



**TÜRKİYE CUMHURİYETİ
ANKARA ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**



EK BESLEME DÖNEMİNDE ÇAKŞIR OTUNUN BAL ARILARINDA BAZI PERFORMANS ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE ETKİSİ

Sadık ÇIVRACI

**HAYVAN BESLEME VE BESLENME HASTALIKLARI ANABİLİM DALI
DOKTORA TEZİ**

**DANIŞMAN
Prof. Dr. Sakine YALÇIN**

**ANKARA
2022**

**TÜRKİYE CUMHURİYETİ
ANKARA ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**EK BESLEME DÖNEMİNDE ÇAKŞIR OTUNUN BAL
ARILARINDA BAZI PERFORMANS ÖZELLİKLERİ
ÜZERİNE ETKİSİ**

Sadık ÇIVRACI

**HAYVAN BESLEME VE BESLENME HASTALIKLARI ANABİLİM DALI
DOKTORA TEZİ**

**DANIŞMAN
Prof. Dr. Sakine YALÇIN**

**ANKARA
2022**

ETİK BEYAN

Ankara Üniversitesi

Sağlık Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğü'ne,

Doktora Tezi olarak hazırlayıp sunduğum “**Ek Besleme Döneminde Çakşır Otunun Bal Arılarında Bazı Performans Özellikleri Üzerine Etkisi**” başlıklı tez; bilimsel ahlak ve değerlere uygun olarak tarafımdan yazılmıştır. Tezimin fikir/hipotezi tümüyle tez danışmanım Prof. Dr. Sakine YALÇIN ve bana aittir. Tezde yer alan deneysel çalışma/araştırma tarafımdan yapılmış olup, tüm cümleler, yorumlar bana aittir.

Yukarıda belirtilen hususların doğruluğunu beyan ederim.

Öğrencinin Adı Soyadı: Sadık ÇIVRACI

Tarih:

İmza:

KABUL VE ONAY

Ankara Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü
Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları Anabilim Dalında
Sadık ÇIVRACI tarafından hazırlanan “Ek Besleme Döneminde Çakşır Otunun Bal Arılarında Bazı Performans Özellikleri Üzerine Etkisi” adlı tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından Doktora Tezi olarak OY BİRLİĞİ / OY ÇOKLUĞU ile kabul/ret edilmiştir.

Tez Savunma Tarihi: 18.07.2022

İmza
Prof. Dr. Sakine YALÇIN
Ankara Üniversitesi
Jüri Başkanı

İmza
Prof. Dr. Kemal KÜÇÜKERSAN
Ankara Üniversitesi
Raportör

İmza
Prof. Dr. Ebru ONBAŞILAR
Ankara Üniversitesi
Üye

İmza
Doç. Dr. Kadir Emre BUĞDAYCI
Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi
Üye

İmza
Doç. Dr. Evren ERDEM
Kırıkkale Üniversitesi
Üye

Tez hakkında alınan jüri kararı, Ankara Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu tarafından onaylanmıştır.

İmza
Unvanı Adı ve Soyadı
Sağlık Bilimleri Enstitüsü Müdürü

İÇİNDEKİLER

Etik Beyan	ii
Kabul ve Onay	iii
İçindekiler	iv
Önsöz	vi
Simgeler ve Kısaltmalar	vii
Şekiller	ix
Çizelgeler	xi

1. GİRİŞ

1.1. Dünya’da Arıcılık	7
1.2. Türkiye’de Arıcılık	9
1.3. Bal Arılarında Sindirim Sistemi	13
1.4. Bal Arılarının Beslenmesi	14
1.5. Balın Toplam Fenolik Madde ve Antioksidan Özellikleri	19
1.6. Bal Arılarında Ek Besleme	21
1.7. Çakşır Otu (<i>Ferula Communis</i> L.)	27
1.8. Çakşır Otu Türlerinin Hayvan Beslemede Kullanımı ile İlgili Yapılmış Çalışmalar	28

2. GEREÇ VE YÖNTEM

2.1. Gereç	31
2.2. Yöntem	32
2.2.1. Deneme Düzeni	32
2.2.2. Çakşır Otlarının Hazırlanması	33
2.2.3. Çakşır Otu İçeren Şurupların Hazırlanması	35
2.2.4. Çakşır Otu Kökü ve Tohumunun Besin Madde Bileşimi, Toplam Fenolik Madde Düzeyi ile Antioksidan – Oksidan Statusunun Belirlenmesi	37
2.2.5. Bal Arılarında Bazı Performans Özelliklerinin İncelenmesi	38
2.2.5.1. Arılı Çerçeve Sayısının Belirlenmesi	38
2.2.5.2. Kuluçka Alanı Gelişiminin Belirlenmesi	38
2.2.5.3. Nektar Akım Dönemi Ağırlık Kazancının Belirlenmesi	39
2.2.5.4. Bal Veriminin Belirlenmesi	39
2.2.5.5. Yaşama Gücünün Belirlenmesi	40
2.2.6. Ballarda Toplam Fenolik Madde ve Antioksidan – Oksidan Statusunun Belirlenmesi	40
2.2.7. İstatistik Analizler	40

3. BULGULAR

3.1. Çakşır Otu Tohumu ve Kökünün Kimyasal Bileşimi	41
3.2. Ek Beslemede Çakşır Otu Tohumu ve Kökü Kullanımının Ergin Arı Gelişimi Üzerine Etkisi	41
3.3. Ek Beslemede Çakşır Otu Tohumu ve Kökü Kullanımının Kuluçka Alanı Gelişimi Üzerine Etkisi	47

3.4. Ek Beslemede Çakşır Otu Tohumu ve Kökü Kullanımının Nektar Akım Dönemi Ağırlık Kazancı Üzerine Etkisi	52
3.5. Ek Beslemede Çakşır Otu Tohumu ve Kökü Kullanımının Koloni Yaşama Gücü Üzerine Etkisi	55
3.6. Ek Beslemede Çakşır Otu Tohumu ve Kökü Kullanımının Bal Verimi Üzerine Etkisi	55
3.7. Ek Beslemede Çakşır Otu Tohumu ve Kökü Kullanımının Ballarda Toplam Fenolik Madde Düzeyi ve Antioksidan – Oksidan Durumu Üzerine Etkisi	57
4. TARTIŞMA	62
5. SONUÇ	68
ÖZET	70
SUMMARY	71
KAYNAKLAR	72
EKLER	84
Ek-1. Etik Kurul Kararı (Bayburt Üniversitesi)	84
Ek-2. Bayburt Tarım İl Müdürlüğü Etik Kurul Kararı	86
Ek-3. Yönetim Kurulu Kararı (Tez İsim Değişikliği)	87
ÖZGEÇMİŞ	88

ÖNSÖZ

Bal arıları tarımsal kalkınmada önemli bir rol oynadığı gibi insan sağlığına da yararlı birçok ürün sağlamaktadır. Bununla beraber polinasyona olan katkıları ile tarımın devamlılığı ve birçok bitkinin yaşamını sürdürebilmesi için olmazsa olmazdır. İklim değişiklikleri, polen ve nektar kaynaklarındaki azalma bal arılarının beslenmesini ve doğal olarak kolonilerin zayıflamasına sebep olmaktadır. Bu durum hem bal arılarının hem de arıcılığın geleceğini olumsuz yönde etkilemektedir. Bal arıları nektar ve polen kaynaklarının kısıtlı olduğu zamanlarda arıcılar tarafından ek beslemeye tabi tutulmaktadırlar. Ek besleme ile aynı zamanda bal arısı kolonilerinin nektar akım dönemine güçlü bireylerle girilebilmesi hedeflenmektedir. Ek beslemenin doğal yöntemlerle yapılması hem bal arılarının hem de insan sağlığını korumak için önemlidir. Çakşır otu ile yapılan bazı çalışmalarda çiftlik hayvanlarında verim özellikleri üzerine olumlu etkiler görülmüştür. Çalışmada çakşır otunun ek besleme döneminde bal arılarında bazı performans özellikleri üzerine etkileri incelenmiştir.

Lisans döneminden doktora eğitim sürecime kadar olan zamanda her zaman desteğini, yardımını ve kıymetli bilgilerini benden esirgemeyen Sayın Hocam Prof. Dr. Sakine YALÇIN'a en içten teşekkürlerimi ve şükranlarımı sunarım. Tez jüri üyelerim Prof. Dr. M. Kemal KÜÇÜKERSAN, Prof. Dr. E. Ebru ONBAŞILAR, Doç. Dr. K. Emre BUĞDAYCI ve Doç. Dr. Evren ERDEM'e teşekkür ederim. Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları Anabilim Dalı tüm öğretim elemanlarına ve tez çalışmamda desteğini esirgemeyen arkadaşlarıma teşekkür ederim.

Tez çalışmam boyunca her zaman bana destek olan kıymetli eşim Reyhan ÇIVRACI'ya ve kıymetli annem Gülseren ÇIVRACI, kıymetli babam İbrahim ÇIVRACI, kıymetli ablam Hatice ALTAY'a ve tüm aileme teşekkür ederim.

Doktora tez çalışmamda bana kapıları açan ve Demirözü Meslek Yüksekokulu Veterinerlik Uygulama alanını kullanmama müsaade eden Bayburt Üniversite'sine, Sayın Prof. Dr. Selçuk ÇOŞKUN'a ve Sayın Prof. Dr. Mutlu TÜRKMEN'e teşekkürlerimi sunarım. Tez çalışmam boyunca desteklerini esirgemeyen Demirözü Meslek Yüksekokulu ve Arıcılık Araştırma, Geliştirme ve Uygulama Merkezi Müdürü Sayın Doç. Dr. Yaşar ERDOĞAN'a teşekkür ederim. Tez çalışmamın farklı dönemlerinde yardımlarını esirgemeyen Öğr. Gör. Furkan ERDOĞMUŞ, Dr. Öğr. Üyesi Yahya Yasin YILMAZ, Dr. Öğr. Üyesi Hacer KAYA, Veteriner Hekim Tuğba KARAKAN, Araş. Gör. Atakan BUNDUR, Araş. Gör. Dr. Emre Sunay GEBEŞ, Dr. Öğr. Üyesi İsmail SARIKAYA ve Öğr. Gör. Ömer CEYHUN APAK'a destekleri için teşekkür ederim.

Burada ismini anamadığım üzerimde emeği olan herkese saygı, sevgi ve şükranlarımı sunarım.

SİMGELER VE KISALTMALAR

%	Yüzde
°C	Derece santigrat
ABD	Amerika Birleşik Devletleri
AOAC	Association of Official Analytical Chemists
dl	Glukoz konsantrasyonu
DPPH	1,1-difenil-2-picrilhidrazil
FAO	Gıda ve Tarım Örgütü
FRAP	Ferric reducing antioksidan power
g	Gram
GAE	Gallik Asit Eşdeğeri
HP	Ham protein
kcal	Kilokalori
kg	Kilogram
KM	Kuru madde
l veya L	Litre
ME	Metabolize olabilir enerji
M.Ö.	Milattan Önce
mg	Miligram
Mj	Megajul
OSI	Oksidatif stres indeksi
ORAC	Oksijen radikal absorban kapasitesi
SEM	Standard hata
SPSS	Statistical Package for The Social Sciences

TAC	Total antioxidant capacity
TAS	Toplam antioksidan statüsü
TEAC	Trolox eş değeri antioksidan aktivitesi
TEPGE	Tarımsal Ekonomi ve Politika Geliştirme Enstitüsü Müdürlüğü
TFM	Toplam fenolik madde
TOS	Toplam Oksidan Statüsü
TÜİK	Türkiye İstatistik Kurumu



ŞEKİLLER

Şekil 1.1. Çakşır Otu (<i>Ferula Communis</i> L.) bitkisi	28
Şekil 2.1. Çalışma gruplarının görünümü	33
Şekil 2.2. Çakşır otu köklerinin parçalanması ve çakşır otu tohumlarının ayıklanması	34
Şekil 2.3. Parçalara ayrılmış ve kurutulmuş çakşır otu kökleri	34
Şekil 2.4. Öğütülmüş çakşır otu kökleri	34
Şekil 2.5. Kurutulmuş ve öğütülmüş çakşır otu tohumları	35
Şekil 2.6. Şuruplara katılmaya hazır hale getirilen çakşır otu kök ve tohumları	35
Şekil 2.7. Çakşır otu kök (sol) ve tohumlarını (sağ) içeren şuruplar	36
Şekil 2.8. Altı saat be kletilmiş soldan sağa sırasıyla %0,1 ve %0,2 çakşır kökü ve %0,1 ve %0,2 çakşır otu tohumu içeren şuruplar	36
Şekil 2.9. Çakşır otu kök ve tohumlarını içeren şurupların süzülmesi	37
Şekil 2.10. Yavrulu alan ölçümü	39
Şekil 3.1. Ek beslemenin gruplara ve dönemlere göre ergin arı gelişimi (adet) üzerine etkisi	43
Şekil 3.2. Dönemlere göre çakşır otu tohumu ve kökü dozlarının ergin arı gelişimine etkisi	46
Şekil 3.3. Ek beslemenin gruplara ve dönemlere göre kuluçka alanı gelişimi (cm ²) üzerine etkisi	47
Şekil 3.4. Dönemlere göre çakşır otu tohumu ve kökü dozlarının kuluçka alanı gelişimine etkisi	51

Şekil 3.5. Ek beslemenin gruplara ve dönemlere göre nektar dönemi ağırlık kazancı (kg) üzerine etkisi	52
Şekil 3.6. Dönemlere göre çakşır otu tohumu ve kökü dozlarının nektar dönemi ağırlık kazancına (kg) etkisi	53
Şekil 3.7. Çakşır otu tohumu ve kökü dozlarının bal verimine (kg) etkisi	55
Şekil 3.8. Çakşır otu tohumu ve kökü dozlarının ballarda toplam fenolik madde düzeyine (mg GAE/100 g) etkisi	59
Şekil 3.9. Çakşır otu tohumu ve kökü dozlarının ballarda toplam antioksidan statusu (mmol Trolox eşdeğeri/kg) üzerine etkisi.	59
Şekil 3.10. Çakşır otu tohumu ve kökü dozlarının ballarda toplam oksidan statusu ($\mu\text{mol H}_2\text{O}_2$ eşdeğeri/kg) üzerine etkisi.	60
Şekil 3.11. Çakşır otu tohumu ve kökü dozlarının ballarda oksidatif stres indeksi ($100 \cdot \text{TOS } (\mu\text{mol/kg}) / \text{TAS } (\mu\text{mol/kg})$) üzerine etkisi.	60

ÇİZELGELER

Çizelge 1.1. Dünya’da 2020 yılına ait koloni sayısı, bal üretimi ve balmumu üretimi rakamları	8
Çizelge 1.2. Türkiye’de yıllara göre arıcılık yapan işletme sayıları, koloni sayıları, bal üretimi, balmumu üretimi ve bal verimi rakamları	10
Çizelge 1.3. Türkiye’de illere göre 2021 yılı koloni sayıları, bal üretimi, balmumu ve bal verimi rakamları	11
Çizelge 2.1. Çalışma grupları	32
Çizelge 3.1. Çakşır otu tohumu ve kökünün kimyasal bileşimi	41
Çizelge 3.2. Ek beslemenin gruplara ve dönemlere göre ergin arı gelişimi (adet) üzerine etkisi (Tekrarlı Ölçümlerde Varyans Analizi)	42
Çizelge 3.3. Ek beslemenin gruplara ve dönemlere göre ergin arı gelişimi (adet) üzerine etkisi (bağımsız örneklerde Kruskal Wallis Testi)	44
Çizelge 3.4. Dönemlere göre çakşır otu tohumu ve kökü dozlarının ergin arı gelişimine etkisi	45
Çizelge 3.5. Ek beslemenin gruplara ve dönemlere göre kuluçka alanı gelişimi (cm ²) üzerine etkisi (Tekrarlı Ölçümlerde Varyans Analizi)	48
Çizelge 3.6. Ek beslemenin gruplara ve dönemlere göre kuluçka alanı gelişimi (adet) üzerine etkisi (bağımsız örneklerde Kruskal Wallis testi)	49
Çizelge 3.7. Dönemlere göre çakşır otu tohumu ve kökü dozlarının kuluçka alanı gelişimine etkisi	50
Çizelge 3.8. Ek beslemenin gruplara ve dönemlere göre nektar akım dönemi ağırlık kazancı (kg) üzerine etkisi (Tekrarlı Ölçümlerde Varyans Analizi)	53

Çizelge 3.9. Ek beslemenin gruplara ve dönemlere göre nektar akım dönemi ağırlık kazancı (kg) ve bal verimi (kg) üzerine etkisi (bağımsız örneklerde Kruskal Wallis Testi)	54
Çizelge 3.10. Dönemlere göre çakşır otu tohumu ve kökü dozlarının nektar akım dönemi ağırlık kazancı (kg) üzerine etkisi	54
Çizelge 3.11. Çakşır otu tohumu ve kökü dozlarının bal verimi (kg) üzerine Etkisi	56
Çizelge 3.12. Ek beslemenin gruplara göre ballarda toplam fenolik madde ve antioksidan – oksidan statusu üzerine etkisi (bağımsız örneklerde Kruskal Wallis Testi)	58
Çizelge 3.13. Çakşır otu tohumu ve kökü dozlarının balda toplam fenolik madde ve antioksidan – oksidan statusu üzerine etkisi	61

1. GİRİŞ

Arıcılık ile ilgili tarihi buluntular, M.Ö. 7000 yıllarına ait mağara resimleri, keşfedilen arı fosilleri arıcılık faaliyetlerinin çok eski bir geçmişe sahip olduğunu anlatmaktadır. Eski mısır ayinlerinde balın kullanıldığı, krallarından birinin arıyı simge olarak kullandığı, mısırlıların ayinlerde bal ve bal mumu kullandığı belirtilmiştir. M.Ö. 2400 tarihine ait olduğu belirtilen bir taş üzerine kazınarak resmedilmiş resimde Mısır'da arıcılık ve kovan bakımı anlatılmıştır. Hindistan'da M.Ö. 3000-2000 yılları arasında arı ve bala dair bilgiler olduğu keşfedilmiştir. Babilliler gıda ve ilaç olarak balı faydalanmışlardır. Aristo'nun kaleme Hayvanlar Tarihi kitabında bal arılarının kovan içi faaliyetlerinden ve devrin kovan tiplerinden bahsedilmiştir. Yunanlılar tarafından ve Roma öncesi İspanya'da farklı tipte kovanlar kullanılmıştır. M.Ö. 1300 yıllarında Hititler için arıcılığın önemli bir tarımsal uğraş olduğu ise Boğazköy kazılarında keşfedilmiştir (Sancak ve ark., 2013 ve Crane, 1999).

Günümüzde birçok ülkede tarımda ve kırsal kalkınmada arıcılık oldukça önemli bir üretim koludur. Arıcılığın tarım içindeki yeri incelendiğinde tarımsal ve ekonomik bir uğraş olarak değerlendirilmektedir. Arıcılık küçük bir sermaye ve masrafla toprağa bağlı kalınmadan gerçekleştirilebilen, kısa sürede gelir getirebilen orman bölgelerine yakın köylerde yaşamını sürdüren toprağı olmayan ya da küçük bir toprağa sahip olan çiftçilerin gelirlerinin artmasını destekleyen ve sosyo-ekonomik önemi oldukça yüksek olan bir tarım koludur (Akyol ve Kaftanoğlu, 2001 ve Genç ve Dodoloğlu, 2002, s:7). Bununla beraber arıcılık, bal arılarının yaşama şekli itibari ile doğaya bağımlıdır (Parlakay ve ark., 2008).

Arıcılık insan sağlığına yararlı ürünlerin üretilmesi bakımından önemli bir hayvancılık faaliyeti olmakla beraber aynı zamanda bitkilerin polinasyonunu sağlayarak ürünlerin kalite düzeyinin artmasına katkıda bulunmaktadır (Şahinler ve Toy, 2022). Arı ürünleri arasında faydaları bakımından en çok bilineni bal olmakla beraber arıların tarıma olan katkısı, bitkilerin tozlaşma faaliyetlerindeki rolleri nedeniyle floranın devamlılığının sağlanmasına olan destekleri, bal üretimine kıyasla

çok daha önemlidir (Southwick ve Southwick, 1992). Bal arıları ve yabani arılar bitkisel tozlaşmanın gerçekleşmesini sağlayarak Dünya'daki çiçekli bitkiler ve meyvelerin varlıklarını sürdürebilmelerine oldukça önemli bir katkı sağlamaktadır (Klein ve ark., 2006).

Arıcılık faaliyetlerinde yüksek seviyede verim elde edilebilmesi koloni verimliliğine bağlı olmakla birlikte nektar ve polen kaynaklarının çeşidine ve miktarına bağlıdır (Behçet ve Yapar, 2019). Bal arılarının yaşam alanında ana nektar akımı dönemi zamanında arı kolonilerinin bitkilerden nektar, polen ve propolis toplamaları ve bu kaynakları farklı arı ürünlerine dönüştürmelerini sağlayabilmek arıcılığın temel amacını oluşturmaktadır. Arıcılık yapılan yerde bitki çeşitliliğinin iyi bilinmesi, nektar akım periyodunun başlangıcının, süresinin ve miktarının göz önünde bulundurulması gerekmektedir (Genç, 1990). Arıcılık yapılan bölgelerde bal arıları için yem bitkilerinin yetiştirildiği tarlalar, narenciye ve meyve alanları ile meralar önemli besin kaynaklarının başında gelmektedir. Bahsi geçen bitki kaynaklarının çiçeklenme sürelerinin kısa olması sürdürülebilir arıcılık faaliyetlerine engel olan etmenlerdendir. Arıcılık yapılan bölgelerde bu sebeple bal arıları için besin kaynağı teşkil edecek yeni bitkilerin yetiştirilmesi önem arz etmektedir (Kumova ve Korkmaz, 2002a).

Arıcılık yerleşim yerlerine olan mesafe, iklim ve flora gibi birçok faktörden etkilenmektedir. Tüm yıl boyunca yağış alan ve rüzgârlı olan bölgelerde yazları çok sıcak geçen ya da serin olan yerlerde arıcılık faaliyetinin gerçekleştirilmesi mümkün değildir. Yapılan bir araştırmada 29-33°C arası sıcaklıklarda bal arılarının etkin bir şekilde çalıştığı gözlemlenirken, 36°C üstü ve 10°C sıcaklıktan düşük zamanlarda bal arıları etkinliklerini durdurmaktadırlar (Yalçın ve ark., 2019).

Arıcılık için uygun yer seçimi, arıcılıkta verim düzeylerinin istenilen düzeyde tutulmasında ve bu konuda istikrarın yakalanmasında önemli bir husustur (Ceylan ve Sarı, 2017). Arıcılık faaliyetlerinin yapılacağı bölgelerin yakınlığında temiz su kaynağının olması, rüzgâra açık olmaması, güneş ışınlarına doğrudan maruz kalmaması ve yağmur, dolu yağışlarının olmadığı şehirden, tozdan, endüstri

bölgelerinden uzak alanlarda olması gerekmektedir (Tuncel, 1992). Uygun çevre şartları, iklim, flora ve koloninin doğru şekilde yönetimiyle arıcılıkta verim düzeyi artarak istikrarlı bir süreç izlenebilmektedir (Kösoğlu ve ark., 2017).

Tarih boyunca ürettikleri ürünler ile insanların hayatına etki eden bal arıları yaşamları ile de insanların dikkatini çekmiştir. İnsanlar bal, balmumu, arı sütü, propolis, polen ve arı zehri ile ana ve oğul arı gibi üretim süreçlerinde, bitkilerin tozlaşma faaliyetlerinin devamlılığında bal arılarından yararlanmışlardır. Arı ürünleri insanların temel enerji ve besin madde ihtiyaçlarını karşılamakla beraber antiviral, antibakteriyel ve antiparaziter etkileriyle birçok hastalığın tedavisinde alternatif bir ürün olarak değerlendirilmektedir (Burucu ve Bal, 2017 ve Kumova, 2002).

Bal arıları tarafından toplanan ve enzimlerle karıştırılan nektarlar peteklerde depolanır ve olgunlaştırılır. Bal, bal arıları tarafından çiçeklerden, bitkilerin yaprak, dal veya gövde kısımlarından, bazı böceklerin salgılarından faydalananarak topladıkları nektarı petek gözlerinde depolayarak enzimleriyle beraber olgunlaştırdıkları tatlı bir maddedir (Erdoğan ve Turan, 2022). Bal verimini etkileyen önemli ve çeşitli faktörler bulunmaktadır. Bunlardan bazıları; arı hastalık ve zararlıları, kolonide ana arı değiştirme yılı ya da yaşı, bitki örtüsünün çeşitliliği ve özellikleri, iklim, arıcılık faaliyetinin ana geçim kaynağı olmaması, hobi amaçlı arıcılık faaliyetleri ve gezgin arıcılık faaliyetleridir (Uygur ve Girişgin, 2008). Düzenli bakım ile birlikte dışarıdan bal arılarının ihtiyaç duyduğu besinlerin verilmesi, böylelikle istenilen koloni performansının elde edilmesi, ana nektar akımı dönemine güçlü bireylerle girilmesini ve beklenen bal veriminin yakalanabilmesini sağlayacak uygulamalardır (Dülger ve ark., 2003 ve Kumova ve ark., 1993).

Arı poleni aminoasitler, karbonhidratlar, enzimler ve koenzimler, vitaminler ve lipidler gibi maddeler içermekte ve yara iyileştirme, karaciğeri koruma gibi özellikleri ile eski çağlardan bu yana insanlar tarafından tüketilmektedir. Arı poleninde bulunan fenolik asit ve flavonoid içeriği arı polenine antioksidan özellik kazandırmaktadır ve içeriğindeki biyoaktif maddelerle arı poleni aynı zamanda terapötik etkiler göstermektedir (Tutun ve ark., 2021). Polen taneleri çiçekli bitkilerin

erkek üreme üniteleridir. Polen çoğunlukla bal arıları tarafından tozlaşmanın gerçekleşmesi için bir çiçeği stigmatına aktarılır (Krell, 1996). Bal arısı çiçekler arasında toplama faaliyetlerini gerçekleştirirken vücudundaki sert kıllara polenler yapışmaktadır. Bal arısı vücuduna yapışan bu polenleri tükürük salgıları ve nektar ile nemlendirip birbirine yapıştırarak polen peleti haline getirerek orta bacaklarının desteği ile arka bacaklarında bulunan polen sepetine yerleştirmektedir (Erdoğan ve Dodoloğlu, 2005 ve Thakur ve Nanda, 2020). Bazı polen türleri yağ bakımından oldukça zengin nektar ya da salgyıya ihtiyaç duymadan birbirlerine yapışabilmektedir. Tarlacı arı bir uçuşunda birden fazla çiçek türünden nadiren nektar ve polen toplamaktadır. Bal arılarının yolculukları sırasında topladıkları polenlerden elde ettikleri polen peleti bir veya çok az miktarda farklı polen türünü içermektedir. Bu sebeple polen peletinin kendine özgü bir rengi vardır ve genellikle sarı olmakla beraber kırmızı, yeşil, turuncu ve mor renklerde de olabilir (Krell, 1996). Bir bal arısı kolonisi yılda 15-40 kg arasında polen toplayabilmektedir (Zuluaga ve ark., 2015). Toplanan polenler petek gözlerine yerleştirildiğinde işçi arılar tarafından bal ve tükürük bezi salgılarında bulunan sindirim enzimleri ve organik asitler ile daha zengin bir hale getirilir (Deveza ve ark., 2015). Petek gözlerinde depolanan polenler laktik asit fermentasyonuna uğrayarak arı ekmeği adını almaktadır. Arı ekmeği bal arıları tarafından toplanan polenlerden elde edilen polen peletlerinden farklı bir bileşime ve besin değerine sahiptir. Bal arıları arı ekmeğini tüketerek arı sütü üretmektedirler (Krell, 1996 ve Vasques ve Olofsson, 2009).

Bal arıları bitkilerden topladıkları reçineyi kendi tükürük enzimleri ve balmumu ile karıştırarak yapışkan bir yapıya sahip olan propolisi üretmektedirler (Bankova ve ark., 2000 ve Kumova ve ark., 2002). Bal arılarının topladıkları bitki reçinesine bağlı olarak propolis sarı, kahverengi ya da siyaha yakın renkte olabilmekte ve yoğun ve aromatik bir kokuya sahip olmaktadır (Pietta ve ark., 2002). En önemli arı ürünlerinden biri olan propolis kovan içindeki hasar almış bölgelerin ve peteklerin onarımında, peteklerin birbirlerine yapıştırılmasında ve kovan girişini daraltarak kovan savunmasında, kovan içerisine girip dışarıya atılamayan maddelerin ve ölen canlıların çürümelerini engellemek için mumlayanmasında ve dezenfektan etkisi ile kovanın ve petek gözlerinin temiz tutulmasında bal arıları tarafından kullanılmaktadır

(Kumova ve ark., 2002 ve Simone-Finstrom ve Spivak, 2010). Propolis bal arılarının yaşadıkları bölgelere göre farklı kimyasal özelliklere sahip olsa da antibakteriyel, antiviral, antifungal, antiparaziter, antiinflamatuvar, antiproliferatif ve antioksidan gibi benzer aktiviteleri göstermektedirler (Grange ve Davey, 1990; Przybylek ve Karpinski, 2019 ve Sforcin ve Bankova, 2011).

Arılar, Animalia alemi/ Arthropoda şubesi/ Hymenoptera takımı/ Apidae familyası/ Apis cinsinde yer alan böceklerdir (Otis, 1996). Yeryüzünde yaklaşık 25.000 kadar tanımlanmış arı türünün mevcut olduğu bildirilmiştir (O'Toole ve Raw, 1991). Bal arıları süper-organizmalar olarak nitelendirilen sosyal böceklerdir (Seeley, 1989).

