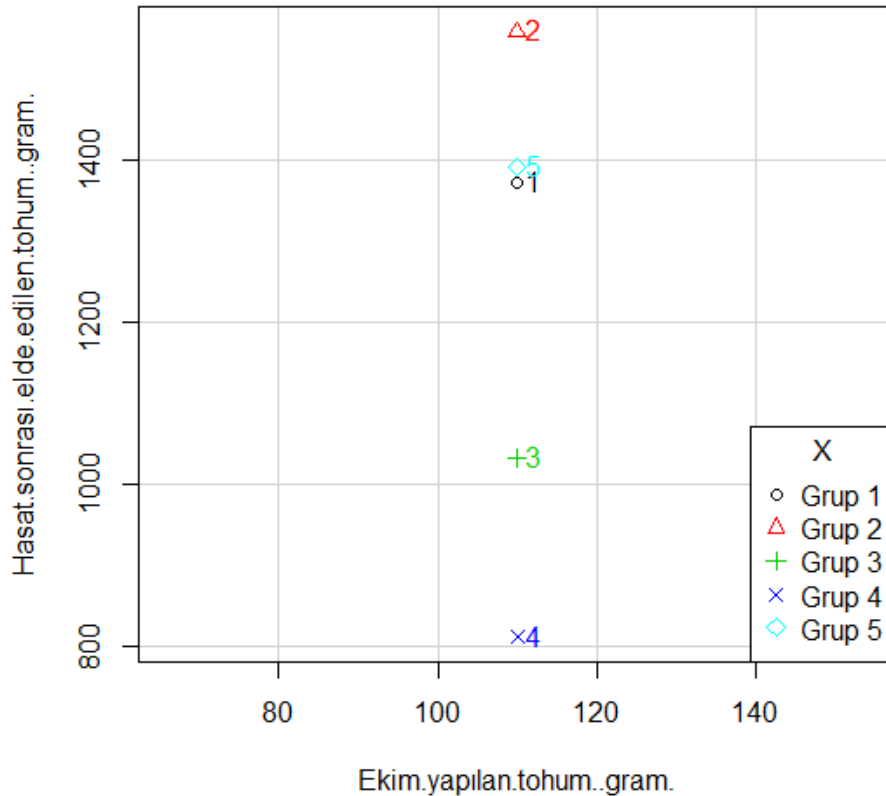
Grup 1 ile Grup 3 kendi içinde daha çok benzeşirken, Grup 2'nin Grup 1 ve Grup 3'e diğerlerinden daha benzer, Grup 5'in bütün gruplardan farklı, Grup 4'ün ise Grup 2 ve Grup 5'e diğer gruplara oranla daha benzer olduğu sonucuna ulaşılmıştır (Şekil 4.9.).

4.2.3. Ekim yapılan tohum ağırlığı (gram)/hasat edilen toplam tohum miktarı (gram) oranı

2015 yılında her bir alana 110 gram aspir Remzibey-05 tohum ekimi gerçekleştirilmiş ve sonrasında aşağıdaki çizelge ile özetlenen tohum miktarları elde edilmiştir (Çizelge 4.5.). Ekim yapılan tohum ağırlığı (gram) / hasat edilen toplam tohum miktarı (gram) oranı grup içi ve gruplar arası dağılımı kutu grafiği ile gösterilmiştir (Şekil 4.10.).

Çizelge 4.5. Ekim yapılan tohum (gram)-Hasat sonrası elde edilen tohum (gram).

	Ekim yapılan tohum (gram)	Hasat sonrası elde edilen tohum (gram)
Grup 1	110	1372
Grup 2	110	1559
Grup 3	110	1033
Grup 4	110	812
Grup 5	110	1392



Şekil 4.10. Ekim yapılan tohum ağırlığı (gram)/hasat edilen toplam tohum miktarı (gram) oranı grup içi ve gruplar arası dağılımın kutu grafiği ile gösterimi.

Her bir alana 110 gram tohum ekimi gerçekleştirilmiş ve sonrasında hasat edilen tohum miktarları Grup 1 için 1372 gram, Grup 2 için 1559 gram, Grup 3 için 1033 gram, grup 4 için 812 gram ve Grup 5 için 1392 gram olarak tespit edilmiştir. En yüksek verim Grup 2’den alınırken, en düşük verim ise Grup 4’den elde edilmiştir.

4.2.4. Yağ analizi sonuçlarının değerlendirilmesi

4.2.4.1. 2014 yılı yağ analizi sonuçları

Yağ asidi kompozisyonları ve toplam yağ içeriklerine ilişkin analiz sonuçları T.C. Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı Ankara Gıda Kontrol Laboratuvar Müdürlüğü’nce “Rapor 14-G-14828” ile başlayıp “14-G-14847” ile sonlanan raporlarla tarafımıza bildirilmiştir. Analiz sonuçları aşağıdaki çizelgelerde verilmiştir (izelge 4.6-9).

Balcı hattına ait yağ asitleri kompozisyonu analiz sonuçları incelendiğinde linoeik asit miktarının ortalama olarak %70 seviyelerinde seyrettiği, en düşük linoeik asit seviyesinin ise Grup 3’de tespit edildiği grlmektedir. Toplam yağ miktarı göz önünde bulundurulduğunda en yüksek yağ miktarının Grup 4, en düşük yağ miktarının ise Grup 5’de tespit edildiği bulunmuştur (izelge 4.6.).

Çizelge 4.6. Balcı hattına ait beş örneklem grubunun yağ asidi kompozisyonu ve toplam yağ miktarı analiz sonuçları.

	Grup 1	Grup 2	Grup 3	Grup 4	Grup 5
Kaprilik asit C8:0 (%m/m) metil esterleri)	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi
Kaprik asit C10:0 (%m/m) metil esterleri)	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi
Laurik asit C12:0 (%m/m) metil esterleri)	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi
Miristik asit C14:0 (%m/m) metil esterleri)	0.12	0.11	0.12	0.12	0.12
Palmitik esterleri C16:0 (%m/m) metil esterleri)	7.28	6.98	7.25	7.28	7.2
Palmitoleik asit C16:1 (%m/m) metil esterleri)	0.09	0.08	0.09	0.09	0.09
Margarik asit C17:0 (=Heptadekanoik asit) (%m/m) metil esterleri)	0.04	0.04	0.05	0.05	0.04
Heptadesenoik asit C17:1 (%m/m) metil esterleri)	0.03	0.03	0.02	0.03	0.03
Stearik asit C18:0 (%m/m) metil esterleri)	2.45	2.3	2.42	2.47	2.6
Oleik asit C18:1 (%m/m) metil esterleri)	17.07	17.29	18.43	16.29	16.83
Linoleik asit C18:2 (%m/m) metil esterleri)	72.88	72.16	70.53	72.66	72
Linolenik asit C18:3 (%m/m) metil esterleri)	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
Arasidik asit C20:0 (%m/m) metil esterleri)	0.37	0.36	0.38	0.36	0.4
Gadoleik asit/Ekosenoik asit C20:1 (%m/m) metil esterleri)	0.18	0.18	0.18	0.18	0.17
C20:2 (%m/m) metil esterleri)	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi
Beheneik asit C22:0 (%m/m) metil esterleri)	0.26	0.25	0.27	0.25	0.26
Erusik asit C22:1 (%m/m) metil esterleri)	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi
C22:2 (%m/m) metil esterleri)	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi
Lignoserik asit C24:0 (%m/m) metil esterleri)	0.13	0.12	0.13	0.12	0.13
Nervonik asit C24:1 (%m/m) metil esterleri)	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi
Yağ (toplam) tayini (%m/m)	36.14	35.51	34.71	36.42	31.35

Dinçer hattına ait yağ asitleri kompozisyonu analiz sonuçları incelendiğinde linoeik asit miktarının ortalama olarak %75 seviyelerinde seyrettiği, en yüksek linoeik asit seviyesinin ise Grup 4’de tespit edildiği görülmektedir. Toplam yağ miktarı göz önünde bulundurulduğunda en yüksek yağ miktarının Grup 2, en düşük yağ miktarının ise Grup 5’de tespit edildiği bulunmuştur (Çizelge 4.7.)



Çizelge 4.7. Dinçer hattına ait beş örneklem grubunun yağ asidi kompozisyonu ve toplam yağ miktarı analiz sonuçları.

	Grup 1	Grup 2	Grup 3	Grup 4	Grup 5
Kaprilik asit C8:0 (%m/m) metil esterleri)	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi
Kaprik asit C10:0 (%m/m) metil esterleri)	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi
Laurik asit C12:0 (%m/m) metil esterleri)	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi
Miristik asit C14:0 (%m/m) metil esterleri)	0.14	0.12	0.13	0.13	0.14
Palmitik esterleri C16:0 (%m/m) metil esterleri)	7.15	6.71	7.05	6.85	7.3
Palmitoleik asit C16:1 (%m/m) metil esterleri)	0.1	0.1	0.1	0.09	0.12
Margarik asit C17:0 (=Heptadekanoik asit) (%m/m) metil esterleri)	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04
Heptadesenoik asit C17:1 (%m/m) metil esterleri)	0.02	0.03	0.03	0.03	0.03
Stearik asit C18:0 (%m/m) metil esterleri)	2.38	2.15	2.36	2.2	2.45
Oleik asit C18:1 (%m/m) metil esterleri)	14.1	14.97	14.68	13.31	14.88
Linoleik asit C18:2 (%m/m) metil esterleri)	74.99	74.76	74.49	76.34	73.96
Linolenik asit C18:3 (%m/m) metil esterleri)	0.11	0.13	0.12	0.11	0.1
Arasidik asit C20:0 (%m/m) metil esterleri)	0.38	0.38	0.39	0.35	0.39
Gadoleik asit/Ekosenoik asit C20:1 (%m/m) metil esterleri)	0.16	0.17	0.17	0.16	0.16
C20:2 (%m/m) metil esterleri)	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi
Beheneik asit C22:0 (%m/m) metil esterleri)	0.27	0.29	0.29	0.26	0.27
Erusik asit C22:1 (%m/m) metil esterleri)	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi
C22:2 (%m/m) metil esterleri)	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi
Lignoserik asit C24:0 (%m/m) metil esterleri)	0.14	0.14	0.14	0.13	0.13
Nervonik asit C24:1(%m/m) metil esterleri)	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi
Yağ (toplam) tayini (%m/m)	31.3	31.44	29.04	31.38	25.2

Çizelge 4.8. Linas hattına ait beş örneklem grubunun yağ asidi kompozisyonu ve toplam yağ miktarı analiz sonuçları.

	Grup 1	Grup 2	Grup 3	Grup 4	Grup 5
Kaprilik asit C8:0 (%m/m) metil esterleri)	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi
Kaprik asit C10:0 (%m/m) metil esterleri)	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi
Laurik asit C12:0 (%m/m) metil esterleri)	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi
Miristik asit C14:0 (%m/m) metil esterleri)	0.1	0.13	0.11	0.12	0.11
Palmitik esterleri C16:0 (%m/m) metil esterleri)	6.78	6.71	7.1	6.93	6.9
Palmitoleik asit C16:1 (%m/m) metil esterleri)	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09
Margarik asit C17:0 (=Heptadekanoik asit) (%m/m) metil esterleri)	0.04	0.04	0.04	0.05	0.04
Heptadesenoik asit C17:1 (%m/m) metil esterleri)	0.02	0.03	0.03	0.03	0.02
Stearik asit C18:0 (%m/m) metil esterleri)	2.57	2.47	2.73	2.58	2.7
Oleik asit C18:1 (%m/m) metil esterleri)	15.94	16.11	15.73	16.15	15.74
Linoleik asit C18:2 (%m/m) metil esterleri)	73.44	73.37	73.25	73.05	73.35
Linolenik asit C18:3 (%m/m) metil esterleri)	0.1	0.11	0.1	0.1	0.1
Arasidik asit C20:0 (%m/m) metil esterleri)	0.37	0.39	0.41	0.37	0.4
Gadoleik asit/Ekosenoik asit C20:1 (%m/m) metil esterleri)	0.17	0.17	0.17	0.16	0.16
C20:2 (%m/m) metil esterleri)	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi
Beheneik asit C22:0 (%m/m) metil esterleri)	0.24	0.26	0.27	0.24	0.26
Erusik asit C22:1 (%m/m) metil esterleri)	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi
C22:2 (%m/m) metil esterleri)	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi
Lignoserik asit C24:0 (%m/m) metil esterleri)	0.11	0.11	0.11	0.11	0.12
Nervonik asit C24:1(%m/m) metil esterleri)	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi
Yağ (toplam) tayini (%m/m)	35.39	35.22	33.99	38.39	32.97

Linaz hattına ait yağ asitleri kompozisyonu analiz sonuçları incelendiğinde linoeik asit miktarının ortalama olarak %73 seviyelerinde seyrettiği, en düşük linoeik asit seviyesinin ise Grup 4’de tespit edildiği görölmektedir. Toplam yağ miktarı göz önünde bulundurulduğunda en yüksek yağ miktarının Grup 4, en düşük yağ miktarının ise Grup 5’de tespit edildiği bulunmuştur (Çizelge 4.8.).

Remzibey-05 hattına ait yağ asitleri kompozisyonu analiz sonuçları incelendiğinde linoeik asit miktarının Grup 2’de tespit edilen %69,68 değeri dışarıda bırakılarak, ortalama olarak %47 seviyelerinde seyrettiği, en düşük linoeik asit seviyesinin ise Grup 4’de tespit edildiği görölmektedir. Toplam yağ miktarı göz önünde bulundurulduğunda en yüksek yağ miktarının Grup 2, en düşük yağ miktarının ise Grup 3’de tespit edildiği bulunmuştur (Çizelge 4.9.).

Çizelge 4.9. Remzibey-05 hattına ait beş örneklem grubunun yağ asidi kompozisyonu ve toplam yağ miktarı analiz sonuçları.

	Grup 1	Grup 2	Grup 3	Grup 4	Grup 5
Kaprilik asit C8:0 (%m/m) metil esterleri)	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi
Kaprik asit C10:0 (%m/m) metil esterleri)	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi
Laurik asit C12:0 (%m/m) metil esterleri)	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi
Miristik asit C14:0 (%m/m) metil esterleri)	0.11	0.12	0.11	0.11	0.13
Palmitik esterleri C16:0 (%m/m) metil esterleri)	6.51	7.15	6.41	6.42	6.82
Palmitoleik asit C16:1 (%m/m) metil esterleri)	0.08	0.08	0.08	0.09	0.1
Margarik asit C17:0 (=Heptadekanoik asit) (%m/m) metil esterleri)	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04
Heptadesenoik asit C17:1 (%m/m) metil esterleri)	0.03	0.03	0.03	0.03	0.04
Stearik asit C18:0 (%m/m) metil esterleri)	2.52	2.4	2.54	2.41	2.38
Oleik asit C18:1 (%m/m) metil esterleri)	40.64	19.42	41.25	43.41	42.48
Linoleik asit C18:2 (%m/m) metil esterleri)	48.77	69.68	48.12	46.23	47.04
Linolenik asit C18:3 (%m/m) metil esterleri)	0.1	0.1	0.09	0.1	0.09
Arasidik asit C20:0 (%m/m) metil esterleri)	0.48	0.38	0.49	0.46	0.39
Gadoleik asit/Ekosenoik asit C20:1 (%m/m) metil esterleri)	0.23	0.18	0.23	0.23	0.19
C20:2 (%m/m) metil esterleri)	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi
Beheneik asit C22:0 (%m/m) metil esterleri)	0.33	0.27	0.34	0.32	0.22
Erusik asit C22:1 (%m/m) metil esterleri)	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi
C22:2 (%m/m) metil esterleri)	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi
Lignoserik asit C24:0 (%m/m) metil esterleri)	0.15	0.13	0.16	0.15	0.09
Nervonik asit C24:1 (%m/m) metil esterleri)	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi
Yağ (toplam) tayini (%m/m)	29.65	33.73	28.63	31.38	29.07

4.2.4.2. 2015 yılı yağ analizi sonuçları

Yağ asidi kompozisyonları (aspir Remzibey-05) ve toplam yağ içeriklerine ilişkin analiz sonuçları T.C. Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı Ankara Gıda Kontrol Laboratuvar Müdürlüğü'nce "Rapor 15-G-11725" ile başlayıp "Rapor 15-G-11774" ile sonlanan raporlarla tarafımıza bildirilmiştir. Analiz sonuçları aşağıdaki çizelgelerde verilmiştir (Çizelge 4.10-14).



Çizelge 4.10. Grup 1'e ait 10 örneğin yağ asidi kompozisyonu ve toplam yağ miktarı analiz sonuçları.

	1_1	1_2	1_3	1_4	1_5	1_6	1_7	1_8	1_9	1_10
Kaproik asit C6:0 (%m/m metil esterleri)	Tespit Edilemedi	Tespit Edilemedi	Tespit Edilemedi	Tespit Edilemedi	Tespit Edilemedi	Tespit Edilemedi	Tespit Edilemedi	Tespit Edilemedi	Tespit Edilemedi	Tespit Edilemedi
Kaprilik asit C8:0 (%m/m metil esterleri)	0,55	Tespit Edilemedi	Tespit Edilemedi	Tespit Edilemedi	Tespit Edilemedi	Tespit Edilemedi	Tespit Edilemedi	Tespit Edilemedi	Tespit Edilemedi	Tespit Edilemedi
Kaprik asit C10:0 (%m/m metil esterleri)	Tespit Edilemedi	Tespit Edilemedi	Tespit Edilemedi	Tespit Edilemedi	Tespit Edilemedi	Tespit Edilemedi	Tespit Edilemedi	Tespit Edilemedi	Tespit Edilemedi	Tespit Edilemedi
Laurik asit C12:0 (%m/m metil esterleri)	Tespit Edilemedi	Tespit Edilemedi	Tespit Edilemedi	Tespit Edilemedi	Tespit Edilemedi	Tespit Edilemedi	Tespit Edilemedi	Tespit Edilemedi	Tespit Edilemedi	Tespit Edilemedi
Miristik asit C14:0 (%m/m metil esterleri)	0,13	0,13	0,1	0,1	0,1	0,14	0,09	0,09	0,09	0,14
Palmitik asit C16:0 (%m/m metil esterleri)	6,57	6,77	6,07	6,08	5,97	8,42	6,16	5,99	5,98	8,27
Palmitoleik asit C16:1 (%m/m metil esterleri)	0,1	0,14	0,09	0,09	0,09	0,15	0,08	0,08	0,08	0,12
Margarik asit C17:0 (=Heptadekanoik asit) (%m/m metil esterleri)	0,03	0,04	0,04	0,1	0,03	0,06	0,03	0,03	0,03	0,08
Heptadesenoik asit C17:1 (%m/m metil esterleri)	0,03	0,03	0,03	Tespit Edilemedi	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03
Stearik asit C18:0 (%m/m metil esterleri)	1,9	2,56	2,02	2,16	2,02	2,8	2,15	2,15	2,08	2,82
Oleik asit C18:1 (%m/m metil esterleri)	38,38	41,97	40,05	38,2	39,68	51,04	40,95	39,78	40,34	49,84
Linoleik asit C18:2 (%m/m metil esterleri)	51,14	46,94	50,35	51,97	50,7	34,84	49,16	50,45	50,05	37,22
Linolenik asit C18:3 (%m/m metil esterleri)	0,14	0,09	0,13	0,12	0,12	0,05	0,12	0,13	0,12	0,08
Arasidik asit C20:0 (%m/m metil esterleri)	0,35	0,44	0,36	0,4	0,42	0,53	0,42	0,43	0,42	0,51
Gadoleik asit/Ekosenoik asit C20:1 (%m/m metil esterleri)	0,19	0,23	0,19	0,2	0,21	0,25	0,2	0,21	0,22	0,24
C20:2 (%m/m metil esterleri)	Tespit Edilemedi	Tespit Edilemedi	Tespit Edilemedi	Tespit Edilemedi	Tespit Edilemedi	Tespit Edilemedi	Tespit Edilemedi	Tespit Edilemedi	Tespit Edilemedi	Tespit Edilemedi
Behenik asit C22:0 (%m/m metil esterleri)	0,26	0,37	0,3	0,3	0,31	0,46	0,35	0,37	0,32	0,39
Erusik asit C22:1 (%m/m metil esterleri)	Tespit Edilemedi	Tespit Edilemedi	Tespit Edilemedi	Tespit Edilemedi	Tespit Edilemedi	Tespit Edilemedi	Tespit Edilemedi	Tespit Edilemedi	Tespit Edilemedi	Tespit Edilemedi
C22:2 (%m/m metil esterleri)	Tespit Edilemedi	Tespit Edilemedi	Tespit Edilemedi	Tespit Edilemedi	Tespit Edilemedi	Tespit Edilemedi	Tespit Edilemedi	Tespit Edilemedi	Tespit Edilemedi	Tespit Edilemedi
Lignoserik asit C24:0 (%m/m metil esterleri)	0,09	0,14	0,1	0,09	0,14	0,1	0,07	0,07	0,09	0,11
Nervonik asit C24:1 (%m/m metil esterleri)	0,14	0,16	0,16	0,17	0,19	0,2	0,15	0,16	0	0,13
Yağ (toplam) tayini (%m/m)	26,74	27,52	28,64	31,09	29,58	26,4	29,6	26,5	32,6	26,5

Çizelge 4.11. Grup 2'e ait 10 örneğin yağ asidi kompozisyonu ve toplam yağ miktarı analiz sonuçları.

