



T.C.
NİĞDE ÖMER HALİSDEMİR ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
HAYVANSAL ÜRETİM VE TEKNOLOJİLERİ ANABİLİM DALI



BAL ARILARININ (*Apis mellifera*) BESLENMESİNDE KOLONİ
FİZYOLOJİSİ ÜZERİNE POLEN VE POLENLİ İKAME YEMLERİNİN
ETKİSİNİN BELİRLENMESİ

MUSTAFA GÜNEŞDOĞDU

Haziran 2024

T.C.
NİĞDE ÖMER HALİSDEMİR ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
HAYVANSAL ÜRETİM VE TEKNOLOJİLERİ ANABİLİM DALI

BAL ARILARININ (*Apis mellifera*) BESLENMESİNDE KOLONİ
FİZYOLOJİSİ ÜZERİNE POLEN VE POLENLİ İKAME YEMLERİNİN
ETKİSİNİN BELİRLENMESİ

MUSTAFA GÜNEŞDOĞDU

Doktora Tezi

Danışman

Prof. Dr. Ahmet ŞEKEROĞLU

Haziran 2024

Mustafa GÜNEŞDOĞDU tarafından **Prof. Dr. Ahmet ŞEKEROĞLU** danışmanlığında hazırlanan “**Bal Arılarının (*Apis mellifera*) Beslenmesinde Koloni Fizyolojisi Üzerine Polen ve Polenli İkame Yemlerinin Etkisinin Belirlenmesi**” adlı bu çalışma jürimiz tarafından Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü **Hayvansal Üretim ve Teknolojileri** Ana Bilim Dalı’nda Doktora tezi olarak kabul edilmiştir.

Başkan : (Prof. Dr. Ahmet ŞEKEROĞLU) (Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi) |

Üye : (Prof. Dr. Halil YENİNAR) (Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi) |

Üye : [(Doç. Dr. Samet Hasan ABACI) (Samsun Ondokuzmayıs Üniversitesi)]

Üye : (Dr. Öğr. Üyesi Mustafa DUMAN) (Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi) |

Üye : [(Dr. Öğr. Üyesi Dilek KABAKCI) (Muş Alparslan Üniversitesi)]

ONAY:

Bu tez, Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulunca belirlenmiş olan yukarıdaki jüri üyeleri tarafından/...../20.... tarihinde uygun görülmüş ve Enstitü Yönetim Kurulu’nun/...../20.... tarih ve sayılı kararıyla kabul edilmiştir.

...../...../20...

Prof. Dr. Mustafa KARATEPE
MÜDÜR

TEZ BİLDİRİMİ

Tez içindeki bütün bilgilerin bilimsel ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, ayrıca tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

Mustafa GÜNEŞDOĞDU

ÖZET

BAL ARILARININ (*Apis mellifera*) BESLENMESİNDE KOLONİ FİZYOLOJİSİ ÜZERİNE POLEN VE POLENLİ İKAME YEMLERİNİN ETKİSİNİN BELİRLENMESİ

GÜNEŞDOĞDU, Mustafa

Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Hayvansal Üretim ve Teknolojileri Anabilim Dalı

Danışman

: Prof. Dr. Ahmet ŞEKEROĞLU

Haziran 2024, 130 sayfa

Bu çalışma, bal arılarının beslenmesinde (*Apis mellifera*) koloni fizyolojisi üzerine polen ve polenli ikame yemlerinin etkisinin belirlenmesi amacıyla yürütülmüştür. Bu araştırmada, 6 farklı polen ikame diyeti ile beslenen ve beslenmeyen (kontrol) grupların bal verimi, popülasyon gelişimi, kışlama ve yaşama gücü, uçuş etkinliği, hırçınlık skorlaması, vitollegenin seviyesi, abdominal yağ miktarı, bağırsak ağırlığı, tüm gövde ve bölümlerinin (baş, Thorax, abdomen) ıslak ve kuru ağırlıkları ve *Varroa destructor* bulaşıklık oranları incelenmiştir. Diyetleri oluşturan protein kaynağı ham maddeler sırasıyla; polen (diyet I), Spirulina (*Arthrospira platensis*) tozu (diyet II), taze yumurta sarısı (diyet III), liyofilize laktozsuz süt tozu (diyet IV), yaş maya (diyet V) ve inaktif bira mayası ekstraktı (ApiProtein) (diyet VI)'dir. Bulgulara göre, 6 farklı diyetin protein içerikleri (diyet I, ... ve diyet VI) sırasıyla; %6.97, %8.41, %6.36, %6.65, %6.85 ve %11.05 olarak tespit edilmiştir. Farklı diyetler (diyet I, ... ve diyet VI) ile beslenen ve besleme yapılmayan (kontrol) grubun bal verimleri sırasıyla; 21.73 ± 1.77 , 21.54 ± 1.96 , 16.94 ± 1.54 , 16.45 ± 1.51 , 16.37 ± 0.95 , 20.51 ± 0.74 ve 17.14 ± 0.65 kg/koloni'dir ($P < 0.05$). Tüm kolonilerin bal verim genel ortalaması 18.67 ± 0.65 kg/koloni olarak belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: *Apis mellifera*, ek besleme, koloni gelişimi, performans, vitollegenin

SUMMARY

DETERMINATION OF THE EFFECT OF POLLEN AND POLLEN SUBSTITUTION FEEDS ON COLONY PHYSIOLOGY IN THE NUTRITION OF HONEY BEES (*Apis mellifera*)

GÜNEŞDOĞDU, Mustafa

Niğde Ömer Halisdemir University

Graduate School of Natural and Applied Sciences

Department of Animal Production and Technologies PhD

Supervisor

: Prof. Dr. Ahmet ŞEKEROĞLU

June 2024, 130 pages

This study was conducted to determine the effect of pollen and pollen substitute diets on colony physiology of honey bees (*Apis mellifera*). In this study, honey yield, population development, overwintering and survivability, flight efficiency, aggression scoring, vitellogenin level, abdominal fat content, gut weight, wet and dry weights of the whole body and its parts (head, Thorax, abdomen) and *Varroa destructor* infestation rates of groups fed with 6 different pollen substitute diets and non-fed (control) were investigated. The protein source raw materials of the diets were pollen (diet I), Spirulina (*Arthrospira platensis*) powder (diet II), fresh egg yolk (diet III), lyophilized lactose-free milk powder (diet IV), fresh yeast (diet V) and inactive brewer's yeast extract (ApiProtein) (diet VI). According to the results, the protein contents of 6 different diets (diet I, ... and diet VI) were 6.97%, 8.41%, 6.36%, 6.65%, 6.65%, 6.85%, and 11.05%, respectively. The honey yields of the group fed with different diets (diet I, ..., and diet VI) and no feeding (control) were 21.73 ± 1.77 , 21.54 ± 1.96 , 16.94 ± 1.54 , 16.45 ± 1.51 , 16.37 ± 0.95 , 20.51 ± 0.74 , and 17.14 ± 0.65 kg/colony, respectively ($P < 0.05$). The average total honey yield of all colonies was 18.67 ± 0.65 kg/colony.

Key Words: *Apis mellifera*, supplementary feeding, colony development, performance, vitellogenin

ÖN SÖZ

Bu doktora tez çalışması, bal arılarının (*Apis mellifera*) beslenmesinde koloni fizyolojisi üzerine polen ve polenli ikame yemlerinin etkisinin belirlenmesi amacıyla yürütülmüştür.

Öncelikle beni öğrencisi olarak kabul eden ve doktora tez konumun belirlenmesinde, çalışmamın her aşamasında desteğini esirgemeyen, deneyim ve fikirleri ile bana ışık tutan danışman hocam, Sayın Prof. Dr. Ahmet ŞEKEROĞLU'na, tez çalışmamın her aşamasında bilgi ve deneyimleri ile destek olan Sayın Prof. Dr. Halil YENİNAR'a, tez çalışmamın veri analizinde bana yardımcı olan Sayın Doç. Dr. Samet Hasan ABACI'ya, arazi ve laboratuvar çalışmalarım sırasında yardım ve destek sağlayan değerli eşim Fatmanur ÇETİNKAYA'ya, tez çalışmamı yürüteceğim arılı kolonilerin verilmesi ve her zaman yanımda olarak maddi-manevi desteğini hiçbir zaman çekmeyen değerli aileme teşekkürlerimi sunuyorum.

Bu doktora tez çalışmasını, ülkemiz arıcılığının gelişmesinde yetiştirdiği yüzlerce öğrenci ve ürettiği onlarca bilimsel yayınlara büyük katkıları olan, beni akademik hayata yönlendiren ve bana arıcılığı sevdiren, 21.05.2020 tarihinde genç yaşta aramızdan ayrılan kıymetli hocam Prof. Dr. Ethem AKYOL'a ithaf ediyorum.

Bu çalışmaya TGT2022/3-LÜTEP numaralı proje ile finansal destek sağlayan Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi, Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi ve çalışanlarına katkılarından dolayı teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

ÖZET	iv
SUMMARY	v
ÖN SÖZ	vi
İÇİNDEKİLER	vii
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	x
FOTOĞRAFLAR DİZİNİ	xii
SİMGE VE KISALTMALAR	iv
BÖLÜM I.....	1
GİRİŞ	1
BÖLÜM II	3
GENEL BİLGİLER	3
2.1 Bal Arılarının Besinleri	3
2.1.1 Karbonhidratlar	3
2.1.2 Proteinler.....	4
2.1.3 Lipitler	4
2.1.4 Vitaminler	5
2.1.5 Mineraller	5
2.1.6 Su	6
2.1.7 Besinlerin biyolojik değeri	6
2.2 Bal Arılarında Sindirim Sistemi	6
2.3 Bal Arılarında Ek Besleme	7
2.4 Polenli ve/veya Polen İkame Yemleri	8
2.5 Arı Polenli ve Özellikleri	9
2.6 Spirulina ve Özellikleri	10
2.7 Süt Tozu ve Özellikleri	10
2.8 Yaş Maya ve Özellikleri	11
2.9 Yumurta Sarısı ve Özellikleri	11
2.10 Kafkas Arısı (<i>Apis mellifera caucasica</i>) Özellikleri	12
2.11 Önceki Çalışmalar.....	12

BÖLÜM III	27
MATERYAL VE METOT	27
3.1 Materyal	27
3.1.1 Araştırma sahası	27
3.1.2 Arı ve kovan materyali	28
3.1.3 Diyet katkı materyalleri	29
3.1.3.1 Polen materyali	29
3.1.3.2 Pudra şekeri materyali	29
3.1.3.3 Enzimatik invert arı yemi materyali	30
3.1.3.4 Spirulina materyali.....	31
3.1.3.5 Yumurta sarısı ve yaş maya materyali	31
3.1.3.6 Laktozsuz liyofilize süt tozu materyali	32
3.1.3.7 Ticari diyet katkı materyali (ApiProtein®)	33
3.1.3.8 Diğer diyet katkıları	34
3.1.4 Araştırma materyali olarak kullanılan diğer, alet ve ekipmanlar	35
3.2 Metot	35
3.2.1 Bal arısı kolonilerinin seçimi ve hazırlanması	35
3.2.2 Besleme diyetlerinin hazırlanması ve kolonilere verilmesi	36
3.2.3 Verilerin ölçülmesi	38
3.2.3.1 Performans verilerinin ölçümü	38
3.2.3.1.1 Arı kolonilerinin kuluçka alanı ve gücünün ölçülmesi	38
3.2.3.1.2 Bal verimin ölçümü	39
3.2.3.1.3 Kışlama yeteneği ve yaşama gücü ölçümü.....	40
3.2.3.1.4 Diyetlerin tüketimi ve diyetlerden oluşan atık ölçümü	41
3.2.3.1.5 Ergin arıların tarlacılık aktivitesi ölçümü	42
3.2.3.1.6 Kolonilerin hırçınlık ölçümü	43
3.2.3.2 Ergin işçi arı vücut parametrelerinin ölçümü	44
3.2.3.2.1 Bağırsak ağırlığının ölçümü	44
3.2.3.2.2 Abdominal yağ ölçümü	44
3.2.3.2.3 Ergin işçi arıların tüm vücut, baş, thorax ve abdomen ıslak ve kuru ağırlık ölçümü	45
3.2.3.2.4 Hemolenf deki vitellogenin seviyesi ölçümü	46
3.2.4 Hastalık ve zararlıların tespiti	47

3.2.4.1 Ergin işçi arıların üzerinde ve kapalı kuluçkada <i>Varroa destructor</i> paraziti bulaşıklık seviyesi ölçümü	47
3.2.5 Diyetlerin besin kompozisyon analizi	48
3.2.6 Verilerin istatistiki olarak değerlendirilmesi	50
BÖLÜM IV.....	52
BULGULAR VE TARTIŞMA	52
4.1 Bal Arısı Diyetlerinin Besin Madde Kompozisyonu.....	52
4.2 Bal Verimi	53
4.3 Kolonilerin Kuluçka Alanı ve Gücü	54
4.4 Kolonilerin Uçuş Etkinliği	60
4.5 Kolonilerin Diyet Tüketimi ve Diyetlerden Oluşan Atık Miktarı	62
4.6 Kışlama Kabiliyeti ve Yaşama Gücü.....	66
4.7 Hırçınlık Ölçümü	67
4.9 Ergin Arı Hemolenfindeki Vitollegenin Seviyesi	70
4.10 Ergin Arıların Abdominal Yağ Miktarı	71
4.11 Ergin Arıların Bağırsak Ağırlığı	75
4.12 Ergin Arıların Vücut Parçalarının Ağırlığı	78
4.13 <i>Varroa destructor</i> Bulaşıklık Seviyesi	89
BÖLÜM V	93
SONUÇ VE ÖNERİLER.....	93
KAYNAKLAR	94
ÖZ GEÇMİŞ	130
TEZ ÇALIŞMASINDAN ÜRETİLEN ESERLER	131

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 3.1. Çalışma süresindeki meteorolojik veriler	27
Çizelge 3.2. Vitamin, mineral ve aminoasit kompleksi ürünün içeriği	34
Çizelge 3.3. Beslemede kullanılan diyetlerin besin madde içeriği	37
Çizelge 4.1. Beslemede kullanılan diyetlerin besin madde kompozisyonu.....	52
Çizelge 4.2. Farklı diyetler ile beslenen grupların ortalama bal verimleri (kg/koloni) ..	54
Çizelge 4.3. Bal verimi ve kapalı kuluçka arasındaki regresyon denklemleri ve korelasyon değeri (r)	54
Çizelge 4.4. Farklı diyetler ile beslenen kolonilerin arı kaplı çerçeve sayıları (adet/koloni).....	56
Çizelge 4.5. Farklı diyetler ile beslenen bal arısı kolonilerinin kapalı kuluçka alanlarının periyodik seviyesi (cm ² /koloni)	59
Çizelge 4.6. Farklı diyetler ile beslenen kolonilerin uçuş (tarlacılık) aktivitesi (adet/arı/koloni).....	61
Çizelge 4.7. Farklı diyet ile beslenen grupların ortalama diyet tüketimi (gr/koloni/28 gün)	64
Çizelge 4.8. Bal arıları tarafından tüketilmeyip atılan diyet miktarı (gr/koloni/28 gün)	65
Çizelge 4.9. Besleme gruplarının ortalama kışlama kabiliyeti (%)	67
Çizelge 4.10. Besleme gruplarının ortalama yaşama gücü (%).....	67
Çizelge 4.11. Sokma (hırçnlık) davranışının diyetlere ve zamana göre değişimi	69
Çizelge 4.12. Farklı ölçüm zamanlarında diyet gruplarının sokma (hırçnlık) davranışı	69
Çizelge 4.13. Ergin arıların hemolenf vitollegeninin seviyeleri (ng/ml)	71
Çizelge 4.14. Farklı ölçüm zamanlarında ergin arıların abdominal yağ miktarı (mg/arı)	74
Çizelge 4.15. Ergin arıların bağırsak ağırlığı (mg/arı).....	77
Çizelge 4.16. Ergin arıların tüm vücut ıslak ağırlıkları (mg/arı)	81
Çizelge 4.17. Ergin arıların tüm vücut kuru ağırlıkları (mg/arı)	82
Çizelge 4.18. Ergin arıların baş ıslak ağırlıkları (mg/arı)	83
Çizelge 4.19. Ergin arıların baş kuru ağırlıkları (mg/arı)	84
Çizelge 4.20. Ergin arıların thorax ıslak ağırlıkları (mg/arı)	85
Çizelge 4.21. Ergin arıların thorax kuru ağırlıkları (mg/arı)	86

Çizelge 4.22. Ergin arıların abdomen ıslak ağırlıkları (mg/arı).....	87
Çizelge 4.23. Ergin arıların abdomen kuru ağırlıkları (mg/arı).....	88
Çizelge 4.24. Kapalı kuluçka içindeki varroa popülasyonu (%)	91
Çizelge 4.25. Ergin işçi arılar üzerindeki varroa popülasyonu (%).....	92



FOTOĞRAFLAR DİZİNİ

Fotoğraf 3.1. Muş Alparslan Üniversitesi kampüsü arı yetiştirme sahası	28
Fotoğraf 3.2. Araştırmada kullanılan koloni yapısı	28
Fotoğraf 3.3. Karışık çiçek poleni	29
Fotoğraf 3.4. Pudra şekeri.....	30
Fotoğraf 3.5. Kullanılan enzimatik invert arı yemi	30
Fotoğraf 3.6. Kullanılan Spirulina tozu	31
Fotoğraf 3.7. Kullanılan yaş maya.....	32
Fotoğraf 3.8. Kullanılan yumurta sarısı	32
Fotoğraf 3.9. Laktozsuz liyofilize süt tozu (solda) ve liyofilizatör cihazı (sağda)	33
Fotoğraf 3.10. ApiProtein® isimli ticari arı yem katkı ürünü	33
Fotoğraf 3.11. Diyetlerde kullanılan vitamin, mineral ve aminoasit kompleksi	35
Fotoğraf 3.12. Denemeye alınan bal arısı kolonisi	36
Fotoğraf 3.13. Diyetlerin hazırlanması	37
Fotoğraf 3.14. Diyetin koloniye verilmesi.....	38
Fotoğraf 3.15. Kapalı kuluçka alanı ölçümü.....	39
Fotoğraf 3.16. Bal hasadı görüntüleri	39
Fotoğraf 3.17. Kış girişi ve çıkışı arı kolonileri.....	40
Fotoğraf 3.18. Araştırma arılığından görünüm	40
Fotoğraf 3.19. Diyetin başlangıç ağırlığı	41
Fotoğraf 3.20. Diyetten yedi gün sonra kalan miktarın ölçümü	41
Fotoğraf 3.21. Arılar tarafından tüketilmeyen ve polen çekmecesine atılan diyet ölçümü	42
Fotoğraf 3.22. Tarlacılık aktivitesi yapan ergin arılar	43
Fotoğraf 3.23. Hırçınlık puanlaması	43
Fotoğraf 3.24. Ergin işçi arı bağırsak tartımı.....	44
Fotoğraf 3.25. Ergin arı abdominal yağ miktarı ölçümü	45
Fotoğraf 3.26. Ergin işçi arıların tüm vücut ve parçalarının ıslak ve kuru ağırlık ölçümü	46
Fotoğraf 3.27. Örneklerin vitellogenin seviyesi ölçümü	47
Fotoğraf 3.28. Ergin arılar ve kapalı kuluçkada varroa paraziti tespiti	48

Fotoğraf 3.29. Diyetlerin besin madde kompozisyon analizi	50
---	----



SİMGE VE KISALTMALAR

Simgeler

μm	: Mikrometre
cm^2	: Santimetre Kare
gr	: Gram
L	: Litre
mg	: Miligram
ml	: Mililitre
mm	: Milimetre
ng	: Nanogram
nm	: Nanometre

Kısaltmalar

Kısaltmalar	Açıklama
CO_2	: Karbondioksit
HMF	: Hidroksimetilfurfural
Vg	: Kitellogenin

BÖLÜM I

GİRİŞ

Arı yetiştiriciliği çok eski tarihlerden beri yapılmaktadır. İlk tarihi kalıntılar M.Ö. 7000 yıllarına dayanmaktadır. Eski mısır halkının M.Ö. 2400 yıllarında geleneksel törenlerinde bal ve bal mumu kullandığına dair taş üzerine çizilmiş resimler bulunmaktadır. Ayrıca Roma, İspanya, Hindistan gibi birçok medeniyetin yazılı eserlerinde arılara değinilmiştir (Sancak vd., 2013). Arı yetiştiriciliği tarımda ve kırsal kalkınmada önemli bir paya sahiptir. Bu tarımsal faaliyet ana gelir kaynağı veya ek gelir kaynağı olabilmektedir. Bu durumun başlıca sebepleri, az sermayeye ihtiyaç duyması, toprağa bağlı olunmaması, kısa sürede gelir getirmesi, ürünlerinin her zaman pazarlanabilir olması, sürekli bakıma ihtiyaç duymaması gibi özelliklerden dolayı, insanlar tarafından tercih edilen tarımsal faaliyet olmasındandır (Akyol ve Kaftanoğlu, 2001; Güneşdoğdu ve Akyol, 2019). Ancak, arılar sabit toprağa bağımlı olmasa da topraktan çıkan bitkisel besin kaynaklarına bağımlıdırlar.

Arıcılık insan sağlığı için faydalı ürünlerin üretimi yanında, bitkilerin neslinin devamı için polinasyondaki rolünden dolayı önemli bir tarımsal faaliyettir (Şahinler ve Toy, 2022). Arı ürünlerinden en tanınanı baldır. Ancak, balın yanı sıra bal mumu, polen, propolis, arı zehri gibi ürünler arıların ürettiği diğer ekonomik ürünlerdir. Arı ürünlerinden elde edilen ekonomik geliri yanında, polinasyondaki rolleri ile daha fazla ekonomik gelire katkı sağlamaktadırlar (Southwich ve Southwick, 1992). Bal arıları dünyanın hemen hemen birçok yerine uyum sağlamış ve farklı iklim bölgelerinde rahatlıkla yaşayabilmektedirler (Engel, 1999). Bal Arıları (*Apis mellifera* L.), Afrika, Asya ve Avrupa gibi geniş coğrafi alanlarda yaşamaktadır (Winston, 1987).

İklim değişikliği küresel bir problemdir. Sanayileşmeye bağlı atmosferdeki artan karbondioksit miktarı ve ormanların yok olması bu problemin en önemli faktörü olarak görülmektedir. İklim değişikliği geçmiş yılların hava olaylarının istatistiki değerlendirmesine göre dünyada kalıcı bir değişiklik olarak tanımlanmaktadır (Reddy vd., 2012). Küresel iklim değişikliğinin sebep olduğu ısınma, buzulları eriterek denizlerin seviyesini yükselmekte, tatlı su kaynaklarında kuruma ve birçok canlı türü yok olmaktadır. Türkiye’de yaz ve kış sıcaklıklarının artacağı, yağışların azalacağı ve

tarımsal üretimin azalacağı yönünde endişeler vardır (Topal vd., 2016). İklim değişikliğine bağlı olarak çevre sıcaklığında ve neminde meydana gelecek değişimler çiçeklerin nektar ve polen üretimini etkileyebilir. Bu durumda, kolonilerin gelişimi ve ürün hasadını azaltabilir veya artırabilir (Le Conte ve Navajas, 2008). Doğal ya da yabani bal arıları, kış için yeterince bal depolamaları gerekmektedir. Arıların ve diğer böceklerin besin arama faaliyetleri sıcaklık, yağmur ve güneş radyasyon yoğunluğu ile bağlantılıdır (Szabo, 1980; Heard ve Hendrickz, 1993; Vicens ve Bosch, 2000; Kasper vd., 2008). İklim değişikliği çiçek türlerinin dağılımını ve oranını etkileyerek arıların bal depolamasında sınırlayıcı olabilir (Thuiller ve ark., 2005). Kuraklık ve ormansızlaşma ile arılar için gerekli polen ve nektar üretimi azalmasıyla popülasyon üretimi ve ürün veriminde azalma olmaktadır (Stockstad, 2007). Güler ve Kaftanoğlu (1999), aynı bölgede farklı genotip arıların verimlerinin değişmesi çevresel etkilerin değişiminden kaynaklı olduğuna ve iklim değişiminin işçi arıların ve kraliçenin üretkenliğini değiştireceğini bildirmişlerdir. İklim değişimine bağlı hava sıcaklığının artmasından dolayı mum güvesi ve eşek arısı gibi zararlılar yıl boyu etkilerini gösterebilir (Solignac vd., 2005). İklim değişikliğinin arılar üzerinde üretkenliği azaltmasının yanı sıra, bitki çiçeklenme zamanının değişimi, kuraklık stresi ile bitkilerin çiçekte kalma süresinin azaldığı, polen ve nektar durumunda azalma olmasına, çiçeklerin arıları için daha az çekici olmasına ve bu sebeplere bağlı olarak kolonilerde yavru yetiştirme ve açlık problemleri görülmektedir (Malisa ve Yanda, 2016). Arıcılara, iklim değişikliğinin arılar üzerindeki etkilerini azaltmak için polen ikame yemleri ve su sağlamak, kovanların daha geniş olması ve gölgelik yapmak gibi çözümler önerilmektedir. Toprağın su içeriğine bağlı olarak çiçek tür yoğunluğu etkilenmektedir (Gao vd., 2014). Yağış oranının düşük olduğu bölgelerin üçte birinde çiçek tür yoğunluğunda azalma (4.2%) ve yağış oranın yüksek olduğu bölgelerin üçte birinde ise artış (10.8%) görülmüştür (Suggitt vd., 2019). Küresel büyük arazi kullanımı sonucunda son 500 yılda bitki çeşitliliği yaklaşık %13 oranında azalmıştır (Newbold vd., 2015). Bu tez çalışmasında, iklim değişikliğine bağlı olarak gelecek yıllarda bitki çeşitliliği ve yoğunluğundaki azalmalardan kaynaklı besin yetersizliği ihtimaline karşı, bal arılarının popülasyon büyüklüğü ve bağışıklık sistemlerinin etkilenmemesi için kaliteli bir polen ikame diyeti geliştirilmesi amaçlanmıştır.

BÖLÜM II

GENEL BİLGİLER

2.1 Bal Arılarının Besinleri

Bal arıları, hayatta kalmak ve üremek için temel besin bileşenlerine ihtiyaç duymaktadırlar. Bal arılarının karbonhidratlara (nektar ve bal), aminoasitlere (polen), lipitlere (yağ asitleri ve steroller), vitaminlere, minerallere (tuz) ve suya ihtiyacı vardır (Huang, 2010). Arıların beslenmesi hakkında bilimsel bilgiler 1950'li yıllardan önce yapılmış çalışmalardan gelmektedir. Hatta, son yıllarda beslenme çalışmaları oldukça azalmıştır.

2.1.1 Karbonhidratlar

Bal arıları, diğer canlılar gibi enerji kaynağı olarak karbonhidratlara ihtiyaç duymaktadır. Tüm karbonhidratlar ilk olarak Krebs döngüsüne ve hücrelere yakıt olarak Adenozin Trifosfat (ATP)'a, yan ürünler olarak karbondioksit ve glikoza dönüşmektedirler. Glikoz, enerji kaynağı olarak kullanılır ve fazlası yağ olarak vücutta depolanmaktadır. Bir işçi arının günde 11 mg şekere ihtiyacı vardır (Huang vd., 1989). Yaklaşık olarak 50.000 adet ergin arı popülasyonuna sahip koloninin günde 1.1 litre şeker şurubuna (1:0.5) ihtiyacı vardır (Huang, 2010). Nektar ve salgı balı, arıların doğal beslenmesinde ana karbonhidrat kaynağıdır (Nicolson ve Human, 2008). Nektarın şeker konsantrasyonu %5-%75 arasında değişmektedir. Ergin arılar glikoz, fruktoz, sükroz, trehaloz, maltoz ve melezitozdan yararlanabilmektedir. Ancak, raminoz, ksiloz, arabinoz, galaktoz, mannoz, laktoz, rafinoz ve melebiozu sindiremezler (Huang, 2010). Nektardaki, fitokimyasalların büyük ölçüde arılar için faydalı olduğu düşünülmektedir. Fenolik asitler, flavonoller, alkaloidler ve terpenoidler dışında nektarda en yaygın bulunan fitokimyasallardır (Liao vd., 2017; Palmer-Young vd., 2017). Bunların kompozisyonları ve konsantrasyonları çiçek taksonuna göre değişim göstermektedir (Palmer-Young vd., 2019). Fenolikasit ve flavonollerden p-oumarik asit ve kersetin arı sağlığı için önemlidirler. Fitokimyasal tüketimindeki artış, arı ömrünü uzatmakta, *Nosema* spp. enfeksiyonunu azaltmakta ve pestisit stresini ortadan kaldırmaktadır (Liao vd., 2017; Bernkalu vd., 2019).

2.1.2 Proteinler

Polen, arılar için protein, mineraller, lipitler ve vitaminler sağlamaktadır (Herbert ve Shimanuki, 1982). Tüm hayvanlar, dışarıdan alınması gereken ve vücutta sentezlenemeyen arginin, histidin, izolösin, lösin, lizin, metiyonin, fenilalanin, treonin, triptofan, ve valin gibi esansiyel amino asitlere ihtiyaç duymaktadır (DeGroot, 1953). Arılar için bu aminoasitlerin kaynağı protein içeriği %2.5 - %61 olan polendir (Roulston vd., 2000). Bir koloni yılda yaklaşık olarak 10-26 kg arasında polen toplamakta (Wille vd., 1985) ve 10 çerçevesi bir koloni 13.4 – 17.8 kg polen tüketmektedir (Crailsheim vd. 1992).

Bir çiçeğin polen bileşimindeki protein oranının artması tarlacı arılar tarafından daha fazla tercih edilmektedir (Grosh vd., 2020). Kolonideki ergin arıların yaklaşık %15 - %30'u polen toplayıcısıdır (Ellis vd., 2020). Kovana işçi arılar tarafından taşınan polen, “arı ekmeği” olarak petek gözlerine depolamaktadır. Yeni doğan bir ergin arı yaklaşık on günde 65 mg polen tüketmektedir (Crailsheim vd., 1992). Bir larva yetiştirmek için 25mg-27.5mg protein gerekmektedir. Bu da 125 – 187.5mg polene eşdeğerdir (Hrassnigg ve Crailsheim, 2005). Yetersiz veya besin değeri düşük polen ile beslenen koloniler, kuluçka üretimini azaltmaktadır (Turner vd., 1973). Vitollegenin, hemolenfdeki ana besin deposu protein kaynağıdır. Bu protein kış arılarında 80 µg/µL'ye kadar ulaşabilmektedir. Bu lipoprotein yiyecek arama davranışının başlamasına ve ömür uzunluğuna doğrudan etki etmektedir (Amdam vd., 2003). Yani, ergin işçi arıların ömür uzunluğu kısalmaktadır (Knox vd., 1971). İlkbaharda polen veya ikame ürünlerle beslenen kolonilerde bal verimi artmakta (Mattila ve Otis, 2006a), varroa paraziti (Janmaat ve Winston, 2000) ve Nosema enfeksiyonunun (Mattila ve Otis, 2006b) koloni üzerindeki etkileri azalmaktadır.

2.1.3 Lipitler

Lipitler, esas olarak bal arılarının kuluçka döneminde metabolize edilir ve önemli bir enerji kaynağıdır. Polen, %1 - %20 oranında lipit içermektedir (Roulston vd., 2000). Bunların önemli bir bileşeni esansiyel yağ asitleridir. Linoleik ve gama-linoleik asitler gibi yağ asitleri toplam lipit konsantrasyonunun %0.4'ünü, fosfolipitler ise %1.5'ini oluşturmaktadır (Szczesna, 2006). Oleik asit konsantrasyonu %2'den fazla olması ergin

arı ömrünü kısaltmaktadır (Manning vd., 2007). Steroller, böceklerde hayati fizyolojik roller oynayan bir lipit formudur. Arıların sterol tercihiine bağılı olarak, yiyecek arama sırasındaki konakçı bitki tercihi değışmektedir (Vanderplanck vd., 2020). Gerekli sterol bileşimine sahip polen elde etmek için arılar çeşitli bitkileri ziyaret etmektedirler (Chakrabarti vd., 2019). Polendeki steroller bal arıları için gereklidir ve işçi arılar tarafından sindirilen fitosteroller, 24-metilen kolesterol (ana sterol), sitosterol ve izofukosterol'e dönüştürölür (Svoboda vd., 1982). Arılar için önemli ve polende yaygın olarak bulunan sterol, 24-metilen kolesterol'dür. Arılar fitosterollerini kolesterole dönüştüremezler. Neredeyse tüm böcekler sterollerini sentezleyemediğı için diyetlerinden elde etmek zorundadırlar. Bu sterol arıların ömrünün uzamasına, başlarında bulunan protein miktarının artmasına ve karın lipit oranının artmasına sebep olmaktadır (Chakrabarti vd., 2020; Chakrabarti vd., 2019). Ayrıca, bu sterol pupadaki ana steroldür. Arılar C28 ve C29 fitosterollerini birbirine dönüştüremez ve bakıcı arılar dokularından asimile ederek yavrulara aktarırlar (Svoboda vd., 1986). Düşük lipit içeriğindeki besinler arılar için çekici değıldir. Polen ikame ürünleri %3 - %8 oranında lipit içermelidir (Huang, 2010). Düşük omega-6: omega-3 yağ asidi oranı bal arılarında öğrenme performansını artırmaktadır (Arien vd., 2015).

2.1.4 Vitaminler

Arılar, vitamin ihtiyaçlarını polenden karşılamaktadır. Özellikle yavru yetiştirmek için tiamin, riboflavin, nikotinamid, piridoksin, pantotenik asit, folik asit, askorbik asit ve biyotine gibi vitaminlere ihtiyaç duymaktadırlar (Huang, 2010). Arıların diyetlerine, ek olarak yağda çözölünen A, D, E ve K vitamini eklemek kuluçka üretimini artırmaktadır (Herbert ve Shimanuki, 1978a).

2.1.5 Mineraller

Bal arılarının mineral gereksinimleri henüz tam olarak anlaşılmış değıldir. Ancak, yüksek miktarda potasyum, fosfat ve magnezyuma ihtiyaç duydukları tahmin edilmektedir. Aşırı sodyum, sodyum klorür ve kalsiyum bal arıları için toksiktir. Polenin kül içeriğinin %2'den fazla olması yavru üretimini engellemektedir (Huang, 2010). Arı diyetleri 1000 ppm potasyum, 500 ppm kalsiyum, 300 ppm magnezyum ve

50 ppm sodyum, çinko, manganez, demir ve bakır içermesi daha iyi yavru yetiştirme sağlamaktadır (Herbert ve Shimanuki, 1978b).

2.1.6 Su

Su, arıların hayatta kalması için vazgeçilmezdir (Nicolson, 2009). Bal arıları iki amaç için suya ihtiyaç duymaktadır. Birincisi, balı sulandırmak ve yavru gıdasına bal eklemeyi kolaylaştırmak için ve ikincisi, ortam sıcaklığı 35°C'nin üzerine çıktığında kovayı serinletmek içindir. Arılar için, kolonilere yakın temiz bir su kaynağının olması gerekmektedir. Mümkünse suya az miktarda tuz ilavesi suyu daha çekici hale getirmektedir (Huang, 2010).

2.1.7 Besinlerin biyolojik değeri

Biyolojik değer, besinle alınan proteinin, vücutta yeni dokuların sentezi için alıkonulan miktarının bağırsaklarda emilen miktarına oranından çıkan değeri ifade etmektedir. Diğer bir ifadeyle, sindirim sisteminden sindirilen ve emilerek üretici vücut fonksiyonları için vücutta tutulan azot (N) miktarına denilmektedir. Bu değer, $((\text{Tüketilen Azot (N)} - (\text{Dışkı Azot (N)} + \text{İdrar Azot (N)})) / (\text{Tüketilen Azot (N)} - \text{Dışkı Azot (N)})) \times 100$ eşitliği ile hesaplanmaktadır (Kutlu, 2008).

Yumurtanın biyolojik değeri 100 olarak kabul edilmekte ve diğer besin maddelerinin biyolojik değeri hesaplamada standart olarak kabul edilmektedir. Süt, kırmızı et, soya ve kazein'in biyolojik değeri sırasıyla; 88, 80,75 ve 80'dir (Çelebi ve Karaca, 2006).

2.2 Bal Arılarında Sindirim Sistemi

Bal arılarının morfolojisi, davranışı, biyolojisi ve fizyolojisi uyum sağladığı ortama göre değişiklik gösterir. Bu da arı türleri arasında coğrafi konuma göre büyük çeşitlilik oluşturmaktadır (Ruttner, 1992; Güler ve Toy, 2008). Böyle bir çeşitliliğin oluşması her türün ve ekotiplerin sindirim sisteminin yapısında farklılık oluşturmaktadır (Lebrun, 1985; Santos ve Serrao, 2006). Böceklerin sindirim sistemi 3 ana bölümden oluşur: ön bağırsak, orta bağırsak ve arka bağırsak. Bu üç bölüm faydalı veya kommensal (ne zarar ne de yarar) bakteri topluluğu barındırmaktadır (Mattila vd., 2012). Bal arılarında ön

bağırsak yemek borusu ve bal midesi, orta bağırsak gerçek mideden, arka bağırsak ise ileum ve rektumdan oluşmaktadır. Gerçek mide, polen sindirimi ve emiliminde birincil organken, ileum ve rektum su ve iyonların emilmesi ve ozmotik kontrolden sorumlu organlardır (Gajger vd., 2011; Szymas vd., 2012). Bal midesi ise, besinlerin taşınmasında görevlidir (Silici ve Özkök, 2009).

Sindirim sisteminde mikroflora adı verilen birçok mikroorganizmadan oluşan bir topluluk bulunmaktadır (Suyabatmaz vd., 2020tez). Arıların bağırsak sisteminde yaşla oranları değişen *Lactobacillus*, *Bifidobacterium*, *Gilliamella*, *Bartonella*, *Klebsiella*, *Snodgrassella*, *Bombella*, *Hafnia-obesumbacterium* ve *Commensalibacter* gibi dokuz farklı bakteri topluluğu bulunmaktadır (Hroncova vd., 2015). Bunlardan en fazla oranda *Lactobacillus Firm-4* ve *Lactobacillus Firm-5* bulunmaktadır (Cuesta-Mate vd., 2021). Bu bakteriler büyüme gelişme, hastalıklar ile savaşmada ve bağışıklık sisteminin güçlenmesinde etkilidir (Raymann vd., 2018). Bu nedenle, bilinçsiz antibiyotik kullanımı bağırsak mikroflora dengesinin bozulmasının ve arı kayıplarının başlıca sebebi olarak görülmektedir (Yücel vd., 2022). Arıların sindirim sıvısında sakarozu dönüştürme etkisine sahip sukraz ve α -glukosidaz enzimleri bulunmaktadır. Amino asitlerin ortaya çıkmasında proteinazlar görev almaktadır. Orta bağırsakta ise lipaz bolca vardır (Standifer vd., 1977).