Bal arıları ilk defa 1758 yılında Linnaeus tarafından *Apis mellifera* ismi ile tür olarak tanımlanmıştır. 10 adet (*Apis florea*, *Apis cerana*, *Apis mellifera*, *Apis nuluensis*, *Apis laboriosa*, *Apis nicrocincta*, *Apis koshevnikovi*, *Apis binghami* ve *Apis dorsata*, *andreniformis*) tanımlanmış arı türü bulunmaktadır (Engel, 1999).

Bal arılarının Güneydoğu Asya ve Hindistan'dan (Rothenbuhler ve ark., 1968) türediğine dair bir görüş mevcuttur. Diğer bir görüş bal arılarının Afrika'dan türediği buradan Anadolu ve Avrupa'ya yayıldığı şeklindedir (Wilson, 1971). Bal arılarının Anadolu'ya yakın Hazar Denizi'nin güneyinden türeyip buradan Avrupa ve Afrika'ya yayılması görüşü ise bu görüşlerden en çok kabul edilenidir (Ruttner, 1988).

A. mellifera, *A. florea*, *A. cerana* ve *A. dorsata* türleri önemli ölçüde coğrafik çeşitliliklere sahip olmaktadır. *A. mellifera* türü çevre koşullarına yüksek derecede uyum sağlamasıyla beraber çok sayıda yerel ekolojik tipler meydana getirerek türler arasında en yüksek coğrafik çeşitliliğe sahip bal arısı türü olmuştur. (Ruttner, 1988 ve Ruttner, 1992). Dünyada en yaygın olan bal arısı türü *A. mellifera*'dır. Bu bal arısının ana vatanı Afrika, Doğu Akdeniz ve Batı Avrupadır (Kaftanoğlu, 2001). Türkiye'de çok farklı arı ırkları yaşamlarını sürdürmektedir. Bunların bazıları *A. mellifera caucasica*, *A. mellifera anatoliaca*, *A. mellifera meda*, *A. mellifera carnica* ve *A. mellifera syriaca*, arı ırklarıdır (Kandemir ve ark., 2000).

Milyonlarca yıldan beri bal arıları Avrupa, Asya ve Afrika kıtalarında yaşamlarını sürdürmektedirler. Bal arılarının günümüzdeki yapıları çok uzun bir süreçte farklı türlerde çiçekli bitkilerin oluşması ve fizyolojik ile morfolojik adaptasyonlar ile meydana gelmiştir. Bal arıları; vücutlarının çatallanmış tüylerle kaplı olması, ayaklarında ve abdomen bölgelerinde polen taşımaya yarayan polen sepetçiklerine sahip olmaları, nektar toplamak için ağız yapılarının farklılaşması ile diğer böcek türlerinden ayrılmaktadırlar (Kaftanoğlu, 2001).

Bal arıları yaşamlarına bir yumurta olarak başlamaktadırlar. İşçi arılar ve ana arılar, ana arının petek gözlerine yumurtladığı döllenmiş yumurtalardan, dölsüz yumurtalardan ise erkek arılar oluşmaktadır. Bal arılarının yumurta, larva, pupa ve ergin olmak üzere 4 farklı gelişim dönemi bulunmaktadır. Petek gözü içerisinde geçen süre ana arılarda 16, işçi arılarda 21 ve erkek arılarda ise 24 gün sürmektedir (Genç ve Dodoloğlu, 2002, s:69). Ana arı ergin hale geldikten 8-10 gün sonra cinsel olgunluğa ulaşarak çiftleşmeye hazır hale gelmektedir. Ana arı genellikle öğleden sonra 20 derecenin üzerinde, rüzgar olmayan bir havada çiftleşme uçuşuna çıkmaktadır. Bu uçuş esnasında arılıkta veya çevre arılıklardaki olgun erkek arılar ana arıyı takip etmeye başlamaktadır. Ana arı bir yada bir kaç günde 5-7 milyon spermayı tamamlayıncaya kadar 7-9 erkek arı ile çiftleşmektedir. Erkek arılar çiftleşme esnasında cinsel organları koparak ölmektedir. Ana arı gerçekleştirdiği çiftleşme uçuşunu tamamlayıp kovan döndüğünde hayatını tamamlayana kadar tekrar çiftleşme isteği duymamaktadır (Silici ve Özkök 2009, s:44 ve Tutkun, 2000, s:36). Erkek arılar petek gözlerinden çıktıktan 14 gün sonra cinsel olgunluğa ulaşmaktadırlar ve kolonideki görevi ana arının döllenmesini sağlamaktadır. İşçi arılar yaşamlarının farklı dönemlerinde gelişimleriyle beraber kolonide kovana temizliği, petek örme, balmumu salgılama, arı sütü salgılama, ana arının bakım ve beslenmesi, yavruların bakımı, kovanın havalandırılması, kovan bekçiliği, kovana nektar, polen ve propolis toplama ve su taşıma ile balın olgunlaştırılması görevlerini yerine getirmektedirler (Küçükersan, 2022, s:688).

Ana arı kalitesi ana arının genotipi, yetiştirme dönemi, bakıcı kolonilerin kabiliyeti, çiftleşme bölgesinde yeter sayıda kaliteli erkek arıların bulunması, arı

zararlıları ve hastalıkları gibi çevresel ve genetik faktörlerden etkilenmektedir (Öztürk, 2014). Genç ve kaliteli ana arılara sahip olan kolonilerin, yetersiz ve kalitesiz ana arılarla yönetilen kolonilere göre üreme kabiliyeti ve koloni verimliliği seviyeleri çok daha fazla olmaktadır (Öztürk, 2014 ve Schmickl ve Crailsheim, 2004).

1.1. Dünya’da Arıcılık

Arıcılık faaliyetlerindeki temel girişim incelendiğinde Avrupa’da geleneksel bir uğraş olarak ve bazı bölgelerinde de tarımsal geliri arttırıcı bir araç olduğu gözlemlenirken Uzak Doğu ve Amerika’nın orta ve güney bölgelerinde bölge dışına satışlar yapılan bir kazanç kaynağı olarak değerlendirilmektedir (Uzundumlu ve ark., 2011).

Flora arıcılık faaliyetlerinde arılar için bir ham maddedir. Arıcılık faaliyetleri Kuzey Yarım Küre’nin 64. enlem seviyesine kadar yapılabilmektedir. Ayrıca iklim ve flora bakımından elverişli bir özelliğe sahip olan Akdeniz ülkeleri etkisiyle arıcılık faaliyetlerine daha uygun yerler olarak ifade edilmektedir (Tuncel, 1992).

Arıcılık dünyada yaygın olarak gerçekleştirilen bir tarım koludur. 2020 yılı arıcılık verileri incelendiğinde toplam kovan sayısının 94 milyon adet, toplam bal üretiminin ise 1,8 milyon ton olduğu bildirilmiştir ve üretilen bu balların yaklaşık %40,8’i ticari faaliyetler için kullanılmıştır (Burucu, 2022).

Dünya çapındaki koloni sayısı, bal üretimi ve bal mumu üretimi Çizelge 1.1’de verilmiştir. Bu kapsamda koloni sayısında dünyadaki en yoğun ülkenin Hindistan olduğu ancak koloni sayısı açısından sahip olduğu potansiyeli bal üretimine yansıtamadığı ve bal üretiminde en büyük hacmin Çin’e ait olduğu gözlenmektedir. Türkiye, koloni sayısı bakımından Hindistan ve Çin’in hemen gerisinde bulunurken bal üretiminde ise Çin’den sonra gelmektedir. Bu bakımdan FAO’nun istatistikleri (FAO, 2021) kapsamında 2020 yılında ülkeler arasında koloni sayıları incelendiğinde 12.203.361 adet koloni sayısı ile Hindistan’ın zirvede olduğu, Çin’in 9.377.850 adet

koloni ile ikinci sırada yer aldığı ve 8.179.085 adet koloni sayısı ile Türkiye'nin 3. sırada olduğu görülmektedir. Koloni sayılarında 2020 yılında kıtalar arasında ilk sırada Asya 43.961.000 kovan ile yer alırken, Avrupa 19.582.000 kovan ile ikinci ve Afrika ise 17.855.000 kovan ile üçüncü sırada bulunmaktadır. Bal üretimi rakamlarında Çin 446.487 ton bal üretimi ile ilk sırada yer alırken Türkiye'nin 104.077 ton bal üretimi ile ikinci sırada ve İran'ın 79.955 ton bal üretimi ile üçüncü sırada yer aldığı gözlemlenmektedir. 2020 yılında bal üretimine kıtasal bazda bakıldığında Asya'da 842.830 ton bal üretimi, Avrupa'da 388.902 ton bal üretimi Amerika' da 346.770 ton üretimi gerçekleştirilmiştir. Bal mumu üretiminde Hindistan 23.716 ton ile lider konumdayken, ikinci olarak 5.339 ton balmumu üretimi ile Etiyopya ve üçüncü olarak 4.970 ton bal mumu üretimi ile Arjantin Hindistan'ının arkasından gelmektedirler. Türkiye 3.765 ton balmumu üretimi ile dördüncü sırada yer almaktadır. (FAO, 2021 ve Burucu, 2022).

Çizelge 1.1. Dünya'da 2020 yılına ait koloni sayısı, bal üretimi ve balmumu üretimi rakamları.

Ülkeler	Koloni sayısı (adet)	Ülkeler	Bal üretimi (ton)	Ülkeler	Balmumu üretimi (ton)
Hindistan	12.203.361	Çin	446.487	Hindistan	23.716
Çin	9.377.850	Türkiye	104.077	Etiyopya	5.339
Türkiye	8.179.085	İran	79.955	Arjantin	4.970
İran	7.140.561	Arjantin	74.403	Türkiye	3.765
Etiyopya	6.986.100	Ukrayna	68.028	Kore Cumhuriyeti	3.758
Tanzanya	3.003.126	ABD	66.948	Kenya	2.519
Arjantin	2.983.247	Rusya	66.368	Angola	2.316
Rusya	2.982.452	Hindistan	62.132	Tanzanya	1.894
ABD	2.706.000	Meksika	54.165	Brezilya	1.769
Kore	2.162.250	Brezilya	51.508	ABD	1.599

FAO (2021).

Dünya geleceği için oldukça büyük bir öneme sahip olan bal arılarının geçen yıllar içinde artan kayıpları hükümetlerde, arıcılarda ve tüm insanlıkta endişe oluşturmaya başlamıştır. Bu amaçla hükümetler bal arılarının nasıl daha sağlıklı tutulabilecekleri konusunda daha fazla araştırma yapılması çağrısında bulunmuşlardır (Rangberg ve ark., 2012)

1.2. Türkiye’de Arıcılık

Türkiye’deki arıcılık faaliyetlerine bakıldığında arıcılık geçmişinin çok eski yıllara uzandığı ve geleneksel yapının daha yoğun uygulandığı görülmektedir. (Erdoğan ve ark., 2004 ve Yalçın ve ark., 2019). Türkiye; coğrafi konumu, çeşitli özellikteki iklimlere sahip olması, verimli su kaynakları, jeolojik ve jeomorfolojik yapılarındaki çeşitlilik, zengin bir flora ve bitki örtüsü çeşitliliği ile sahip olduğu engebeli arazi yapısı ile arıcılığa uygun bir ülke konumundadır. Türkiye’nin arıcılık için oldukça önemli olan bu özellikleri zengin bitki varlığının devamlılığının sağlanmasına, çeşitli ballar ve arı ürünleri elde edilmesine imkân tanımaktadır (Genç ve Dodoloğlu, 2002, s:17; Fıratlı ve ark., 2005; Terzioğlu, 1994 ve Soysal ve Gürcan, 2005).

Türkiye’de dünya üzerindeki ballı bitki çeşitlerinin %75’lik kısmı bulunmaktadır (Sıralı, 2010). Türkiye topraklarında batıdan doğuya ve kuzeyden güneye rakımın iç kesimlere doğru artış göstermesiyle ortaya çıkan engebeli yapı çiçeklenmenin ülkenin farklı bölgelerinde ve yılın farklı zamanlarda oluşmasına neden olarak arıcılığa uygun bir çevrenin meydana gelmesini sağlamaktadır. Ayrıca Türkiye’de tarım arazilerinde yonca, korunga, üçgül, soya fasülyesi, ayçiçeği gibi yem bitkilerinin badem, narenciye ve elma ağaçlarının varlığı arıcılığı olumlu yönde etkilemektedir. Türkiye’de önemli nektar kaynakları olan akasya, akçaağaç, ıhlamur, kestane, köknar ve çam gibi ağaçlarda bulunmaktadır (Fıratlı ve ark., 2000).

Türkiye’de yıllara göre arıcılık faaliyetlerinde bulunan işletme sayısı, Türkiye’deki koloni sayısı, bal üretimi, bal mumu üretimi ve bal verimi verileri Çizelge 1.2.’de verilmiştir (TÜİK, 2022). Ülkemizde 2012’den günümüze arıcılık faaliyetlerinde bulunan işletme sayısında her yıl düzenli olmasa da bir artış olduğu gözlemlenmektedir. Ülkemizdeki koloni sayısı doğru orantılı olarak yıllar içerisinde artış göstermektedir. Bal üretimi ise yıllara göre düzensiz bir değişim göstermektedir. Bal mumu üretiminde yıllar içinde bir azalma meydana gelirken bal veriminde de yıllar içinde bir azalış söz konusudur.

Çizelge 1.2. Türkiye’de yıllara göre arıcılık yapan işletme sayıları, koloni sayıları, bal üretimi, balmumu üretimi ve bal verimi rakamları.

Yıl	İşletme Sayısı (adet)	Koloni Sayısı (adet)	Bal Üretimi (ton)	Balmumu Üretimi (ton)	Bal Verimi (kg/koloni)
2021	89.361	8.733.394	96.344	3.766	11,03
2020	82.845	8.179.418	104.077	3.765	12,72
2019	80.675	8.128.360	109.330	3.971	13,45
2018	81.830	8.108.424	107.920	3.987	13,31
2017	83.210	7.991.072	114.471	4.488	14,32
2016	84.047	7.900.364	105.727	4.440	13,38
2015	83.475	7.748.287	108.128	4.756	13,96
2014	81.108	7.082.732	103.525	4.053	14,62
2013	79.934	6.641.348	94.694	4.241	14,26
2012	21.307	6.348.009	89.162	4.222	14,05

TÜİK (2022).

Türkiye’de son yirmi (2000-2020) yıllık veriler eski kovan sayısında %11,29, yeni kovan sayısında %95,62, ve bal üretimde %70,36 seviyelerinde artış olduğunu, bal mumu üretiminde ise %16,83 seviyelerinde azalma olduğunu göstermektedir. Kovan sayısındaki her yıl gözlemlenen artış önem arz etmektedir. Türkiye’de kovan sayısının yüksek olmasına rağmen alınan bal verimi kovan sayısı dikkate alındığında daha düşük seviyelerde kalmaktadır (Şahinler ve Toy, 2022).

Türkiye ‘de iller düzeyinde koloni sayıları, bal üretimi, bal mumu üretimi ve bal verimi rakamları Çizelge 1.3.’de verilmiştir. 2021 yılında koloni sayılarında Muğla ili 949.267 adet koloni sayısı ile en çok koloni sayısına sahip il iken, 2. sırada bulunan Ordu ile 604.213 adet koloni sayısına ve 3. sırada bulunan Adana ili 481.878 adet koloni sayısına sahiptir. 2021 yılında bal üretiminde Adana ili 12.336 ton bal üretimi ve 25,6 kg/koloni bal verimi ile ilk sırada yer alırken Ordu ili 11.377 ton bal üretimi ve 28,83 kg/koloni bal verimi ile 2. sırada, Sivas ili 5.744 ton bal üretimi ve 21,3 kg/koloni bal verimi ile 3. sırada bulunmaktadır. Bal mumu üretiminde ise 2021 yılında Adana ili 459 ton bal mumu üretimi ile ilk sırada, Muğla ili 386 ton bal mumu üretimi ile 2. sırada ve Sivas ili 370 ton bal mumu üretimi ile 3. sırada yer almaktadır (TÜİK, 2022).

Muğla ili Türkiye’nin 2021 yılı arıcılık verilerine göre koloni sayısına bakıldığında Türkiye’nin arılı kovan sayısının %10,9’ luk payına sahip olarak lider

pozisyonundadır. Fakat bal üretiminde 4. sırada bulunmaktadır ve 2020 yılı Türkiye bal üretim verilerine göre 2021 yılında bal üretiminde %37 oranında bir üretim kaybı yaşanmıştır. Bunun nedeni bölgede yaşanan orman yangınları olarak belirtilmiştir (Burucu, 2022 ve TÜİK, 2022).

Çizelge 1.3. Türkiye’de illere göre 2021 yılı koloni sayıları, bal üretimi, bal mumu ve bal verimi rakamları.

İller	Koloni Sayısı (adet)	İller	Bal Üretimi (ton)	İller	Balmumu Üretimi (ton)	İller	Bal Verimi (kg/koloni)
Muğla	949.267	Adana	12.336	Adana	459	Adana	25,6
Ordu	604.213	Ordu	11.377	Muğla	386	Ordu	28,83
Adana	481.878	Sivas	5.744	Sivas	370	Sivas	21,3
Antalya	335.686	Muğla	3.820	İzmir	181	Muğla	4,02
Mersin	303.120	Aydın	3.254	Ordu	172	Aydın	12,83
İzmir	276.918	Mersin	3.192	Bitlis	154	Mersin	10,53
Sivas	269.709	İzmir	3.056	Van	135	İzmir	11,04
Bitlis	253.625	Balıkesir	2.656	Antalya	115	Balıkesir	15,13
Aydın	253.606	Siirt	2.323	Aydın	92	Siirt	13,08
Trabzon	178.696	Van	2.216	Trabzon	87	Van	14,09

TÜİK (2022).

Çalışmanın gerçekleştirildiği Bayburt ilinde 2021 yılında 75.088 adet koloni sayısı, 449,59 ton balmumu üretimi gerçekleştirilmiştir. 2021 yılında 731 işletmenin bulunduğu Bayburt ilinde bal verimi 6,65 kg/koloni olarak hesaplanmıştır (TÜİK, 2022). Bayburt ili Erzurum ve Erzincan illeriyle Kuzey Anadolu Kalkınma Ajansı tarafından TRA1 Düzey 2 bölgesinde değerlendirilmektedir. Bölgedeki bitki çeşitliliği, kirlenmemiş toprak ve su kaynakları, geniş çayır ve mera alanları bölgeyi arıcılık için oldukça uygun bir hale getirmektedir (Çakal, 2013).

Türkiye arıcılık konusunda potansiyelinden tam kapasiteyle yararlanamamaktadır (Erdogan ve ark., 2004; Güler, 2000b). Türkiye’de tarımsal yapıda ve arı yetiştiriciliğinde yaşanan problemler arzu edilen bal verimi düzeyine ulaşılmasını olumsuz yönde etkilemektedir (Kumova ve Korkmaz, 2000). İklim değişiklikleri ve çevresel problemler, arıcılık yapılan bölgeye hitap eden uygun ekotip ve genotiplerin kullanılmaması, ülkedeki bal arılarının gen kaynaklarının korunmaması ve ana yetiştiriciliğin düşük seviyelerde olması, yaşlı ve verim düzeyi düşük ana arıların kullanımı Türkiye’de arıcılığın önemli problemlerindendir (Burucu ve Bal, 2017; Güler 2000a ve Şahinler ve Toy, 2022). Arıcılık alanında yetişmiş destek

elemanlarının noksanlığı, arıcılıkla ilgili yetersiz eğitim ve bilimsel çalışmalarda elde edilen bulguların arıcılar tarafından kullanılmaması ve bilimsel yayınların az olması bilinçli arıcılık noktasında Türkiye’de yaşanan problemlerdendir (Kumova ve Korkmaz, 2000). Türkiye’de nektarlı bitki kaynakları ve bu bitkilerin çiçeklenme dönemlerinin belirlenmesi ile ilgili de bilgi eksikliği söz konusudur (Erdoğan ve ark., 2004). Ayrıca Türkiye’de arıcılığın gelişmesini engelleyen ve bal verimini olumsuz etkileyen hususlardan biri de arı hastalıkları ve arı zararlılarıdır. Bahsedilen problemlerle mücadele kapsamında gelişigüzel ve bilimsel olmayan uygulamalar nedeniyle hastalığın bertaraf edilmesi sağlanamamakta ve beraberinde ekonomik maliyetler artmaktadır (Uygur ve Girişgin, 2008 ve Uzundumlu ve ark., 2011).

Anadolu toprakları birçok arı ırkı ve ekotipine ev sahipliği yapan bir gen havuzu konumundadır (Adam, 1983). Türkiye, coğrafi konumu itibarıyla Asya, Avrupa ve Orta Doğu ile Afrika bölgeleri arasında köprü oluşturan bir ülkedir. En az beş *Apis mellifera* alt türünün yaşamlarını sürdürdüğü Türkiye’nin potansiyeli dünya arıcılık literatüründe yeterince vurgulanmamıştır (Çakmak ve Seven Çakmak, 2016). Arıcılığın ülkemizdeki yaygınlığı hem iklim çeşitliliği hem de bitki örtüsü çeşitliliği ile yakından ilgilidir. Bu bakımdan arıcıların ülkemizde kışlama dönemi öncesinde bahar dönemini takip ederek Ege bölgesinden İç Anadolu bölgesine geçiş yapabildikleri, Karadeniz bölgesinin batısı ve doğusunda, Doğu Anadolu bölgesinde, Akdeniz bölgesine ve Marmara bölgesinde arıcılık faaliyetlerini gerçekleştirebildikleri gözlemlenmiştir (Çevrimli ve Sakarya, 2019).

Anadolu coğrafyası kendine özgü coğrafik koşulları ile birçok canlı türünün evrimsel gelişimine ev sahipliği yapmıştır. Bal arıları zaman içerisinde Anadolu’nun iklim şartlarına ve florasına uyum sağlayarak farklı ırk ve ekotipleri meydana getirmişlerdir. Türkiye’deki bal arısı ırklarındaki bu büyük çeşitlilik gelecekte gerçekleştirilmesi muhtemel genetik ıslah çalışmaları için bir gen havuzu oluşturmaktadır. Bu çeşitliliğin devamlılığı için Türkiye’deki bal arısı genetik çeşitliliğinin korunması ve yabancı bal arısı ırklarının Türkiye’de bulunan yerel balarısı ırkları ile değiştirilmesinin engellenmesi gerekmektedir (Kence, 2006).

1.3. Bal Arılarında Sindirim Sistemi

Erişkin bir bal arısının gastrointestinal sistemi besin maddelerinin katabolizmasında ve emiliminde farklı işlevleri olan üç ana organdan (bal midesi, orta bağırsak ve arka bağırsak) oluşmaktadır (Lamei, 2018). Sindirim sistemi özefagus ile ağza ulaşmaktadır. Orta kısım mesenteron (embriyonik mide) olup endoderm kökenlidir. Ön kısım ağza açılan kısım stomodaeum (ön bağırsak), arka kısım anüse açılan kısım proctodaeumdur (arka bağırsak). Stomodaeum; pharynx, dar bir yemek borusu, crop (bal midesi) ve kısa bir proventrikulustan oluşmaktadır. Proctodaeum; ince bağırsak, rektum ve plorus ile birleşmektedir. Malpighi tüpleri plorusa açılmaktadır (Silici ve Özkök, 2009, s:82). Malpigi tüpleri memelilerdeki böbrek gibi görev yapan organlardır (Snodgrass, 1910, s:90).

Bal arılarının sindirim sisteminin başlangıç kısmı ağızlarıdır. Arıların aldıkları besinler ile dilde toplanan nektar ağızda bulunan emme pompası desteğiyle emilerek sırasıyla yutak, yemek borusu ve sonrasında kursağa ulaşmaktadır. Yemek borusu hattından gelen besinler, karın bölgesinin ön tarafındaki bal midesine ulaşarak burada nektar ya da bal depolanması gerçekleştirilmektedir (Silici ve Özkök, 2009, s:81). Yemek borusu karnın ön kısmında genişleyerek ince duvarlı büyük bir kese olan bal midesi halini alır. Yapısında bulunan kıvrımlar sayesinde bal midesi oldukça genişleyebilen bir kese halini almaktadır (Snodgrass, 1910, s:95). Bal arılarının bal midesi tamamen dolu hale geldiğinde karın bölgesinin büyük bir kısmını doldurmaktadır. Bal midesi sindirimden ziyade besinleri almak ve aktarmak görevini yerine getirmektedir. (Silici ve Özkök, 2009, s:82). Bal midesinden sonra proventriküler valf ve ön mide (proventriculus) gelmektedir. Kaslı bir yapıya sahip olan proventriküler valf bal sıvı kursak içeriğinin orta mideye doğrudan geçişine engel olmakta ve nektarın bal midesinde kalması ile polenin mideye ulaşmasını sağlamaktadır. Ön mideyi takiben ise gerçek mide (ventrikulus) gelmektedir. Ventriculus sindirim ve absorbsiyon olaylarının gerçekleştiği yerdir. Sindirim kanalının son bölümü ince bağırsak, rectum ve anüsten meydana gelmektedir (Genç ve Dodoloğlu, 2002, s:84).

Bal arılarının gastrointestinal sisteminde mikroflora veya mikrobiyaya olarak isimlendirilen bir mikroorganizma topluluğu bulunmaktadır ve özellikle ergin arıların gastrointestinal sisteminde çok zengin bir mikroflore mevcuttur. Bu mikroorganizma topluluğu bal arılarını farklı mikrobiyal tehditlere karşı korumakta ve bal arılarının bağışıklık sistemine etki etmekte olup arı sağlığının korunmasında oldukça önemli bir yere sahiptir (Suyabatmaz ve ark., 2020). Bağırsak florasının bağışıklık sistemine olumlu etki edebilmesi için doğal ve dengeli olması gerekmektedir. Son yıllarda bal arılarında meydana gelen koloni kayıplarında bağırsak mikroflorasının bağışıklık sistemi üzerine etkisi konusu önem kazanmıştır (Yücel ve ark., 2022).

1.4. Bal Arılarının Beslenmesi

Bal arısı kolonilerinin gelişiminde, sağlıklı bir yaşam sürdürmelerinde ve koloninin yaşam boyunca yeterli verim verebilmesinde en önemli hususlardan biri yeterli beslenme konusudur. Bal arısı kolonileri gelişimleri için proteinler, karbonhidratlar, lipitler, vitaminler ve mineraller gibi besin maddelerine gereksinim duymaktadırlar ve temel besin madde kaynakları nektar, bal ve polendir. Genel olarak bal arıları nektar kaynaklarından ve baldan karbonhidrat ve polen kaynaklarından protein ihtiyaçlarını karşılamaktadırlar. (Brodschneider ve Crailsheim, 2010 ve Standifer ve ark., 1977).

Genç işçi arılar petek gözlerinden çıkar çıkmaz petek gözlerinin ve kovanın temizliği, ana arı bakımı, larvaların bakımı ve beslenmesi, koloni besin stoğunun oluşturulması ve kovanın korunması gibi kovan içi faaliyetlerde görev almaktadır. Gelişimleri devam eden bu işçi arılar nihayetinde tarlacı görevine ulaştıklarında nektar, polen, propolis ve su toplama görevlerini yerine getirmektedir (Winston, 1987). Bal arılarının beslenme ihtiyaçları gelişim dönemlerine göre farklılıklar göstermektedir. Bakıcılıktan toplayıcılığa geçiş periyotlarında bir işçi arının fizyolojisi ve beslenme ihtiyaçları farklılıklar göstermektedir (Wright ve ark., 2018). Bal arılarının beslenmesi; koloninin beslenmesi, ergin arıların beslenmesi ve larvaların

beslenmesi şeklinde üç aşamada değerlendirilebilmektedir. Beslenme aşamalarında meydana gelebilecek problemler birbirlerini olumsuz yönde tetikleyerek koloninin gelişimine zarar vermektedir (Brodschneider ve Crailsheim, 2010).

Bal arıları larvaların gelişiminde ve yetişkin arıların görevlerini düzenli bir şekilde yerine getirmelerinde koloni besin depolarına büyük ölçüde bağımlıdır. Tarlacı arılar, yiyecek arama veya kuluçka bakım stratejilerini karbonhidrat ve protein ihtiyacına göre uyarlayabilmektedirler (Schmickl ve Crailsheim, 2004).

Tarlacı arılar koloninin besin madde gereksinimlerinin karşılanması ve koloninin devamlılığı için çevreden nektar, polen, su ve ağaç reçinesi toplamaktadırlar. Ana arı ve erkek arının genetik özellikleri koloninin nektar ve polen toplama ve biriktirme kapasitesini etkileyen faktörlerdendir (Robinson ve Page, 1989). Bal arısı kolonilerinde, ana arı ve erkek arılar koloniye besin maddesi getirme görevinde bulunmazlar. Yiyecek arama görevi işçi arılar tarafından yerine getirilir. Bu görevi yerine getiren işçi arılar kısır özellikte dişi arılardır. İşçi arılar gelişim gösterdikçe koloni içinde farklı davranışsal görevler yerine getirirler. Bu davranışlar gen etkileri ve çevre koşullarından etkilenebilmektedir (Robinson, 2002).

Karbonhidratlar organizma için enerji veren ve aynı zamanda diğer besin maddelerinin oksidasyonunda da görev alan maddelerdir. Karbonhidratlar koloni ve kuluçka düzeninin nizami tutulması, kuluçka bakımı, mum salgılama ve petek kabartma ile koloni sıcaklığının optimum düzeylerde tutulması gibi koloni devamlılığı için hayati öneme sahip görevlerin yerine getirilebilmesinde son derece önem arz etmektedir (Brodschneider ve Crailsheim, 2010). Ayrıca karbonhidratlar yavru ve ergin arıların beslenmesi, polen ve nektar toplayan tarlacıların uçuşu ve diğer kovan içi-dışı faaliyetler için gerekli enerjinin sağlanması açısından önem taşımaktadır (Özbakır ve Alişiroğlu, 2019). Yetişkin bal arıları saf karbonhidrata dayalı bir beslenmeyle yaşamlarını uzun bir süre devam ettirebilirler (Dülger ve ark., 2003).