	2_1	2_2	2_3	2_4	2_5	2_6	2_7	2_8	2_9	2_10
Kaproik asit C6:0 (%m/m metil esterleri)	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi
Kaprilik asit C8:0(%m/m metil esterleri)	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi
Kaprik asit C10:0(%m/m metil esterleri)	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi
Laurik asit C12:0(%m/m metil esterleri)	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi
Miristik asit C14:0 (%m/m metil esterleri)	0,1	0,24	0,12	0,11	0,11	0,09	0,11	0,11	0,11	0,1
Palmitik asit C16:0 (%m/m metil esterleri)	6,4	8,41	7,45	6,49	6,84	6,09	6,52	6,55	6,87	6,15
Palmitoleik asit C16:1 (%m/m metil esterleri)	0,08	0,11	0,13	0,09	0,09	0,08	0,09	0,09	0,1	0,08
Margarik asit C17:0 (=Heptadekanoik asit) (%m/m metil esterleri)	0,03	0,05	0,03	0,02	0,03	0,03	0,03	0,08	0,08	0,03
Heptadesenoik asit C17:1 (%m/m metil esterleri)	0,03	0,03	0,02	0,03	0,03	0,02	0,03	0,02	0,03	0,03
Stearik asit C18:0 (%m/m metil esterleri)	2,22	5,32	2,38	2,22	2,36	2,21	2,23	2,23	2,39	2,13
Oleik asit C18:1 (%m/m metil esterleri)	39,3	39,94	40,41	39,92	41,09	37,13	38,95	39,95	41,88	37,72
Linoleik asit C18:2 (%m/m metil esterleri)	50,56	44,53	48,21	49,77	48,12	52,92	50,54	49,62	47,06	51,4
Linolenik asit C18:3 (%m/m metil esterleri)	0,09	0,1	0,07	0,09	0,08	0,14	0,11	0,11	0,09	0,12
Arasidik asit C20:0 (%m/m metil esterleri)	0,42	0,5	0,44	0,42	0,44	0,43	0,43	0,4	0,45	0,41
Gadoleik asit/Ekosenoik asit C20:1 (%m/m metil esterleri)	0,22	0,21	0,22	0,21	0,2	0,21	0,22	0,2	0,23	0,21
C20:2 (%m/m metil esterleri)	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi
Behenik asit C22:0 (%m/m metil esterleri)	0,29	0,33	0,31	0,36	0,35	0,33	0,36	0,35	0,37	0,31
Erusik asit C22:1 (%m/m metil esterleri)	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi
C22:2 (% m/m metil esterleri)	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi
Lignoserik asit C24:0 (%m/m metil esterleri)	0,1	0,12	0,07	0,12	0,08	0,1	0,18	0,12	0,11	0,14
Nervonik asit C24:1 (%m/m metil esterleri)	0,12	0,1	0,13	0,14	0,17	0,17	0,2	0,17	0,2	0,17
Yağ (toplam) tayini (%m/m)	26,96	32,36	28,85	28,11	28,37	29,4	29,3	29	30,2	30,4

Çizelge 4.12. Grup 3'e ait 10 örneğin yağ asidi kompozisyonu ve toplam yağ miktarı analiz sonuçları.

	3_1	3_2	3_3	3_4	3_5	3_6	3_7	3_8	3_9	3_10
Kaproik asit C6:0(%m/m metil esterleri)	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi
Kaprilik asit C8:0(%m/m metil esterleri)	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi
Kaprik asit C10:0(%m/m metil esterleri)	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi
Laurik asit C12:0(%m/m metil esterleri)	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi
Miristik asit C14:0 (%m/m metil esterleri)	0,1	0,1	0,1	0,1	0,11	0,15	0,11	0,1	0,1	0,1
Palmitik asit C16:0 (%m/m metil esterleri)	5,96	5,95	5,99	6	6,09	6,1	6,02	6,08	6,02	6,05
Palmitoleik asit C16:1 (%m/m metil esterleri)	0,08	0,08	0,09	0,09	0,08	0,08	0,1	0,09	0,08	0,08
Margarik asit C17:0 (=Heptadekanoik asit) (%m/m metil esterleri)	0,03	0,04	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,04	0,03
Heptadesenoik asit C17:1 (%m/m metil esterleri)	0,02	0,01	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,02
Stearik asit C18:0 (%m/m metil esterleri)	2,09	2,11	2,09	2,1	2,13	2,36	2,1	2,08	2,07	2,07
Oleik asit C18:1 (%m/m metil esterleri)	38,35	37,13	33,45	38,52	37,96	39,44	39,12	38,72	37,99	39,17
Linoleik asit C18:2 (%m/m metil esterleri)	52,04	53,17	51,86	51,75	52,08	50,39	50,98	51,43	52,25	51,15
Linolenik asit C18:3 (%m/m metil esterleri)	0,13	0,12	0,11	0,12	0,14	0,12	0,12	0,13	0,13	0,12
Arasidik asit C20:0 (%m/m metil esterleri)	0,4	0,45	0,41	0,42	0,44	0,41	0,44	0,42	0,42	0,41
Gadoleik asit/Ekosenoik asit C20:1 (%m/m metil esterleri)	0,2	0,23	0,2	0,22	0,25	0,21	0,25	0,13	0,19	0,19
C20:2 (%m/m metil esterleri)	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi
Behenik asit C22:0 (%m/m metil esterleri)	0,2	0,33	0,3	0,34	0,35	0,37	0,35	0,42	0,34	0,32
Erusik asit C22:1 (%m/m metil esterleri)	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi
C22:2 (%m/m metil esterleri)	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi
Lignoserik asit C24:0 (%m/m metil esterleri)	0,11	0,11	0,14	0,11	0,11	0,13	0,17	0,22	0,16	0,12
Nervonik asit C24:1 (%m/m metil esterleri)	0,16	0,16	0,18	0,18	0,19	0,16	0,19	0,35	0,17	0,14
Yağ (toplam) tayini (%m/m)	31,14	29,37	27,4	32,12	27,61	31	26,78	24,62	31,32	30,49

Çizelge 4.13. Grup 4'e ait 10 örneğin yağ asidi kompozisyonu ve toplam yağ miktarı analiz sonuçları.

	4_1	4_2	4_3	4_4	4_5	4_6	4_7	4_8	4_9	4_10
Kaproik asit C6:0(%m/m metil esterleri)	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi
Kaprilik asit C8:0(%m/m metil esterleri)	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi
Kaprik asit C10:0(%m/m metil esterleri)	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi
Laurik asit C12:0(%m/m metil esterleri)	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi
Miristik asit C14:0 (%m/m metil esterleri)	0,09	0,99	0,17	0,12	0,11	0,1	0,11	0,1	0,1	0,1
Palmitik asit C16:0 (%m/m metil esterleri)	5,93	7,28	8,66	7,24	6,45	5,94	6,14	6,69	6,14	5,92
Palmitoleik asit C16:1 (%m/m metil esterleri)	0,09	0,09	0,12	0,1	0,08	0,08	0,09	0,18	0,09	0,08
Margarik asit C17:0 (=Heptadekanoik asit) (%m/m metil esterleri)	0,03	0,05	Tespit edilemedi	0,07	0,05	0,02	0,03	0,03	0,03	0,04
Heptadesenoik asit C17:1 (%m/m metil esterleri)	0,03	0,03	Tespit edilemedi	0,03	0,04	0,02	0,03	0,02	0,03	0,03
Stearik asit C18:0 (%m/m metil esterleri)	2,17	2,73	3,8	2,62	2,31	2,13	2,1	2,11	2,09	2,09
Oleik asit C18:1 (%m/m metil esterleri)	39,04	44,22	48,4	45,95	40,38	38,2	37,89	37,03	36,86	38,48
Linoleik asit C18:2 (%m/m metil esterleri)	51,32	43,09	37,01	42,16	49,13	52,26	52,46	52,58	53,51	51,87
Linolenik asit C18:3 (%m/m metil esterleri)	0,13	0,08	0,06	0,08	0,12	0,1	0,11	0,11	0,1	0,14
Arasidik asit C20:0 (%m/m metil esterleri)	0,42	0,49	0,58	0,51	0,42	0,4	0,39	0,45	0,39	0,41
Gadoleik asit/Ekosenoik asit C20:1 (%m/m metil esterleri)	0,22	0,26	0,27	0,26	0,22	0,2	0,18	0,21	0,18	0,21
C20:2 (%m/m metil esterleri)	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi	0
Behenik asit C22:0 (%m/m metil esterleri)	0,3	0,42	0,46	0,43	0,35	0,31	0,29	0,23	0,3	0
Erusik asit C22:1(%m/m metil esterleri)	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi	0
C22:2(%m/m metil esterleri)	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi	0
Lignoserik asit C24:0 (%m/m metil esterleri)	0,09	0,14	0,25	0,2	0,14	0,11	0,1	0,13	0,07	0
Nervonik asit C24:1 (%m/m metil esterleri)	0,13	0,14	0,22	0,24	0,17	0,13	0,09	0,13	0,11	0,17
Yağ (toplam) tayini (%m/m)	29,7	29,9	29,8	27,8	28	28,57	27,35	24,33	29,48	31,12

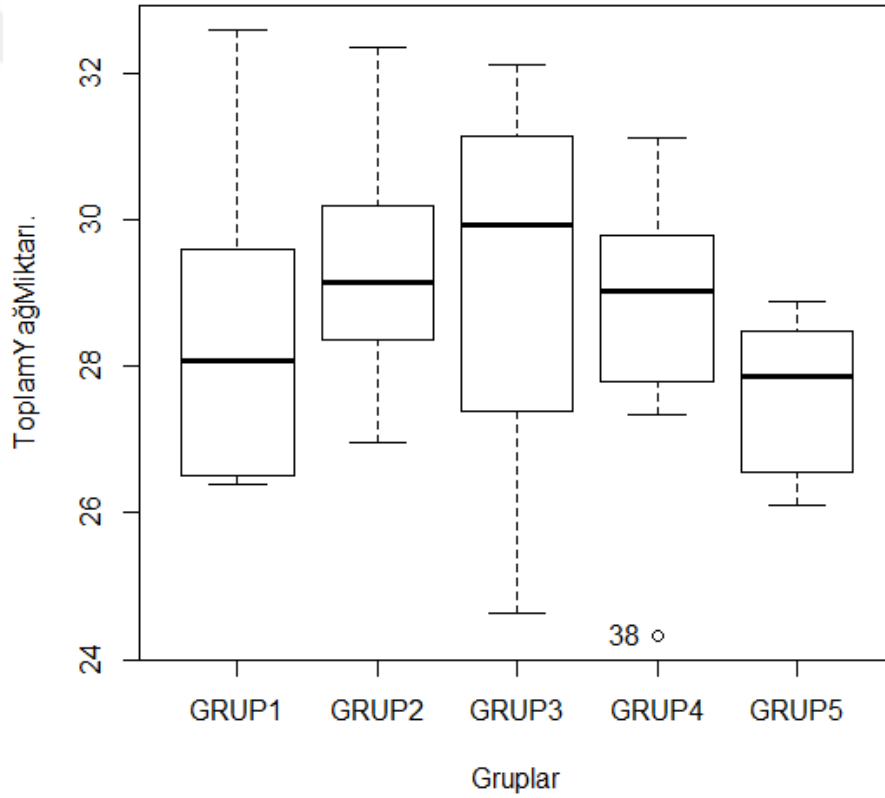
Çizelge 4.14. Grup 5'e ait 10 örneğin yağ asidi kompozisyonu ve toplam yağ miktarı analiz sonuçları.

	5_1	5_2	5_3	5_4	5_5	5_6	5_7	5_8	5_9	5_10
Kaproik asit C6:0(%m/m metil esterleri)	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi
Kaprilik asit C8:0(%m/m metil esterleri)	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi
Kaprik asit C10:0(%m/m metil esterleri)	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi
Laurik asit C12:0(%m/m metil esterleri)	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi
Miristik asit C14:0 (%m/m metil esterleri)	0,11	0,11	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,11	0,11	0,11
Palmitik asit C16:0 (%m/m metil esterleri)	6,61	6,65	6,07	6,1	6,18	6,08	6,49	6,66	6,5	6,48
Palmitoleik asit C16:1 (%m/m metil esterleri)	0,11	0,11	0,09	0,1	0,1	0,09	0,13	0,12	0,1	0,09
Margarik asit C17:0 (=Heptadekanoik asit) (%m/m metil esterleri)	0,03	0,03	0,02	0,03	0,03	0,03	0,03	0,05	0,03	0,05
Heptadesenoik asit C17:1 (%m/m metil esterleri)	0,03	0,03	0,02	0,04	0,03	0,03	0,03	0,04	0,03	0,04
Stearik asit C18:0 (%m/m metil esterleri)	2,44	2,5	2,28	2,28	2,28	2,29	2,39	0,9	2,43	2,44
Oleik asit C18:1 (%m/m metil esterleri)	42,79	41,63	42	41,89	42,49	41,72	42,86	47,11	44,49	44,13
Linoleik asit C18:2 (%m/m metil esterleri)	46,26	47,66	47,32	48,06	47,37	48	46,5	43,42	44,95	45,05
Linolenik asit C18:3 (%m/m metil esterleri)	0,1	0,09	0,11	0,11	0,1	0,1	0,09	0,08	0,09	0,09
Arasidik asit C20:0 (%m/m metil esterleri)	0,51	0,43	0,41	0,45	0,45	0,42	0,52	0,54	0,46	0,52
Gadoleik asit/Ekosenoik asit C20:1 (%m/m metil esterleri)	0,28	0,19	0,19	0,22	0,19	0,2	0,25	0,25	0,21	0,26
C20:2 (%m/m metil esterleri)	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi
Behenik asit C22:0 (%m/m metil esterleri)	0,37	0,34	0,31	0,32	0,37	0,31	0,37	0,43	0,35	0,43
Erusik asit C22:1 (%m/m metil esterleri)	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi	0.79	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi	0.33	0.01	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi
C22:2(%m/m metil esterleri)	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi
Lignoserik asit C24:0 (%m/m metil esterleri)	0,15	0,11	0,13	0,15	0,17	0,15	0,1	0,14	0,1	0,13
Nervonik asit C24:1 (%m/m metil esterleri)	0,19	0,12	0,15	0,15	0,14	0,17	0,14	0,15	0,14	0,17
Yağ (toplam) tayini (%m/m)	28,3	28,88	26,55	28,54	28,2	27,54	28,49	26,31	26,86	26,1

Tek yönlü ANOVA analizinde %95'lik güven aralığı sınırları içerisinde gruplar arasında toplam yağ miktarı açısından anlamlı bir fark bulunmamıştır (Çizelge 4.15.). Toplam yağ miktarının grup içi ve gruplar arası dağılımı kutu grafiği ile gösterilmiştir (Şekil 4.11.).

Çizelge 4.15. Toplam yağ miktarı karakterinin tek yönlü ANOVA analizi sonuçları.

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
Gruplar	4	18,72	4,681	1,332	0,273
Residuals	45	158,13	3,514		



Şekil 4.11. Toplam yağ miktarının grup içi ve gruplar arası dağılımın kutu grafiği ile gösterimi.

Toplam yağ miktarının grup içi ortalamaları ve gruplar arası dağılımları incelendiğinde en yüksek ortalama değer Grup 3, en düşük ortalama değer ise Grup 5’de tespit edildiği gözlenmektedir (Şekil 4.11.).

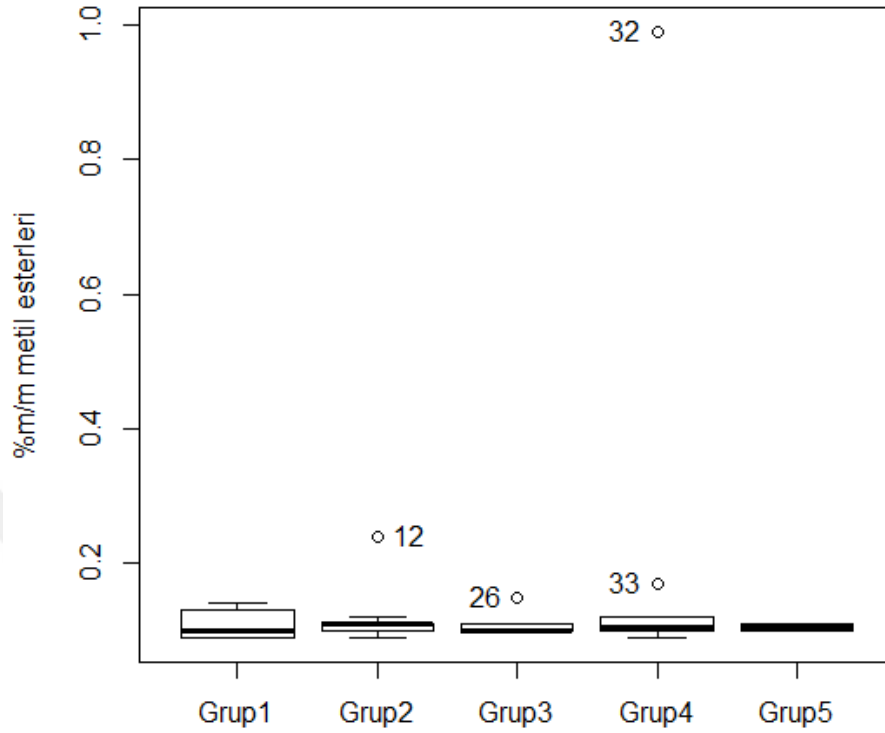
Yağ asitleri kompozisyonu analizleri sonucunda “tespit edilemedi” olarak bulunan değerler değerlendirme dışında bırakılarak toplamda 14 yağ asidi üzerinden grup içi ve gruplar arası farklılıkların ortaya konabilmesi adına her bir yağ asidi için ayrı ayrı kutu grafikleri çizilmiştir. Her bir yağ asidinin grup ortalamaları arasında anlamlı bir farklılık olup olmadığı tek yönlü ANOVA analizi ile test edilmiştir.

Tek yönlü ANOVA analizinde %95’lik güven aralığı sınırları içerisinde gruplar arasında miristik asit C14:0 miktarı açısından anlamlı bir fark bulunmamıştır (Çizelge 4.16.). Miristik asit C14:0 miktarının grup içi ve gruplar arası dağılımı incelendiğinde Grup 2, Grup 3 ve Grup 4’de ekstrem değerlerin tespit edildiği görülmektedir (Şekil 4.12.).

Çizelge 4.16. Miristik asit C14:0 (%m/m esterleri) için tek yönlü ANOVA analizi sonuçları.