2.3 Bal Arılarında Ek Besleme

Bal arısı kolonilerinde popülasyon artışı ve bireylerinin sağlığı, koloniye işçi arılar tarafından taşınan besin maddelerine bağlıdır. Bal arıları, karbonhidrat ihtiyacını nektardan ve protein, lipid, vitamin ve mineral ihtiyacını polenden karşılarlar (Brodschneider ve Crailsheim, 2010). Bal arılarının (*Apis mellifera*) besin ihtiyaçlarının bilinmesi kolonilerin yönetimi ve sağlığı açısından arıcılara büyük katkılar sağlamaktadır (Sabir vd., 2000). Son yıllarda iklim değişikliğine bağlı olarak bitki biyo-çeşitliliğinin daralmaya başlaması, kurak sezonun uzun sürmesi, arı koloni popülasyonunda azalmalara, protein açlığına bağlı olarak kış arılarının yeterince yağ dokuya sahip olamamasına ve sonuç olarak ömür uzunluğunun kısalmasına sebep olmaktadır. Arılar geniş ve uygun meralara ihtiyaç duyarlar. Kuraklığa bağlı daralacak mera alanları, arıların tarlacılık, popülasyon gelişimi ve mevcut besin kaynaklarını azaltacaktır (Varol ve Yücel, 2019). Floranın yetersiz olduğu dönemlerde arıları

beslemek için bal ve nektar yerine şeker şurubu (sükroz) kullanılabilirken, polenin yerini tutabilecek tam bir ikame yemi bulunamamıştır. Bu nedenle polen, koloni sağlığının korunmasında sınırlayıcı bir faktördür (Shumkova vd., 2017). Özellikle sonbahar bakım ve beslemesi, arıcılıkta önem arz etmektedir. Sonbaharda ek besleme ile genç yavruların yetiştirilmesi, olası kış kayıplarını azaltmaktadır (Akyol vd., 2006). Ancak, iklim değişikliği sonucu ilkbahar ve yaz aylarında da kuraklığın hissedilmesi ve uzun süreli yağışlarda arılarda polen ihtiyacını artırmaktadır. Arılar için en doğal protein beslemesi, bal + polen karışımıdır (Dodologlu ve Emsen, 2007). Ancak, polenin yetersiz üretimi, maliyeti ve çeşitli hastalıklar ile bulaşık olması ihtimali arıcılıkta kullanımını kısıtlamaktadır. Yapılan çalışmalar, polen yerine çeşitli unların, küspelerin ve mayaların ikame olarak kullanılabileceğini göstermektedir (Haydak, 1970). Arılar için ikame yeminin besin değeri yüksek ve lezzetli olmalıdır. İyi hazırlanmış bir polen ikame yemi, kolonilerde oluşacak besin kıtlığından kaynaklı stresi azaltabilir (Köseoğlu vd., 2019). Türkiye’de henüz yeterli bir etkiye sahip polen ikame yemi geliştirilememiştir. Yavru yetiştirme, günlük aktiviteleri ve kurak sezonlarda hayatta kalabilmek için kolonide yeterli bal deposu olmalıdır. Eksikliği durumunda arılara şeker şurubu takviyesi yapılmaktadır (Hays, 1984). Ana arı, erkek arılar ve larvaların beslenmesinden koloni içindeki bakıcı işçi arılar sorumludurlar. Besleyici- bakıcı işçi arılar; arı sütü üreterek koloni içerisinde gelişmekte olan farklı fizyolojik yaş, kast ve cinsiyetteki gelişimi devam eden yavrular besleyerek koloni popülasyon dinamiğinde temel rol üstlenirler (Crailsheim vd., 2013). İşçi arılar tarafından koloniye getirilen taze polen veya peteklerde depolanmış polen (arı ekmeği=perga), arı sütünün üretimi için gerekli olan proteini sağlamaktadır. Polen, arılar için protein, karbonhidrat, vitamin, mineral ve yağ kaynağıdır (Roulston ve Buchmann, 2000; Stanley ve Linskens, 1974). Arı diyetlerine katılan polen ikame ürünleri nispeten arıların polen ihtiyacını karşılamaktadır. Yapılan çalışmalar, yağsız süt tozu, soya unu ve küspesi, bira mayası gibi maddelerin farklı oranlarda diyet olarak hazırlanmasının arı kolonileri üzerinde büyük etkisi vardır (Stace, 2000).

2.4 Polenli ve/veya Polen İkame Yemleri

Arıcıların, sahip oldukları bal arısı kolonilerinde yavru yetiştirmeyi teşvik etmek için iki seçenekleri vardır. Bunlar, kolonileri ya çeşitli çiçeklerin olduğu sahalara taşımak ya da ek besleme yapmaktır. Her iki seçenekte, arıcıyı ekonomik bir karar vermeye

zorlamaktadır. Polenli yem (pollen supplement) terimi, kolonilerin bulunduğu sahada bir miktar polen ve/veya nektarın bulunduğunu ve arıcının az miktar polen destekli yemlerle besleme yaptığını ifade etmektedir. Polen ikame yemi (pollen substitutes) terimi, kolonilerin bulunduğu sahada nektar ve polen kaynağının tamamen olmadığı ve arıcının şeker oranı yüksek sıvı ikame ve polen yerine geçen protein katkılı katı ikameler ile besleme yaptığını ifade etmektedir (Somerville, 2000).

2.5 Arı Polen ve Özellikleri

Çiçekli bitkilerin erkek üreme organlarında oluşan ünitelere “*polen*” adı verilmektedir (Krell, 1996). Tohumlu bitkilerin anterlerinde 2.5–250 µm taneler halinde bulunmaktadır (Couto ve Couto, 2006). Çiçeklerden toplanırken arıların tükürük salgısı ile yapışkanlık sağlanan ve arıların arka polen sepetçisinde pelet halde kovana taşınan ürüne “*arı poleni*” denilmektedir. Kovana taşınan bu polen yavru yetiştirmede ve ergin arıların organlarının gelişmesi için gerekli besinsel elementleri içermektedir (Konar, 2010). Polenlerin bitki çeşidine, coğrafi konuma ve mevsime göre biyolojik, fiziksel ve kimyasal özellikleri değişmektedir (Karataş vd., 2000). Arı poleni protein içeriği %40’ın üzerinde olduğu rapor edilmiştir, ancak genel olarak %7.5 - %35 aralığında değişmektedir. Karbonhidrat içeriği %15 - %50 arasında değişmekte ve rüzgarla tozlaşan bazı bitkilerde nişasta içeriği %18’e kadar çıkmaktadır (Schmidt ve Buchmann, 1992; Krell, 1996). Polenlerin renk özellikleri çok değişken olup sarı, kırmızı, siyah, mor gibi çok farklı renkte olabilmektedir. Polende %1-20 oranında yağ asitleri ve steroller, vitamin A, K, B12 hariç diğer vitaminler ve farklı mineral elementler bulunmaktadır (Bogdanov, 2011). Polenlerde yaklaşık %5.1 oranında bulunan lipitler arasında ilk sıralarda belirtilmesi gereken esansiyel yağ asitleridir (EFA’lar). Linoleik, γ -linoleik ve arkaik gibi asitler %0.4 oranında bulunmaktadır. Fosfolipidler %1.5’a ulaşırken, fitosteroller, özellikle P-sitosterol, %1,1 miktarında mevcuttur (Szczesna, 2006). Makro besinler (kalsiyum, fosfor, magnezyum, sodyum ve potasyum) ve mikro besinler (demir, bakır, çinko, manganez, silikon ve selenyum) yaklaşık %1.6 oranında mevcuttur (Campos vd., 2010). Polenin ortalama biyolojik değeri 72’dir (van Tets ve Hulbert, 1999). Ayrıca, antifungal, antimikrobiyal, antiviral etkisinin yanı sıra yanık yarasının iyileşmesini kolaylaştırmaktadır (Kroyer ve Hegedus, 2001; Almaraz-Abarca vd., 2004; Basim vd., 2006).

2.6 Spirulina ve Özellikleri

Mikroalgler, tuzlu ve tatlı sularda doğal olarak yetişen ve zengin besin değerleri olan besinlerdir. Spirulina (*Arthrospira platensis*), mavi yeşil alg olarak bilinen ve tek hücreli bir protein kaynağı olan ipliksi bir siyanobakteridir (Güler vd., 2021). Bu alg toz, tablet ve kapsül formlarında piyasada gıda takviyesi olarak satılmaktadır. Açık göletlerde veya foto biyoreaktörlerde yetiştiriciliği yapılmaktadır. Hasat edilen algler, kurutulularak öğütülmekte ve parçacık boyutu 200-800 nm'ye kadar küçültülmektedir (Soni vd., 2017). Spirulina, yaklaşık olarak %70 protein içermektedir (Saranraj ve Sivasakth, 2014). Bu alg'in fizikokimyasal özelliklerinden nem %3-6, pH 6-8, yağ %1-7, karbonhidrat %3-27 ve kuru madde oranı %88-95'tir (Gün, 2019; Özbal, 2020). Mineral maddelerden potasyum, sodyum, fosfor, kalsiyum, magnezyum ve demir bolca bulunmaktadır (Özbal, 2020). Vitamin A, K, E, B1, B2, B3, B6, B12, folik asit ve biotin bakımından oldukça zengindir (Sharoba, 2014). Dünya Sağlık Örgütü (WHO) tarafından yetişkinler ve çocuklar için oldukça sağlıklı bir gıda takviyesi olarak önerilmiştir (Michaelsen vd., 2009) ve Spirulina'nın biyolojik değeri 75.5'dir (Narasimha vd., 1982).

2.7 Süt Tozu ve Özellikleri

Süt tozu, sütün doğal yapısında bulunan suyun özel ekipmanlar ile buharlaştırılması (%1-4) ile oluşan kuru, dayanıklı ve besin değeri yüksek süt ürünüdür. Sütün kurutulması ile mikroorganizmaların gelişimi engellemekte ve daha dayanıklı bir ürün oluşmaktadır. Bu ürün, dondurma, yoğurt, bebek maması, çikolata ve salam gibi birçok ürünün üretiminde kullanılmaktadır (Anonim, 2012). Süt tozu üretiminde en yaygın yöntem püskürterek kurutmadır. Kurutma işleminden sonra tozun kalite özelliklerinde bozulma olmadan uzun süre raflarda kalabilmektedir (Mujumdar vd., 2010). Yağsız süt tozu; %33-37 protein, %3-4 nem, %8 -9 kül, %0.5-1 yağ ve 6.5-6.8 pH içermektedir. Ayrıca, yağsız süt tozunda HMF (hidroksimetilfurfural) 1.11-5.57 µM oranında bulunmaktadır. Yağsız süt tozu vitamin A ve C ile mineral demir (Fe) ve kalsiyum (Ca) içeriği zengindir (Kara, 2021). Tozun partikül büyüklüğü 10 – 250 µm arasında değişmektedir. Az yağlı süt tozunda laktoz oranı 4.8 gr /100 gr'dır (Caric, 1994). Laktozsuz süt, organik laktaz enzimi içerir ve kompleks bir şeker olan laktoz, glikoz ve galaktoza dönüştürülmektedir. Liyofilizasyon (freeze-drying), organik maddelerden

suyun uzaklaştırılması anlamına gelmektedir (Bindschaedler, 1999). Teknik olarak ifadesi, vakum (basınç) altında dondurulan ürünlerden suyun uzaklaştırılmasıdır (Nireesha vd., 2013). Bu işlemden sonra elde edilen ürünlerde bulunabilen mikroorganizmalar denatüre olmaktadır (Kumar vd., 2011) ve yağsız süt tozunun biyolojik değeri 78.4'dir (Nasi vd., 1982).

2.8 Yaş Maya ve Özellikleri

Yaş maya, şekerleri fermentasyona uğratarak oluşan karbondioksit ile olgunlaşma sağlayan, spor yapan aktif maya sınıfından, tek hücreli mikroorganizmalardan *Saccharomyces cerevisiae*'dir (Ergün ve Ertugay, 1990). Bu mayanın üretiminde genellikle melas kullanılmaktadır (Canbaş, 1995). Bu maya yaklaşık %70 su içermektedir. Bundan dolayı, kullanılıncaya kadar buzdolabında 2-4 °C' de saklanmalıdır (Ergün ve Ertugay, 1990). Maya, %45-55 protein, %6 yağ, %32 karbonhidrat ve %7 oranında külden oluşmaktadır (Rakowska vd., 2017). B kompleksi vitaminler ve mineral (çinko, krom, demir ve magnezyum) maddelerce zengindirler (Vieira vd., 2016). Maya suşu, glikoz, D-froktoz, D-mannoz, sükroz, maltoz ve D-galaktoz şekerlerini fermente edebilmektedir (Stewart, 2014). Ayrıca, lezzet artırıcı özellikleri bulunan 5 karbonlu nükleotitler yönünden de zengindirler (Vieira vd., 2016). Ekmek mayası (*Scacharomyces crevisiae*)'nın biyolojik değeri 72'dir (Michalik vd., 2014).

2.9 Yumurta Sarısı ve Özellikleri

Yumurta, embriyonun gelişmesi için gerekli tüm besinleri içeren gıda maddesidir. Yumurtanın besin değerlerini hayvanın yaşı, ırkı, rasyon, sıcaklık, depolama koşulları etkilemektedir (Şekeroğlu ve Sarıca, 2005). Tüm bir yumurtanın %27.5'ini sarı, %63'ü akı ve %9.5'ini kabuğu oluşturmaktadır. Yumurta sarısı yağ, akı protein ve kabuğu mineral açısından zengindir. Yumurta sarısının protein, karbonhidrat, yağ ve kül oranı sırasıyla; 16.1 gr, 1.0 gr, 34.1 gr ve 1.69 gr/100gr'dır (Yüccer vd., 2012). Sarıda, sterol (%5), fosfolipit (%29) ve trigliserol (%65) lipit grupları bulunmaktadır. Protein kaynağı olarak lipovitellin bulunmaktadır (Anton, 2007). Yumurtanın biyolojik değeri 100'dür (Çelebi ve Karaca, 2006).

2.10 Kafkas Arısı (*Apis mellifera caucasica*) Özellikleri

Türkiye’de Artvin ve Ardahan, Gürcistan ve Kafkasya bu ırkın anavatanıdır. Koyu gri ve esmer renklidirler. Yüksek rakımlı ve karasal iklim bölgelerine uyum sağlamışlardır. Bu ırkın yağmacılık ve propolis toplama eğilimi yüksek iken, oğul verme eğilimi oldukça düşüktür (Kaftanoğlu, 2001). Nosema hastalığına karşı oldukça hassastır (Avetisyan, 1978). Çok sakin ve çalışkan olmaları ile ön plana çıkmaktadırlar. Diğer arı ırklarına göre dillerinin uzun (6.8 – 7 mm) olması daha derin tüplü çiçeklerden faydalanmalarına olanak sağlamaktadır (Ruttner, 1988). Diğer ırklara göre çerçeveler arasına çok fazla bal mumu köprüleri yapmaktadır (Adam, 1987). Ancak, sıcak iklim koşullarına uyumsuzluğu ve dış parazitlere karşı dirençsiz olması, koloni kayıplarını artırmaktadır (Fıratlı, 2007).

2.11 Önceki Çalışmalar

Mclain (1888), taze yumurta, şeker, çavdar unu, tuz karışımı ile hazırlanan arı besinini tavsiye etmiştir.

Budak (1992) ve Güler (1995), bal üretimi ve ergin arı sayısı arasındaki korelasyon katsayısını sırasıyla, $r=0.551$ ve $r=0.917$ olarak bildirmişlerdir.

Nation (1974), yaklaşık %30 protein içeren yumurta sarısı ile hazırlanan arı diyetlerini arıların rahat tüketebildiğini bildirmiştir.

Arılarda hırçınlık davranışı üzerine: pestisitler, basınç, manyetik alan, nem, ışık, çevre sıcaklığı, mevsim, besin kaynakları, yavru üretimi ve hastalıklar etkilidir (Collins vd., 1982; Güler, 1995; Arslan, 2003).

Genç (1992), farklı yaşlarda (1-2-3) ana arılara sahip kolonilerin bal verimini sırasıyla, 11.69, 8.38 ve 3.38 kg/koloni olarak bildirmiştir.

Güler (1995), yaptığı çalışmada en sakin arının 1.64 iğne/koloni ile Kafkas arısı olduğunu bildirmiştir.

Gencer (1996), Genç vd. (1999) ve Dodoloğlu ve Genç (2022), Kafkas arısı uçuş etkinliğini sırasıyla, 38.77 adet/koloni, 72.86 adet/koloni ve 88.71 adet/koloni olarak bildirmişlerdir.

Gencer (1996), Dülger (1997) ve Akyol (1998) hırçınlık testinde en sakin huylu genotipi Kafkas (5.60, 3.73 ve 9.14 iğne/koloni) olarak bildirmişlerdir.

Gencer (1996), yaptığı çalışmada hırçınlık davranışı üzerine genotip*dönem interaksiyonunun önemsiz olduğunu bildirmiştir.

Karacaoğlu ve Fıratlı (1996)'ya göre, Beypazarı ekotipi arılarının koloni bal verimini 13.9 kg, Tokat yöresi arılarının ise 13.1 kg olarak rapor etmişlerdir. Ek olarak, arılık*genotip interaksiyonunun önemsiz ve yer*genotip interaksiyonunun önemli olduğunu rapor etmişlerdir. Ayrıca, farklı yükseltilerde Tokat ekotipi ve Beypazarı*Tokat melezlerinin arı kaplı çerçeve sayısını sırasıyla 14.07 ve 14.57 çerçeve/koloni olarak bildirilmişlerdir.

Akyol (1998), bal verimi ile kuluçka alanı arası $r=0.82$ bir korelasyon ve arılı çerçeve arasında ise $r=0.85$ korelasyon değerleri bildirmiştir.

Güler ve Kaftanoğlu (1999), Posof ekotipi arının, bal verimini 26.56 kg/koloni, arı kaplı çerçeve sayısını 8.68 adet/koloni ve kuluçka üretimini 1184.8cm²/koloni olarak bildirmişlerdir.

Dodoloğlu (2000), Kafkas, Kafkas*Anadolu melez arılarının Anadolu, Anadolu*Kafkas melez arılarından daha sakin olduğunu bildirmiştir.

Arslan (2003), Karniol, Muğla, Tokat, Kafkas (Camili) ve İtalyan arılarının bal verimini sırasıyla; 35.7, 23.7, 32.4, 16.2 ve 35.5 kg/koloni olduğunu bildirilmiştir. Ek olarak, arı kaplı ortalama çerçeve sayısını sırasıyla; 12.01, 10.82, 11.35, 8.58 ve 11.96 adet/koloni olarak rapor etmiştir.

Akyol vd. (2003), farklı arı ırklarının melez ya da saf olmasının ve mevsimin hırçınlığa etkisini incelemiştir. Kafkas ırkının en sakin ırk olduğu ve nektar akım döneminde tüm melez ve saf ırkların daha az hırçınlık gösterdiğini rapor etmişlerdir.

Gencer ve Karacaoğlu (2003), yaptıkları çalışmada Ege*Kafkas ($E_{\text{♀}}*K_{\text{♂}}$), Kafkas*Ege ($K_{\text{♀}}*E_{\text{♂}}$) ve Kafkas*Kafkas ($K*K$) genotip gruplarının temmuz ayı yavrulu alanları sırasıyla, 2199.28, 2097.95 ve 605.2 cm² ve bal verimlerini 23, 20 ve 21 kg/koloni olarak bildirmişlerdir.

Amdam vd. (2006), bakıcı arılar koloni içerisinde görev yaparken, tarlacı arılar yiyecek arama için koloni dışında görev alırlar. Bakıcı arıdan tarlacı arıya geçişte vücut juvenil hormon seviyesinde artma ve vitollegenin seviyesinde azalma olduğunu belirtmişlerdir. Vitollegenin seviyesindeki azalma işçilerin tat alma oranında artışa sebep olduğunu rapor etmişlerdir.

Vitollegenin seviyesinin bakıcı arılarda yüksek ve tarlacı arılarda düşük olduğu ve polen tüketiminin bu seviyeyi artırdığını bildirmişlerdir (Nelson vd., 2007; Antonio vd., 2008; Azevedo vd., 2011).

Sıralı vd. (2007), Posof bal arısının nektar akım dönemindeki hırçınlık özelliğini 2.60 adet iğne/koloni, uçuş etkinliğini 21.32 adet/dk/koloni olarak bildirmişlerdir.

van der Steen (2007), soya unu, bira mayası, süt tozu, kazein, şeker şurubu, keten yağını sırasıyla, 3:2:0.8:3.2:10:2 birimden oluşturduğu ikame yemi ve perga (arı ekmeği) ile hazırladığı besinlerin koloni performansına etkisini incelediği araştırmada; ikame yemi ile beslenen kolonilerin daha fazla kuluçka üretimi, tarlacılık faaliyeti ve ömür uzunluğuna sahip olduğunu bildirmiştir.

DeGrandi-Hoffman vd. (2008), üç farklı ticari arı (%26, %8.31 ve %16.5 protein, %42, %75.97, ve %66 karbonhidrat) diyetinin, koloni performansına etkisini araştırdıkları bir çalışmada; %16.5 protein ve %66 karbonhidrat içeriğine sahip diyetlerle beslenen kolonilerin daha fazla yavru üretimi ve popülasyon gelişimine sahip olduğunu bildirmişlerdir.

De Jong vd. (2009), Feed-Bee[®], Bee-Pro[®], polen ve akasya bakla unu ile besledikleri bal arıların hemolenfindeki protein seviyesini sırasıyla; 2.65, 2.51, 1.76 ve 1.69 µg/µl olarak bildirmişlerdir. Ayrıca, ticari protein kaynaklarının doğal polene göre daha etkili olduğunu ve şeker şurubu ile beslenen kontrol grubuna göre, tüm protein diyetleri daha fazla hemolenf proteini oluşturduğunu rapor etmişlerdir.

DeGrandi-Hoffman vd. (2010) yaptıkları çalışmada, polen, polen ikamesi (MegaBee) ve şeker şurubu ile besledikleri kolonilerde polenli diyet tüketiminin polen ikame diyetinden fazla olduğunu ve hipofaringeal salgı bez boyutunda farklılık olmadığını bildirmişlerdir. Sonuç olarak, diyet, protein seviyeleri ve bağışıklık tepkisi arasında bir bağlantı olduğunu ve ek beslenme yoluyla protein stresine bağlı koloni kayıplarının azaltılabileceğini belirtmişlerdir.

Colonello-Frattini vd. (2010), vitollegenin (vg) ve lipopholin (lp) böceklerin dişi üreme sisteminde önemli rol oynayan lipoproteinlerdir. Bu çalışma ile erkek arıların mukus bezlerinde bu iki proteinin bulunduğu bildirilmiştir. Ancak, bezlerde olmasına rağmen vücutta salgılanmadığı ve dişilerden geçmiş olabileceğini bildirmişlerdir.

Ihle vd. (2010), farklı genotipteki arıların vitollegenin seviyelerinin tarlacılık faaliyeti üzerine etkilerini inceledikleri araştırmada, farklı genotip arıların vitollegenin seviyesi ile tarlacılık faaliyeti arasında ilişki olmadığını ve tarlacı arıların yaşı ile değiştiğini bildirmişlerdir.

Gösterit vd. (2012a), Anadolu, Kafkas ve Yığılca arılarının ortalama uçuş etkinliğini sırasıyla, 62.81, 60.17 ve 61.28 dk/koloni ve bal verimini 6.98, 3.61 ve 10.83 kg/koloni olarak rapor etmişlerdir.

Gösterit vd. (2012b), Yığılca, Anadolu ve Kafkas arılarında hırçınlığın sırasıyla; 18.38, 5.5 ve 3.75 iğne/koloni olarak bildirmişlerdir.

Höcherl vd. (2012), mısır poleni, polifloral polen ve ikame yem (kalsiyum kazenat unu, whey protein, bira mayası, soya unu karışımı) ile hazırladıkları diyetlerle besledikleri arılarda, Mısır poleni ve ikame yemleri ile beslenen kolonilerde yaşam sürelerinin kısaldığını bildirmişlerdir.

Mahbobi vd. (2012), farklı besleme programı uygulanan arı kolonilerinde ek protein besleme yapılan koloniden elde edilen kraliçe arıların kanat uzunluğu hariç, ağırlık, baş genişlik ve uzunluğu, thorax uzunluk ve genişliği, kubital index, spermateka çapı özellikleri ek proteinle beslenmeyenlerden daha yüksek çıktığını rapor etmişlerdir.

Li vd. (2012), farklı ham protein (%15, %20, %25, %30 ve %35) seviyesine sahip ve sadece polenle hazırlanmış arı diyetleri ile beslenen arıların, diyet tüketimini sırasıyla 109.32, 104.90, 105.62, 103.42, 102.93 ve 127.43 (g/1 çerçeve arı) ve ergin arı ağırlığını 105, 106, 109, 115, 111 ve 107 gr/arı olarak rapor etmişlerdir.

Blenefeld ve Zakour (2013), *A. mellifera syriaca* arılarının savunma davranışını 1-4 arası puanlama ile değerlendirdikleri çalışmada, Suriye arısını 1.48 puanlama ile aşırı saldırgan olarak bildirmişlerdir.

Mohebodini vd. (2013), şeker şurubuna 100, 200, 300 ve 400 ppm tiamin ilavesinin koloni kuluçka üretimine etkisini inceledikleri çalışma sonucunda 200 ppm tiamin ilave edilmesini önermişlerdir.

Aly vd. (2014), nohut unu, fasulye unu, bezelye unu, çemen unu, kişniş unu, kimyon unu, anason unu, barbunya unu, pirinç unu, rezene unu ve yulaf unu gibi 10 farklı arı ikame yeminin koloni fizyolojine etkisini incelemişlerdir. Koloni başına en yüksek tüketimin 47.42 gr/hafta ile, yulaf unu (%50) + pirinç unu (%25) + anason unu (%25) + bal karışımı diyetle olduğunu rapor etmişlerdir. Kapalı kuluçka üretiminin en fazla pirinç unu (%25), bezelye unu (%40), rezene unu (%25), çemen unu (%10) ve bal ile beslenen grupta olduğunu belirtmişlerdir.

Akyol vd. (2014), iç Anadolu bölgesinde Kafkas arısının bal verimini 23.40 kg/koloni, arı kaplı çerçeve sayısını 8.11 adet ve kapalı kuluçka alanını 1701.9 cm²/koloni olarak bildirmişlerdir.

Gemeda (2014), bezelye unu ile hazırladığı diyetler ile kurak sezonda arıları beslemiş ve performanslarını değerlendirmiştir. Koloni bal verimini 26.8 kg, tüketimi 348.9 gr/gün, kuluçka etkinliğini 1274 cm² ve arı kaplı çerçeve sayısını 7.3 adet olarak bildirmiştir.

Kumar ve Agrawal (2014), farklı formülasyonlar ile hazırladığı arı diyetlerinden soya unu, bira mayası, soya protein hydrolysate, şeker ve glukoz karışımı ile hazırladığı diyetin koloni parametreleri üzerine etkisinin yüksek olduğunu bildirmişlerdir. Spirulina ve süt tozu ile hazırladığı diyetlerde kuluçka alanı ve arı kaplı çerçeve sayısı oldukça düşük kalmıştır.

Frias vd. (2015), sekiz farklı polenin farklı oranlarda karışımının, bal arılarındaki fizyolojik etkilerini incelemişlerdir. *Asteraceae*, *Myrtaceae*, *Lamiaceae*, *Cyperaceae*, *Aquifoliaceae*, *Poaceae*, *Euphorbiaceae* ve *Solanaceae* bitkilerinin polenlerini kullanmışlardır. *Asteraceae* (papatyagiller) poleni içeren diyetin daha az tüketildiğini ve ergin arı ölümünü artırdığını bildirmişlerdir. Vitellogenin seviyesin en yüksek *Moraceae* (dutgiller) ve *Myrtaceae* (mersingiller) poleni içeren diyetlerde olduğunu bildirmişlerdir.

Taha (2015), diyet1 (bira mayası, yağsız soya unu, yağsız süt tozu, bal), diyet2 (hurma pekmezi, yağsız soya unu, yağsız süt tozu, bal), diyet3 (hurma ezmesi, yağsız soya unu, yağsız süt tozu, bal) ile yaptığı diyetlerden en fazla tüketim ve verimin (bal, polen ve kuluçka) diyet1 ile beslenen kolonilerde olduğunu bildirmiştir.

Yeninar vd. (2015), çam balı üretim sezonunda su, polen ve polen+su ile beslemenin bazı verim özelliklerine etkisini incelemişlerdir. Bal verimini polen+su, polen, su ve kontrol grubunda sırasıyla 24.2, 17.3, 16.3 ve 12.0 kg/koloni olarak bulmuşlardır. Kışlama yeteneğini sırasıyla; %92.1, 70.4, 67.1 ve 51.0 olarak bildirmişlerdir.

Amro vd. (2016), ticari ve ev yapımı polen ikamelerin arılar üzerindeki etkilerini inceledikleri çalışmaya göre, Feedbee® ticari ürünü en fazla tüketilen olmamasına rağmen, en iyi kapalı kuluçkaya (174.7) sahip olmuştur. Ek olarak, ortalama ıslak işçi ergin ağırlığını 96.5 mg ve kuru işçi ağırlığını 15 mg olarak bu grupta olduğunu bildirmişlerdir.

Abd El-Wahab ve Ghania (2016a), üç farklı (Star; Royal King 4H; Royal Star) ticari polen ikame yemi ile besledikleri kolonilerden en iyi performansı Royal King 4H isimli ticari üründen sağladıklarını, koloni bal verimini 5.5 kg ve kapalı kuluçka alanını 405 cm² olduğunu rapor etmişlerdir.

Abd El-Wahab vd. (2016b), bira mayası (10gr), bal (1gr), zerdeçal ve çemen unu (8gr), pudra şekeri (45gr), portakal suyu (20 ml), nane yağı (10ml), şeker şurubu (30ml) ve A, D, E vitamin (0.5gr) ile hazırladığı diyetin, arılarda en yüksek biyolojik aktiviteye sebep olduğunu bildirmişlerdir.

Aqueel vd. (2016), laboratuvarında yetiştirdikleri ana arılara bal, sakaroz, fruktoz ve maya vermişlerdir. Ana arı yüksüğünden en ağır ve en uzun ana arıların maya diyeti ile beslenenlerde olduğunu bildirmişlerdir.

Badawy vd. (2016), polen, bira mayası ve soya unu ile besledikleri bal arılarının hırçınlık ve arı zehri üretimi konusundaki çalışmada, polen ile beslenen grupların en hırçın ve en fazla zehir ürettiğini bildirmişlerdir.

DeGrandi-Hoffman vd (2016), MegaBee® ve şalgam poleni ile beslenen bal arılarının kışlama yeteneğini, *Nosema* spp. hastalığı ve kraliçe arının yaşama gücünü değerlendirdikleri çalışmada, doğal şalgam poleni ile beslenen arıların araştırılan tüm özelliklerinin daha iyi olduğunu rapor etmişlerdir.

Shehata (2016), kurak ve çiçekli dönemde yapay arı diyetlerinin (soya unu, darı unu, kuş yemi unu, karpuz suyu, portakal suyu) arıların performansı üzerine yaptıkları çalışmada, ortalama diyet tüketimi yaklaşık 90 gr/hafta ve kapalı kuluçka alanını 445 cm²/koloni olarak bildirmiştir.

Mahfouz (2016), kış mevsiminde *Apis mellifera carnica* kolonilerini beslemek için üç farklı (yağsız soya unu, kazein, whey protein) protein takviyesi kullanarak gıda tüketimi, kuluçka üretimi gibi performans özelliklerini inceledikleri çalışmada, kazein proteini arılar tarafından en az tüketildiğini ve en düşük biyolojik aktivite oluşturduğunu bildirmiştir.

Cengiz ve Erdoğan (2017), Kafkas arısının ortalama arılı çerçeve sayısını 10.72 adet, kuluçka alanını 2364.3 cm², bal verimini 23.36 kg/koloni ve kışlama yeteneğini %56.02 olarak bildirmişlerdir.

Almeida-Dias vd. (2018), arı ekmeği: su (100:80), şeker şurubu (%70), fermente olmayan diyet (şeker kamışı mayası (20gr), soya küspesi (16.7gr), pirinç unu (43.3), yeterince şeker şurubu), ve fermente edilmiş diyet (edilmeyen diyet 40 ml inoculum eklenmiş) ile beslenmiş arılarda diyet tüketimi, hemolenf protein seviyesi, vitollegenin seviyesi ve hayatta kalma oranının en fazla fermente edilmiş diyetle olduğunu rapor etmişlerdir.

Gamal Eldin vd. (2018), şeker şurubu, mısır gluteni ve yonca poleni ile hazırladıkları diyetlerin ana arı kalitesine etkisini incelemişlerdir. Sonuçta, ana arının ağırlığı, büyüklüğü, yumurtalık ağırlığının en iyi yonca poleni ile beslenenlerde ve ona yakın olarak mısır gluteninde olduğunu bildirmişlerdir. İşçi arıların hipofaringeal bezlerinin mısır gluteninde daha fazla olduğunu rapor etmişlerdir.

Harwood vd. (2018), vitollegenin kraliçe arıda yumurta sarısının oluşumu sırasında patojenleri yumurtaya taşımaktadır. Böylece, patojenlere karşı immünolojik savunmayı yavrulara aktarıldığını bildirmişlerdir.

Aly vd. (2019), soya unu ve buğday rüşeymi ile hazırladıkları arı diyetlerinin koloni gücüne olan etkisini inceledikleri çalışmada, diyet tüketimini ortalama 46 gr ve 48 gr/hafta/koloni, kuluçka alanını 526 cm² ve 521 cm²/koloni ve arı kaplı çerçeve sayısını 5.39 adet ve 5.9 adet/koloni olarak rapor etmişlerdir.

Amro vd. (2019), diyet 1 (hurma şurubu, yağsız süt tozu, kuru bira mayası), diyet 2 (zerdeçal, çemen tozu, kuru bira mayası), diyet 3 (nohut unu, buğday kepeği, kuru bira mayası) ve diyet 4 (soya fasulyesi küspesi, yağsız süt tozu, kuru bira mayası) ile hazırladıkları diyetlerin kafesli arılar üzerindeki fizyolojik etkilerini incelemişlerdir. Sonuçta, diyet 3'ün en iyi tüketim, ömür uzunluğu ve hipofaringeal salgı bez büyüklüğü ile sonuçlandığını bildirmişlerdir. Bağırsak içeriği ağırlığını, diyet 3, 1 ve 2'de sırasıyla; 13.43, 16.03 ve 16.12 mg/arı olarak rapor etmişlerdir.

Andonov vd. (2019), arılarda bal verimi, savunma davranışı ve oğul verme davranışının kalıtım derecesini sırasıyla; 0.26, 0.36 ve 0.34 olarak bildirmişlerdir.

Kumari ve Kumar (2019), diyet (soya unu:kavrulmuş nohut:bira mayası:soya protein hidrolizatı:şeker'i sırasıyla; 1:1:1:1:1:2 birim kullanarak hazırladığı polen ikame yeminin koloni performansı üzerine etkilerini inceledikleri çalışmada, diyet'in tüketimini 88.45 gr/koloni, kapalı kuluçka alanı 3934.6 cm² ve arı kaplı çerçeve sayısını 7.87 adet olarak bildirmişlerdir.

Kavak (2019), Giresun, Tokat ve Ordu genotiplerinin bal verimini sırasıyla; 13.8, 8.8 ve 8.7 kg/koloni, kuluçka üretimini 3414.52, 3475.27 ve 2823.53 cm²/koloni ve arılı çerçeve sayısını 12.14, 11.15 ve 9.04 adet/koloni olduğunu bildirmiştir.

Lamontagne-Drolet vd. (2019), bal arılarının beslenmesi için satılan iki ticari (Global Patties and Ultra Bee) polen ikame yeminin etkilerini incelemişlerdir. İkame yemi ile beslenenler ile doğal polen girişi kısıtlanmayan kolonilerin aynı miktarda kuluçka ürettiklerini ve ikameler ile beslenen bakıcı arıların vücut protein seviyesinin daha fazla olduğunu bildirmişlerdir. Ancak, doğal polenle beslenenlere oranla ikame yemle beslenen arıların ömür uzunluğunun kısa olduğunu rapor etmişlerdir.

Ahmed vd. (2020), bakla, yonca, salatalık, mısır ve rezene polenleri ile kafesteki bal arıları ile yaptıkları çalışmada, en fazla tüketiminin mısır polenli diyetinin ve ardından bakla, salatalık ve yonca polenli diyetlerde olduğunu, hipofaringeal salgı bezi büyüklüğü yonca ve bakla diyetinde, thorax ağırlığı en yüksek bakla (31.12 mg/arı) ve yonca (31.5 mg/arı) diyetinde ve en düşük kontrol (25.72 mg/arı) diyetinde olduğunu bildirmişlerdir. Yaşama oranını en yüksek yonca diyetinde rapor etmişlerdir.

Arien vd. (2020), diyetlerdeki yağ oranı ve omega 6:3 oranının yaşama gücü, yavru yetiştirme üzerine etkilerini araştırdıkları çalışmada, omega 6:3 oranının artmasının yavru üretim süresini ve ergin arıların yaşam süresini kısalttığını, %8 den fazla yağ oranının kuluçka üretimini azalttığını ve %4 yağ oranında yaşama gücünün en yüksek olduğunu bildirmişlerdir.

DeGrandi-Hoffman vd. (2020), polenli arı diyeti (%33.3 polyfloral polen, %33.3 toz şeker, %33.3 drivert sugar) ile beslenen ve kontrol grubu kolonilerinde varroa ve deforme kanat virüsü seviyelerini incelemişlerdir. Sonuçta, protein beslemesinin güz aylarında arı popülasyonundaki artıştan dolayı, kışlama yeteneğinin daha güçlü

olduğunu bildirmişlerdir. Ancak, bu hastalıklar iki grupta da aynı seviyede kaldığını rapor etmişlerdir.

Hussain vd. (2020)'e göre, taze, 1 yıl ve 2 yıl depolanmış polen ile beslenen kolonilerde ana arı larva transferinde tutma oranı ve ana arı çıkış ağırlığının en fazla taze polende olduğunu bildirmişlerdir.

Kabakcı ve Akdeniz (2020), yaptıkları çalışmada beslemede şeker oranındaki artışın larva yaşama oranı ve ağırlığı üzerine olumsuz etkisi olduğunu bildirmiş ve şeker oranını yükseltmemeyi önermişlerdir.

Tawfık vd. (2020), farklı yapay diyetler ile 12, 15 ve 18 hafta besledikleri kolonilerin performansını incelemişlerdir. Kontrol grubuna kıyasla koloniler doğru ikame yem ile besleme süresinin uzamasıyla arı kaplı çerçeve ve kapalı kuluçka oranının arttığını bildirmişlerdir.

Tunç vd. (2020), Kafkas arıları üzerinde farklı dozda kullandıkları Sodyum humatatin 50cc/L'ye kadar uygulanmasının bal verimini artırdığını bildirmişlerdir. Bal veriminin doz gruplarında 8.75 – 26.35 kg/koloni arasında değiştiğini rapor etmişlerdir.

Islam vd. (2020), soya unu, bira mayası, bal, zerdeçal ve çemen unu, bal, portakal suyu, A, D, E vitaminleri ve şeker şurubu ile hazırlanan diyetin tüketim (71.90 gr), kapalı kuluçka alanı (1562 cm²), arı kaplı çerçeve (12 adet) ve bal verimi (9.2 kg) özellikleri bakımından en iyi karışım olduğunu bildirmişlerdir.

Ahmad vd. (2021), soya unu (45gr), bira mayası (15gr), pudra şekeri (75gr), yağsız süt (7.5gr), hurma poleni (7.5gr), şeker şurubu (200ml) ile hazırladıkları arı diyetinin daha fazla tüketildiği (106.8 gr), kapalı kuluçka alanı (2277.29), arı kaplı çerçeve (14.54) ve bal verimi (13kg) gibi özellikleri artırdığını bildirmişlerdir.

Günbey ve Cengiz (2021) yaptıkları çalışmada; Kafkas, Yığılca ve Korgan genotiplerinin koloni arılı çerçeve sayısını sırasıyla 7.58, 8.7 ve 8.32 adet, yavru alanı 2398.4, 3107.47 ve 2957.59 cm², bal verimini 12.64, 9.33 ve 13.29 kg, hırçınlık eğilimini 7.02, 22.87 ve 3.38 iğne/koloni olarak bildirmişlerdir.

Ullah vd. (2021), Soya unu, yer fıstığı unu ve hurma ezmesi ile yaptıkları diyetlerde soya ununun haftalık en fazla tüketim, yavru alanı, arı kaplı çerçeve ve yeni doğan ıslak ergin arı ağırlığının en yüksek olduğu ve kontrol grubunda ise en düşük olduğunu bildirmişlerdir. Bu nedenle, polen alternatifi diyetlerin, bal arısı fizyolojisini ve verimini artırabileceğini önermişlerdir.

Jovanovic vd. (2021), bitkisel B kompleksi vitaminler ile besledikleri kolonilerde kontrol grubuna göre bal, polen ve kuluçka alanı parametrelerinin daha yüksek olduğunu bildirmişlerdir.

Moustafa vd. (2021), pudra şekeri, maya, süt tozu, yeterince kaynamış su ile hazırladıkları fermente ve fermente olmayan arı diyetinin koloniler üzerine etkisini incelemişlerdir. Fermente diyetini, arıların daha fazla tükettiğini ve daha fazla kuluçka etkinliği oluştuğunu bildirmişlerdir.

Ricigliano vd. (2021), şeker şurubu, polen, ticari polen ikamesi (UltraBee), kuru spirulina ve taze spirulina diyetleri ile besledikleri ergin arılarda, diyet tüketimi ve Vitollegenin miktarının en fazla ticari polen ikamesinde, en düşük olarak şeker şurubunda olduğunu bildirmişlerdir.

Oskay (2021), katı protein ikamesi ve enzimatik sıvı besinlerin arıların yaşam süresi, vücut ağırlığı ve tüketim miktarlarını incelemiştir. Çalışma sonucunda, proteinli (%4-10) katı besinlerin her özellik bakımından daha düşük performans sergilediğini bildirmiştir. Yaşam süresinin %4 proteinli yemde 23.25 gün ve %10 proteinlide 29.01 gün olduğunu rapor etmiştir.