Bal arılarının doğal karbonhidrat kaynağı işçi arılar tarafından toplanan ve kovana taşınarak burada petek gözlerinde üstleri kapanarak muhafaza edilen nektar ya

da bal özüdür. Nektar aynı zamanda bazı aminoasit ve lipidleri içerebilmektedir (Percival, 1961 ve Baker ve Baker, 1975 ve Nicolson ve Human, 2008). Bal arılarının diğer bir karbonhidrat kaynağı ise bal arılarının yaşadığı bölgede bulunan bitkilerin üzerinde yaşayan bazı böceklerin salgıladığı tatlı gıdalardır (Küçükersan, 2020, s:691). Koloninin yaşayacağı nektar eksikliği problemi beraberinde yiyecek arama ve kovan içi temizlik gibi faaliyetlerin düzgün gerçekleşmemesine neden olacaktır. Koloni nektar eksikliğinin devam etmesi durumunda hastalıklara karşı savunmasız bir hale gelecek ve bal veriminde düşüşler meydana gelecektir (Suarez ve ark., 2005 ve Spivak ve Reuter, 1998)

Nektar, tarlacı arılar tarafından çiçeklerden toplanmaktadır. Nektarda yüksek nem içeriği ve sakkaroz, früktoz, desktoz, vitaminler, mineraller, aromatik maddeler, azotlu bileşikler ve eser miktarda diğer maddeler bulunmaktadır. Olgunlaşan nektarın nem miktarı bal arıları tarafından %13 ile %18 arasındaki orana düşürülerek petek gözlerinde depolanmaktadır (Somerville, 2000).

Bal arıları glukoz, sakkaroz, maltoz, melezitoz gibi tatlı şekerlerden ve galaktoz, ksiloz, arabinoz, sellobioz mannitol gibi tatsız şekerlerden yararlanabilmesine karşın rhamnoz, fukoz, mannoz, laktoz, mellibioz, sorboz, dulstiol, eritriol ve inositolden faydalanamamaktadırlar. Mannoza bal arıları için en fazla toksik etkiye sahip olan şekerdir. Larvalar ve yetişkinler arasındaki karbonhidrat kullanımındaki farklılıklar, uygun enzimlerin yokluğundan kaynaklanabilir. Bal midesinde, invertaz nektarın sakkarozunu balda bulunan daha basit monosakkaritlere, glukoz ve fruktoza parçalamaktadır (Barker, 1977; Haydak 1970 ve Tutkun, 2000, s:55).

Bal temel bir karbonhidrat olup kuru maddesinin %95-99'u şekerden meydana gelmektedir (Dülger ve ark., 2003). Nektarın bala dönüşümü bazı aşamaları içerir ve bu aşamalar kovana dönüş sırasında başlamaktadır (Nicolson ve Human, 2008). Toplanan nektar bal arıları tarafından koloniye getirildiğinde su içeriği işçi arılar tarafından %16-20 seviyelerine çekilmektedir. Nektarın bal haline gelmesi işçi arıların bal midesinde bulunan invertaz, diastaz ve glukoz oksidaz enzimlerinin su içeriği

düşürülmüş nektara eklenerek olgunlaşma aşaması gerçekleşmesinden sonra meydana gelmektedir. Sukroz, invertaz enziminin etkisiyle fruktoz ve glukozu parçalanır. Bal bu basit şekerlerle beraber maltoz, rafinoz, izomaltotetroz gibi bazı kompleks şekerler de içermektedir (Doner, 1977 ve Kunert ve Crailsheim, 1988).

Protein bal arılarında hayati bir rol oynayan besin maddesidir. Bal arıları protein ihtiyaçlarını polenlerden karşılamaktadır. İşçi arılar bakıcılık görevini yaptığı dönemde günlük olarak 3,4-4,3 mg polen tüketmektedir. Kolonilerde protein yetersizliği ana arının yumurtlama performansında düşüşün neden olduğu kuluçka düzeyinde azalma yavrularda gelişimsel anormalliklere ve işçi arıların ömrünün kısılması sonucunda bal üretiminde azalmaya neden olmaktadır (Topal ve ark., 2019).

Polen, bal arıları için en önemli protein kaynağı olmakla beraber güçlü antioksidan görevi görebilen esansiyel aminoasitler, fenolik bileşikler, lipid, vitamin, mineral ve bazı karbonhidratları da içermektedir (Silici, 2015 ve Kieliszek ve ark., 2018). Polen genellikle larvaların ve genç arıların beslenmesi, kassel yapılarının, dokularının, salgı bezlerinin ve diğer organlarının gelişimi için gereklidir (Calderone ve Johnson, 2002; Somerville, 2000 ve Tutkun, 2000, s:57). Polen bal arılarının ergin hale geçişlerinde elzemdir ve bu geçiş sürecinde yaklaşık 120-150 mg polene ihtiyaç duymaktadırlar (Elton ve Herbert, 1997).

Bal arısı kolonilerinin yaşama faaliyetlerini sağlıklı bir şekilde devam etmeleri koloniye yeterli miktarda polenin girmesi ve depolanmasına bağlıdır. Bal arısı kolonilerinin polen depolama kapasiteleri çok fazla olmamakla beraber bulundukları alanda polen yetersizliği durumlarında 1 kg civarında polen depolayabilmektedirler (Erdoğan ve Dodoloğlu, 2005). Bal arısı kolonisindeki yetersiz polen stoğu ergin bal arılarının larvaları yeterince beslemesini engeller. Bu durum gelecek jenerasyonun daha zayıf olmasına ve koloni geleceğinin tehlikeye girmesine neden olmaktadır. Protein özellikle larvalar için ihtiyaçtır ve noksanlığı koloni gelişimini olumsuz olarak etkilemektedir. Larva açlığı tek başına veya diğer stres faktörleri ile birlikte, bal arısı kolonilerinin gelişimine büyük zararlar vermektedir (Brodschneider ve Crailsheim, 2010).

Bakıcılık görevini yerine getiren işçi arıların üretmiş oldukları arı sütü adı verilen salgıları memeli hayvanlardaki süt gibi görev yaparak, larvaların büyüme ve gelişleri için ideal bir besin maddesi niteliği taşımaktadır (Wright ve ark., 2018). Ana arı ve larvalar genç işçi arılar tarafından üretilen arı sütü ile protein ihtiyaçlarını karşılamaktadırlar. Üç günlükten küçük işçi arı larvalarına arı sütü verilmektedir. Arı sütü %65-67 nem içeriği olan, süt beyazı, kremi renklerde asitli bir maddedir. Beş ile on beş günlük işçi arıların hipofaringeal bezlerinden salgılanmaktadır (Akyol ve Baran, 2015). Yetişkin işçi arılar toplanan ve kovana getirilen polenle protein ihtiyaçlarını karşılamaktadırlar. Yetişkin erkek arılar genç işçi arılar tarafından üretilen ve işçi arıların salgılarını da içeren polen ve bal karışımı ile protein ihtiyaçlarını yeterli düzeyde alabilmektedir (Wright ve ark., 2018).

Lipidler bal arıları için vücut yağında depo edilen besin maddeleridir. Depo edilen lipidler ileride meydana gelebilecek açlık sorunlarında kullanılmaktadır. Polendeki lipit miktarı yeterli olduğu müddetçe bal arıları ek bir lipit tüketimine gerek duymazlar. Lipidlerin büyüme, üreme ve başkalaşım gibi vücut fonksiyonlarında önemli görevleri vardır (Kunert ve Crailsheim, 1988). Lipidlerin feromonların ve kütiküler hidrokarbonların sentezinde önemli bir görevi vardır (Falcon ve ark., 2014). Lipidler aynı zamanda kovanda mum üretiminde vazgeçilmezdir (Piek, 1964). Steroller hücre ve dokuların yapı taşlarıdır bununla beraber larvaların başkalaşım geçirmesinde, üremede ve büyümede etkili besin unsurlarıdır. Ana arı ve işçi arıda dokular başlıca sterol olarak 24 metilen kolesterol içermektedirler. Bu bileşik aynı zamanda polen ve arı sütünde de bulunmaktadır (Villette ve ark., 2015 ve Wright ve ark., 2018).

Genç arılar; larvalar ve ana arı için arı sütü üretirken yüksek miktarda vitamine ihtiyaç duyarlar. Kuluçka gelişiminde de arılar B kompleks vitaminleri (folik asit, pantotenik asit, niasin, pridoksin, riboflavin, biotin, tiamin) (Roulston ve Cane, 2000), inositol ve C vitaminine (askorbik asit) ihtiyaç duymaktadırlar (Herbert ve ark., 1985). Kovanda ve yaşam alanında polen bulunduğu sürece bal arılarının vitamin ihtiyaçları karşılanmaktadır. Polen özellikle suda çözünen vitaminler bakımından oldukça zengindir (Imdorf ve ark., 1998). Polen bir miktar A, E ve K vitamini içermektedir

(Herbert ve Shimanuki, 1978). Yağda çözünen vitaminlerden olan E vitamini yavru yetiştirmede önemli göreve sahiptir. Polenler aynı zamanda arılar için gerekli olan tüm mineralleri de sağlamaktadır (Huang, 2010 ve Standifer, 1980). Bal arıları ihtiyaçları olan mineralleri polen dışında nektar ve dolaylı olarak da sudan karşılayabilmektedir. A ve K vitaminlerinin yavru gelişimi üzerine etkilerinin incelendiği çalışmada vitamin grubunun yavru gelişimini iki kat daha olumlu etkilediği bildirilmiştir (Elton ve Herbert, 1997).

Bal arıları su ihtiyaçlarının büyük bir kısmını nektardan sağlamaktadır ayrıca çevrede bulunan su kaynaklarından da yararlanılmaktadır (Silici ve Özkök, 2009, s:168). Bal arılarında genel olarak suya iki nedenden dolayı ihtiyaç duyulmaktadır. Bunlardan ilki petek gözlerine bal eklenebilmesi için balın seyreltilmesini sağlamak, ikincisi ise çevre sıcaklığı 35°C'nin üzerine çıktığında kovan içi sıcaklığının düzenlenmesidir (Somerville, 2000 ve Southwick ve Heldmaier, 1987).

1.5. Balın Toplam Fenolik Madde ve Antioksidan Özellikleri

Bal içeriğinde bulundurduğu fenolik asitler, flavonoidler, katalaz, glikoz oksidaz, askorbik asit, karotenoid türevleri, organik asitler, Maillard reaksiyon ürünleri, proteinler ve amino asitler gibi önemli maddeler ile antioksidan özelliği taşımaktadır (Aazza ve ark. 2014; Al Mamary ve ark., 2002; Beretta ve ark., 2005; Frankel ve ark., 1998). Polifenoller balın antioksidan özelliklerinden sorumludurlar. Flavonoidler, fenolik asitler ve fenolik asit türevleri balda bulunan başlıca polifenollerdir. Balın türüne bağlı olarak yaklaşık 50 ile 500 mg/kg polifenol balda bulunmaktadır. Balda flavonoid miktarı çevre sıcaklığından da etkilenip 2 ile 46 mg/kg arasında değişmektedir (Bogdanov, 2012). Organik asitler balın asitlik özelliğinin belirleyicisidir. Bu asitlik düzeyi kimyasal reaksiyonların, balın tadının ve aromasının, mikroorganizmalara karşı direncin artmasına, antioksidan ve antibakteriyel özelliklerin yükselmesini sağlamaktadır (Gheldof ve ark., 2002). Balın antibakteriyel özellikleri, baldaki hidrojen peroksit seviyesi ve lizozim, fenolik asitler ve flavonoidler gibi faktörlere bağlıdır (Alvarez-Suarez ve ark.,2010)

Bal, duyusal, besleyici ve tedavi edici özellikleri nedeniyle antik çağlardan beri kullanılmaktadır. Bu özellikler balın fiziksel ve kimyasal bileşimi ile ilişkilidir. Örneğin, fenolik bileşikler, duyusal özelliklerin yanı sıra antioksidan aktiviteyi de belirleyen maddelerdir. Ayrıca floral ve coğrafi orijinli biyolojik belirteçler olarak kullanılabilirler. Balın toplam fenolik madde miktarı ve toplam flavonoid miktarı balın üretildiği botanik kaynağa göre değiştiği gibi ülke ve bölgeye göre de büyük değişiklikler göstermektedir. Becerril-Sanchez ve ark. (2021), çalışma sonuçlarını derlediği tabloda Akasya (*Acacia mangium*) balında toplam fenolik madde içeriğini Türkiye Altınordu bölgesinde 2 mg gallik asit eşdeğeri (GAE)/100 g, Çinde 36,57-52,7 mg GAE/100 g arasında kaydetmişlerdir. Kestane (*Castanea* sp.) balında Türkiye-Gürgentepe’de 12 mg GAE/100 g, Portekiz’de 48,7-113,4 mg GAE/100 g olarak belirtilmiştir.

Yapılan çoğu araştırmada (Baek ve ark., 2015; Dzugan ve ark., 2018; Hailu ve Belay, 2020 ve Mokaya ve ark., 2019) ballarda toplam fenolik madde ve toplam flavonoidin, antioksidan kapasitesi ile yüksek korelasyona sahip olduğu bildirilmiştir. Arjantin ballarında antioksidan kapasitesinin fenolik madde miktarı arasında yüksek korelasyon ($r=0,91$), flavonoid miktarı ile daha düşük korelasyon ($r=0,51$) olduğu kaydedilmiştir (Cabrera ve ark., 2017). Yapılan başka bir çalışmada (Shamsudin ve ark., 2019) ise balın antioksidan kapasitesinin sadece fenolik aside bağlı olmadığı, organik asitler, amino asitler, proteinler ve Maillard reaksiyon ürünlerine de bağlı olduğu gösterilmiştir.

Herken ve ark. (2009), sertifikalı ve sertifikalı olmayan ballarla yaptıkları bir çalışmada sertifikalı olmayan bal numunelerinde toplam fenolik madde, toplam antioksidan kapasite ve toplam oksidan statusu düzeylerinin sertifikalı bal numunelerine göre daha düşük olduğunu bildirmişlerdir. Toplam oksidan statusu (TOS) ve toplam fenolik madde ile TOS ve toplam antioksidan statusu (TAS) arasında önemli korelasyon olduğunu da kaydetmişlerdir. Ballarda TOS düzeyinin 0,70-17,99 $\mu\text{mol H}_2\text{O}_2/\text{L}$ arasında, TAS düzeylerinin 0,01-0,27 mmol Trolox eşdeğeri/L arasında değiştiği görülmüştür. Ballarda TOS ölçümü balda başlıca oksidatif molekül olan hidrojen peroksit miktarı hakkında bilgi vermektedir. Ballarda antioksidan ölçümleri

DPPH (1,1-difenil-2-picrilhidrazil), FRAP (ferric reducing antioksidan power), ORAC (oksijen radikal absorbands kapasitesi), superoksit radikal-süpürme aktivitesi, TEAC (Trolox eşdeğeri antioksidan aktivitesi) metodları ile yapılmaktadır. Son yıllarda TOS ve TAS, toplam antioksidan, oksidan durumunu belirlemek için kullanılan ölçümlerdir. Oksidatif stres indeksi (OSI), oksidatif stresin derecesini belirten bir indikatördür. Akyol ve ark. (2015) Türkiye'nin 11 ilinden alınan bal numunelerinde TAS düzeyini 260-2913 μmol Trolox eşdeğeri/L, TOS düzeyini 3,92-13,61 μmol H_2O_2 /L, OSI değerini %0,34-2,20 olarak bildirmişlerdir.

1.6. Bal Arılarında Ek Besleme

Çiftlik hayvanlarında istenilen verim düzeyine ulaşabilmek için beslenme ne kadar önemliyse bal arılarında da arzu edilen koloni performansını elde edebilmek için beslenme aynı derecede önem arz etmektedir. Bu amaç doğrultusunda bal arılarının gereksinimlerine uygun besin maddeleri dışarıdan da verilmelidir. Bal arısı kolonilerinin istenilen düzeyde bal verimi sağlayabilmesi nektar akım dönemine güçlü bir popülasyonla girmelerine bağlıdır. Koloninin bu güce ulaşabilmesi periyodik bakım ve beslenmelerinin uygun şartlarda yapılarak koloninin yeterli kuluçka aktivitesi göstermesiyle mümkün olacaktır (Dülger ve ark., 2003).

Ana arının yumurtlamasının düzenli olarak devam etmesinde, geç gelen ilkbaharda, nektar akım döneminde meydana gelen olumsuz hava koşullarının uçuşa izin vermediği zamanlarda, anasız ve zayıf durumda olan kolonilerin birleştirilmesinde, ana arı yetiştiriciliğinde, bal arısı hastalıklarına karşı mücadelede ilaçların kolay bir şekilde uygulanabilmesinde, bal arılarının kışlatma için yeterince gıda stoğu olmadığı zamanlarda ve tarımsal mücadele alanlarında zehirli kimyasallar kullanıldığında meydana gelen arı kayıplarını ortadan kaldırmak veya dengelemek için bal arılarının beslenmesi ve ek besleme hususu oldukça önemlidir (Küçükersan, 2020, s:691).

Bahar aylarının özellikle yağışlı ve soğuk geçtiği bölgelerde yetiştirilen bal arıları çevreden nektar ve polen toplayana kadar ek beslemeye ihtiyaç duymaktadırlar (Mattila ve Otis, 2006).

Polen ve nektar kaynaklarındaki azalma, bal arısı kolonilerinde açlığa ve yavruların yetişmesinin durması, yetersiz beslenme ergin arı ve yavru arıların bağışıklık sisteminin zayıflamasına bunun beraberinde de arıların zararlılara karşı savunmasız hale gelmesine yol açmaktadır. Polen ve nektar salgısının azaldığı dönemlerde meydana gelebilecek problemleri ortadan kaldırabilmek için arıların beslenmesinde çeşitli ikame yemler tercih edilmektedir (Oskay ve Oskay, 2017).

Polen kaynaklarının ve depolarının yetersiz olduğu ilkbahar aylarında kuluçka gelişiminin desteklenmesi için kolonilere polen takviyesi yapılmaktadır (DeGrandi-Hoffman ve ark., 2016).

Arıcılar tarafından ek besleme yaygın olarak kullanılmaktadır. Ek besleme genellikle şeker kullanarak hazırlanan sıvı (şurup) ya da katı (kek) takviyeler şeklinde yapılmaktadır. Avrupa ülkelerinin genelinde ilkbaharda sıcaklık değerleri de dikkate alınarak koloninin güçlenmesi, nektar kaynağı noksanlığında kolonilerin desteklenmesi ve koloninin kış dönemine hazırlanması için karbonhidrat takviyeleri tercih edilmektedir. İlkbahar döneminde doğal karbonhidrat kaynaklarının bol olduğu dönemlerde de koloni gelişimini hızlandırmak için ek besleme yoluna başvurulmaktadır. Yaz aylarında çiçekli bitki kaynağındaki azalma ve yetersiz olması durumlarında yine ek beslemeye yönelim gerçekleşmektedir. Bal arısı kolonilerinin aktif olmadıkları sonbahar ve kış aylarında koloninin en güçlü şekilde hayatta kalması için koloni ek beslemeye tabi tutulmaktadır (Brodschneider ve Crailsheim, 2010).

Koloni yönetiminde her zaman kovanda yeterli bal bulundurulmalıdır. Fakat bazı zamanlarda şekerle besleme gerekli olabilir (Somerville, 2000). Bal hasadından sonra ya da kıtlık döneminde rutin olarak karbonhidratla besleme gerçekleştirilir (Neupane ve Thapa, 2005). Kolonide bal takviyesi yetersizse ve koloninin bulunduğu alanda yeterli nektar bulunmuyorsa ya da kötü hava şartlarından dolayı nektara erişim

imkanı yoksa kolonilere şeker takviyesi yapılmalıdır. Şeker kamışı veya pancar şekeri, izomerleştirilmiş mısır şurubu ve tip-50 şeker şurubu bal arılarının doğal beslenmesinde uygun bal ikame maddeleridir (Standifer, 1980).

Bal arılarının ek beslenmesinde bal, polen, arı ekmeği, yağsız süt tozu, arı keki ve pudra şekeri kullanılmaktadır. Kullanılacak materyal bal ise temiz, kaynağı belli, hastalıksız kolonilerden alınmalıdır. Şeker tercihi rafine edilmiş, pancar ve kamıştan elde edilen şeker olmalıdır. Polen ve arı ekmeği kullanımında kaynağı bilinen hastalıksız kolonilerden alınan küflenmemiş ve taze olmasına dikkat edilmelidir. Polen bulunamadığı durumlarda yağsız soya unu ve yağsız süt tozu kullanılmalıdır (Küçükersan, 2020, s:692).

Ek besleme uygulamasının bal arısı kolonilerinin fizyolojik özellikler üzerine etkilerini araştırmak için yürütülen çalışmada ek besleme için hazırlanan keklerde 1. grupta bal ve polen, 2. grupta soya unu, polen, sukroz ve su, 3. grupta maya, polen, sakkaroz ve su, 4. grupta maya sukroz ve su, 5. grupta soya unu, sukroz ve su kullanılmıştır. Polen ve bal takviyesi içeren keklerin diğer gruplarla karşılaştırıldığında, kolonilerde ağırlık kazancını ve bal verimini önemli ölçüde arttırdığı tespit edilmiştir. Araştırma sonucunda bal ve polen ilavesi ile hazırlanan kek arıcılara önerilmiştir (Dodoloğlu ve Emsen, 2007).

Kösoğlu ve ark. (2019) karıştırılmış bahar poleni, piyasa arı keki, şeker şurubu ve bal şurubu ile yaptıkları beslemenin bal arılarında arılı çerçeve miktarı, kışlama kabiliyeti, yavrulu alan, polen stoğu ve kışlama öncesi *Nosema* spp. üzerine etkilerini incelemişlerdir. Çalışmada karışık bahar poleni ile beslemenin diğer gruplara nazaran yavrulu alan, polen depolama alanı, arılı çerçeve sayısı bakımından önemli olduğu belirtilmiştir. Kışlama yeteneğinde gruplar arası istatistiksel farklılık tespit edilmezken *Nosema* spp. yükü en yoğun grup arı keki ile beslenen grup olarak belirlenmiştir. Çalışma sonunda polenin ek beslemede kullanımının bal arısı kolonilerin sağlığı ve gelişimi bakımından etkili bir yöntem olduğu belirtilmiştir.

Bekret ve ark. (2015) gerçekleştirdikleri çalışmada, bazı bitkilerden sağlanan bitki ekstraktı ve yağ karışımlarını şuruba ilave ederek, elde edilen şurubun bal arısı kolonilerinin bazı fizyolojik özelliklerine etkilerini incelemişlerdir. Araştırmada ekstrakt/yağ karışımı olarak okaliptüs yağı, kekik yağı ve ekstraktı, yaban mersini yağı ve ekstraktı, defne yaprağı yağı ve ekstraktı, ceviz yaprağı ekstraktı ve yağı, çam yağı guar sakızı karışımı, karabaş otu yağı ve ekstraktı kullanılmıştır. Çalışmada tesadüfi olarak ayarlanmış 10 koloni bulunduran iki grup oluşturulmuştur. 1. gruba bitki ekstraktı ve yağ karışımı kapsayan şurup, kontrol grubuna ise sadece şurupla (1/1 oranında sakkaroz-su) besleme uygulanmıştır. Çalışmanın sonucunda bitki ekstraktı ve yağ karışımı kullanımının kovan ağırlığı ve çerçeve sayısı parametrelerini etkilemediği görülmüştür. Kullanılan karışım matematiksel olarak yavru üretiminde etki gösterse de istatistiksel açıdan önemli görülmemiştir. Bal veriminde ise istatistiksel olarak önemli artış olduğu bildirilmiştir.

Bal arısı kolonilerinde farklı besleme metodlarının bal verimi ile koloni gelişimi üzerine etkileri araştırılmıştır. Çalışmada her grupta 10 adet koloni hazırlanarak üç grup oluşturulmuştur. 1. grupta şurup, mineral, vitamin ve antibiyotik karışımı, 2. grupta şurup (1:1 oranında sakkaroz ve su) beslemeleri yer alırken 3. grupta herhangi bir ek besleme yapılmamıştır. Denemenin sonucunda grup 1, grup 2, ve grup 3 sırasıyla ortalama arılı çerçeve sayıları $9,80 \pm 0,6$ adet, $9,50 \pm 0,33$ adet, $8,30 \pm 0,88$ adet olarak, ortalama yavrulu alan miktarı ortalama $3125 \pm 228 \text{ cm}^2$, $2725 \pm 209 \text{ cm}^2$ ve $2440 \pm 420 \text{ cm}^2$ olarak, ortalama bal verimleri $43.80 \pm 1.28 \text{ kg/koloni}$, $36,30 \pm 2,59 \text{ kg/koloni}$ ve $19,20 \pm 1,50 \text{ kg/koloni}$ olarak kaydedilmiştir. Çalışma sonucunda gruplar arasında arılı çerçeve sayıları ve yavrulu alan miktarları arasındaki farkın istatistiki olarak önemli ($P < 0,01$) olduğu bildirilmiştir. Şurup, vitamin, mineral, antibiyotik katkılı beslenen grupta yalnızca şurupla beslenen gruba göre %21, hiç besleme yapılmayan gruba göre %128 daha fazla bal üretimi olduğu belirtilmiştir.

Bal arıları kolonilerinin ek yemlerle beslemenin koloni ağırlığı, yavrulu alan ve arılı çerçeve sayısı üzerine etkilerinin değerlendirilmesi amacıyla gerçekleştirilen bir çalışmada 4 grup oluşturularak, 1. grupta kek ve şurup, 2. grupta kek, 3. grupta şeker kullanılmıştır. 4. grup kontrol grubu olarak oluşturulmuştur. Çalışmanın

sonucunda kek ve şurup beslemesinin koloni ağırlığı, çerçeve sayısı ve yavrulu alan bakımından diğer gruplardan daha iyi sonuçlar alındığı gözlemlenmiştir (Şahinler ve Kaya, 2001).

Arıcılar, arı zararları ve hastalıkları ile mücadelede antibiyotik ve sentetik akarisitler gibi ilaçlar kullanmaktadır. Bu ilaçların hatalı kullanımı, etkenlerin ilaca karşı direnç kazanmasına, arı ürünlerinde de kalıntı oluşmasına sebebiyet vermektedir. Bazı bitki yağlarının akarlar, bakterilere ve mantarlara karşı kullanılabilme durumunun farklı bir tedavi potansiyeli teşkil etmesi, konuyla ilgili çalışmalara ağırlık verilmesine neden olmuştur. Son dönemlerde nane, greyfurt, kekik, limon otu, karanfil, tarçın ve biberiye gibi bitkilerden elde edilen esansiyel yağların bazı bakteriler, akarlar ve mantarlar üzerinde öldürücü etkiler meydana getirdiğini belirten araştırmalar yapılmıştır. Yararlı bitki örtüsü çeşitliliği açısından zengin olan ülkelerde, hastalıklara karşı etkinliği saptanmış bitkilerden elde edilen esansiyel yağlar, kullanılan canlıya ve çevreye zarar vermemesi nedeniyle zararlılara karşı mücadelede geleneksel ilaçlar yerine veya bu ilaçlarla birlikte kullanılmalıdır (Tutun ve ark., 2018).

Diğer bir araştırma (Ghasemi ve ark., 2011) *Thymus kotschyanus*, *Ferula assa-foetida* ve *Eucalyptus camaldulensis* bitkilerinin esansiyel yağlarının laboratuvar koşullarında *Varroa Destructor* parazitine karşı akarisidal aktivitesini değerlendirmek amacıyla yapılmıştır. *Thymus kotschyanus* türünün esansiyel yağı *V. destructor* için en etkili fümigant olduğu, ardından *Eucalyptus camaldulensis* esansiyel yağının geldiği ve en düşük akarisidal aktiviteye ise *Ferula assa-foetida* otunun esansiyel yağının sahip olduğu belirlenmiştir.

Şahinler ve Şahinler (2009) bal arıları ile yaptıkları bir çalışmada ek beslemede çakşır (*Ferula communis*) kökü ve anason (*Pimpinella anisum*) tohumunun bal arısı kolonilerinde yavru üretimi, koloni performansı ve bal verimi üzerine etkilerini incelemişlerdir. Hatay ve Konya yöresi koşullarında, Muğla arısı (*Apis mellifera anatoliaca*) kolonilerinin şurup ve arı kekine bu bitkilerden hazırlanan %15 ve %25'lik ekstraktları ilave edilmiş, böylece şurup ve kekteki bitki konsantrasyonları %5-8,3 düzeyinde olmuştur. Hatayda ilkbahar döneminde anason tohumu ve çakşır kökünün

şurupta %5 ve %8.3 düzeyinde kullanımı yavrulu alan, koloni ağırlığı, çerçeve sayısı, uçuş etkinliği, bal verimi ve yaşama gücü bakımından istatistik açıdan bir farklılık yaratmamıştır. Kekte anason tohumu ve çakşır bitkisi kökü kullanımı kontrol grubuna göre koloni ağırlığı, çerçeve sayısı ve uçuş etkinliği bakımından istatistik açıdan bir farklılık yaratmamış fakat yavrulu alan önemli ölçüde azalmıştır.

Neupane ve Thapa (2005) bal arılarının ek beslenmesinde şeker şurubuna alternatif pirinç kepeği, mısır, muz ve kabak şuruplarını kullanmıştır. Şeker şurubu verilmesi arılı çerçeve sayısını %32, kuluçka alanını %53,5 düzeyinde artırmıştır. Muz ve kabak şurubu ile ek beslemenin ise arılı çerçeve sayısını sırasıyla %12 ve %3,2; kuluçka alanını ise sırasıyla %16,3 ve %2,8 düzeyinde artırdığı bildirilmiştir. Mısır şurubu ve pirinç kepeği şurubu verilmesi ise arılı çerçeve sayısı ve kuluçka alanını azaltmıştır.