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)	
Gruplar	4	0,0636	0,01591	0,99	0,423	
Residuals	45	0,7228	0,01606			
Signif. codes:	0 '****'	0.001 '***'	0.01 '**'	0.05 '.'	0.1 ' '	1

Miristik asit C14:0 (%m/m metil esterleri)

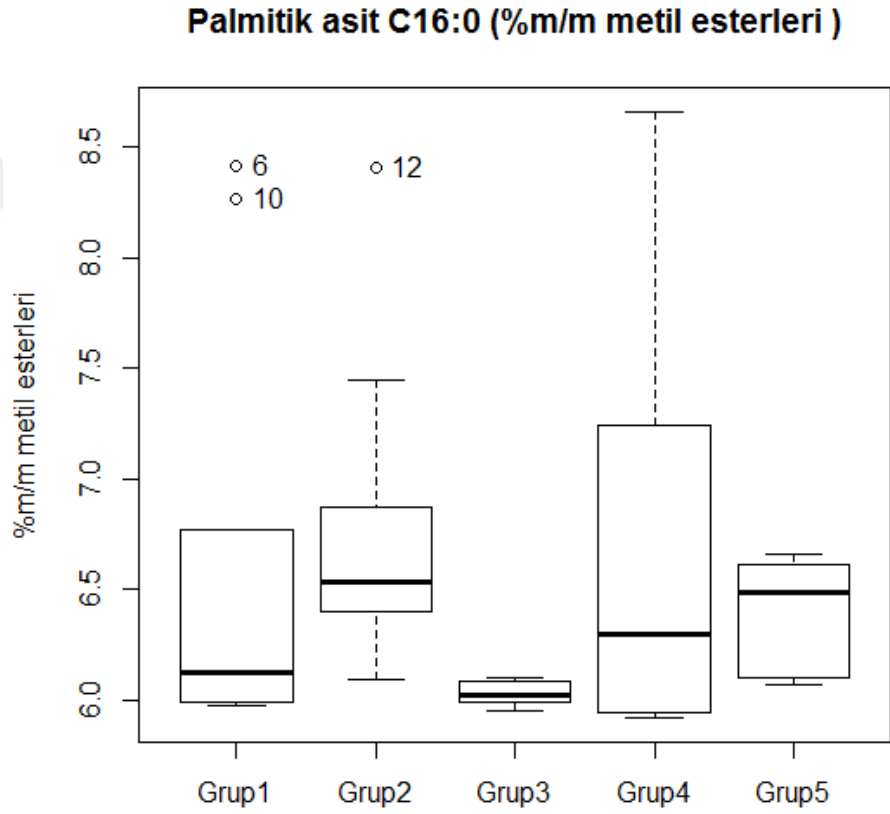


Şekil 4.12. Miristik asit C14:0 (%m/m esterleri) miktarının grup içi ve gruplar arası dağılımının kutu grafiği ile gösterimi.

Tek yönlü ANOVA analizinde %95'lik güven aralığı sınırları içerisinde gruplar arasında palmitik asit miktarı açısından anlamlı bir fark bulunmamıştır (Çizelge 4.17.). Palmitik asit C16:0 (%m/m esterleri) miktarının grup içi ve gruplar arası dağılımının kutu grafiği ile gösterimi (Şekil 4.13.) incelendiğinde Grup 3'ün kendi içinde görece homojen bir dağılım gösterdiği, Grup 4'ün ise kendi içinde en yüksek farklılığa sahip grup olduğu tespit edilmiştir.

Çizelge 4.17. Palmitik asit C16:0 (%m/m esterleri) için tek yönlü ANOVA analizi sonuçları.

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)	
Gruplar	4	3,506	0,764	1,989	0,112	
Residuals	45	19,832	0,4407			
Signif. codes:	0 '***'	0.001 '**'	0.01 '*'	0.05 '.'	0.1 ''	1

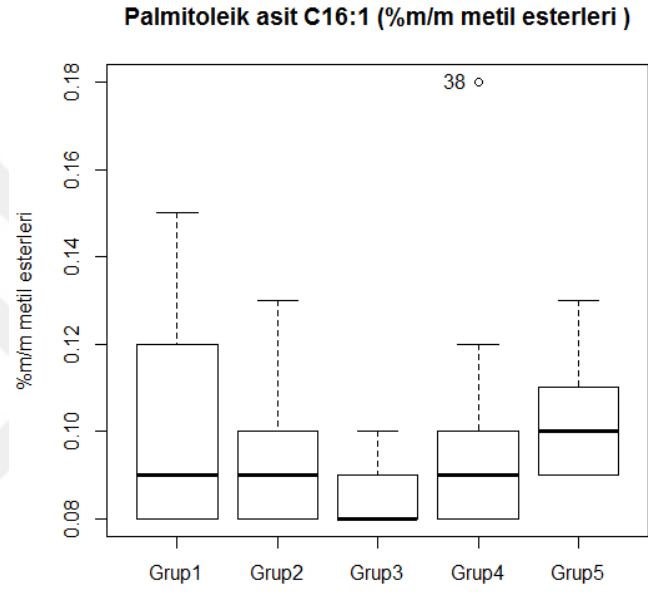


Şekil 4.13. Palmitik asit C16:0 (%m/m esterleri) miktarının grup içi ve gruplar arası dağılımının kutu grafiği ile gösterimi.

Tek yönlü ANOVA analizinde %95'lik güven aralığı sınırları içerisinde gruplar arasında palmitoleik asit miktarı açısından anlamlı bir fark bulunmamıştır (Şekil 4.14.). Palmitoleik asit C16:1 (%m/m esterleri) miktarının grup içi ve gruplar arası dağılımı kutu grafiği ile gösterilmiştir (Şekil 4.14.).

Çizelge 4.18. Palmitoleik asit C16:1 (%m/m esterleri) için tek yönlü ANOVA analizi sonuçları.

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)	
Gruplar	4	0,00236	0,00059	1,421	0,243	
Residuals	45	0,01869	0,000415			
Signif. codes:	0 '***'	0.001 '**'	0.01 '*'	0.05 '.'	0.1 ''	1



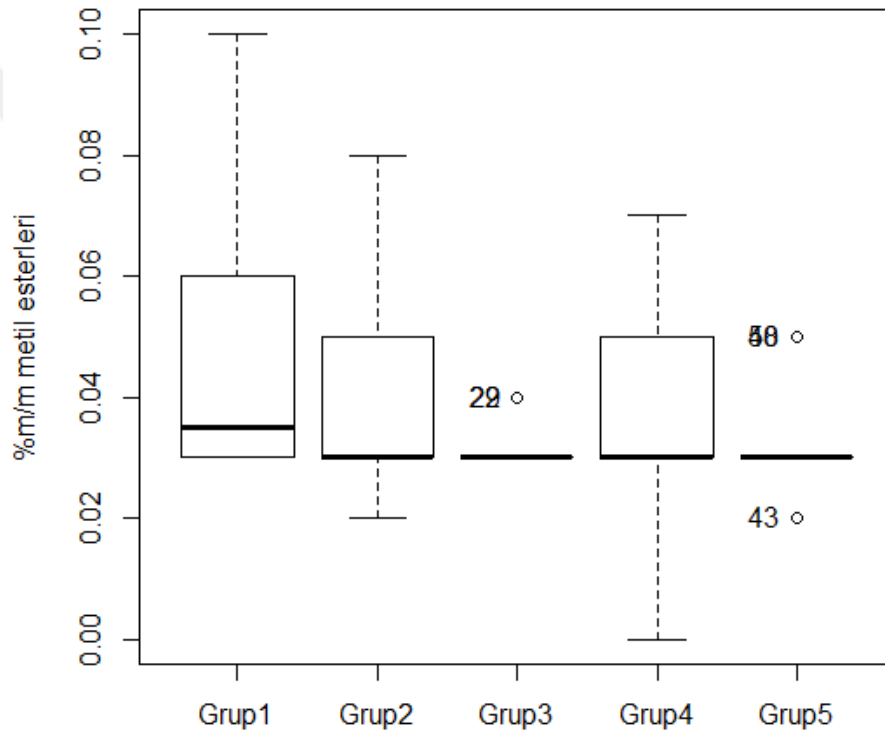
Şekil 4.14. Palmitoleik asit C16:1 (%m/m esterleri) miktarının grup içi ve gruplar arası dağılımının kutu grafiği ile gösterimi.

Tek yönlü ANOVA analizinde %95'lik güven aralığı sınırları içerisinde gruplar arasında margarik asit miktarı açısından anlamlı bir fark bulunmamıştır (Çizelge 4.19.). Margarik asit C17:0 (%m/m esterleri) miktarının grup içi ve gruplar arası dağılımının kutu grafiği ile gösterilmiştir (Şekil 4.15.).

Çizelge 4.19. Margarik asit C17:0 (%m/m esterleri) için tek yönlü ANOVA analizi sonuçları.

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)	
Gruplar	4	0,001592	0,000398	1,268	0,296	
Residuals	45	0,01412	0,000314			
Signif. codes:	0 '***'	0.001 '**'	0.01 '*'	0.05 '.'	0.1 ''	1

Margarik asit C17:0 (Heptadekanoik asit) (%m/m metil esterleri)

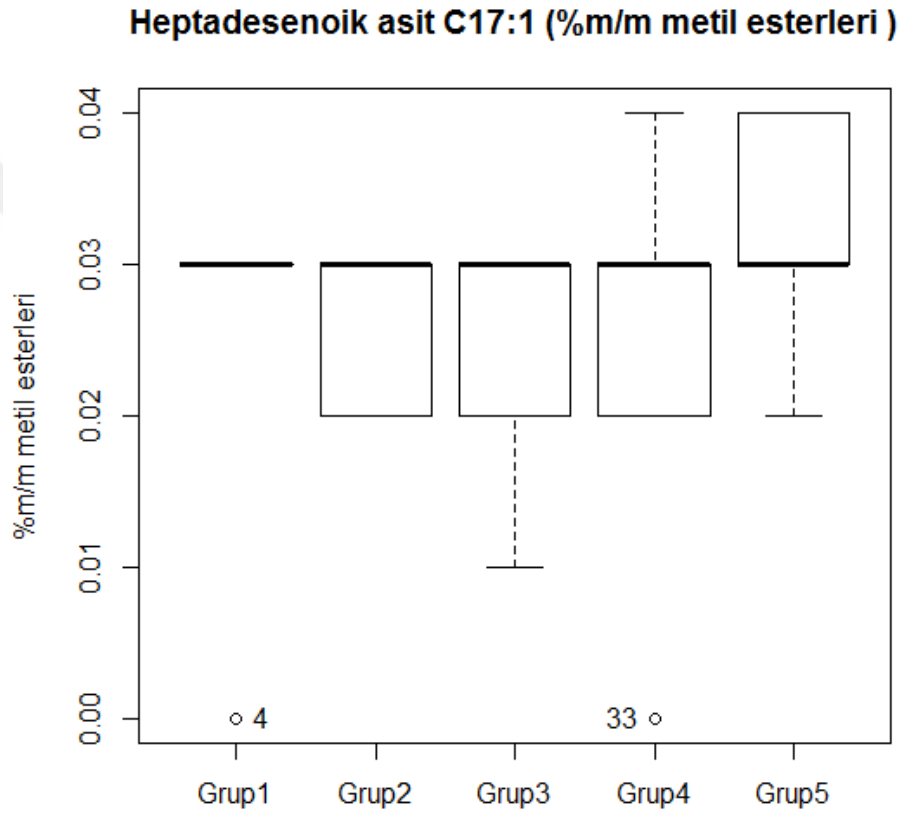


Şekil 4.15. Margarik asit C17:0 (%m/m esterleri) miktarının grup içi ve gruplar arası dağılımının kutu grafiği ile gösterimi.

Tek yönlü ANOVA analizinde %95'lik güven aralığı sınırları içerisinde gruplar arasında heptadesenoik asit miktarı açısından anlamlı bir fark bulunmamıştır (Çizelge 4.20.). Heptadesenoik asit C17:1 (%m/m esterleri) miktarının grup içi ve gruplar arası dağılımının kutu grafiği ile gösterilmiştir (Şekil 4.16.).

Çizelge 4.20. Heptadesenoik asit C17:1 (%m/m esterleri) için tek yönlü ANOVA analizi sonuçları.

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)	
Gruplar	4	0,000252	6,30E-02	0,991	0,422	
Residuals	45	0.002860	6,36E-02			
Signif. codes:	0 '***'	0.001 '**'	0.01 '*'	0.05 '.'	0.1 ''	1

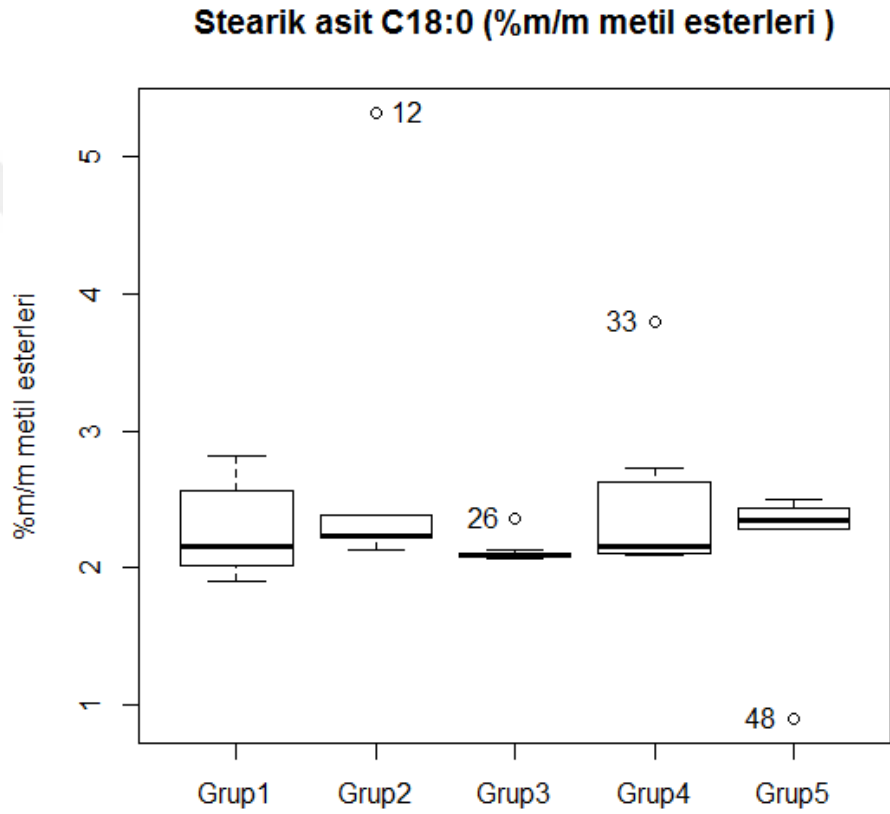


Şekil 4.16. Heptadesenoik asit C17:1 (%m/m esterleri) miktarının grup içi ve gruplar arası dağılımının kutu grafiği ile gösterimi.

Tek yönlü ANOVA analizinde %95'lik güven aralığı sınırları içerisinde gruplar arasında stearik asit miktarı açısından anlamlı bir fark bulunmamıştır (Çizelge 4.21.). Stearik asit C18:0 (%m/m esterleri) miktarının grup içi ve gruplar arası dağılımın kutu grafiği ile gösterilmiştir (Şekil 4.17.).

Çizelge 4.21. Stearik asit C18:0 (%m/m esterleri) için tek yönlü ANOVA analizi sonuçları.

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)	
Gruplar	4	1,233	3,08E-01	0,979	0,428	
Residuals	45	14,169	3,15E-01			
Signif. codes:	0 '***'	0.001 '**'	0.01 '*'	0.05 '.'	0.1 ''	1



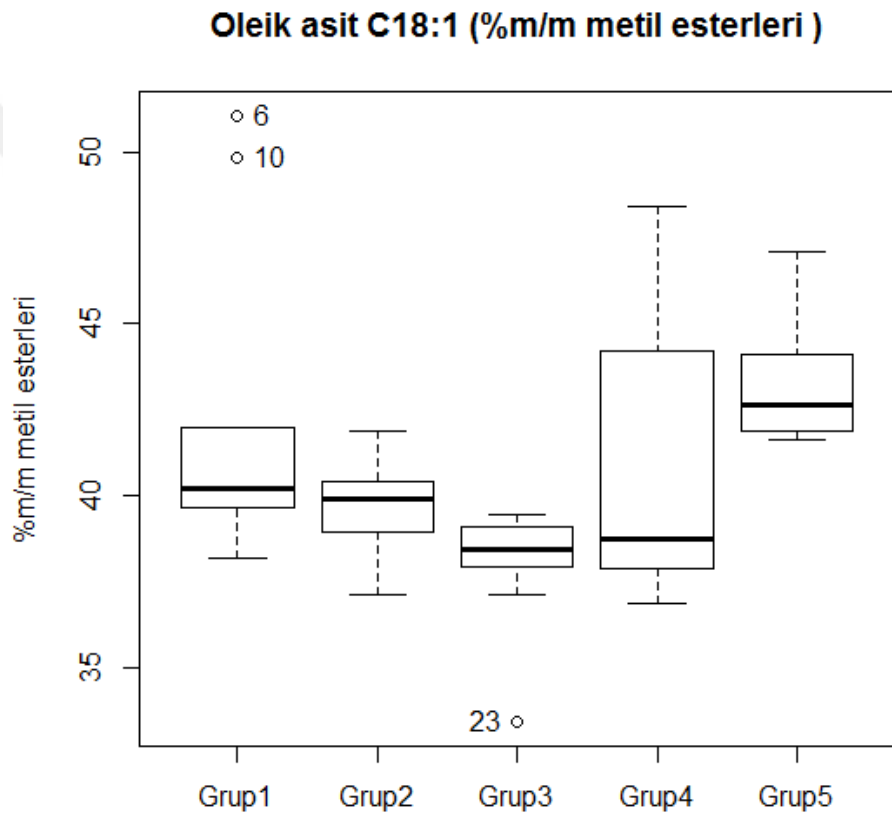
Şekil 4.17. Stearik asit C18:0 (%m/m esterleri) miktarının grup içi ve gruplar arası dağılımının kutu grafiği ile gösterimi.

Tek yönlü ANOVA analizinde %95'lik güven aralığı sınırları içerisinde gruplar arasında oleik asit miktarı açısından anlamlı bir fark bulunmuştur (Çizelge 4.22.). Oleik asit C18:1 (%m/m esterleri) miktarının grup içi ve gruplar arası dağılımı kutu grafiği ile gösterilmiştir (Şekil 4.18.). Grup 3'te ekstrem bir değer bulursa da diğer gruplara oranla daha homojen bir dağılım gösterdiği, Grup 5'in en yüksek ortalama

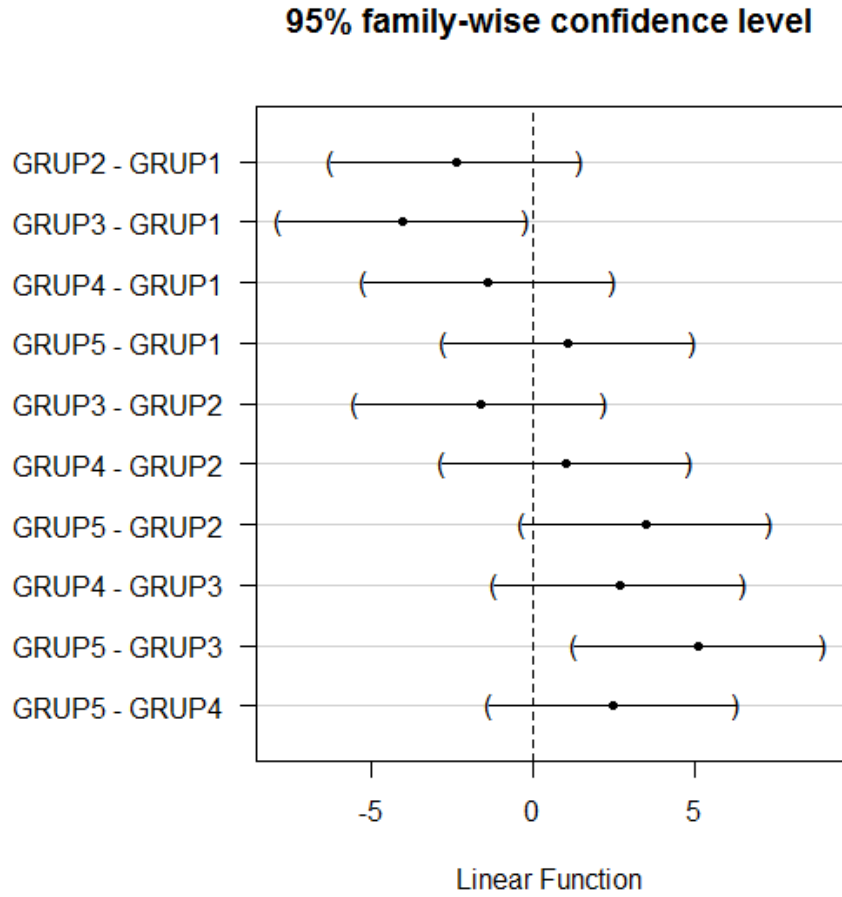
değere sahip olduğu ve Grup 4'ün grup içi varyasyonunun en yüksek olduğu görülmektedir.