Ghanim vd. (2021), beş farklı yapay diyetlerin üç farklı bal arısı (Carniol, İtalyan, Buckfast) üzerinde dört mevsimdeki kuluçka üretimine etkisini incelemişlerdir. Carniol arısının her mevsimde en yüksek kuluçka ürettiği (1037 cm^2) ve İtalyan arısının en az (486 cm^2) ürettiğini bildirmişlerdir. Yaz aylarında doğru beslemenin tüm ırklarda en yüksek kuluçka üretimini teşvik ettiğini rapor etmişlerdir.

Canché-Collí vd. (2021), farklı maya (*Starmerella bombicola*, *Starmerella etchellsii*, *Starmerella bombicola* 2, *Zygosaccharomyces mellis* ve *Saccharomyces cerevisiae*) ve

uçuucu yağ (*Lippia graveolens*) ilave ettikleri diyetlerin kafesteki bal arılarının yaşama oranı, tüketim miktarı, yağ doku ve vitollegenin miktarına etkilerini incelemişlerdir. Sonuçta, hayatta kalma oranlarının mayalarda yüksek ve karvakrolde düşük, tüketim tüm diyetlerde eşit, yağ dokunun timol ve karvakrolde düşük ve vitellogenin seviyesinin diyetlerden etkilenmediğini bildirmişlerdir.

Yang vd. (2021), polyfloral polen, soya unu, maya ekstraktı, yumurta sarısı unu ve laktozsuz süt tozu diyetleri ile besledikleri kafesli arıların fizyolojik özelliklerini incelemişlerdir. Bu diyetlerin protein oranını sırasıyla; %16, %10, %13, %13 ve %4 olarak rapor etmişlerdir. Arı başı ağırlığının ortalama 10.6 mg olduğunu ve gruplar arasında istatistiki fark olmadığını, ayrıca abdomen ağırlığının: süt tozu (48.8 mg), soya (44.6 mg), maya (44.4 mg) diyetleri ile beslenen gruplardan, polen ve yumurta sarısı ile beslenen gruplara göre daha fazla olduğunu bildirmişlerdir.

Dirandeh vd. (2022), 1 kg arı diyetine 50 ve 100 gr yumurta sarısı ekledikleri çalışmada, ana arı yumurtlama oranı, bal verimi, ana arı yaş ve kuru ağırlıklarına 50 gr yumurta sarısı eklenen diyetin daha etkili olduğunu bildirmişlerdir.

Frizzera vd. (2022), Bal arıları besin ihtiyaçlarını karşılamak için nektar ve polen toplamaktadır. Özellikle polen, arıların ömrü, hipofaringeal bezlerin gelişimi ve bağışıklık sistemi üzerine doğrudan etkili olmaktadır. Ayrıca, *Varroa destructor* 'nın zararlı etkilerini azalttığını bildirmişlerdir.

Oskay ve Oğuz (2022), erkek arı kuluçka üretimini teşvik etmek ve larva ağırlığında artış sağlamak için, polen ikame yemi ile kolonilerde besleme yapılmasının etkili olduğunu bildirmişlerdir.

El Ghabawy vd. (2022), yaptıkları çalışmada, *Azolla pinnata* yosun unu, mısır poleni ile yaptıkları arı diyetlerinin koloni içi biyolojik aktivitelerini incelemişlerdir. Kuluçka gelişimi, ergin arı abdominal yağı, hipofaringeal bezlerin gelişimi, arı sütü üretimi ve ömür uzunluğu açısından *Azolla pinnata* yosununun en etkili olduğunu bildirmişlerdir.

Hoover vd. (2022), Yaptıkları çalışmada ilkbahar sezonunda beş ticari (Global 15% pollen, Global 0% pollen, Bee Pollen-Ate, FeedBee, HealthyBees) polen ikame yeminin

koloniler üzerindeki etkisini inceledikleri araştırmada, yaz mevsiminden önce yapılan doğru protein desteğinin yavru üretimini artırdığını rapor etmişlerdir.

Palmer-Young vd. (2022)'a göre, ayçiçeği ekim alanlarının artışı varroa parazitini %28 azalttığını belirlemişlerdir. Ek olarak, Ayçiçek poleni ve polen ikame diyetlerinin paraziti azaltmada etkili olduğunu bildirmişlerdir.

Garrido vd. (2022) yaptıkları çalışmada, iki farklı bakteri suşunun *Bifidobacterium coryneforme* ve *Apilactobacillus kunkeei* vitollegenin seviyesini artırdığını bildirmişlerdir. Ayrıca, farklı bakteri karışımının ise oldukça düşürdüğünü bildirmişlerdir.

Khan vd. (2022), diyet 1 (şeker şurubu), diyet 2 (ticari polen ikame yemi), diyet 3 (şeker şurubu), diyet 4 (ev yapımı ikame yemi) ve kontrol grubu olmak üzere beş farklı grupta kolonilerin performansını incelemişlerdir. Hem şeker şurubu hem de ticari polen ikame yemi ile beslenen kolonilerde kapalı kuluçka alanının (2153.53 cm^2) en fazla olduğunu rapor etmişlerdir.

Prado (2022), kış aylarının daha ılıman geçmesinin arı vücudunda gliserol sentezinin daha düşük ve Vitollegenin seviyesinin ise daha yüksek kalmasına sebep olduğunu bildirmişlerdir. Ek olarak, bu durum kış boyunca viral yüklerin azalmasına sebep olarak arı canlılığına fayda sağlayacağını belirtmiştir.

Corby-Harris vd. (2022), farklı polen kombinasyonu ile beslenen arıların stres koşullarını azalttığını ve kuluçka üretimi, Vitollegenin ve yağ gövdesi üzerinde olumlu etkisini rapor etmişlerdir.

Khan ve Ghramh (2022)'a göre, polen, ticari ikame yemi (ajeena), hurma ezmesi ve spirulina ile yaptıkları diyetleri kafesteki arıların tüketimi sırasıyla; 11.97, 15.72, 2.41 ve 4.68 mg/arı olarak belirtmişlerdir. Karışımда spirulina oranı artıkça arıların yem tüketimi ve ölüm oranı artmıştır. Spirulina ile diyet takviyesinin koloni sağlığı ve arı fizyolojisi üzerindeki etkisini belirlemek için gelecekteki araştırmalara ihtiyaç olduğunu belirtmişlerdir.

Kim vd. (2022), farklı ticari polen ikame yemlerinin kimyasal özelliklerini inceledikleri çalışmaya göre, toplam serbest şeker, organik bileşikler, pH değerlerini sırasıyla; 228.59-661.0, 0.91-20.6 ve 4.45-5.70 arasında değiştiğini rapor etmişlerdir. Yemlerin başlıca bileşeninin olarak bira mayası (%39.69) ve yumurta sarısı (%2.21) olduğunu rapor etmişlerdir.

Wojcik vd. (2022), vücut yağ tabakasının tek katmanlı olduğunu ve bu durumun böceklerin farklı çevrelere adaptasyonunu kolaylaştırdığını bildirmişlerdir.

Stanimirovic vd. (2022)'a göre, amino asit ve vitamin karışımı ek gıdalarla arıların beslenmesi, arı hastalık ve parazitlerinin azalmasına ve hijyenik davranışın artışına sebep olduğunu bildirmişlerdir.

Shurjeel vd. (2022), kurak sezonda bal arılarını şeker şurubu (4:1) ve bira mayası: su (1:20) karışımı ile yapılan beslemenin, kontrol grubuna göre daha fazla ergin arı meydana getirdiğini bildirmişlerdir. Ancak, sürekli ek besleme yapmanın olumsuzluklar meydana getirebileceğini söylemişlerdir.

Hunde (2022), soya, nohut ve bezelye unu ile hazırladığı diyetlerle yaptıkları araştırmada, en fazla tüketim (284 gr), bal verimi (11.5 kg) ve kuluçka alanının (300.66 cm²) soya unu diyetiyle beslenen kolonilerde olduğunu bildirmiştir. Polenin kıt olduğu sezonda soya unu ile beslemeyi tavsiye etmiştir.

Adanacıoğlu vd. (2022), kışlama öncesi yapılan beslemenin ekonomik analizini değerlendirdikleri çalışmada, haşhaş poleni ile beslemenin arı kaplı çerçeve sayısında artış oluşturduğunu ve ekonomik olduğunu bildirmişlerdir.

Mohi ud din vd. (2022), polen ikame yemlerine farklı vitamin ilavesinin bal arılarının performansına etkisini içlememişlerdir. Sonuç olarak, en etkili grubun ticari polen ikame yemi ile beslenen grupta olduğunu bildirmişlerdir.

Giacobino vd. (2022), farklı arılıklarda farklı polen ikame ile beslenen ve beslenmeyenler arasında *Varroa destructor* bulaşıklık oranının beslenen grupta daha az olduğunu bildirmişlerdir.

Israr vd. (2022), farklı oranlarda soya unu, bira mayası, mısır unu ile hazırladıkları dört farklı arı diyetinin arı kolonilerinde kuluçka gelişimi, arılı çerçeve sayısı, tüketim miktarı özelliklerini incelemişlerdir. Sonuç olarak, en iyi diyet karışımının soya unu (20gr), bira mayası (5gr), bal (7gr), vitamin (0.5 gr), portakal suyu (9.5 ml), şeker şurubu (150ml) karışımının olduğunu bildirmişlerdir. Kolonide kuluçka gelişim alanını 1567.3 cm², besin tüketimini 49.53 gr ve arılı çerçeveyi 8 adet olarak rapor etmişlerdir.

Dostálková vd. (2022), mikroalg *Chlorella vulgaris*'in arı beslemede şeker şurubuna ilavesinin işçi arılar üzerindeki etkisini incelemişlerdir. Bu şurupla beslenen ergin işçi arılarda Vitollegenin seviyesinin yüksek olduğu ve larvaların bu durumdan etkilenmediğini bildirmişlerdir.

Al-Maqtari vd. (2022), darı unu, mat fasulyesi unu, polen kullanılarak hazırladıkları arı diyetlerinin, koloni performansına etkisini incelemişlerdir. Polen ile unlar karıştırıldığında sadece polenli diyetin en fazla performansa sebep olduğunu bildirmişlerdir.

Topal vd. (2022), *Papaver somniferum* poleni ile beslenen kolonilerde ortalama arı kaplı çerçeve sayısını 3.44 adet, kuluçka alanını 1184.14cm² ve kışlama kabiliyeti %92.19 olarak rapor etmişlerdir.

Noordyke vd. (2022), AP23 ve MegaBee isimli iki ticari polen ikamesi ürünü ile beslenen ve kontrol grubunun kışlama kabiliyetini inceledikleri araştırmada, AP23 ticari üründe en az ergin arı kaybı yaşandığını ve kıştan önce polen ikame yemiyle beslemenin arıcılara avantaj sağlayacağını belirtmişlerdir.

Darwish ve Galal (2022), Whey protein izolatı, sığır kazeini, manda kazeini ile beslenen kolonilerde ve kontrol grubu kolonilerinde ortalama kuluçka alanını sırasıyla; 325.55, 254.0, 281.63 ve 206.70 cm² olarak bildirmişlerdir.

Pridal vd. (2023), arıcılar tarafından kışlama öncesi ve sonrası arı beslemede invert arı yemi ve şeker şurubunun koloni performansına etkisini incelemişlerdir. Sonuçta, bal verimi ve kuluçka gelişimi üzerine iki yeminde etkisinin olmadığını bildirmişlerdir.

BÖLÜM III

MATERYAL VE METOT

Bu çalışma, Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri birimi tarafından desteklenmiştir (TGT2022/3-LÜTEP).

3.1 Materyal

3.1.1 Araştırma sahası

Bu araştırma, Muş Alparslan Üniversitesi kampüsünde (38°46'15"N 41°25'42"E) 1 Haziran 2022 – 1 Aralık 2023 tarihleri arasında yürütülmüştür (Fotoğraf 3.1). Araştırmanın yürütüldüğü tarihlerdeki meteorolojik veriler Çizelge 3.1’de verilmiştir (Anonim, 2022b). Üniversite kampüs sınırları içerisinde 47 familyaya ait 263 bitki taksonu bulunmaktadır. En yaygın bitki familyaları Asteraceae, Fabaceae, Lamiaceae, Apiaceae, Rosaceae, Brassicaceae, Caryophyllaceae ve Boraginaceae’dır (Karadağ vd., 2020).

Çizelge 3.1. Çalışma süresindeki meteorolojik veriler

İklim Özellikleri (2022)	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım
Aylık Açık Gün Sayısı	29	27	22	12	10
Aylık Toplam Güneşlenme Süresi (saat)	334.4	289.6	230.7	188.7	137.8
Aylık Ortalama Aktüel Basınç (hPa)	863.5	864.7	867.7	871.7	872.2
Aylık Ortalama Nispi Nem (%)	27.1	24.8	33.5	51.5	72.5
Aylık Ortalama Rüzgar Hızı (m÷sn)	0.9	1.0	0.9	0.9	0.7
Aylık Minimum Sıcaklık (°C)	15.2	14.5	9.2	3.8	-0.1
Aylık Maksimum Sıcaklık (°C)	38.1	38.3	33.9	26,4	18.6
Aylık Ortalama Sıcaklık (°C)	26.1	27.2	18,9	13,5	7.2
Aylık Toplam Yağış (mm=kg÷m ²)	1.0	0.0	16.8	25.4	39.8



Fotoğraf 3.1. Muş Alparslan Üniversitesi kampüsü arı yetiştirme sahası (original)

3.1.2 Arı ve kovan materyali

Çalışma, sabit bir arılıkta 49 adet Kafkas (*Apis mellifera caucasica*) bal arısı kolonisi üzerinde yürütülmüştür. Besleme (6 grup) ve kontrol (besleme yapılmayan, 1 grup) grubu olmak üzere koloniler 2 ayrı genel gruba ayrılmıştır. Her bir grup için 7 adet koloni olacak şekilde dağıtım yapılmıştır. Koloni yapısı, ahşap, dip tahtası polen tuzaklı ve 10 çerçeve kapasitelidir (Fotoğraf 3.2). Çerçeve ölçüleri 23*48 cm'dir.



Fotoğraf 3.2. Araştırmada kullanılan koloni yapısı (original)

3.1.3 Diyet katkı materyalleri

3.1.3.1 Polen materyali

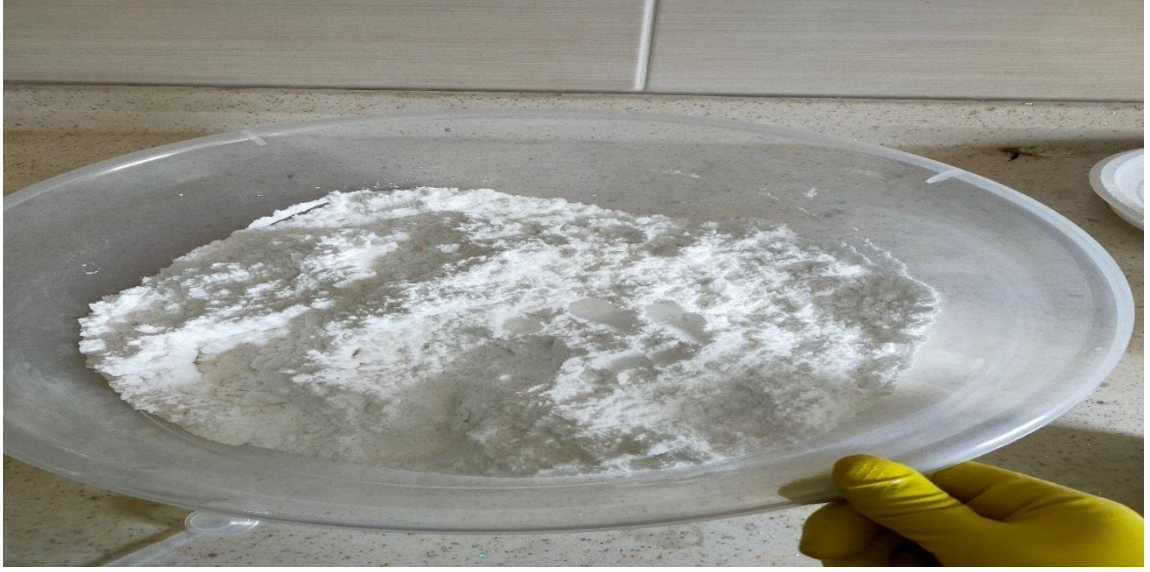
Araştırmada kullanılan taze polen, bölgedeki yerli bir arıcıdan temin edilmiştir (Fotoğraf 3.3). İlkbaharda karışık çiçek (polyfloral) poleni olarak temin edilen materyal toplu olarak alınmış ve çalışma süresince buz dolabında +4 °C’de saklanmıştır.



Fotoğraf 3.3. Karışık çiçek poleni (orijinal)

3.1.3.2 Pudra şekeri materyali

Pudra şekeri, çalışma süresince her hafta diyetler hazırlanmadan önce Muş ilinde bulunan özel bir şeker fabrikasından satın alınmıştır. Pudra şekeri nemden etkilendiği için sertleşmektedir. Diyet hazırlamada sertleşen pudra şekerinin problem oluşturmasından dolayı, her diyet hazırlama öncesi taze öğütülmüş olarak temin edilmiştir (Fotoğraf 3.4).



Fotoğraf 3.4. Pudra şekeri (orijinal)

3.1.3.3 Enzimatik invert arı yemi materyali

NutriBee ticari isimli enzimatik invert arı yemi diyetlerin hazırlanmasında kullanılmıştır. Bu ürünün kuru madde miktarı %72, karbonhidrat 72gr/100gr, enerjisi 288kcal/100gr, pH 4-6, HMF (hidroksimetilfurfural) 40 ppm/kg, protein ve yağ içermemektedir.



Fotoğraf 3.5. Kullanılan enzimatik invert arı yemi (orijinal)

3.1.3.4 Spirulina materyali

Diyet katkı materyali olarak kullanılan Spirulina (*Arthrospira platensis*)’nın sistematikteki yeri aşağıdaki gibidir (Tufan, 2018).

Alem	: Prokaryota
Altalem	: Eubacteria
Şube	: Cyanobacteria
Sınıf	: Cyanophyceae
Takım	: Oscillatoriales
Aile	: Oscillatoriaceae
Cins	: <i>Spirulina (Arthrospira)</i>
Tür	: <i>Spirulina platensis</i>

Çalışmada kullanılan spirulina tozu, AlgoLina firmasından temin edilmiştir (Fotoğraf 3.6). Besin değerleri, %18-22 karbonhidrat, %5-7 yağ, %6-8 lif, %0.5-1 tuz ve %55-67 proteinden oluşmaktadır. Enerji değeri 420kcal/100gr’dır.



Fotoğraf 3.6. Kullanılan Spirulina tozu (orijinal)

3.1.3.5 Yumurta sarısı ve yaş maya materyali

Yumurta ve yaş maya bir zincir marketten her diyet hazırlama öncesi temin edilmiştir. Yuva maya ticari isimli yaş pres ekmek mayası kullanılmıştır (Fotoğraf 3.7). Maya

(*Saccharomyces cerevisiae*), su ve %30 kuru madde içermekte ve gluten içermemektedir. Yumurta sarısı, tüm yumurta bir kaba kırıldıktan sonra yumurta akından ayrıştırılarak kullanılmıştır (Fotoğraf 3.8).



Fotoğraf 3.7. Kullanılan yaş maya (orijinal)



Fotoğraf 3.8. Kullanılan yumurta sarısı (orijinal)

3.1.3.6 Laktozsuz liyofilize süt tozu materyali

Bu katkı maddesi yaygın bir zincir markette satılan yarım yağlı laktozsuz sütün liyofilize edilmesi ile elde edilmiştir. Sütün ambalajı üzerinde yazılı olan 100 ml'sinde

enerji (kcal), yağ (gr), karbonhidrat (gr) ve protein (gr) değerleri sırasıyla; 44, 1.5, 4.7 ve 2.8'dir. Liyofilize işlemi, Ar-Sum Apimark marka liyofilizatör cihazında yapılmıştır. Süt, cihaza konulduktan 48 saat sonra yağsız laktozsuz liyofilize süt tozu elde edilmiştir.



Fotoğraf 3.9. Laktozsuz liyofilize süt tozu (solda) ve liyofilizatör cihazı (sağda) (orijinal)

3.1.3.7 Ticari diyet katkı materyali (ApiProtein®)

Bu ürün, Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi, TeknoPark Firması, ApiPark aracılık tarafından arı diyetlerine protein ikamesi olarak üretilmektedir. İçeriği, inaktif bira mayası ekstraktından oluşmaktadır. Ürün, %40 ham protein içermektedir.



Fotoğraf 3.10. ApiProtein® isimli ticari arı yem katkı ürünü (orijinal)

3.1.3.8 Diğer diyet katkıları

Diyetlerin hazırlanmasında arılar için ticari olarak satışı yapılan PollenBee marka vitamin, mineral ve amino asit kompleksi toz ürün kullanılmıştır (Fotoğraf 3.11). Bu kompleks ürünün içeriği Çizelge 3.2’de verilmiştir. Ek olarak, keten tohumu yağı zincir marketlerden temin edilmiştir.

Çizelge 3.2. Vitamin, mineral ve aminoasit kompleksi ürünün içeriği

KATKI ADI	Vitaminler	Retinol Asetat	6.000.000	I.U/kg
		Vitamin D3	1.200.000	I.U/kg
		Vitamin E	1000	mg/kg
		Vitamin B2	1000	mg/kg
		Vitamin B12	24	mg/kg
		Vitamin C	5000	mg/kg
		Niasin	5000	mg/kg
		Biotin	10	mg/kg
		Folik Asit	100	mg/kg
		Choline Chloride	3000	mg/kg
		İnositol	3000	mg/kg
		Beta Karoten	100	mg/kg
	Amino Asitler	Metiyonin	3000	mg/kg
		Lizin	6000	mg/kg
		Trionin	3000	mg/kg
		Triptofan	3000	mg/kg
	Mineraller	Mangan	300	mg/kg
		Demir	300	mg/kg
		Çinko	300	mg/kg
		Bakır	100	mg/kg
		İyot	50	mg/kg
		Magnezyum	10000	mg/kg
		Potasyum	20000	mg/kg
		Fosfor	3000	mg/kg
		Pudra Şekeri	840.620	mg/kg



Fotoğraf 3.11. Diyetlerde kullanılan vitamin, mineral ve aminoasit kompleksi (orijinal)

3.1.4 Araştırma materyali olarak kullanılan diğer, alet ve ekipmanlar

Arı kolonilerinin bakım ve kontrolü için maske, el demiri, çerçeve, çerçeve teli ve temel petek kullanılmıştır. Ergin arıların vücut parçaları ağırlığı ve ölçüleri için 0.001 hassasiyette terazi ve elektronik ölçüm aleti (kumpas) kullanılmıştır. Ergin arılarda Varroa paraziti bulaşıklık seviyesinin belirlenmesi için cam kavanoz, pudra şekeri ve elek kullanılmıştır. Kapalı kuluçka alanının belirlenmesinde metre kullanılmıştır. Diyetlerin hazırlanmasın çeşitli plastik ve ölçü kapları, paketlemede hassas terazi ve buzdolabı poşeti, bal verimi tespitinde 100 kg kapasiteli terazi kullanılmıştır.

3.2 Metot

3.2.1 Bal arısı kolonilerinin seçimi ve hazırlanması

Araştırmada, bu işe sponsor olan özel bir işletmeden temin edilen 49 adet arılı koloni kullanılmıştır. Kraliçe arıların tamamı genetik ve yaşa bağlı farklılıkları en aza indirmek için çalışma öncesi, mayıs ayında aynı damızlık (*Apis mellifera caucasica*) koloniden kız kardeş olarak üretilmiştir. Bu kolonilerin kapalı kuluçka ve arı kaplı çerçeve sayıları kısmen eşit olacak şekilde düzenlenmiştir. Her bir deneme grubu için koloniler rastgele seçilmiş ve numaralandırılmıştır (Fotoğraf 3.12).



Fotoğraf 3.12. Denemeye alınan bal arısı kolonisi (orijinal)

3.2.2 Besleme diyetlerinin hazırlanması ve kolonilere verilmesi

Araştırmada, her grup için hazırlanılan diyet (arı diyeti) bileşimindeki hammaddeler ve oranları Çizelge 3.3’de verilmiştir. Diyetlerin hazırlanmasında pudra şekeri oranı sabit tutulmuştur. Diyet I ve diyet II’de polen ve pudra şekeri oranı sabit iken, diğer diyetlerde polen oranı %50 azaltılarak %50 protein ikamesi hammadde eklenmiştir. Taze yumurta sarısı ile hazırlanılan diyet III hariç, tüm diyetlere keten yağı eklenmiştir. Diyetler hazırlanırken önce toz formdaki hammaddeler bir kap içerisinde karıştırıldıktan sonra sıvı hammaddeler eklenmiştir (Fotoğraf 3.13). Taze yumurta sarısı hem içeriğindeki yüksek yağ hem de diyetin aşırı akışkan kıvamlı olmasından dolayı keten yağı eklenmemiştir (Çizelge 3.3). Besinler kolonilere verilmeden bir gün önce hazırlanmış ve +4 °C buzdolabında muhafaza edilmişlerdir. Kolonilere her diyetten 500 gr polen çekmecesinin üzerine gelecek şekilde çerçeveler üzerine yerleştirilmiştir (Fotoğraf 3.14).

Çizelge 3.3. Beslemede kullanılan diyetlerin besin madde içeriği

Hammaddeler	Diyetler					
	Diyet I	Diyet II	Diyet III	Diyet IV	Diyet V	Diyet VI
P. (gr)	250	248	125	125	125	125
P.Ş. (gr)	250	250	250	250	250	250
Sp.(gr)	-	2	-	-	-	-
T.Y.S. (gr)	-	-	125	-	-	-
L.L.S.T (gr)	-	-	-	125	-	-
Y.M. (gr)	-	-	-	-	125	-
Ap.[®] (gr)	-	-	-	-	-	125
E.İ.A.Y. (ml)	150	150	100	150	150	150
A.V.M.K. (gr)	1	1	1	1	1	1
K.Y. (ml)	10	10	-	10	10	10
Toplam (gr)	660	660	650	660	660	660

*P; Polen, P.Ş; Pudra şekeri, Sp; Spirulina, T.Y.S; Taze yumurta sarısı, L.L.S.T; Laktozsuz liyofilize sit tozu, Y.M; Yaş maya, Ap.[®]; ApiProtein[®], E.İ.A.Y; Enzimatik invert arı yemi, A.V.M.K; Amino asit-Vitamin-Mineral kompleksi, K.Y; Keten yağı



Fotoğraf 3.13. Diyetlerin hazırlanması (orijinal)



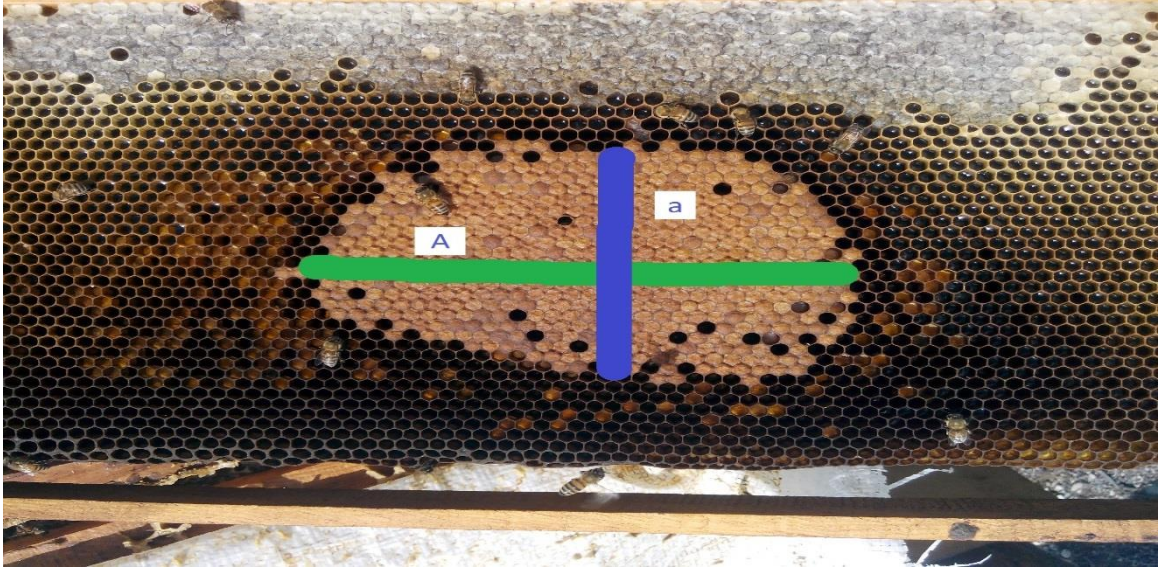
Fotoğraf 3.14. Diyetin koloniye verilmesi (orijinal)

3.2.3 Verilerin ölçülmesi

3.2.3.1 Performans verilerinin ölçümü

3.2.3.1.1 Arı kolonilerinin kuluçka alanı ve gücünün ölçülmesi

Araştırma süresince, arı kolonilerinin arı kaplı çerçeve (adet) sayıları 21 gün aralıklar ile 09.07.2022 – 22.10.2022 tarihleri arasında gözlemsel olarak tespit edilmiştir (Gençer ve Karacaoğlu, 2003; Akyol vd., 2014). Kapalı kuluçka alanı (cm^2) ölçümü (Fotoğraf 3.15), arı kaplı çerçeve sayılarının alındığı tarihlerde Puchta ($S = 3.14 \times (A/2) \times (a/2)$) metoduna göre belirlenmiştir (Fresnaye ve Lensky, 1961; Akyol vd., 2014). Metoda göre; S : alan (cm^2), A : elipsin uzun kenar uzunluğu (cm), a : elipsin kısa kenar uzunluğu (cm).



Fotoğraf 3.15. Kapalı kuluçka alanı ölçümü (orijinal)

3.2.3.1.2 Bal verimin ölçümü

Çalışmanın başlangıcından itibaren kuluçkalık ve ballık ana arı ızgarası ile ayrılmıştır. Önceki yıllarda kabartılmış stok peteklerden 10 adet balsız petek tartılarak ballığa konulmuştur (Fotoğraf 3.16). Sağım sırasında her bir koloninin ballı peteklerinin ağırlığı (kg) tartılarak, daha önce ölçülmüş balsız kabarmış petek ağırlığından farkı alınarak bal verimi (kg) hesaplanmıştır (Akyol vd., 2014). Bal hasadı tek sefer (10.08.2022) yapılmıştır. Kuluçkalıktan hiçbir petekten bal süzme işlemi yapılmamıştır.



Fotoğraf 3.16. Bal hasadı görüntüleri (orijinal)

3.2.3.1.3 Kışlama yeteneği ve yaşama gücü ölçümü

Kışlama yeteneği veya popülasyon azalması (KY), kışa giren (22.10.2022; A) arı kaplı çerçeve ve kıştan çıkan (01.03.2023; B) arı kaplı çerçeve sayısından % olarak hesaplanmıştır (Akyol vd., 2006). Hesaplama, $KY (\%) = (B/A) \times 100$ eşitliği ile hesaplanmıştır (Yeninar vd., 2010; Yeninar, 2015).



Fotoğraf 3.17. Kış girişi ve çıkışı arı kolonileri

Yaşama gücü ($V(\%)$), deneme bitimindeki koloni sayısının (01.03.2023; A), deneme başlangıcındaki koloni sayısına (01.07.2023; B) oranı ile belirlenmiştir. Hesaplama, $V(\%) = (B/A) \times 100$ eşitliği ile yapılmıştır (Yeninar, 2015).



Fotoğraf 3.18. Araştırma arılığından görünüm

3.2.3.1.4 Diyetlerin tüketimi ve diyetlerden oluşan atık ölçümü

Koloni diyet tüketimi (DT), başlangıç diyet miktarından (500 gr; BD) 7 gün sonraki kolonide kalan diyet (KD) miktarının farkından hesaplanmıştır (Hoover vd., 2022). Hesaplama, $DT \text{ (gr)} = BD \text{ (gr)} - KD \text{ (gr)}$ eşitliği ile yapılmıştır. Bu işlem, çalışma süresince haftalık (16 hafta) belirlenmiştir (Fotoğraf 3.19 ve Fotoğraf 3.20).

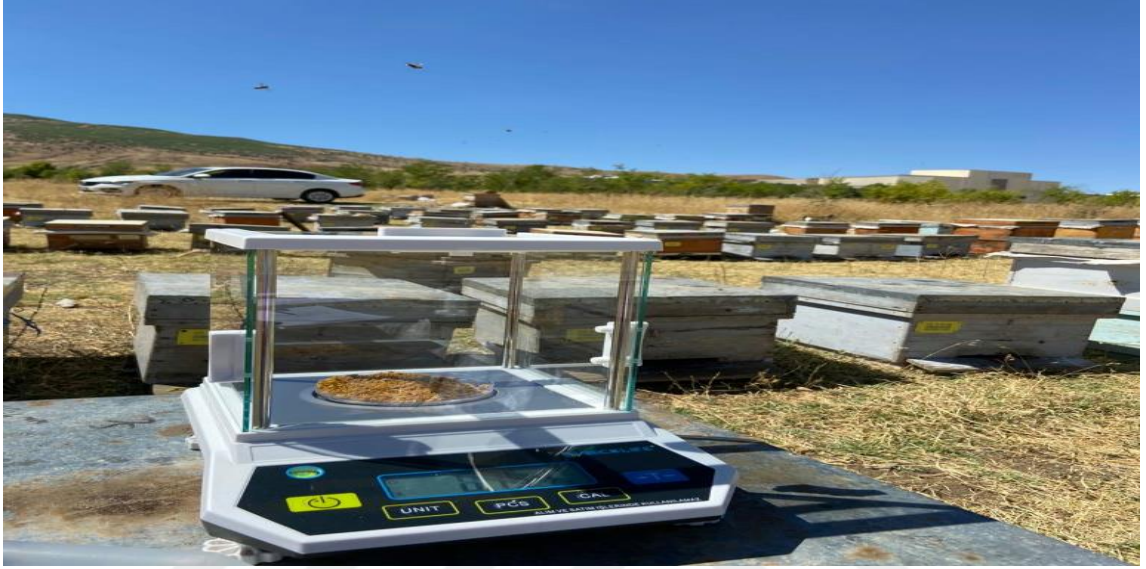


Fotoğraf 3.19. Diyetin başlangıç ağırlığı (orijinal)



Fotoğraf 3.20. Diyetten yedi gün sonra kalan miktarın ölçümü (orijinal)

Arılar tarafından tüketilmeyen atık besin miktarı, gıda tüketimi hesaplanırken kovan dip polen çekmecesindeki atıkların tartımı ile hesaplanmıştır (Fotoğraf 3.21). Diyet III ve diyet V akışkan kıvamlı olmasından dolayı özel ekipmanla koloni içerisine verildiğinden atık madde miktarı hesaplanmamıştır. Atık miktarı, çalışma süresince (16 hafta) belirlenmiştir.



Fotoğraf 3.21. Arılar tarafından tüketilmeyen ve polen çekmecesine atılan diyet ölçümü (orijinal)

3.2.3.1.5 Ergin arıların tarlacılık aktivitesi ölçümü

Araştırmadaki tüm kolonilerden cep telefonu yardımı ile 1 dakikalık uçuş yapan ergin arıların video kaydı alınmıştır (Fotoğraf 3.22). Kayıt işlemi, araştırma süresince (07.07.2022 – 06.10.2022) her 15 günde bir, saat 09:00 – 11:00 saatleri arasında yapılmıştır. Alınan kayıtlar bilgisayar ortamında izlenerek uçuşa çıkan bal arısı sayısı belirlenmiş ve bu sayı tarlacılık aktivitesi olarak değerlendirilmiştir (Yücel ve Köseoğlu, 2011).



Fotoğraf 3.22. Tarlacılık aktivitesi yapan ergin arılar (orijinal)

3.2.3.1.6 Kolonilerin hırçınlık ölçümü

Hırçınlık, koloni açıldığında hiç duman uygulamadan 4 kişinin 1-4 arasında puanlama yapması ile belirlenmiştir. Puanlamada, sokma yok (1), sokma çabası (2), bir kez arı sokması (3) ve birden fazla arı sokmasını (4) ifade etmektedir (Blenefeld and Zakour, 2013).



Fotoğraf 3.23. Hırçınlık puanlaması

3.2.3.2 Ergin işçi arı vücut parametrelerinin ölçümü

3.2.3.2.1 Bağırsak ağırlığının ölçümü

Her kolonide, 25.07.2022 – 25.10.2022 tarihleri arasında 30 gün aralıklarla diyetler üzerinde beslenen 30 adet ergin işçi arı yakalanarak iğneden itibaren bağırsakları çıkarılmış ve 0.001gr hassasiyetli terazide tartımı yapılmıştır (Al-Qarni, 2006; Seeburger vd., 2020) (Fotoğraf 3.23).



Fotoğraf 3.24. Ergin işçi arı bağırsak tartımı (orijinal)

3.2.3.2.2 Abdominal yağ ölçümü

Abdominal yağ ölçümü için, diyet üzerinde beslenen işçi arılar falkon tüp içerisine toplanarak, içerisinde buz bulunan termosu konulmuş ve laboratuvara taşınmıştır. Tüm kolonilerden ayda bir kez (25.07.2022 – 25.10.2022) 30 adet ergin işçi arı toplanarak ölçüm yapılmıştır (Fotoğraf 3.24). Toplanan arılar etil alkolde yıkamadan önce abdomen kesilmiş ve abdomenden bağırsak uzaklaştırılmıştır. Kesilen abdomen örnekleri öncelikle etüv (NUVE FN 120 markalı) de 60 C°'de 24 saat kurutulmuştur. Kurutulan örnekler 0.001 gr'lık hassas terazide tartıldıktan sonra etil alkolde sırasıyla %100, %90, ve %80'lik çözeltilerde 8'er saat bekletilmiş ve sonra tekrar kurutulmuştur. Hesaplama, (Abdomen Yağ Miktarı (gr)= Alkolde Yıkamadan Önceki Kuru Ağırlık (gr)

– Alkolde Yıkadıktan Sonraki Kuru Ağırlık (gr)) eşitliği ile yapılmıştır (Aljedani, 2018).



Fotoğraf 3.25. Ergin arı abdominal yağ miktarı ölçümü (orijinal)

3.2.3.2.3 Ergin işçi arıların tüm vücut, baş, thorax ve abdomen ıslak ve kuru ağırlık ölçümü

Diyet üzerinde beslenen 30 adet ergin işçi arı, falkon tüp içerisine alınmış ve arazide canlı ağırlık ölçümü yapılmıştır. Sonra buz içerisinde laboratuvara taşınan arılar vücut parçalarına (baş, Thorax ve abdomen) ayrılarak vücut parçaları ıslak ağırlıkları belirlenmiştir. Sonra etüv (NUVE FN120)'de 24 saat 60 C°'de bekletildikten sonra vücut parçaları kuru ağırlık ölçümü yapılmıştır (Sagili vd., 2005; Brodschneider vd., 2009). Ölçüm, 10.07.2022 – 23.10.2022 tarihleri arasında 21 gün aralıklar ile 0.001 gr hassasiyetli terazi ile yapılmıştır (Fotoğraf 3.25).

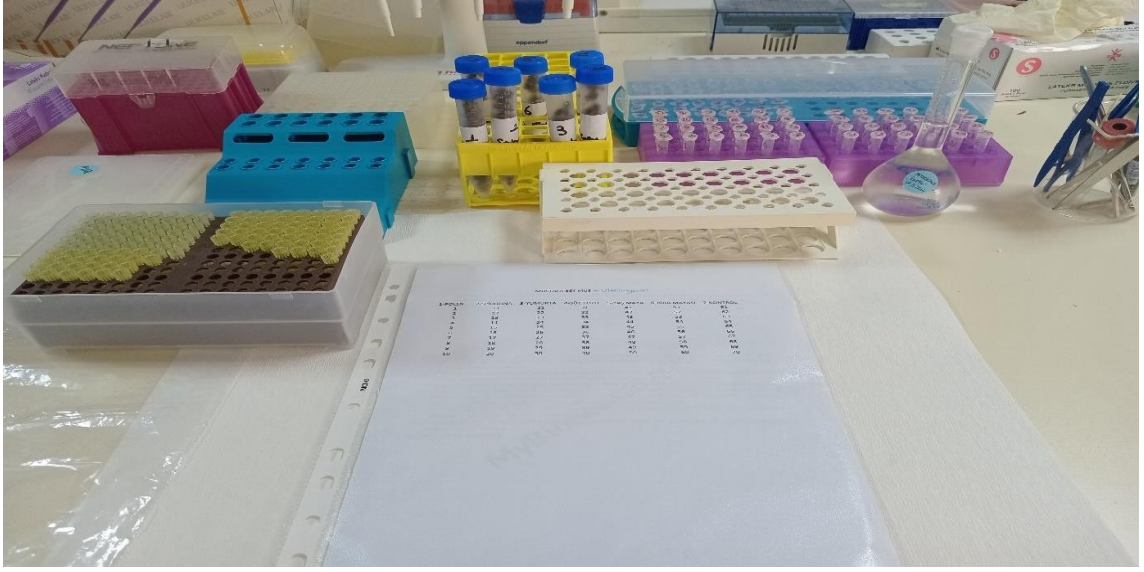


Fotoğraf 3.26. Ergin işçi arıların tüm vücut ve parçalarının ıslak ve kuru ağırlık ölçümü (orijinal)

3.2.3.2.4 Hemolenf deki vitellogenin seviyesi ölçümü

Çalışmada, farklı besleme gruplarından alınan 10 adet bakıcı arının Vitellogenin (Vg) seviyeleri ELISA yöntemi ile belirlenmiştir. Mayack ve Naug (2010) tarafından yapılan çalışma, Hemolenf ekstraksiyonu için örnek alınmıştır.