Kış mevsimi süresince bal arılarına ek besleme uygulanması oksidatif stresin azaltılmasında önem taşımaktadır (Tawfik ve ark., 2020).

Kamal ve ark. (2019) beyaz ve kahverengi şeker kullanarak ve beyaz şeker farklı oranlarda seyrelterek yaptıkları ek besleme sonucunda üretilen balları şeker şurubu kullanılmadan üretilen balı fiziksel ve kimyasal bileşim yönünden incelemişlerdir. Şuruplarda farklı oranlarda beyaz şeker kullanımı, kahverengi şeker şurubu kullanımına ve şurup kullanılmayan gruba göre nem miktarı, pH değeri daha fazla, asiditesi ise daha düşük bulunmuştur. Kahverengi şekerin 2:1 oranında kullanıldığı şurupla beslemede balda toplam fenolik madde beyaz şeker kullanımına ve kontrol grubuna göre önemli derecede daha fazla bulunmuştur. Ballardaki antioksidan aktivitesi ise kahverengi şeker ve beyaz şekerin 1:1 oranında kullanıldığı şuruplu gruplarda daha yüksek bulunmuştur. Ballardaki toplam fenolik madde miktarı 158.04-174.87 mg GAE/100 g arasında bildirilmiştir.

Bal arılarında farklı yem maddeleriyle (bira mayası, soya unu, mısır unu, çimlenmiş bezelye unu gibi) ek besleme uygulamasının, şeker şurubu ile karşılaştırıldığı çalışmada sadece şeker şurubu kullanımının, yem madde şurubu

kullanımına kıyasla arılı çerçeve sayısı, kuluçka alanı ve bal verimini önemli derecede arttırdığı bildirilmiştir (Ahmad ve ark., 2021). Araştırma sonucunda özellikle polenin yetersiz olduğu dönem ve bölgelerde ek beslemenin önemini vurgulamışlardır. Ullah ve ark. (2021)'da bal arılarıyla yaptıkları bir çalışmada farklı protein kaynakları ile zenginleştirilen yemin (polene alternatif) arılı çerçeve sayısı, kuluçka alanı ve bal verimini önemli derecede arttırdığı bildirilmiştir.

1.7. Çakşır Otu (*Ferula communis* L.)

Çakşır otu maydonozgiller (*Apiaceae / Umbelliferae*) ailesinden, sarı çiçekli ve çok yıllık bir bitkidir (Şekil 1.1). Yoğun köklere sahip, 1–2,5 m yüksekliğindedir. Çakşır otunun kökleri ezilip bal ile birlikte cinsel gücü arttırmak için kullanılabilir (Kaya, 2008). Çakşır otu kimi yörelerde yemek olarak pişirilmekte (Artvin, Erzurum) ve peynir baharatı (Van) olarak kullanılmaktadır (Doğan ve ark., 2014).

Ferula cinsi yaklaşık 170 türe sahip olup Orta Asya, Afrika ve Akdeniz Bölgesinde yetişmektedir. Ferula cinsi uzun bir tıbbi geçmişe sahiptir. İnsanlar ve hayvanlar üzerine etkilerinin yapıldığı çalışmalarda farmakolojik etkileri ortaya konulmuştur (Akaberi ve ark., 2015). Ferula cinsi bitkiler sindirim bozuklukları, romatizma, baş ağrısı, artrit, baş dönmesi, diyabet gibi rahatsızlıklarda kullanıldığı gibi antibakteriyel ve antiinflamatuvar etkileri bulunmaktadır (Rahali ve ark., 2019). Farmakolojik etkilerinin yanı sıra ülkemizde yapılan bir araştırmaya göre ikiz yavrulama için keçilere taze olarak verilmektedir (Akbulut ve Yılmaz, 2022). Ülkemizde 17 dolayında ferula türü yetişir. Bazıları şunlardır: *Ferula asa-foetida* L. (Şeytan tersi), *F. Communis* L., *F.galbaniflua* (Kasnı), *F.orientalis* L., *F.szowitsiana* DS. (Sivaskasnısı), *F.rigidula* DC. *Ferula communis* L. bitkisi halk arasında çakşır olarak bilinmektedir (Kaya, 2008 ve Sağiroğlu, 2005).



Şekil 1.1. Çakşır otu (*Ferula communis* L.) bitkisi.

Ferula bitkileri progesteron, testosteron ve östrojenler gibi üreme hormonlarını etkileyen fitoöstrojenik maddeleri içerir. Bu maddeler östrojene benzer etkiye sahip, bitki kökenli östrojenlerdir. Fitoöstrojenlerin farklı seviyelerde östrojenik etkinlikleri vardır ve progesteron ile testosteron üzerinde hormonal etkilidir. Organizmada etkinlik gösterme biçimleri doğal östrojenlerle yarışa girerek reseptörlere bağlanma şeklindedir. Fitoöstrojenin aktif maddeleri izoflavonlar ve ferutinindir (Appendino ve ark., 2001; Aragno ve ark., 1988; İnanç ve Tuna, 2005 ve Metka, 2001). Ferula cinsinde çok sayıda bileşik tanımlanmıştır. Bunlar arasında seskiterpenler, seskiterpen kosarinler, seskiterpen laktonlar ve sülfür içeren bileşikler bulunur. *F. communis* L. farklı biyolojik etkilere sahip zehirli ve zehirli olmayan 2 kemotipe sahiptir. Bu türler coğrafik olarak farklı bölgelere dağılmış şekildedir. Zehirli olmayan tür geleneksel olarak içerdiği fitoöstrojen nedeniyle bir fitotojen bitki olarak kullanılırken, zehirli olan tür farklı toksikasyonlara ve hatta ölüme sebebiyet verebilir. (Akaberi ve ark., 2015; Appendino ve ark., 2001 ve Sacchetti ve ark., 2003).

1.8. Çakşır Otu Türlerinin Hayvan Beslemede Kullanımı ile İlgili Yapılmış Çalışmalar

Çopur ve ark. (2004), gerçekleştirdikleri 6 haftalık bir çalışmada çakşır otu (*Ferula eleaocytris* L.) kökünün 43 haftalık Amerikan Bronz hindilerinde yumurta

verim özellikleri ve kuluçka parametresi üzerine etkilerini incelemişlerdir. Çalışmada bitkisel östrojen ihtiva eden çakşır otları köklerinin tozu %5 düzeyinde kullanılmıştır. Yumurta verimi kontrol ve deneme grubunda sırasıyla %36,46 ve %41,80 olarak bildirilmiştir. Her iki grup içinde yumurta sarı ağırlığı ve şekil indeksi değerlerinde önemli ($P<0,05$) farklılıklar bulunmuştur.

Keskin ve ark. (2004), Şam keçilerinin üreme fonksiyonları üzerine çakşır kökü tozunun etkilerini inceledikleri çalışmada deneme grubu rasyonuna östrojenik etkisi bilinen %10 oranında *F. communis* ilave edilmiştir. Deneme grubunda ilk ve son kızgınlık arasındaki zaman aralığının daha geniş olduğu belirtilmiştir. Deneme ve kontrol grupları için sırasıyla zaman aralığı 24,9 ve 21,0 saat olarak gözlemlenmiştir. Bununla beraber ikiz doğum oranı deneme grubunda %60 'a karşı kontrol grubunda %30 olarak hesaplanmıştır.

Önal ve ark. (2004) yaptıkları bir çalışmada, çakşır (*F. communis*) bitki kökünün koyunlara, günlük yem tüketiminin %5'i oranında öğütülmüş ve suda çözünmüş olarak verilmesinin döl veriminde artış sağladığı gösterilmiştir.

Filik (2009), rasyonlara 2, 4 ve 8 g/kg çakşır otu (*F. eleaocytris*) kökü tozu ilavesinin yumurtacı tavuklarda canlı ağırlık, yumurta ağırlığı, yemden yararlanma oranı, yem tüketimi ve yumurta verimini önemli bir şekilde etkilemediğini bildirmiştir.

Sıçanlarda hepatotoksisite ve oksidatif hasar için *Ferula communis* özütünün hepatoprotektif potansiyelinin araştırıldığı bir çalışmada (Deniz ve ark., 2019) lipid oksidasyonunu azaltıp hepatik antioksidan savunma sistemini onardığı dolayısıyla karaciğer hasarını önlemede etkisinin olduğu bildirilmiştir.

Egber ve ark. (1998) çok fazla çakşır (*F. communis*) bulunan meralarda, genç kuzularda oluşan zehirlenmenin önüne geçebilmek için koşullandırılmış yem tüketim isteksizliği ile ilgili yapılan çalışmasında fiğ ve çakşır bulunan yapay meralarda süten

kesilmiş 40 günlük kuzuları tutmuşlardır. Deneme sonucunda çakşır bulunan meralarda yem tüketim isteksizliğinin 46 güne kadar devam ettiği gözlemlenmiştir.

Çevresel etkenlerden dolayı polen ve nektar kaynaklarının azalması nedeniyle arıları nektar akımı dönemine güçlü bir şekilde sokmak, kolonideki yavru miktarını ve bal verimini artırmak için ek besleme giderek önem kazanmaya başlamıştır. Polen, yem maddeleri, karbonhidratlar ve vitamin katkılarına dayalı ek besleme yapıldığına dair çeşitli araştırmalar bulunmaktadır. Bitkisel ekstraktlarla ilgili çok az araştırmaya rastlanılmıştır. Ülkemizde doğada yetişen fitoöstrojenik bakımından zengin olan çakşır otu tohumunun bal arılarında ek beslemede kullanılmasına dair bir çalışma gözlenmemiştir. Çakşır otu tohumu ve kökünün ek beslemede şurup içerisinde kullanımının ballarda toplam fenolik madde ve antioksidan özellikleri üzerine etkisine de rastlanmamıştır. Bu nedenle yapılan çalışmada çakşır otu tohumu ve kökünün farklı düzeylerde şuruba eklenmesiyle bal arılarında ergin arı gelişimi, kuluçka alanı gelişimi, nektar akım döneminde ağırlık kazancı, bal verimi, ballarda toplam fenolik madde ve antioksidan-oksidan statusuna etkisinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

2. GEREÇ VE YÖNTEM

2.1. Gereç

Çalışma, 20 adet Kafkas melezi arı kolonisi (*Apis mellifera caucasica* L.) üzerinde gerçekleştirilmiştir. Bal arılarının temini yöredeki yetiştiricilerden sağlanmıştır. Temin edilen bal arısı kolonileri her bir deneme grubu ve kontrol grubu için 3 çerçeve yavrulu olmak üzere 7 arılı çerçeve bulunduracak şekilde her biri eşit güçte olacak şekilde ayarlanmıştır. Eşitlenen her bir koloniye yeni sezon ana temini gerçekleştirilmiştir.

Çalışmada 20 adet standart Langstroth tipi kovan kullanılmıştır.

Çalışmada çakşır otu bitkisi (*F. Communis* L.) kök ve tohumlarından yararlanılmıştır. Çakşır otu bitkisi yöreden eylül aylarının ilk haftalarında toplanmıştır. Toplanan çakşır otlarının öğütülmesi için blenderlardan yararlanılmıştır.

Kolonilere verilmek üzere hazırlanacak şuruplar için şeker temini gerçekleştirilmiştir.

Çalışmanın farklı periyotlarında eldiven, maske, el demiri, körük, şurupluk, temel petek ve diğer arıcılık malzemeleri kullanılmıştır. Nektar akımı döneminin belirlenmesi ve ağırlık kazancı ile bal veriminin belirlenmesi için basküllerden yararlanılmıştır.

Arı denemesi Bayburt ili Demirözü ilçesinde bulunan Bayburt Üniversitesi Demirözü Meslek Yüksekokulu Karaçayır Veterinerlik Uygulama Alanında yürütülmüştür. Demirözü İlçesi, Bayburt Merkez, Gümüşhane (Köse-Kelkit) ve Erzincan (Çayırılı-Otlukbeli) İlleri ile çevrilidir. Doğu Karadeniz Bölgesinde Çoruh Vadisi içinde yer almaktadır. Rakım 1680 metredir. Çoruh vadisi, yaz aylarında

arıcılık için uygun iklim ve bitki örtüsüne sahiptir. İlçede Beşpınar (Lori) deresi ile Gökçedere (Pulur) deresi akarsu olarak bulunmaktadır. 1996 yılında temeli atılan Demiröz sulama Barajı ilçenin bitki örtüsünde ve ikliminde büyük ölçüde olumlu değişikliklere sebep olmaktadır (Anonim, 2022a). Bayburt genelinde nektar ve polen kaynağı olan bitkilerin başlıcaları, *Asteraceae*, *Fabaceae*, *Cannabaceae*, *Dipsacaceae*, *Onagraceae*, *Cornaceae*, *Rosaceae*, *Poaceae*, *Elaeagnaceae*, *Apiaceae*, *Boraginaceae*, *Cupressaceae*, *Lamiaceae*, *Liliaceae*, *Caprifoliaceae*, *Paeoniaceae*, *Plantaginaceae*, *Ranunculaceae*, *Polygonaceae*, *Salicaceae*, *Crassulaceae*, *Caryophyllaceae*, *Solanaceae*, *Tiliaceae*, *Urticaceae* olup üretilen ballarda genellikle *Boraginaceae* ve *Fabaceae* familyalarına ait polenlere rastlanır (Anonim, 2022b).

2.2. Yöntem

2.2.1. Deneme Düzeni

Bayburt Üniversitesi Demiröz Meslek Yüksekokulu Veterinerlik Bölümü Uygulama Alanı'nda yer alan arılığa 14 Mayıs 2021 tarihinde gelen koloniler 3'ü yavrulu olmak üzere toplam 7 arılı çerçeve bulunduracak şekilde eşitlenmiştir. Kolonilere yeni sezon ana arıları verilmiştir. Eşitlenen 20 adet koloni, çalışma gruplarında ve kontrol grubunda her bir grup için 4 koloni olacak şekilde dağıtılmıştır (Şekil 2.1.). Çalışma grupları ve kontrol grubu Çizelge 2.1.'deki gibi oluşturulmuştur.

Çizelge 2.1. Çalışma grupları.

Çalışma Grupları	Ek beslemede çakşır otu kök ve tohumlarının verilme oranı
Kök-1	%0,1 çakşır otu kökü içeren şurup
Kök-2	%0,2 çakşır otu kökü içeren şurup
Tohum-1	%0,1 çakşır otu tohumu içeren şurup
Tohum-2	%0,2 çakşır otu tohumu içeren şurup
Kontrol	Sadece şurup (çakşır otu kök ve tohumu içermemektedir)



Şekil 2.1. Çalışma gruplarının görünümü.

Çalışmada Kök-1 ve Kök-2 grupları sırasıyla %0,1; %0,2 oranında çakşır otu kökü içeren şuruplarla, Tohum-1 ve Tohum-2 grupları sırasıyla %0,1; %0,2 oranında çakşır otu tohumları içeren şuruplarla ve kontrol grubuna ise sadece şurupla nektar akımı döneminin 21 gün öncesine kadar ek besleme uygulanmıştır.

2.2.2. Çakşır Otlarının Hazırlanması

Çalışmada kullanılacak olan çakşır otları Eylül ayının ilk haftalarında Bayburt ilinden toplanmıştır. Toplanan çakşır otları üzerlerindeki toprak ve yabancı maddelerden arındırılarak bozulmaya imkan vermeyecek şekilde gölgede kurutulmuştur. Çakşır otu kökleri kabuk kısımları soyularak ve parçalanarak (Şekil 2.2.) kurutulmuştur (Şekil 2.3.). Çakşır otu tohumları kurutulduktan sonra dallarından ayıklanarak muhafaza edilmiştir (Şekil 2.2). Kurutulan çakşır otu tohumları ve kökleri blender vasıtasıyla öğütülmüştür. Öğütülmüş çakşır otu kökleri Şekil 2.4.'de, öğütülmüş çakşır otu tohumları Şekil 2.5.'de gösterilmiştir. Öğütülen çakşır otu tohum ve kökleri şuruplara ilave edilmek üzere hazır hale getirilmiştir (Şekil. 2.6.).



Şekil 2.2. Çakşır otu köklerinin parçalanması ve çakşır otu tohumlarının ayıklanması.



Şekil 2.3. Parçalara ayrılmış ve kurutulmuş çakşır otu kökleri.



Şekil 2.4. Öğütülmüş çakşır otu kökleri.



Şekil 2.5. Kurutulmuş ve öğütülmüş çakşır otu tohumları.



Şekil 2.6. Şuruplara katılmaya hazır hale getirilen çakşır otu kök ve tohumları.

2.2.3. Çakşır Otu İçeren Şurupların Hazırlanması

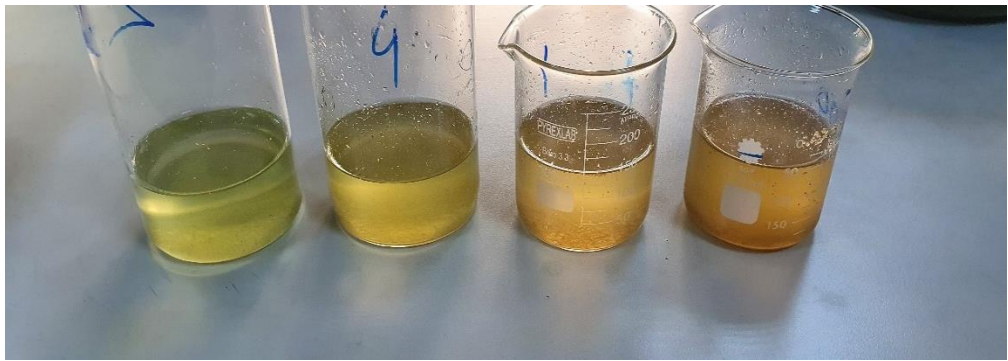
Nektar akım döneminden 21 gün öncesine kadar yapılan ek beslemede tüm gruplar için şuruplar günlük olarak hazırlanmıştır. Kolonilere verilen şuruplar tüm gruplarda 1:1 oranında (1 birim şeker ve 1 birim su) hazırlanmıştır.

Çalışma gruplarında şuruplar hazırlanırken önce su kaynatılmıştır. Her bir grup için ayrı kaplara kaynamış birer litre su koyulmuştur. Kaplarda bulunan sulara 1. grup için 1 g çakşır otu kökü, 2. grup için 2 g çakşır otu kökü, 3. grup için 1 g çakşır otu

tohumu, 4. grup için 2 g çakşır otu tohumu ilavesi gerçekleştirilmiştir (Şekil 2.7.). 5 dakika süre ile beklendikten sonra tüm gruplarda suyla aynı hacimde (1:1 oranında) şeker ilavesi gerçekleştirilmiştir ve şekerin çözünmesi için aralıklarla karıştırılmıştır. Daha sonra elde edilen şuruplar 6 saat beklemeye bırakılmıştır. 6 saat bekletilen şuruplar (Şekil 2.8.), bal arısı kolonilerine verilmeden önce çakşır otu kök ve tohumlarının şuruplardan süzme işlemi gerçekleştirilmiştir (Şekil 2.9.). Kontrol grubuna ise sadece 1:1 oranında hazırlanmış şeker şurubu verilmiştir. Çalışmada kovanlarda 1'er litrelik şurupluklar kullanılmıştır. Şuruplar bal arısı kolonilerine akşam saatlerinde verilmiştir. Şurupların verildiği süre boyunca çalışma gruplarında ve kontrol grubunda bal arısı kolonilerinin şurupları bir gün içinde tükettiği gözlemlenmiştir.



Şekil 2.7. Çakşır otu kök (sol) ve tohumlarını (sağ) içeren şuruplar.



Şekil 2.8. Altı saat bekletilmiş soldan sağa sırasıyla %0,1 ve %0,2 çakşır otu kökü ve %0,1 ve %0,2 çakşır otu tohumu içeren şuruplar.



Şekil 2.9. Çakşır otu kök ve tohumlarını içeren şurupların süzülmesi.

2.2.4. Çakşır Otu Kökü ve Tohumunun Besin Madde Bileşimi, Toplam Fenolik Madde Düzeyi ile Antioksidan - Oksidan Statusunun Belirlenmesi

AOAC (2000)'de bildirilen metotlara göre çakşır otu kök ve tohumlarının ham besin madde miktarları Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları Anabilim Dalı Laboratuvarlarında belirlenmiştir.

Çakşır otu kök ve tohumlarında toplam antioksidan-toplam oksidan statusu ile toplam fenolik madde analizi için kök ve tohumlardan 0.3 g tartılarak üzerine 5 ml metanol-saf su karışımı (1:1) ilave edilmiştir. 60 dakika süresince 10 dakikada bir olmak üzere bir dakika boyunca vortekslenmiştir. Daha sonra 70°C'de 30 dakika inkübasyona tabi tutulmuştur. 5000 rpm'de +4°C'de 5 dakika santrifüj edilmiştir. Berrak sıvı kısmı toplam antioksidan-toplam oksidan statusu ile toplam fenolik madde analizleri için kullanılmıştır.

Çakşır otu kök ve tohumlarının toplam antioksidan durumu (TAS) ticari kit (Relassay, Türkiye) kullanarak spektrofotometre ile mmol Trolox eşdeğeri/L olarak ölçülmüştür (Erel, 2004). Toplam oksidan durumu (TOS) ticari kit (Relassay, Türkiye) kullanarak spektrofotometre ile $\mu\text{mol H}_2\text{O}_2$ eşdeğeri/L olarak ölçülmüştür (Erel, 2005). Oksidatif stress indeksi (OSI) ise ' $100 \cdot \text{TOS} (\mu\text{mol/L}) / \text{TAS} (\mu\text{mol/L})$ ' formülü kullanılarak hesaplanmıştır (Ramay ve Yalçın, 2020).

Toplam fenolik madde düzeyi spektrofotometre ile Folin-Ciocalteu'ya (Singleton ve Rossi, 1965 ve Singleton ve ark., 1999) göre analiz edilmiştir. Standart olarak gallik asit kullanılarak eğri oluşturulmuş ve sonuçlar gallik asit eşdeğeri (GAE) olarak (mg/100 g) hesaplanmıştır.

2.2.5. Bal Arılarında Bazı Performans Özelliklerinin İncelenmesi

Çalışmada nektar akım döneminden 21 gün öncesine kadar ek beslemeye tabi tutulan gruplarda; bal arılarının arılı çerçeve sayısı, kuluçka alanı gelişimi, nektar akım dönemi ağırlık kazancı, bal verimi ve yaşama gücü incelenmiştir.

2.2.5.1. Arılı Çerçeve Sayısının Belirlenmesi

Arılı çerçeve sayısını belirlemek için 21 günlük aralıklarla 15 Mayıs - 05 Haziran - 26 Haziran- 17 Temmuz - 07 Ağustos 2021 tarihlerinde kolonilerin arılı çerçeve sayıları belirlenmiştir ve elde edilen bulgular ergin arı gelişiminin ölçüsü olarak nitelendirilmiştir (Güler, 2000a ve Kumova, 2000).

2.2.5.2. Kuluçka Alanı Gelişiminin Belirlenmesi

Çalışmada kullanılan kolonilerin yavrulu alan ölçümleri (Şekil 2.10.), 21 gün aralıklarla 15 Mayıs - 05 Haziran - 26 Haziran - 17 Temmuz - 07 Ağustos 2021 tarihlerinde bütün yavrulu çerçeveler üzerindeki kapalı kuluçka alanlarının Puchta yöntemiyle cm² cinsinden ölçülerek yavrulu alan tespiti şeklinde gerçekleştirilmiştir (Bayram ve ark., 2004; Dodoloğlu, 2000; Fresnaye ve Lensky, 1961 ve Kumova ve Korkmaz, 2002b).



Şekil 2.10. Yavrulu alan ölçümü.

2.2.5.3. Nektar Akım Dönemi Ağırlık Kazancının Belirlenmesi

Nektar akım dönemindeki ağırlık artışlarının belirlenmesi için tüm koloniler nektar akım başlangıcında (Haziran) ve sonunda (Ağustos) tartılmıştır. Koloniler, ballık veya ilave çerçeve verme veya geri alma durumunda da tartımları gerçekleştirilerek nektar akım dönemindeki net ağırlık kazançları belirlenmiştir (Dülger, 1997 ve Erdoğan, 2007).

2.2.5.4. Bal Veriminin Belirlenmesi

Çalışma gruplarında bal verimini değerlendirmek için süzme işleminden önce ve sonra çerçeveler tartılmıştır. Kolonilerin kışlık ihtiyaçları dikkate alınarak yalnız ballıktan bal hasadı yapılmıştır (Dodoloğlu, 2000; Gösterit ve ark., 2012 ve Nelson ve Gary, 1983).

2.2.5.5. Yaşama Gücünün Belirlenmesi

Deneme gruplarının yaşama güçlerini belirlemek için deneme süresince günlük kontroller yapılmıştır. Deneme süresince gruplarda deneme dışı kalan ve sönen koloni olup olmadığı sayılarından yararlanarak hesaplanmıştır (Akyol ve ark.,2005; Dülger, 1997; Erdoğan, 2007 ve Gösterit ve ark., 2012).

2.2.6. Ballarda Toplam Fenolik Madde ve Antioksidan – Oksidan Statusunun Belirlenmesi

Bal numuneleri 1:3 oranında fosfat tamponu ile seyreltilerek homojenize edilmiştir. Toplam antioksidan-toplam oksidan statusu (Erel, 2004 ve Erel, 2005) ile toplam fenolik madde (Singleton ve Rossi, 1965 ve Singleton ve ark., 1999) analizleri ve OSI hesaplaması (Ramay ve Yalçın, 2020) çakşır otu kök ve tohumlarının analizinde olduğu şekilde yapılmıştır.

2.2.7. İstatistik Analizler

İstatistik analizler SPSS 23.0 (SPSS Inc., Chicago, IL, USA) ile yapılmıştır. Verilerin dağılımı Shapiro-Wilk testi kullanılarak kontrol edilmiştir. Tüm veriler bakımından gruplar arası farklılığın daha iyi gözlemlenmesi için parametrik olmayan test olan bağımsız örneklerde Kruskal-Wallis Testi ile test edilmiştir ve $P<0,05$ olan değişkenlerde farklılığı oluşturan grupların tesbitinde ikili karşılaştırmalar yapılmıştır. Tekrarlı ölçümlerde GEE (Generalized Estimating Equations) analizi ile çakşır tohumu ve kökünün farklı düzeylerinin ergin arı gelişimi ve kuluçka alanı gelişimi incelenmiştir. Ayrıca farklı dozlarda kullanılan tohum ve kökün çalışılan değişkenler üzerine etkilerini belirlemek için Tek Yönlü Varyans Analizi yapılarak Polynomial Kontrasts kullanılmış ve lineer ve quadratik etkilere bakılmıştır. Gruplar arasındaki farklılıkların önemliliğinde Tukey testi kullanılmıştır (Dawson ve Trapp, 2001). Önemlilik düzeyi $P<0,05$ olarak alınmıştır.

3. BULGULAR

3.1. Çakşır Otu Tohumu ve Kökünün Kimyasal Bileşimi

Bal arısı kolonilerinin ek beslenmesinde kullanılan çakşır otu tohumu ve kökünün besin madde bileşimi ile antioksidan özellikleri Çizelge 3.1’de verilmiştir. Çakşır otu tohumunda protein, kökünde ise nişasta yüksek düzeyde çıkmıştır. Çakşır otu kökünde toplam fenolik madde ve toplam oksidan statusu tohumuna kıyasla daha fazla bulunmuştur.

Çizelge 3.1. Çakşır otu tohumu ve kökünün kimyasal bileşimi.

Parametre	Çakşır otu tohumu	Çakşır otu kökü
Kuru madde, %	91,67	90,96
Ham protein, %	18,60	6,60
Ham yağ, %	14,05	8,94
Ham lif, %	12,84	20,65
Ham kül, %	4,55	3,44
Nişasta, %	5,88	13,36
Şeker, %	1,63	0,26
TFM, mg GAE/100 g	146,95	200,32
TAS, mmol Trolox eşdeğeri/kg	46,09	44,22
TOS, $\mu\text{mol H}_2\text{O}_2$ eşdeğeri/kg	299,20	877,80
OSI, %	0,65	1,99

TFM: toplam fenolik madde, TAS: toplam antioksidan statusu, TOS: toplam oksidan statusu, OSI: oksidatif stres indeksi ($100 \times \text{TOS} (\mu\text{mol/kg}) / \text{TAS} (\mu\text{mol/kg})$), GAE: gallik asit eşdeğeri

3.2. Ek Beslemede Çakşır Otu Tohumu ve Kökü Kullanımının Ergin Arı Gelişimi Üzerine Etkisi

Denemede farklı düzeylerde çakşır otu tohumu ve kökü kullanımının ergin arı gelişimi Tekrarlı Ölçümlerde Varyans Analizi sonuçları Çizelge 3.2’de, bağımsız örneklerde Kruskal Wallis Testi sonuçları Çizelge 3.3’de verilmektedir. Farklı düzeylerde çakşır otu tohumu ve kökünün dönemlere göre ergin arı gelişimine etkisi

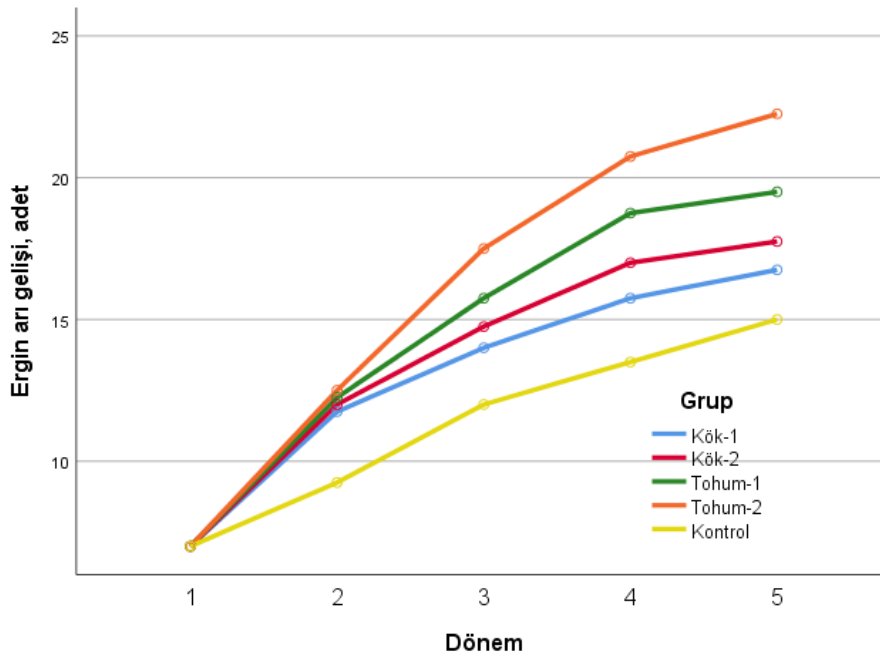
Çizelge 3.2. Ek beslemenin gruplara ve dönemlere göre ergin arı gelişimi (adet) üzerine etkisi (Tekrarlı Ölçümlerde Varyans Analizi).