Çizelge 4.22. Oleik asit C18:1 (%m/m esterleri) için tek yönlü ANOVA analizi sonuçları.

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)	
Gruplar	4	160,8	40,21	4,413	0.00429 **	
Residuals	45	410	9,11			
Signif. codes:	0 '***'	0.001 '**'	0.01 '*'	0.05 '.'	0.1 ''	1



Şekil 4.18. Oleik asit C18:1 (%m/m esterleri) miktarının grup içi ve gruplar arası dağılımının kutu grafiği ile gösterimi.



Şekil 4.19. Oleik asit C18:1 (%m/m esterleri) miktarının doğrusal fonksiyon gösterimi ile gruplar arası benzerlikleri.

Grupların kendi aralarındaki benzerlikler farklı bir grafiksel gösterim ile gerçekleştirilmiş (Şekil 4.19.) ve analiz sonucunda Grup1"b" , Grup2"ab" , Grup3 "a" ,Grup4 "ab" ve Grup5 "b" olarak farklı bir sınıflandırma yapılmıştır.

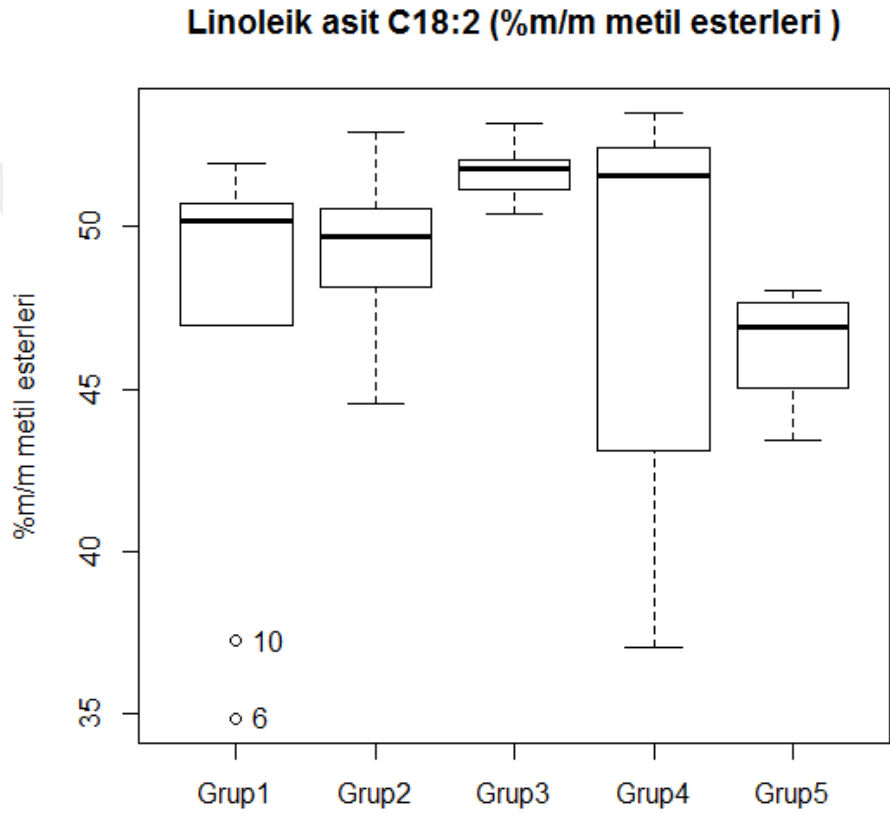
Grup 1 ile Grup 5 kendi içinde daha çok benzeşirken, Grup 2 ile Grup 4'ün daha benzer ve Grup 3'ün diğerlerinden farklı olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Tek yönlü ANOVA analizinde %95'lik güven aralığı sınırları içerisinde gruplar arasında linoleik asit miktarı açısından anlamlı bir fark bulunmuştur (Çizelge 4.22.).

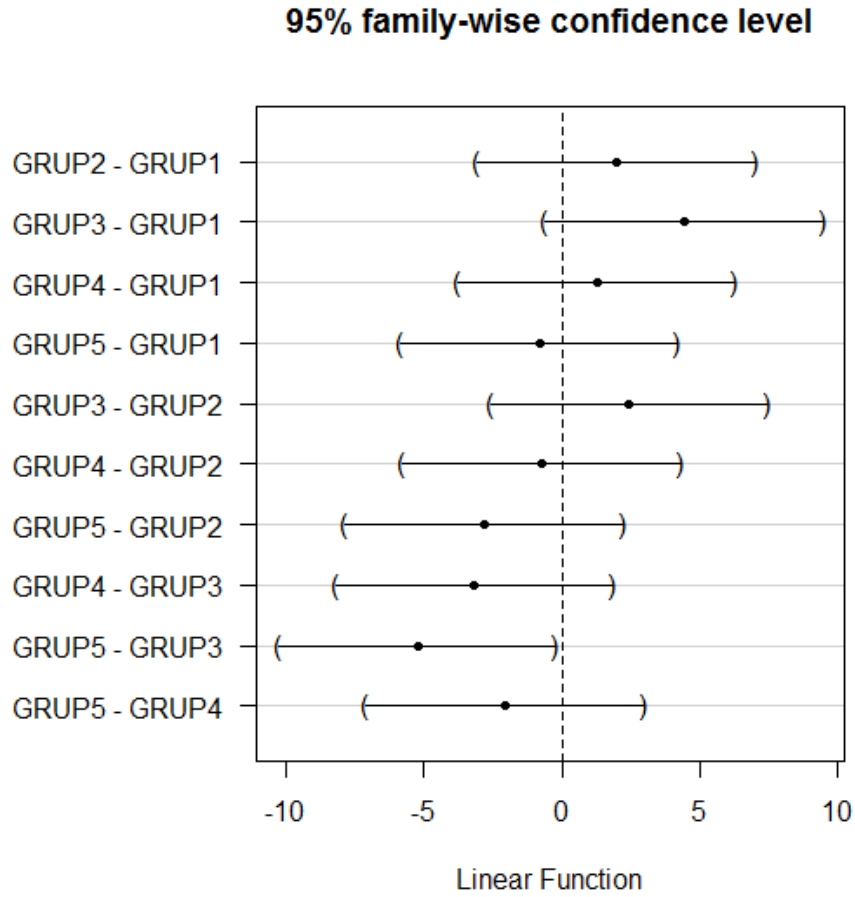
Linoleik asit C18:2 (%m/m esterleri) miktarının grup içi ve gruplar arası dağılımın kutu grafiği ile gösterilmiştir (Şekil 4.20.). Grup 3'ün diğer gruplara oranla daha homojen bir dağılım gösterdiği, Grup 5'in en düşük ortalama değere sahip olduğu ve Grup 4'ün grup içi varyasyonunun en yüksek olduğu görülmektedir.

Çizelge 4.23. Linoleik asit C18:2 (%m/m esterleri) için tek yönlü ANOVA analizi sonuçları.

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)	
Gruplar	4	164,4	41,09	2,618	0.0474 *	
Residuals	45	706,2	15,69			
Signif. codes:	0 '***'	0.001 '**'	0.01 '*'	0.05 '.'	0.1 ''	1



Şekil 4.20. Linoleik asit C18:2 (%m/m esterleri) miktarının grup içi ve gruplar arası dağılımın kutu grafiği ile gösterimi.



Şekil 4.21. Linoleik asit C18:2 (%m/m esterleri) miktarının doğrusal fonksiyon gösterimi ile gruplar arası benzerlikleri.

Grupların kendi aralarındaki benzerlikler farklı bir grafiksel gösterim ile gerçekleştirilmiş (Şekil 4.21.) ve analiz sonucunda Grup1 "ab", Grup2"ab",Grup3 "b", Grup4 "ab" ve Grup5 "a" olarak farklı bir sınıflandırma yapılmıştır.

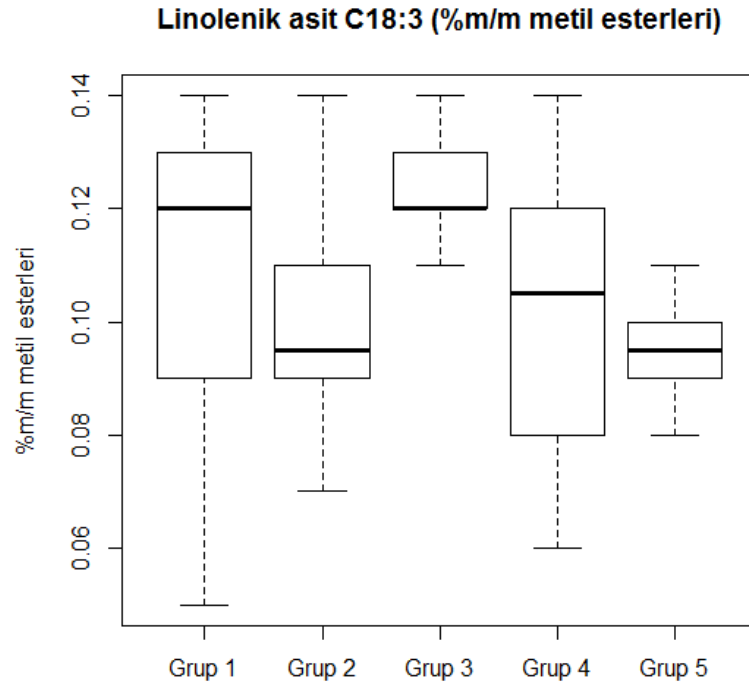
Grup 1, Grup 2 ve Grup 4 kendi içinde daha çok benzeşirken, Grup 3 ile Grup 5'in birbirlerinden ve diğerlerinden farklı olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Tek yönlü ANOVA analizinde %95'lik güven aralığı sınırları içerisinde gruplar arasında linolenik asit miktarı açısından anlamlı bir fark bulunmuştur (Çizelge 4.24.).

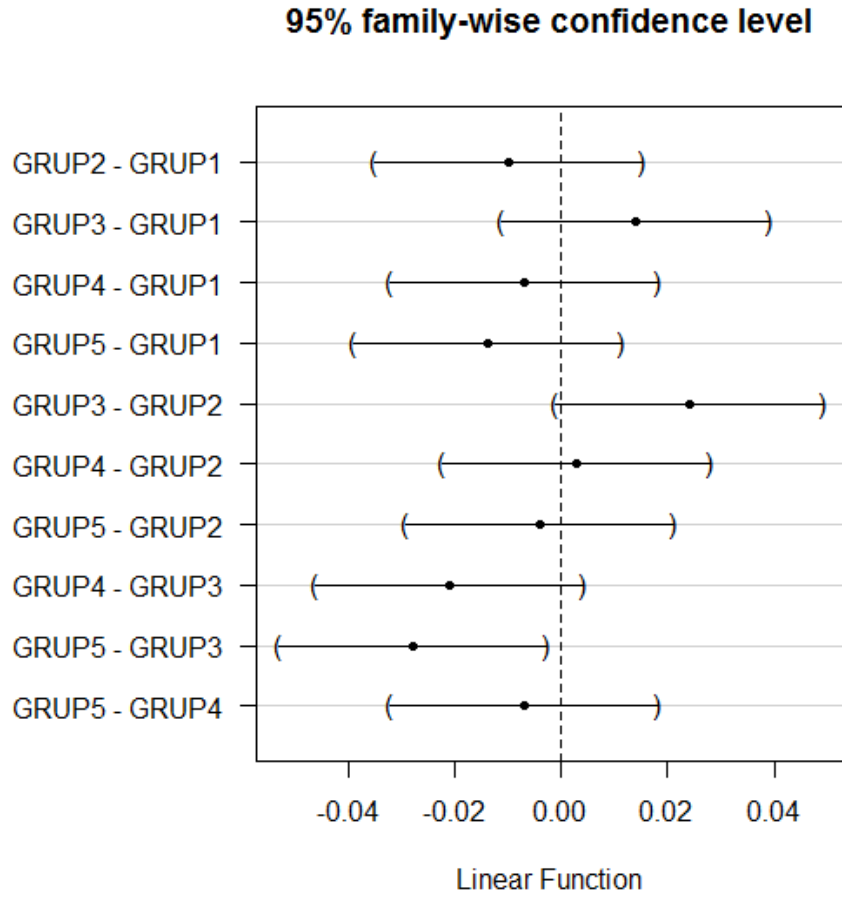
Linoleik asit C18:3 (%m/m esterleri) miktarının grup içi ve gruplar arası dağılımın kutu grafiği ile gösterilmiştir (Şekil 4.22.). Grup 3'ün en yüksek ortalama değere sahip olduğu ve Grup 1'ün grup içi varyasyonunun en yüksek olduğu görülmektedir.

Çizelge 4.24. Linolenik asit C18:3 (%m/m esterleri) için tek yönlü ANOVA analizi sonuçları.

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)	
Gruplar	4	0,004832	0,00	3.073	0.0254 *	
Residuals	45	0.017690	0.0003931			
Signif. codes:	0 '***'	0.001 '**'	0.01 '*'	0.05 '.'	0.1 ''	1



Şekil 4.22. Linolenik asit C18:3 (%m/m esterleri) miktarının grup içi ve gruplar arası dağılımının kutu grafiği ile gösterimi.



Şekil 4.23. Linolenik asit C18:3 (%m/m esterleri) miktarının doğrusal fonksiyon gösterimi ile gruplar arası benzerlikleri.

Grupların kendi aralarındaki benzerlikler farklı bir grafiksel gösterim ile gerçekleştirilmiş (Şekil 4.23.) ve analiz sonucunda Grup1 "ab", Grup2 "ab", Grup3 "b", Grup4 "ab" ve Grup5 "a" olarak farklı bir sınıflandırma yapılmıştır.

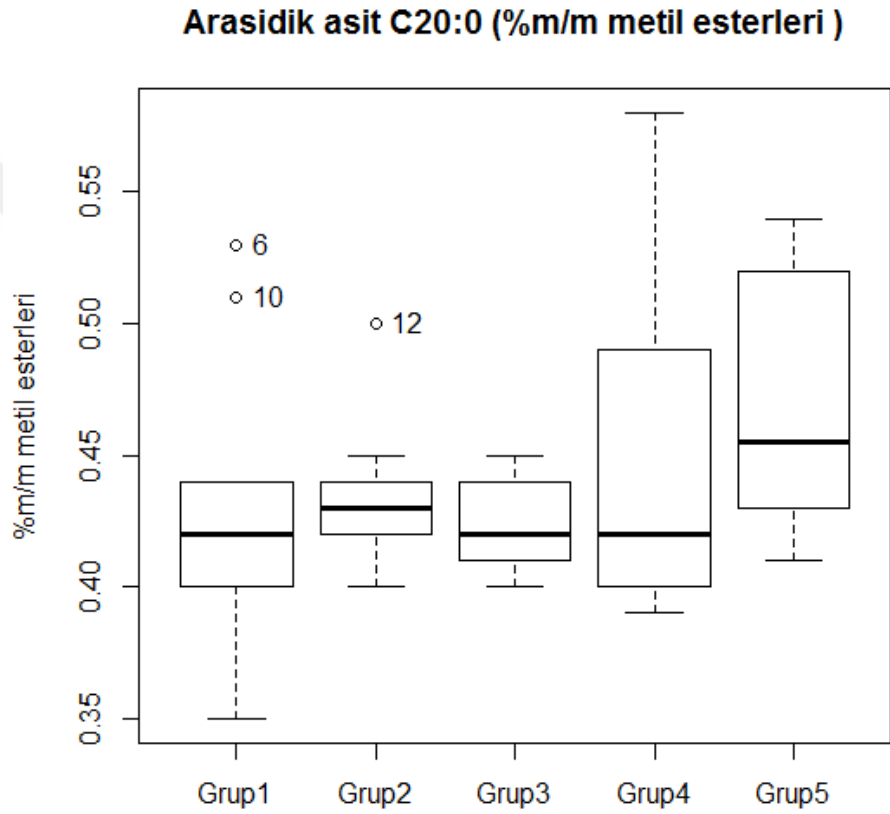
Grup 1, Grup 2 ve Grup 4 kendi içinde daha çok benzeşirken, Grup 3 ile Grup 5'in birbirlerinden ve diğerlerinden farklı olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Tek yönlü ANOVA analizinde %95'lik güven aralığı sınırları içerisinde gruplar arasında arasidik asit miktarı açısından anlamlı bir fark bulunmamıştır (Çizelge 4.25.). Arasidik asit C20:0 (%m/m esterleri) miktarının grup içi ve gruplar arası dağılımı kutu grafiği ile gösterilmiştir (Şekil 4.24.).

Grup 3'ün kendi içinde daha homojen bir dağılım gösterdiği, Grup 4'ün ise diğer gruplara oranla grup içi varyasyonunun daha yüksek olduğu görülmektedir.

Çizelge 4.25. Arasidik asit C20:0 (%m/m esterleri) için tek yönlü ANOVA analizi sonuçları.

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)	
Gruplar	4	0.01501	0.003752	1,81	0,144	
Residuals	45	0.09329	0.002073			
Signif. codes:	0 '***'	0.001 '**'	0.01 '*'	0.05 '.'	0.1 ''	1



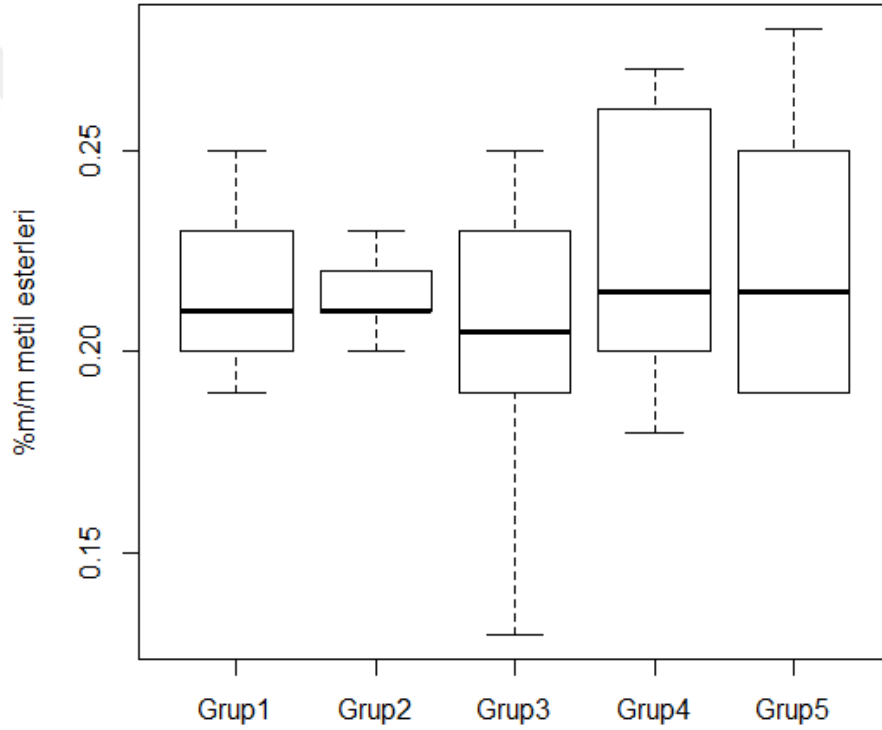
Şekil 4.24. Arasidik asit C20:0 (%m/m esterleri) miktarının grup içi ve gruplar arası dağılımının kutu grafiği ile gösterimi.