Ergin arılar dondurularak öldürülmüş ve hemolenfin olası kirlenmeye karşı tüp ağzları yapıştırılmıştır. Analiz için, arı antenlerinin distal ucu makasla kesilmiş ve her arı 16.000 x g'de 30 sn boyunca bir santrifüj tüpüne baş aşağı yerleştirilmiştir. Anten ucundan santrifüj ile damlayan hemolenfin 2 ml'si 58 ml distile su ile seyreltilmiştir. Toplanan örnekler ELISA kit (VGT-MBS 284624, MyBioSource, San Diego, CA, ABD)'ine göre Vg seviyesi belirlenmiştir (Sarioğlu-Bozkurt vd., 2022). Bal arılarına özgü Vg ELISA kiti henüz bulunmadığından en yakın akrabası olan *Nosonia vitripensis* için üretilmiş kit kullanılmıştır. Bu analiz, Bursa Uludağ Üniversitesi, Veteriner Fakültesi'nde yapılmıştır (Fotoğraf 3.26).

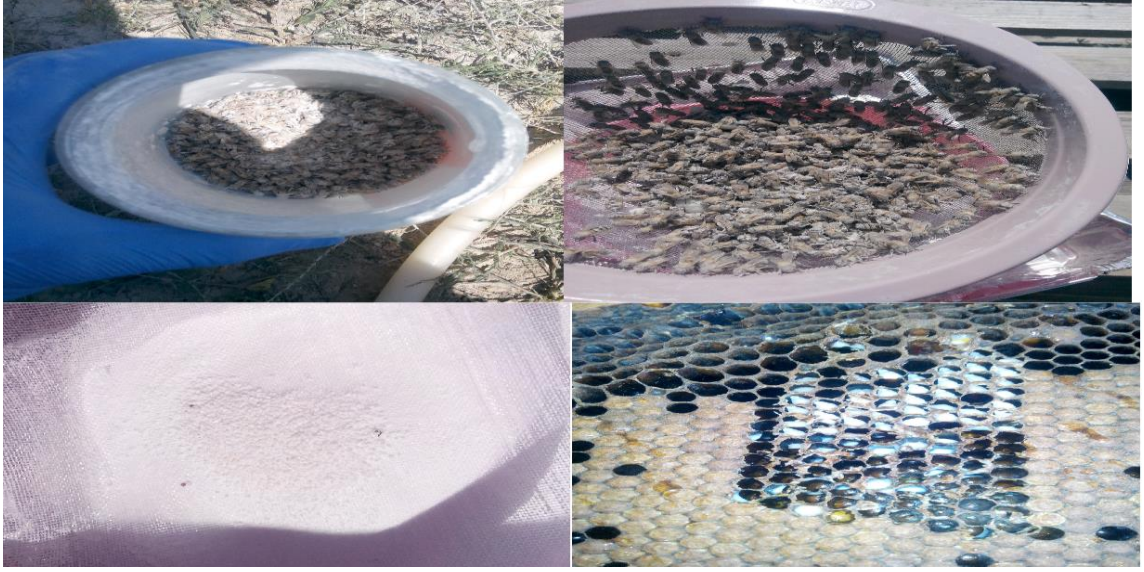


Fotoğraf 3.27. Örneklerin vitellogenin seviyesi ölçümü (orijinal)

3.2.4 Hastalık ve zararlıların tespiti

3.2.4.1 Ergin işçi arıların üzerinde ve kapalı kuluçkada *Varroa destructor* paraziti bulaşıklık seviyesi ölçümü

Araştırmada, her bir koloni için hem ergin arılar üzerinde hem de kapalı kuluçka içerisinde *Varroa destructor* paraziti bulaşıklık seviyesi belirlenmiştir. Tespit için, 660 cc hacimli cam kavanoz içerisine 50 gr pudra şekeri konularak, kapalı yavru olan herhangi bir petekten 250 – 300 adet ergin arı kavanoz içerisine konulmuştur. Kavanoz 3 dakika yavaşça sallanmıştır. Sonra göz genişliği farklı iki elekten elenerek, önce pudra şekeri ve arıların ayrışması sağlanmış ve ardından pudra şekerinden parazitlerin ayrılması sağlanmıştır (Fotoğraf 3.27). Hesaplama, (% Bulaşıklık oranı= (toplam varroa sayısı/toplam işçi arı sayısı) x 100) eşitliği ile yapılmıştır (Çakmak vd., 2011). Kapalı kuluçkadaki varroa paraziti bulaşıklık seviyesi her koloniden 100 adet kapalı kuluçka cımbız yardımı ile açılarak varroa parazitlerinin sayımı yapılmıştır. Hesaplama, (% Kuluçka bulaşıklık oranı= (toplam varroa sayısı/100) x 100) eşitliği ile yapılmıştır (Güneşdoğdu vd., 2021). Her iki ölçümde 30 gün aralıklar ile 01.07.2022 – 01.10.2022 tarihleri arasında yapılmıştır.



Fotoğraf 3.28. Ergin arılar ve kapalı kuluçkada varroa paraziti tespiti (orijinal)

3.2.5 Diyetlerin besin kompozisyon analizi

Denemede kolonilere verilecek arı diyetleri AOAC (Association of Official Analytical Chemists) analiz metoduna göre ham protein, ham kül, ham yağ, kuru madde, ham selüloz oranları tespit edilmiştir (Ricigliano vd., 2022; Kenneth, 1990; AOAC, 1998).

Kuru madde analizi (%): Sabit ağırlığa ulaşana kadar, arı diyetlerinin nem içeriği redLINE etüv cihazı ile kurutulmuştur. Kurutma işlemi 105 °C’de 5 gr diyet örneği 48 saat beklemesi ile yapılmıştır. Hesaplama; $KM (\%) = 100 \times ((c-a) / (b-a))$, eşitliğiyle yapılmıştır. Eşitlikte; a: kap darası (gr), b: kap + yem ağırlığı (gr), c: kurutmadan sonraki kap + yem ağırlığı (gr)’dır (Dumlu, 2019).

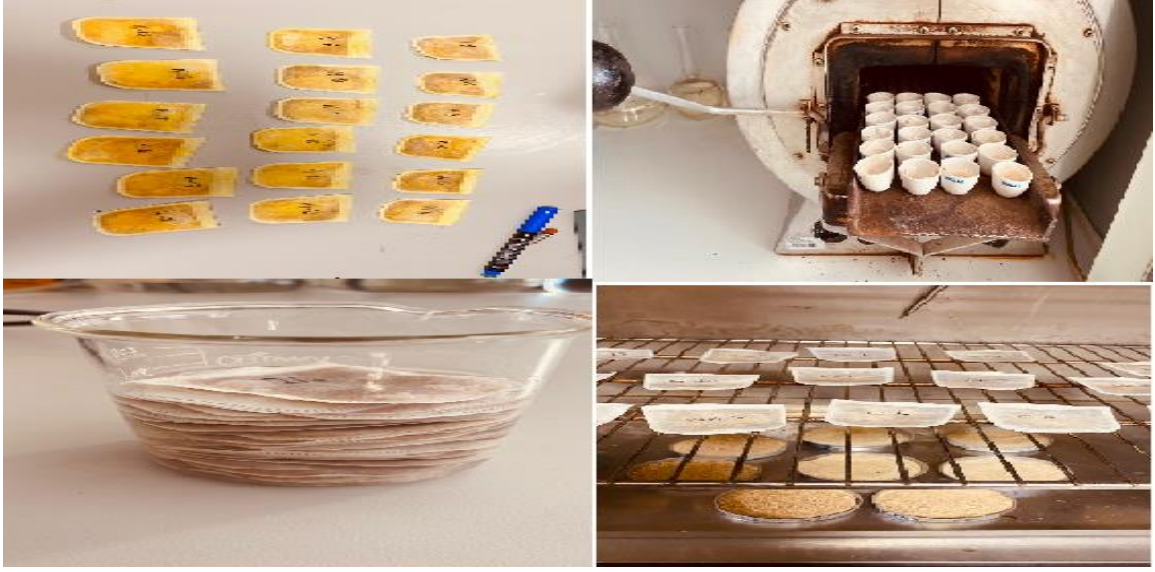
Ham protein analizi (%): Kjeldahl yöntemine göre analiz edilmiştir. Diyet örneği 0.2 gr tartılmış ve üzerine sülfürik asit (20 mL) eklenmiştir. Yakma işleminde reaksiyonu hızlandırmak için 2 gr’lık katalizör tablet eklenmiş ve yakma işlemi başlatılmıştır. Yakma işleminden sonra tüpler Gerhardt cihazı ile destilasyona tabii tutulmuşlardır ve ardından titrasyon ile harcanan HCl asit miktarı belirlenmiş ve protein miktarı tespit edilmiştir. %Ham Protein (HP) = toplam N x 6.25=HP (yem numuneleri için) eşitliği ile hesaplanmıştır (Dumlu, 2019). Eşitlikte; Toplam N (azot)= $((1.4007 \times \text{titrasyonda harcana HCl} \times 0.053) - (\text{Kör. İçin harcanan HCl} \times 0.053 \times 0.1)) / \text{Örnek sayısı}$ ’dır.

Ham kül (% , HK): Diyet örneklerinden 5 gr steril krozelere konulmuş ve Heraeus kül fırınında 550 °C’de 5 saat yakılmışlardır. Geriye kalan inorganik maddelerden oluşmuş kül miktarı hesaplanmıştır. Hesaplama, $HK (\%) = 100 \times (c-a) / (b-a)$ denklemi ile yapılmıştır. Denklemden, a: kroze darası (gr), b: kroze darası + numune (gr), c: kroze darası + kül (gr)’dır (Dumlu, 2019).

Ham yağ (% , HY): Diyet örnekleri etüvde 50 °C’de kurutulmuş ve ardından filtre kağıtları içerisine 2 gr konulmuşlardır. Sonrasında yağ ekstraksiyon cihazına yerleştirilen örnekler 6 saat kaldıktan sonra yağların uçurulması sağlanmış ve kalan örneklerin tartımı yapılarak hesaplama yapılmıştır. Hesaplama; $HY (\%) = 100 \times (b-c)/a$ denklemi ile yapılmıştır (Dumlu, 2019). Denklemden, a: numune ağırlığı (gr), b: Ekstraksiyondan önce kurutma sonrası numune + torba ağırlığı (gr), c: Ekstraksiyondan sonra kurutma sonrası numune + torba ağırlığı (gr)’dır.

Ham selüloz (% , HS): etüvde kurutulmuş (50 °C) örnekler 1mm çaplı elekten geçirildikten sonra 0.5 gr tartılarak F57 torbalarına konulmuşlardır. Torbalar ANKOM cihazı içerisine yerleştirilmiş ve ilk olarak sülfürik asitle kaynatılmış ve sonrasında alkali olan sodyum hidroksit (NaOH) çözeltisi ile kaynatılmıştır. 250 ml’lik bir beher içerisine alınan torbalar, üzerini kapatacak kadar aseton dökülerek 3-5 dakika kadar asetonunda bekletilmiş sonra sıkılarak aseton uzaklaştırılmış ve bir tezgâh üzerinde asetonun uçması için beklenmiştir. F57 torbaları daha sonra tartılıp önceden kurutulmuş ve tartılmış krozelere konularak 105 °C’ye ayarlı etüvde 2-4 saat kurutulmuştur. Etüvden alınan kroze desikatörde soğutulmuş ve tartım işlemi gerçekleştirilmiştir ($A1 = \text{torba} + \text{lif} + \text{kroze}$). Kroze + torbalar 600 ± 15 °C’ye ayarlı kül fırınında 2 saat yakılmıştır. Süre sonunda kroze desikatöre alınmış, soğuduktan sonra tartılmıştır ($A2 = \text{kroze} + \text{kül}$). Ve boş torbanın organik madde içeriği de ayrıca hesaplanmıştır ($A3$). Hesaplama, $HS (\%) = 100 \times [(A1-A2)-(A3-A2)] / [(A1-A2)] - (A3)$ denklemi ile yapılmıştır (Dumlu, 2019).

pH: Diyetlerden 2 gr her numuneden alınarak 15 mL distile suda çözündürülmüş ve 24 saat bekletildikten sonra pH metre (SCHOTT L 6880, Lab Star pH)’de ölçümü yapılmıştır (Kim vd., 2022). Bu analizler, Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootehni Bölümü’nde yapılmıştır (Fotoğraf 3.28).



Fotoğraf 3.29. Diyetlerin besin madde kompozisyon analizi (orijinal)

3.2.6 Verilerin istatistiki olarak değerlendirilmesi

Verilerin normallik varsayımı Kolmogorov Simirnov testi ile incelenmiş ve değişkenlerin normal dağılımı sağladığı belirlenmiştir ($P>0.05$). Bu şartlara göre, bal verimi ve hemolenf vitellogenin seviyesi verilerine varyans analizine uygun olduğu belirlenmiş ve istatistiksel analizler tek yönlü varyans analizi (One Way ANOVA)'ne göre yapılmıştır. Gruplar arasındaki farklılıklar Duncan çoklu karşılaştırma testi ile belirlenmiştir. Diğer verilere Tekrarlanan Ölçümlerde (Repeated Measures) Karma Desenli Varyans Analizi uygulanmıştır. Mauchly's Sphericity testi ile küresellik incelenmiştir. Varyansları eşit olanlar için ($P>0.05$) Sphericity Assumed testi kullanılmıştır. Varyansların eşit olmadığı durumlar için ($P<0.05$) epsilon değeri (ϵ) incelenmiş ve $\epsilon<0.75$ 'den küçük olduğu durumlarda Greenhouse-Geisser testi ve $\epsilon>0.75$ olduğu durumlarda Huynh-Feldt testleri kullanılmıştır. Gruplar arası farklılıkların belirlenmesinde Bonferroni testinden yararlanılmıştır. Diyet, zaman ve diyet x zaman interaksiyonun analizinde faktöriyel tasarımlı varyans analizinden yararlanılmıştır. Kışlama kabiliyeti verileri normallik varsayımını sağlamadığı ve varyanslar homojen olmadığından dolayı, verilerin analizinde Kruskal Wallis H testi uygulanmıştır. Farklılıkların belirlenmesinde Duncan (parametrik) ve Dunn (non-parametrik) çoklu karşılaştırma testinden yararlanılmıştır. Yaşama gücü verileri yüzde (%) olarak verilmiştir. Hırçınlık puanlamasında Ki-kare (Chi-square) analizi kullanılmıştır. Elde edilen bulgular için ortalama ($\bar{X}$) ve standart hata ($S_{\bar{x}}$) değerleri

verilmiştir. Verilerin analizinde SPSS paket programı kullanılmıştır (SPSS Inc., Chicago, IL, USA).



BÖLÜM IV

BULGULAR VE TARTIŞMA

4.1 Bal Arısı Diyetlerinin Besin Madde Kompozisyonu

Bal arılarının ek beslenmesinde kullanılan besin madde kompozisyonları Çizelge 4.1’de verilmiştir. Ham yağ oranı %7.93-%11.52 arasında değişmekte olup, en fazla ham yağ içerikli diyet V’dir. Ham protein oranı %6.36-%11.04 arasında olup, en fazla ham protein içeriğine sahip besin diyet VI’da belirlenmiştir. Diyetlerin pH değeri en fazla olan diyet IV (4.67)’dür. DeGrandi-Hoffman vd. (2008), üç farklı ticari arı diyetinin sırasıyla, %8.31, %16.5 ve %26 ham protein ve %42, %75.97, ve %66 karbonhidrat içerdiğini bildirmişlerdir. Çalışmamıza benzer olarak, Oskay (2021) ticari polen ikame diyetlerinin %4- %10 arasında ham protein içerdiğini bildirmiştir. Çalışmamızdaki diyetlerin ham protein oranının aksine, Yang vd. (2021) polyfloral polen, soya unu, maya ekstraktı, yumurta sarısı unu ve laktozsuz süt tozu diyetlerinin protein içeriğini sırasıyla; %16, %10, %13, %13 ve %4 olarak rapor etmişlerdir. Arien vd. (2020), diyetlerdeki ham yağ oranının %8’den fazla olmasını önermiştir. Çalışmamızdaki diyetlerde ham yağ oranının %8’in üzerinde olması için keten yağı eklenmiştir.

Çizelge 4.1. Beslemede kullanılan diyetlerin besin madde kompozisyonu

Diyetler (D)	Kül (%)	Ham Yağ (%)	Ham Protein (%)	Ham Selüloz (%)	pH	Kuru Madde (%)
Diyet I (Polen)	0.81	9.33	6.97	1.24	3.40	84.84
Diyet II (Spirulina)	0.88	10.12	8.41	1.49	3.54	85.86
Diyet III (Yumurta)	0.59	9.62	6.36	0.74	2.31	85.56
Diyet IV (Süt Tozu)	1.17	9.63	6.65	1.05	4.67	86.04
Diyet V (Yaş Maya)	0.73	11.52	6.85	1.74	3.88	84.31
Diyet VI (Bira Mayası)	1.18	7.93	11.04	2.23	4.20	84.97

4.2 Bal Verimi

Araştırmada diyet gruplarının bal verimine etkisi istatistiki olarak önemli bulunmuştur ($P<0.05$). Bal verimi bakımından ortalama diyet I, diyet II ve diyet VI grupları diğer besleme ve kontrol grubuna göre daha fazla bal üretmişlerdir (Çizelge 4.2). Tüm grupların genel bal verim ortalaması 18.67 ± 0.65 kg/koloni'dir. En düşük bal verim ortalaması diyet V (yaş maya) ile beslenen kolonilerde belirlenmiştir. Önceki çalışmalarda, Arslan (2003), Günbey ve Cengiz (2021) ve Cengiz ve Erdoğan (2017) Kafkas arısı bal verim ortalamasını sırasıyla, 16.2, 7.58 ve 23.36 kg/koloni olarak rapor etmişlerdir. Güler ve Kaftanoğlu (1999), Gencer ve Karacaoğlu (2003), Gösterit vd. (2012a), Akyol vd. (2014) ve Gameda (2014) farklı arı ırklarında bal verimini sırasıyla; 26.56, 21.0, 3.61, 23.40 ve 26.8 kg/koloni olarak bildirmişlerdir. Benzer bir araştırmada, Taha (2015) bal ve polyfloral polen ile hazırladığı diyetle beslenen kolonilerde bal üretiminin en yüksek olduğunu bildirmiştir. Yeninar vd. (2015) yaptıkları çalışmada, bal verimini polen+su (diyet 1), polen (diyet 2) ve su (diyet 3) besleme grupları ve kontrol grubunda sırasıyla 24.2, 17.3, 16.3 ve 12.0 kg/koloni olduğu bildirmişlerdir. Farklı diyetler ile beslenen kolonilerin diyet ve bal verimi ortalama korelasyon değeri (r : +0.759) yüksek olarak tespit edilmiştir (Çizelge 4.2). Jevtić vd. (2009), ilkbahar ve yaz ergin arı popülasyonu ile bal verimi arasındaki korelasyonu sırasıyla 0.64 ve 0.73 olarak rapor etmişlerdir. Lebedev (2001) ve Georgijev vd. (2003), polen beslemesi ve bal verimi arasındaki korelasyon değerini sırasıyla 0.82 ve 0.93 olarak bildirmişlerdir. Akyol (1998), kuluçka üretimi ve bal verimi korelasyon değerini 0.82 olarak rapor etmiştir. Bu değer bizim sonuçlarımızdaki diyet IV'den küçük ve diğer diyet gruplarının ortalamasından yüksektir (Çizelge 4.3). Bhusal ve Thapa (2006), bal verimi ve yavru popülasyonu arasındaki korelasyon denklemini 4 çerçeveli koloni için $Y = 4.22 - 0.000299 X$ ve 4-6 çerçeveli koloniler için $Y = 4.22 - 0.7325 X$ olarak bildirmişlerdir. Çizelge 4.3 incelendiğinde bu korelasyon denklemleri bizim sonuçlarımızla örtüşmemektedir. Ek olarak, bal verimi ve kuluçka üretimi arasındaki korelasyon değerini 0.918 olarak rapor etmişlerdir. Gabka (2014), kuluçka miktarı ve koloni gücü, bal üretimi ve koloni gücü, bal üretimi ve kuluçka miktarı arasında korelasyon değerlerini sırasıyla; 0.442, 0.456 ve 0.568 olarak bildirdiği çalışma sonuçları ile bu çalışmanın sonuçları benzerdir. Genç ve Aksoy (1993), Soller ve Bar-Cohen (1967), sonuçlarımızla uyumlu olarak bal verimi ve kuluçka miktarı arasındaki korelasyon değerini sırasıyla; 0.63-0.79 arasında değiştiğini ve bu çalışmanın sonuçları aksine

Woyke (1984) bu değeri 0.85 olarak rapor etmişlerdir. Bhusal ve Thapa (2006), Genç ve Aksoy (1993), Moeller (1958) ve Skubida ve Skowronek (1995) bal verimi ile koloni gücü arasındaki korelasyonun istatistiki olarak önemsiz olduğunu bildirmişlerdir.

Çizelge 4.2. Farklı diyetler ile beslenen grupların ortalama bal verimleri (kg/koloni)

Diyetler (D)	Bal ($\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$)
Diyet I	21.73 $\pm$ 1.77 ^a
Diyet II	21.54 $\pm$ 1.96 ^a
Diyet III	16.94 $\pm$ 1.54 ^b
Diyet IV	16.45 $\pm$ 1.51 ^b
Diyet V	16.37 $\pm$ 0.95 ^b
Diyet VI	20.51 $\pm$ 0.74 ^a
Kontrol	17.14 $\pm$ 0.65 ^b
Ortalama (D)	18.67 $\pm$ 0.38
P değeri (D)	<0.05
r	0.759

*Aynı sütunda farklı harflerle verilen ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlıdır (P<0.05), $\bar{X}$: Ortalama, $S_{\bar{x}}$: Standart hata, r: Korelasyon değeri, P: Önemlilik seviyesi.

Çizelge 4.3. Bal verimi ve kapalı kuluçka arasındaki regresyon denklemleri ve korelasyon değeri (r)

Diyetler (D)	Regresyon Denklemi	r
Diyet I	Bal Verimi = 47.53 – 0.050 x Yavru	0.692
Diyet II	Bal Verimi = 30.77 – 0.016 x Yavru	0.389
Diyet III	Bal Verimi = 8.31 + 0.031 x Yavru	0.353
Diyet IV	Bal Verimi = 5.52 + 0.030 x Yavru	0.877
Diyet V	Bal Verimi = 10.33 + 0.013 x Yavru	0.402
Diyet VI	Bal Verimi = 18.02 + 0.005 x Yavru	0.309
Kontrol	Bal Verimi = 10.64 + 0.015 x Yavru	0.450

*r: Korelasyon değeri

4.3 Kolonilerin Kuluçka Alanı ve Gücü

Araştırmada, farklı diyetler ile beslenen bal arısı kolonilerinin ortalama arı kaplı çerçeve sayısı (gücü) arasındaki fark istatistiki olarak önemli çıkmıştır (P<0.05). Arı kaplı çerçeve sayısı (gücü) en fazla diyet I ve diyet II grubunda, en az diyet III grubunda belirlenmiştir. Farklı ölçüm zamanlarında tüm araştırma kolonilerinin ortalama arı kaplı çerçeve sayısı en fazla 09.07.2020 tarihinde belirlenmiştir (Çizelge 4.4). Ölçüm tarihlerinden 30.07.2022 ve 20.08.2022 tarihlerinde arı kaplı çerçeve sayısının tüm kolonilerde eşit olması ve istatistiksel analizi etkilemesinden dolayı analize ve çizelgeye

eklenmemiştir. Arı kaplı çerçeve sayıları arasında zaman x diyet interaksyonu istatistiki olarak önemli çıkmıştır ($P<0.05$). İnteraksiyonun önemli çıkmasında bal hasadı, mevsim, arıların doğal kaynaklarında azalma gibi faktörler etkili olmuştur. İlk ölçüm tarihi, bal hasadı öncesi olmasından dolayı en yüksek arı kaplı çerçeve sayısına sahiptir (Çizelge 4.4). McLain (1888) kolonilerde güçlü popülasyon için taze yumurta, şeker, çavdar unu ve tuz karışımı ile hazırlanan arı besinini tavsiye etmiştir. Çalışmamızdaki diyet II ile beslenen grupla benzer şekilde, El Ghabawy vd. (2022) yaptıkları çalışmada, *Azolla pinnata* yosun unu ile beslenen kolonilerde ergin arı üretiminin arttığını bildirmişlerdir. Bulgularımızdan daha az olarak, Günbey ve Cengiz (2021), Kafkas ırkı kolonilerin ortalama arı kaplı çerçeve sayısını 7.58 adet/koloni olarak bildirdiği çalışması sonucu, bu çalışma sonucundan daha düşüktür. Hoover vd. (2022), Dirandeh (2022) ve Ullah vd. (2021)'nin elde ettikleri sonuçlar çalışma sonuçlarımız ile benzerlik göstermektedir. Kumar ve Agrawal (2014), spirulina ve süt tozu ile beslenen kolonilerde kuluçka alanı ve arı kaplı çerçeve sayısının azaldığını rapor etmişlerdir. Laktoz, tüm memeli sütlerinde bulunan temel karbonhidrattır. Tam inek sütü yaklaşık %4.8 oranında laktoz içermektedir. Laktoz, sindirim sistemine girdiğinde laktaz adı verilen bir enzim yardımı ile hidrolize olarak glikoz ve galaktoz'a parçalanır (Akın vd., 2012). Hem galaktoz hem de laktoz, sindirimi için uygun enzimlerin bulunmaması nedeniyle bal arıları için toksiktir. Laktozun toksisitesi galaktozun etkisinden kaynaklanmaktadır. Her iki şeker ile bal arılarının ömrünü kısaltmaktadır (Val vd., 1998). Çalışmamızda liyofilize laktozsuz süt tozu (diyet IV) ile beslenen kolonilerde ergin arı popülasyonundaki azalmanın sebebi olarak galaktoz öne sürülebilir. Bu çalışmaya göre, diyet II (spirulina) ile beslenen kolonilerde kuluçka alanı ve ergin arı popülasyonu artmış, fakat diyet IV (süt tozu) ile beslenen grupta azalma olmuştur. Khan ve Ghramh (2022), diyetteki spirulina miktarının artmasının ergin arılarda ölüme yol açtığını bildirmişlerdir. Güler ve Kaftanoğlu (1999) yaptıkları çalışmada, Kafkas ırkı, Posof ekotipi arıların ortalama arı kaplı çerçeve sayılarını 8.68 adet/koloni olarak bildirmişlerdir. Akyol vd. (2014), Cengiz ve Erdoğan (2017), Gameda (2014), Aly vd. (2019) ve Kavak (2019) Kafkas ırkı kolonilerde ortalama çerçeve sayısını sırasıyla; 8.11, 10.72, 7.3, 5.39 ve 9.04 adet/koloni olarak bildirmişlerdir.

Çizelge 4.4. Farklı diyetler ile beslenen kolonilerin arı kaplı çerçeve sayıları (adet/koloni)

Diyetler (D)	Ölçüm Tarihleri (Z)				Ortalama (D) ($\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$)	P değeri (D) <0.05
	9/07/2022 ($\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$)	10/09/2022 ($\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$)	1/10/2022 ($\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$)	22/10/2022 ($\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$)		
Diyet I	19.14±0.28 a	9.00±0.00 b	9.00±0.00 b	8.57±0.20 bc	11.42±0.77 ^A	
Diyet II	19.43±0.29 a	9.00±0.00 b	9.00±0.00 b	8.28±0.18 bcd	11.42±0.78 ^A	
Diyet III	19.00±0.37 a	4.85±0.46 i	1.57±0.30 k	Öldü	8.36±1.42 ^C	
Diyet IV	19.14±0.34 a	7.28±0.18 efg	3.42±0.43 i	2.57±0.30 j	8.11±1.28 ^D	
Diyet V	19.43±0.20 a	7.57±0.20 def	7.00±0.30 fg	6.57±0.20 gh	10.14±0.89 ^B	
Diyet VI	19.28±0.28 a	8.28±0.18 bcd	7.00±0.30 fg	6.42±0.30 gh	11.25±0.88 ^B	
Kontrol	19.29±0.18 a	8.00±0.22 cde	6.70±0.40 fgh	6.00±0.38 h	10.00±0.90 ^B	
Ortalama (Z)	19.24±0.10 ^A	7.72±0.20 ^B	6.25±0.38 ^C	5.60±0.40 ^C	11.47±0.25	
P değeri (Z)	<0.05					
Z x D	<0.05					

*Diyetler (D) için aynı sütundaki ve Ölçüm tarihleri (Z) için aynı satırdaki farklı harflerle (A-D) verilen ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlıdır (P<0.05). Aynı satır ve sütunda farklı küçük harflerle (a-k) verilen ortalamalar arasında zaman (Z) x diyet (D) interaksyonu istatistiksel olarak anlamlıdır (P<0.05), $\bar{X}$: Ortalama, $S_{\bar{x}}$: Standart hata, P: Önemlilik seviyesi, Z x D: Zaman x Diyet İnteraksyonu.

Araştırmada, farklı protein ikameli diyetler ile beslenen bal arısı kolonilerinin ortalama kapalı kuluçka üretimi ($\text{cm}^2/\text{koloni}$) arasında istatistiki fark önemli bulunmuştur ($P<0.05$). Ortalama kapalı kuluçka alanı en yüksek diyet I (polen) ve diyet II (spirulina) ile beslenen gruplarda tespit edilmesine rağmen, en düşük ise diyet III (taze yumurta sarısı) ile beslenen grupta tespit edilmiştir (Çizelge 4.5). Çalışma süresince diyet III ile beslenen grupta ergin işçi arı sayısının hızlı düşüşü ile kapalı kuluçka alanı da doğrudan düştüğü belirlenmiştir. Farklı diyetler ile beslenen grupların kapalı kuluçka alanı üzerine zaman x diyet interaksyonu istatistiki olarak önemli çıkmıştır ($P<0.05$). Bu durumun ana sebebi olarak, mevsime bağlı olarak doğal besin kaynaklarının azalması ve ergin arı popülasyonundaki azalma sebep olmuştur. İnteraksiyona göre, en yüksek kuluçka alanı diyet II grubunda ($852.89 \pm 26.05 \text{ cm}^2/\text{koloni}$) ve en düşük kuluçka alanı diyet III grubunda ($34.50 \pm 6.84 \text{ cm}^2/\text{koloni}$) belirlenmiştir. Çalışmamızla benzer şekilde, Gencer ve Karacaoğlu (2003) temmuz ayında Kafkas arılarının kapalı kuluçka alanını 605.2 cm^2 olarak bildirmişlerdir. Spirulina yosunu tozu ile beslenen kolonilerden elde ettiğimiz sonuçlara benzer olarak, El Ghbawy vd. (2022) yaptıkları çalışmada, *Azolla pinnata* yosun'u ile beslenen kolonilerde kuluçka üretiminin arttığını bildirmişlerdir. Günbey ve Cengiz (2021), Kafkas ırkı kolonilerde kapalı kuluçka alanını $2398.4 \text{ cm}^2/\text{koloni}$ olarak bildirmişlerdir. Shehata (2016), farklı protein ikameleri ile beslenen kolonilerde ortalama kapalı kuluçka alanını $445 \text{ cm}^2/\text{koloni}$ olarak bildirmiştir. Güler ve Kaftanoğlu (1999) yaptıkları çalışmada, Kafkas ırkı, Posof ekotipi arıların ortalama kuluçka üretimini $1184.8 \text{ cm}^2/\text{koloni}$ olarak bildirmişlerdir. van der Steen (2007), bira mayası ve süt tozu ikameleri ile beslenen kolonilerin kontrol grubuna göre daha fazla kuluçka alanına sahip olduğunu rapor etmiştir. Bu çalışmada kontrol grubu kolonilerinde ortalama kuluçka alanı, bira mayası (diyet VI) diyetleri ile beslenen kolonilerden düşük olmasına rağmen, süt tozu (diyet IV) diyetleri ile beslenen kolonilerden daha fazla kuluçka alanına sahip olduğu saptanmıştır. Amro vd. (2016), Feedbee® ticari ürünle beslenen kolonilerde kapalı kuluçka alanını $174.7 \text{ cm}^2/\text{koloni}$ olarak bildirmişlerdir. Bu değer, bu çalışmada bira mayası ekstraktı (diyet VI) ile hazırlanan ticari ürün (ApiProtein) ile beslenen kolonilerin ortalaması altındandır. Bu çalışmadaki elde ettiğimiz ortalama kapalı kuluçka alanı sonuçlarına uyumlu olarak, farklı ikame diyetleri çalışmalarında Abd El-Wahab ve Ghania (2016a), Shehata (2016), Aly vd. (2019) ve Hunde (2022) kapalı kuluçka alanını sırasıyla; 405.0, 445.0, 521.0 ve $300.66 \text{ cm}^2/\text{koloni}$ olarak rapor etmişlerdir. Bu araştırmaya göre daha iyi sonuçlar elde edilen bir araştırmada, Ahmad vd. (2021) soya unu (45gr), bira mayası (15gr), pudra

şekeri (75gr), yağsız süt tozu (7.5gr), hurma poleni (7.5gr) ve şeker şurubu (200ml) ile hazırladıkları arı diyetinin kapalı kuluçka alanını 2277.29 cm²/koloni ve arı kaplı çerçeve sayısını 14.54 adet/koloni olarak bildirmişlerdir.



Çizelge 4.5. Farklı diyetler ile beslenen bal arısı kolonilerinin kapalı kuluçka alanlarının periyodik seviyesi (cm²/koloni)

Diyetler (D)	Ölçüm Tarihleri (Z)						Ortalama (D) ($\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$)	P değeri (D) <0.05
	9/07/2022 ($\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$)	30/07/2022 ($\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$)	20/08/2022 ($\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$)	10/09/2022 ($\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$)	1/10/2022 ($\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$)	22/10/2022 ($\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$)		
Diyet I	427.09±12.57 _{ii}	790.11±32.74 _{ab}	656.16±27.75 _{ef}	572.74±19.19 _{gh}	341.57±19.01 _{jkl}	302.40±14.70 _{lm}	515.01±28.48 ^B	
Diyet II	493.11±12.90 _i	852.89±26.05 _a	689.16±41.83 _{cde}	619.78±20.37 _{efgh}	400.43±27.91 _{ijk}	303.13±21.21 _{lm}	559.75±30.40 ^A	
Diyet III	454.60±9.93 _{ii}	591.93±15.16 _{fgh}	399.44±22.59 _{ijk}	210.62±24.52 _{no}	74.50±10.64 _{rs}	Öldü	333.44±35.33 ^E	
Diyet IV	456.83±14.78 _{ii}	734.61±35.71 _{bcd}	627.41±45.02 _{efgh}	332.88±48.83 _{kl}	64.38±14.28 _{st}	34.50±6.84 _t	395.75±44.00 ^D	
Diyet V	453.80±14.12 _{ii}	760.40±20.86 _{bc}	647.20±24.99 _{efg}	429.66±20.45 _{ii}	240.18±18.91 _{mn}	159.57±6.31 _{op}	448.29±33.52 ^C	
Diyet VI	453.73±12.33 _{ii}	784.04±24.98 _{ab}	682.62±40.28 _{de}	565.58±31.55 _h	297.30±11.19 _{lm}	187.44±14.92 _{nop}	495.12±33.83 ^B	
Kontrol	453.14±13.34 _{ii}	768.31±18.31 _b	583.43±29.80 _{fgh}	410.99±14.17 _{ij}	186.35±10.58 _{nop}	120.64±6.90 _{pr}	420.48±35.15 ^{CD}	
Ortalama (Z)	456.04±4.88 ^C	754.61±9.73 ^A	612.20±12.93 ^B	448.89±10.48 ^C	217.49±6.47 ^D	155.42±4.58 ^E	440.78±13.60	
P değeri (Z)	<0.05							
Z x D	<0.05							

*Diyetler (D) için aynı sütundaki ve Ölçüm tarihleri (Z) için aynı satırdaki farklı harflerle (A-E) verilen ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlıdır (P<0.05). Aynı satır ve sütunda farklı küçük harflerle (a-s) verilen ortalamalar arasında zaman (Z) x diyet (D) etkileşimi istatistiksel olarak anlamlıdır (P<0.05), $\bar{X}$: Ortalama, $S_{\bar{x}}$: Standart hata, P: Önemlilik seviyesi, Z x D: Zaman x Diyet Etkileşimi.

4.4 Kolonilerin Uçuş Etkinliği

Araştırmada, farklı protein ikameli diyetler ile beslenen bal arısı kolonilerinin ortalama uçuş etkinliği (tarlacılık) arasında istatistiki farklılık önemli olarak belirlenmiştir ($P<0.05$). Ancak, diyet I ve diyet II gruplarında en fazla uçuş etkinliği tespit edilmiş olmasına rağmen, en düşük uçuş etkinliği diyet III'de tespit edilmiştir (Çizelge 4.6). Diyet III için uçuş aktivitesinin düşük olmasının sebebi ergin arı popülasyonundaki hızlı azalma ve son ölçümde kolonilerin ölmesinden kaynaklanmaktadır (Çizelge 4.4; Çizelge 4.6). Besleme grupları arasında zaman x diyet interaksyonu istatistiki olarak önemli çıkmıştır ($P<0.05$). Çizelge 4.6'ya göre, ilk iki ölçüm tarihinden sonra uçuş aktivitesi sürekli olarak düşüş yaşamıştır. Bu durumun başlıca sebepleri olarak, kuluçka üretimindeki azalma, ergin arı popülasyonundaki değişiklik, besin kaynaklarının azalması ve çevresel faktörler (sıcaklık, nem, foto periyod, vb.) olarak düşünülmektedir. Gösterit vd. (2012a)'ı göre Kafkas arısının ortalama uçuş etkinliğini 60.17 adet/koloni olarak tespit etmişlerdir. Çalışmamızın aksine, Gencer (1996), Genç vd. (1999), Dodoloğlu ve Genç (2002) ve Sıralı vd. (2007), sırasıyla bir dakikalık uçuş etkinliğini 38.77, 72.86, 88.71 ve 21.32 adet/koloni olarak bildirmişlerdir. Çalışmanın yapıldığı yıl, bölge, mevsim, besin kaynakları gibi sebeplerden dolayı uçuş aktivitesi değişkenlik göstermektedir. van der Steen (2007), soya unu, bira mayası, süt tozu, kazein, şeker şurubu, keten yağını sırasıyla, 3:2:0.8:3.2:10:2 birim karıştırarak oluşturduğu ikame yemi ve perga (arı ekmeği) ile hazırladığı diyetlerin koloni performansına etkisini incelemiştir. Sonuçta, ikame yemi ile beslenen kolonilerin tarlacılık faaliyetinin daha fazla olduğunu bildirmiştir. Ihle vd. (2010), tarlacılık faaliyeti üzerine genotipin etkili olduğunu rapor etmişlerdir. Şahinler ve Şahinler (2009), çakşır (*Ferula communis*) kökü ve anason (*Pimpinella anisum*) tohumunun şeker şurubuna %5 ve %8.3 oranında ilave edilmesinin uçuş etkinliğine istatistiki olarak etki etmediğini bildirmişlerdir.