Grup	Dönem	Ortalama	Standart hata
	1	7,00	0,00
	2	11,55	0,10
	3	14,80	0,20
	4	17,15	0,19
	5	18,25	0,21
Kontrol		11,4	0,25a
Kök-1		13,05	0,25b
Kök-2		13,70	0,25b
Tohum-1		14,65	0,25c
Tohum-2		16,00	0,25d
Kontrol	1	7,00	0,00
Kontrol	2	9,25	0,23
Kontrol	3	12,00	0,46
Kontrol	4	13,50	0,43
Kontrol	5	15,00	0,47
Kök-1	1	7,00	0,00
Kök-1	2	11,75	0,23
Kök-1	3	14,00	0,46
Kök-1	4	15,75	0,43
Kök-1	5	16,75	0,47
Kök-2	1	7,00	0,00
Kök-2	2	12,00	0,23
Kök-2	3	14,75	0,46
Kök-2	4	17,00	0,43
Kök-2	5	17,75	0,47
Tohum-1	1	7,00	0,00
Tohum-1	2	12,25	0,23
Tohum-1	3	15,75	0,46
Tohum-1	4	18,75	0,43
Tohum-1	5	19,50	0,47
Tohum-2	1	7,00	0,00
Tohum-2	2	12,50	0,23
Tohum-2	3	17,50	0,46
Tohum-2	4	20,75	0,43
Tohum-2	5	22,25	0,47
Gruplar arası karşılaştırma			
Grup		47,7	<0,001
Grup içi karşılaştırma			
Dönem		2560,9	<0,001
Dönem*Grup		34,1	<0,001

a, b, c, d: Aynı sütunda farklı harf taşıyan ortalama değerler arasındaki fark istatistik bakımdan önemlidir ($P<0,05$).

Şekil 3.1’de de gösterilmiştir. Tüm dönemler birlikte değerlendirildiğinde farklı dozlarda çakşır tohumu ve kökü ile yapılan ek besleme ergin arı gelişimini kontrol grubuna kıyasla önemli derecede artırmıştır ($P<0,001$).

Birinci dönemde çakşır tohumu ve kökü ile ek besleme yapılan gruplarda ergin arı gelişimi kontrol grubuna göre daha fazla iken ikinci, üçüncü ve dördüncü deneme gruplarında çakşır tohumu ile ek besleme yapılan grupta ergin arı gelişimi diğer gruplardan daha fazla bulunmuştur ($P<0,01$). Her bir dönemde farklı düzeylerde çakşır otu tohumu veya kökünün ergin arı gelişimine etkisi Çizelge 3.4 ve Şekil 3.2’de verilmektedir. Her dönemde çakşır otu tohumu ve kökünün ek beslemede düzeyi arttıkça ergin arı gelişimi lineer bir şekilde artmıştır ($P<0,01$).



Şekil 3.1. Ek beslemenin gruplara ve dönemlere göre ergin arı gelişimi (adet) üzerine etkisi.

Çizelge 3.3. Ek beslemenin gruplara ve dönemlere göre ergin arı gelişimi (adet) üzerine etkisi (bağımsız örneklerde Kruskal Wallis Testi).

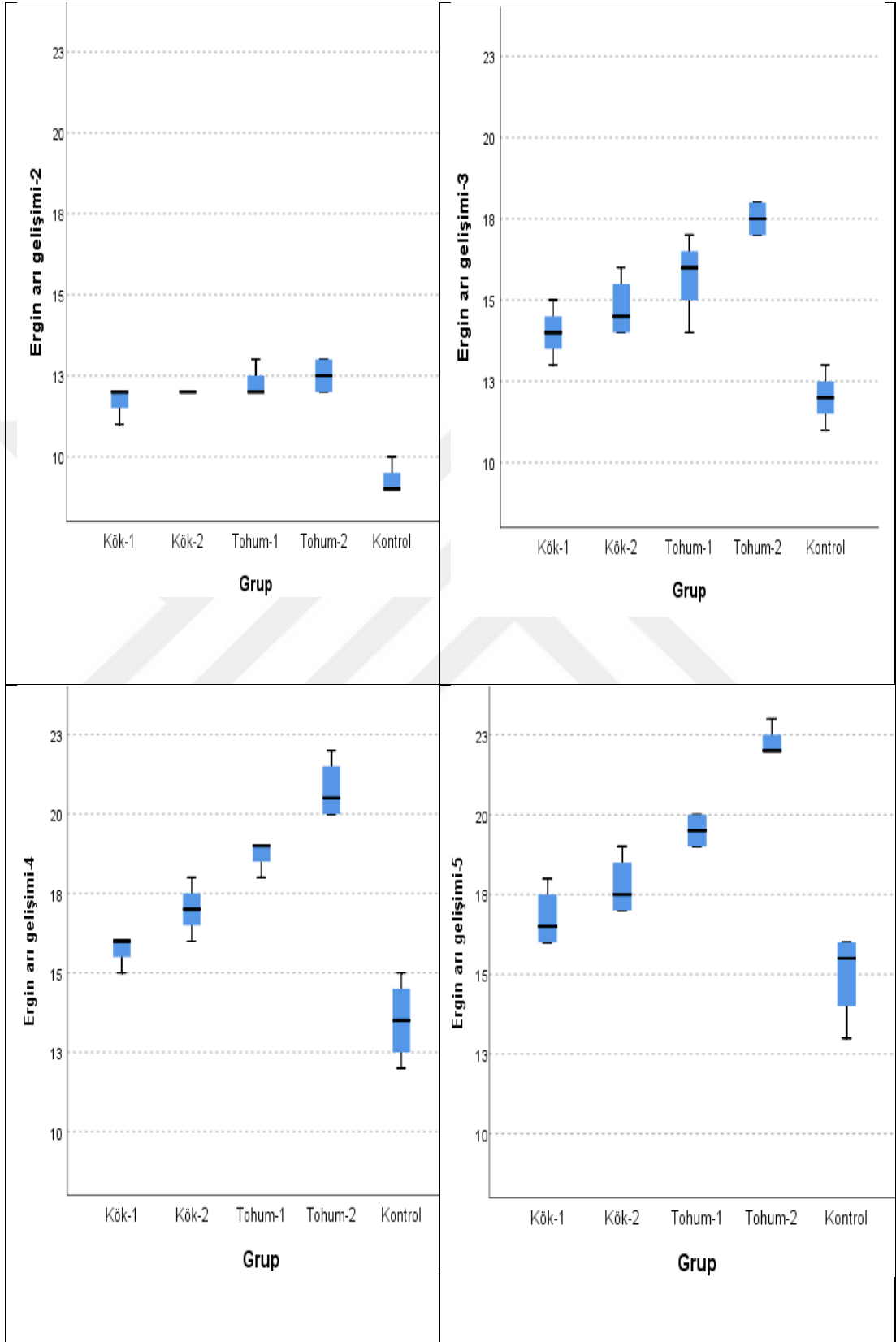
Dönem	Kontrol		Çakşır otu kökü				Çakşır tohumu				P
	50	25-75p	Kök-1 (%0,1)		Kök-2 (%0,2)		Tohum-1 (%0,1)		Tohum-2 (%0,2)		
			50	25-75p	50	25-75p	50	25-75p	50	25-75p	
0	7,00	7,00-7,00	7,00	7,00-7,00	7,00	7,00-7,00	7,00	7,00-7,00	7,00	7,00-7,00	1,000
1	9,00b	9,00-9,75	12,00a	11,25-12,00	12,00a	12,00-12,00	12,00a	12,00-12,75	12,50a	12,00-13,00	0,007
2	12,00c	11,25-12,75	14,00bc	13,25-14,75	14,50ac	14,00-15,75	16,00ab	14,50-16,75	17,50a	17,00-18,00	0,003
3	13,50c	12,25-14,75	16,00bc	15,25-16,00	17,00bc	16,25-17,75	19,00ab	18,25-19,00	20,50a	20,00-21,75	0,001
4	15,50c	13,50-16,00	16,50bc	16,00-17,75	17,50bc	17,00-18,75	19,50ab	19,00-20,00	22,00a	22,00-22,75	0,002

a, b, c: Aynı satırda farklı harf taşıyan ortanca değerler arasındaki fark istatistik bakımdan önemlidir ($P<0,05$).

Çizelge 3.4. Dönemlere göre çakşır otu tohumu ve kökü dozlarının ergin arı gelişimine etkisi.

Dönem	Düzey			SEM	P (Önemlilik)		
	%0 (Kontrol)	%0,1	%0,2		Kombine	Lineer	Kuadratik
Çakşır otu tohumu							
0.	7,00±0,00	7,00±0,00	7,00±0,00	0,000			
1.	9,25±0,25b	12,25±0,29a	12,50±0,25a	0,466	<0,001	<0,001	<0,001
2.	12,00±0,41b	15,75±0,63a	17,50±0,29a	0,733	<0,001	<0,001	<0,001
3.	13,50±0,65c	18,75±0,25b	20,75±0,48a	0,956	<0,001	<0,001	<0,001
4.	15,00±0,71c	19,50±0,29b	22,25±0,25a	0,933	<0,001	<0,001	<0,001
Çakşır kökü							
0.	7,00±0,00	7,00±0,00	7,00±0,00	0,000			
1.	9,25±0,00b	11,75±0,25a	12,00±0,00a	0,389	<0,001	<0,001	0,008
2.	12,00±0,41b	14,00±0,41 a	14,75±0,48a	0,417	0,004	0,003	0,05
3.	13,50±0,65b	15,75±0,25a	17,00±0,41a	0,499	0,001	0,002	0,013
4.	15,00±0,71b	16,75±0,48ab	17,75±0,48a	0,452	0,021	0,019	0,077

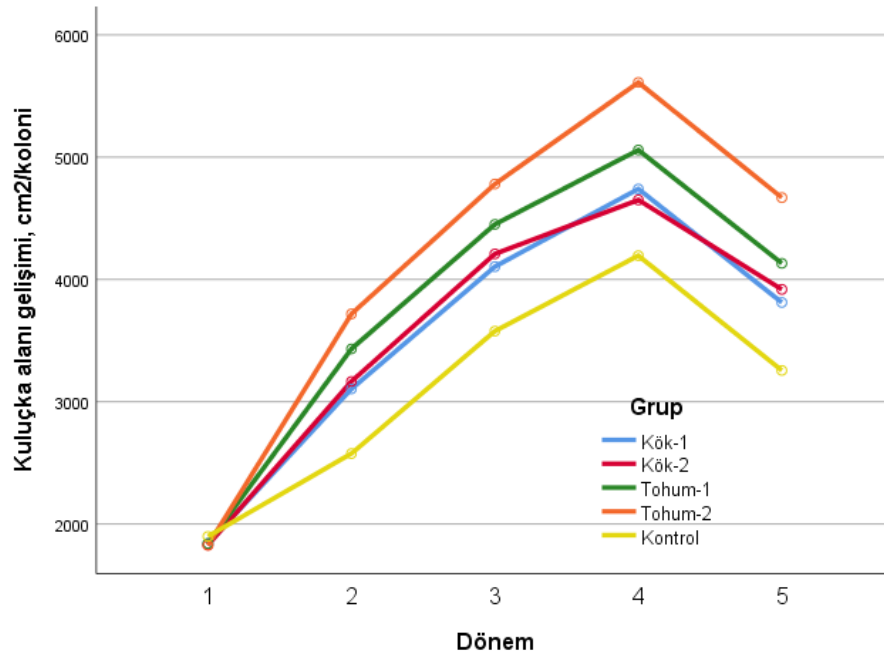
a, b, c: Aynı sütunda farklı harf taşıyan ortalama değerler arasındaki fark istatistik bakımdan önemlidir ($P<0,05$).



Şekil 3.2. Dönemlere göre çakşır otu tohumu ve kökü dozlarının ergin arı gelişimine etkisi.

3.3. Ek Beslemede Çakşır Otu Tohumu ve Kökü Kullanımının Kuluçka Alanı Gelişimi Üzerine Etkisi

Farklı düzeylerde çakşır otu tohumu ve kökü kullanımının kuluçka alanı gelişimi Tekrarlı Ölçümlerde Varyans Analizi sonuçları Çizelge 3.5’de, bağımsız örneklerde Kruskal Wallis Testi sonuçları Çizelge 3.6’da verilmektedir. Farklı düzeylerde çakşır otu tohumu ve kökünün dönemlere göre kuluçka alanı gelişimine etkisi Şekil 3.3’de de gösterilmiştir. Tüm dönemler birlikte değerlendirildiğinde farklı dozlarda çakşır tohumu ve kökü ile yapılan ek besleme kuluçka alanı gelişimini kontrol grubuna kıyasla önemli derecede artırmıştır ($P<0,001$). Her bir dönemde çakşır tohumu ve kökü ile ek besleme yapılan gruplarda kuluçka alanı gelişimi daha fazla bulunmuştur ($P<0,01$). Fakat çakşır kökünde düzeyin farklı olması farklılık yaratmamıştır. Farklı düzeylerde çakşır otu tohumu veya kökünün kuluçka alanı gelişimine etkisi Çizelge 3.7 ve Şekil 3.4’de verilmektedir. Her dönemde ek beslemede çakşır otu tohumu ve kökünün düzeyi ile kuluçka alanı gelişimi arasında lineer ilişki gözlenmiştir ($P<0,01$).



Şekil 3.3. Ek beslemenin gruplara ve dönemlere göre kuluçka alanı gelişimi (cm^2) üzerine etkisi.

Çizelge 3.5. Ek beslemenin gruplara ve dönemlere göre kuluçka alanı gelişimi (cm²) üzerine etkisi (Tekrarlı Ölçümlerde Varyans Analizi).

Grup	Dönem	Ortalama	Standart hata
	1	1846	15
	2	3199	42
	3	4225	45
	4	4851	48
	5	3957	62
Kontrol		3101	74a
Kök-1		3520	74b
Kök-2		3554	74b
Tohum-1		3783	74c
Tohum-2		4121	74d
Kontrol	1	1899	33
Kontrol	2	2576	95
Kontrol	3	3578	102
Kontrol	4	4195	107
Kontrol	5	3256	140
Kök-1	1	1840	33
Kök-1	2	3105	95
Kök-1	3	4105	102
Kök-1	4	4740	107
Kök-1	5	3812	140
Kök-2	1	1827	33
Kök-2	2	3166	95
Kök-2	3	4209	102
Kök-2	4	4650	107
Kök-2	5	3919	140
Tohum-1	1	1841	33
Tohum-1	2	3432	95
Tohum-1	3	4451	102
Tohum-1	4	5059	107
Tohum-1	5	4132	140
Tohum-2	1	1826	33
Tohum-2	2	3718	95
Tohum-2	3	4780	102
Tohum-2	4	5612	107
Tohum-2	5	4669	140
Gruplar arası karşılaştırma			
Grup		26	<0,001
Grup içi karşılaştırma			
Dönem		1307	<0,001
Dönem*Grup		10	<0,001

a, b, c, d: Aynı sütunda farklı harf taşıyan ortalama değerler arasındaki fark istatistik bakımdan önemlidir ($P<0,05$).

Çizelge 3.6. Ek beslemenin gruplara ve dönemlere göre kuluçka alanı gelişimi (adet) üzerine etkisi (bağımsız örneklerde Kruskal Wallis Testi).

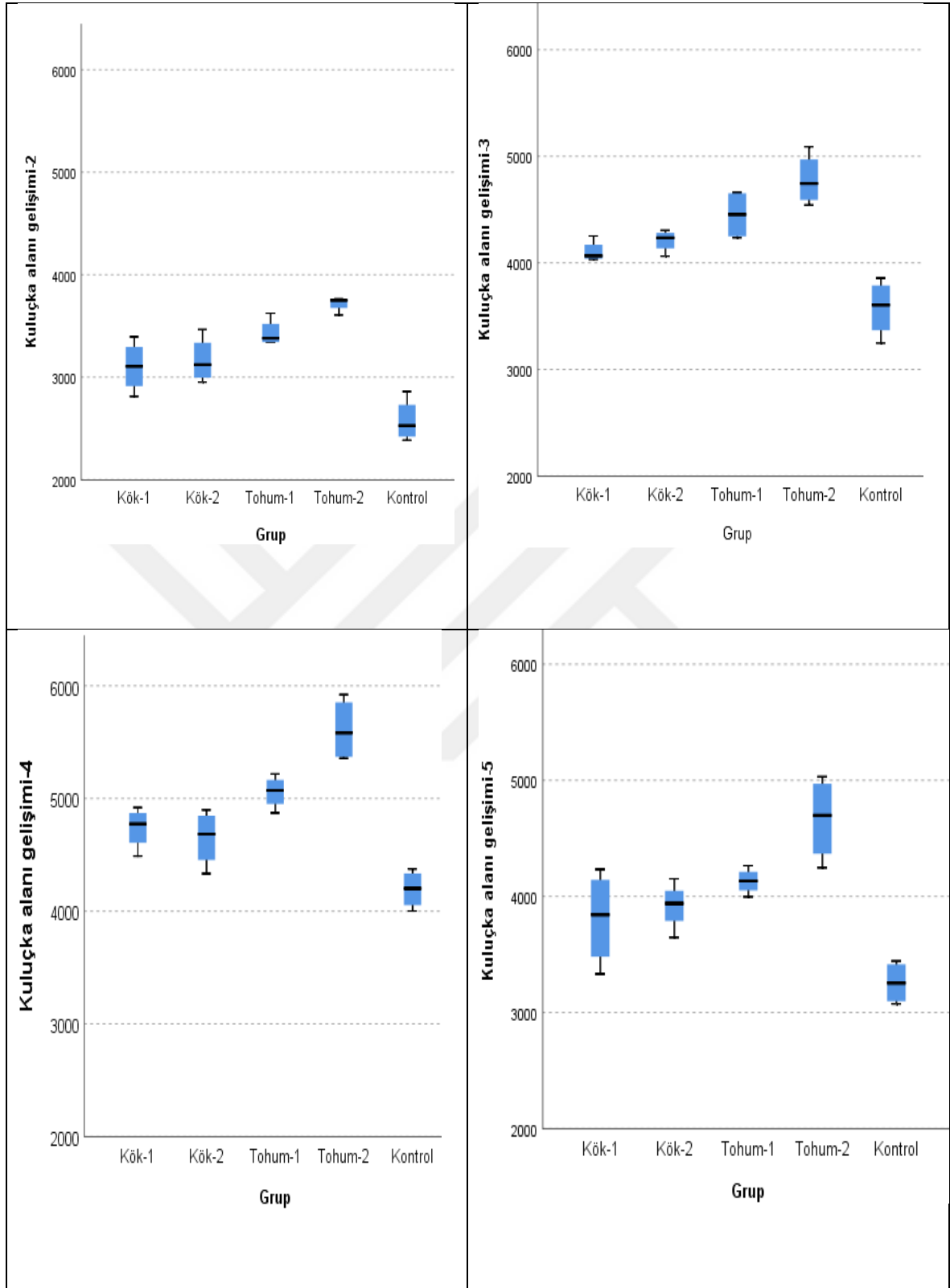
Dönem	Kontrol		Çakşır kökü				Çakşır tohumu				P
	50	25-75p	Kök-1 (%0,1)		Kök-2 (%0,2)		Tohum-1 (%0,1)		Tohum-2 (%0,2)		
			50	25-75p	50	25-75p	50	25-75p	50	25-75p	
0	1908	1849-1941	1820	0,371	1808	1781-1893	1831	1774-1917	1823	1753-1901	0,371
1	2529c	2404-2796	3106bc	0,004	3123bc	2975-3402	3381ab	3342-3573	3750a	3642-3762	0,004
2	3604c	3308-3822	4067bc	0,003	4235ac	4100-4294	4454ab	4242-4656	4745a	4566-5030	0,003
3	4202c	4028-4355	4775bc	0,002	4685bc	4393-4873	5072ab	4912-5191	5583a	5364-5888	0,002
4	3254c	3085-3429	3842bc	0,005	3939bc	3718-4100	4133ab	4024-4238	4699a	4308-5002	0,005

a, b, c: Aynı satırda farklı harf taşıyan ortanca değerler arasındaki fark istatistik bakımdan önemlidir ($P<0,05$).

Çizelge 3.7. Dönemlere göre çakşır otu tohumu ve kökü dozlarının kuluçka alanı gelişimine etkisi.

Dönem	Düzey			SEM	P (Önemlilik)		
	%0 (Kontrol)	%0,1	%0,2		Kombine	Lineer	Kuadratik
Çakşır otu tohumu							
0.	1899,0±24,4	1840,5±37,6	1825,8±38,9	20,275	0,325	0,258	0,322
1.	2576,0±104,8b	3432,0±66,6a	3717,8±37,1a	151,394	<0,001	<0,001	<0,001
2.	3577,8±133,8b	4450,5±116,8a	4780,3±121,7a	166,170	<0,001	0,001	0,001
3.	4194,8±85,4c	5058,5±72,8b	5611,5±142,6a	184,100	<0,001	<0,001	<0,001
4.	3255,8±93,1c	4131,5±55,6b	4669,3±182,6a	186,951	<0,001	0,001	<0,001
Çakşır kökü							
0.	1899,0±24,4	1839,8±31,9	1827,3±31,2	17,996	0,235	0,124	0,484
1.	2576,0±209,6b	3104,8±124,7a	3166,3±113,2a	99,785	0,01	0,004	0,217
2.	3577,8±133,8b	4105,0±50,4a	4209,3±52,7a	95,172	0,001	0,001	0,065
3.	4194,8±85,4b	4739,8±92,6a	4650,3±125,6a	89,743	0,01	0,003	0,729
4.	3255,8±93,1b	3812,0±204,0ab	3918,8±104,0a	115,044	0,020	0,010	0,210

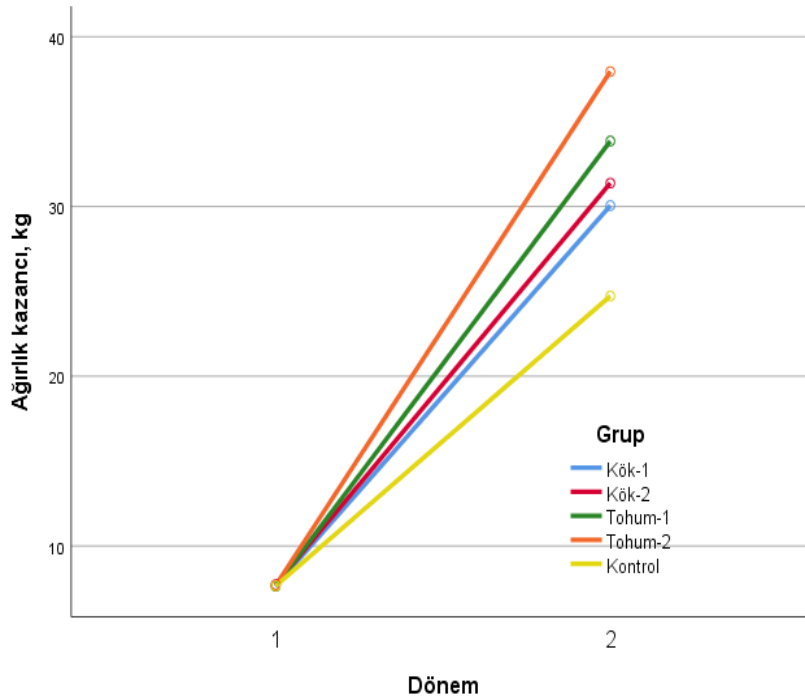
a, b, c: Aynı satırda farklı harf taşıyan ortalama değerler arasındaki fark istatistik bakımdan önemlidir ($P<0,05$).



Şekil 3.4. Dönemlere göre çakşır otu tohumu ve kökü dozlarının kuluçka alanı gelişimine etkisi.

3.4. Ek Beslemede Çakşır Otu Tohumu ve Kökü Kullanımının Nektar Akım Dönemi Ağırlık Kazancı Üzerine Etkisi

Farklı düzeylerde çakşır otu tohumu ve kökü kullanımının nektar akım dönemi ağırlık kazancı Tekrarlı Ölçümlerde Varyans Analizi sonuçları Çizelge 3.8’de, bağımsız örneklerde Kruskal Wallis Testi sonuçları Çizelge 3.9’da verilmektedir. Farklı düzeylerde çakşır otu tohumu ve kökünün dönemlere göre nektar akım dönemi ağırlık kazancına etkisi Şekil 3.5’de de gösterilmiştir. Tüm dönemler birlikte değerlendirildiğinde farklı dozlarda çakşır tohumu ve kökü ile yapılan ek besleme nektar akım dönemi ağırlık kazancını kontrol grubuna kıyasla önemli derecede artırmıştır ($P<0,001$). Çakşır tohumu ve kökü ile ek besleme yapılan gruplarda nektar akım dönemi ağırlık kazancı kontrol grubuna göre daha fazla bulunmuştur ($P<0,01$). Bununla birlikte düzeyler arasında bir farklılık bulunmamıştır. Farklı düzeylerde çakşır otu tohumu veya kökünün nektar akım dönemi ağırlık kazancına etkisi Çizelge 3.10 ve Şekil 3.6’de verilmektedir.

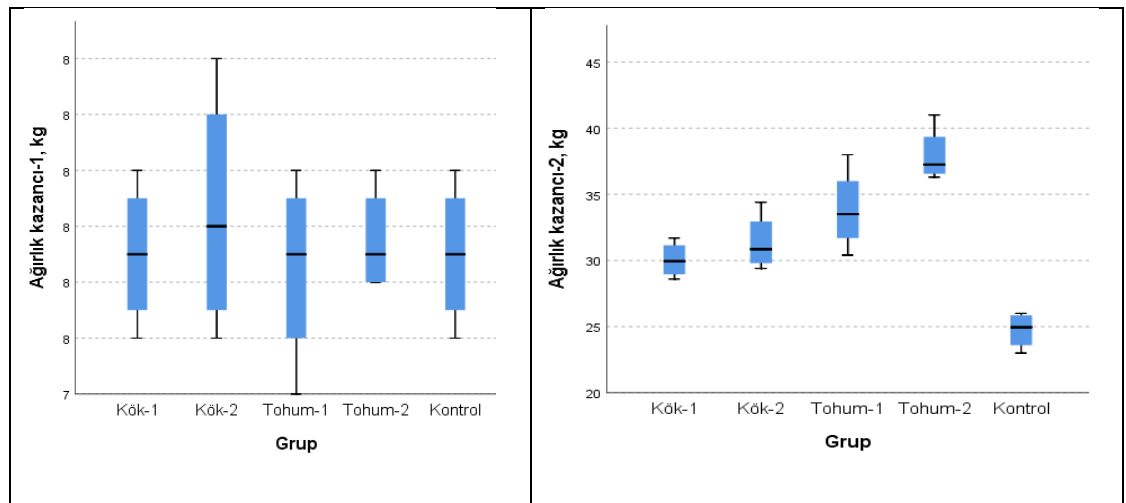


Şekil 3.5. Ek beslemenin gruplara ve dönemlere göre nektar dönemi ağırlık kazancı (kg) üzerine etkisi.

Çizelge 3.8. Ek beslemenin gruplara ve dönemlere göre nektar akım dönemi ağırlık kazancı (kg) üzerine etkisi (Tekrarlı Ölçümlerde Varyans Analizi).

Grup	Dönem	Ortalama	Standart hata
Kontrol	1	7,7	0,0
	2	31,6	0,5
		16,2	0,6a
		18,9	0,6b
		19,6	0,6bc
Tohum-1		20,7	0,6c
Tohum-2		22,8	0,6d
Kontrol	1	7,7	0,1
Kontrol	2	24,7	1,1
Kök-1	1	7,7	0,1
Kök-1	2	30,1	1,1
Kök-2	1	7,7	0,1
Kök-2	2	31,4	1,1
Tohum-1	1	7,6	0,1
Tohum-1	2	33,9	1,1
Tohum-2	1	7,7	0,1
Tohum-2	2	38,0	1,1
Gruplar arası karşılaştırma			
Grup		19,5	0,0
Grup içi karşılaştırma			
Dönem		2603,7	0,0
Dönem*Grup		21,6	0,0

a, b, c, d: Aynı sütunda farklı harf taşıyan ortalama değerler arasındaki fark istatistik bakımdan önemlidir ($P<0,05$).



Şekil 3.6. Dönemlere göre çakşır otu tohumu ve kökü dozlarının nektar dönemi ağırlık kazancına (kg) etkisi.

Çizelge 3.9. Ek beslemenin gruplara ve dönemlere göre nektar akım dönemi ağırlık kazancı (kg) ve bal verimi (kg) üzerine etkisi (bağımsız örneklerde Kruskal Wallis Testi).