Tek yönlü ANOVA analizinde %95'lik güven aralığı sınırları içerisinde gruplar arasında gadoleik asit/ekosenoik asit miktarı açısından anlamlı bir fark bulunmamıştır (Çizelge 4.26.). Gadoleik asit/Ekosenoik asit C20:1 (%m/m esterleri) miktarının grup içi ve gruplar arası dağılımı kutu grafiği ile gösterilmiştir (Şekil 4.25.).

Çizelge 4.26. Gadoleik asit/Ekosenoik asit C20:1 (%m/m esterleri) için tek yönlü ANOVA analizi sonuçları.

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)	
Gruplar	4	0.00183	0.000457	0,58	0,676	
Residuals	45	0.03519	0.000782			
Signif. codes:	0 '***'	0.001 '**'	0.01 '*'	0.05 '.'	0.1 ''	1

Gadoleik asit/Ekosenoik asit C20:1 (%m/m metil esterleri

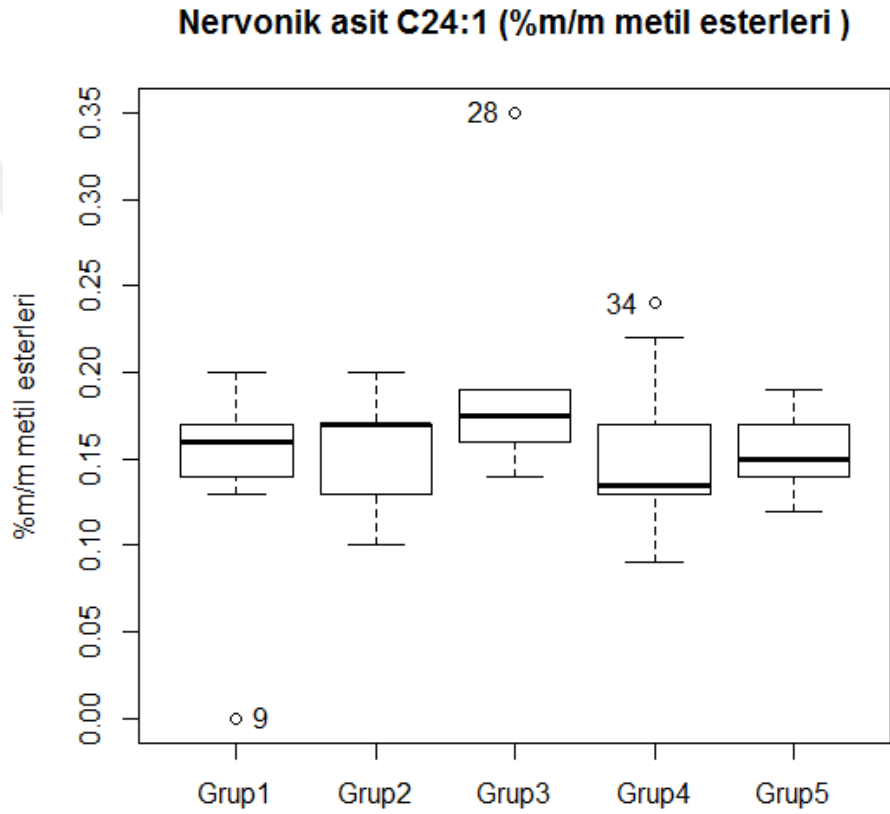


Şekil 4.25. Gadoleik asit/Ekosenoik asit C20:1 (%m/m esterleri) miktarının grup içi ve gruplar arası dağılımının kutu grafiği ile gösterimi.

Tek yönlü ANOVA analizinde %95'lik güven aralığı sınırları içerisinde gruplar arasında nervonik asit miktarı açısından anlamlı bir fark bulunmamıştır (Çizelge 4.27.). Nervonik asit C24:1 (%m/m esterleri) miktarının grup içi ve gruplar arası dağılımın kutu grafiği ile gösterilmiştir (Şekil 4.26.).

Çizelge 4.27. Nervonik asit C24:1 (%m/m esterleri) için tek yönlü ANOVA analizi sonuçları.

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)	
Gruplar	4	0.01099	0.002747	1,33	0,273	
Residuals	45	0.09278	0.002062			
Signif. codes:	0 '***'	0.001 '**'	0.01 '*'	0.05 '.'	0.1 ''	1

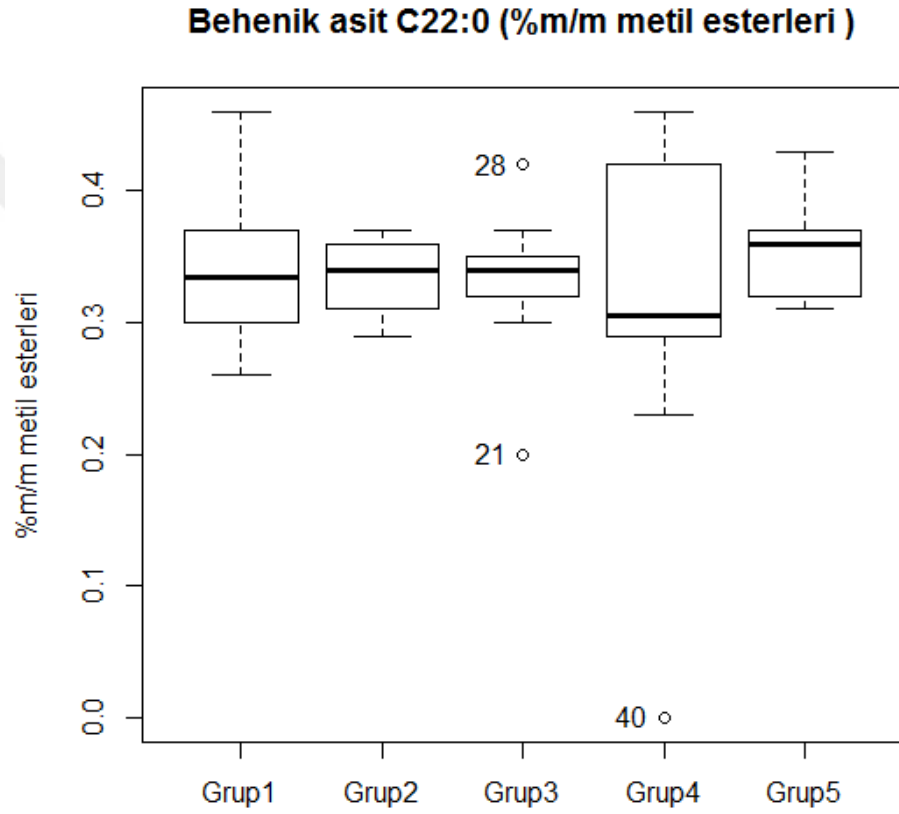


Şekil 4.26. Nervonik asit C24:1 (%m/m esterleri) miktarının grup içi ve gruplar arası dağılımının kutu grafiği ile gösterimi.

Tek yönlü ANOVA analizinde %95'lik güven aralığı sınırları içerisinde gruplar arasında behenik asit miktarı açısından anlamlı bir fark bulunmamıştır (Çizelge 4.28.). Behenik asit C22:0 (%m/m esterleri) miktarının grup içi ve gruplar arası dağılımı kutu grafiği ile gösterilmiştir (Şekil 4.27.).

Çizelge 4.28. Behenik asit C22:0 (%m/m esterleri) için tek yönlü ANOVA analizi sonuçları.

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)	
Gruplar	4	0.0137	0.003425	0,66	0,626	
Residuals	45	0.2353	0.005229			
Signif. codes:	0 '***'	0.001 '**'	0.01 '*'	0.05 '.'	0.1 ''	1

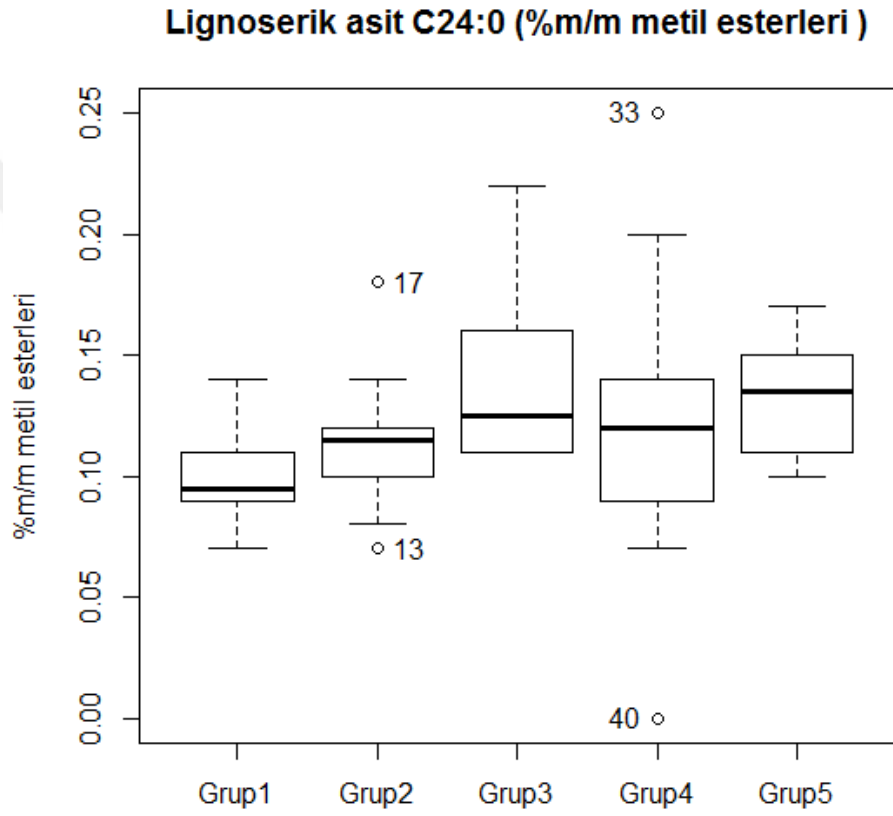


Şekil 4.27. Behenik asit C22:0 (%m/m esterleri) miktarının grup içi ve gruplar arası dağılımının kutu grafiği ile gösterimi.

Tek yönlü ANOVA analizinde %95'lik güven aralığı sınırları içerisinde gruplar arasında lignoserik asit miktarı açısından anlamlı bir fark bulunmamıştır (Çizelge 4.29.). Lignoserik asit C24:0 (%m/m esterleri) miktarının grup içi ve gruplar arası dağılımı kutu grafiği ile gösterilmiştir (Şekil 4.28.).

Çizelge 4.29. Lignoserik asit C24:0 (%m/m esterleri) için tek yönlü ANOVA analizi sonuçları.

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)	
Gruplar	4	0.00925	0.002313	1,42	0,242	
Residuals	45	0.07322	0.001627			
Signif. codes:	0 '***'	0.001 '**'	0.01 '*'	0.05 '.'	0.1 ''	1



Şekil 4.28. Lignoserik asit C24:0 (%m/m esterleri) miktarının grup içi ve gruplar arası dağılımının kutu grafiği ile gösterimi.

4.2.5. Polen analizleri sonuçları

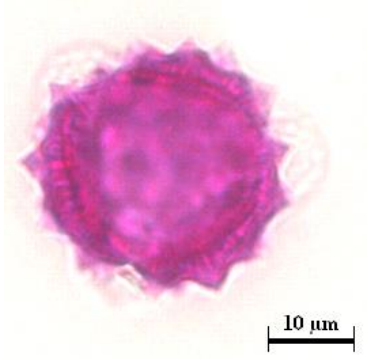
Bal arılarının topladıkları polenler üzerinden yapılan bitkisel orijin tespiti sonucunda Asteraceae familyasından *Anthemis* spp.(Şekil 4.29) , *Aster* spp. (Şekil 4.30.), *Carduus* spp. (Şekil 4.32.), *Centaurea* spp.(Şekil 4.33.), *Cichorium* spp (Şekil 4.34.), Brassicaceae familyasından Tip 1, *Isatis* spp. (Şekil 4.38.), Dipsacaceae familyasından *Dipsacus* spp. (Şekil 4.31.), *Scabioza* spp. (Şekil 4.45.), Apiaceae familyasından *Eryngium* spp. (Şekil 4.36.), Papaveraceae familyasından *Fumaria* spp. (Şekil 4.37.), Plantaginaceae familyasından *Plantago* spp.(Şekil 4.42.), Scrophulariaceae familyasından *Linaria* spp. (Şekil 4.39.), Fabaceae familyasından *Lotus* spp (Şekil 4.40.), *Onobrychis* spp.(Şekil 4.41.), *Trifolium* spp. Şekil 4.46.), Ranunculaceae familyasından *Ranunculus* spp. (Şekil 4.43.) ve Rosaceae familyasından *Rosa* spp. (Şekil 4.44.) taksonları bulunmuştur.

Bu polenler ve *Carthamus tinctorius* L. bitkisi üzerinde beslenmekte olan arıların korbiküllerinden alınan polen örneklerinin toplam protein miktarları karşılaştırıldığında aspiden gelen polenin 2,3 µg/ µl iken *Anthemis* spp. 3,9 µg/ µl, *Aster* spp. 1,7 µg/ µl, Brassicaceae 4,8 µg/ µl, *Carduus* spp. 2 µg/ µl, *Centaurea* spp. 3,7 µg/ µl, *Cichorium* spp. 2,7 µg/ µl, *Dipsacus* spp. 4,1 µg/ µl, *Eryngium* spp. 3,6 µg/ µl, *Fumaria* spp. 1,5 µg/ µl, *Isatis* spp. 2,35 µg/ µl, *Linaria* spp. 2,6 µg/ µl, *Lotus* spp. 4,5 µg/ µl, *Onobrychis* spp. 4,5 µg/ µl, *Plantago* spp. 1,6 µg/ µl, *Ranunculus* spp. 4,7 µg/ µl, *Rosa* spp. 7,0 µg/ µl, *Scabioza* spp. 3,3 µg/ µl ve *Trifolium* spp. 5,5 µg/ µl miktarlarında olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4.30.).

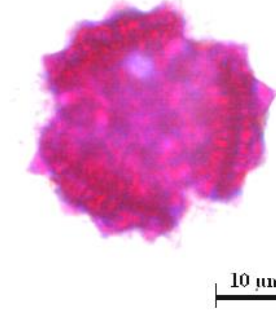
Çizelge 4.30. Tespit edilen bitki taksonları ve polenlerin protein miktarları.

Bitki taksonu	Polendeki protein miktarı
<i>Anthemis</i> spp	3,9 µg/ µl
<i>Aster</i> spp.	1,7 µg/ µl
Brassicaceae	4,8 µg/ µl
<i>Carduus</i> spp.	2 µg/ µl
<i>Centaurea</i> spp.	3,7 µg/ µl
<i>Cichorium</i> spp.	2,7 µg/ µl
<i>Dipsacus</i> spp.	4,1 µg/ µl
<i>Eryngium</i> spp.	3,6 µg/ µl
<i>Fumaria</i> spp.*	1,5 µg/ µl
<i>Isatis</i> spp.	2,35 µg/ µl
<i>Linaria</i> spp.	2,6 µg/ µl
<i>Lotus</i> spp.	4,5 µg/ µl
<i>Onobrychis</i> spp.	4,5 µg/ µl
<i>Plantago</i> spp.	1,6 µg/ µl
<i>Ranunculus</i> spp.	4,7 µg/ µl
<i>Rosa</i> spp.**	7,0 µg/ µl
<i>Scabioza</i> spp.	3,3 µg/ µl
<i>Trifolium</i> spp.	5,5 µg/ µl
<i>Carthamus tinctorius</i> L.	2,3 µg/ µl

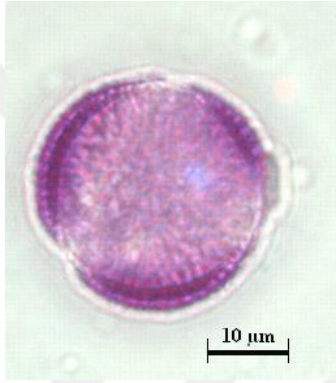
(*Tespit edilen en düşük protein miktarı, **Tespit edilen en yüksek protein miktarı)



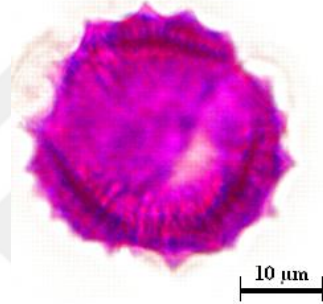
Şekil 4.29. *Anthemis* spp. poleni (x100).



Şekil 4.30. *Aster* spp. poleni (x100).



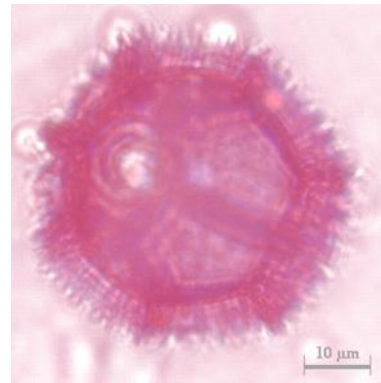
Şekil 4.31. *Diplotaxis* spp. poleni (x100).



Şekil 4.32. *Carduus* spp. poleni (x100).



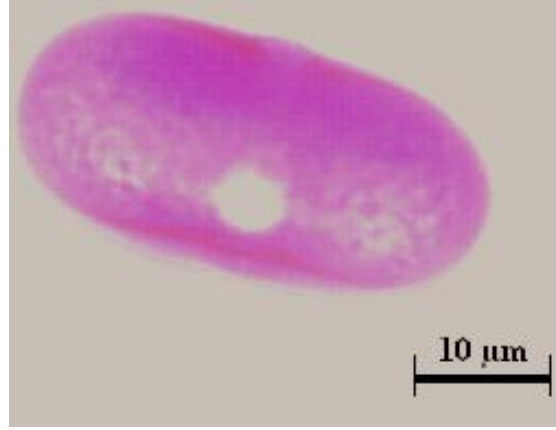
Şekil 4.33. *Centaurea* spp. poleni (x100).



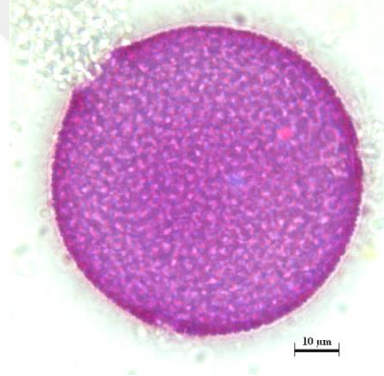
Şekil 4.34. *Cichorium* spp. poleni (x100).



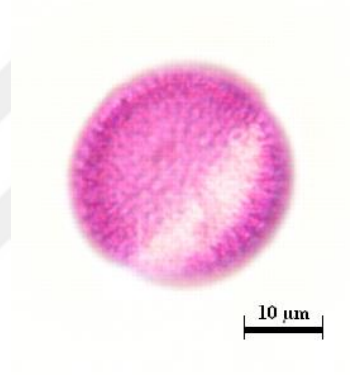
Şekil 4.35. *Dipsacus* spp. poleni (x100).



Şekil 4.36. *Eryngium* spp. poleni (x100).



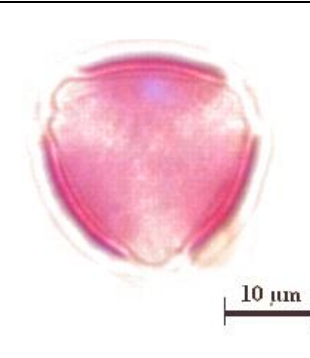
Şekil 4.37. *Fumaria* spp. poleni (x100).