Çizelge 4.6. Farklı diyetler ile beslenen kolonilerin uçuş (tarlacılık) aktivitesi (adet/arı/koloni)

Diyetler (D)	Ölçüm Tarihleri (Z)							Ortalama (D) ($\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$)	P değeri (D) <0.05
	7/07/2022 ($\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$)	21/07/2022 ($\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$)	8/08/2022 ($\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$)	23/08/2022 ($\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$)	7/09/2022 ($\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$)	21/09/2022 ($\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$)	6/10/2022 ($\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$)		
Diyet I	81.43±3.28 abc	88.86±1.60 a	63.14±3.46 fg	49.57±3.01 hi	31.00±2.39 jk	19.57±1.75 lmno	12.00±1.39 nopr	49.37±4.10 ^A	
Diyet II	81.57±3.27 abc	83.71±3.61 ab	65.71±4.26 efg	51.57±2.97 hi	31.71±2.83 jk	20.14±1.53 lmn	13.28±2.0 nopr	49.67±3.98 ^A	
Diyet III	75.28±4.17 bcde	81.14±4.44 abc	52.00±2.96 hi	39.00±4.25 ij	16.72±1.04 mnop	8.00±0.81 prs	Öldü	45.36±4.43 ^{AB}	
Diyet IV	81.29±2.42 abc	82.28±5.89 abc	71.86±4.85 cdef	57.57±3.70 gh	24.14±2.00 klm	13.57±1.74 nopr	5.86±0.67 prs	48.08±4.56 ^{AB}	
Diyet V	79.57±3.57 abc	78.57±5.91 bcd	72.86±5.30 cdef	45.71±3.24 ii	22.28±2.20 klmn	12.57±1.86 nopr	7.28±0.96 prs	45.55±4.45 ^{AB}	
Diyet VI	78.28±2.04 bcd	72.42±3.58 cdef	68.28±5.40 def	48.57±2.40 hi	29.43±2.90 kl	22.00±2.10 klmn	9.71±0.86 oprs	46.96±3.77 ^{AB}	
Kontrol	72.43±3.81 cdef	72.42±2.89 ^c def	73.29±3.96 cdef	45.14±2.17 ii	26.57±2.60 klm	16.71±2.59 mnop	6.85±1.03 prs	44.77±3.95 ^{AB}	
Ortalama (Z)	78.55±1.25 ^A	79.92±1.70 ^A	66.74±1.85 ^B	48.16±1.36 ^C	25.97±1.10 ^D	16.08±0.93 ^E	7.90±0.70 ^F	46.18±0.81	
P değeri (Z)	<0.05								
Z x D	<0.05								

*Diyetler (D) için aynı sütundaki ve Ölçüm tarihleri (Z) için aynı satırdaki farklı harflerle (A-F) verilen ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlıdır (P<0.05). Aynı satır ve sütunda farklı küçük harflerle (a-s) verilen ortalamalar arasında zaman (Z) x diyet (D) interaksyonunu istatistiksel olarak anlamlıdır (P<0.05), $\bar{X}$: Ortalama, $S_{\bar{x}}$: Standart hata, P: önemlilik seviyesi, Z x D: Zaman x Diyet İnteraksyonu.

4.5 Kolonilerin Diyet Tüketimi ve Diyetlerden Oluşan Atık Miktarı

Araştırmada, 6 farklı protein ikame diyetlerinin ortalama tüketim miktarı istatistiki olarak önemli bulunmuştur ($P<0.05$). Bal arıları tarafından en fazla tüketim diyet II (473.27 ± 3.27 gr/koloni/28 gün)'de tespit edilmiştir. En az tüketim ise taze yumurta sarısı ile hazırlanan diyet III (63.07 ± 10.86 gr/koloni/28 gün) grubunda tespit edilmiştir (Çizelge 4.7). Arılar tarafından tüketilmeyip kovan dip polen çekmecesine atılan ortalama diyet miktarı ise oldukça az olmakla birlikte gruplar arası istatistiki farklılık önemli bulunmuştur ($P<0.05$). Diyet III ve diyet V, oldukça akışkan kıvamlı olmalarından dolayı özel ekipmanlar ile kolonilere verildiğinden polen çekmecesinde atık tespiti yapılamamıştır. Diyetlerden oluşan atık madde miktarı en fazla diyet I (7.19 ± 0.48 gr/koloni/28 gün) ve diyet II (7.05 ± 0.50 gr/koloni/28 gün)'de belirlenmiştir (Çizelge 4.8). Besleme gruplarının diyet tüketimi ve diyetlerden oluşan atık maddeler üzerine zaman x diyet interaksyonu istatistiki olarak önemli bulunmuştur ($P<0.05$). Çizelge 4.7'ye göre, en fazla diyet tüketimi ikinci ay ölçümündeki diyet II'de gözlenmişken, en düşük diyet tüketimi, üçüncü ay ölçümündeki diyet 3'te gözlenmiştir. Bu durumun başlıca sebepleri arasında arılara verilen diyetlerin ilk haftadan itibaren tüketime etkili olduğu ve arıların verilen diyetlere karşı seçici olmasından kaynaklandığı ve ayrıca ergin arı popülasyonundaki azalma ve kuluçka üretimindeki azalmadan kaynaklandığı söylenebilir. Çalışmamızda en az tüketilen yumurta sarısı diyetinin aksine, Nation (1974) yaklaşık %30 protein içeren yumurta sarısı ile hazırlanan diyeti arıların rahatlıkla tükettiğini bildirmiştir. Khan ve Ghramh (2022), spirulina ve polenli arı diyetlerinin tüketiminin 4.68 ve 11.97 mg/arı olarak bildirmişlerdir. Çalışmamızdaki diyet IV, V ve VI'nın ortalama tüketimine benzer olarak, Hunde (2022), soya unu ilave edilmiş diyet tüketiminin 284 gr/koloni olduğu rapor etmiştir. Shehata (2016), Gameda (2014), Israr vd. (2022), Islam vd. (2020), Ahmad (2021), Aly vd. (2014), sırasıyla arı diyetlerinin haftalık tüketimini 384.9, 49.53, 71.90, 106.8, 47.42 gr/koloni olarak bildirdiği değerler, bu çalışmanın sonuçlarıyla uyumsuzdur. Amro vd. (2019), bira mayası ile hazırladığı diyetin en fazla tüketildiğini rapor etmişlerdir. Taha (2015), en fazla tüketimin bal ve polen karışımı ile hazırladığı diyetle olduğunu belirttiği sonuç, bizim polenli (diyet I) sonucumuzla uyum içindedir. Ricigliano vd. (2021), diyetle spirulina miktarının artmasının tüketimde azalmaya sebep olduğunu rapor etmiştir. DeGrandi-Hoffman vd. (2010) yaptıkları çalışmada, polen ve polen ikamesi diyet (MegaBee) ile besledikleri kolonilerde polenli

diyetin tüketiminin ikameden fazla olduğunu bildirdiği sonuçla, bu çalışmanın sonuçlarıyla uyumludur. Li vd. (2012) farklı ham protein (%15, %20, %25, %30, %35) seviyesine sahip ikame arı diyetleri ve sadece polenle hazırlanmış arı diyeti ile beslenen arıların diyet tüketimini sırasıyla; 109.32, 104.90, 105.62, 103.42, 102.93 ve 127.43 (gr/koloni) olarak bildirdiği değerler, bu çalışmanın sonuçlarından düşüktür. Diyetlerden oluşan arılar tarafından tüketilmeyen atık madde miktarı ile literatürde kaynak bulunamadığından dolayı tartışma yapılmamıştır.



Çizelge 4.7. Farklı diyet ile beslenen grupların ortalama diyet tüketimi (gr/koloni/28 gün)

Diyetler (D)	Ölçüm Tarihleri (Z)				Ortalama (D) ($\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$)	P değeri (D) <0.05
	16.07-13.08.2022 ($\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$)	13.08-10.09.2022 ($\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$)	10.09-08.10.2022 ($\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$)	8.10-29.10.2022 ($\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$)		
Diyet I	287.00 $\pm$ 5.98 g	478.25 $\pm$ 5.59 a	466.53 $\pm$ 7.31 ab	442.69 $\pm$ 10.91 bc	418.59 $\pm$ 15.27 ^B	
Diyet II	464.14 $\pm$ 5.76 ab	484.96 $\pm$ 2.16 a	483.64 $\pm$ 6.42 a	460.35 $\pm$ 5.66 ab	473.27 $\pm$ 3.27 ^A	
Diyet III	90.00 $\pm$ 5.92 i	138.71 $\pm$ 9.21 i	23.57 $\pm$ 2.66 k	Öldü	84.09 $\pm$ 10.86 ^D	
Diyet IV	436.07 $\pm$ 6.56 bc	425.89 $\pm$ 3.16 c	235.03 $\pm$ 26.06 h	60.82 $\pm$ 11.78 j	289.45 $\pm$ 30.51 ^C	
Diyet V	303.14 $\pm$ 9.69 fg	347.42 $\pm$ 22.17 de	274.75 $\pm$ 6.71 g	152.17 $\pm$ 8.47 i	269.37 $\pm$ 15.27 ^C	
Diyet VI	328.10 $\pm$ 11.96 ef	370.57 $\pm$ 12.37 d	273.07 $\pm$ 7.73 g	153.32 $\pm$ 7.19 i	281.26 $\pm$ 16.40 ^C	
Ortalama (Z)	318.07 $\pm$ 19.22 ^{AB}	374.30 $\pm$ 18.76 ^A	292.76 $\pm$ 25.56 ^B	253.85 $\pm$ 27.94 ^C	299.17 $\pm$ 20.47	
P değeri (Z)	<0.05					
Z x D	<0.05					

*Diyetler (D) için aynı sütundaki ve Ölçüm tarihleri (Z) için aynı satırdaki farklı harflerle (A-D) verilen ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlıdır (P<0.05), Aynı satır ve sütunda farklı küçük harflerle (a-k) verilen ortalamalar arasında zaman (Z) x diyet (D) etkileşimi istatistiksel olarak anlamlıdır (P<0.05), $\bar{X}$: Ortalama, $S_{\bar{x}}$: Standart hata, P: Önemlilik seviyesi, Z x D: Zaman x Diyet Etkileşimi.

Çizelge 4.8. Bal arıları tarafından tüketilmeyip atılan diyet miktarı (gr/koloni/28 gün)

Diyetler (D)	Ölçüm Tarihleri (Z)				Ortalama (D) ($\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$)	P değeri (D) <0.05
	16.07-06.08.2022 ($\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$)	13.08-03.09.2022 ($\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$)	10.09-1.10.2022 ($\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$)	8.10-29.10.2022 ($\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$)		
Diyet I	5.21±0.75 defg	5.69±0.86 cdefg	7.73±0.46 bc	10.11±0.37 a	7.19±0.48 ^A	
Diyet II	5.14±0.78 defg	6.41±1.07 cdef	6.96±0.82 bc	9.68±0.53 ab	7.05±0.50 ^A	
Diyet IV	4.41±0.57 fgh	5.24±0.54 defg	5.63±0.45 cdefg	2.71±0.78 h	4.50±0.35 ^B	
Diyet VI	4.55±0.59 efgh	5.65±0.46 cdefg	6.81±1.00 cde	3.83±0.51 gh	5.21±0.38 ^B	
Ortalama (Z)	4.83±0.32 ^B	5.75±0.37 ^{AB}	6.78±0.37 ^A	6.58±0.69 ^A	5.98±0.28	
P değeri (Z)	<0.05					
Z x D	<0.05					

*Diyetler (D) için aynı sütundaki ve Ölçüm tarihleri (Z) için aynı satırdaki farklı harflerle (A,B) verilen ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlıdır (P<0.05), Aynı satır ve sütunda farklı küçük harflerle (a-h) verilen ortalamalar arasında zaman (Z) x diyet (D) etkileşimi istatistiksel olarak anlamlıdır (P<0.05), $\bar{X}$: Ortalama, $S_{\bar{x}}$: Standart hata, P: Önemlilik seviyesi, Z x D: Zaman x Diyet Etkileşimi.

4.6 Kışlama Kabiliyeti ve Yaşama Gücü

Araştırmada, farklı diyetler ile beslenmiş bal arısı kolonilerinin kışlama kabiliyeti (%) istatistiki olarak önemli çıkmıştır ($P<0.05$). Kışa girmeden önce diyet III (taze yumurta sarısı) grubu kolonilerinin tamamı ölmesinden dolayı analizden çıkarılmıştır. Kışlama kabiliyeti en güçlü diyet II (%75) ve en düşük diyet IV (%50) gruplarında belirlenmiştir (Çizelge 4.9). Araştırmada, farklı diyetler ile beslenmiş bal arısı kolonilerinin yaşama gücü (%) oranları arasında farklılık vardı. Çalışmada yaşama gücü en düşük diyet III ile beslenen grupta belirlenmiştir (Çizelge 4.10). Diyet III'e polen ikamesi olarak ilave edilen taze yumurta sarısının, porsiyondaki oranı veya içeriğinde bir bileşiğinin, ergin arılar üzerinde olumsuz etkisi olduğu düşünülmektedir. Çalışmamızdaki ticari ikame (diyet VI) ürünü ile beslenen kolonilerin kışlama kabiliyeti %66.77 ile orta seviye olmasına rağmen, DeGrandi-Hoffman vd. (2016) ticari polen ikame ürünü MegaBee® ürünü ile beslenen kolonilerin kışlama yeteneğinin yüksek olduğunu bildirmişlerdir. Diyet I'de elde ettiğimiz sonuçlarla benzer olarak, DeGrandi-Hoffman vd. (2020), arı diyetine %33 polyfloral polen eklemenin yaşama gücünü artırdığını rapor etmişlerdir. Pridal vd. (2023), invert arı yemi ve şeker şurubu ile beslemenin kolonilerin kışlama kabiliyeti üzerine etkisinin istatistiki olarak önemli olmadığını rapor etmişlerdir. Cengiz ve Erdoğan (2017), Kafkas arısının ortalama kışlama kabiliyetini %56.02 olarak rapor etmiştir. Bu sonuç, bizim araştırmamızdaki, ortalama kışlama kabiliyeti (%62.58) ile uyumludur. Topal vd. (2022), farklı polen kaynakları ile hazırladıkları arı diyetleri ile beslenen kolonilerde en iyi kışlama kabiliyetinin *Papaver somniferum* (Haşhaş) bitkisi poleni ile beslenen kolonilerde olduğunu rapor etmişlerdir. Bu diyet ile beslenen kolonilerin ortalama kışlama kabiliyetini %99.19 olarak bildirmişlerdir. Bu değer bizim araştırmamızdaki en yüksek kışlama kabiliyetine sahip olan diyet II grubu ortalamasının (%75) çok üzerindedir. Yeninar vd. (2015), çam balı üretim sezonunda polen+su, polen, su ile besledikleri ve hiçbir besleme yapmadıkları kontrol grubu kolonilerinde kışlama kabiliyetini sırasıyla; %92.1, %70.4, %67.1 ve %51.0 olarak bildirmişlerdir. Polen grubu sonuçları çalışmamızdaki polenli diyetle beslenen sonuçlarla benzerdir. Adanacıoğlu vd. (2022), kışlama öncesi farklı ek beslemelerin ekonomik analizini değerlendirmişlerdir. Doğru beslemenin yaşama gücüne etkisi olduğunu ve ekonomik olduğunu bildirmişlerdir. Çalışmamızda diyet III ve diyet IV ile beslenen koloniler hariç diğer grupların yaşama gücü %100'dür. Benzer çalışmalarda, Akyol ve Kaftanoğlu (2001), Akyol vd. (2006) ve Fıratlı ve Budak (1994), ortalama

yaşama gücünü sırasıyla %100, %100 ve %60 olarak rapor etmişlerdir. Höcherl vd. (2012), mısır poleni ve kalsiyum kazemat ile besledikleri arıların yaşama süresinin kıaldığını belirlemişlerdir. Ahmed vd. (2020), bakla, yonca, salatalık, mısır ve rezene polenleri ile yaptıkları diyetler ile beslenen arılardan, yaşama gücünü en düşük yonca poleni ile beslenen arılarda tespit etmişlerdir. Oskay (2021)'de yapmış olduğu çalışmada, arıların yaşam süresinin %4 proteinli diyetle 23.25 gün ve %10 proteinli diyetle ise 29.01 gün olarak bildirmiştir. Canché-Collí vd. (2021), maya (*Saccharomyces cerevisiae*) ile beslenen arılarda yaşam süresinin yüksek olduğunu bildirmişlerdir. Çalışmamızdaki diyet V (yaş maya) ve diyet VI (bira mayası ekstraktı) ile beslenen kolonilerin yaşama gücü %100'dür.

Çizelge 4.9. Besleme gruplarının ortalama kışlama kabiliyeti (%)

Diyetler	Kış Girişi Çerçeve Sayısı Med. (Min-Mak)	Kıştan Çıkış Çerçeve Sayısı Med. (Min-Mak)	Kışlama Kabiliyeti % Med. (Min-Mak)
Diyet I	9 (8-9) ^a	6 (5-7) ^a	66.67 (55.56-87.50) ^{ab}
Diyet II	8 (8-9) ^a	6 (5-7) ^a	75.00 (62.50-77.78) ^a
Diyet IV	2 (2-4) ^c	1 (0-3) ^c	50.00 (0.00 – 100.0) ^{ab}
Diyet V	7 (6-7) ^b	4 (3-5) ^b	57.14 (42.86 – 71.43) ^b
Diyet VI	7 (5-7) ^b	4 (3-5) ^b	66.67 (42.86 – 71.43) ^{ab}
Kontrol	6 (5-7) ^b	4 (3-5) ^b	60.00 (57.14 – 80.00) ^{ab}
P değeri	<0.05	<0.05	<0.05

*Aynı sütunda farklı harflerle verilen ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlıdır (P<0.05), P: Önemlilik seviyesi, Med.: Medyan, Min.: Minimum, Mak.: Maksimum.

Çizelge 4.10. Besleme gruplarının ortalama yaşama gücü (%)

Diyetler	Araştırma Başlangıcı Koloni Sayısı (N)	Araştırma Bitimi Koloni Sayısı (N)	Kolonilerin Yaşama Gücü (%)
Diyet I	7	7	100.00
Diyet II	7	7	100.00
Diyet III	7	0	0.00
Diyet IV	7	6	85.71
Diyet V	7	7	100.00
Diyet VI	7	7	100.00
Kontrol	7	7	100.00

4.7 Hırçınlık Ölçümü

Araştırmada, farklı diyetlerle ile beslenen kolonilerin subjektif hırçınlık puanlamasına zamanın ve diyetlerin etkisi Çizelge 4.11'de verilmiştir. Farklı zamanlar ve diyetler

arasında ortalama hırçınlık puanlaması arasında istatistiki olarak fark önemli bulunmuştur ($P<0.05$; Çizelge 4.11). Her bir ölçüm zamanları arasında ölçüm 4 (01.10.2022) ve ölçüm 5 (01.11.2022)'te diyetler arasında hırçınlık puanlaması istatistiki olarak anlamlıdır ($P<0.05$). Ancak, ilk üç ölçüm arasında istatistiki farklılık belirlenmemiştir ($P<0.05$; Çizelge 4.12). Bu sonuçların çıkmasında koloni içi (kış arılarının artması, yağmacılığa karşı savunma) ve koloni dışı iklimsel özelliklerde (mevsim, sıcaklık, nem, yağış) meydana gelen değişiklikler sebep olabilmektedir. Kolonilerin hırçınlık testinde genellikle koloni uçuş deliği önünde siyah renkli bir malzemenin sallanması ve bu malzeme üzerindeki arı iğnelerinin sayılması ile yapılmaktadır. Ancak, Guzman-Novoa vd. (2003), puanlama sistemi ile yapılan hırçınlık davranışı tespitini güvenilir, ekonomik ve pratik olarak değerlendirmişlerdir. Collins vd. (1982), Güler (1995) ve Arslan (2003), arılarda hırçınlık davranışı üzerine birçok faktörün etkili olduğunu bildirmişlerdir. Bu faktörleri; basınç, manyetik alan, nem, ışık, çevre sıcaklığı, mevsim, besin kaynakları, yavru üretimi ve hastalıklar olarak sıralanmışlardır. Güler (1995), yaptığı çalışmada 60 sn'lik hırçınlık testinde en sakin arının (1.64 iğne/koloni) Kafkas arısı olduğunu bildirmiştir. Dülger (1997), Akyol (1998), Sıralı vd. (2007) ve Gösterit (2012b), hırçınlık testinde sırasıyla, 3.73, 9.14, 2.60 ve 3.75 iğne/koloni olduğunu ve en sakin huylu genotipi Kafkas arısı olarak bildirmişlerdir. Çalışmada kullanılan arı ırkının Kafkas (*Apis mellifera caucasica*) olması sakin ($n=82$) olduğunun göstergesidir. Popülasyonun genetik özelliklerinin ve arı kolonilerinin bulunduğu çevresel koşulların hırçınlık davranışı üzerinde etkili olduğunu bildirilmiştir (Falconer ve Mackay, 1996; van Dongen vd., 2010). Farklı arı genotiplerinde hırçınlık davranışı puanlaması, Avusturya Karniyol arı popülasyonunda 3.12 (Willam ve EBI, 1993) ve Alman Karniyol arısında 3.73 olarak rapor edilmiştir (Bienefeld ve Pirchner, 1990). Bu genotiplerin, çalışmamızda kullanılan Kafkas arısından daha hırçın oldukları sonucuna varılabilir. Ruttner (1972), Suriye bal arılarının hırçınlık davranışı puanlamasını 1.48 ± 0.63 olarak rapor etmiştir. Bienefeld ve Zakour (2013), Suriye arısını çok hırçın olarak değerlendirmişlerdir. Badawy vd. (2016), polen, bira mayası ve soya unu ile besledikleri bal arılarının hırçınlık ve arı zehri üretimini incelemişlerdir. Sonuçta, polen ile beslenen grupların en hırçın ve en fazla zehir ürettiğini bildirmişlerdir. Bu sonuçlar ile bizim çalışmamızın bulguları benzerlik göstermektedir. Özellikle Çizelge 4.12'e göre, güz ölçümlerinde (10/09/2022 – 01/10/2022) polenli diyetle beslenen kolonilerde hırçınlık artmıştır.

Çizelge 4.11. Sokma (hırçınlık) davranışının diyetlere ve zamana göre değişimi

		Sokma Davranışı				Toplam	χ^2	P Değeri
		Sokma yok	Sokma Çabaları	1 kez Sokma	1'den fazla Sokma			
Diyetler (D)	Diyet I	37.1	11.4	20.0	31.4	100.0	79.488	0.000
	Diyet II	14.3	31.4	31.4	22.9	100.0		
	Diyet III	75.8	21.2	3.0	0.0	100.0		
	Diyet IV	34.3	45.7	20.0	0.0	100.0		
	Diyet V	42.9	28.6	28.6	0.0	100.0		
	Diyet VI	20.0	20.0	34.3	25.7	100.0		
	Kontrol	37.1	45.7	14.3	2.9	100.0		
	Toplam	37.0	29.2	21.8	11.9	100.0		
Zaman (Z)	01.07.2022	53.1	32.7	14.3	0.0	100.0	34.585	0.000
	01.08.2022	51.0	26.5	18.4	4.1	100.0		
	01.09.2022	28.6	30.6	30.6	10.2	100.0		
	01.10.2022	24.5	22.4	26.5	26.5	100.0		
	01.11.2022	27.7	34.0	19.1	19.1	100.0		
	Toplam	37.0	29.2	21.8	11.9	100.0		

Çizelge 4.12. Farklı ölçüm zamanlarında diyet gruplarının sokma (hırçınlık) davranışı

Ölçüm Tarihleri (Z)	Diyetler	Sokma Davranışı				Toplam	χ^2	P Değeri
		Sokma yok	Sokma Çabaları	1 kez Sokma	1'den fazla Sokma			
01.07.2022	Diyet I	71.4	28.6	0.0	0.0	100.0	15.740	0.203
	Diyet II	28.6	57.1	14.3	0.0	100.0		
	Diyet III	85.7	0.0	14.3	0.0	100.0		
	Diyet IV	57.1	42.9	0.0	0.0	100.0		
	Diyet V	28.6	28.6	42.9	0.0	100.0		
	Diyet VI	42.9	28.6	28.6	0.0	100.0		
	Kontrol	57.1	42.9	0.0	0.0	100.0		
	Toplam	53.1	32.7	14.3	0.0	100.0		
01.08.2022	Diyet I	85.7	14.3	0.0	0.0	100.0	28.148	0.060
	Diyet II	28.6	42.9	28.6	0.0	100.0		
	Diyet III	85.7	14.3	0.0	0.0	100.0		
	Diyet IV	14.3	57.1	28.6	0.0	100.0		
	Diyet V	57.1	28.6	14.3	0.0	100.0		
	Diyet VI	42.9	0.0	28.6	28.6	100.0		
	Kontrol	42.9	28.6	28.6	0.0	100.0		
	Toplam	51.0	26.5	18.4	4.1	100.0		
01.09.2022	Diyet I	14.3	14.3	57.1	14.3	100.0	21.000	0.279
	Diyet II	0.0	28.6	42.9	28.6	100.0		
	Diyet III	57.1	42.9	0.0	0.0	100.0		
	Diyet IV	28.6	42.9	28.6	0.0	100.0		
	Diyet V	57.1	14.3	28.6	0.0	100.0		

	Diyet VI	14.3	28.6	28.6	28.6	100.0		
	Kontrol	28.6	42.9	28.6	0.0	100.0		
	Toplam	28.6	30.6	30.6	10.2	100.0		
01.10.2022	Diyet I	0.0	0.0	14.3	85.7	100.0	50.509	0.000
	Diyet II	0.0	0.0	42.9	57.1	100.0		
	Diyet III	85.7	14.3	0.0	0.0	100.0		
	Diyet IV	14.3	42.9	42.9	0.0	100.0		
	Diyet V	28.6	57.1	14.3	0.0	100.0		
	Diyet VI	0.0	14.3	57.1	28.6	100.0		
	Kontrol	42.9	28.6	14.3	14.3	100.0		
	Toplam	24.5	22.4	26.5	26.5	100.0		
01.11.2022	Diyet I	14.3	0.0	28.6	57.1	100.0	36.282	0.006
	Diyet II	14.3	28.6	28.6	28.6	100.0		
	Diyet III	60.0	40.0	0.0	0.0	100.0		
	Diyet IV	57.1	42.9	0.0	0.0	100.0		
	Diyet V	42.9	14.3	42.9	0.0	100.0		
	Diyet VI	0.0	28.6	28.6	42.9	100.0		
	Kontrol	14.3	85.7	0.0	0.0	100.0		
	Toplam	27.7	34.0	19.1	19.1	100.0		

*X²: Ki – kare değeri, P: Önemlilik seviyesi.

4.9 Ergin Arı Hemolenfindeki Vitollegenin Seviyesi

Araştırmada, farklı protein ikame diyetleri ile beslenen bal arılarının hemolenfindeki vitollegenin (Vg) seviyeleri arasında istatistiki fark önemli bulunmamıştır (P=0.058; P>0.05). İstatistiki olarak fark olmamasına rağmen, en yüksek vitollegenin seviyesi diyet IV (4.73±0.03 ng/ml)'te ve en düşük seviye ise diyet III (4.66±0.01 ng/ml) ile beslenen kolonilerdeki işçi arılarda tespit edilmiştir (Çizelge 4.12). Nelson vd. (2007), Antonio vd. (2008), Azevedo vd. (2011) ve Corby-Harris vd. (2022), Vg seviyesinin bakıcı arılarda yüksek ve tarlacı arılarda düşük olduğu ve polen tüketiminin bu seviyeyi artırdığını bildirilmişlerdir. Amdam vd. (2006), bakıcı arıdan tarlacı arıya geçişte vücut juvenil hormon seviyesinde artış ve vitollegenin seviyesinde (0-1 µg/µl) azalma olduğunu belirtmişlerdir. Ayrıca, Vg seviyesindeki azalmanın işçi arılarda tat alma oranında artışa sebep olduğunu rapor etmişlerdir. Almeida-Dias vd. (2018), arı ekmeği: su (100:80), şeker şurubu (%70), fermente olmayan diyet (şeker kamışı mayası (20gr), soya küspesi (16.7gr), pirinç unu (43.3), yeterince şeker şurubu), ve fermente edilmiş diyet (edilmeyen diyet 40 ml inoculum eklenmiş) ile beslenmiş arılarda vitollegenin seviyesinin sırasıyla; 54.29, 12.14, 32.24 ve 39.46 µg/µl olduğunu rapor etmişlerdir. Benzer bir çalışmada, Ricigliano vd. (2021), şeker şurubu, polen, ticari polen ikamesi (UltraBee), kuru spirulina ve taze spirulina ile hazırladıkları 5 farklı diyet ile beslenmiş ergin arılarda, Vitollegenin seviyesinin en fazla UltraBee ticari ikame diyetinde ve en az

da şeker şurubu ile beslenenlerde olduğunu rapor etmişlerdir. Garrido vd. (2022) iki farklı bakteri suşunun *Bifidobacterium coryneforme* ve *Apilactobacillus kunkeei* vitellogenin seviyesini (2.5 – 3.0 ng/ml) artırdığını bildirdiği çalışmadaki Vg seviyesi, bizim çalışmamızın tüm sonuçlarından daha düşüktür. Çalışmamızda mikroalg (spirulina) ilaveli diyetle beslenen işçi arılarda daha az vitellogenin seviyesi elde etmemize rağmen, Dostálková vd. (2022) mikroalg *Chlorella vulgaris*'in şeker şurubuna ilave etmenin Vg seviyesini artırdığını belirtmişlerdir. Bakıcı arıların Vg seviyesindeki artış kuluçka üretimini artırmaktadır (Rodriguez vd., 2018). Çalışmamızda ortalama kapalı kuluçka alanı (Çizelge 4.5) yüksek olan diyet I ve diyet II grubunda Vg seviyesi de yüksek çıkması bu bulguyu desteklemektedir. Diğer bir araştırmada, *Papaver somniferum* (haşhaş) poleni, *Cistus creticus* (pembe laden) poleni, polyfloral polen, arı diyeti ve şeker şurubu besleme grupları ve kontrol grubu kolonilerinin güz sezonundaki Vg seviyelerinin sırasıyla; 3.8-4.0, 4.0-4.2, 4.2-4.4, 3.8-4.0, 4.0-4.4 ve 3.8-4.0 ng/ml değerleri arasında değiştiği rapor edilmiştir (Sarioğlu-Bozkurt vd., 2022). Bu çalışma sonuçları ile sonuçlarımız uyumludur. De Jong vd. (2009), ticari polen ikame ürünleri ile beslenen kolonilerde, polenle beslenenlere göre daha iyi hemolenf protein seviyesi bildirmişlerdir ve bizim sonuçlarımızda besleme grupları arasında istatistiki farklılık olmamasına rağmen, bu sonuçları desteklemektedir.

Çizelge 4.13. Ergin arıların hemolenf vitellogenin seviyeleri (ng/ml)

Diyetler (D)	Vitellogenin Seviyesi ($\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$)
Diyet I (Polen)	4.75±0.03
Diyet II (Spirulina)	4.71±0.02
Diyet III (Yumurta)	4.66±0.01
Diyet IV (Süt Tozu)	4.73±0.03
Diyet V (Yaş Maya)	4.68±0.02
Diyet VI (Bira Mayası)	4.67±0.01
Kontrol	4.69±0.02
Ortalama (D)	4.70±0.01
P değeri (D)	0.058

*Aynı sütunda farklı harflendirme yoksa, ortalamalar arasındaki fark istatistiki olarak önemsizdir ($P > 0.05$), $\bar{X}$: Ortalama, $S_{\bar{x}}$: Standart hata, P: Önemlilik seviyesi.

4.10 Ergin Arıların Abdominal Yağ Miktarı

Çalışmada, farklı diyetler ile beslenmiş ergin arıların abdominal yağ miktarları arasındaki fark istatistiki olarak önemli bulunmuştur ($P < 0.05$). Ayrıca, zaman x diyet

interaksiyonu ise istatistiki olarak önemsiz çıkmıştır ($P=0.259$; $P>0.05$). Besleme grupları içinde diyet II (polen+spirulina) ile beslenen grupta abdominal yağ miktarı (0.68 ± 0.04 mg/arı) en yüksektir. Ardından, diyet VI (inaktif bira mayası ekstraktı) ile beslenen grup gelmektedir. Bu değerler diğer gruplara göre oldukça fazladır. Şaşırtıcı şekilde sadece polen (diyet I) diyeti beslenen grupta abdominal yağ miktarı (0.14 ± 0.01 mg/arı) oldukça düşük çıkmıştır. Tüm diyet gruplarının ortalaması abdominal yağ miktarı 0.26 ± 0.33 mg/arı tespit edilmiştir (Çizelge 4.13). Yağ doku, arılarda bağışıklıktan, antimikrobiyal moleküllerin üretiminden, endokrin sistemin düzenlenmesinden ve besinlerin depolanmasından sorumludur (Arrese ve Soulages, 2010). Bu doku hem fizyolojik hem de çevresel koşullara göre değişmektedir (Vesterlund vd., 2014). Vücutta yağın depolanması beslenme ile bağlantılı olduğundan kaliteli bir diyetin daha yağlı bir vücut oluşturacağına inanılmaktadır (Ricigliano ve Simone-Finstrom, 2020). Esansiyel amino asitler ile takviye edilmiş diyetler ile beslenen arılardaki yağ doku, amino asit takviyesi ilave edilmeyenlere göre daha yüksektir (Rogala ve Szyma's, 2004). Araştırma sonuçlarımızda, protein ikame diyetlerinde (diyet III hariç), kontrol grubuna göre daha fazla abdominal yağ miktarı olması bu çalışmayı desteklemektedir. Ricigliano ve Simone-Finstrom (2020), kuru spirulina ve polyfloral polenli diyet ile beslenen ergin arıların yağ doku miktarı eşit olarak rapor edilmiştir. Bizim sonuçlarımızda spirulina eklenen diyetle beslenen arılarda, polenle beslenen arılardan yaklaşık 4.8 kat daha fazla yağ kütlesine sahipti. *Starmerella bombicola*, *Starmerella etchellsii*, *Starmerella bombicola* 2, *Zygosaccharomyces mellis* ve *Saccharomyces cerevisiae* maya suşları ile beslenen arılarda abdominal yağ doku oranının 50.10 ± 17.15 olduğu ve kontrol grubunda ise yağ oranı 43.02 ± 13.83 olarak bildirilmiştir (Canché-Colli vd., 2021). Alg (*Azolla pinnata*) tozu ve mısır poleni diyetleri ile beslenen ergin bal arılarında abdominal yağ oranı alg tozunda daha yüksek çıkmıştır (El Ghabawy vd., 2022). Bu sonuçlar çalışmamızı desteklemektedir. Corby-Harris vd. (2022), bal arısı diyetlerine farklı polen kaynağının eklenmesinin abdominal yağ miktarı üzerine olumlu sonuçlarını bildirmişlerdir. Wojcik vd. (2022), arıların vücut yağ tabakasının tek katmanlı olduğunu ve bu özelliğin farklı çevre koşullarına adaptasyonu kolaylaştırdığını bildirmişlerdir. Vanderplanck vd. (2021), Estonya, İtalya, İspanya ve İsveç'te yürüttükleri çalışmada yağ doku miktarını sırasıyla 0.11, 0.13, 0.9 ve 0.9 mg/arı olarak bildirmişlerdir. Çalışmamızda besleme yapılmayan kontrol grubu arılarında bu değer 0.11 mg/arı olarak belirlenmesi Estonya sonucu ile benzerdir. Mayalar ile zenginleştirilmiş diyetler, protein

ve lipidler bakımından zengin olduğu için arıların abdominal yağ doku miktarını artırmaktadır (Di Pasquale vd., 2013). Bizim sonuçlarımızda yaş maya (diyet V) eklenen grupta, abdominal yağ doku miktarı ortalamanın altında olmasına rağmen, bira mayası ekstraktı (diyet VI) ile beslenen arılarda yüksek bir yağ doku kütlesi belirlenmesi çalışmayı desteklemektedir. Doğru maya grubu eklenmesinin önemli olduğu sonucuna varılabilmektedir.



Çizelge 4.14. Farklı ölçüm zamanlarında ergin arıların abdominal yağ miktarı (mg/arı)

Diyetler (D)	Ölçüm Tarihleri (Z)				Ortalama (D) ($\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$)	P değeri (D) <0.05
	9/07/2022 ($\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$)	30/07/2022 ($\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$)	20/08/2022 ($\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$)	10/09/2022 ($\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$)		
Diyet I	0.12±0.01	0.20±0.0	0.12±0.03	0.11±0.01	0.14±0.01 ^C	
Diyet II	0.75±0.07	0.74±0.11	0.60±0.08	0.62±0.08	0.68±0.04 ^A	
Diyet III	0.15±0.02	0.18±0.03	0.22±0.05	Öldü	0.19±0.03 ^C	
Diyet IV	0.15±0.04	0.11±0.02	0.11±0.01	0.11±0.03	0.13±0.01 ^C	
Diyet V	0.12±0.04	0.12±0.02	0.25±0.04	0.11±0.01	0.16±0.02 ^C	
Diyet VI	0.55±0.15	0.47±0.09	0.28±0.07	0.48±0.09	0.45±0.05 ^B	
Kontrol	0.17±0.06	0.18±0.04	0.07±0.02	0.04±0.02	0.11±0.02 ^C	
Ortalama (Z)	0.29±0.03	0.29±0.03	0.24±0.02	0.23±0.03	0.26±0.33	
P değeri (Z)	P>0.05; P=0.154					
Z x D	P>0.05; P=0.259					

*Diyetler (D) için aynı sütundaki (A-C) farklı harflerle verilen ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlıdır (P<0.05), $\bar{X}$: Ortalama, $S_{\bar{x}}$: Standart hata, Z x D: Zaman x Diyet İnteraksiyonu, P: Önemlilik seviyesi.

4.11 Ergin Arıların Bağırsak Ağırlığı

Çalışmada, farklı diyetler ile beslenmiş ergin arıların ortalama bağırsak ağırlıkları arasındaki fark istatistiki olarak önemli bulunmuştur ($P<0.05$). Ayrıca, zaman x diyet etkileşimi istatistiki olarak önemlidir ($P<0.05$). Ortalama en yüksek bağırsak ağırlığı (61.40 ± 1.39 mg/arı) diyet V (yaş maya) ile beslenen ergin arılarda belirlenmiştir. Diyet VI (bira mayası) ise bağırsak ağırlığında ikinci sırada yer almıştır (Çizelge 4.14). İnteraksiyona göre, en yüksek bağırsak ağırlığı 25.10.2022 tarihinde diyet V besleme grubunda tespit edilmiştir. Yaz sezonundaki ölçümler, güz sezonuna göre daha az bağırsak ağırlığı olduğunu ortaya koymuştur. Güz sezonunda mevsimin ve meteorolojik verilere bağlı olarak arıların daha az uçuş yapmasına bağlı olarak daha fazla bağırsak içeriği olduğu söylenebilir. Bağırsak ağırlığını ergin arıların bakıcı ya da tarlacı olması etkilemektedir. Tarmacı arılar hem az gıda tüketimi hem de uçarak rektumunu boşaltmasından dolayı daha az bağırsak ağırlığına sahiptir (Crailsheim vd., 1992; Naiem vd., 1999). Al-Qarni (2006), bağırsak ağırlığının doğrudan besin uygunluğunu yansıttığını belirtmiştir. Amro vd. (2019), farklı diyetler; diyet 1 (hurma şurubu, yağsız süt tozu, kuru bira mayası), diyet 2 (zerdeçal, çemen tozu, kuru bira mayası), diyet 3 (nohut unu, buğday kepeği, kuru bira mayası) ve diyet 4 (soya fasulyesi küspesi, yağsız süt tozu, kuru bira mayası) ile besledikleri ergin arıların fizyolojik özelliklerini incelemişlerdir. Sonuç olarak, bağırsak ağırlığını diyet 4, 3, 2, 1 ve kontrol grubu için sırasıyla; 18.25, 13.43, 16.12, 16.03 ve 16.03 mg/arı olarak rapor etmişlerdir. Bu sonuçlara uyumlu olarak, çalışmamızdaki maya destekli diyetlerde bağırsak ağırlığı artmıştır. Mısır gluteni ve FeedBee® ticari ikame ürünü eklenen diyetlerle beslenen ergin arılarda en düşük bağırsak içeriği FeedBee® ürünüde belirlenmiştir (Amro vd., 2016). Bal arısı diyetlerine soya unu eklenmesinin yüksek bağırsak ağırlığına sebep olduğu bildirilmiştir (Amro vd., 2020). Al-Qarni (2006), bira mayası + soya unu + yağsız süt tozu karışımı ile beslediği ergin işçi arıların 3., 6., 9. ve 12. gün bağırsak ağırlıklarını sırasıyla; 10.84, 11.70, 22.73 ve 19.5 mg/arı ve şeker şurubu ile besledikleri kontrol grubunda ise sırasıyla; 9.40, 22.75, 26.66 ve 22.03 mg/arı olarak bildirmiştir. Dimou ve Thrasyvoulou (2009), ilkbahar ve yazın ergin arıların bağırsak ağırlığını 26.9 ve 28.0 mg/arı olarak bildirmişlerdir. Pavlovic vd. (2022), bira mayası ilave edilen diyetler ile beslenen arılarda ishal oluştuğu ve bağırsak ağırlığının en düşük olduğunu hesaplamışlardır. Bizim çalışmamızda hesapladığımız bağırsak içeriği oldukça

yüksektir. Bunun nedeninin bizim çalışmamızda kullanılan protein diyetlerin bağırsakta kalma süresinin fazla olduğundan kaynaklanabilir.