Parametre	Kontrol		Çakşır kökü				Çakşır tohumu			
			Kök-1 (%0,1)		Kök-2 (%0,2)		Tohum-1 (%0,1)		Tohum-2 (%0,2)	
	50p	25-75p	50p	25-75p	50p	25-75p	50p	25-75p	50p	25-75p
Ağırlık kazancı										
0.	7,65	7,53-7,78	7,65	7,53-7,78	7,7	7,53-7,95	7,65	7,45-7,78	7,65	7,60-7,78
1	24,95b	23,3-25,93	29,95b	28,78-31,43	30,85ab	29,60-33,67	33,5a	31,05-37,00	37,25a	36,42-40,17
Bal verimi	9,95c	9,03-11,25	13,05c	12,25-14,53	13,1b	11,88-15,68	14,55ab	12,95-17,13	18,65a	17,38-19,85

a, b, c: Aynı satırda farklı harf taşıyan ortanca değerler arasındaki fark istatistik bakımdan önemlidir ($P<0,05$).

Çizelge 3.10. Dönemlere göre çakşır otu tohumu ve kökü dozlarının nektar akım dönemi ağırlık kazancı (kg) üzerine etkisi.

Dönem	Düzey			SEM	P (Önemlilik)		
	%0 (Kontrol)	%0,1	%0,2		Kombine	Lineer	Kuadratik
Çakşır otu tohumu							
0.	7,65±0,06	7,65±0,09	7,68±0,05	0,036	0,874	0,800	0,0,662
1.	24,73±0,70b	33,85±1,58a	37,95±1,06a	1,775	<0,001	<0,001	<0,001
Çakşır kökü							
0.	7,65±0,06	7,65±0,06	7,73±0,11	0,045	0,767	0,842	0,496
1.	24,73±0,70b	30,05±0,69a	31,38±1,10a	0,973	0,01	<0,001	0,037

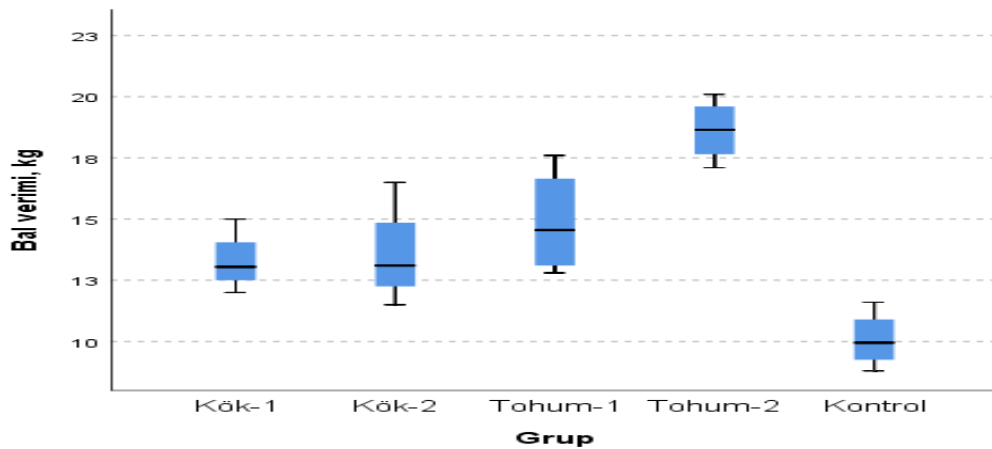
a, b: Aynı satırda farklı harf taşıyan ortalama değerler arasındaki fark istatistik bakımdan önemlidir ($P<0,05$).

3.5. Ek Beslemede Çakşır Otu Tohumu ve Kökü Kullanımının Koloni Yaşama Gücü Üzerine Etkisi

Çalışma dönemi süresince deneme gruplarında ve kontrol grubunda bulunan kovanlarda herhangi bir koloni de sönme gerçekleşmemiştir. Kolonilerin yaşama gücü, ek beslemede çakşır bitkisi kökü ve tohumunun şurupta %0,1 ve %0,2'lik konsantrasyonda kullanımından etkilenmemiştir.

3.6. Ek Beslemede Çakşır Otu Tohumu ve Kökü Kullanımının Bal Verimi Üzerine Etkisi

Farklı düzeylerde çakşır otu tohumu ve kökü kullanımının bal verimi bağımsız örneklerde Kruskal Wallis Testi sonuçları Çizelge 3.9'da verilmiştir. Şurupta %0,2 tohum bulunması kontrol grubuna göre ve şurupta kök kullanımına göre önemli düzeyde artış sağlamıştır. Farklı düzeylerde çakşır otu tohumu ve kökünün bal verimine etkisi Şekil 3.7'de de gösterilmiştir. Farklı dozlarda çakşır otu tohumu ve kökü ile yapılan ek besleme bal verimini kontrol grubuna kıyasla önemli derecede artırmıştır ($P<0,001$). Bununla birlikte çakşır kökü düzeyleri arasında bir farklılık bulunmamıştır. Farklı düzeylerde çakşır otu tohumu veya kökünün bal verimine etkisi Çizelge 3.11'de verilmektedir. Çakşır otu tohumu ve kökü dozları arttıkça bal veriminde de lineer bir artış görülmüştür ($P<0,01$).



Şekil 3.7. Çakşır otu tohumu ve kökü dozlarının bal verimine (kg) etkisi.

Çizelge 3.11. Çakşır otu tohumu ve kökü dozlarının bal verimi (kg) üzerine etkisi.

	Düzey			SEM	P (Önemlilik)		
	0 (Kontrol)	%0,1	%0,2		Kombine	Lineer	Kuadratik
Çakşır otu tohumu	10,08±0,59c	14,88±1,10b	18,63±0,64a	1,137	<0,001	0,002	<0,001
Çakşır kökü	10,08±0,59b	13,28±0,63a	13,55±1,05a	0,628	0,021	0,009	0,310

a, b, c: Aynı satırda farklı harf taşıyan ortalama değerler arasındaki fark istatistik bakımdan önemlidir ($P<0,05$).

3.7. Ek Beslemede Çakşır Otu Tohumu ve Kökü Kullanımının Ballarda Toplam Fenolik Madde Düzeyi ve Antioksidan – Oksidan Statusu Üzerine Etkisi

Farklı düzeylerde çakşır otu tohumu ve kökü kullanımının ballarda toplam fenolik madde ile antioksidan – oksidan durumu üzerine etkisi bağımsız örneklerde Kruskal Wallis Testi sonuçları Çizelge 3.12’de verilmektedir. Şurupta %0,1 çakşır tohumu kullanılması kontrol grubuna kıyasla balda toplam fenolik maddenin daha yüksek olmasına yol açmıştır. Farklı düzeylerde çakşır otu tohumu ve kökünün ballarda toplam fenolik madde, toplam antioksidan statusu, toplam oksidan statusu ve oksidatif stres indeksi üzerine etkisi sırasıyla Şekil 3.8, 3.9, 3.10 ve 3.11’de de gösterilmiştir. Farklı dozlarda çakşır otu kökü ile yapılan ek besleme toplam fenolik madde bakımından kontrol grubuna göre bir farklılık yaratmamıştır. Çakşır bitki tohumunun %0,1 ve %0,2 düzeyinde kullanımı ile kontrol grubuna kıyasla ballarda TAS, TOS ve OSI düzeyleri daha yüksek bulunmuştur. Farklı düzeylerde çakşır otu tohumu veya kökünün toplam fenolik madde ile antioksidan – oksidan durumu üzerine etkisi Çizelge 3.13’de verilmektedir. Çakşır otu kökü düzeyi ile TAS, TOS ve OSI arasında lineer bir ilişki gözlenmiştir. Çakşır tohumunun TFM, TAS, TOS ve OSI arasında da lineer bir ilişki bulunmuştur.

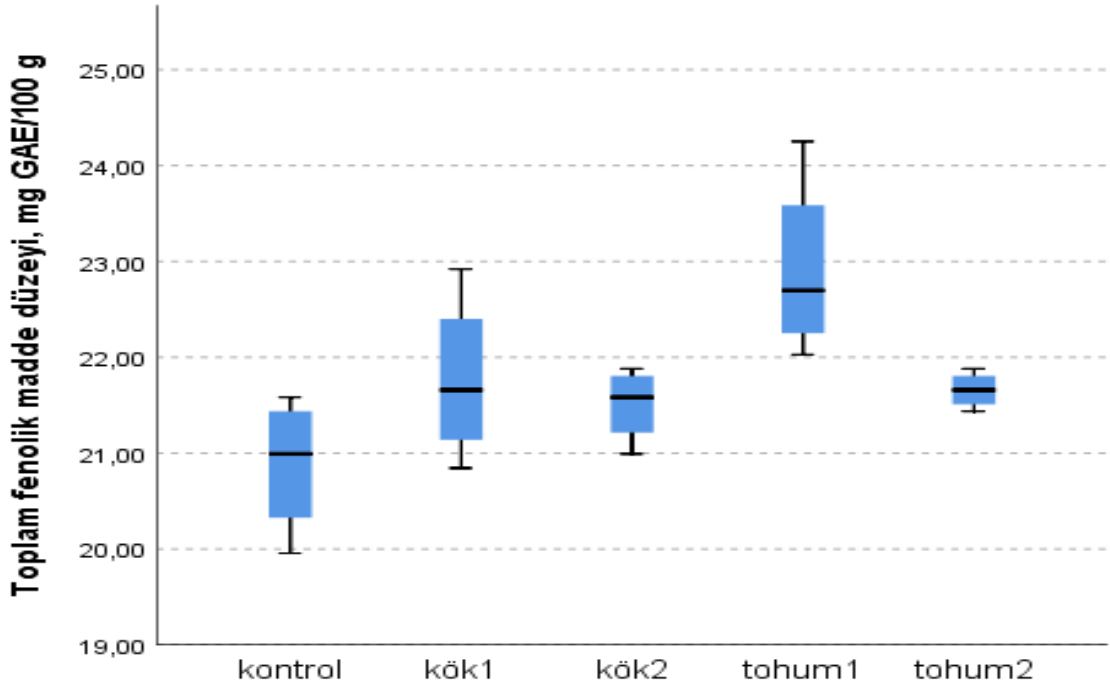
Çizelge 3.12. Ek beslemenin gruplara göre ballarda toplam fenolik madde ve antioksidan – oksidan statusu üzerine etkisi (bağımsız örneklerde Kruskal Wallis Testi).

Parametre	Kontrol		Çakşır kökü				Çakşır tohumu				p*
			Kök-1 (%0,1)		Kök-2 (%0,2)		Tohum-1 (%0,1)		Tohum-2 (%0,2)		
	50p	25-75p	50p	25-75p	50p	25-75p	50p	25-75p	50p	25-75p	
TFM	20,99 ^b	20,14-21,51	21,66 ^{ab}	20,99-22,66	21,58 ^b	21,10-21,84	22,70 ^a	22,14-23,92	21,66 ^{ab}	21,47-21,84	0,029
TAS	5,02 ^b	4,54-5,86	7,18 ^{ab}	6,31-7,27	6,20 ^b	5,93-6,53	8,38 ^a	7,94-8,79	7,38 ^a	6,97-8,00	0,003
TOS	19,42 ^c	17,64-20,63	44,26 ^a	41,93-45,00	32,90 ^b	30,46-34,56	50,40 ^a	46,70-51,40	46,00 ^a	44,40-48,50	0,002
OSI	0,37 ^c	0,35-0,41	0,62 ^a	0,61-0,67	0,55 ^{ab}	0,47-0,57	0,59 ^{ab}	0,57-0,63	0,62 ^a	0,59-0,65	0,004

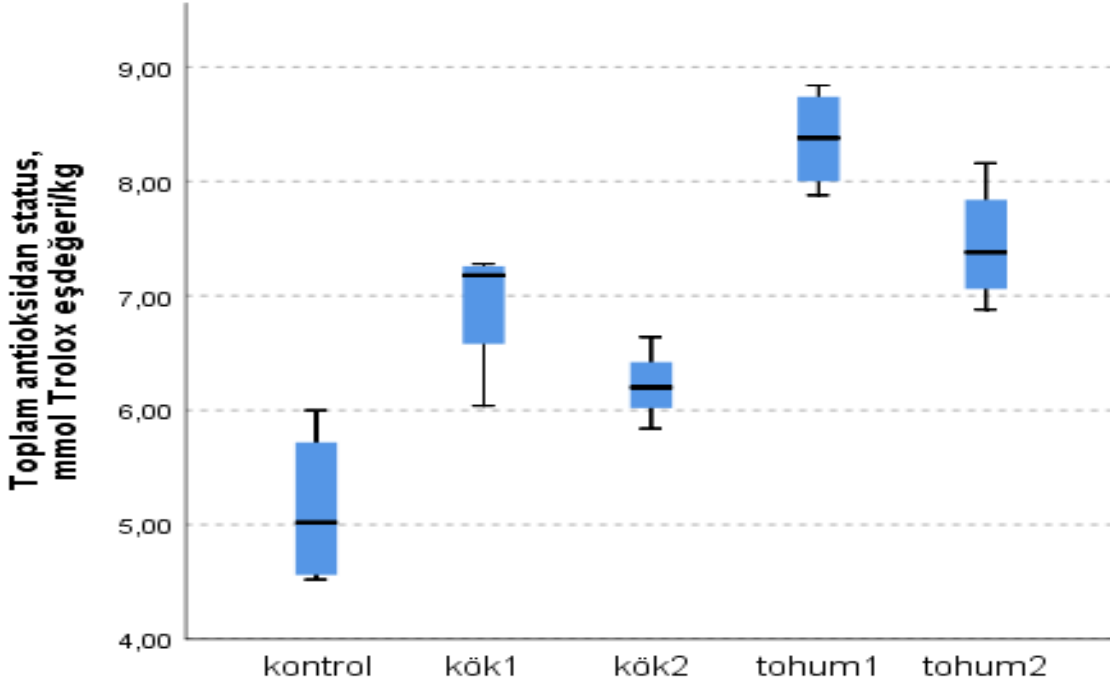
* bağımsız örneklerde Kruskal Wallis Testi; p<0,05 olan değişkenlerde ikili karşılaştırmalarında Bonferroni düzeltmesi kullanıldı.

a, b, c: Aynı satırda farklı harf taşıyan ortanca değerler arasındaki fark istatistik bakımdan önemlidir ($P<0,05$).

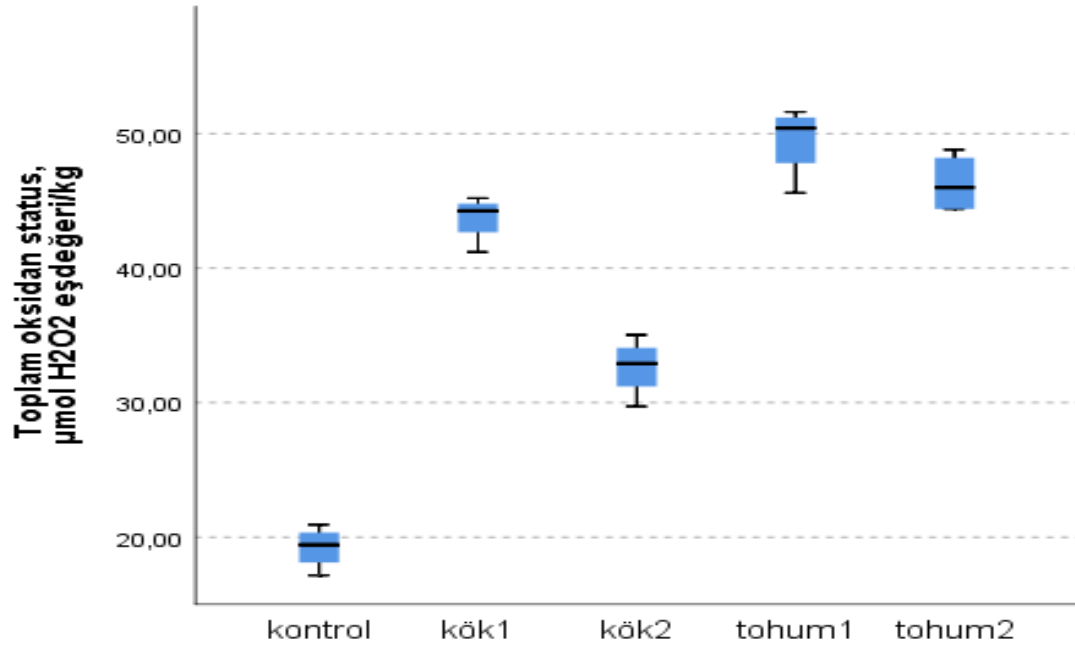
TFM: toplam fenolik madde (mg GAE/100 g), TAS: toplam antioksidan statusu (mmol Trolox eşdeğeri/kg), TOS: toplam oksidan statusu ($\mu\text{mol H}_2\text{O}_2$ eşdeğeri/kg), OSI: oksidatif stres indeksi ($100 \times \text{TOS} (\mu\text{mol/kg}) / \text{TAS} (\mu\text{mol/kg})$), SEM: standart hata



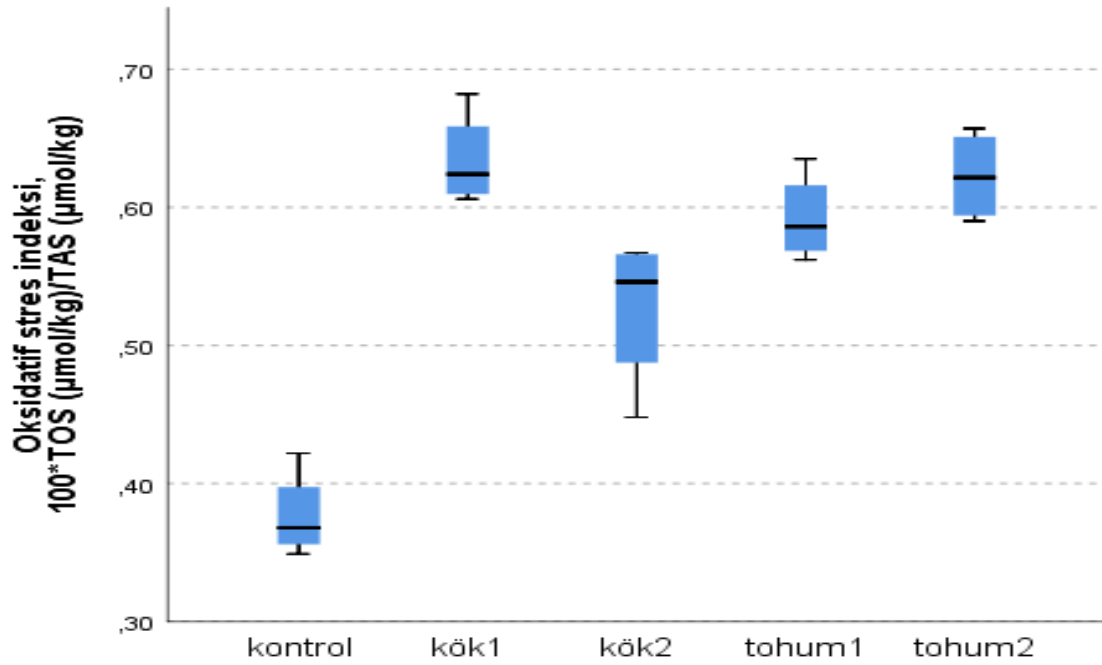
Şekil 3.8. Çakşır otu tohumu ve kökü dozlarının ballarda toplam fenolik madde düzeyine (mg GAE/100 g) etkisi.



Şekil 3.9. Çakşır otu tohumu ve kökü dozlarının ballarda toplam antioksidan statusu (mmol Trolox eşdeğeri/kg) üzerine etkisi.



Şekil 3.10. Çakşır otu tohumu ve kökü dozlarının ballarda toplam oksidan statusu ($\mu\text{mol H}_2\text{O}_2$ eşdeğeri/kg) üzerine etkisi.



Şekil 3.11. Çakşır otu tohumu ve kökü dozlarının ballarda oksidatif stres indeksi ($100 \cdot \text{TOS } (\mu\text{mol/kg}) / \text{TAS } (\mu\text{mol/kg})$) üzerine etkisi.

Çizelge 3.13. Çakşır otu tohumu ve kökü dozlarının balda toplam fenolik madde ve antioksidan – oksidan statusu üzerine etkisi.

Parametre	Düzey			SEM	P (Önemlilik)		
	%0 (Kontrol)	%0,1	%0,2		Kombine	Lineer	Kuadratik
Çakşır otu tohumu							
TFM	20,88±0,36b	22,92±0,48a	21,66±0,10ab	0,312	0,008	0,003	0,587
TAS	5,14±0,35b	8,37±0,22a	7,45±0,27a	0,436	<0,001	<0,001	0,080
TOS	19,23±0,79b	49,50±1,34a	46,30±1,12a	4,135	<0,001	<0,001	<0,001
OSI	0,38±0,12b	0,59±0,02a	0,62±0,02a	0,034	<0,001	<0,001	<0,001
Çakşır otu kökü							
TFM	20,88±0,36	21,77±0,44	21,51±0,20	0,213	0,229	0,095	0,934
TAS	5,14±0,35b	6,92±0,30a	6,22±0,16ab	0,266	0,005	0,002	0,497
TOS	19,23±0,79c	43,73±0,87a	32,64±1,10b	3,059	<0,001	<0,001	0,002
OSI	0,38±0,12c	0,63±0,02a	0,53±0,03b	0,034	<0,001	<0,001	0,143

a, b: Aynı satırda farklı harf taşıyan ortalama değerler arasındaki fark istatistik bakımdan önemlidir ($P < 0,05$).

TFM: toplam fenolik madde (mg GAE/100 g), TAS: toplam antioksidan statusu (mmol Trolox eşdeğeri/kg), TOS: toplam oksidan statusu ($\mu\text{mol H}_2\text{O}_2$ eşdeğeri/kg), OSI: oksidatif stres indeksi ($100 \cdot \text{TOS} (\mu\text{mol/kg}) / \text{TAS} (\mu\text{mol/kg})$), SEM: standart hata

4. TARTIŞMA

Tüketilen besin maddelerinin miktar ve kalitesi organizmaların yaşamsal faaliyetleri için çok önemlidir. Bal arılarının da yaşam fonksiyonlarını sürdürebilmeleri ve koloni performansını artırmalarında biyotik ve abiyotik nedenlerle doğal besin maddelerinin temininde karşılaşılan olumsuzluklar da ek besleme önem taşımaktadır. Bal arılarının beslenmesinde ilk akla gelen şeker beslemesi olmasına rağmen bal arıları için protein ve diğer besin maddeleri ile antioksidanlar da önem taşımaktadır. Bu nedenle özellikle toplam fenolik madde ve antioksidan özellikler bakımından zengin olan çakşır bitkisinin tohumu ve kökü ek beslemede şurup içerisinde kullanılmıştır. Çakşır bitkisi kökünün toplam fenolik madde içeriği (200,32 mg GAE/100 g) çakşır bitkisi tohumuna kıyasla daha yüksektir. Toplam antioksidan statusu tohum ve kökünde benzer bulunmuştur. Bal arıları için önemli olan protein ise çakşır bitkisi tohumunda daha yüksektir (%18,60).

Ergin arı gelişiminin temel göstergesi arılı çerçeve sayısıdır. Deneme başlangıcında tüm gruplarda kovan başına ortalama çerçeve sayısı 7 olacak şekilde düzenlenmiştir. Denemede tüm dönemler birlikte değerlendirildiğinde farklı dozlarda çakşır tohumu ve kökü ile yapılan ek besleme arılı çerçeve sayısını kontrol grubuna kıyasla önemli derecede artırmıştır ($P<0,001$). Birinci dönemde çakşır tohumu ve kökü ile ek besleme yapılan gruplarda ergin arı gelişimi kontrol grubuna göre daha fazla iken ikinci, üçüncü ve dördüncü deneme gruplarında çakşır tohumu ile ek besleme yapılan grupta ergin arı gelişimi diğer gruplardan daha fazla bulunmuştur ($P<0,01$). Her dönemde çakşır otu tohumu ve kökünün düzeyi arttıkça ergin arı gelişimi lineer bir şekilde artmıştır ($P<0,01$). Şahinler ve Şahinler (2009), Hatay ve Konya’da ilkbahar ve sonbahar dönemlerinde bal arıları ile yaptıkları bir çalışmada ek besleme döneminde %5-%8.3 düzeylerinde çakşır bitkisi ilavesinin arılı çerçeve sayısında gruplar arasında istatistiksel farklılık oluşturmadığını bildirmişlerdir. Bu araştırmada daha düşük düzeylerde (%0.1-0.2) çakşır bitkisi kökü kullanımının arılı çerçeve sayısını artırması, hatta iki doz arasında istatistik açıdan farklılık görülmemesi çakşır bitkisi kökünün daha fazla kullanımına gerek duyulmayacağını göstermektedir.

Şahinler ve Şahinler (2009)'in çalışma sonucu ile yapılan araştırma bulguları birlikte değerlendirildiğinde de daha yüksek düzeylerde çakşır bitki kökü kullanımının arılı çerçeve sayısını etkilemeyeceği anlaşılmaktadır. Bekret ve ark. (2015), şurup (1/1 oranında sakkaroz-su) beslemesine bitki ekstraktı+yağ karışımı ilavesinin arılı çerçeve sayısında önemli bir farklılık olmadığını belirlemişlerdir. Ahmad ve ark. (2021), farklı yem maddelerinin bulunduğu şurupla beslemenin sadece şurupla ek beslemeye kıyasla arılı çerçeve sayısının önemli derecede arttığını göstererek polenin yetersiz olduğu dönem ve bölgelerde ek besleme yapmanın önemini de vurgulamışlardır.

Bal arısı koloni gelişiminin temel göstergelerinden birisi kolonideki yavru alan büyüklüğüdür. Bu değer gelecekte koloninin gereksinimi olan ergin arı miktarını doğrudan etkileyen bir faktördür. Araştırmanın yürütüldüğü dönemde başlangıçta (15 Mayıs) yavru alan büyüklüğü ortalama 1846 cm²/koloni olarak bulunmuş gruplar arasında istatistik açıdan önemli bir farklılık görülmemiştir. Araştırmanın daha sonra 21 günlük dönemlerinde (5 Haziran, 26 Haziran, 17 Temmuz) yapılan ölçümlerde yavru alan büyüklüğü tüm gruplarda artış göstermiş, son ölçümde (7 Ağustos) tüm gruplarda azalma gözlenmiştir. Tüm dönemler birlikte değerlendirildiğinde farklı dozlarda çakşır tohumu ve kökü ile yapılan ek besleme kuluçka alanı gelişimini kontrol grubuna kıyasla önemli derecede artırmıştır (P<0,001). Her bir dönemde çakşır tohumu ve kökü ile ek besleme yapılan gruplarda kuluçka alanı gelişimi daha fazla bulunmuştur (P<0,01). Fakat çakşır kökünde düzeyin farklı olması istatistik yönden farklılık yaratmamıştır. Ek beslemede her dönemde çakşır otu tohumu ve kökünün düzeyi arttıkça kuluçka alanı gelişimi ile lineer ilişki gözlenmiştir (P<0,01). Şahinler ve Şahinler (2009), Hatay ve Konya'da ilkbahar ve sonbahar dönemlerinde ek besleme için kullandıkları şuruba %5-8,3 düzeylerinde çakşır bitkisi kökü ilave ettiklerinde çakşır bitkisi kökü bulunmayan gruba göre istatistiksel bir farklılık yaratmadığını vurgulamışlardır. Bu sonuç, yapılan çalışmada şurupta %0,1-0,2 düzeylerinin kullanılmasının kuluçka alanını artırdığı bulgusu ile birlikte değerlendirildiğinde ek beslemede yüksek düzeylerde çakşır otu kullanımına gerek olmadığını düşündürmektedir. Bekret ve ark. (2015), şurup (1/1 oranında sakkaroz-su) beslemesine bitki ekstraktı+yağ karışımı ilavesinin yavru üretimi üzerine etkisinin istatistik olarak bir farklılık yaratmadığı sadece rakamsal olarak daha yüksek olmasına

yol açtığını bildirmişlerdir. Ahmad ve ark. (2021), ek beslemede çeşitli yem maddelerini kapsayan şurubun sadece şuruba kıyasla kuluçka alanını önemli derecede artırdığını saptamışlardır. Kumova ve ark. (1993), ise Çukurova Bölgesi'nde yürüttükleri bir çalışmada arı kolonilerine yaptıkları ek besleme sonucu yavru alan miktarının arttığını saptamışlardır. Karacaoğlu ve ark. (2003), şeker şurubuna polen ve farklı vitamin destekli ek besleme uyguladıklarında kapalı yavru alanı ortalamaları arasındaki farkların ve grupxdönem interaksiyonunun önemli olmadığı saptanmıştır.

Türkiye'nin bazı bölgelerinde özellikle ilkbaharın erken dönemlerinde arıların yavru yetiştirmek amacıyla yararlanabileceği nektar ve polen kaynaklarının yetersiz olduğu bilinmektedir. Özellikle son yıllarda küresel ısınmanın da bir etkisi sonucunda çiçek açma ve nektar salgılama dönemlerinin değiştiği ve bu nedenle bal veriminin düştüğü bilinmektedir. Dolayısıyla arı kolonilerinin daha fazla miktarda yavru üretip daha güçlü nektar akımına girebilmeleri için uygun formülasyonlardaki ek yemlerle beslenmeleri önem taşımaya başlamıştır.