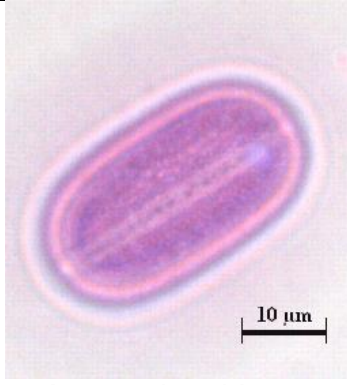
Şekil 4.38. *Isatis* spp. poleni (x100).



Şekil 4.39. *Linaria* spp. poleni (x40).



Şekil 4.40. *Lotus* spp. poleni (x100).



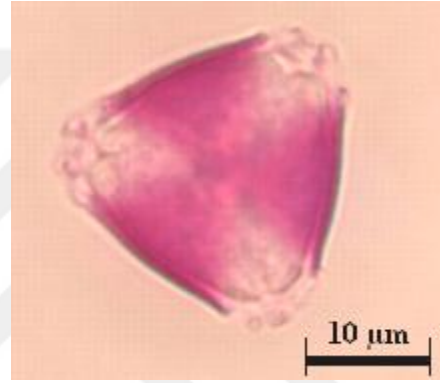
Şekil 4.41. *Onobrychis* spp. poleni (x100).



Şekil 4.42. *Plantago* spp. poleni (x100).



Şekil 4.43. *Ranunculus* spp. poleni (x100).



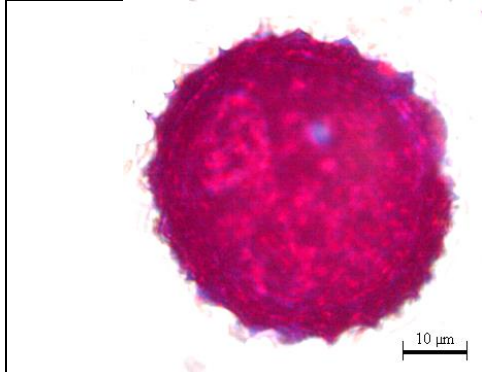
Şekil 4.44. *Rosa* spp. poleni (x100).



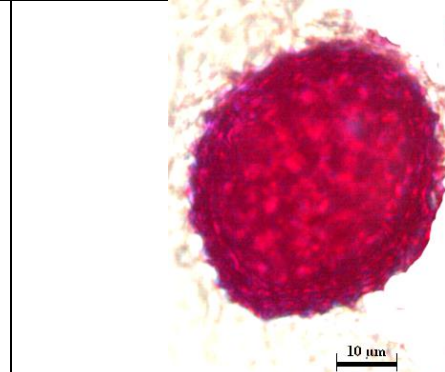
Şekil 4.45. *Scabiosa* spp. poleni (x100).



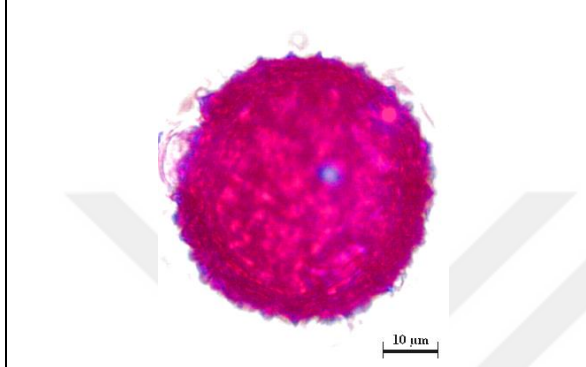
Şekil 4.46. *Trifolium* spp. poleni (x100).



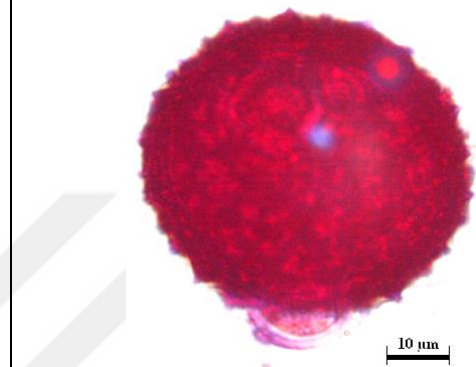
Şekil 4.47. Balci hattı poleni (x100).



Şekil 4.48. Linas hattı poleni (x100).



Şekil 4.49. Remzibey hattı poleni (x100).



Şekil 4.50. Dinçer hattı poleni (x100).

4.3. Balın Mikroskopik Analizi

Balların mikroskopik analizleri sonucunda açık alanlardan alınan bal örneklerinin karışık çiçek balı özelliğinde ve genel olarak Asteraceae, Fabaceae ve Brassicaceae familyalarına ait bitkilerden köken aldığı bulunmuştur.

Polinasyon kafesleri içerisinde bulunan arı kovanlarından hasat edilen ballar içerisinde bal çiği elementleri bulunmuştur (Şekil 4.47.).



Şekil 4.51. Bal çiği elementi.

5.TARTIŞMA

Çalışma kapsamında seçilen bitki *Carthamus tinctorius* L. (aspir), yağlı tohumlu bir bitki olup, polinatör arılarla tozlaşması bazı hatları için verim artışı sağlayabilmektedir. Aspir bitkisi genel olarak kendi kendine tozlaşabilen bir bitki olmakla birlikte, arıların çiçeklenme dönemindeki polen toplama davranışları tozlaşmanın optimum düzeyde gerçekleşmesine ve verim artışına sebep olmaktadır. Aspir bitkisi ortamda polinatör bulunmadığı durumlarda kendi kendine tozlaşma gerçekleşebilmektedir.

Aspir bitkisi, geniş alanlarda ekimi yapıldığı zaman arılar için iyi bir polen ve nektar kaynağı olarak değerlendirilebilir. Bal arıları aspir bitkisinin en önemli tozlaştırıcıları olup kendine steril hatlar için tohum tutumunu sağlarken, kendi kendine tozlaşabilen hatlar için verim ve kalite artışı sağlayabilmektedir.

Kurgulanan çalışma kapsamında aspir bitkisinin, ülkemizde tescillenmiş Balcı, Dinçer, Linas ve Remzibey-05 hatları ile başlanan deneme çalışmaları, Ankara ili koşullarında daha verimli olan Remzibey-05 hattı ile devam ettirilmiştir. Kontrollü ekim alanlarında ticari olarak üretimi yapılmakta olan *Apis mellifera* L. ve *Bombus terrestris* L. türlerinin bitki üzerindeki etkinliği hava koşulları da gözetilerek incelenmiştir. Aspirin çiçeklenme döneminde arıların beslenme ekonomileri protein ve karbohidrat kaynaklarının niceliksel özellikleri ayrıca değerlendirilerek anlamlandırılmaya çalışılmış ve verim analizleri ile tozlaştırıcı arıların ürün kalitesi üzerine etkileri araştırılmıştır.

Aspir bitkisinin çiçeklerinde anterler genellikle sabahın erken saatlerinde açılmaktadırlar [91]. Howard et al. (1916), Hindistan'da yürütülen çalışmada aspir bitkisi üzerindeki arı aktivitelerinin günün erken saatlerinde başladığını ve yeni açmış çiçeklerin (flore) daha çok tercih edildiğini tespit etmişlerdir [124]. Boch (1961), Kanada'da, bal arılarının besin aramaya sabah saat 07:00 sularında başladığını ve arı aktivitesinin saat 09.00 ile 11.00 saatleri aralığında en üst seviyeye ulaştığını bildirmişlerdir [125]. Bu iki saat boyunca çiçeklerdeki nektar ve polen miktarı giderek azalmakta ve saat 12.00'e doğru da neredeyse tüm kaynağın tüketilmiş olduğu tespit edilmiştir. Saat 12.00'den sonra polen ve nektar yeniden salgılanmadığı, bu bağlamda arı aktivitesinin 12.00'den sonra kaynakların azalmasına paralel düşüşe geçmesinin de beklenen bir sonuç

olduğu bildirilmiştir. Rubis et al. (1966) ve Levin and Butler (1966) Arizona'daki duruma eşdeğer sonuçlara ulaşırken; Langridge ve Goodman (1980) farklı olarak, Avustralya'da arıların polen saçılımından yaklaşık bir saat öncesinde aktif olduklarını belirlemişlerdir [126-128]. Ayrıca polen toplamının nektar toplamaya göre günün daha erken saatlerinde sonlandırıldığı gözlenmiştir. Boch (1961) ve Eckert (1962) pek çok arının polen yüküne sahip olduklarını, Levin and Butler (1966) nektar toplayan arıların polen toplayan arılara göre sayıca daha çok olduğunu bildirmişlerdir [125, 128, 129]. Langridge ve Goodman (1980), çalışmalarında sadece altı arının aktif olarak polen topladığını, %99'unun ise nektar topladığını gözlemlemişlerdir [127]. Sıcaklığın artışı ve nemin azalmasına paralel olarak arıların çiçekler üzerindeki aktivitelerinde artış gösterdiği, aktivitenin 07:00-11:00 saatleri aralığında, sıcaklık 26-33 °C iken günün diğer saatlerine göre daha yoğun olduğu gözlemlenmiştir [130].

Çalışmamız sonucunda, *Apis mellifera* ve *Bombus terrestris* arılarının *Carthamus tinctorius* üzerindeki aktiviteleri incelendiğinde, genel olarak polen toplama davranışının gün doğumundan (çalışma süresince 05:25-05:32) bir saat sonra başladığı, sonrasında ise saat 09:00 civarında maksimum seviyeye ulaştığı, saat 11:00'den sonra ise giderek azalma eğiliminde olduğu tespit edilmiştir. Bu konu ile ilgili yapılmış önceki çalışmalar değerlendirildiğinde bulgularımızın literatür ile uyumlu olduğu görülmektedir.

Genel olarak arıların polen toplamaya başladıkları saatler ile ilgili bilgi verilirken çiçeklenme periyodu süresince Güneş'in doğuş ve batış saatlerinin de bildirilmesi gerektiği düşünülmektedir.

Arıların yönlendirilen bitki üzerindeki aktivitelerinin ölçümlenebilmesi adına yürütülen çalışmalar kapsamında arıların birim zamanda ziyaret ettikleri çiçek sayısının da belirlenmesi üreticilerin ekim yaptıkları alanlarda birim alan başına kaç koloniye ihtiyaçları olacağının belirlenebilmesi için oldukça önemlidir.

Bal arıları ortalama olarak bir kapitulum başına 9.4 çiçek ziyaret ettiğini; % 88'inin bitki başına sadece bir kapitulum ziyaret ettiğini, %11'nin iki kapitulum, %1'nin ise üç kapitulum ziyaret ettiğini gözlemlemişlerdir [131]. Kapitulum başına polen toplama *Apis cerana* için 24 saniye, *A. dorsata* için 17 saniye, *A. florea* için 32 saniye olarak bulunmuştur [132].

Çalışmamız sonucunda *Apis mellifera* için 5 kapitulum/dakika, *Bombus terrestris* için 5,5 kapitulum/dakika olarak tespit edilen ziyaret sıklığının farklı hatlar üzerinde değişkenlik gösterdiği de bulunmuştur. Balcı, Dinçer, Linas ve Remzibey-05 hatları üzerindeki arı aktivitelerinin ayrı ayrı değerlendirildiğinde bal arılarının sırasıyla 5.5, 7, 0, 4 kapitulum/dakika, bombus arılarının sırasıyla 4.5, 5, 4.5 ve 5 kapitulum/dakika olarak tespit edilmiştir.

Aspir ekili alanlarda etkili bir polinasyon için hektar başına beş koloninin çiçeklenmenin %10-15 seviyesine gelmesiyle birlikte yerleştirilmesi tavsiye edilmektedir [91].

Howard et al. (1916) 25 bitkiyi muslin ve tül torbalarla kapattıklarında kapitulum başına ortalama 35.9 tohum, kapatılmadığında ise 37.4 tohum olarak bulmuş ve sonuç olarak da aspir bitkisinde tozlaşma için tozlaştırıcı böceklerle ihtiyaç olmadığı sonucuna varılmıştır [124]. Remzibey-05 hattında 1000 dane ağırlığı 46-50 gram aralığında değişmektedir [133]. Remzibey-05 hattı için kapitulum başına düşen tohum sayısı incelendiğinde arılı ve açık alanlardaki ortalama tohum sayısının ortalama 48, kontrol alanında ise 40 olarak tespit edilmiştir. Yapılan istatistiksel analizler sonucunda ortalamalar arasında anlamlı bir fark bulunamamıştır.

Rubis et al. (1966) polinasyon kafesleri ile kurguladığı denemesinde arılı, arısız kafes ve açık alan olmak üzere üç farklı alan oluşturmuş, normal bir aspir hattı kullanılmış ve sonuçta arıların bu hat için tohum tutumuna pozitif bir etkisinin olmadığını gözlemiştir [126].

Anter açılımının birkaç saat ötelendiği farklı bir hat ile yapılan denemede ise, hattın bu özelliği sebebiyle stigma bireyin kendi poleni ile tozlaşamadığından, arıların varlığı çapraz tozlaşmaya olanak sağlamıştır. Sonuçta tohum veriminin ve kafa başına tohum tutumunun iki katına çıktığı ancak bir tohum ağırlığının görece düşük olduğu sonucuna varılmıştır [126]. Singh et. al (2000) çalışmasında *Apis cerana himalaya* ile yürütülen çalışma sonrasında arı ile tozlaşma sonucunda arısız kontrol alanına oranla 1000 dane ağırlığında %9,06 artış, tohum veriminde %80 ve yağ miktarında %21,52 artış tespit edilmiştir. Aynı çalışma kapsamında açık alan ile kontrol alanından alınan sonuçlar kendi içinde karşılaştırıldığında

1000 dane ağırlığının %17,15, tohum veriminde %11,75, toplam yağ miktarında %7,07 oranında artış olduğu tespit edilmiştir [134].

Abrol, 2009 çalışmasına göre aspir bitkisinin çapraz tozlaşma ihtiyacı vardır ve çapraz tozlaşma ile bitkiden elde edilen verim artışı % 4-114 oranında olabilmektedir [135]. Çalışmamız sonucunda arı bulunmayan kontrol alanı ile arılı ve açık alanlar arasında %90-100 aralığında verim farklılığı bulunmuştur. Boch (1961) üç örneklem alanı seçerek bu alanları tül kafesler aracılığıyla kapatmış ve bu alanlardaki tohum üretiminin açık alanlara göre neredeyse yarı yarıya az olduğu sonucuna ulaşmıştır [125]. Eckert (1962) kendi kendine tozlaşabilen bir aspir kültüründe tül kafes ile kapatılmış ve kapatılmamış örneklem alanlarında hemen hemen eşit oranlarda tohum üretimi (%66:64 tohum tutumu), kendine steril kültürlerde ise tül ile kapatılmış olanların açık alanlara oranla daha az tohum tutumu olduğu (%41:59 tohum tutumu) gözlenmiştir [129].

Çalışmamız sonucunda, 1000 dane ağırlığının gruplar arası dağılımı incelendiğinde en yüksek ortalamanın Grup 5 ve sonrasında Grup 4, Grup 2, Grup 3 ve Grup 1 olarak sıralandığı görülmektedir. Örneklem sayısının azlığı biaslı bir sonuca yol açmış olabilir. Bu kapsamda incelendiğinde arılı grupların kendi içinde benzeştiği, arısız grup ile açık alan arasında ise diğer gruplara oranla daha benzer olduğu tespit edilmiştir.

Hindistan'da yapılan bir denemede iki farklı kültürün de tül ile kafeslenmiş alanlarda açık alanlara göre daha az tohum ağırlığına ve daha az tohum verimliliğine sahip olduğu görülmüştür [132].

Çalışmamız sonucunda, her bir alana ekilen 110 gram tohumdan, Grup 1 için 12,4 kat, Grup 2 için 14,1kat, Grup 3 için 9,39 kat, Grup 4 için 7,38 kat ve Grup 5 için 12,6 kat oranlarında artış gösterdiği tespit edilmiştir.

Fransa'da yapılmış bir çalışmada arı ile tozlaşmanın tohumların yağ miktarını arttırdığı bulunmuştur [136]. Avustralya'da "Gila" adındaki aspir kültüründe tül kafesler kullanılarak yapılan çalışmalar sonucunda kafesli ve kafessiz gruplar arasında her bir bitki için tohum ağırlığı, yağ içeriği ve çimlenme yüzdesi açısından herhangi bir fark bulunmamıştır [127].

Çalışmamız sonucunda Remzibey-05 hattı için toplam yağ miktarının aralı ve arısız alanlarda istatistiksel olarak farklılık göstermediği ancak Grup 3'ün ortalama değerlerinin diğerlerine oranla daha yüksek olduğu sonucuna varılmıştır.

Bitki adıyla anılan yağlar kodeksi kapsamında, çalışma kapsamındaki aspir yağlarının yağ asitleri kompozisyonu kaproik asit C6:0, kaprilik asit C8:0, kaprik asit C10:0, laurik asit C12:0, miristik asit C14:0, palmitik asit C16:0, palmitoleik asit C16:1, margarik asit C17:0, heptadesenoik asit C17:1, stearik asit C18:0, oleik asit C18:1, linoleik asit C18:2, linolenik asit C18:3, arasidik asit C20:0, gadoleik asit/ekosenoik asit C20:1, C20:2, behenik asit C22:0, erusik asit C22:1, C22:2, lignoserik asit C24:0 ve nervonik asit C24:1 olmak üzere 24 parametre ile ölçümlenmiştir. Remzibey-05 hattı üzerinde yürütülen çalışma sonucunda aspir tohumu yağının %8,83 doymuş ve %91,17 oranında doymamış yağ asitlerinden oluştuğu belirlenmiştir. Doymamış yağ asitleri içerisinde en yüksek oranı %56,82 ile linoleik asit oluşturmuş, bunu % 33,98 ile oleik asit izlemiştir. Doymuş yağ asitleri içerisinde en yüksek oran %5,84 ile palmitik asittir [137].

Çalışmamız kapsamında 21 yağ asidinin analizleri gerçekleştirilmiş ve yedi yağ asidi (kaproik asit, kaprilik asit, kaprik asit, laurik asit, erusik asit ve C22:2) hiçbir örnekte tespit edilmemiştir. Miristik asit, palmitik asit, palmitoleik asit, margarik asit, heptadesenoik asit, stearik asit, arasidik asit, gadoleik asit/ekosenoik asit, C20:2, behenik asit, lignoserik asit ve nervonik asit ortalama değerleri $P < 0.05$ güven sınırları içerisinde gruplar arasında anlamlı bir fark bulunmamıştır.

Oleik asit miktarları incelendiğinde gruplar arasında anlamlı bir fark bulunmuştur ($F=4,413$, $P=0,00429$; $P < 0,001$). Oleik asit karakteri bakımından Grup 1 ile Grup 5 benzer, Grup 2 ile Grup 4 benzer, Grup 3 ise diğer gruplardan farklı bulunmuştur.

Linoleik asit miktarları incelendiğinde gruplar arasında anlamlı bir fark bulunmuştur ($F=2,618$, $P=0,0474$, $P < 0.01$). Linoleik asit karakteri bakımından Grup 1, Grup 2 ve Grup 4 benzer, Grup 3, Grup 5 ise diğer gruplardan farklı bulunmuştur.

Linolenik asit miktarları incelendiğinde gruplar arasında anlamlı bir fark bulunmuştur ($F=3,073$, $P=0,0254$, $P < 0.01$). Linolenik asit karakteri bakımından Grup 1, Grup 2 ve Grup 4 benzer, Grup 3, Grup 5 ise diğer gruplardan farklı bulunmuştur.

Polenin besin değeri, arıların bitki seçimini doğrudan etkilemektedir [131]. Arıların vücudunda sentezlenemeyen ve besinle dışarıdan alınması elzem olan 10 amino asit bulunmaktadır. Bunlar arginin, histidin, lizin, triptofan, fenilalanin, metionin, treonin, lösin, izolösin ve valindir [138]. Esansiyel amino asitlerin içeriğinin polenin toplam protein içeriği ile pozitif korelasyon gösterdiği tespit edilmiştir [139]. Arıların protein kaynağı tercihlerini etkileyen başka faktörler de vardır. Polenin renk ve koku farklılığı [108], diğer esansiyel bileşikler [110], bitkisel metabolitler [140] ve toksik polenler [141] bu duruma örnek teşkil edebilir.