Çizelge 4.15. Ergin arıların bağırsak ağırlığı (mg/arı)

Diyetler (D)	Ölçüm Tarihleri (Z)				Ortalama (D) ($\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$)	P değeri (D) <0.05
	25.07.2022 ($\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$)	25.08.2022 ($\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$)	25.09.2022 ($\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$)	25.10.2022 ($\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$)		
Diyet I	28.39±2.89 fghii	29.31±1.86 fghi	30.29±2.21 fgh	33.77±3.83 def	30.44±1.53 ^C	
Diyet II	25.80±1.32 ghii	25.94±0.67 fghii	25.41±0.82 ghii	27.99±0.91 fghii	26.28±0.66 ^D	
Diyet III	31.50±1.31 efg	33.21±1.19 defg	33.05±1.30 defg	Öldü	32.59±2.13 ^{CD}	
Diyet IV	26.65±1.97 fghii	25.31±0.91 ghii	28.26±1.35 fghii	29.71±1.95 fghi	27.49±0.73 ^{CD}	
Diyet V	49.68±2.87 c	52.63±2.42 c	64.99±1.99 b	78.30±2.87 a	61.40±1.39 ^A	
Diyet VI	37.94±1.38 de	40.00±2.13 d	51.90±1.55 c	66.13±2.96 b	48.99±1.41 ^B	
Kontrol	23.01±0.98 hii	23.53±0.99 hii	22.26±0.93 ii	20.70±0.62 i	22.38±0.53 ^E	
Ortalama (Z)	31.86±1.41 ^B	32.85±1.50 ^B	36.59±2.17 ^{AB}	39.61±3.33 ^A	35.23±1.97	
P değeri (Z)	<0.05					
Z x D	<0.05					

*Diyetler (D) için aynı sütundaki ve Ölçüm tarihleri (Z) için aynı satırdaki farklı harflerle (A-E) verilen ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlıdır (P<0.05), Aynı satır ve sütunda farklı küçük harflerle (a-i) verilen ortalamalar arasında zaman (Z) x diyet (D) interaksyonu istatistiksel olarak anlamlıdır (P<0.05), $\bar{X}$: Ortalama, $S_{\bar{x}}$: Standart hata, Z x D: Zaman x Diyet İnteraksyonu, P: Önemlilik seviye

4.12 Ergin Arıların Vücut Parçalarının Ağırlığı

Araştırmada, her kolonideki ergin arıların tüm vücut ve bölümlerinin ıslak ve kuru ağırlığı (mg/arı) incelenmiştir. Bulgulara göre, tüm vücut ıslak ağırlıkları arasında istatistiki fark önemli bulunmuştur ($P<0.05$). Tüm vücut ıslak ağırlıkları ortalama en fazla diyet I, diyet II, diyet IV ve diyet VI'da belirlenmiştir. Genel ortalama ise 117.61 ± 2.03 mg/arı'dır (Çizelge 4.15). Tüm vücut kuru ağırlıkları arasında istatistiki olarak fark olduğu belirlenmiştir ($P<0.05$). Tüm vücut kuru ağırlığı en fazla diyet VI (41.69 ± 0.35 mg/arı)'da belirlenmiştir. Araştırma bulgularımıza göre, farklı proteinli diyetler ile beslenen ergin bal arılarının ıslak ve kuru tüm vücut ve parçaları (ıslak baş hariç) ağırlığı üzerine zaman x diyet interaksyonu istatistiki olarak önemli çıkmıştır ($P<0.05$). Bu durumun sebebi olarak, diyetlerin ve mevsimin vücut parçaları üzerine etkisi olmuştur. Farklı diyetler ile devamlı beslenen kolonilerde arıların kuluçkadan çıkış ağırlığının farklı olması, farklı yaş gruplarındaki ergin arıların vücut salgı bezlerinin gelişmişliği, arıların vücutlarında depoladığı besinlerin ve mevsime bağlı olarak yaz arılarından kış arılarına geçişin etkili olduğu düşünülmektedir. Önceki çalışmalarda, polyfloral polen ve farklı oranda ham protein (%15, %20, %25, %30 ve %35) içeren ikame ürünler ile beslenen ergin arıların ıslak vücut ağırlıkları sırasıyla; 107, 105, 106, 109, 115 ve 111 mg/arı olarak bildirilmiştir (Li vd., 2012). Bu değerler bizim çalışmamızdaki kontrol ve diyet III gruplarından yüksek ve diğer diyet gruplarından düşüktür. Amro vd. (2016), Feedbee® ticari polen ikamesi, mısır gluteni ve kontrol grubunda vücut ıslak ağırlık ortalamasını sırasıyla; 96.5, 82.8 ve 111.8 mg/arı ve vücut kuru ağırlıkları sırasıyla; 15.0, 14.2 ve 16.9 mg/arı olarak bildirdikleri çalışma sonuçlarıyla, bizim çalışma sonuçlarımız uyumsuzdur. Ullah vd. (2021), polen ikame ürünlerinin bal arısı fizyolojisini ve verimini artırabileceğini bildirmişlerdir. Ek olarak, polen ikamesi olarak soya unu ile hazırlanmış arı diyetleriyle beslenen ergin arıların vücut ağırlığını artırdığını rapor etmişlerdir. Bizim çalışmamızda ikame ürünle beslemenin vücut ağırlığına etki ettiği saptanmıştır. Bizim sonuçlarımızın aksine, Oskay (2021) tarafından yapılan araştırmaya göre, proteinli (%0.4) katı arı yemi, proteinli (%10) katı arı yemi, enzimatik sıvı arı yemi ve enzimatik olmayan sıvı arı yemi ile beslenen ergin arıların ıslak ağırlıkları sırasıyla; 89.77 ± 1.71 mg, 90.66 ± 1.58 mg, 90.22 ± 1.39 mg ve 89.77 ± 1.39 mg/arı olarak belirlenmiştir. Yumurta sarısı ununun 1 kg katı bal arısı diyetlerine protein ikamesi olarak 50 gr eklenmesinin vücut ıslak ve kuru ağırlığını artırdığı bildirilmiştir (Dirandeh vd., 2022). Çalışmamızda taze yumurta

sarısı ilave edilen diyetle arı kuru ve ıslak vücut ağırlığı en düşüklerden birisi olmuştur. Brodschneider vd. (2009), laboratuvarında yetiştirilen ve doğal yetişen bal arılarının vücut parçaları ağırlıklarını incelemişlerdir. Sonuç olarak, doğal ve laboratuvarında yetişen ergin arıların tüm vücut ıslak ağırlığını sırasıyla; 83.1 ve 76.6 mg/arı ve kuru ağırlıklarını sırasıyla; 23.9 ve 21.0 mg/arı olarak bildirmişlerdir. Es'kov ve Es'kova (2013), ergin arıların Mayıs, Haziran ve Temmuz aylarında ıslak ağırlığını sırasıyla; 113, 109 ve 119 mg/arı belirlemişlerdir. Bu değerler çalışmamızdaki 07/07/2022 tarihli değerleri desteklemektedir. Bowen-Walker ve Gunn (2001), varroa parazitinden zarar görmemiş ergin arıların ortalama ıslak vücut ağırlığını 116.37 mg/arı olduğunu bildirmişlerdir. Bu sonuç, bizim araştırmamızdaki ortalama değer (117.61 mg/arı) ile uyumludur.

Ahmed vd. (2020), bakla ve yonca polenleri ile besledikleri ve besleme yapılmayan kontrol grubu ergin arıların fizyolojik özelliklerini karşılaştırmışlardır. Çalışmamızla benzer sonuçlarla, thorax ağırlıklarını sırasıyla; 31.12, 31.50 ve 25.72 mg/arı olduğunu bildirmişlerdir. Ullah vd. (2021), soya unu ve hurma ezmesi ilaveli protein ikame yemleri ve kontrol grubunda thorax ıslak ağırlığını sırasıyla; 33.12, 32.54 ve 23.17 mg/arı olarak rapor etmişlerdir. Bu değerler bizim besleme grupları sonuçlarımız ile uyumlu ve kontrol grubumuzla uyumsuzdur. Sonuçlarımızı destekleyen bir araştırmada, Brodschneider vd. (2009), laboratuvarında yetiştirilen ve doğal yetişen bal arılarının thorax ıslak ve kuru ağırlıkları arasında istatistikî fark olmadığını ve yaklaşık olarak ıslak ağırlığın 30.0 – 40.0 mg/arı ve kuru ağırlığın 10.0 – 15 mg/arı olduğunu; abdomen ıslak ağırlıklarının 30.0 – 35.0 mg/arı ve kuru ağırlıklarının 0.8-10.0 mg/arı olduğunu; arı başı ıslak ağırlıklarının 0.8 – 10.0 mg/arı ve kuru ağırlıklarının 0.3 – 0.5 mg/arı olduğunu bildirilmişlerdir. Es'kov ve Es'kova (2013), ergin arıların ıslak thorax ağırlığının 36.8 – 39.4 mg/arı arasında değiştiğini rapor etmişlerdir.

Bu çalışmadan elde edilen sonuçların aksine, Yang vd. (2021) polyfloral polen, soya unu, maya ekstraktı, yumurta sarısı unu ve laktozsuz süt tozu diyetleri ile besledikleri kafesli arıların fizyolojik özelliklerini incelemişlerdir. Islak arı başı ağırlığının ortalama 10.6 mg ve gruplar arasında istatistikî fark olmadığını, abdomen ağırlığının süt tozu (48.8 mg), soya (44.6), maya (44.4 mg) diyetleri ile beslenen grupların, polen ve yumurta sarısı gruplarına göre daha fazla olduğunu bildirmişlerdir. Arıların baş ağırlığı hipofaringeal salgı bezlerinin (Hrassnigg ve Crailsheim, 1998; Hendriksma vd., 2019)

ve thorax ağırlığı uçuş kaslarının gelişmişliği ile ilişkilidir (Brodschneider vd., 2009; Hendriksma vd., 2019). Es'kov ve Es'kova (2013), ergin arıların ıslak baş ağırlığının 9.1 – 11.9 mg arasında olduğunu bildirmişlerdir. Bizim sonuçlarımızı destekler bir çalışmadır. Sadece, spirulina (diyet II) grubunda ortalama 18.56 mg çıkmıştır. Farklı yaşlardaki ergin işçi arıların ıslak abdomen ağırlığı 34.5 – 54.5 mg/arı arasında değişmektedir (Es'kov ve Es'kova, 2013). Esansiyel amino asitlerin arı diyetlerine ilave edilmesi vücut parçaları ıslak ve kuru ağırlığına olumlu etki etmektedir. Ergin işçi arıların baş, thorax ve abdomen ıslak ağırlıkları sırasıyla; 9.5-11.5, 36-40 ve 45-70 mg/arı ve kuru ağırlıklarının ise 3.6-4.0, 12.5-13.5 ve 14-20 mg /arı değerleri arasındadır (Hendriksma vd., 2019). Proteinsiz arı diyeti, bira mayası (%12.5) ilaveli arı diyeti, polenli (%12.5) arı diyeti ve un kurdu (*Tenebrio molitor*) larvası unu (%12.5) ilaveli arı diyetlerinin arı vücut parçaları üzerine etkileri araştırılan bir çalışmada, baş, thorax ve abdomen ağırlıkları arasında istatistiki farklılık olduğunu ve un kurdu larvasının arılarda protein takviyesi olarak kullanımının zararlı etki göstermediğini bildirmişlerdir (Pavlovic, vd., 2022). Ergin arıların petek gözünden çıkıştan 7. güne kadar, polen ile beslenmeyenlerin polenle beslenenlere göre daha hafif vücut ıslak ve kuru ağırlığa sahip olduğu tespit edilmiştir (Brodschneider vd., 2022). Bu bulgu, bizim sonuçlarımızı desteklemektedir. Çalışmamıza göre, arılar tarafından sevilerek tüketilen protein ikame yemlerinin vücut parçalarının gelişimine etki ettiği sonucuna varılmıştır.

Çizelge 4.16. Ergin arıların tüm vücut ıslak ağırlıkları (mg/arı)

Diyetler (D)	Ölçüm Tarihleri (Z)						Ortalama (D) ($\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$)	P değeri (D) <0.05
	7/07/2022 ($\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$)	21/07/2022 ($\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$)	8/08/2022 ($\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$)	23/08/2022 ($\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$)	7/09/2022 ($\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$)	21/09/2022 ($\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$)		
Diyet I	103.68±2.24 cde	112.85±2.47 bcde	111.74±2.79 bcde	140.83±2.48 a	140.62±2.99 a	137.87±2.97 a	124.60±2.49 ^A	
Diyet II	106.96±4.38 bcde	115.28±3.68 bc	113.77±3.75 bcde	142.44±2.39 a	148.40±3.40 a	151.84±4.11 a	129.78±2.91 ^A	
Diyet III	103.45±1.47 cde	106.58±1.67 bcde	103.44±2.28 cde	103.57±1.47 cde	Öldü	Öldü	104.26±3.32 ^B	
Diyet IV	104.06±1.29 bcde	108.90±2.25 bcde	108.91±1.68 bcde	141.64±2.78 a	141.58±2.34 a	141.94±2.20 a	124.50±1.80 ^A	
Diyet V	110.88±4.01 bcde	109.87±4.18 bcde	114.30±4.92 bcde	115.01±3.34 bcd	109.12±2.57 bcde	107.31±2.05 bcde	111.08±3.35 ^B	
Diyet VI	113.14±2.84 bcde	115.06±2.63 bc	119.01±2.90 b	149.57±3.84 a	147.54±3.11 a	145.40±2.94 a	131.62±2.57 ^A	
Kontrol	110.35±2.22 bcde	113.07±1.32 bcde	103.78±2.33 cde	105.32±2.29 bcde	99.02±3.12 e	99.72±3.66 de	105.21±1.86 ^B	
Ortalama (Z)	107.40±1.14 ^B	111.66±1.08 ^B	110.71±1.34 ^B	128.34±2.79 ^A	126.90±3.15 ^A	120.37±5.36 ^A	117.61±1.27	
P değeri (Z)	<0.05							
Z x D	<0.05							

*Diyetler (D) için aynı sütundaki ve Ölçüm tarihleri (Z) için aynı satırdaki farklı harflerle (A,B) verilen ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlıdır (P<0.05), Aynı satır ve sütunda farklı küçük harflerle (a-e) verilen ortalamalar arasında zaman (Z) x diyet (D) interaksyonu istatistiksel olarak anlamlıdır (P<0.05), $\bar{X}$: Ortalama, $S_{\bar{x}}$: Standart hata, Z x D: Zaman x Diyet İnteraksyonu, P: Önemlilik seviyesi.

Çizelge 4.17. Ergin arıların tüm vücut kuru ağırlıkları (mg/arı)

Diyetler (D)	Ölçüm Tarihleri (Z)						Ortalama (D) ($\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$)	P değeri (D) <0.05
	7/07/2022 ($\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$)	21/07/2022 ($\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$)	8/08/2022 ($\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$)	23/08/2022 ($\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$)	7/09/2022 ($\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$)	21/09/2022 ($\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$)		
Diyet I	39.07±1.25 abcdefgh	39.65±1.15 abcdefgh	39.82±1.01 abcdefgh	40.32±0.87 abcdefgh	40.77±0.63 abcdefg	40.51±1.09 abcdefgh	40.03±0.93 ^{AB}	
Diyet II	37.65±1.14 abcdefgh	40.67±0.91 abcdefgh	40.82±0.88 abcdefg	41.05±0.78 abcdef	41.58±0.63 abcde	42.24±0.63 abc	40.67±0.76 ^{AB}	
Diyet III	39.82±0.56 abcdefgh	40.02±1.16 abcdefgh	39.01±1.12 abcdefgh	37.02±0.86 bcdefgh	Öldü	Öldü	37.97±1.10 ^C	
Diyet IV	39.32±1.13 abcdefgh	39.54±1.29 abcdefgh	38.98±1.40 abcdefgh	37.90±0.66 abcdefgh	39.07±0.83 abcdefgh	40.55±0.49 abcdefgh	39.23±0.68 ^{AB}	
Diyet V	38.68±1.11 abcdefgh	36.82±1.73 cdefgh	38.07±1.77 abcdfgh	37.71±1.27 abcdefgh	38.50±1.30 abcdefgh	38.75±1.05 abcdefgh	38.09±1.33 ^{BC}	
Diyet VI	40.77±0.51 abcdefg	40.02±1.41 abcdefgh	42.12±0.43 abcd	42.07±0.51 abcd	42.50±0.45 ab	42.64±0.48 a	41.69±0.35 ^A	
Kontrol	35.94±1.69 fgh	35.28±1.16 gh	36.17±1.31 efgh	35.14±1.13 h	36.20±1.36 efgh	36.10±1.19 efgh	35.81±1.23 ^C	
Ortalama (Z)	38.75±0.45	38.68±0.52	39.29±0.50	38.74±0.46	39.32±0.45	37.41±1.45	38.73±0.46	
P değeri (Z)	P>0.05; P=0.173							
Z x D	<0.05							

*Aynı satır ve sütunda farklı küçük harflerle (a-h) verilen ortalamalar arasında zaman (Z) x diyet (D) interaksyonu istatistiksel olarak anlamlıdır (P<0.05). Diyetler (D) için aynı sütundaki farklı harflerle (A-C) verilen ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlıdır (P<0.05), $\bar{X}$: Ortalama, $S_{\bar{x}}$: Standart hata, Z x D: Zaman x Diyet İnteraksyonu, P: Önemlilik seviyesi.

Çizelge 4.18. Ergin arıların baş ıslak ağırlıkları (mg/arı)

Diyetler (D)	Ölçüm Tarihleri (Z)						Ortalama (D) ($\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$)	P değeri (D) <0.05
	7/07/2022 ($\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$)	21/07/2022 ($\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$)	8/08/2022 ($\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$)	23/08/2022 ($\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$)	7/09/2022 ($\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$)	21/09/2022 ($\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$)		
Diyet I	12.04±1.05	10.51±1.24	12.25±1.24	11.37±0.84	10.97±0.72	11.25±0.39	11.40±0.75 ^{BC}	
Diyet II	18.31±0.85	19.55±1.23 ^a	19.50±1.08	18.58±0.69	17.72±0.87	17.68±1.01	18.56±0.85 ^A	
Diyet III	8.08±0.47	8.57±0.3	9.58±1.43	8.26±0.53	Öldü	Öldü	8.62±0.48 ^D	
Diyet IV	10.61±0.078	10.74±1.09	11.38±1.04	11.32±1.16	11.54±0.90	11.57±1.04	11.19±0.92 ^C	
Diyet V	11.97±0.63	12.84±1.23	13.71±1.34	13.11±0.77	12.88±1.08	12.50±0.89	12.83±0.94 ^{BC}	
Diyet VI	13.90±0.91	14.38±1.86	14.60±1.78	14.74±1.30	14.11±1.18	13.92±1.21	14.27±1.31 ^B	
Kontrol	11.17±1.07	12.57±1.83	12.50±1.25	10.51±1.05	10.71±0.79	10.72±0.83	11.36±1.10 ^{BC}	
Ortalama (Z)	12.30±0.52	12.74±0.67	13.36±0.63	12.56±0.55	12.20±0.53	11.78±0.64	12.49±0.55	
P Değeri (Z)	P>0.05; P=0.543							
Z x D	P>0.05; P=0.088							

*Diyetler (D) için aynı sütundaki (A-D) farklı harflerle verilen ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlıdır (P<0.05), $\bar{X}$: Ortalama, $S_{\bar{x}}$: Standart hata, Z x D: Zaman x Diyet İnteraksiyonu, P: Önemlilik seviyesi.

Çizelge 4.19. Ergin arıların baş kuru ağırlıkları (mg/arı)

Diyetler (D)	Ölçüm Tarihleri (Z)						Ortalama (D) ($\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$)	P değeri (D) <0.05
	7/07/2022 ($\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$)	21/07/2022 ($\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$)	8/08/2022 ($\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$)	23/08/2022 ($\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$)	7/09/2022 ($\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$)	21/09/2022 ($\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$)		
Diyet I	5.70±0.49 abcdefg	5.37±0.42 bcdefg	5.67±0.28 abcdefg	5.63±0.35 abcdefg	5.71±0.23 abcdefg	5.76±0.43 abcdefg	5.64±0.28 ^{AB}	
Diyet II	5.36±0.50 bcdefg	6.17±0.38 abcde	6.25±0.29 abcd	6.25±0.26 abcd	6.11±0.33 abcdef	6.28±.23 abcd	6.07±0.22 ^A	
Diyet III	5.50±0.41 abcdefg	5.30±0.32 cdefg	5.18±0.35 cdefg	5.42±0.44 bcdefg	Öldü	Öldü	5.35±0.27 ^{AB}	
Diyet IV	5.90±0.30 abcdefg	6.24±0.33 abcd	6.08±0.20 abcdef	6.21±0.27 abcd	6.11±0.21 abcdef	6.24±0.24 abcd	6.13±0.21 ^A	
Diyet V	5.81±0.37 abcdefg	5.80±0.15 abcdefg	5.58±0.29 abcdefg	5.16±0.33 cdefg	5.74±0.32 abcdefg	5.60±0.31 abcdefg	5.61±0.26 ^{AB}	
Diyet VI	6.11±0.24 abcdef	5.98±0.32 abcdefg	5.75±0.25 abcdefg	6.58±0.31 ab	6.75±0.30 a	6.42±0.18 abc	6.27±0.12 ^A	
Kontrol	4.84±0.48 fg	4.93±0.36 efg	5.03±0.31 defg	5.17±0.19 cdefg	4.80±0.24 g	4.80±0.21 g	4.92±0.25 ^B	
Ortalama (Z)	5.60±0.15	5.68±0.13	5.65±0.11	5.77±0.13	5.79±0.13	5.44±0.23	5.66±0.11	
P Değeri (Z)	P>0.05; P=0.273							
Z x D	<0.05							

*Aynı satır ve sütunda farklı küçük harflerle (a-g) verilen ortalamalar arasında zaman (Z) x diyet (D) etkileşimi istatistiksel olarak anlamlıdır (P<0.05). Diyetler (D) için aynı sütundaki farklı harflerle (A,B) verilen ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlıdır (P<0.05), $\bar{X}$: Ortalama, $S_{\bar{x}}$: Standart hata, Z x D: Zaman x Diyet Etkileşimi, P: Önemlilik seviyesi.

Çizelge 4.20. Ergin arıların thorax ıslak ağırlıkları (mg/arı)

Diyetler (D)	Ölçüm Tarihleri (Z)						Ortalama (D) ($\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$)	P değeri (D) <0.05
	7/07/2022 ($\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$)	21/07/2022 ($\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$)	8/08/2022 ($\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$)	23/08/2022 ($\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$)	7/09/2022 ($\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$)	21/09/2022 ($\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$)		
Diyet I	22.87±2.07 _{hi}	23.30±1.29 _{ghi}	24.80±1.40 _{fghi}	27.81±0.83 _{defgh}	29.05±1.08 _{abcdef}	31.41±0.70 _{abcde}	26.54±0.89 ^C	
Diyet II	27.10±2.14 _{defgh}	27.84±1.77 _{defgh}	30.30±0.63 _{abcdef}	31.74±0.78 _{abcd}	32.41±0.47 _{abcd}	33.98±0.50 _{abc}	30.56±0.85 ^{AB}	
Diyet III	33.72±1.01 _{abc}	34.15±1.33 _{abc}	34.25±1.15 _{ab}	34.65±0.74 _a	Öldü	Öldü	34.19±1.32 ^A	
Diyet IV	32.48±1.77 _{abcd}	31.61±0.98 _{abcd}	32.41±0.76 _{abcd}	31.77±0.25 _{abcd}	32.25±0.46 _{abcd}	31.87±0.41 _{abcd}	32.06±0.50 ^A	
Diyet V	31.34±0.65 _{abcde}	31.00±0.63 _{abcde}	30.90±0.75 _{abcde}	32.08±0.43 _{abcd}	32.52±0.85 _{abcd}	32.42±0.71 _{abcd}	31.71±0.55 ^A	
Diyet VI	30.52±0.56 _{abcde}	29.25±0.65 _{abcdef}	29.38±0.42 _{abcdef}	31.08±0.57 _{abcde}	30.92±0.34 ^{abcde}	29.97±0.49 _{abcdef}	30.19±0.45 ^{AB}	
Kontrol	25.70±1.31 _{efgh}	30.93±3.80 _{abcde}	29.38±2.14 _{abcdef}	27.47±1.66 _{defgh}	28.77±1.75 _{bcdef}	28.58±1.45 _{bcdefg}	28.30±1.64 ^{BC}	
Ortalama (Z)	29.10±0.74	29.72±0.78	30.06±0.57	30.94±0.45	31.52±0.43	29.77±1.16	30.19±0.45	
P Değeri (Z)	P>0.05; P=0.075							
Z x D	<0.05							

*Aynı satır ve sütunda farklı küçük harflerle (a-i) verilen ortalamalar arasında zaman (Z) x diyet (D) etkileşimi istatistiksel olarak anlamlıdır (P<0.05). Diyetler (D) için aynı sütundaki farklı harflerle (A-C) verilen ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlıdır (P<0.05), $\bar{X}$: Ortalama, $S_{\bar{x}}$: Standart hata, Z x D: Zaman x Diyet Etkileşimi, P: Önemlilik seviyesi.

Çizelge 4.21. Ergin arıların thorax kuru ağırlıkları (mg/arı)

Diyetler (D)	Ölçüm Tarihleri (Z)						Ortalama (D) ($\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$)	P değeri (D) <0.05
	7/07/2022 ($\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$)	21/07/2022 ($\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$)	8/08/2022 ($\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$)	23/08/2022 ($\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$)	7/09/2022 ($\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$)	21/09/2022 ($\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$)		
Diyet I	10.86±0.23 efghijkl	11.23±0.46 cdefghij	11.30±0.48 bcdefghij	11.90±0.42 abcdegh	12.16±0.33 abcde	12.24±0.38 abcde	11.61±0.34 ^B	
Diyet II	12.61±0.14 abc	12.77±0.28 a	12.71±0.24 ab	12.76±0.19 ab	12.63±0.18 abc	12.64±0.12 abc	12.69±0.14 ^A	
Diyet III	9.48±0.20 lm	9.51±0.30 lm	9.74±0.26 klm	10.01±0.27 jklm	Öldü	Öldü	9.66±0.30 ^D	
Diyet IV	11.79±0.27 abcdeghi	11.57±0.41 abcdeghi	11.94±0.48 abcdegh	12.34±0.34 abcd	11.31±0.25 abcdeghij	11.14±0.15 defghijk	11.68±0.25 ^B	
Diyet V	10.39±0.27 ijklm	10.19±0.34 ijklm	10.52±0.44 ghijklm	10.45±0.40 hiijklm	11.03±0.22 defghijk	11.01±0.32 defghijk	10.60±0.28 ^C	
Diyet VI	10.63±0.23 fghijkl	11.10±0.37 defghijk	11.55±0.29 abcdeghi	12.01±0.37 abcdef	12.07±0.30 abcdef	11.89±0.31 abcdegh	11.54±0.22 ^B	
Kontrol	10.19±0.22 ijklm	10.54±0.33 ghijklm	11.03±0.37 defghijk	11.41±0.41 abcdeghij	11.11±0.24 defghijk	10.40±0.35 ijklm	10.78±0.26 ^C	
Ortalama (Z)	10.85±0.16 ^{AB}	10.99±0.19 ^{AB}	11.26±0.19 ^{AB}	11.56±0.18 ^A	11.35±0.18 ^A	10.50±0.47 ^B	11.08±0.19	
P Değeri (Z)	<0.05							
Z x D	<0.05							

*Diyetler (D) için aynı sütundaki ve Ölçüm tarihleri (Z) için aynı satırdaki farklı harflerle (A-D) verilen ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlıdır (P<0.05), Aynı satır ve sütunda farklı küçük harflerle (a-m) verilen ortalamalar arasında zaman (Z) x diyet (D) etkileşimini istatistiksel olarak anlamlıdır (P<0.05), $\bar{X}$: Ortalama, $S_{\bar{x}}$: Standart hata, Z x D: Zaman x Diyet Etkileşimi, P: Önemlilik seviyesi.

Çizelge 4.22. Ergin arıların abdomen ıslak ağırlıkları (mg/arı)

Diyetler (D)	Ölçüm Tarihleri (Z)						Ortalama (D) ($\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$)	P değeri (D) <0.05
	7/07/2022 ($\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$)	21/07/2022 ($\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$)	8/08/2022 ($\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$)	23/08/2022 ($\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$)	7/09/2022 ($\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$)	21/09/2022 ($\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$)		
Diyet I	68.77±2.21 bcde	79.04±2.48 b	74.68±2.62 bc	101.64±2.64 a	100.60±3.77 a	95.20±3.38 a	86.65±2.56 ^A	
Diyet II	61.54±6.81 de	67.88±5.96 bcde	63.97±4.49 cde	92.11±3.34 a	98.25±3.37 a	100.17±3.49 a	80.65±3.90 ^A	
Diyet III	61.64±1.62 de	63.85±2.30 cde	59.60±2.80 d	60.62±1.49 d	Öldü	Öldü	61.43±2.45 ^C	
Diyet IV	60.95±1.75 de	66.54±2.40 cde	65.11±2.18 cde	98.54±2.75 a	97.78±2.22 a	98.50±2.45 a	81.24±1.61 ^A	
Diyet V	67.57±3.90 bcde	66.02±3.41 cde	69.68±4.22 bcde	69.81±2.76 bcde	64.81±2.20 cde	62.38±1.47 cde	66.72±2.80 ^B	
Diyet VI	68.71±1.88 ^b cde	71.41±1.54 bcde	75.02±2.69 bc	103.74±3.07 a	102.50±2.31 a	101.50±2.31 a	87.15±1.58 ^A	
Kontrol	73.48±5.06 bcd	69.57±3.54 bcde	62.90±2.63 cde	67.34±2.96 bcde	59.54±4.77 d	60.41±4.10 d	65.54±2.53 ^B	
Ortalama (Z)	66.09±1.35 ^B	69.19±1.36 ^B	67.28±1.38 ^B	84.83±2.62 ^A	83.32±2.97 ^A	79.01±4.02 ^A	74.96±1.83	
P Değeri (Z)	<0.05							
Z x D	<0.05							

*Diyetler (D) için aynı sütundaki ve Ölçüm tarihleri (Z) için aynı satırdaki farklı harflerle (A-C) verilen ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlıdır (P<0.05). Aynı satır ve sütunda farklı küçük harflerle (a-e) verilen ortalamalar arasında zaman (Z) x diyet (D) etkileşimini istatistiksel olarak anlamlıdır (P<0.05), $\bar{X}$: Ortalama, $S_{\bar{x}}$: Standart hata, Z x D: Zaman x Diyet Etkileşimi, P: Önemlilik seviyesi.

Çizelge 4.23. Ergin arıların abdomen kuru ağırlıkları (mg/arı)

Diyetler (D)	Ölçüm Tarihleri (Z)						Ortalama (D) ($\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$)	P değeri (D) P>0.05; P=0.189
	7/07/2022 ($\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$)	21/07/2022 ($\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$)	8/08/2022 ($\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$)	23/08/2022 ($\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$)	7/09/2022 ($\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$)	21/09/2022 ($\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$)		
Diyet I	22.51±1.00 abcde	23.06±1.16 abcde	22.86±1.21 abcde	22.80±1.12 abcde	22.90±0.92 abcde	22.51±1.03 abcde	22.77±1.00	
Diyet II	19.69±0.70 cde	21.73±0.93 abcde	21.86±1.14 abcde	22.04±1.01 abcde	22.84±0.82 abcde	23.31±0.78 abcd	21.91±0.78	
Diyet III	24.84±0.53 ab	25.21±1.20 a	24.09±1.03 abc	21.56±0.91 abcde	Öldü	Öldü	23.93±0.86	
Diyet IV	21.64±0.91 abcde	21.73±1.05 abcde	20.96±1.16 abcde	19.34±1.06 de	21.64±0.93 ^a bcde	23.17±0.50 abcde	21.41±0.69	
Diyet V	22.49±0.89 abcde	20.84±1.82 ^a bcde	21.96±1.71 abcde	22.10±1.24 abcde	21.73±1.21 abcde	22.14±0.94 abcde	21.87±1.25	
Diyet VI	24.03±0.58 abc	22.94±1.55 abcde	24.81±0.34 ab	23.47±0.47 abcd	23.67±0.41 abcd	24.33±0.43 abc	23.87±0.36	
Kontrol	20.91±1.46 abcde	19.81±1.10 cde	20.11±1.35 cde	18.55±1.21 e	20.28±1.55 bcde	20.90±1.49 abcde	20.10±1.28	
Ortalama (Z)	22.30±0.40	22.19±0.51	22.38±0.48	21.41±0.44	22.18±0.37	21.48±0.87	21.99±0.27	
P Değeri (Z)	P>0.05; P=0.284							
Z x D	<0.05							

*Aynı satır ve sütunda farklı küçük harflerle (a-e) verilen ortalamalar arasında zaman (Z) x diyet (D) interaksyonu istatistiksel olarak anlamlıdır (P<0.05), $\bar{X}$: Ortalama, $S_{\bar{x}}$: Standart hata, Z x D: Zaman x Diyet İnteraksyonu, P: Önemlilik seviyesi.

4.13 *Varroa destructor* Bulaşıklık Seviyesi

Araştırmada, farklı protein ikameli diyetler ile beslenen kolonilerin varroa paraziti bulaşıklık seviyesi kapalı kuluçka ve ergin işçi arılar üzerinde incelenmiştir. Bulgulara göre, hem kapalı kuluçkada hem de ergin işçi arılar üzerinde varroa paraziti oranı istatistiki olarak önemli bulunmuştur ($P<0.05$). Ayrıca, hem kapalı kuluçka içindeki hem de ergin arılar üzerindeki varroa bulaşıklık seviyesi üzerine zaman x besin interaksyonu istatistiksel olarak anlamlı çıkmıştır ($P<0.05$). Kapalı kuluçkada en fazla varroa paraziti oranı diyet I (polen) ile beslenen kolonilerde belirlenmiştir. Tüm gruplardaki kolonilerin ortalama varroa paraziti bulaşıklık oranı %7.59 olarak tespit edilmiştir. Kapalı kuluçkada varroa paraziti oranı en az kontrol grubunda belirlenmiştir (Çizelge 4.23). Ergin arıların üzerinde varroa paraziti diyet I ve diyet VI gruplarındaki koloniler hariç diğerlerinde yaklaşık olarak birbirine eşit oranda olduğu belirlenmiştir. Kapalı kuluçka içindeki ortalama varroa paraziti bulaşıklık oranı %20.57'dir (Çizelge 4.24). İnteraksiyona göre, ergin arılar üzerindeki en yoğun varroa seviyesi son ölçüm tarihinde diyet II'de belirlenmesine rağmen, aynı ölçüm tarihinde diyet II'de kapalı kuluçka içerisinde varroa seviyesi oldukça azdır. Polen, arılarda büyüme ve bağışıklık gibi fizyolojik süreçler için gerekli protein, lipit, vitamin ve mineralleri sağlamaktadır (Roulston ve Cane, 2000; Vaudo vd., 2015). Bu besinler arı ömrünü (Haydak, 1970) ve arıların pestisitler, patojenler ve virüslere karşı toleransını artırmaktadır (Rinderer vd., 1974; DeGrandi-Hoffman vd., 2010). Farklı araştırmacılar tarafından bildirilen parazitin ekonomik zarar eşiği oranı %5-20'dir (Delaplane ve Hood, 1999; Delaplane vd., 2010; Strange ve Sheppard, 2001; Currie ve Gatien, 2006; Gatien ve Currie, 2003). Bizim bulgularımızın aksine, DeGrandi-Hoffman vd. (2020) polyfloral polen ilaveli (%33.3) arı diyeti ile beslenen ve kontrol grubunda varroa paraziti bulaşıklık seviyelerinde farklılık olmadığını bildirmişlerdir. Bizim araştırma sonuçlarımızda protein takviyeleri ile beslenen kolonilerde daha fazla varroa paraziti popülasyonu belirlenmiştir. Van Dooremalen vd. (2013) polen ve diğer besinlerin bol olmasının parazitin sebep olacağı olumsuz etkileri azaltmayacağını belirtmişlerdir. Frizzere vd. (2022), polen veya kaliteli ikame yemleri ile beslemenin kolonilerde daha fazla ergin arı popülasyonu ve kuluçka faaliyetine sebep olmasından dolayı, *Varroa destructor* parazitin olumsuz etkilerinin daha az görüldüğünü tespit etmişlerdir. Bizim sonuçlarımızda bu tespiti desteklemektedir. Ayçiçeği ekim alanlarında ve ekim alanı genişledikçe kolonilerde bu parazit oranının azaldığı tespit edilmiştir. Ek olarak, ayçiçeği poleni ile hazırlanan arı

diyetleri ile beslenen kolonilerde de aynı sonuçlar bulunmuştur (Palmer-Young vd., 2022). Yüksek fruktozlu mısır şurubu ve normal şeker şurubu ile beslenen kolonilerde mısır şurubu ile beslemenin parazit popülasyonu artışını engellemiştir (Giacobino vd., 2014). Bizim bulgularımız aksine, Alaux vd. (2010), Di Pasquale vd. (2013), DeGrandi-Hoffman ve Chen (2015), Annoscia vd. (2017), Dolezal vd. (2019) ve Giacobino vd. (2022), kontrol grubu ile karşılaştırıldığında polen ikame ile beslenen gruplarda parazit oranının daha düşük olduğu sonucuna varmışlardır. Beslenme ile artan vitollegenin seviyesi ergin arılarda parazit bulaşıklık oranını azaltmaktadır (Amdam ve Hartfelder, 2004; McDonnell vd., 2013; Zanni vd., 2017). Ancak, bizim sonuçlarımız da ise vitollegenin (Vg) seviyesinde artışla varroa paraziti bulaşıklık seviyesinin arttığı gözlenmiştir. Yani, doğru protein desteği ile beslenen kolonilerde *Varroa destructor* paraziti seviyesi artış göstermektedir. Ancak, beslemenin ergin arıların bağışıklığını artırarak koloni seviyesinde parazitin olumsuz etkilerini azalttığı söylenebilir. Besleme ile artan kuluçka faaliyeti parazitin üremesi için daha fazla alan ve zaman oluşturmamasından dolayı bu değerlendirme yapılabilir.

Çizelge 4.24. Kapalı kuluçka içindeki varroa popülasyonu (%)

Diyetler (D)	Ölçüm Tarihleri (Z)				Ortalama (D) ($\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$)	P değeri (D) <0.05
	01/07/2022 ($\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$)	01/08/2022 ($\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$)	01/09/2022 ($\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$)	01/10/2022 ($\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$)		
Diyet I	6.00±1.71 defg	14.42±2.63 ab	13.57±2.49 abc	12.14±1.83 abcd	11.53±1.22 ^A	
Diyet II	4.71±1.27 fg	5.29±1.60 efg	7.00±1.54 defg	9.71±1.19 bcdef	6.68±0.76 ^B	
Diyet III	3.85±1.14 fg	7.71±2.06 cdefg	11.28±2.33 abcde	Öldü	7.95±1.23 ^B	
Diyet IV	4.71±1.14 fg	6.43±1.92 defg	9.28±1.88 bcdefg	5.00±2.36 c	6.35±0.94 ^B	
Diyet V	3.71±1.20 fg	9.57±3.05 bcdef	7.43±1.95 cdefg	12.28±1.86 abcd	8.25±1.17 ^{AB}	
Diyet VI	4.00±1.00 fg	4.71±1.75 fg	8.71±1.81 bcdefg	16.00±3.13 a	8.35±1.34 ^{AB}	
Kontrol	2.85±0.88 g	4.42±1.51 fg	5.85±2.39 defg	8.85±1.69 bcdefg	5.50±0.88 ^B	
Ortalama (Z)	4.26±0.45 ^B	7.51±0.88 ^A	9.02±0.82 ^A	9.57±0.99 ^A	7.59±0.43	
P değeri (Z)	<0.05					
Z x D	<0.05					

*Diyetler (D) için aynı sütundaki ve Ölçüm tarihleri (Z) için aynı satırdaki farklı harflerle (A,B) verilen ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlıdır (P<0.05), Aynı satır ve sütunda farklı küçük harflerle (a-g) verilen ortalamalar arasında zaman (Z) x diyet (D) interaksyonu istatistiksel olarak anlamlıdır (P<0.05), $\bar{X}$: Ortalama, $S_{\bar{x}}$: Standart hata, Z x D: Zaman x Diyet İnteraksyonu, P: Önemlilik seviyesi.