Yapılan bu araştırmada tüm dönemler birlikte değerlendirildiğinde farklı dozlarda çakşır tohumu ve kökü ile yapılan ek besleme nektar akım dönemi ağırlık kazancını kontrol grubuna kıyasla önemli derecede artırmıştır ($P<0,001$). Çakşır tohumu ve kökü ile ek besleme yapılan gruplarda nektar akım dönemi ağırlık kazancı kontrol grubuna göre daha fazla bulunmuştur ($P<0,01$). Bununla birlikte çakşır tohumu ve kökü düzeyleri arasında bir farklılık görülmemiştir. Şahinler ve Şahinler (2009), bal arılarıyla Hatay ve Konya bölgesinde ilkbahar ve sonbahar dönemlerinde yaptıkları ek besleme çalışmasında %5 ve %8.3 düzeyinde çakşır bitkisi kökü bulunmasının çakşır bitkisi kökü içermeyen kontrol grubuna kıyasla ağırlık kazancı bakımından bir farklılık olmadığını göstermiştir. Şahinler ve Şahinler (2009)'in bulguları incelendiğinde ve yapılan çalışmada ek beslemede daha düşük düzeylerde %0,1-0,2 düzeylerinde çakşır bitkisi kökü kullanımı kontrol grubuna göre ağırlık kazancında artış sağlamıştır ($P=0,01$). Ek beslemede çakşır bitkisi kökü düzeyi arttıkça ağırlık kazancında lineer bir etki de gözlenmiştir ($P<0,001$).

Yapılan bu araştırmada farklı dozlarda çakşır otu tohumu ve kökü ile yapılan ek besleme bal verimini kontrol grubuna kıyasla önemli derecede artırmıştır ($P<0,001$). Bununla birlikte çakşır kökü düzeyleri arasında bir farklılık bulunmamıştır. Şahinler ve Şahinler (2009),’in Hatay ve Konya’da yaptıkları ek beslemede %5-8.3 çakşır bitkisi kökü kullanımının bal verimini etkilemediği bulguları incelendiğinde ve yapılan çalışmada da ek beslemede daha düşük düzeylerde %0,1-0,2 düzeylerinde çakşır bitkisi kökü kullanımı kontrol grubuna göre bal veriminde artış sağlamıştır. Çakşır bitkisi tohumu ve kökü şuruplarının bal verimini kontrol grubuna göre artırması bitkinin toplam fenolik madde, antioksidan statusu ve diğer besin madde içeriğine bağlanabilir.

Bekret ve ark. (2015), şurup (1/1 oranında sakkaroz-su) beslemesine bitki ekstraktı+yağ karışımı ilavesinin bal verimini önemli derecede artırdığını kaydetmiştir. Benzer olarak Ahmad ve ark. (2021), ek beslemede çeşitli yem maddelerini kapsayan şurubun sadece şuruba kıyasla bal verimini önemli derecede artırdığını bildirmişlerdir. Karacaoğlu ve ark. (2003), şeker şurubuna polen ve farklı vitamin destekli ek besleme uyguladıklarında bal verimi ortalamaları arasındaki farkların önemli olmadığını saptamışlardır. Karacaoğlu ve ark. (2003), Aydın yöresinde yapılan ek beslemenin bal verimine etkisinin olmamasını, bu yörede birinci ve ikinci ürün mısır üretiminin yaygın olmasının ve şubat ayından başlayarak kolonilere polen sağlayan yaban ve kültür bitkilerinin yoğun olarak bulunmasına bağlamışlar ve bu nedenle ek beslemenin bu yörede gerekli olmadığını kaydetmişlerdir.

Yapılan çalışmada kolonilerin yaşama gücü, ek beslemede çakşır bitkisi kökü ve tohumunun şurupta %0,1 ve %0,2’lik konsantrasyonda kullanımından etkilenmemiştir. Benzer olarak Şahinler ve Şahinler (2009), Hatay ve Konya bölgesinde çakşır bitkisi kökünün şurupta %5-%8,5 düzeyinde kullanımının yaşama gücünü etkilemediğini bildirmişlerdir.

Balın fonksiyonel özellikleri, arıların topladığı polen, diğer floral nektar ve ek besleme ile sağlanan antioksidanlara bağlıdır. Bal yüksek antioksidan aktiviteye

sahiptir. Bal üretimi süresince arılar kendi vücut sıvıları ile çiçeklerin nektarlarını veya bitki salgılarını karıştırırlar. Bunlar su, şeker, protein ve fenolik bileşikler bakımından zengindir. Bu nedenle arının topladığı nektar ve bitki salgılarının fenolik maddeler, flavonoidler ve antioksidanların bileşimine bağlı olarak balın yapısında da değişiklik olmaktadır. Balın antioksidan aktivitesinden başlıca fenolik bileşikler sorumlu olmakla birlikte antioksidan etkisi balda bulunan genellikle fenolik asitler, flavonoidler, askorbik asit, karotenoidler, katalaz, peroksidaz ve Maillard reaksiyon ürünlerine bağlıdır (Gheldof ve Engeseth, 2002 ve Sergiel ve ark., 2014). Fenolik bileşikler balın üretildiği bölgenin botanik yapısına bağlıdır (Kavanagh ve ark., 2019). Yapılan araştırmada ballarda toplam fenolik madde miktarı ortalama 20,88-22,92 mg GAE/100 g aralığında bulunmuştur. Bu toplam fenolik madde düzeyleri Pauliuc ve ark. (2020)'nın buldukları değerlere benzerlik göstermektedir. Pauliuc ve ark. (2020), toplam fenolik madde düzeyini inceledikleri 6 çeşit bal numunesinden en düşük kekik balında 18.91 mg GAE/100 g iken en yüksek nane balında 23.71 mg GAE/100 g olarak kaydetmişlerdir. Chua ve ark. (2013), bal numunelerinde toplam fenolik düzeyini 110.39-196.500 mg GAE/100 g, Al ve ark. (2009) ayçiçeği balında 40 mg GAE/100 g, akasya balında 2-39 mg GAE/100 g ve Saxena ve ark. (2010), Hindistan bal örneklerinde 47-98 mg GAE/100 g arasında belirlemişlerdir. Herken ve ark. (2009), ballarda TOS düzeyinin 0,70-17,99 $\mu\text{mol H}_2\text{O}_2/\text{L}$ arasında, TAS düzeylerinin 0,01-0,27 mmol Trolox eşdeğeri/L arasında değiştiğini kaydetmişlerdir. Akyol ve ark. (2015), Türkiye'nin 11 ilinden alınan bal numunelerinde TAS düzeyini 0,26-2,91 mmol Trolox eşdeğeri/L, TOS düzeyini 3,92-13,61 $\mu\text{mol H}_2\text{O}_2/\text{L}$, OSI değerini % 0,34-2,20 olarak bildirmişlerdir. Yapılan araştırmada ballarda bulunan TAS ve TOS düzeyleri bazı araştırmacıların (Herken ve ark., 2009 ve Akyol ve ark., 2015) bildirdiği değerlerden daha yüksek, OSI değerleri ise Akyol ve ark. (2015), tarafından bildirilen değerler arasında bulunmuştur.

Bal arılarıyla yapılan bu çalışmada ek beslemede %0, 0,1 ve %0,2 çakşır bitkisi kökü kapsayan şurup kullanımı ballarda toplam fenolik madde bakımından bir farklılık yaratmamıştır. Ek beslemede %0,1 çakşır bitkisi tohumu kapsayan şurup kullanımı ballarda toplam fenolik madde düzeyini kontrol grubuna göre önemli düzeyde artırmıştır. Şurupta %0,2 düzeyinde çakşır bitki tohumu bulunması ise kontrol grubu

ile bir farklılık yaratmamıştır. Bu durum kullanılan çakşır tohumu düzeyinin artmasıyla toplam fenolik maddenin balda artış göstermediğini açıklamaktadır. Çakşır bitki kökünün %0,1 düzeyinde kullanılması TAS'ın kontrol grubuna göre, TOS'un ve OSI'nin kontrol grubuna ve %0,2'lik gruba göre daha yüksek olmasına yol açmıştır. Çakşır bitki tohumunun %0,1 ve %0,2 düzeyinde kullanımı ile kontrol grubuna kıyasla ballarda TAS, TOS ve OSI düzeyleri daha yüksek bulunmuştur. Çakşır bitkisi ballarda toplam antioksidan statusunu artırmış fakat toplam oksidan statusunda daha fazla artış sağladığından oksidatif stres indeksi de artmıştır. Toplam oksidan statusundaki artışın hangi oksidan maddelerden kaynaklandığını belirlemek için ballar ve aynı zamanda arı metabolizması incelenmelidir. Çakşır otu kökü toplam fenolik madde bakımından tohumuna kıyasla daha yüksek olmasına rağmen kök gruplarının balında toplam fenolik madde bakımından farklılık yaratmamış, TAS bakımından da %0,2 kök düzeyinde farklılık görülmemiştir.

5. SONUÇ

Türkiye'nin bazı bölgelerinde özellikle ilkbaharın erken dönemlerinde arıların yavru yetiştirmek amacıyla yararlanabileceği nektar ve polen kaynaklarının yetersiz olduğu bilinmektedir. Özellikle son yıllarda küresel ısınmanın da bir etkisi sonucunda çiçek açma ve nektar salgılama dönemlerinin değiştiği ve bu nedenle bal veriminin düştüğü bilinmektedir. Dolayısıyla arı kolonilerinin daha fazla miktarda yavru üretip daha güçlü nektar akımına girebilmeleri için uygun bileşimde ek yemlerle beslenmeleri önem taşımaya başlamıştır.

Denemede tüm dönemler birlikte değerlendirildiğinde farklı dozlarda çakşır tohumu ve kökü ile yapılan ek besleme ergin arı gelişimini kontrol grubuna kıyasla önemli derecede arttırmıştır ($P<0,001$). Birinci dönemde çakşır tohumu ve kökü ile ek besleme yapılan gruplarda ergin arı gelişimi kontrol grubuna göre daha fazla iken ikinci, üçüncü ve dördüncü deneme gruplarında çakşır tohumu ile ek besleme yapılan grupta ergin arı gelişimi diğer gruplardan daha fazla bulunmuştur ($P<0,01$). Her dönemde ek beslemede çakşır otu tohumu ve kökünün düzeyi arttıkça ergin arı gelişimi lineer bir şekilde artmıştır ($P<0,01$).

Tüm dönemler birlikte değerlendirildiğinde farklı dozlarda çakşır tohumu ve kökü ile yapılan ek besleme kuluçka alanı gelişimini kontrol grubuna kıyasla önemli derecede arttırmıştır ($P<0,001$). Her bir dönemde çakşır tohumu ve kökü ile ek besleme yapılan gruplarda kuluçka alanı gelişimi daha fazla bulunmuştur ($P<0,01$). Fakat çakşır kökünde düzeyin farklı olması istatistik yönden farklılık yaratmamıştır. Her dönemde çakşır otu tohumu ve kökünün ek beslemede düzeyi arttıkça kuluçka alanı gelişiminde lineer ilişki gözlenmiştir ($P<0,01$).

Tüm dönemler birlikte değerlendirildiğinde farklı dozlarda çakşır tohumu ve kökü ile yapılan ek besleme nektar akım dönemi ağırlık kazancını kontrol grubuna kıyasla önemli derecede arttırmıştır ($P<0,001$). Çakşır tohumu ve kökü ile ek besleme yapılan gruplarda nektar akım dönemi ağırlık kazancı kontrol grubuna göre daha fazla

bulunmuştur ($P<0,01$). Bununla birlikte düzeyler arasında istatistik yönden farklılık bulunmamıştır.

Farklı dozlarda çakşır otu tohumu ve kökü ile yapılan ek besleme bal verimini kontrol grubuna kıyasla önemli derecede artırmıştır ($P<0,001$). Bununla birlikte çakşır kökü düzeyleri arasında istatistik yönden bir farklılık bulunmamıştır.

Ek beslemede çakşır otu kökü kullanımı ballarda toplam fenolik madde düzeyini etkilememiştir. Çakşır otu tohumu kullanımı ballarda toplam fenolik madde düzeyini artırmış, bu artışın %0,1 kullanımda istatistik açıdan önemli olduğu ($P=0,008$) görülmüştür.

Ek beslemede şurupta %0,1 ve %0,2 düzeylerinde çakşır tohumu kullanımı ballarda TAS, TOS ve OSI düzeylerini önemli derecede artırmıştır. Çakşır kökü kullanımı balda TAS düzeyinde artış sağlamış, ancak %0,1'lik kullanımında istatistik açıdan önemlilik ($P=0,005$) saptanmıştır.

Yapılan araştırma sonucunda bal arılarında yavru üretimi ve bal verimi ile ballarda antioksidan statusunun ek beslemede çakşır otu tohumu ve kökünün kullanımı özellikle %0,2 düzeyinde çakşır otu tohumu kullanımı ile artırılabilceği sonucuna varılmıştır.

Çakşır bitkisi tohumu ve kökü katkısının bal arılarında metabolizma üzerine etkisi ve üretilen ballarda diğer kalite özelliklerinin de incelenmesi için araştırmalar yapılmalıdır.

ÖZET

Ek Besleme Döneminde Çakşır Otuğun Bal Arılarında Bazı Performans Özellikleri Üzerine Etkisi

Bu araştırma çakşır otu (*Ferula Communis* L.) tohum ve köklerinin Langstroth tipi kovanlarda bulunan Kafkas melezi arı (*Apis Mellifera Caucasica* L.) kolonilerinin bazı performans özellikleri üzerine olan etkilerini belirlemek için yapılmıştır. Deneme bölgesine 04 Haziran 2021 tarihinde getirilen koloniler 3 yavrulu olmak üzere 7 arılı çerçeve bulunduracak şekilde, yeni sezon ana arılarının verilmesiyle eşitlenmiştir. Eşitlenen koloniler, her bir grup için 4 koloni olacak şekilde dağıtılmıştır. Araştırmada 5 grup düzenlenmiş, kontrol grubuna sadece şurup (1/1 oranında şeker-su) verilmiştir. Deneme gruplarına ise şuruba %0,1 ve %0,2 düzeylerinde çakşır otu tohumu ve kökü ilave edilmiştir. Denemede 21 günlük aralıklarla ölçümler yapılmıştır. Deneme sonunda şekerli suya çakşır otu tohumu ve kökü ilave edilerek ek besleme yapılması arılı çerçeve sayısı, kovan ağırlığı, nektar akımı ağırlık kazancı ve bal veriminde istatistik açıdan önemli derecede artış sağlamıştır. Çakşır otu kökünün %0,1 ve 0,2 düzeylerinde kullanımı bu parametrelerde istatistik açıdan bir farklılık yaratmasa da çakşır tohumunun %0,2 düzeyinde kullanımı %0,1 düzeyine göre daha olumlu etki yapmıştır. Çakşır bitki tohumu ve kökü kullanımı ile ballarda toplam antioksidan statusu, toplam oksidan statusu ve oksidatif stres indeksi kontrol grubuna göre artmıştır. Çakşır bitki tohumunu %0,1 düzeyinde kullanımı balda toplam fenolik madde düzeyini istatistik açıdan önemli derecede artırmıştır. Yapılan araştırma sonucunda bal arılarında yavru üretimi ve bal verimi ile ballarda antioksidan statusunun ek beslemede çakşır otu tohumu ve kökünün kullanımı özellikle %0,2 düzeyinde çakşır otu tohumu kullanımı ile artırılabilceği sonucuna varılmıştır.

Anahtar Sözcükler: Antioksidan status, Bal arısı, Bal verimi, Çakşır otu, Ek besleme, Performans.

SUMMARY

Effects of Giant Fennel on Some Performance Traits in Honey Bees During Supplementary Feeding Period

This study was carried out to determine the effects of seeds and roots of giant fennel (*Ferula communis* L.) on some performance characteristics of Caucasian hybrid bee (*Apis Mellifera Caucasian* L.) colonies in Langstroth type hives. Colonies transferred to the experimental site on June 04, 2021 were equalized with the bringing of zero-aged queens, with 3 brood and 7 bee frames. Equalized colonies were distributed with 4 colonies for each group. In the study, 5 groups were arranged, and only syrup (sugar-water at a ratio of 1/1) was given to the control group. On the other hand, 0.1% and 0.2% levels of root and seed of giant fennel were added to the syrup in the experimental groups. Measurements were made at 21-day intervals in the experiment. At the end of the experiment, supplemental feeding by adding fennel seeds and roots to the syrup provided a statistically significant increase in the number of bee frames, hive weight, nectar flow weight gain and honey yield. Although the use of seed and root at the levels of 0.1% and 0.2% did not make a statistical difference in these parameters, the use of the 0.2% level of seed had a more positive effect than the level of 0.1%. Usage of seed and root of giant fennel increased total antioxidant status, total oxidant status and oxidative stress index in honey according to the control group. Total antioxidant status in honey was increased statistically with the usage of 0.1% fennel seed. As a result of this study, it was concluded that the brood production and honey yield in honey bees and antioxidant status in honey can be increased with the use of fennel seed and root, especially at the level of 0.2%, in supplementary feeding.

Keywords: Antioxidant status, Honey bee, Honey yield, Giant fennel, Performance, Supplementary feeding.

KAYNAKLAR

- AAZZA S, LYOUSSI B, ANTUNES D, MIGUEL MG (2014). Physicochemical characterization and antioxidant activity of 17 commercial Moroccan honeys. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, **65**(4): 449-457.
- ADAM B (1983). In Search of The Best Strains of Honey Bee. Northern Bee Books, West Yorkshire, UK.
- AHMAD S, KHAN KA, KHAN SA, GHRAH HA, GUL A (2021). Comparative assessment of various supplementary diets on commercial honey bee (*Apis mellifera*) health and colony performance. *Plos One*, **16**(10): e0258430. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0258430>.
- AKABERI M, IRANSHAHY M, IRANSHAHI M (2015). Review of the traditional uses, phytochemistry, pharmacology and toxicology of giant fennel (*Ferula communis* L. subsp. *communis*). *Iranian Journal of Basic Medical Sciences*, **18**(11): 1050-1062.
- AKBULUT S, YILMAZ D (2022). Ethnobotanical knowledge on the plants used by people on the Datça peninsula (Muğla, Turkey). *Applied Ecology and Environmental Research*, **20**(2): 1887-1910.
- AKYOL E, BARAN Y (2015). Arı sütünün yapısı, insanlar ve arılar için önemi. *Uludağ Arıcılık Dergisi*, **15**(1): 16-21.
- AKYOL E, KAFTANOĞLU O (2001). Colony characteristics and the performance of caucasian (*Apis mellifera caucasica*) and Mugla (*Apis mellifera anatoliaca*) bees and their reciprocal crosses. *Journal of Apicultural Research*, **40**(3): 11-15.
- AKYOL E, ÖZKÖK D, ÖZTÜRK C, BAYRAM A (2005). Bazı saf ve melez balarısı (*Apis mellifera* L.) kolonilerinin oğul eğilimi, yaşama gücü, kışlama yeteneği ve petek işleme etkinliklerinin belirlenmesi üzerine bir araştırma. *Uludağ Arıcılık Dergisi*, **5**(4): 162-166.
- AKYOL E, SELAMOĞLU Z, DOĞAN H, AKGÜL H, ÜNALAN A (2015). Determining the total antioxidant status and oxidative stress indexes of honey samples obtained from different phytogeographical regions in Turkey. *Fresenius Environmental Bulletin*, **24**(4): 1204-1208.
- AL-MAMARY M, AL-MEERI A, AL-HABORI M (2002). Antioxidant activities and total phenolics of different types of honey. *Nutrition Research*, **22**: 1041–1047.
- AL ML, DANIEL D, MOISE A, BOBIS O, LASLO L, BOGDANOV S (2009). Physico-chemical and bioactive properties of different floral origin honeys from Romania. *Food Chemistry*, **112**: 863-867.
- ALVAREZ-SUAREZ JM, TULIPANI S, DIAZ D, ESTEVEZ Y, ROMANDINI S, GIAMPIERI F, DAMIANI E, ASTOLFI P, BOMPADRE S, BATTINO, M. (2010). Antioxidant and antimicrobial capacity of several monofloral Cuban honeys and their correlation with color, polyphenol content and other chemical compounds. *Food and Chemical Toxicology*, **48**: 2490-2499.
- ANONİM (2022a). Erişim adresi: [<https://www.demirozu.bel.tr./content/>]. Erişim tarihi: 12.01.2022.

- ANONİM (2022b). Erişim adresi: [<https://kudaka.ka.gov.tr/bolgemiz/bayburt/bayburt-yoresel-urunler>]. Erişim tarihi: 15.01.2022.
- APPENDINO G, CRAVOTTO G, STERNER O, BALLERO M (2001). Oxygenated Sesquiterpenoids from a Nonpoisonous Sardinian Chemotype of Giant Fennel (*Ferula communis*). *Journal of Natural Products*, **64**(3): 393-395.
- ARAGNO M, TAGLIAPIETRA S, NANO GM, UGAZIO G (1988). Experimental studies on the toxicity of *Ferula communis* in the rat. *Research Communications in Chemical Pathology and Pharmacology*, **59**(3): 399-402.
- AOAC (2000). Official Methods of Analysis of AOAC International. 17th Ed., AOAC International, Maryland, USA.
- BAEK Y, KIM YJ, BAIK M-Y, KIM DO, LEE H (2015). Total phenolic contents and antioxidant activities of Korean domestic honey from different floral sources. *Food Science and Biotechnology*, **24**: 1453-1457.
- BAKER HG, BAKER I (1975). Studies of nectar-constitution and pollinator-plant coevolution. In *Coevolution of animals and plants*. University of Texas Press Austin. p.: 100-140.
- BANKOVA VS, DE CASTRO SL, MARCUCCI MC (2000). Propolis: recent advances in chemistry and plant origin. *Apidologie*, **31**(1): 3-15.
- BARKER RJ (1977). Some carbohydrates found in pollen and pollen substitutes are toxic to honey bees. *Journal of Nutrition*, **107**: 1859-1862.
- BAYRAM A, AKYOL E, YENİNAR H, ÖZTÜRK (2004). Bal arılarında (*Apis Melifera* L.) polen toplama süresinin (gün) koloni gelişimi ve bal üretimine etkisi. *Uludağ Arıcılık Dergisi*, **4**(1): 29-34.
- BECERRIL-SANCHEZ AL, QUINTERO-SALAZAR B, DUBLAN-GARCIA O, ESCALONA-BUENDIA HB (2021). Phenolic compounds in honey and their relationship with antioxidant activity, botanical origin, and color. *Antioxidants*, **10**: 1700. <https://doi.org/10.3390/antiox10111700>.
- BEHÇET L, YAPAR Y (2019). Important plants at the Matan Mountain (Bingöl/Turkey) flora with regard to beekeeping. *Biological Diversity and Conservation*, **12**(1): 149-159.
- BEKRET A, ÇANKAYA S, SİLİCİ S (2015). Bal Arısı Şurubuna Katılan Bitki Ekstraktı ve Yağlarından Oluşan Karışımının Koloni Gelişimi ve Bal Verimi Üzerine Etkileri. *Türk Tarım – Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi*, **3**(6): 365-370.
- BERETTA G, GRANATA P, FERRERO M, ORIOLI M, FACINO RM (2005). Standardization of antioxidant properties of honey by a combination of spectrophotometric/fluorimetric assays and chemometrics. *Analytica Chimica Acta*, **533**: 185–191.
- BRODSCHNEIDER R, CRAILSHEIM K (2010). Nutrition and health in honey bees. *Apidologie*, **41**(3): 278-294.
- BOGDANOV S (2012). Honey as nutrient and functional food. *Bee Product Science*, **15**: 1-37

- BURUCU V (2022). Arıcılık ürün raporu 2022.Tarımsal Ekonomi ve Politika Geliştirme Enstitüsü Tepge. Tepge Yayın No: 351 ISBN: 978-625-8451-37-5, Mart/2022.
- BURUCU V, BAL HSG (2017). Türkiye’de arıcılığın mevcut durumu ve bal üretim öngörüsü. *Tarım Ekonomisi Araştırmaları Dergisi*, **3**(1): 28-37.
- CABRERA M, PEREZ M, GALLEZ L, ANDRADA A, BALBARREY G (2017). Colour, antioxidant capacity, phenolic and flavonoid content of honey from the humid Chaco region, Argentina. *Revista Internacional De Botanica Experimental*, **86**: 124-130.
- CALDERONE NW, JOHNSON BR (2002). The within nest behaviour of honeybee pollen foragers in colonies with a high or low need for pollen. *Animal Behaviour*, **63**(4): 749-758.
- CEYLAN DA, SARI F (2017). Konya ili için çok ölçütlü karar analizleri ile en uygun arıcılık yerlerinin belirlenmesi. *Uludağ Arıcılık Dergisi*, **17**(2): 59-71.
- CHUA LS, RAHAMAN NLA, ADNAN NA, TAN TTE (2013). Antioxidant activity of three honey samples in relation with their biochemical components. *Journal of Analytical Methods in Chemistry*, **2013**: 313798.
- ÇAKAL AÇ (2013). Kuzeydoğu anadolu bölgesi arıcılık ve arı ürünleri sektörü. Erişim adresi: [<https://kudaka.ka.gov.tr/assets/upload/dosyalar/ce68d-tra1bolgesi-aricilik-ve-ari--urunleri-stratejisi.pdf>]. Erişim tarihi: 15.05.2022.
- ÇAKMAK İ, SEVEN ÇAKMAK S (2016). Türkiye’de arıcılık ve güncel koloni kayıpları. *Uludağ Arıcılık Dergisi*, **16**(1): 31-48.
- ÇEVİRİMLİ MB, SAKARYA E (2019). Arıcılık ekonomisine giriş ve saha verileri ile bir değerlendirme. *Veteriner Farmakoloji ve Toksikoloji Derneği Bülteni*, **10**(1): 40-48.
- ÇOPUR G, DURU M, ŞAHİN A, CANOĞULLARI S, BAYLAN M (2004). Çakşır (*Ferula eleaocytris*) kökü tozunun bronz hindilerde yumurta verim ve bazı yumurta verim özelliklerine etkileri. *Mustafa Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, **9**(1-2): 85-92.
- CRANE E (1999). Recent research on the world history of beekeeping. *Bee World*, **80**(4): 174-186.
- DAWSON B, TRAPP RG (2001). Basic and Clinical Bioistatistics. 3rd ed. Lange Medical Boks/McGraw-Hill Medical Publishing Division, New York.
- DEGRANDI-HOFFMAN G, CHEN Y, RIVERA R, CARROLL M, CHAMBERS M, HIDALGO G, DE JONG EW (2016). Honey bee colonies provided with natural forage have lower pathogen loads and higher overwinter survival than those fed protein supplements. *Apidologie*, **47**(2): 186-196.
- DENİZ GY, LALOĞLU E, KOC K, GEYİKOĞLU F (2019). Hepatoprotective potential of *Ferula communis* extract for carbon tetrachloride induced hepatotoxicity and oxidative damage in rats. *Biotechnic and Histochemistry*, **94**(5): 334-340.
- DEVEZA MV, KELLER KM, LORENZON MCA, NUNES LMT, SALES ÉO, BARTH OM (2015). Mycotoxycological and palynological profiles of commercial brands of dried bee pollen. *Brazilian Journal of Microbiology*, **46**: 1171-1176.

- DODOLOĞLU A (2000). Kafkas ve Anadolu Balarısı (*Apis mellifera* L.) ırkları ile karşılıklı melezlerinin morfolojik, fizyolojik ve davranış özellikleri. Doktora Tezi, Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Zootečni Anabilim Dalı, Erzurum.
- DODOLOĞLU A, EMSEN B (2007). Ek beslemenin bal arısı kolonisine etkisi. *Uygulamalı Hayvan Araştırmaları Dergisi*, **32**(2): 199-200.
- DOĞAN A, BULUT G, TUZLACI E, ŞENKARDEŞ İ (2014). A review of edible plants on the turkish apiaceae species. *İstanbul Üniversitesi Eczacılık Fakültesi Dergisi*, **44**(2): 251-262.
- DONER LW (1977). The sugars of honey- a review. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, **28**: 443-456.
- DÜLGER C (1997). Kafkas, Anadolu ve Erzurum balarısı (*Apis mellifera* L.) genotiplerinin Erzurum koşullarındaki performanslarının belirlenmesi ve morfolojik özellikleri. Doktora Tezi, Atatürk Üniv. Fen Bilimleri.
- DÜLGER C, DODOLOĞLU A, GENÇ F (2003). Farklı şekillerde yemlenen ahşap ve strafor kovanlardaki balarısı (*Apis mellifera* L.) kolonilerinin bazı fizyolojik ve davranış özellikleri. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, **34**(1): 57-62.
- DZUGAN M, TOMCZYK M, SOWA P, GRABEK-LEJKO D (2018). Antioxidant activity as biomarker of honey variety. *Molecules*, **23**: 2069.
- EGBER A, PEREVOLOTSKY A, YONATAN R, SHLOSBERG A, BELAİCH M, LANDAU S (1998). Creating aversion to giant fennel (*Ferula communis*) in weaned orphaned lambs. *Applied Animal Behaviour Science*, **61**(1): 51-62.
- ELTON W, HERBERT JR (1997). Honey bee nutrition, Ed. Graham, J.M., The Hive and The Honey Bee, Dadant and Sons Inc. Hamilton, Illions, p.: 197-233.
- ENGEL MS (1999). The Taxonomy of Recent and Fossil Honey Bees (*Hymenoptera: Apidae; Apis*). *Journal of Hymenoptera Research*, **8**(2): 165-196.
- ERDOĞAN Y (2007). Rezistanslı ve fanlı ahşap ve tecritli kovanlardaki bal arısı (*Apis mellifera* L.) kolonilerinin performansları. Doktora Tezi, Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Zootečni Anabilim Dalı, Erzurum.
- ERDOĞAN Y, DODOLOĞLU A, ZENGİN H (2004). Farklı çevre koşullarının bal kalitesi üzerine etkileri. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, **36**(2): 157-162.
- ERDOĞAN Y, DODOLOĞLU A (2005). Balarısı (*Apis mellifera* L.) kolonilerin yaşamında polenin önemi. *Uludağ Arıcılık Dergisi*, **5**(2): 79-84.
- ERDOĞAN Y, TURAN M. (2022). Physicochemical Properties of Honey Produced at Different Altitudes. *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*, **10**(4): 710-718.
- EREL O (2004). A novel automated direct measurement method for total antioxidant capacity using a new generation, more stable ABTS radical cation. *Clinical Biochemistry*, **37**(4): 277-285.
- EREL O (2005). A new automated colorimetric method for measuring total oxidant status. *Clinical Biochemistry*, **38**(12): 1103-1111.