Bal arılarının topladıkları polenler üzerinden ve *Carthamus tinctorius* bitkisi üzerinde beslenmekte olan arıların korbikularlarından alınan polen örneklerinin toplam protein miktarları karşılaştırıldığında aspiden gelen polenin 2,3 µg/ µl iken *Anthemis* spp. 3,9 µg/ µl, *Aster* spp. 1,7 µg/ µl, *Brassicaceae* 4,8 µg/ µl, *Carduus* spp. 2 µg/ µl, *Centaurea* spp. 3,7 µg/ µl, *Cichorium* spp. 2,7 µg/ µl, *Dipsacus* spp. 4,1 µg/ µl, *Eryngium* spp. 3,6 µg/ µl, *Fumaria* spp. 1,5 µg/ µl, *Isatis* spp. 2,35 µg/ µl, *Linaria* spp. 2,6 µg/ µl, *Lotus* spp. 4,5 µg/ µl, *Onobrychis* spp. 4,5 µg/ µl, *Plantago* spp. 1,6 µg/ µl, *Ranunculus* spp. 4,7 µg/ µl, *Rosa* spp. 7,0 µg/ µl, *Scabiosa* spp. 3,3 µg/ µl ve *Trifolium* spp. 5,5 µg/ µl miktarlarında olduğu tespit edilmiştir.

Çalışma kapsamında polen tuzaklarından gelen örnekler içerisinde aspid polenine rastlanılmamış ancak polinasyon çadırları içerisindeki arıların bitki üzerinden beslendikleri tespit edilmiştir. Polinasyon çadırları içerisinde başka bir bitki bulunmaması aspid bitkisini arılar için cazip hale getirirken, açık alanda diğer bitkilerin daha çok tercih ediliyor olması bitki polenin toplam protein miktarı ile ilişkilendirilebilir. Ancak aspid bitkisinin toplam protein miktarına benzerlik gösteren taksonlar için farklı bir sebep söz konusu olabilir. Bu kapsamda daha ayrıntılı çalışmalar yapılarak arıların beslenme ekonomileri ile ilgili daha çok bilgi sahibi olunması gerekmektedir.

Polinasyon kafesleri ve açık alanda bulunan bal arısı kovanlarından alınan bal örneklerinde *Carthamus tinctorius* L. polenlerine rastlanmamıştır. Kurgulanan çalışma kapsamında, arıların nektar kaynağı olarak da aspid bitkisini kullanabileceği düşünülmüştür. Bu kapsamda da aspid balının karakterizasyonun yapılabileceği öngörülmüştür. Ancak yapılan analizler sonucunda, özellikle polinasyon kafesleri içerisinde yer alan kovanlarda bal çiği elementlerinin bulunması, balın salgı balı olduğu sonucuna varmamıza sebep olmuştur. Bu

durumun sebebi de çalışmamızda kullandığımız kovanların Muğla yöresinden çalışma alanına getirilmesidir.

Açık alanda bulunan bal arısı kovanlarından elde edilen bal, çalışma alanına 10 metre uzaklıkta olan ve 400 metre uzakta olan ikişer ayrı kovandan alınan örneklerden oluşmaktadır. Bu balların incelenmesi sonucunda da balda aspir poleni bulunamamıştır. Bu durumun sebebi aspir bitkisinin açık alanda sadece 90 metre karelik bir alanda bulunması ya da yerleşkede yayılış gösteren diğer bitkilerin arılar için daha önemli nektar kaynağı olmasıdır.

Doğal bitki kaynaklarındaki azalma, tarımsal arazilerdeki polen ve/ya nektar kaynağı bitkileri, polinatörler için daha önemli hale getirmektedir [142]. Ancak bu besin kaynakları oldukça kısa süre için değerini korumakta olup polinatör böceklerle kısıtlı bir zaman diliminde besin kaynağı oluşturabilmektedir [143]. Remzibey-05 hattı için arı ile tozlaşma sonucu elde edilen verim artışı göz ardı edilemeyecek kadar önemlidir. Bu nedenle aspir üreticisine verilebilecek öneri aspirin çiçeklenme döneminde çevrede bulunan diğer bitkilerin biçilerek arının doğrudan aspire yönlendirilmesi olabilir. Ancak bu durum beraberinde diğer arıların besin kaynaklarını ve muhtemel yuva alanlarının tahrip edilmesine de sebep olabilir. Bu durum ayrıca dikkat edilmesi gereken önemli bir konudur.

Bal arısı kolonilerinin bölgesel yok oluşlarına ilişkin veriler incelendiğinde ABD bünyesinde 1947-2005 yılları aralığında % 59 oranında koloni kaybı yaşandığı [144] ve Avrupa incelendiğinde 1985-2005 yılları aralığında [56] % 25 oranında koloni kaybı yaşandığı kayıt altına alınmıştır. Bu durumdan çıkarılabilecek en önemli sonuç, bal arısı gibi tek bir türe bağımlı olarak devam ettirilen tarımsal üretimin, bu tek türün popülasyonundaki herhangi bir düşüş sebebiyle sekteye uğrayabileceği gerçeğidir. Tozlaştırıcı canlıların biyolojilerinin bilinmesi, bizlere hem ekosistem çeşitliliğinin korunmasında hem de tarım faaliyetlerinde yardımcı olmaktadır. *Apis mellifera* ve doğal olarak tarımsal üretim alanlarında yayılış gösteren arıların sinerjistik etkinliğinin tarımsal üretime olan katkısının görece yüksek olduğu bilinmektedir.

KAYNAKLAR

- [1] Graham, L.E., Graham, J.M., Wilcox, L.W., Işık, K., *Bitki Biyolojisi*. Palme Yayınları, **2004**.
- [2] D'Albore, G.R., *Textbook of Melissopalynology*. Apimondia Publishing House, **1997**.
- [3] Bozcuk, S., *Genel Botanik*. Hatiboğlu Yayınları, **2011**.
- [4] Keeton, W.T., Gould, J.L., et al., *Genel Biyoloji*. Palme Yayıncılık, **2004**.
- [5] Mauseth, J.D., *Botany*. Jones & Bartlett Publishers, **2014**.
- [6] Ollerton, J., Winfree, R., Tarrant, S., How many flowering plants are pollinated by animals?, *Oikos*, 120(3): p. 321-326, **2011**.
- [7] Borror, D.J., Triplehorn, C.A., Johnson, N.F., *An introduction to the study of insects*. Saunders College Publishing, **1989**.
- [8] Raguso, R.A., Why are some floral nectars scented?, *Ecology*, 85(6): p. 1486-1494, **2004**.
- [9] Özbek, H., Türkiye'de ılıman iklim meyve türlerini ziyaret eden böcek türleri, *Uludağ Arıcılık Dergisi*, 8(3): p. 92-103, **2008**.
- [10] Michener, C., *The Bees of the World*. Xvi+[i]+ 953 pp, Johns Hopkins University Press, Baltimore, **2007**.
- [11] Sorkun, K., *Türkiye'nin Nektarlı Bitkileri, Polenleri ve Balları*. Palme Yayıncılık, **2008**.
- [12] Nicolson, S.W., Bee food: The chemistry and nutritional value of nectar, pollen and mixtures of the two, *African Zoology*, 46(2): p. 197-204, **2011**.
- [13] Somme, L., Vanderplanck, M., et al., Pollen and nectar quality drive the major and minor floral choices of bumble bees, *Apidologie*, 46(1): p. 92-106, **2015**.
- [14] Ducker, S.C., Knox, R.B., Pollen and pollination: A historical review, *Taxon*: p. 401-419, **1985**.
- [15] Faegri, K., Van Der Pijl, L., *Principles of Pollination Ecology*. Elsevier, **2013**.
- [16] Özbek, H., Türkiye'de arılar ve tozlaşma sorunu, *Uludağ Arıcılık Dergisi*, 2003(3), **2003**.
- [17] Kahraman, A., Önder, M., Ceyhan, E., The importance of bioconservation and biodiversity in Turkey, *International Journal of Bioscience, Biochemistry and Bioinformatics*, 2(2): p. 95, **2012**.
- [18] Erik, S., Tarıkahya, B., Türkiye florası üzerine, *Kebikeç*, 17: p. 139-163, **2004**.
- [19] Güner, A., Aslan, S., et al., Türkiye bitkileri listesi (damarlı bitkiler), *Nezahat Gökyiğit Botanik Bahçesi ve Flora Araştırmaları Derneği Yayını*. İstanbul: p. 47-83, **2012**.
- [20] Cecen, S., Gurel, F., Karaca, A., Impact of honeybee and bumblebee pollination on alfalfa seed yield, *Acta Agriculturae Scandinavica Section B-Soil and Plant Science*, 58(1): p. 77-81, **2008**.

- [21] Özbek, H., Korunga (*Onobrychis viciifolia* Scop.): Önemli bir arı bitkisi, *Uludağ Arıcılık Dergisi*, 2011(2), **2011**.
- [22] Özbek, H., Erzurum'da yoncadaki böcek faunasinin tesbiti, *Journal of the Faculty of Agriculture*, 17(1-4), **1986**.
- [23] Özbek, H., Erzurum civarında yonca (*Medicago sativa* L.) ve korunga (*Onobrychis* L.) daki pollinatör arılar (Apoidea: Hym.), bunların faaliyetleri, meyve ve tohum bağlamağa etkileri, **1979**.
- [24] Özbek, H., Türkiye'de yonca bitkisini ziyaret eden arı türleri ve *Megachile rotundata* F.(Hymenoptera: Megachilidae) 17, *Uludağ Arıcılık Dergisi*, 2008(1), **2008**.
- [25] Güler, Y., Bursali, B., *Megachile maritima* (Kirby) ve *Icteranthidium cimbiciforme* (Smith)(Hymenoptera: Megachilidae) türleri üzerinde entomopalinolojik bir çalışma, *Uludağ Arıcılık Dergisi*, 2008(1), **2008**.
- [26] Güler, Y., Sultandağı (Afyonkarahisar) kiraz bahçelerinde *Osmia* (Hymenoptera: Megachilidae) türlerine yönelik yürütülen yapay yuva çalışmaları, *Bitki Koruma Bülteni*, 52(4), **2012**.
- [27] Özbek, H., Doğu Anadolu'nun bazı yörelerinde elma ağaçlarında tozlaşma yapan arılar (Hymenoptera: Apoidea), *Journal of the Faculty of Agriculture*, 9(4), **1978**.
- [28] Çalmasur, Ö., Özbek, H., Pollinator bees (Hymenoptera, Apoidea) on sunflower (*Helianthus annuus* L.) and their effects on seed setting in Erzurum region, *Turkish Journal of Biology*, 23(1): p. 73-90, **1999**.
- [29] Aytekin, A.M., Çağatay, N., Observations on the pollination of sunflower (*Helianthus annuus* L.), *Mellifera*, 8(15), **2008**.
- [30] Tezcan, S., Yıldırım, E., Anlaş, S., Beyaz, G., Manisa ilinde kekik türlerinde (Lamiaceae) saptanan hymenoptera türleri, *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 43(1), **2006**.
- [31] Daşgan, H.Y., Özdoğan, A.O., Kaftanoğlu, O., Abak, K., Effectiveness of bumblebee pollination in anti-frost heated tomato greenhouses in the mediterranean basin, *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 28(2): p. 73-82, **2004**.
- [32] Gürel, F., Gösterit, A., Karslı, B.A., Sera koşullarının *Bombus terrestris* L. kolonilerinin tozlaşma performansına etkileri, *Derim*, 28(1): p. 47-55, **2011**.
- [33] Koyuncu, K., Türkiye bombus altcinsi (Hymenoptera: Apidae, *Bombus* Latreille, s. Str.) türleri üzerinde sistematik araştırmalar ve bunların tozlaştırıcı etkileri üzerine çalışmalar, **2014**.
- [34] Yılmaz, S.K.İ., Cam sera domates üretiminde polinasyon için bombus arısı kullanımını belirleyen faktörlerin analizi, *JOTAF/Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 4(1): p. 99-107, **2007**.
- [35] Abak, K., Sari, N., et al., Efficiency of bumble bees on the yield and quality of eggplant and tomato grown in unheated glasshouses, International Symposium on Solanacea for Fresh Market 412, pp. 268-274, **1995**.

- [36] Dikmen, F., Aytekin, A.M., Notes on the *Halictus* Latreille (Hymenoptera: Halictidae) fauna of Turkey, *Turkish Journal of Zoology*, 35(4): p. 537-550, **2011**.
- [37] Dikmen, F., Çağatay, N., Ankara'daki tozlaştırıcı arılardan Halictidae (Apiformes: Apoidea: Hymenoptera) familyası üzerine faunistik çalışmalar, *Uludağ Arıcılık Dergisi*, 2007(3), **2007**.
- [38] Rasmont, P., Aytekin, A.M., Kaftanoğlu, O., Flagothier, D., The bumblebees of turkey, *Atlas Hymenoptera*, Mons, Gembloux. [http://www. zoologie. umh. ac. be/hymenoptera/page. asp](http://www.zoologie.umh.ac.be/hymenoptera/page.asp), **2009**.
- [39] Güler, Y., Dikmen, F., Demet, T., Aytekin, A.M., Contributions on the current knowledge of the diversity of the Megachilidae (Apoidea: Hymenoptera) fauna in the Mediterranean region of Turkey, *Turkish Journal of Entomology*, 38(3), **2014**.
- [40] Güler, Y., Dikmen, F., Demet, T., Aytekin, A.M., Türkiye'nin Akdeniz Bölgesi'ndeki Megachilidae faunası çeşitliliğindeki mevcut bilgilere katkılar, *Türkiye Entomoloji Dergisi*, 38(3), **2014**.
- [41] Güler, Y., Sorkun, K., Analysis of pollen collected by *Andrena flavipes* Panzer (Hymenoptera: Andrenidae) in sweet cherry orchards, Afyonkarahisar province of Turkey, *Psyche: A Journal of Entomology*, 2010, **2010**.
- [42] Mayer, C., Adler, L., et al., Pollination ecology in the 21st century: Key questions for future research, *Journal of Pollination Ecology*, 3: p. 8-23, **2011**.
- [43] Biesmeijer, J.C., Sorensen, P.B., Carvalheiro, L.G., How pollination ecology research can help answer important questions, *Journal of Pollination Ecology*, 4(9): p. 68-73, **2011**.
- [44] Delaplane, K.S., Mayer, D.R., Mayer, D.F., *Crop Pollination by Bees*. Cabi, **2000**.
- [45] Free, J., *Insect Pollination of Crops*. Acad, Press, London-New York: p. 172-180, **1993**.
- [46] Klein, A.-M., Vaissiere, B.E., et al., Importance of pollinators in changing landscapes for world crops, *Proceedings of the Royal Society of London B: Biological Sciences*, 274(1608): p. 303-313, **2007**.
- [47] Özbek, H., Arılar ve doğa, *Uludağ Arıcılık Dergisi*, 2002(3), **2002**.
- [48] Pesenko, Y.A., Family Halictidae, *Key to the insects of Russian Far East*, 4(Pt 5): p. 745-878, **2007**.
- [49] Aytekin, A.M., Çağatay, N., Hazır, S., Floral choices, parasites and micro-organisms in natural populations of bumblebees (Apidae: Hymenoptera) in Ankara province, *Turkish Journal of Zoology*, 26(2): p. 149-155, **2002**.
- [50] Gallai, N., Salles, J.-M., Settele, J., Vaissière, B.E., Economic valuation of the vulnerability of world agriculture confronted with pollinator decline, *Ecological Economics*, 68(3): p. 810-821, **2009**.
- [51] Todd, F.E., McGregor, S., The use of honey bees in the production of crops, *Annual review of entomology*, 5(1): p. 265-278, **1960**.

- [52] Proctor, M., Yeo, P., Lack, A., *The natural history of pollination*. HarperCollins Publishers, **1996**.
- [53] Champetier, A., Sumner, D.A., Wilen, J.E., The bioeconomics of honey bees and pollination, *Environmental and Resource Economics*, 60(1): p. 143-164, **2015**.
- [54] Blitzer, E.J., Gibbs, J., Park, M.G., Danforth, B.N., Pollination services for apple are dependent on diverse wild bee communities, *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 221: p. 1-7, **2016**.
- [55] Ransome, H.M., *The Sacred Bee*, New York, **1937**.
- [56] Meixner, M.D., A historical review of managed honey bee populations in Europe and The United States and the factors that may affect them, *Journal of invertebrate pathology*, 103: p. S80-S95, **2010**.
- [57] Seeley, T.D., The information-center strategy of honeybee foraging, **1985**.
- [58] Ruttner, F., *Breeding techniques and selection for breeding of the honeybee*. British Isles Bee Breeders' Association, **1988**.
- [59] Winfree, R., Gross, B.J., Kremen, C., Valuing pollination services to agriculture, *Ecological Economics*, 71: p. 80-88, **2011**.
- [60] Durán, X.A., Ulloa, R.B., et al., Evaluation of yield component traits of honeybee-pollinated (*Apis mellifera* L.) rapeseed canola (*Brassica napus* L.), **2010**.
- [61] Traynor, J., Providing subsidies for beekeepers, *Bee Culture*, 127(11): p. 14, **1999**.
- [62] Velthuis, H.H., Van Doorn, A., A century of advances in bumblebee domestication and the economic and environmental aspects of its commercialization for pollination, *Apidologie*, 37(4): p. 421, **2006**.
- [63] Goulson, D., *Bumblebees: behaviour, ecology, and conservation*. No. Ed. 2. Oxford University Press, **2010**.
- [64] Velthuis, H.H., Kevan, P., Imperatriz Fonseca, V., The historical background of the domestication of the bumble-bee, *Bombus terrestris*, and its introduction in agriculture, *Pollinating Bees-The conservation link between agriculture and nature*. Ministry of Environment, Sao Paulo, Brasil: p. 177-184, **2002**.
- [65] Loken, A., Pollination studies in apple orchard of western Norway, X. *Int. Congr. Ent.* 1956, **1958**.
- [66] Kendall, D., The viability and compatibility of pollen on insects visiting apple blossom, *Journal of Applied Ecology*: p. 847-853, **1973**.
- [67] Boyle-Makowski, R., Philogene, B., Pollinator activity and abiotic factors in an apple orchard, *The Canadian Entomologist*, 117(12): p. 1509-1521, **1985**.
- [68] Scott-Dupree, C.D., Winston, M.L., Wild bee pollinator diversity and abundance in orchard and uncultivated habitats in the okanagan valley, British Columbia, *The Canadian Entomologist*, 119(7-8): p. 735-745, **1987**.
- [69] Free, J., The pollination of fruit trees, *Bee world*, 41(7): p. 169-186, **1960**.