Çizelge 4.25. Ergin işçi arılar üzerindeki varroa popülasyonu (%)

Diyetler (D)	Ölçüm Tarihleri (Z)				Ortalama (D) ($\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$)	P değeri (D) <0.05
	01/07/2022 ($\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$)	01/08/2022 ($\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$)	01/09/2022 ($\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$)	01/10/2022 ($\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$)		
Diyet I	10.14±2.05 j	21.28±3.19 cdefghij	22.14±2.88 cdefghij	34.00±3.77 ab	21.89±2.17 ^A	
Diyet II	11.85±1.49 ij	26.28±3.63 abcdef	23.42±2.61 bcdefgh	35.00±5.34 a	24.14±2.31 ^A	
Diyet III	10.85±1.90 j	22.14±2.62 cdefghij	27.00±4.59 abcdef	Öldü	19.20±1.20 ^{AB}	
Diyet IV	14.42±2.73 ghij	20.57±2.96 cdefghij	18.57±2.16 efghij	28.14±4.17 abcde	20.43±1.74 ^{AB}	
Diyet V	19.28±8.00 defghij	12.14±2.12 ij	25.71±3.68 abcdef	30.14±3.36 abcd	21.82±2.62 ^A	
Diyet VI	12.57±1.86 hij	16.28±1.92 fghij	23.14±2.26 bcdefghi	26.57±3.92 abcdef	19.64±1.63 ^{AB}	
Kontrol	11.71±2.56 ij	16.71±2.49 fghij	24.85±3.31 abcdefg	31.00±2.47 abc	21.07±1.92 ^{AB}	
Ortalama (Z)	12.97±1.38 ^C	19.34±1.04 ^B	23.55±1.20 ^A	26.40±1.39 ^A	20.57±0.81	
P değeri (Z)	<0.05					
Z x D	<0.05					

*Diyetler (D) için aynı sütundaki ve Ölçüm tarihleri (Z) için aynı satırdaki farklı harflerle (A-C) verilen ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlıdır (P<0.05). Aynı satır ve sütunda farklı küçük harflerle (a-j) verilen ortalamalar arasında zaman (Z) x diyet (D) interaksyonunu istatistiksel olarak anlamlıdır (P<0.05), $\bar{X}$: Ortalama, $S_{\bar{x}}$: Standart hata, Z x D: Zaman x Diyet İnteraksyonu, P: Önemlilik seviyesi.

BÖLÜM V

SONUÇ VE ÖNERİLER

Bal arıları (*Apis mellifera* L.)'nın ana besin kaynakları nektar, polen ve sudur. Çevre şartlarındaki değişiklikler ve kurak sezonların daha uzun sürmesinden dolayı arılar bu besinlere yeterince ulaşamamaktadır. Küresel iklim değişikliğinin arılar üzerinde nasıl bir etki oluşturacağı tam olarak anlaşılmış değildir. Bu değişikliğin arıların doğal besin kaynağı olan çiçekli bitkiler üzerindeki etkisi, doğrudan arıları da etkilemesi mümkündür. Arılar, yavru yetiştirmek için gerekli sıvı ve katı yemleri doğrudan doğadan veya dolaylı olarak arıcıların desteği ile sağlamaktadırlar. Polenin doğada yetersiz olduğu durumda arıcılar tarafından polen ikame yemleri arılara verilmektedir. Bugüne kadar çeşitli araştırmacılar çok farklı polen ikame ham maddelerinin koloni ve arı fizyolojisine etkisini incelemişlerdir. Ancak, tam olarak bu diyetlerin etkileri anlaşılamamıştır. Polen veya ikame ürünlerle besleme, arıların pestisitlere, virüslere, parazitlere ve diğer olumsuz faktörlere karşı direncini artırabilir. Kaliteli ikame ürünler ile besleme gelecekte sağlıklı kolonilerin sürdürülebilirliği açısından önemli bir odak noktasıdır.

Yurt dışında protein ikame ürünü olarak sınırlı sayıda ticari ürün bulunmasına rağmen, Türkiye'de henüz patent almış ticari bir ürün bulunmamaktadır. Bu nedenle hem akademik çalışmalara hem de sektöre destek olması için farklı protein ikame ürünlerinin arı ve koloni fizyolojisine etkisi bu çalışmada incelenmiştir.

Elde ettiğimiz sonuçlara göre, polen (diyet I), spirulina (diyet II) ve bira mayası ekstraktı (diyet VI) ilaveli diyetler incelenen özellikler bakımından arılar açısından daha iyi olduğu belirlenmiştir. Taze yumurta sarısı (diyet III) ilaveli diyeti hiçbir şekilde önermemekteyiz. Liyofilize laktozsuz süt tozu (diyet IV) ve yaş maya (diyet V) diyetleri daha az oranda veya başka ikamelerle karıştırılarak verilebilir.

Bu çalışmanın, gelecekte bu konu ile ilgili olarak yapılacak olan çalışmalara kaynak ve referans olabileceği düşünülmüştür.

KAYNAKLAR

Abd El-Wahab, T.E. and Ghania, A.M.M., “Impact of some pollen substitutes in liquid form on the biological activities of honey bee colonies”, **Inter. J. Agric. Tech.**, 12(6), 1035-1041, 2016a.

Abd El-Wahab, T.E., Ghania, A.M.M. and Zidan, E.W., “Assessment a new pollen supplement diet for honey bee colonies and their effects on some biological activities”, **J. Agric. Tech.**, 12(1), 55-62, 2016b.

Adam, B., “Breeding the honeybee. A contribution to the science of bee breeding”, **Northern Bee Books**, 1987.

Adanacioğlu, H., Köseoğlu, M., Pocol, C.B., Bay, V. and Topal, E., “Economic analysis of honey bee colonies fed with different pollen diyet before wintering”, **Anadolu**, 32(2), 217-227, 2022.

Ahmad, S., Khan, K.A., Khan, S.A., Ghramh, H.A. and Gul, A., “Comparative assessment of various supplementary diyet on commercial honey bee (*Apis mellifera*) health and colony performance”, **PLoS ONE**, 16(10), e0258430, 2021.

Ahmed, Z.H., Tawfik, A.I., Abdel-Rahman, M.F. and Moustafa, A.M., “Nutritional value and physiological effects of some proteinaceous diyet on honey bee workers (*Apis mellifera* L.). **Bee World**, 97(1), 26-31, 2020.

Akın, N., Gündüz, A. and Konak, Ç., “Lactose Conversion Technology in Dairy Products and Lactose Intolerance”, **Academic Food Journal**, 10(4), 77 – 84, 2012.

Akyol, E. and Kaftanoğlu, O., “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, 2001.

Akyol, E., “Kafkas ve Muğla arılarının (*Apis mellifera* L.) saf ve karşılıklı melezlerinin morfolojik fizyolojik ve davranışsal özelliklerinin belirlenmesi”, Doktora Tezi, **Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Zootekni Anabilim Dalı**, Adana, 1998.

Akyol, E., Unalan, A., Yeninar, H., Ozkok, D. and Ozturk, C., “Comparison of colony performances of Anatolian, Caucasian and Carniolan honeybee (*Apis mellifera* L.) genotypes in temperate climate conditions”, **Italian J. Ani. Sci.**, 13, 3409, 2014.

Akyol, E., Yeninar, H., Kaftanoğlu, O. and Özkök, D., “Determination of the aggressiveness behavior of some pure and reciprocal crosses of honeybee (*Apis mellifera* L.) genotypes in different seasons. **Uludag Bee Journal**, pp. 38-40, 2003.

Akyol, E., Yeninar, H., Sahinler, N. and Güler, A., “The effects of additive feeding and feed additives before wintering on honey bee colony performances, wintering abilities and survival rates at the East Mediterranean region”, **Pakistan Journal of Biological Sciences**, 9 (4), 589-592, 2006.

Alaux, C., Ducloz, F., Crauser, D. and Le Conte, Y., “Diet effects on honeybee immunocompetence”, **Biol. Lett.**, 6, 562–565, 2010.

Aljedani, D.M., “Comparing the histological structure of the fat body and malpighian tubules in different phases of honeybees, *Apis mellifera jemenatica* (Hymenoptera: Apidae)”, **J. Entomol.**, 15 (3), 114-12, 2018.

Al-Maqtari, A., Rşvzi, P.Q., Ahmad, S.K., Ali, M. and Asadi, S.Z., “Potential of moth bean (*Vigna aconitifolia*) in effective bee keeping of *Apis mellifera ligustica* Spinola colonies (Hymenoptera: Apidae) during autumn season”, **J. Eco-friendly Agric.**, 17(1),110-118, 2022.

Almaraz-Abarca, N., Campos, M.D.G., Avila-Reyes, J.A., Naranjo-Jimenez, N., Herrera-Corral, J. and Gonz’alez-Valdez, L.S., “Variability of antioxidant activity among honeybee-collected pollen of different botanical origin”, **Interciencia**, 29(10), 574–578, 2004.

Almeida-Dias, J.M., Morais, M.M., Franco, T.M., Pereira, R.A., Turcatto, A.P. and De Jong, D., "Fermentation of a pollen substitute diet with beebread microorganisms increases diet consumption and hemolymph protein levels of honey bees (Hymenoptera: Apidae)", ***Sociobiology***, 65(4), 760-765, 2018.

Al-Qarni, A.S., "Influence of some protein diets on the longevity and some physiological conditions of honey bee *Apis mellifera* L. workers", ***Journal of Biological Sciences***, 6(4), 734-737, 2006.

Aly, M.Z.Y., Osman, K.S.M., Mohanny, K.M. and Alhousini, E.M.E., "Impacts of new artificial diet on activity and strength development of *Apis mellifera* honey bee colonies", ***SVU-International Journal of Agricultural Science***, 1(2), 43-54, 2019.

Aly, M.Z.Y., Osman, K.S.M., Mohanny, K.M. and Elsayeh, W.A., "New formula of pollen supplemental diet to study honey bee (*Apis mellifera carnica*) attractiveness", ***Egypt. Acad. J. Biolog. Sci.***, 7(2), 47-55, 2014.

Amdam, G., Hartfelder, K., Norberg, K., Hagen, A. and Omholt, S.W., "Altered physiology in worker honey bees (Hymenoptera: Apidae) infested with the mite *Varroa destructor* (Acari: Varroidae): a factor in colony loss during overwintering?", ***J. Econ. Entomol.***, 97, 741–7, 2004. doi: 10.1093/jee/97.3.741

Amdam, G.V., Norberg, K., Hagen, A. and Omholt, S.W., "Social exploitation of vitellogenin", ***Proc. Natl. Acad. Sci.*** 100, 1799–1802, 2003.

Amdam, G.V., Norberg, K., Page, R.E., Ember, J. and Scheiner, R., "Downregulation of vitellogenin gene activity increases the gustatory responsiveness of honey bee workers (*Apis mellifera*)", ***Behavioural Brain Research***, 169, 201-205, 2006.

Amro, A., Omar, M. and Al-Ghamdi, A., "Influence of different proteinaceous diet on consumption, brood rearing, and honey bee quality parameters under isolation conditions", ***Turk. J. Vet. Anim. Sci.***, 40, 468-475, 2016.

Amro, A., Younis, M. and Ghania, A., “Physiological effects of some pollen substitutes diets on caged honey bee workers (*Apis mellifera* L.)”, **International Journal of Environment**, 9(1), 87–99, 2020. <https://doi.org/10.3126/ije.v9i1.27589>

Amro, A.M., Younis, M.S. and Ghania, A.A., “Physiological effects of some pollen substitutes diyet on caged honey bee workers *Apis mellifera* (Hymenoptera: Apidae)”, **Egypt. J. Plant Prot. Res. Inst.**, 2 (4), 741 – 750, 2019.

Andonov, S., Costa, C., Uzunov, A., Bergomi, P., Lourenco, D. and Misztal, I., “Modeling honey yield, defensive and swarming behaviors of Italian honey bees (*Apis mellifera ligustica*) using linearthreshold approaches”, **BMC Genetics**, 20(78), 1-9, 2019.

Annoscia, D., Zanni, V., Galbraith, D., Quirici, A., Grozinger, C., Bortolomeazzi, R., et al., “Elucidating the mechanisms underlying the beneficial health effects of dietary pollen on honey bees (*Apis mellifera*) infested by Varroa mite ectoparasites”, **Sci. Rep.**, 7, 6258, 2017. doi: 10.1038/s41598-017-06488-2

Anonim 2022b. Türkiye State, Meteorological Service. Access address: <https://www.mgm.gov.tr/eng/forecast-cities.aspx>, (Access date: 01.01.2023).

Anonim, T.C. Milli Eğitim Bakanlığı (MEB), Gıda Teknolojisi / Süt tozu, (erişim adresi: http://megep.meb.gov.tr/mte_program_modul/moduller_pdf/S%C3%BCttozu.pdf, 27 Eylül 2023), 2012.

Anton, M., “Composition and structure of egg yolk in bioactive egg compounds”, ed.: **Huopalahti, R., Lopez-Fandino, R., Anton, M., Schade, R.**, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, 2007.

Antonio, D.S.M., Guidugli-Lazzarini, K.R., Do Nascimento, A.M., Simões, Z.L.P. and Hartfelder, K., “RNAi-mediated silencing of vitellogenin gene function turns honeybee (*Apis mellifera*) workers into extremely precocious foragers”, **Naturwissenschaften**, 95(10), 953-961, 2008.

AOAC, "Official Methods of Analysis", **AOAC International**, 16th Edition, 4th Revision, Washington. 1998.

Aqueel, M.A., Abbas, Z., Sohail, M., Abubakar, M., Shurjeel, H.K., Raza, A.B.M., Afzal, M. and Ullah, S., "Effect of varying diyet on growth, development and survival of queen bee (*Apis mellifera* L.) in captivity", **International Journal of Biological, Biomolecular, Agricultural, Food and Biotechnological Engineering**, 10(12), 841-844, 2016.

Arien, Y., Dag, A. and Zarchin, S. et al., "Omega-3 deficiency impairs honey bee learning", **Proc. Natl. Acad. Sci. USA**, 112(51), 15761–15766, 2015.

Arien, Y., Dag, A., Yona, S., Tietel, Z., Lapidot Cohen, T. and Shafir, S., "Effect of diet lipids and omega-6:3 ratio on honey bee brood development, adult survival and body composition", **Journal of Insect Physiology**, 2020.

Arrese, E.L. and Soulages, J.L., "Insect fat body: energy, metabolism, and regulation", **Annu. Rev. Entomol.**, 55, 207–225, 2010. doi: 10.1146/annurev-ento-112408-085356

Arslan, S., "Çukurova koşullarında doğal olarak çiftleştirilen farklı genotipli ana arılar (*Apis mellifera* L.) ile oluşturulan kolonilerin Tokat ili ve çevresindeki performanslarının belirlenmesi", Doktora Tezi, **Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Zootečni Anabilim Dalı**, Tokat, 2003.

Avetisyan, G.A., "Breeds of Soviet Union bees their selection and protection", **Apimondia 24ü' Intem. Beekeeping Cong. Buenos Aires**, 1973.

Azevedo, D.O., Zanuncio, J.C., Delabie, J.H.C. and Serrao, J.E., "Temporal variation of vitellogenin synthesis in *Ectatomma tuberculatum* (Formicidae: Ectatomminae) workers", **J. Inst. Phys**, 57(7), 972-977, 2011.

Badawy, E.A.M.A., El-Bassiony, M.N., Mahfouz, H.M. and Abou El-Enain, H.T., "Effect of some types of protein nutrition on the productivity of honey bee venom", **SINAI Journal of Applied Sciences**, 5(3), 385-392, 2016.

Basim, E., Basim, H. and Özcan, M., “Antibacterial activities of turkish pollen and propolis extracts against plant bacterial pathogens”, **J. Food Eng.**, 77, 992–996, 2006.

Bernkalu, E., Bjostad, L. and Hogeboom, A. et al., “Dietary phytochemicals, honey bee longevity and pathogen tolerance”, **Insects**, 10(1),14, 2019.

Bhusal, S.J. and Thapa, R.B., “Responde of colony strength to honey production: regression and correlation analysis”, **J. Inst. Agric. Anim. Sci.**, 27, 133-137, 2006.

Bienefeld, K. and Pirchner, F., “Heritabilities for several colony traits in the honeybee (*Apis mellifera carnica*)”, **Apidologie**, 21, 175-183, DOI: 10.1051/apido:199003021990.

Bienefeld, K. and Zakour, M.K., “Subjective evaluation of defensive behavior in the Syrian honeybee (*Apis mellifera syriaca*)”, **J. Apic. Sci.**, 57(2), 137-145, 2013.

Bindschaedler, C., “Lyophilization process validation. In: Freeze-Drying/Lyophilization of Pharmaceutical and Biological Products”, **Marcel Dekker**, New York, 373-408, 1999.

Blenefeld, K. and Zakour, M.K., “Subjective evaluation of defensive behavior in the Syrian honeybee (*Apis mellifera syriaca*)”, **J. Apic. Sci.**, 57(2), 137-145, 2013.

Bogdanov, S., “Pollen: Nutrition, Functional Properties, Health: A Review”, **Bee Product Science**, 1-34, 2011.

Bowen-Walker, P.L. and Gunn, A., “The effect of the ectoparasitic mite, *Varroa destructor* on adult worker honeybee (*Apis mellifera*) emergence weights, water, protein, carbohydrate, and lipid levels”, **Entomologia Experimentalis et Applicata**, 101, 207-217, 2001.

Brodtschneider, R. and Crailsheim, K., “Nutrition and health in honey bees”, **Apidologie**, 41,278-294, 2010.

Brodshneider, R., Omar, E. and Crailsheim, K., “Flight performance of pollen starved honey bees and incomplete compensation through ingestion after early life pollen deprivation”, **Front. Physiol.**, 13, 1004150, 2022. doi: 10.3389/fphys.2022.1004150

Brodshneider, R., Reissberger-Galle, U. and Crailsheim, K., “Flight performance of artificially reared honeybees (*Apis mellifera*)”, **Apidologie**, 40, 441-449, 2009.

Budak, M.E., “Ülkemizde çeşitli kurumlarca yetiştirilen ana arılar ile oluşturulan kolonilerin fizyolojik, morfolojik ve davranışsal farklılıklarının araştırılması”, Doktora tezi, **Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Zootekni Anabilim Dalı**, Ankara, 1992.

Campos, M., Firgerio, C., Lopes, J. and Bogdanov, S., “What is the future of Bee-Pollen?” **Journal of Analytical Atomic Spectrometry**, 2,131–144, 2010.

Canbaş, A., “Ekmek Mayacılığı”, **Gıda Teknolojisi Derneği Yayınları**, Yayın No:22, 44s., Ankara, 1995.

Canché-Collí, C., Estrella-Maldonado, H., Madina-Medina, L.A., Moo-Valle, H., Calvo-Irabien, L.M., Chan-Vivas, E., Rodriguez, R. and Canto, A., “Effect of yeast and essential oil-enriched diet on critical determinants of health and immune function in Africanized *Apis mellifera*”, **PeerJ**, 9, e12164, 2021.

Caric, M., “Milk powders. Concentrated and dried dairy products”, New York: **VCH Publishers**. Pp. 156, 1994.

Cengiz, M.M. and Erdoğan, Y., “Comparison of wintering ability and colony performances of different honeybee (*Apis mellifera* L.) genotypes in eastern Anatolian/Turkey conditions”, **Kafkas Univ. Vet. Fak. Derg.**, 23(6), 865-870, DOI: 10.9775/kvfd.2017.17667, 2017.

Chakrabarti, P., Lucas, H.M., Sagili, R.R., “Evaluating effects of a critical micronutrient (24-methylenecholesterol) on honey bee physiology”, **Ann. Entomol Soc. Am.**, 113(3),176–82, 2019.

Chakrabarti, P., Lucas, H.M., Sagili, R.R., “Novel insights into dietary phytosterol utilization and its fate in honey bees (*Apis mellifera* L.)”, **Molecules**, 25, 571, 2020.

Chakrabarti, P., Morre, J.T. and Lucas, H.M. et al., “The omics approach to bee nutritional landscape”, **Metabolomics**, 15,127, 2019.

Collins, A.M., Rinderer, T.E., Harbo, J.R. and Bolten, A.B., “Colony defense by africanized and european Honeybees”, **Science**, 218, 72-74, 1982.

Colonello-Frattini, N.A., Guidugli-Lazzarini, K.R., Simoes, Z.L.P. and Hartfelder, K., “Mars is close to venus – Female reproductive proteins are expressed in the fat body and reproductive tract of honey bee (*Apis mellifera* L.) drones”, **Journal of Insect Physiology**, 56, 1638-1644, 2010.

Corby-Harris, V., Snyder, L., Meador, C., Watkins-DeJong, E., Obernesser, B.T., Brown, N. and Carroll, M., “Diet and pheromones interact to shape honey bee (*Apis mellifera*) worker physiology”, **J. Insect Phys**, 143, 104442, 2022.

Couto, R.H.N. and. Couto, L.A., “Apicultura: Manejo e Produtos, Funep, Jaboticabal, Brazil”, 3rd edition, Oxford: **Oxford University** 2006.

Crailsheim, K., Brodschneider, R., Aupinel, P., Behrens, D., Genersch, E., Vollmann, J. and Riessberger-Gallé, U., “Standard methods for artificial rearing of *Apis mellifera* larvae”, **Journal of Apicultural Research**, 52(1), 1-16, 2013.

Crailsheim, K., Schneider, L.H.W., Hrassnigg, N., Bühlmann, G., Brosch, U., Gmeinbauer, R. and Schöffmann, B., “Pollen consumption and utilization in worker honeybees (*Apis mellifera carnica*) dependence on individual age and function”, **J. Insect Physiol**, 38, 409–419, 1992.

Cuesta-Maté, A., Renelies-Hamilton, J., Kryger, P., Jensen, A.B., Sinotte, V.M. and Poulsen, M., “Resistance and vulnerability of honeybee (*Apis mellifera*) gut bacteria to commonly used pesticides”, **Front. Microbiol**, 12,717990, DOI: 10.3389/fmicb.2021.717990, 2021.

Currie, R.W. and Gatien, P., “Timing acaricide treatments to prevent *Varroa destructor* (Acari: Varroidae) from causing economic damage to honey bee colonies”, **Canadian Entomologist**, 13, 238-252, 2006.

Çakmak, İ., Çakmak, S.S., Fuchs, S. ve Yeninar, H., “Bal arısı kolonilerinde varroa bulaşıklık seviyesinin belirlenmesinde pudra şekeri ve deterjan yönteminin karşılaştırması”, **U. Arı D.**, 11(2), 63-68, 2011.

Çelebi, Ş. ve Karaca, H., “Yumurtanın besin değeri, kolesterol içeriği ve yumurtayı n-3 yağ asitleri bakımından zenginleştirmeye yönelik çalışmalar”, **Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Derg.**, 37(2), 257-265, 2006.

Darwish, M.G. and Galal, S.M., “Effect of milk protein nutrition (cow casein, buffalo casein and whey protein isolate (WPI) on brood area and hypopharyngeal glands development in honeybee colonies (*Apis mellifera* L.)”, **Scientific Journal of Agricultural Sciences**, 4(1), 135-141, 2022.

Dawson, B. and Trapp, R.G., “Basic and clinical bioistatistics”, 3rd ed. **Lange Medical Boks/McGraw-Hill Medical Publishing Division**, New York, 2001.

De Grandi-Hoffman, G., Chen, Y., Huang, E. and Huang, M.H., “The effect of diet on protein concentration, hypopharyngeal gland development and virus load in worker honey bees (*Apis mellifera* L.)”, **J. Insect Phys.**, 56,1184-1191, 2010.

De Grandi-Hoffman, G., Chen, Y., Rivera, R., Carroll, M., Chmbers, M., Hidalgo, G., De Jong, E.W., “Honey bee colonies provided with natural forage have lower pathogen loads and higher overwinter survival than those fed protein supplements”, **Apidologie**, 47, 186-196, 2016.

De Grandi-Hoffman, G., Corby-Harris, V., Chen, Y., Graham, H., Chambers, M., De Jong, E.W., Ziolkowski, N., Kang, Y., Gage, S., Deeter, M., Simone-Fintrom, M. and De Guzman, L., “Can supplementary pollen feeding reduce varroa mite and virus levels and improve honey bee colony survival?”, **Experimental and Applied Acarology**, 82,455–473, 2020.

De Grandi-Hoffman, G., Wardell, G., Ahumada-Segura, F., Rinderer, T., Danka, R. and Pettis, J., “Comparisons of pollen substitute diet for honey bees: consumption rates by colonies and effects on brood and adult populations”, *J. Api. Res. and Bee World*, 47(4), 265-270, 2008.

De Groot, A.P., “Protein and amino acid requirements of the honeybee (*Apis mellifica* L.)”, *Physiol. Comp. Oecol.*, 1953,3,197–285.

De Jong, D., de Silva, E.J., Kevan, P.G. and Atkinson, J.L., “Pollen substitutes increase honey bee haemolymph protein levels as much as or more than does pollen”, *Journal of Apicultural Research and Bee World*, 48(1), 34-37, 2009.

DeGrandi-Hoffman, G. and Chen, Y., “Nutrition, immunity and viral infections in honey bees”, *Curr. Opin. Insect Sci.*, 10, 170–176, 2015.
<https://doi.org/10.1016/j.cois.2015.05.007>

Delaplane, K.S. and Hood, W.M., “Economic threshold for *Varroa jacobsoni* Oud. in the south-eastern USA”, *Apidologie*, 30, 383-395, 1999.
<http://dx.doi.org/10.1051/apido:19990504>

Delaplane, K.S., Ellis, J.D. and Hood, W.M., “A test for interactions between *Varroa destructor* (Acari: Varroidae) and *Aethina tumida* (Coleoptera: Nitidulidae) in colonies of honey bees (Hymenoptera: Apidae)”, *Annals of the Entomological Society of America*, 103, 711-715, 2010. <http://dx.doi.org/10.1603/AN09169>

Di Pasquale, G., Salignon, M., Le Conte, Y., Belzunces, L.P., Decourtye, A., Kretzschmar, A., Suchail, S., Brunet, J.L., Alaux, C., “Influence of pollen nutrition on honey bee health: do pollen quality and diversity matter?”, *PLoS ONE*, 8, 1–13, 2013.
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0072016>

Dimou, M. and Thrasyvoulou, A., “Pollen analysis of honeybee rectum as a method to record the bee pollen flora of an area”, *Apidologie*, 40, 124-133, 2009.

Dirandeh, E., Mahtabi, M., Jafari Satadi, A. and Dadgostar, S.H., “The effect of egg yolk powder on functional, biological and pathogenic traits in bee colonies”, **Veterinary Researches & Biological Products**, 136, 86-91, 2022.

Dodologlu, A. and Emsen, B., “Effect of supplementary feeding on honey bee colony”, **J. Appl. Anim. Res.**, 32, 199-200, 2007.

Dodologlu, A. and Genç, F., “Kafkas ve Anadolu Balarısı (*Apis mellifera* L.) ırkları ile karşılıklı melezlerinin bazı fizyolojik özellikleri”, **Turk. J. Vet. Anim. Sci.**, 26, 715–722, 2002.

Dodoloğlu, A., “Kafkas ve Anadolu balarısı (*Apis mellifera* L.) ırkları ile karşılıklı melezlerinin morfolojik, fizyolojik ve davranış özellikleri”, Doktora Tezi, **Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Zootekni Anabilim Dalı**, 114, Erzurum, 2000.

Dolezal, A.G., Carrillo-Tripp, J., Judd, T.M., Miller, W.A., Bonning, B.C., Toth, A.L., “Interacting stressors matter: diet quality and virus infection in honeybee health”, **R. Soc. Open Sci.**, 6, 181803, 2019. <https://doi.org/10.1098/rsos.181803>

Dostálková, S., Kodrık, D., Simone-Finstrom, M., Petřivalský, M. and Danihlík, J., “Fine-scale assessment of Chlorella syrup as a nutritional supplement for honey bee colonies”, **Front. Ecol. Evol.**, 10, 1028037, 2022. DOI: 10.3389/fevo.2022.1028037

Dumlu, B., “Peynir altı suyu ile katı faz fermentasyonunun nar kabuğu ilaveli ayçiçeği tohumu küspesinin besin madde kompozisyonuna etkisi”, Yüksek Lisans Tezi, **A.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Zootekni Anabilim Dalı**, Erzurum, 2019.

Dülger, C., “Kafkas, Anadolu ve Erzurum bal arısı (*Apis mellifera* L.) genotiplerinin Erzurum koşullarındaki performanslarının belirlenmesi ve morfolojik özellikleri”, Doktora Tezi, **A.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Zootekni Anabilim Dalı**, Erzurum, 1997.

El Ghabawy, I.A., Omar, R.E., Khattab, M.M. and Nowar, E.E., “The novelty of azolla pinnata as a promising alternative feed for honeybee, *Apis mellifera* (L.)”, **Egypt. Acad.**

J. Biolog. Sci. (A. Entomology) 15(2), 35-49, 2022. DOI: 10.21608/EAJBSA.2022.241766

Elgün, A., Ertugay, Z., “Tahıl İşleme Teknolojisi”, *Atatürk Zir. Fak. Yayınları*, No:297, 481s, Erzurum, 1990.

Ellis, A., Ellis, J.D. and O'Malley, M.K. et al., “The benefits of pollen to honey Bees”, *ENY152 Entomology and Nematology Department*, Gainesville (FL): UF/IFAS Extension, 2020.

Engel, M.S., “The taxonomy of recent and fossil honey bees (Hymenoptera: Apidae: Apis)”, *J. Hymenop. Res.*, 8: 165-196, 1999.

Es'kov, E.K. and Es'kov, M.D., “factors influencing wing size and body weight variation in the western honeybee”, *Russian Journal of Ecology*, 44(5), 433-438, 2013.

Falconer, D.S. and Mackay, T.F.C., “Introduction to quantitative genetics 4th edn. Longman”, New York, 480 pp. *Addison Wesley Longman*, Harlow 1996.

Farrar, C.L., “The influence of colony population on honey production”, *Journal of Agricultural Research*, 54, 945-954, 1937.

Farrar, C.L., “The influence of colony populations on honey production”, *J. Agric. Res.*, 54(12), 945-954, 1937.

Fıratlı, Ç., “Türkiye’de ana arı yetiştiriciliği”, *Ege Bölgesi Arıcılık Semineri*, 15-16 Şubat 2007, 11-15, 2007.

Fresnaye, J. and Lensky, Y., “Méthodes d'appréciation des surfaces de couvain dans les colonies d'abeilles”, *In Annales de l'Abeille*, 4(4), 297-360, 1961.

Frias, B.E.D., Barbosa, C.D. and Lourenço, A.P., “Pollen nutrition in honey bees (*Apis mellifera*): impact on adult health”, *Apidologie*, 47, 15-25, 2016.

Frizzera, D., Ray, A.M., Seffin, E., Zanni, V., Annoscia, D., Grozinger, C.M. and Nazzi, F., “The beneficial effect of pollen on varroa infested bees depends on its influence on behavioral maturation genes. Front”, **Insect Sci.**, 2, 864238, 2022. DOI: 10.3389/finsc.2022.864238

Gabka, J., “Correlations between the strength, amount of brood, and honey production of the honey bee colony”, **Med. Weter.**, 70(12), 754-756, 2014.

Gajger, I., Kozaric, Z., Berta, D., Nejedli, S. and Petrinc, Z., “Effect of the herbal preparation Nozevict on the mid-gut structure of honeybees (*Apis mellifera*) infected with Nosema sp. Spores”, **Veterinarni Medicina**, 56 (1), 344-351, 2011.

Gamal Eldin, N.K., Ebeid, A.A., Sallam, A.M. and Basuny, N.K., “Effect of pollen supplements and substitutes on honey bee Queen Ovaries and Worker Hypopharyngeal glands. j. plant prot. and path.”, **Mansoura Univ.**, 9 (2), 83 – 91, 2018.

Gao, X., Wu, P., Zhao, X., Wang, J. and Shi, Y., “Effects of land use on soil moisture variations in a semi- arid catchment: implications for land and agricultural water management”, **Land Degradat. Develop.**, 25(2), 163-172, 2014.

Garrido, P.M., Porrini, M.P., Alberoni, D., Baffoni, L., Scott, D., Mifsud, D., Eguaras, M.J. and Di Gioia, D., “Beneficial bacteria and plant extracts promote honey bee health and reduce nosema ceranae infection”, **Probiotics and Antimicrobial Proteins**, 2022. <https://doi.org/10.1007/s12602-022-10025-7>

Gatien, P. and Currie, R.W., “Timing of acaricide treatments for control of low-level populations of *Varroa destructor* (Acari: Varroidae) and implications for colony performance of honey bees”, **The Canadian Entomologist**, 135, 749-763, 2003. <http://dx.doi.org/10.4039/n02-086>

Gemeda, T.K., “Testing the effect of dearth period supplementary feeding of honeybee (*Apis mellifera*) on brood development and honey production”, **Inter. J. Advan. Res.**, 2(8), 19-324, 2014.

Genç, F. and Aksoy, A., “Some of the correlation between the colony development and honey production on the honeybee (*Apis mellifera* L.) colonies”, **Apiacta**, 28, 33-41, 1993.

Genç, F., “Balarısı (*Apis mellifera* L.) kolonilerinde farklı yaşta ana arı kullanımının koloni performansına etkileri”, **Doğu Anadolu Bölgesi I. Arıcılık Semineri**, 3-4 Haziran 1992, Erzurum, S.76-95, 1992.

Genç, F., Dülger, C., Dodologlu, A. ve Kutluca, S., “Kafkas, Orta Anadolu ve Erzurum Balarısı (*Apis mellifera* L.) genotiplerinin erzurum koşullarındaki bazı fizyolojik özelliklerinin karşılaştırılması”, **Turk. J. Vet. Anim. Sci.** 23, Ek Sayı 4, 645–650, 1999.

Gençer, H.V. and Karacaoğlu, M., “The brood rearing activities and honey productions of Caucasian race (*Apis mellifera caucasica*) and reciprocal crosses of Caucasian and Aegean ecotype of Anatolian honeybee (*Apis mellifera anatoliaca*) in Aegean conditions”, **J. Agric. Sci.**, 13(1), 61-65, 2003.

Gençer, H.V. ve Karacaoğlu, M., “Kafkas ırkı (*Apis mellifera caucasica*) ile Anadolu arısı, Ege ekotipi (*Apis mellifera anatoliaca*)’nin karşılıklı melezlerinin Ege Bölgesi koşullarında yavru yetiştirme etkinlikleri ve bal verimleri”, **Y.Y.Ü. Zir. Fak. Tarım Bil. Dergisi**, 13 (1), 61-65, 2003.

Gençer, H.V., “Orta Anadolu Bal Arısı (*Apis mellifera* L.) ekotiplerinin ve bunların çeşitli melezlerinin yapısal ve davranışsal özellikleri üzerinde bir araştırma”, Doktora Tezi (Basılmamış), **Ank. Üniv. Fen Bil. Enst.**, Ankara, 1996.

Georgijev, A., Mladenović, M. and Nedić, N., “Experimental calculation of the correlation between the cell surface and the intake of nectar and pollen in bee colonies”, **XXXVIIIth Apimondia International Apicultural Congress**, August 24-29, Ljubljana, Slovenia, pp.760, 2003.

Ghanim, A.A., Awadalla, S.S., Fatehe, A.S. and Abo Abdalla, M.A., “Effect of some artificial diyet on brood rearing in three honeybee hybrids during the four seasons of the year”, **J. of Plant Protection and Pathology, Mansoura Univ.**, 12(10), 671 -673, 2021.

Ghosh, S., Jeon, H. and Jung, C., “Foraging behaviour and preference of pollen sources by honey bee (*Apis mellifera*) relative to protein contents”, **J. Ecol. Environ**, 44, 4, 2020.

Giacobino, A., Bulacio-Cagnolo, N., Merke, J., Orellano, E., Bertozzi, E., Masciangelo, G., *et al.*, “Risk factors associated with the presence of *Varroa destructor* in honey bee colonies from east-central Argentina”, **Prev. Vet. Med.** 115, 280-287, 2014. <https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2014.04.002>

Giacobino, A., Pacini, A., Moliner, A., Bulacio-Cagnolo, N., Merke, J., Orellano, E., Gaggiotti, M. and Signorini, M., “Impact of nutritional and sanitary management on *Apis mellifera* colony dynamics and pathogen loads”, **Spanish J. Agric. Res.**, 20(4), e0305, 2022. <https://doi.org/10.5424/sjar/2022204-19634>

Gösterit, A., Çıkılı, Y. and Diyetçoglu, M., “Comparison of swarming tendency and defensive behavior of yığılca local and other commonly used honeybee genotypes in Turkey”, **Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi**, 18 (4), 595-598, 2012b.

Gösterit, A., Çıkılı, Y. ve Diyetçoglu, M., “Yığılca yerel bal arısının bazı performans özellikleri bakımından Kafkas ve Anadolu bal arısı ırkı melezleri ile karşılaştırılması”, **Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi**, 7(1), 107-114, 2012a.

Guzmán-Novoa, E., Prieto-Merlos, D., Uribe-Rubio, J. and Hunt, G., “Relative reliability of four field assays to test defensive behaviour of honey bees (*Apis mellifera*)”, **Journal of Apicultural Research**, 42, 42-46, 2003.

Güler, A. and Kaftanoğlu, O., “Determination of performances some important races and ecotypes of Turkish honeybees (*Apis mellifera* L.) under migratory beekeeping conditions”, **Turk. J. Vet. Anim. Sci.**, 23(3), 577–581, 1999.

Güler, A. and Kaftanoğlu, O., “Determination of performances some important races and ecotypes of Turkish Honeybees (*Apis mellifera* L.) under migratory beekeeping conditions”, **Tr. J. Veter., and Anim. Sci.**, 23(3), 577-581, 1999.

Güler, A., “Türkiye’deki önemli balarısı (*Apis mellifera* L.) ırk ve ekotiplerinin morfolojik özellikleri ve performanslarının belirlenmesi üzerinde araştırmalar”, Doktora Tezi, **Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Zootečni Anabilim Dalı**, Adana, 1995.

Güler, A., Toy, H., “Morphological characteristics of the honey bee (*Apis mellifera* L.) of the Sinop Türkeli region”, **Journal of Agricultural Faculty of Ondokuz Mayıs University**, 23(3), 190-197, 2008.

Güler, Ç., Türkoğlu, Z., Salık, M.A., Türkmen, Ö. ve Arslaner, A., “Fonksiyonel bir gıda katkısı olarak *Spirulina platensis*”, **Atatürk Univ. J. Agricultural Faculty**, 52(3), 35-360, 2021.

Gün, D., “*Spirulina platensis* ilavesi ile fonksiyonel bisküvi ve kraker geliştirilmesi”, **Gaziantep Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü**, Doktora Tezi, Gaziantep, 133 s. 2019.

Günbey, B. ve Cengiz, F., “Karadeniz Bölgesindeki yerel bal arısı (*Apis mellifera* L.) ırk ve ekotiplerinin Orta Karadeniz Bölgesinde fizyolojik adaptasyon ve performanslarının karşılaştırılması”, **Ziraat Mühendisliği**, 371, 113-123, 2021.

Güneşdoğdu, M. and Akyol, E., “Survey study to determine the structure of beekeeping in Adana”, **Turkish Journal of Agriculture - Food Science and Technology**, 7(12), 2030-2037, 2019.

Güneşdoğdu, M., Şekeroğlu, A. and Tainika, B., “Effect of using drone brood cells as traps against *Varroa destructor* (Varroa Mite)”, **Turkish Journal of Agriculture - Food Science and Technology**, 9(6), 1226-1231, 2021.

Harwood, G., Amdam, G. and Freitak, D., “The role of Vitellogenin in the transfer of immune elicitors from gut to hypopharyngeal glands in honey bees (*Apis mellifera*)”, **Journal of Insect Physiology**, DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jinsphys.2018.12.006>, 2018.

Haydak M.H., “Honey bee nutrition”, *Annu. Rev. Entomol.*, 15, 143-56, 1970. doi: 10.1146/annurev.en.15.010170.001043

Hays, G.W.J., “Supplemental feeding of honeybees”, *Am. Bee J.* 124(35-37), 108- 109, 1984.