- FALCON T, FERREIRA-CALIMAN MJ, NUNES FMF, TANAKA ED, DO NASCIMENTO FS, BITONDİ MMG (2014). Exoskeleton formation in *Apis mellifera*: Cuticular hydrocarbons profiles and expression of desaturase and elongase genes during pupal and adult development. *Insect Biochemistry and Molecular Biology*, **50**: 68-81.
- FAO (2021). Beekeeping Statistics, Food and Agriculture Organization of The United Nations, Erisim adresi: [<https://www.fao.org/faostat/en/#data>]. Erişim tarihi: 05.05.2022.
- FIRATLI Ç, GENÇ F, KARACAOĞLU M, GENÇER HV (2000). Türkiye Arıcılığının Karşılaştırmalı Analizi Sorunlar – Öneriler. 5. Türkiye Ziraat Mühendisliği Teknik Kongresi, Ankara. p.: 811-826.
- FIRATLI Ç, KARACAOĞLU M, GENÇER HV, KOÇ A (2005). Türkiye arıcılığına ilişkin değerlendirmeler ve öneriler. TMMOB Ziraat Mühendisleri Odası, Türkiye Ziraat Mühendisliği VI. Teknik Kongresi, Ocak, 03-07, Ankara-Türkiye.
- FİLİK G (2009). Rasyona ilave edilen çakşır (*Ferula eleaocytris*) kökü tozunun yumurtacı tavuklarda yumurta verimi ve kalite özelliklerine etkileri. Yüksek Lisans Tezi. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- FRANKEL S, ROBINSON GE, BERENBAUM MR (1998) Antioxidant capacity and correlated characteristics of 14 unifloral honeys. *Journal of Apicultural Research*, **37**(1): 27-31.
- FRESNAYE J, LENSKEY Y (1961). Méthodes d'appréciation des surfaces de couvain dans les colonies d'abeilles. *In Annales de l'Abeille*, **4**(4): 297-360.
- GENÇ F (1990). Erzurum şartlarında arı kolonilerindeki varroa bulaşıklık düzeyinin kışlatmaya; yemleme, mera ve ana arı çıkış ağırlığının koloni performansına etkileri. Doktora Tezi, Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Zootekni Anabilim Dalı, Erzurum.
- GENÇ F, DODOLOĞLU A (2002). Arıcılığın Temel Esasları. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ders Yayınları. No: 166.
- GHASEMI V, MOHARRAMIPOUR S, TAHMASBI G (2011). Biological activity of some plant essential oils against *Varroa destructor* (Acari: Varroidae), an ectoparasitic mite of *Apis mellifera* (Hymenoptera: Apidae). *Experimental and Applied Acarology*, **55**(2): 147-154.
- GHELDON N, ENGESETH NJ (2002). Antioxidant capacity of honeys from various floral sources based on the determination of oxygen radical absorbance capacity and inhibition of *in vitro* lipoprotein oxidation in human serum samples. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, **50**: 3050-3055.
- GHELDON N, WANG XH, ENGESETH NJ (2002). Identification and quantification of antioxidant components of honeys from various floral sources. *Journal Of Agricultural And Food Chemistry*, **50**(21): 5870-5877.
- GÖSTERİT A, KEKEÇOĞLU M, ÇIKILI Y (2012). Yığılca yerel bal arısının bazı performans özellikleri bakımından Kafkas ve Anadolu bal arısı ırkı melezleri ile karşılaştırılması. *Ziraat Fakültesi Dergisi*, **7**(1): 107-114.
- GRANGE JM, DAVEY RW (1990). Antibacterial properties of propolis (bee glue). *Journal of the Royal Society of Medicine*, **83**(3): 159-160.

- GÜLER A (2000a). Arıcılıkta yer daraltma ve ilave yemlemenin kolonilerin bazı fizyolojik özelliklerine etkileri. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*, **24**: 1-6.
- GÜLER A (2000b). Kek ve şurup (sakkaroz) yemlemesinin bal arısı (*Apis mellifera* L.) kolonilerinin performansı üzerine etkileri. *Hayvansal Üretim*, **41**(1): 65-75.
- HAILU D, BELAY A (2020). Melissopalynology and antioxidant properties used to differentiate *Schefflera Abyssinica* and Polyfloral honey. *Plos One*, **15**: e0240868.
- HAYDAK MH (1970). Honey bee nutrition. *Annual Review of Entomology*, **15**(1): 143-156.
- HERBERT EW, SHİMANUKİ H (1978). Chemical composition and nutritive value of bee-collected and bee-stored pollen. *Apidologie*, **9**(1): 33-40.
- HERBERT EW, VANDERSLICE JT, HIGGS DJ (1985). Effect of dietary vitamin C levels on the rate of brood production of free flying and confined colonies of honey bees. *Apidologie*, **16**: 385-394.
- HERKEN EN, EREL O, GUZEL S, CELİK H, IBANOGLU S (2009). Total antioxidant, phenolic compounds, and total oxidant status of certified and uncertified Turkey's honeys. *International Journal of Food Properties*, **12**(3): 461-468.
- HUANG Z (2010). Honey bee nutrition. *American Bee Journal*, **150**(8): 773-776.
- IMDORF A, RICKLI M, KILCHENMANN V, BOGDANOV S, WILLE H (1998). Nitrogen and mineral constituents of honey bee worker brood during pollen shortage. *Apidologie*, **29**: 315-325.
- İNANÇ N, TUNA Ş (2005). Fitoöstrojenler ve sağlıktaki etkileri. *Erciyes Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, **2**(2): 91-95.
- KAFTANOĞLU O (2001). Bal arılarında ırk kavramı ve ırk seçimi. *Uludağ Arıcılık Dergisi*, **1**(3): 11-20.
- KAMAL Md M, RASHID Md HU, MONDAL SC, TAJ HFE, JUNG C (2019). Physicochemical and microbiological characteristics of honey obtained through sugar feeding of bees. *Journal of Food Science and Technology*, **56**(4): 2267-2277.
- KANDEMİR İ, KENCE M, KENCE A (2000). Genetic and morphometric variation in honeybee (*Apis mellifera* L.) populations of Turkey. *Apidologie*, **31**: 343-356.
- KARACAOĞLU M, GENÇER HV, KOÇ AU (2003). Ege Bölgesi koşullarında ek beslemenin bal arısı (*Apis mellifera* L.) kolonilerinin yavru üretimi ve bal verimi üzerine etkileri. *Hayvansal Üretim*, **44**(2): 47-54.
- KAVANAGH S, GUNNOO J, MARQUES PT, STOUT JC, WHITE B (2019). Physicochemical properties and phenolic content of honey from different floral origins and from rural versus urban landscapes. *Food Chemistry*, **272**: 66-75.
- KAYA S (2008). Tıbbi Botanik ve Tıbbi Bitkiler. 1. Baskı 2008.
- KENCE A (2006). Türkiye balarılarında genetik çeşitlilik ve korunmasının önemi. *Uludağ Arıcılık Dergisi*, **6**(1): 25-32.

- KESKİN M, BİÇER O, GÜL S, CAN E (2004). A study on using *Ferula communis* (Chakshir) for oestrus synchronization in shami (*Damascus*) Goats under East Mediterranean Condition of Turkey. EAAP-55th Annual Meeting Abstracts Book, Bled, p.: 234.
- KIELISZEK M, PIWOWAREK K, KOT AM BŁAŻEJAK S, CHLEBOWSKA-ŚMIGIE A, WOLSKA I (2018). Sağlık odaklı yeni ürünler olarak polen ve arı ekmeği: Bir inceleme. *Gıda Bilimi ve Teknolojisinde Eğilimler*, **71**: 170-180.
- KLEIN AM, VAISSIERE BE, CANE JH, STEFFAN-DEWENTER I, CUNNINGHAM SA, KREMEN C, TSCHARNTKE T (2006). Importance of pollinators in changing landscapes for world crops. *Proceedings of the Royal Society B*, **274**: 303-313.
- KÖSOĞLU M, TOPAL E, TUNCA Rİ, YÜCEL B, YILDIZDAL İ (2019). Bal arılarında kışlama öncesi farklı beslemenin koloni gelişimine etkileri. *Anadolu Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü Dergisi*, **29**(2): 85-92.
- KÖSOĞLU M, YÜCEL B, ÖZSOY N, TOPAL E, ENGİNDENİZ S (2017). Türkiye arıcılığında ana arının koloni gelişimine ve arıcılık ekonomisine etkisi. *Tarım Ekonomisi Dergisi*, **23**(1): 55-60.
- KRELL R (1996). Value-Added Products From Beekeeping. FAO Agricultural Services Bulletin No.124, Rome. p.: 409
- KUMOVA U (2000). Bal arısı (*Apis mellifera* L.) kolonilerinde farklı besleme yöntemlerinin koloni gelişimi ve bal verimi üzerine etkilerinin araştırılması. *Hayvansal Üretim*, **41**(1): 55-64.
- KUMOVA U (2002). Önemli bir arı ürünü: Propolis. *Uludağ Arıcılık Dergisi*, **2**(2): 10-24.
- KUMOVA U, KAFTANOĞLU O, YENİNAR H (1993). Çukurova bölgesinde bal arısı (*Apis mellifera* L.) kolonilerinin ek yemlerle beslenmesinin koloni gelişimi üzerine etkileri. *Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, **8**(1): 153-166.
- KUMOVA U, KORKMAZ A (2000). Türkiye arı yetiştiriciliğinde Çukurova bölgesinin yeri ve önemi. *Hayvansal Üretim*, **41**: 48-54.
- KUMOVA U, KORKMAZ A (2002a). Arıcılık açısından arıotu (*Phacelia tanacetifolia* Benth) bitkisinin önemi ve bu konuda ülkemizde yapılan çalışmalar, *Uludağ Arıcılık Dergisi*, **2**(1): 11-16.
- KUMOVA U, KORKMAZ A (2002b). Bal arısı (*Apis mellifera* L.) kolonilerinde kuluçka alanının hesaplanması için basic dilinde bir program. *Alatarım*, **1**(2): 12-16.
- KUNERT K, CRAILSHEIM K (1988). Seasonal changes in carbohydrate, lipid and protein content in emerging worker honeybees and their mortality. *Journal of Apicultural Research*, **27**(1): 13-21.
- KÜÇÜKERSAN MK (2020). Arıcılık ve Arı Besleme. In: A Ergün, ŞD Tuncer, İ Çolpan, S Yalçın, G Yıldız, MK Küçükersan, S Küçükersan, A Şehu. 2020. Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları. 8. Baskı. Matbaa, Ankara. Bölüm 9.
- LAMEI S (2018). The Effect of Honeybee-Specific Lactic Acid Bacteria on American Foulbrood Disease of Honeybees. Doktora Tezi. Swedish University of Agricultural Sciences and Lund University, Uppsala, Lund, Sweden.

- MATTILA HR, OTIS GW (2006). Influence of pollen diet in spring on development of honey bee (Hymenoptera: Apidae) colonies. *Journal of Economic Entomology*, **99**: 604–613.
- METKA M (2001). Phytoestrogene, phytoestagene und phytoandrogene, *Journal für Menopause*, **8**(4): 12-18.
- MOKAYA HO, BARGUL JL, IRUNGU JW, LATTORFF HMG (2019). Bioactive constituents, *in vitro* radical scavenging and antibacterial activities of selected apis mellifera honey from Kenya. *International Journal of Food Science and Technology*, **55**(3): 1246-1254.
- NELSON DL, GARY NE (1983). Honey productivity of honeybee colonies in relation to body weight. Attractiveness And Fecundity Of The Queens. *Journal of Apicultural Research*, **22**(4): 209-213.
- NEUPANE KR, THAPA RB (2005). Alternative to off-season sugar supplement feeding of honeybees. *Journal of the Institute of Agriculture and Animal Science*, **26**: 77-81.
- NICOLSON SW, HUMAN H (2008). Bees get a head start on honey production. *Biology Letters*, **4**(3): 299–301.
- O'TOOLE C, RAW A (1991). Bees of The World. London, Blanford, p.: 192.
- OSKAY D, OSKAY GS (2017). Bal arısı ek beslemesinde sorunlar ve çözüm önerileri. *Arıcılık Araştırma Dergisi*, **9**(1): 1-8.
- OTIS GW (1996). Distributions of recently recognized species of honey bees (*Hymenoptera: Apidae: Apis*) in Asia. *Journal of the Entomological Society*, **68**: 311-333.
- ÖNAL AG, ŞAHİN A, KURAN M (2004). Çakşır (*Ferula communis*) otunun toklularda üreme fonksiyonları üzerine etkileri. 4. Ulusal Zootekni Bilim Kongresi. **1**: 443-446.
- ÖZBAKIR GÖ, ALİŞİROĞLU DG (2019). Bal arılarında beslenme fizyolojisi ve metabolizması. *Hayvansal Üretim*, **60**(1): 67-74.
- ÖZTÜRK Aİ (2014). Ana Arıda Kalite Kavramı ve Ana Arı Kalitesini Etkileyen Faktörler. Anadolu Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü Dergisi, **24**(1): 53-59.
- PARLAKAY O, YILMAZ H, YAŞAR B, SEÇER A, BAHADIR B (2008). Türkiye’de arıcılık faaliyetlerinin mevcut durumu ve trend analizi yöntemiyle geleceğe yönelik beklentiler. *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, **22**(2): 17-24.
- PAULIUC D, DRANCA F, OROIAN M (2020). Antioxidant activity, total phenolic content, individual phenolics and physicochemical parameters suitability for Romanian honey authentication. *Foods*, **9**: 306. Doi:10.3390/foods9030306.
- PERCIVAL MS (1961). Types of Nectar in Angiosperms. *New Phytol.* p.: 235-281.
- PIEK T (1964). Synthesis of wax in the honeybee (*Apis mellifera* L.). *Journal of Insect Physiology*, **10**(4): 563–572.
- PIETTA PG, GARDANA C, PIETTA AM (2002). Analytical methods for quality control of propolis. *Fitoterapia*, **73**: 7-20.

- PRZYBYLEK I, KARPİŃSKI TM (2019). Antibacterial properties of propolis. *Molecules*, **24**(11): 2047.
- RAHALİ FZ, KEFİ S, BETTAİEB REBEY I, HAMDAROUİ G, TABART J, KEVERS C, FRANCK T, MOUİTHYS-MİCKALAD A, HAMROUNİ SELLAMİ I (2019). Phytochemical composition and antioxidant activities of different aerial parts extracts of *Ferula communis* L. *Plant Biosystems-An International Journal Dealing with all Aspects of Plant Biology*, **153**(2): 213-221.
- RANGBERG A, DİEP DB, RUDİ K, AMDAM GV (2012). Paratransgenesis: an approach to improve colony health and molecular insight in honey bees (*Apis mellifera*)?. *Integrative and Comparative Biology*, **52**: 88-99.
- RAMAY MS, YALÇIN S (2020). Effects of supplemental pine needles powder (*Pinus brutia*) on growth performance, breast meat composition, and antioxidant status in broilers fed linseed oil-based diets. *Poultry Science*, **99**(1): 479-486.
- ROBINSON GE (2002). Genomics and integrative analyses of division of labor in honeybee colonies. *The American Naturalist*, **160**: 160-172.
- ROBINSON GE, PAGE RE (1989). Genetic determination of nectar foraging, pollen foraging, and nest-site scouting in honey bee colonies. *Behavioral Ecology and Sociobiology*, **24**: 317-333.
- ROTHENBUHLER WC, KULİNCEVİC JM, KERR WE (1968). Bee genetics. *Annual Review of Genetics*, **2**: 413-438.
- ROULSTON TH, CANE JH (2000). Pollen nutritional content and digestibility for animals. *Plant Systematics and Evolution*, **222**: 187-209.
- RUTTNER F (1988). Biogeography and Taxonomy of Honeybees. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg.
- RUTTNER F (1992). Natural history of honeybees. Ehrenwirth, Munich.
- SACCHETTI G, APPENDİNO G, BALLERO M, LOY C, POLI F (2003). Vittae fluorescence as a tool to differentiate between poisonous and non-poisonous populations of giant fennel (*Ferula communis*) of the Island Sardinia (Italy). *Biochemical Systematics and Ecology*, **31**(5): 527-534.
- SAĞIROĞLU M. (2005). Türkiye Ferula L. (Umbelliferae) Cinsi'nin Revizyonu. (Doktora), Gazi Üniversitesi, Ankara.
- SANCAK K, SANCAK A. AYGÖREN E (2013). Dünya ve Türkiye'de arıcılık. *Arıcılık Araştırma Dergisi*, **5**(10): 7-13.
- SAXENA S, GAUTAM S, SHARMA (2010). Physical, biochemical and antioxidant properties of some Indian honeys. *Food Chemistry*, **118**: 391-397.
- SCHMICKL T, CRAILSHEIM K (2004). Inner nest homeostasis in a changing environment with special emphasis on honey bee brood nursing and pollen supply. *Apidologie*, **35**: 249-263.
- SEELEY TD (1989). The honey bee colony as a superorganism. *American Scientist*, **77**(6): 546-553.

- SERGIEL I, POHL P, BIESAGA M (2014). Characterisation of honeys according to their content of phenolic compounds using high performance liquid chromatography/tandem mass spectrometry. *Food Chemistry*, **145**: 404-408.
- SHAMSUDIN S, SELAMAT J, SANNY M, ABD RAZAK SB, JAMBARI NN, MIAN Z, KHATIB A (2019). Influence of origins and bee species on physicochemical, antioxidant properties and botanical discrimination of stingless bee honey. *International Journal of Food Properties*, **22**(1): 239-264.
- SINGLETON VL, ORTHOFER R, LAMUELA-RAVENTOS RM (1999). Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of Folin-Ciocalteu reagent. *Methods in Enzymology*, **299**: 152-178.
- SINGLETON VL, ROSSI JA (1965). Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. *American Journal of Enology and Viticulture*, **16**(3): 144-158.
- SIMONE-FINSTROM M, SPIVAK M (2010). Propolis and bee health: the natural history and significance of resin use by honey bees. *Apidologie*, **41**(3): 295-311.
- SIRALI YD (2010). Arıcılığın Türkiye için önemi. *Arıcılık Araştırma Dergisi*, **2**(4): 3-4.
- SİLİCİ S (2015). Arı poleni ve arı ekmeği. *Uludağ Arıcılık Dergisi*, **14**(2): 99-105.
- SİLİCİ S, ÖZKÖK D (2009). Bal Arısı Biyolojisi ve Yetiştiriciliği. Eflatun Yayınevi, 1. Basım, Ankara, s.: 236.
- SNODGRASS RE (1910). The Anatomy of The Honey Bee. Pickle Partners Publishing, 2018. p.:214.
- SOMERVILLE D (2000). Honey bee nutrition and supplementary feeding. *Agnote, NSW Agriculture*. DAI/178: 1-8.
- SOUTHWICK EE, HELDMAIER G (1987). Temperature control in honey bee colonies, *BioScience*, **37**: 395–399.
- SOUTHWICK EE, SOUTHWICK JR L (1992). Estimating the economic value of honey bees (*Hymenoptera, Apidae*) as agricultural pollinators in the United States. *Journal of Economic Entomology*, **85**(3): 621–633.
- SOYSAL Mİ, GÜRCAN EK (2005). Tekirdağ ili arı yetiştiriciliği üzerine bir araştırma. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, **2**(2): 161-165.
- SPIVAK M, REUTER GS (1998). Performance of hygienic honey bee colonies in a commercial apiary. *Apidologie*, **29**: 291–302.
- STANDIFER LN (1980). Honey Bee Nutrition And Supplemental Feeding. *Beekeeping in the United States Agriculture Handbook*, p.39-45.
- STANDIFER LN, MOELLER FE, KAUFFELD NM, HERBERT EW, SHIMANUKI H (1977). Supplemental Feeding of Honey Bee Colonies. U.S. Dep. Agric. Bull, 413.
- SUAREZ RK, DARVEAU CA, WELCH KC, O'BRIEN DM, ROUBİK DW, HOCHACHKA PW (2005). Energy metabolism in orchid bee flight muscles: carbohydrate fuels all. *Journal of Experimental Biology*, **208**(18): 3573-3579.

- SUYABATMAZ Ş, BOZDEVECİ A, KARAOĞLU ŞA (2020). Bal Arılarında Gastrointestinal Bakteriyel Flora. *Uludağ Arıcılık Dergisi*, 19: 97-113.
- ŞAHİNLER N, KAYA S (2001). Bal arısı kolonilerini (*Apis mellifera* L.) ek yemlerle beslemenin koloni performansı üzerine etkileri. *Mustafa Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 6(1-2): 83-92.
- ŞAHİNLER N, ŞAHİNLER S (2009). Çakşır (*Ferula communis*) ve anason (*Pimpinella anisum*) bitkisinin bal arılarında yavru üretimi ve koloni performansı üzerine etkilerinin belirlenmesi. TÜBİTAK Proje No: 108O012. Hatay.
- ŞAHİNLER N, TOY NÖ (2022). 2000 yıllardan günümüze Türk arıcılığının değerlendirilmesi. *Türk Tarım-Gıda Bilimi ve Teknolojisi Dergisi*, 10(1): 86-91.
- TAWFIK AI, AHMED ZH, ABDEL-RAHMAN MF, MOUSTAFA AM (2020). Influence of winter feeding on colony development and the antioxidant system of the honey bee, *Apis mellifera*. *Journal of Apicultural Research*, 59(5): 752-763.
- TERZİOĞLU E (1994). Ülkemizin biyolojik çeşitliliği, Çevre ve İnsan. Çevre Bakanlığı
- THAKUR M, NANDA V (2020). Composition and functionality of bee pollen: A review. *Trends in Food Science & Technology*, 98: 82–106.
- TOPAL E, YÜCEL B, TUNCA Rİ, KÖSOĞLU M. (2019). Bal Arılarında Beslemenin Koloni Dinamiği Üzerine Etkileri. *Journal of the Institute of Science and Technology*, 9(4): 2398-2408.
- TUNCEL H (1992). Türkiye’de (1966-1986 yılları arasında) arıcılığa genel bir bakış. *Türkiye Coğrafyası Araştırma ve Uygulama Merkezi Dergisi*, 1: 98-126.
- TUTKUN E (2000). Teknik Arıcılık El Kitabı. 6. Baskı, Ankara.
- TUTUN H, KOÇ N, KART A (2018). Plant essential oils used against some bee diseases. *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*, 6(1): 34-45.
- TUTUN H, KAYA MM, USLUER MS, KAHRAMAN HA (2021). Arı Poleni: Antioksidan Etkisi. *Uludağ Arıcılık Dergisi*, 21(1): 119-131.
- TÜİK (2022). Türkiye İstatistik Kurumu, Erişim adresi: [\[https://data.tuik.gov.tr/Kategori/GetKategori?p=tarim-111&dil=1\]](https://data.tuik.gov.tr/Kategori/GetKategori?p=tarim-111&dil=1), Erişim tarihi: 10.05.2022.
- ULLAH A, SHAHZAD MF, IQBAL J, BALOCH MS (2021). Nutritional effects of supplementary diets on brood development, biological activities and honey production of *Apis mellifera* L. *Saudi Journal of Biological Sciences*. 28: 6861-6868.
- UYGUR ŞÖ, GİRİŞGİN AO (2008). Bal arısı hastalık ve zararlıları. *Uludağ Arıcılık Dergisi*, 8(4): 130-142.
- UZUNDUMLU AS, AKSOY A, IŞIK HB (2011). Arıcılık işletmelerinde mevcut yapı ve temel sorunlar; Bingöl ili örneği. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 42(1): 49-55.

- VASQUEZ A, OLOFSSON TC (2009). The lactic acid bacteria involved in the production of bee pollen and bee bread. *Journal of Apicultural Research*, **48**(3): 189-195.
- VILLETTE C, BERNA A, COMPAGNON V, SCHALLER H (2015). Plant sterol diversity in pollen from angiosperms. *Lipids*, **50**: 749–760.
- WILSON E (1971). *Insect Societies*. Harvard University Press, Cambridge, Massachusetts, p.:548.
- WINSTON ML (1987). *The Biology of The Honey Bee*. Harvard University Press.
- WRIGHT GA, NICOLSON S W, SHAFIR S (2018). Nutritional physiology and ecology of honey bees. *Annual Review of Entomology*, **63**: 327-344.
- YALÇIN H, AĞAÇSAPAN B, ÇABUK A (2019). Coğrafi bilgi sistemleri ile uygun arıcılık yerlerinin belirlenmesi. *GSI Journals Serie C: Advancements in Information Sciences and Technologies*, **1**(2): 1-15.
- YÜCEL H, EKİNCİ K, KARAMAN A, KAR B, YAZDIÇ F, (2022). Bal Arılarının Sindirim Kanalında Bulunan Probiyotik Kökenli *Bifidobacterium* sp.'nin Glikozit Hidrolaz Enzimatik ve Bibliyometrik Analizi. *Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, **12**(2): 622-632
- ZULUAGA CM, SERRATOB JC, QUICAZANA MC (2015). Chemical, nutritional and bioactive characterization of Colombian bee-bread. *Chemical Engineering Transactions*, **43**: 175-180.

EKLER

Ek-1. Etik Kurul Kararı (Bayburt Üniversitesi)

Evrak Tarihi ve Sayısı: 25/09/2018-14519



T.C.
BAYBURT ÜNİVERSİTESİ REKTÖRLÜĞÜ
Etik Kurulu

Sayı : 51694156-050.99/
Konu : Etik Kurul Onayı

DEMİRÖZÜ MESLEK YÜKSEKOKULU MÜDÜRLÜĞÜNE

İlgi : 21.09.2018 tarihli ve 24012472-302.14.01/14320 sayılı yazınız.

İlgi yazınız gereği Üniversitemiz Etik Kurulu 24.09.2018 tarihinde toplanmış olup, yapılan toplantı sonucu Veterinerlik Bölümü, Laborant ve Sağlık Anabilim Dalı'nda görevli öğretim görevlisi Sadık ÇIVRACI'nın " Ek Besleme Döneminde Çakşır Otunun Bal arılarında Bazı Fizyolojik Özellikler Üzerine Etkisi " adlı doktora tez çalışması için gerekli olan Etik Kurulu Onayı ile ilgili yapılan başvuru Bayburt Üniversitesi Etik Kurulunca uygun bulunmuş olup, karar aslı ekte sunulmuştur.

Bilgilerinizi ve gereğini rica ederim.

e-imzalıdır
Prof.Dr. Hanefi BAYRAKTAR
Etik Kurulu Başkanı V.

EKLER :
Kurul Kararı (1 Sayfa).



T.C.
BAYBURT ÜNİVERSİTESİ
ETİK KURULU KARARI

Karar Sayısı : 2018/22

Karar Tarihi : 24/09/2018

Oturum Sayısı : 09

Üniversitemiz Etik Kurulu tarafından Bayburt Üniversitesi Demirözü Meslek Yüksekokulu Müdürlüğü'nün 21.09.2018 tarihli ve 24012472-302.14.01/14320 sayılı yazısına istinaden, Veterinerlik Bölümü Laborant ve Sağlık Anabilim Dalı'nda görevli Öğretim Görevlisi Sadık ÇIVRACI'nın "Ek Besleme Döneminde Çakşır Otunun Bal arılarında Bazı Fizyolojik Özellikler Üzerine Etkisi" adlı doktora tez çalışması, Üniversitemiz Etik Kurulunca incelenmiş olup, toplantıya katılan kurul üyelerince araştırmanın etik ilkelerine uygun olduğuna oy birliğiyle karar verilmiştir.

Ek-2. Bayburt Tarım İl Müdürlüğü Etik Kurul Kararı

T.C.
BAYBURT VALİLİĞİ
İl Gıda, Tarım ve Hayvancılık Müdürlüğü

05/09/2018

Sayı : 34346305-6126- 544
Konu : Çalışma İzinleri hk.

Sn: Sadık ÇIVRACI
Öğretim Görevlisi
Demirözü Meslek Yüksek Okulu

Ekte kayıtlı dilekçenizde belirttiğiniz çalışmaların 13/12/2011 tarih ve 28141 sayılı resmi gazetede yayınlanarak yürürlüğe giren "Deneyisel ve Diğer Amaçlar İçin Kullanılan Hayvanların Refah ve Korunmasına Dair Yönetmelik" kapsamında olan bir proje olmadığı değerlendirilmiştir.

Bilgilerinizi ve gereğini rica ederim.

E K L E R :

-Bal Arılarında Çakşır Otunun Fizyolojik Etkileri

Ek-3. Yönetim Kurulu Kararı (Tez İsim Değişikliği)

TÜRKİYE CUMHURİYETİ
ANKARA ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÖNETİM KURULU KARARI ÖRNEĞİ

Toplantı Sayısı : 36	Karar Sayısı: 1368	Toplantı Tarihi: 19.09.2018
----------------------	--------------------	-----------------------------

Ankara Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları Anabilim Dalı Başkanlığı'nın 12.09.2018 tarih ve 9409 sayılı yazısı görüşüldü.

Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları Anabilim Dalı doktora programı öğrencisi Sadık ÇIVRACI'nın tez projesinin, "*Ek Besleme Döneminde Çakşır Otunun Bal Arılarında Bazı Performans Özellikleri Üzerine Etkisi*" olarak kabulüne oybirliği ile karar verildi.

Enstitü Müdürü
Prof. Dr. Mehmet AKAN

Üye
Prof. Dr. Ayhan BAŞTAN

Enstitü Müdür Yardımcısı
Prof. Dr. Ayfer TEZEL

Üye
Prof. Dr. Gülfem ERSÖZ

Enstitü Müdür Yardımcısı
Prof. Dr. Yılmaz ARAL

Üye
Prof. Dr. Meral TUNÇBİLEK