- [70] Bosch, J., Blas, M., Foraging behaviour and pollinating efficiency of *Osmia cornuta* and *Apis mellifera* on almond (Hymenoptera, Megachilidae and Apidae), *Applied Entomology and Zoology*, 29(1): p. 1-9, **1994**.
- [71] Vicens, N., Bosch, J., Pollinating efficacy of *Osmia cornuta* and *Apis mellifera* (Hymenoptera: Megachilidae, Apidae) on 'red delicious' apple, *Environmental entomology*, 29(2): p. 235-240, **2000**.
- [72] Batra, S., Diversify with pollen bees, *American bee journal (USA)*, **1994**.
- [73] Maeta, Y., Kitamura, T., How to manage the mame-ko bee (*Osmia cornifrons* Radoszkowski) for pollination of fruit crops, *Ask Co Ltd*, **1974**.
- [74] Torchio, P.F., Use of *Osmia lignaria* say (Hymenoptera: Apoidea, Megachilidae) as a pollinator in an apple and prune orchard, *Journal of the Kansas Entomological Society*: p. 475-482, **1976**.
- [75] Torchio, P.F., Tepedino, V.J., Sex ratio, body size and seasonality in a solitary bee, *Osmia lignaria propinqua* Cresson (Hymenoptera: Megachilidae), *Evolution*: p. 993-1003, **1980**.
- [76] Krunić, M., Stanisavljević, L., Pinzauti, M., Felicioli, A., The accompanying fauna of *Osmia cornuta* and *Osmia rufa* and effective measures of protection, *Bulletins of Insectology*, 58: p. 141-152, **2005**.
- [77] Güler, Y., Dikmen, F., Potential bee pollinators of sweet cherry in inclement weather conditions, *Journal of the Entomological Research Society*, 15(3): p. 9, **2013**.
- [78] Hu, X., Yin, S., et al., A new phenylpropanoid derivative isolated from *Carthamus tinctorius* L, *Records of Natural Products*, 10(1), **2016**.
- [79] Yadav, G., Srivastava, H., Fatty acid composition and oil content of some safflower (*Carthamus tinctorius* L.) cultivars of Indian origin, *Asian Journal of Research in Chemistry*, 6(7), **2013**.
- [80] Javed, S., Bukhari, S.A., et al., Effect of salinity on growth, biochemical parameters and fatty acid composition in safflower (*Carthamus tinctorius* L.), *Pak. J. Bot*, 46(4): p. 1153-1158, **2014**.
- [81] İstanbulluoğlu, A., Effects of irrigation regimes on yield and water productivity of safflower (*Carthamus tinctorius* L.) under mediterranean climatic conditions, *Agricultural water management*, 96(12): p. 1792-1798, **2009**.
- [82] Senkal, B.C., Kiralan, M., Ramadan, M.F., Impact of harvest times on the quality characteristics of oils recovered from different safflower (*Carthamus tinctorius*) cultivars sown in spring and autumn, *European Food Research and Technology*: p. 1-11, **2015**.
- [83] Gecgel, U., Demirci, M., Esendal, E., Tasan, M., Fatty acid composition of the oil from developing seeds of different varieties of safflower (*Carthamus tinctorius* L.), *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 84(1): p. 47-54, **2007**.
- [84] Esendal, E., Bergman, J., Henning Mündel, H., Safflower production and research in Turkey, Proceedings of the 5th International Safflower Conference, Williston, North Dakota and Sidney, Montana, USA, 23-27 July, 2001. Safflower: a multipurpose species with unexploited potential and world

adaptability, Department of Plant Pathology, North Dakota State University, pp. 203-206, **2001**.

- [85] Ashrafi, E., Razmjoo, K., Effect of irrigation regimes on oil content and composition of safflower (*Carthamus tinctorius* L.) cultivars, *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 87(5): p. 499-506, **2010**.
- [86] Arslan, B., The determination of oil content and fatty acid compositions of domestic and exotic safflower (*Carthamus tinctorius* L.) genotypes and their interactions, *Journal of Agronomy*, 6(3): p. 415, **2007**.
- [87] Camas, N., Ayan, A., et al., Relationships between seed yield and some characters of safflower (*Carthamus tinctorius* L.) cultivars grown in the middle black sea conditions, Proceedings of the VIth International Safflower Conference, İstanbul-Turkey, 6-10 June, 2005. SAFFLOWER: a unique crop for oil spices and health consequently, a better life for you., Engin Maatbacilik Ltd. Şti, pp. 3.16, 193-198, **2005**.
- [88] Geçgel, U., Demirci, M., et al., Effects of sowing dates on some physical, chemical and oxidative properties of different varieties of safflower (*Carthamus tinctorius* L.), Proceedings of the VIth International Safflower Conference, İstanbul-Turkey, 6-10 June, 2005. SAFFLOWER: a unique crop for oil spices and health consequently, a better life for you., Engin Maatbacilik Ltd. Şti, pp. 3.8, 139-146, **2005**.
- [89] Eryılmaz, T., Yeşilyurt, M.K., et al., Yozgat İli şartlarında yetiştirilen aspir (*Carthamus tinctorius* L.) Dinçer çeşidinden üretilen biyodizelin yakıt özelliklerinin belirlenmesi, *Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 2014(1), **2014**.
- [90] Koç, H., Keleş, R., et al., Bazı aspir (*Carthamus tinctorius* L.) hatlarının verim, verim öğeleri ve kalite ile bu özellikler arasındaki ilişkilerin belirlenmesi, *Bitkisel Araştırma Dergisi*, 2: p. 1-7, **2010**.
- [91] Abrol, D., Shankar, U., *Pollination in Oil Crops: Recent Advances And Future Strategies*, in *Technological innovations in major world oil crops*, volume 2, Springer. p. 221-267, **2012**.
- [92] Nagaraj, G., Safflower seed composition and oil quality-a review, Third International Safflower Conference. Beijing, pp. 58-71, **1993**.
- [93] Fernandez-Martinez, J., Del Rio, M., De Haro, A., Survey of safflower (*Carthamus tinctorius* L.) germplasm for variants in fatty acid composition and other seed characters, *Euphytica*, 69(1-2): p. 115-122, **1993**.
- [94] Coşge, B., Gürbüz, B., Kiralan, M., Oil content and fatty acid composition of some safflower (*Carthamus tinctorius* L.) varieties sown in spring and winter, *International Journal of Natural and Engineering Sciences*, 1(3): p. 11-15, **2007**.
- [95] Yeilaghi, H., Arzani, A., et al., Effect of salinity on seed oil content and fatty acid composition of safflower (*Carthamus tinctorius* L.) genotypes, *Food chemistry*, 130(3): p. 618-625, **2012**.
- [96] Nas, S., *Bitkisel Yağ Teknolojisi*. Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Fakültesi, **2001**.

- [97] Bowles, V.G., Mayerhofer, R., et al., A phylogenetic investigation of *Carthamus* combining sequence and microsatellite data, *Plant systematics and evolution*, 287(1-2): p. 85-97, **2010**.
- [98] Bayrak, A., Ankara ve Şanlıurfa'da denenen yazlık-kışlık aspir (*Carthamus tinctorius* L.) çeşit ve hatlarının yağ asitleri bileşiminin araştırılması, *Gıda Dergisi*, 22(4), **1997**.
- [99] Samancı, B., Özkaynak, E., Effect of planting date on seed yield, oil content and fatty acid composition of safflower (*Carthamus tinctorius*) cultivars grown in the Mediterranean Region of Turkey, *Journal of agronomy and crop science*, 189(5): p. 359-360, **2003**.
- [100] Bellaloui, N., Smith, J.R., Ray, J.D., Gillen, A.M., Effect of maturity on seed composition in the early soybean production system as measured on near-isogenic soybean lines, *Crop Science*, 49(2): p. 608-620, **2009**.
- [101] Barth, O.M., Melissopalynology in Brazil: A review of pollen analysis of honeys, propolis and pollen loads of bees, *Scientia Agricola*, 61(3): p. 342-350, **2004**.
- [102] Anklam, E., A review of the analytical methods to determine the geographical and botanical origin of honey, *Food Chemistry*, 63(4): p. 549-562, **1998**.
- [103] Moar, N., Pollen analysis of New Zealand honey, *New Zealand Journal of Agricultural Research*, 28(1): p. 39-70, **1985**.
- [104] Pérez-Arquillué, C., Conchello, P., et al., Physicochemical attributes and pollen spectrum of some unifloral Spanish honeys, *Food chemistry*, 54(2): p. 167-172, **1995**.
- [105] Day, S., Beyer, R., Mercer, A., Ogden, S., The nutrient composition of honeybee-collected pollen in Otago, New Zealand, *Journal of Apicultural Research*, 29(3): p. 138-146, **1990**.
- [106] Louveaux, J., Maurizio, A., Vorwohl, G., Methods of melissopalynology, *Bee world*, 59(4): p. 139-157, **1978**.
- [107] Crane, E., The plant resources of honeybees, *Apiacta*, 26: p. 57-64, **1991**.
- [108] Cook, S.M., Awmack, C.S., Murray, D.A., Williams, I.H., Are honey bees' foraging preferences affected by pollen amino acid composition?, *Ecological Entomology*, 28(5): p. 622-627, **2003**.
- [109] Seeley, T.D., *The Wisdom of the Hive: The social physiology of honey bee colonies*. Harvard University Press, **2009**.
- [110] Herbert Jr, E., Honey bee nutrition, *The hive and the honey bee*: p. 197-233, **1992**.
- [111] Andrada, A.C., Tellería, M.C., Pollen collected by honey bees (*Apis mellifera* L.) from south of Caldén district Argentina): Botanical origin and protein content, *Grana*, 44(2): p. 115-122, **2005**.
- [112] Kavakoğlu, H., Okur, Y., *Ankara Ticaret Borsası Ar-Ge Müdürlüğü Sektör Araştırmaları Ankara'nın Aspir Bitkisi Profili*, RAPOR NO:1, Ankara, **2014**.

- [113] Meteoroloji Genel Müdürlüğü, İklim Sınıflandırması <http://www.mgm.gov.tr/iklim/iklimsiniflandirmalari.aspx?m=ANKARA>, (Ağustos,2015).
- [114] Bradford, M.M., A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding, *Analytical biochemistry*, 72(1-2): p. 248-254, **1976**.
- [115] İl ve İlçelere göre Gün Doğuş ve Batış Saatleri, <http://www.koeri.boun.edu.tr/astronomy/dogus-batis/dogus-batis.htm>, (Ocak,2015.)
- [116] Percival, M., Pollen collection by *Apis mellifera*, *The New Phytologist*, 46(1):p. 142-173, **1947**.
- [117] Wodehouse, R.P., *Pollen grains. Their structure, identification and significance in science and medicine.*, Hafner, **1935**.
- [118] Erdtman, G., Sarjeant, W.A.S., et al., *Handbook of Palynology: Morphology, Taxonomy, Ecology: An Introduction to the Study of Pollen Grains and Spores*. Munksgaard Copenhagen, **1969**.
- [119] Markgraf, V., d'Antoni, H., Pollen flora of Argentina, *Tucson: Arizona, University of Arizona Press viii, 208p.-Illus., map, keys.. Palynology. Geog*, 4, **1978**.
- [120] Moore, P.D., Webb, J.A., Collison, M.E., *Pollen Analysis*. Blackwell scientific publications, **1991**.
- [121] Nilsson, S., Praglowski, J., Nilsson, L., Atlas of Airborne Pollen Grains and Spores in Northern Europe, *Stockholm: Natur och Kultur 159p.-Illus., maps.. Maps. Geog*, 1, **1977**.
- [122] Faegri, K., Kaland, P.E., Krzywinski, K., *Textbook of Pollen Analysis*. John Wiley & Sons Ltd., **1989**.
- [123] Fox, J., Getting started with the Rcommander: A basic-statistics graphical user interface to r, *Journal of statistical software*, 14(9): p. 1-42, **2005**.
- [124] Howard, A., Howard, G.L., Abdur, R., Studies in indian oil-seed i. Safflower and mustard, *Mem. Dep. Agric. India Bot. Ser.*, **1916**.
- [125] Boch, R. Honeybee activity on safflower (*Carthamus tinctorius* L.). *Canadian Journal of Plant Science* 41.3 ,559-562. **1961**.
- [126] Rubis, D., Levin, M., McGregor, S., Effects of honey bee activity and cages on attributes of thin-hull and normal safflower lines, *Crop Science*, 6(1): p. 11-14, **1966**.
- [127] Langridge, D., Goodman, R., A study of pollination of safflower (*Carthamus tinctorius*) cv. Gila, *Animal Production Science*, 20(102): p. 105-107, **1980**.
- [128] Levin, M.D., d Butler, G., Bees associated with safflower in south central Arizona, *Journal of Economic Entomology*, 59(3): p. 654-657, **1966**.
- [129] Eckert, J., The relationof honey bees to safflower, *American Bee Journal*, **1962**.
- [130] Bukero, A., Lanjar, A.G., et al., Floral activity time period of poliinators on safflower *Carthamus tinctorius* L, *Science International*, 27(1), **2015**.

- [131] Keller, I., Fluri, P., Imdorf, A., Pollen nutrition and colony development in honey bees: Part 1, *Bee world*, 86(1): p. 3-10, **2005**.
- [132] Deshmukh, A., Rao, G.M., Karve, A., Studies on the effect of honey bee pollination on the yield of safflower, *Indian Bee Journal*, **1985**.
- [133] Hüseyin, Ö., Hidayet, O., et al., Investigation of the characteristics of biodiesel from balci species of safflower, *Tarım Makinaları Bilimi Dergisi*, 8(3), **2012**.
- [134] Singh, M., Singh, K., Devi, C., Role of *Apis cerana* pollination on yield and quality of rapeseed and sunflower crops, *Asian bees and beekeeping: progress of research and development. Oxford and IBH, New Delhi*: p. 186-189, **2000**.
- [135] Abrol, D., Plant-pollinator interactions in the context of climate change-an endangered mutualism, *Journal of Palynology*, 45: p. 1-25, **2009**.
- [136] Barbier, E., Nadir, M., Forentin, J., Slama, M., Pollinisation du carthame (*Carthamus tinctorius* L.) ses effets sur la formation et la germination des semences, *Apidologie*, 7(1): p. 85-104, **1976**.
- [137] Karabaş, H., Ülkemiz ıslahçı çeşitlerinden Remzibey-05 aspir (*Carthamus tinctorius* L.) tohumlarından üretilen biyodizelin yakıt özelliklerinin incelenmesi, *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 27(1), **2013**.
- [138] de Groot, A.P., *Protein and amino acid requirements of the honeybee (Apis mellifica L.)*. W. Junk, **1953**.
- [139] Wille, H., Wille, M., et al., Pollenernetze und massenwechsel von drei *Apis mellifera*-völkern auf demselben bienenstand in zwei aufeinanderfolgenden jahren, *Revue suisse de zoologie*, 92(4): p. 897-914, **1985**.
- [140] Awmack, C.S., Leather, S.R., Host plant quality and fecundity in herbivorous insects, *Annual review of entomology*, 47(1): p. 817-844, **2002**.
- [141] Schmidt, J.O., Buchmann, S.L., Glaum, M., The nutritional value of *Typha latifolia* pollen for bees, *Journal of Apicultural Research*, 28(3): p. 155-165, **1989**.
- [142] Westphal, C., Steffan-Dewenter, I., Tschamntke, T., Mass flowering crops enhance pollinator densities at a landscape scale, *Ecology Letters*, 6(11): p. 961-965, **2003**.
- [143] Kremen, C., Williams, N.M., et al., Pollination and other ecosystem services produced by mobile organisms: A conceptual framework for the effects of land-use change, *Ecology Letters*, 10(4): p. 299-314, **2007**.
- [144] Hayes Jr, J., Underwood, R.M., Pettis, J., A survey of honey bee colony losses in the us, fall 2007 to spring 2008, *Plos One*, 3(12): p. e4071, **2008**.

ÖZGEÇMİŞ

Kimlik Bilgileri

Adı Soyadı : Çiğdem Özenirler

Doğum Yeri : Ankara

Medeni Hali : Bekâr

E-posta : cigdemozenirler@gmail.com

Adresi : Hacettepe Üni. Fen Fak. Biyoloji Böl. Uygulamalı Biyoloji A.B.D.

Eğitim

Lisans : Hacettepe Üniversitesi, Biyoloji Bölümü

Yüksek Lisans: Hacettepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Ana Bilim Dalı

Yabancı Dil ve Düzeyi

İngilizce, 86.25/100 (2007, Mart Dönemi, ÜDS)

İş Deneyimi

2010-Halen: Araştırma Görevlisi

Deneyim Alanları

Tarımsal üretimde arıların kullanımı

Polinasyon ekolojisi

Tezden Üretilmiş Projeler ve Bütçesi

1. Tozlaştırıcı Arı Davranışları ve İlgili Bitki İle Ürün Özelliklerinin (Bal, Polen) İncelenmesi, Hacettepe Üniversitesi Bilimsel Araştırmaları Koordinasyon Birimi, Proje Bütçesi: 11 355 TL, Proje No: 012D09601002 (2012/2013), Yardımcı Araştırmacı.
2. Ticari Bombus ve Bal Arısı Kolonilerinin Tarımsal Üretime Olan Katkılarının İncelenmesi, Hacettepe Üniversitesi Bilimsel Araştırmaları Koordinasyon Birimi, Proje Bütçesi: 19 000TL, Proje No: 014 B04 601 006 (2014/2014), Yardımcı Araştırmacı.
3. Aspir Bitkisinin Remzibey 05 Hattı Tohumlarının Yağ Asitleri Kompozisyonun Belirlenmesi ve Polenlerinde Protein Miktar Tayini, Hacettepe Üniversitesi Bilimsel Araştırmaları Koordinasyon Birimi, Proje Bütçesi: 19775,52 TL, Proje No: FHD-2015-7462 (2015/2016), Yardımcı Araştırmacı.
4. *Carthamus tinctorius* L. (Aspir) Üzerinde Tozlaştırıcı Arı Davranışları ve Ürün Özelliklerinin İncelenmesi, Hacettepe Üniversitesi Bilimsel Araştırmaları Koordinasyon Birimi, Proje Bütçesi: 2128,43 TL, Proje No: FDK-2016-10656, (2016/2016), Yardımcı Araştırmacı.

Tezden Üretilmiş Yayınlar

-

Tezden Üretilmiş Tebliğ ve/veya Poster Sunumu ile Katıldığı Toplantılar

1. Özenirler, Ç., Aytekin A. M. & Sorkun K., 2013, Management of Commercial Bombus Colonies in Open Fields, XXXXIII International Apicultural Congress, Kyiv, Ukraine, 29 September-04 October, Oral presentation abstracts & poster list, P.224.
2. Özenirler, Ç., Aytekin A. M. & Sorkun, K. 2015. Foraging Activity of Commercial *Bombus terrestris* L. and *Apis mellifera* L. Colonies on Some Cultivars of *Carthamus tinctorius* L. in Caged Conditions. 44th Apimondia International Apicultural Congress, 15-20 September, Daejeon, Korea, Program and Abstract Book, p. 418.



HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
YÜKSEK LİSANS/DOKTORA TEZ ÇALIŞMASI ORJİNALLİK RAPORU

HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
BİYOLOJİ ANABİLİM DALI BAŞKANLIĞINA

Tarih: 07/06/2016

Tez Başlığı : *Curthomus tinctorius* L. (Aspir) Üzerinde Tozlaştırıcı Arı Davranışları ve Ürün Özelliklerinin İncelenmesi

Yukarıda başlığı gösterilen tez çalışmamın a) Kapak sayfası, b) Giriş, c) Ana bölümler ve d) Sonuç kısımlarından oluşan toplam 99 sayfalık kısıma ilişkin, 04/06/2016 tarihinde tez danışmanım tarafından *TurnitIn* adlı intihal tespit programından aşağıda belirtilen filtrelemeler uygulanarak alınmış olan orijinallik raporuna göre, tezimin benzerlik oranı % 7 'dir.

Uygulanan filtrelemeler:

- 1- Kaynakça hariç
- 2- Alıntılar hariç
- 3- 5 kelimeden daha az örtüşme içeren metin kısımları hariç

Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tez Çalışması Orijinallik Raporu Alınması ve Kullanılması Uygulama Esasları'nı inceledim ve bu Uygulama Esasları'nda belirtilen azami benzerlik oranlarına göre tez çalışmamın herhangi bir intihal içermediğini; aksinin tespit edileceği muhtemel durumda doğabilecek her türlü hukuki sorumluluğu kabul ettiğimi ve yukarıda vermiş olduğum bilgilerin doğru olduğuna beyan ederim.

Gereğini saygılarımla arz ederim.

07/06/2016
Çiğdem Özenirler
Tarih ve İmza

Adı Soyadı:	ÇİĞDEM ÖZENİRLER		
Öğrenci No:	N10144220		
Anabilim Dalı:	BİYOLOJİ		
Programı:	UYGULAMALI BİYOLOJİ		
Statüsü:	Y.Lisans	Doktora	Bütünleşik Dr.
	☐	☒	☐

DANIŞMAN ONAYI

UYGUNDUR.

Prof. Dr. Kadriye SORKUN