Heard, T.A. and Hendrickz, J.K., “Factors influencing flight activity of colonies of the stingless bee *Trigona carbonaria* (Hymenoptera, Apidae)”, *Aust. J. Zool.*, 41(4), 343–353, 1993.

Hendriksma, H.P., Pachow, C.D. and Nieh, J.C., “Effects of essential amino acid supplementation to promote honey bee gland and muscle development in cages and colonies” *Journal of Insect Physiology*, 117, 103906, 2019. <https://doi.org/10.1016/j.jinsphys.2019.103906>

Herbert, E.W. and Shimanuki, H., “Effect of fat soluble vitamins on the brood rearing capabilities of honey bees fed a synthetic diet”, *Ann. Entomol. Soc. Am.*, 71, 689–691, 1978a.

Herbert, E.W. and Shimanuki, H., “Mineral requirements for brood-rearing by honey bees fed a synthetic diet”, *J. Apic. Res.*, 17, 118–122, 1978b.

Herbert, W.E.J. and Shimanuki, H., “Effect of population density and available diet on the rate of brood rearing by honey bees offered a pollen substitute”, *Apidologie* 13, 21 – 28, 1982.

Hoover, S.E., Ovinge, L.P. and Kearns, J.D., “Consumption of supplemental spring protein feeds by western honey bee (Hymenoptera: Apidae) colonies: effects on colony growth and pollination potential”, *J. Eco. Entom.*, 115(2), 417-429, 2022.

Höcherl, N., Siede, R., Illies, I., Gatschenberger, H. and Tautz, J., “Evaluation of the nutritive value of maize for honey bees”, *J. Insect Phys.*, 58, 278-285, 2012.

Hrassnigg, N. and Crailsheim, K. “Differences in drone and worker physiology in honeybees (*Apis mellifera* L.)”, ***Apidologie***, 36, 255–77, 2005.

Hrassnigg, N. and Crailsheim, K., “Adaptation of hypopharyngeal gland development to the brood status of honeybee (*Apis mellifera* L.) colonies”, ***Journal of Insect Physiology***, 44(10), 929–939, 1998.

Hroncova, Z., Havlik, J., Killer, J., Doskocil, I., Tyl, J., Kamler, M., Titera, D., Hakl, J., Mrazek, J. and Bunesova, V. et al., “Variation in honey bee gut microbial diversity affected by ontogenetic stage age and geographic location”, ***PLoS ONE***, 10, e01187, 2015.

Huang, Z., “Honey bee nutrition. Michigan State University”, Available at <https://bees.msu.edu/honey-bee-nutrition/>, 1 Oct. 2023, 2010.

Huang, Z.Y., Otis, G.W. and Teal, P.E.A. “Nature of brood signal activating the protein synthesis of hypopharyngeal gland in honey bees, *Apis mellifera* (Apidae: Hymenoptera)”, ***Apidologie***, 20, 455 – 464, 1989.

Hunde, T.A., “Evaluation of pollen supplementary diyet for honeybee (*Apis mellifera*) colonies and their effects on some biolocigal activities”, ***Advances in Bioscience and Bioengineering***, 10(3), 54-60, 2022. DOI: 10.11648/j.abb.20221003.11

Hussain, A.E., Shehata, I.A., Abo Laban, G.F. and Al-Ayat, A.A., “Influence of feeding on the production of honey bee queens during the dearth period under Nasr City conditions – Cairo’’, ***Al-Azhar J. Agric. Res.***, 45(1), 1-7, 2020.

Ihle, K.E., Page, R.E., Frederick, K., Kim Fondrk, M. and Amdam, G.V., “Genotype effect on regulation of behaviour by vitellogenin supports reproductive origin of honeybee foraging bias”, ***Animal Behaviour***, 79, 1001-1006, 2010.

Islam, N., Mahmood, R., Sarwar, G., Ahmad, S. and Abid, S., “Development of pollen substitute diyet for *Apis mellifera* ligustica colonies and their impact on brood development and honey production’’, ***Pakistan J. Agric. Res.***, 33(2), 381-388, 2020.

Israr, M., Malik, S., Ali, J., Khan, M.N., Khan, K., Tariq, K. and Alam, S., “Effect of artificial pollen substitute diyet on diyet consumption, brood area, and colonies strength of *Apis mellifera* L. colonies during dearth period”, **J. Appl. Entom.**, 2(2), 9-11, 2022.

Janmaat, A.F. and Winston, M.L. “Removal of *Varroa jacobsoni* infested brood in honey bee colonies with different pollen stores”, **Apidologie**, 31, 377 – 385, 2000.

Javanovic, N.M., Glavinic, U., Delic, B., Vejnovic, B., Aleksic, N., Mladjan, V. and Stanimirovic, Z., “Plant-based supplement containing B-complex vitamins can improve bee health and increase colony performance”, **Preventive Veterinary Medicine**, 190, 105322, 2021.

Jevtić, G. and Mladenović Anđelković Nedić Sokolović Štrbanović, M., “The Correlation between colony strength, food supply and honey yield in honeybee colonies”, **Biotechnology in Animal Husbandry**, 25(5-6), 1141-1147, 2009.

Kabakcı, D. and Akdeniz, G., “The effect of different dietary practices on workers and queen bee formations in honeybee (*Apis mellifera* L.) larvae”, **Erzincan Uni. J. Sci. and Tech.**, 13(3), 1104-1111, 2020.

Kaftanoğlu, O., “Bal arılarında ırk kavramı ve ırk seçimi”, **Uludağ Arıcılık Dergisi**, 1(3), 11-20, 2001.

Kara, Ü., “Çiğ süt nakliyesi sırasında mikroorganizma sayılarındaki değişimin mikrofiltrasyon tekniği kullanılarak azaltılması ve bu sütlerden üretilen süt tozlarının bazı kalite özelliklerine etkisinin belirlenmesi”, **Necmettin Erbakan Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü**, Doktora Tezi, s. 152, 2021.

Karacaoglu, M. ve Fıratlı, Ç., “Orta Anadolu, Karadeniz geçit ve Ardahan izole bölgeleri arılarının bazı morfolojik özellikleri”, **Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Dergisi**, 11, 207-214, 1996.

Karadağ, Y., Hatipoğlu, R., Çınar, S., Öztürk, M., Yenikalaycı, A., Tufan, Y. ve Kayaalp, A.N., “Plant Species in Muş Alparslan University Complex”, (ed. Y. Karadağ), s. 340, 2020.

Karataş, F., Munzuroğlu, Ö. ve Gür, N., “Arı polenlerindeki A, E ve C vitaminleri ile selenyum düzeylerinin araştırılması”, *F.Ü. Fen ve Müh.Bilim. Derg.*, 12, 219- 224, 2000.

Kasper, M.L., Reeson, A.F., Mackay, D.A. and Austin, A.D., “Environmental factors influencing daily foraging activity of *Vespula germanica* (Hymenoptera, Vespidae) in Mediterranean Australia”, *Insect. Soc.*, 55(3), 288–295, 2008.

Kavak, G., “Orta Karadeniz bölgesi bal arısı (*Apis mellifera* L.) genotipinin morfolojik karakterizasyonu, davranış ve performanslarının belirlenmesi ve ebeveyn generasyonunun oluşturulması”, Yüksek Lisans Tezi, *O.M.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, Zootekni Anabilim Dalı*, Samsun, 2019.

Kenneth, H., “Official methods of analysis of the association of official analytical chemists”, 15th ed: *The Association*, 1990.

Khan, K.A. and Ghramh, H.A., “Nutritional efficacy of different diyet supplemented with microalga *Arthrospira platensis* (spirulina) in honey bees (*Apis mellifera*)”, *J. King Saud Uni.-Sci.*, 34, 101819, 2022.

Khan, K.A., Ghramh, H.A. and Ahmad, Z., “Honey bee (*Apis mellifera jemenitica*) colony performance and queen fecundity in response to different nutritional practices”, *Saudi J. Biolog. Sci.*, 29, 3151-3156, 2022.

Kim, H.J., Hwang, J., Ullah, Z., Mustafa, B. and Kwon, H.W., “Comparison of physicochemical properties of pollen substitute diet for honey bee (*Apis mellifera*)”, *J. Asia-Pacific Entm.*, 25, 101967, 2022.

Kim, H.J., Hwang, J., Ullah, Z., Mustafa, B. and Kwon, H.W., “Comparison of physicochemical properties of pollen substitute diet for honey bee (*Apis mellifera*)”, *J. Asia-Pacific Entom.* 25, 101967, 2022.

Knox, D.A., Shimanuki, H. and Herbert, E.W. “Diet and the longevity of adult honey bee”, *Journal of Economic Entomology*, 64, 1415-1416, 1971.

Konar, V., Özdemir, F.A. ve Karataş, F., “Ticari arı polenlerinde b vitamini miktarlarının araştırılması”, *Firat Univ. Journal of Science*, 22, 61- 64, 2010.

Köseoğlu, M., Topal, E., Tunca, R.I., Yücel, B. ve Yıldızdal, I., “Bal arılarında kışlama öncesi farklı beslemenin koloni gelişimine etkileri” *Anadolu*, 29(2), 85-92, 2019.

Krell, R., “Value-added products from beekeeping”, *FAO Agricultural Services Bulletin No. 124 Food and Agriculture Organization of the United Nations Rome*, (erişim adresi: <https://www.fao.org/4/w0076e/w0076e10.htm#3.1>) (erişim tarihi: 16.06.2023), 1996.

Kroyer, G. and Hegedus, N., “Evaluation of bioactive properties of pollen extracts as functional dietary food supplement,” *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 2(3), 171–174, 2001.

Kumar, G.P., Prashanth, N. and Kumari, B.C., “Fundamentals and Applications of Lyophilization”, *Journal of Advanced Pharmaceutical Research*, 2(4), 157-169, 2011.

Kumar, R. and Agrawal, O.P., “Comparative performance of honeybee colonies fed with artificial diet in Gwalior & Panchkula region”, *J. Ent. And Zool. Stud.*, 2(4), 104-107, 2014.

Kumari, I. and Kumar, R., “Pollen substitute diet for *Apis mellifera*: consumption and effects on colony parameters in sub-tropical himalaya”, *Indian J. Agric. Res.*, 1-7, 2019.

Kutlu, H.R., “Yem değerlendirme ve analiz yöntemleri”, *Çukurova Üniversitesi, Zootekni Bölümü Ders Notları*, <http://www.zootekni.org.tr/upload/File/sunular/tm.pdf>, (27/09/2023), s. 68, 2008.

Lamontagne-Drolet, M., Samson-Robert, O., Giovenazzo, P. and Fournier, V., “The impacts of two protein supplements on commercial honey bee (*Apis mellifera* L.) colonies”, *Journal of Apicultural Research*, <https://doi.org/10.1080/00218839.2019.1644938> 2019.

Le Conte, Y. and Navajas, M., “Climate change: impact on honey bee populations and diseases”, *Rev. Sci. Tech. Off. Int. Epiz.*, 27(2): 499-510, 2008.

Lebedev, B.I., “Биологический потенциал пчелиной семьи по сбору и заготовке перги. Материал координационного совещания и конференции”, *Масква*, 60-63, 2001.

Lebrun, D., “Structures digestives et régimes alimentaires des termites”, *Actes Collection Insectes Sociaux*, 19 (2), 43-44 (in French), 1985.

Li, C., Xu, B., Wang, Y., Feng, Q. and Yang, W., “Effects of dietary crude protein levels on development, antioxidant status, and total midgut protease activity of honey bee (*Apis mellifera ligustica*)”, *Apidologie*, 43, 576-586, 2012.

Liao, L.H., Wu, W.Y. and Berenbaum, M.R., “Behavioral responses of honey bees (*Apis mellifera*) to natural and synthetic xenobiotics in food”, *Sci. Rep.*, 7(1), 15924, 2017.

Mahbobi, A., Farshineh-Adl, M., Woyke, J. and Abbasi, S., “Effects of the age of grafted larvae and the effects of supplemental feeding on some morphological characteristics of Iranian queen honey bees (*Apis mellifera meda*)”, *J. Api. Sci.*, 56(1), 93-98, 2012.

Mahfouz, H.M., “Impact of winter feeding with some protein pollen supplement diyet on the biological activities of Honeybees”, *J. Plant Prot. and Path., Mansoura Univ.*, 7(5), 307- 310, 2016.

Malisa, G.G. and Yanda, P.Z., “Impacts of climate variability and change on beekeeping productivity”, *Bull. Anim. Hlth. Prod. Afr., Bee*, 49-55, 2016.

Manning, R., Rutkay, A., Eaton, L. and Dell, B., “Lipid-enhanced pollen and lipid-reduced flour diyet and their effect on the longevity of honey bees (*Apis mellifera* L.)”, *Aust. J. Entomol.*, 46, 251–257, 2007.

Mattila, H.R. and Otis, G.W., “Infl uence of pollen diet in spring on development of honey bee (Hymenoptera: Apidae) colonies”, *Journal of Economic Entomology*, 99, 604–613, 2006a .

Mattila, H.R. and Otisb, G.W., “Effects of pollen availability and nosema infection during the spring on division of labor and survival of worker honey bees (Hymenoptera: Apidae)”, *Environmental Entomology*, 35, 708–717, 2006b.

Mattila, H.R., Rios, D., Walker-Sperling, V.E., Roeselers, G. and Newton, I.L., “Characterization of the active microbiotas associated with honey bees reveals healthier and broader communities when colonies are genetically diverse”, 2012.

Mayack, C. and Naug, D., “Parasitic infection leads to decline in hemolymph sugar levels in honeybee foragers”, *J. Insect Physiol.*, 56, 1572–1575, 2010.

McDonnell, C.M., Alaux, C., Parrinello, H., Desvignes, J.P., Crauser, D., Durbesson, E., et al., “Ecto- and endoparasite induce similar chemical and brain neurogenomic responses in the honey bee (*Apis mellifera*)”, *BMC Ecol.* 13, 25, 2013. doi: 10.1186/1472-6785-13-25

Mclain, N.W., “A report of some experiments in apiculture”, *Am. Bee*, 24(30), 487-489, 1888.

Michaelsen, K.F., Hoppe, C., Roos, N., Kaestel, P., Stougaard, M., Lauritzen, L., Mølgaard, C., Girma, T. and Friis, H., “Choice of foods and ingredients for moderately malnourished children 6 months to 5 years of age”, **Food Nutr. Bull.**, 30(3), 343-404, 2009.

Michalik, B., Biel, W., Lubowicki, R. and Jacyno, E., “Chemical composition and biological value of proteins of the yeast *Yarrowia lipolytica* growing on industrial glycerol”, **Can. J. Anim. Sci.**, 94, 99-104, 2014.

Moeller, F.E., “Relation between egg-laying capacity of queen bee and populations and honey production of their colonies”, **Am. Bee J.**, 98(10), 401-402, 1958.

Mohebodini, H., Tahmasbi, G., Dastar, B., Jafari Ahangari, Y. and Zerehdaran, S., “Effects of dietary thiamine on growth of the Iranian honey bee colonies (*Apis mellifera meda*) in different seasons”, **Agriculture & Forestry**, 59(3), 119-126, 2013.

Mohi ud din, S., Paray, M.A., Khursheed, R., Banu, P., Naaz, F., Rather, G.H. and Mir, S.A., “Studies on the impact of vitamin supplemented pollen substitutes on honey production of *Apis mellifera* L. colonies during dearth period in Kashmir”, **The Pharma Innovation J.**, 11(1), 2253-2256, 2022.

Moustafa, A.M., Sayed, R.Q., Rahman, M.F.A. and Mahbob, M.A.E., “Consumption rate of two different pollen substitute diet and their effects on honey bee (*Apis mellifera* L.) during the scarcity food time of the year”, **J. Agric. Food Environ.**, 2(3), 1-7, 2021.

Mujumdar, A.S., Huang, L.X. and Chen, X.D., “An overview of the recent advances in spray-drying”, **Dairy Science and Technology**, 90(2), 211-224, 2010.

Naiem, E.S., Hrassnigg, N. and Crailsheim, K., “Nurse bees support the physiological development of young bees (*Apis mellifera* L.)”, **J. Insect Physiol.**, 169, 271–279, 1999.

Narasimha, D.L.R., Venkataraman, G.S., Duggal, S.K. and Eggum, B.O., “Nutritional quality of the Blue- Green Alga *Spirulina Plantensis* Geitler”, **J. Sci. Food Agric.**, 33, 456-460, 1982.

Nasi, M., Ikonen, M. and Antila, M., “Corboxymethly cellulose (CMC) whey products as protein source for growing pigs”, **J. Sci. Agricultural Society of Finland**, 54, 395-401, 1982.

Nation, J. L., “Nutrition of honey bees”, **20th A. E. Apic. Soc. Conj., Guelph, Ont.**, 1974.

Nelson, C.M., Ihle, K.E., Fondrk, M.K., Page, R.E. and Amdam, G.V., “The gene vitellogenin has multiple coordinating effects on social organization”, **PLoS biology**, 5(3), e62, 2007.

Newbold, T., Hudson, L.N., Hill, S.L.L., Contu, S., Lysenko, I., Senior, R.A., Börger, L., Bennett, D.J., Choimes, A. and Collen, B., “Global effects of land use on local terrestrial biodiversity”, **Nature**, 520, 45–50, 2015.

Nicolson, S.W. and Human, H., “Bees get a head start on honey production”, **Biol. Lett.**, 4, 299-301, 2008.

Nicolson, S.W., “Water homeostasis in bees, with the emphasis on sociality”, **J. Exp. Biol.**, 212, 429-434, 2009.

Nireesha, G.R., Divya, L., Sowmya, C., Venkateshan, N., Niranjan Babu, M. and Lavakumar, V., “Lyophilization/ Freeze Drying - An Review”, **Int. J. Nov. Trends Pharma Sci.**, 87-98, 2013.

Noordyke, E.R., van Santen, E. and Ellis, J.D., “Evaluating the strength of western honey bee (*Apis mellifera* L.) colonies fed pollen substitutes over winter”, **J. Appl. Entomol.**, 146, 291-300, 2022.

Oskay, D. and Oğuz, A., “The effect of substitute feeding on male larvae production performance in honeybee colonies”, *J. Anim. Prod.*, 63 (2), 84-89, 2022.
<https://doi.org/10.29185/hayuretim.1184151>

Oskay, D., “Effects of diet composition on consumption, live body weight and life span of worker honey bees (*Apis mellifera* L.)”, *App. Ecol. Environ. Res.*, 19(6), 4421-4430, 2021.

Özbal, B., “Spirulina platensis ile fonksiyonel çikolata ürünü geliştirilmesi”, *Gaziantep Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü*, Yüksek Lisans Tezi, 88 s. 2020.

Palmer-Young, E.C., Farrell, I.W. and Adler, L.S. et al., “Chemistry of floral rewards: intraand interspecific variability of nectar and pollen secondary metabolites across taxa”, *Ecol. Monogr.*, 89(1), e01335 2019.

Palmer-Young, E.C., Malfi, R., Zhou, Y., Joyce, B., Whitehead, H., Van Wyk, J.I., Baylis, K., Grubbs, K., Boncristiani, D.L., Evans, J.D., Irwin, R.E. and Adler, L.S., “Sunflower-associated reductions in varroa mite infestation of honey bee colonies”, *J. Eco. Entom.*, 1-20, 2022.

Palmer-Young, E.C., Tozkar, O.C. and Schwarz, R.S. et al., “Nectar and pollen phytochemicals stimulate honey bee (Hymenoptera: Apidae) immunity to viral infection”, *J. Econ. Entomol.*, 110(5),1959–72, 2017.

Pavlovic, R., Dojnov, B., Slavic, M.S., Pavlovic, M., Slomo, K., Ristovic, M. and Vujcic, Z., “In pursuit of the ultimate pollen substitute (insect larvae) for honey bee (*Apis mellifera*) feed”, *Journal of Apicultural Research*, 2022. DOI: 10.1080/00218839.2022.2080950

Prado, A., Brunet, J.L., Peruzzi, M., Bonnet, M., Bordier, C., Crauser, D., Le Conte, Y. and Alaux, C., “Warmer winters are associated with lower levels of the cryoprotectant glycerol, a slower decrease in vitellogenin expression and reduced virus infections in winter Honeybees”, *J. Insect Phys.*, 136, 104348, 2022.

Pridal, A., Musila, J. and Svoboda, J., “Condition and honey productivity of honeybee colonies depending on type of supplemental feed for overwintering”, *Animals*, 13(323), 1-15, 2023.

Rakowska, R., Sadowska, A., Dybkowska, E. and Świdorski, F., “Spent yeasts as natural source of functional food additives”, *Roczniki Państwowego Zakładu Higieny*, 68(2), 115-121, 2017.

Raymann, K. and Moran, N.A., “The role of the gut microbiome in health and disease of adult honey bee workers”, *Current Opinion in Insect Science* 26, 97–104, 2018.

Reddy, P.V.R., Verghese, A. and Rajan, V.V., “Potential impact of climate change on honeybees (*Apis* spp.) and their pollination services”, *Pest Managem. Hortic. Ecosyst.*, 18(2): 121-127, 2012.

Ricigliano, V.A. and Simone-Finstrom, M., “Nutritional and prebiotic efficacy of the microalga *Arthrospira platensis* (spirulina) in honey bees”, *Apidologie*, 51, 898-910, 2020. doi: 10.1007/s13592-020-00770-5

Ricigliano, V.A., Dong, C., Richardson, L.T., Donnarumma, F., Williams, S.T., Solouki, T. and Murray, K.K., “Honey bee proteome responses to plant and cyanobacteria (Bluegreen algae) diet”, *ACS Food Sci. Technol.*, 1, 17-26, 2021.

Ricigliano, V.A., Williams, S.T. and Oliver, R., “Effects of different artificial diet on commercial honey bee colony performance, health biomarkers, and gut microbiota”, *BMC Veterinary Research.*, 18(52), 1-15, 2022. <https://doi.org/10.1186/s12917-022-03151-5>

Rinderer, T.E., Rothenbuhler, W.C. and Gochner, T.A., The influence of pollen on the susceptibility of honeybees larvae to *Bacillus larvae*”, *J. Invertebr. Pathol.*, 23, 347–350, 1974. doi: 10.1016/0022-2011(74)90100-1

Rodriguez Messan, M., Page, R.E. and Kang, Y., “Effects of vitellogenin in age polyethism and population dynamics of Honeybees”, *Ecol. Model.*, 388, 88–107, 2018.

Rogala, R. and Szyma's, B., "Nutritional value for bees of pollen substitute enriched with synthetic amino acids part II. Biological methods", **J. Apic. Sci.**, 48, 29–36, 2004.

Roulston, T.H. and Buchmann, S.L., "A phylogenetic reconsideration of the pollen starch-pollination correlation", **Evol. Ecol. Res.**, 2, 627-643, 2000.

Roulston, T.H. and Cane, J.H., "Plant systematics and evolution pollen nutritional content and digestibility for animals", **Plant Syst. Evol.**, 222, 187–209, 2000. doi: 10.1007/978-3-7091-6306 1_10

Roulston, T.H., Cane, J.H. and Buchmann, S.L., "What governs protein content of pollen: pollinator preferences, pollen–pistil interactions, or phylogeny?", **Ecol. Monogr.**, 70, 617–43, 2000.

Ruttner, F., "Biogeography and Taxonomy of Honeybees", **Springer, Verlag, Berlin.**, p:284, 1988.

Ruttner, F., "Naturgeschichte der Honigbienen", **München, Germany: Ehrenwirth**, 1992 (in German).

Ruttner, H., "Technische Empfehlungen zur Methodik der Leistungsprüfung von Bienenvölkern", In: Proceedings of Paarungskontrolle und Selektion bei der Honigbiene, **Internationales Symposium, Lunz am See**, Austria. 112 pp. 1972.

Sabir, A.M., Suhail, A., Akram, W., Sarwar, G. and Saleem, M., "Effect of some pollen substitute diyet on the development of *Apis mellifera* L. colonies", **Pakistan Journal of Biological Sciences**, 3(5), 890-891, 2000.

Sagili, R.R., Pankiw, T. and Zhu-Salzman, K., "Effects of soybean trypsin inhibitor on hypopharyngeal gland protein content, total midgut protease activity and survival of the honey bee (*Apis mellifera* L.)", **J. Insect Physiol.** 51, 953–957, 2005.

Sancak, K., Sancak, A. ve Aygören, E., “Dünya ve Türkiye’de arıcılık”, *Arıcılık Araştırma Dergisi*, 5(10), 7-13, 2013.

Santos, C.G. and Serrão, J.E., “Histology of the ileum in bees (Hymenoptera, Apoidea)”, *Brazilian Journal of Morphological Sciences*, (23), 405-413, 2006.

Saranraj, P. and Sivasakthi, S., “Spirulina platensis food for future: A review”, *Asian J. Pharm. Sci. Technol.*, 4 (1), 26-33, 2014.

Sarioğlu-Bozkurt, A., Topal, E., Güneş, N., Üçeş, E., Cornea-Cipcigan, M., Coşkun, İ., Cuibus, L. and Margaoan, R., “Changes in vitellogenin (Vg) and stress protein (HSP 70) in honey bee (*Apis mellifera anatoliaca*) groups under different diet linked with physico-chemical, antioxidant and fatty and amino acid profiles”, *Insects*, 13,985, 2022.

Schmidt, J.O. and Buchmann, S.L., “Other products of the hive. In: The Hive and the Honey bee (Graham JM, ed), Dadant & Sons, Hamilton, IL, USA 927-988, 1992. Seeburger, V.C., D’Alvise, P., Shaaban, B., Schweikert, K., Lohaus, G., Schroeder, A. and Hasselmann, M., “The trisaccharide melezitose impacts honey bees and their intestinal microbiota”, *PLoS ONE*, 15(4),1-19, e0230871, <https://doi.org/10.1371/journal>, 2020.

Sharoba, A.M., “Nutritional value of Spirulina and its use in the preparation of some complementary baby food formulas”, *J. Food Dairy Sci.*, 5(8), 517-538, 2014.

Shehata, I.A.A., “Evaluation of carniolan and italian honey bee colonies fed on artificial diet in dearth and flowering periods under nasr city conditions”, *Intern., J. Envir.*, 5(2), 19-25, 2016.

Shumkova, R., Zhelyazkova, I., Lazarov, S. and Balkanska, R., “Effect on the chemical composition of the body of worker bees (*Apis mellifera* L.) fed with stimulating products”, *Macedonian Journal of Animal Science*, 7 (1- 2), 129-135, 2017.

Shurjeel, H.K., Aqueel, M.A., Rubab, A., Iqbal, S., Saeed, N., Yasmin, Y., Asgar, S. and Akram, A., “Effect of yeast and sugar solution diet on number of adult worker

honey bees (*Apis mellifera* L.) Apidae: Hymenoptera'', *J. Xi'an Shiyou Uni. Nat. Sci. Edit.*, 18(11), 1271-1281.

Sıralı, R., Şilbir, Y. and Sıralı, B., "Comparison of some behavioral characters of Ordu, Posof and İkizdere Honeybees (*Apis mellifera* L.) under the conditions of Anzer high plateau", *Uludağ Bee Journal*, pp. 20-25, 2007.

Silici, S. ve Özkök, D., "Bal arısı biyolojisi ve yetiştiriciliği", *Eflatun Yayınevi, 1. Basım*, Ankara, s.: 236, 2009.

Skubida, P. and Skowronek, W., "Wiosenny rozwój i produkcyjność rodzin zimowanych w ulach ze zwiększoną wentylacją", *Pszczeln. Zesz. Nauk.*, 39(2), 27-37, 1995.

Solignac, M., Cornuet, J.M., Vautrin, D., Le Conte, Y., Anderson, D., Evans, J., Cros-Arteil, S. and Navajas, M., "The invasive Korea and Japan types of *Varroa destructor*, ectoparasitic mites of the Western Honeybee (*Apis mellifera*), are two partly isolated clones", *Proceed., Royal Soc., London, Biolog., Sci.*, 272 (1561), 411-419, 2005.

Soller, M. and Bar-Cohen, R., "Some observations on the heritability and genetic correlation between honey production and brood area in the Honeybee", *J. Apic. Res.*, 6(1), 37-43, 1967.

Somerville, D., "Honey bee nutrition and supplementary feeding", *Agnote DAI/178, NSW Agriculture, Orange, NSW*, Australia, 2000.

Soni, R.A., Sudhakar, K. and Rana, R.S., "Spirulina– From growth to nutritional product: A review", *Trends in Food Science & Technology*, 69, 157- 171, 2017.

Southwick, E.E. and Southwick, J.R.L., "Estimating the economic value of honey bees (*Hymenoptera, Apidae*) as agricultural pollinators in the United States", *Journal of Economic Entomology*, 85(3), 621–633, 1992.

Stace, P., “Protein bee feeds and their economic use”, ***Beekeeping in Australis***, <http://www.Honeybee.com.au/library/beefeeds.html>, 2000.

Standifer, L.N., Moeller, F.E., Kauffeld, N.M., Herbert, E.W. and Shimanuki, H., “Supplemental feeding of honey bee colonies”, ***USDA Agriculture Information Bulletin*** No.413, 8 p. 1977.

Stanimirovic, Z., Glavinic, U., Ristanic, M., Jelisic, S., Vejinovic, B., Niketic, M. and Stevanovic., “Diet supplementation helps honey bee colonies in combat infections by enhancing their hygienic behaviour”, ***Acta Veterinaria-Beograd***, 72 (2), 145-166, 2022.

Stanley, R.G. and Linsens, H.F. “Pollen: Biology, biochemistry, management”, ***Heidelberg, Germany: Springer Verlag.***, 1974.

Stewart, G.G., “Saccharomyces”, ***Encyclopedia of Food Microbiology***, 3, 297-315, 2014.

Stockstad, E., “The case of the empty hives”, ***Science***, 316(5827), 970-972, 2007.

Strange, J.P. and Sheppard, W.S., “Optimum timing of miticide applications for control of *Varroa destructor* (Acari: Varroidae) in *Apis mellifera* (Hymenoptera: Apidae) in Washington state, USA”, ***Journal of Economic Entomology***, 94, 1324- 1331, 2001.

Suggitt, A.J., Lister, D.G. and Thomas, C.D., “Widespread Effects of Climate Change on Local Plant Diversity”, ***Current Biology***, 29, 2905-2911, 2019.

Svoboda, J.A., Herbert, E.W. and Thompson, M.J. et al., “Selective sterol transfer in the honey bee: Its significance and relationship to other hymenoptera”, ***Lipids***, 21,97–101, 1986.

Svoboda, J.A., Thompson, M.J., Herbert, E.W., Shortino, T.J. and Szczepanik-Vanleeuwen, P.A., “Utilization and metabolism of dietary sterols in the honey bee and the yellow fever mosquito”, ***Lipids***, 17, 220–225, 1982.

Szabo, T.I., “Effect of weather factors on honeybee flight activity and colony weight gain”, *J. Apic. Res.*, 19(3), 164–171, 1980.

Szczesna, T., “Long chain fatty acids composition of honeybee-collected pollen”, *J. Apic. Sci.*, 50(2), 65–79, 2006.

Szczesna, T., “Long chain fatty acids composition of honeybeecollected pollen”, *Journal of Apicultural Science*, 50(2), 65–79, 2006.

Szymaś, B., Łangowska, A. and Kazimierczak-Baryczko, M., “Histological structure of the midgut of honey bees (*Apis mellifera* L.) fed pollen substitutes fortified with probiotics”, *Journal of Apicultural Science*, 56 (3), 5-12, 2012. DOI:10.2478/v10289-012-0001-2

Şahinler, N. ve Şahinler, S., “Çakşır (*Ferula communis*) ve anason (*Pimpinella anisum*) bitkisinin bal arılarında yavru üretimi ve koloni performansı üzerine etkilerinin belirlenmesi”, *TÜBİTAK Proje No: 108O012*, Hatay, 2009.

Şahinler, N. ve Toy, N.Ö., “2000 yıllardan günümüze Türk arıcılığının değerlendirilmesi”, *Türk Tarım-Gıda Bilimi ve Teknolojisi Dergisi*, 10(1), 86-91, 2022.

Şekeroğlu, A. ve Sarıca, M., “Serbest yetiştirme (Free-Range) sisteminin beyaz ve kahverengi yumurtacı genotiplerin yumurta verim ve kalitesine etkisi”, *Tavukçuluk Araştırma Dergisi*, 6(1), 10-16, 2005.

Taha, E.A., “The impact of feeding certain pollen substitutes on maintaining the strength and productivity of honeybee colonies (*Apis mellifera* L.)”, *Bull. Ent. Soc. Egypt, Econ. Ser.*, 41, 63-74, 2015.

Tawfik, A.I., Ahmed, Z.H., Abdel-Rahman, M.F. and Moustafa, A.M., “Influence of winter feeding on colony development and the antioxidant system of the honey bee, *Apis mellifera*”, *J. Api. Res.*, 59(5), 752-763, 2020.

Thuiller, W., Lavorel, S., Araujo, M.B., Sykes, M.T. and Prentice, I.C., “Climate change threats to plant convective ventilation in the honeybee”, *J. Exp. Biol.*, 154, 509–516, 2005.

Topal E., Özsoy N. ve Şahinler N., “Küresel Isınma ve Arıcılığın Geleceği”, *MKÜ Ziraat Fak. Derg.*, 21(1): 112-120, 2016.

Topal, E., M̃arg̃aoan, R., Bay, V., Takma, Ç., Yücel, B., Oskay, D., Düz, G., Acar, S. and Köseoglu, M., “The effect of supplementary feeding with different pollens in autumn on colony development under natural environment and in vitro lifespan of honey bees”, *Insects*, 13, 588, 2022.

Tufan, M., “Kurutulmuş yumurtacı tavuk gübresinde yetiştirilen *Spirulina platensis*’ in yumurtacı tavuk rasyonlarında yem katkı maddesi olarak kullanımının performans, kalite ve kan parametreleri üzerine etkileri”, *Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü*, Doktora Tezi, s.152, 2018.

Tunç, M.A., Cengiz, M.M., Yazıcı, K. and Turan, M., “The effects of supplemental feeding with sodium humate on the performance of honey bee colonies (*Apis mellifera* L.)”, *U. Bee J.*, 20(2), 181-188, 2020.

Ullah, A., Shahzad, M.F., Iqbal, J. and Baloch, M.S., “Nutritional effects of supplementary diyet on brood development, biological activities and honey production of *Apis mellifera* L.”, *Saudi J. Biolog. Sci.*, 28, 6861-6868, 2021.

Val, A., Huidobro, J.F., Sanchez, M.P., Muniategui, S., Fernandez-Muino, M.A. and Sancho, M.T., “Enzymatic Determination of Galactose and Lactose in Honey”, *J. Agric. Food Chem.*, 46, 1381 – 1385, 1998.

Van der Steen, J., “Effect of a home-made pollen substitute on honey bee colony development”, *J. Api. Res.*, 46(2), 114-119, 2007.

Van Dongen, W.F.D., Maldonado, K., Sabat, P. and Vasquez, R.A., “Geographic variation in the repeatability of a personality trait”, ***Behavioral Ecology***, 21, 1243-1250, 2010. DOI: 10.1093/beheco/arq145

Van Dooremalen, C., Stam, E., Gerritsen, L., Cornelissen, B., van der Steen, J., van Langevelde, F. and Blacqui re, T., “Interactive effect of reduced pollen availability and *Varroa destructor* infestation limits growth and protein content of young honey bees”, ***J. Insect Physiol.***, 59, 487- 493, 2013. <https://doi.org/10.1016/j.jinsphys.2013.02.006>

Van Tets, I.G. and Hulbert, A.J., “A comparison of the nitrogen requirements of the eastern pygmy possum, *cercartetus nanus*, on a pollen and on a mealworm diet”, ***Physiological and Biochemical Zoology***, 72(2), 127-137, 1999.

Vanderplanck, M., Michez, D., Albrecht, M., Attridge, E., Babin, A., Bottero, I., Breeze, T., Brown, M., Chauzat, M.P. and Cini, E., et al., “Monitoring bee health in European agro-ecosystems using wing morphology and fat bodies” ***One Ecosystem***, 6, e63653, 2021. <https://doi.org/10.3897/oneeco.6.e63653>

Vanderplanck, M., Zerck, P.L. and Lognay, G. et al., “Generalized host-plant feeding can hide sterol-specialized foraging behaviors in bee-plant interactions”, ***Ecol Evol***, 10(1),150–62, 2020.

Varol, E. and Yücel, B., “The effects of environmental problems on honey bees in view of sustainable life”, ***Mellifera***, 19(2), 23-32, 2019.

Vaudo, A.D., Tooker, J.F., Grozinger, C.M. and Patch, H.M., “Bee nutrition and floral resource restoration”, ***Curr. Opin. Insect Sci.***, 10, 133–41, 2015. doi: 10.1016/j.cois.2015.05.008

Vicens, N. and Bosch, J., “Weather-dependent pollinator activity in an apple orchard, with special reference to *Osmia cornuta* and *Apis mellifera* (Hymenoptera: Megachilidae and Apidae)”, ***Environ. Entomol.***, 29(3), 413–420, 2000.

Vieira, E.F., Carvalho, J.E., Pinto, S., Cunha, A.A. and Almeida, I.M.P.L.V.O., “Nutritive value, antioxidant activity and phenolic compounds profile of brewer’s spent yeast extract”, *Journal of Food Composition and Analysis*, 52, 44-51, 2016.

Willam, A. and EBI, A., “Schätzung von Populationsparametern für verschiedene Merkmale bei der Honigbiene (*Apis mellifera carnica*)”, *Apidologie*, 24, 355-364, 1993.

Wille, H., Wille, M., Kilchenmann, V., Imdorf, A. and Bühlmann, G., “Pollenernte und Massenwechsel von drei *Apis mellifera*-Völkern auf demselben Bienenstand in zwei aufeinanderfolgenden Jahren”, *Rev. Suisse Zool.*, 92, 897–914, 1985.

Winston, M.L., “*The Biology of the Honey Bee*”, Harvard University Press, Cambridge, Mass., 1987.

Wojcik, L., Chec, M., Skowronek, P., Grabowski, M., Persona, K. and Strachecka, A., “Do the different life history strategies of ants and Honeybees determine fat body morphology?”, *Arthropod Structure & Development*, 69, 101186, 2022.

Woyke, J., “Correlations and interactions between population, length of worker life and honey production by honeybees in a temperate region”, *J. Apic. Res.*, 23(3), 148-156, 1984.

Yang, K.C., Peng, Z.W., Lin, C.H. and Wu, M.C., “A new design of bee cage for laboratory experiments: nutritional assessment of supplemental diet in honey bees (*Apis mellifera*)”, *Apidologie*, 52, 418–431, 2021.

Yeninar, H., “Wintering capabilities of honey bee (*A. mellifera* L.) colonies in differently manufactured hives at east mediterranean coastline of Turkey”, *Uludag Bee Journal.*, 15(1), 1-9, 2015.

Yeninar, H., Akyol, E. and Şahinler, N., “The effects of hive types (shield and sword) on wintering ability, survival rates and strength of honeybee colonies (*A. mellifera* L.) in spring season”, *Tro. Anim. Health Prod.*, 42, 425-429, 2010. DOI 10.1007/s11250-009-9438-0

Yeninar, H., Akyol, E. and Yörük, A., “Effects of additive feeding with pollen and water on some characteristics of honeybee colonies and pine honey production”, *Turkish Journal of Agriculture - Food Science and Technology*, 3(12), 948-951, 2015.

Yüccer, M., Temizkan, R. ve Caner, C., “Fonksiyonel gıda olarak yumurta: bileşenleri ve fonksiyonel özellikleri”, *Akademik Gıda Dergisi*, 10(4), 70-76, 2012.

Yücel, B. and Köseoğlu, M., “Comparison of Mugla ecotype and italian cross honey bees for some performances in aegean region (Turkey)”, *Kafkas Univ. Vet. Fak. Derg.*, 17(6), 1025-1029, 2011.

Yücel, H., Ekinci, K., Karaman, A., Kar, B. ve Yazdıç, F., “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, 2022.

Zanni, V., Galbraith, D.A., Annoscia, D., Grozinger, C.M., Nazzi, F., “Transcriptional signatures of parasitization and markers of colony decline in Varroainfested honey bees (*Apis mellifera*)”, *Insect Biochem. Mol. Biol.*, 87, 1–13, 2017. doi: 10.1016/j.ibmb.2017.06.002

Zaytoon, A.A., Matsuka, M. and Saaki, M., “Feeding efficiency of pollen substitutes in a Honey bee colony: Effect of feeding site on royal jelly and queen production.”, *Applied Entomology and Zoology.*, 23, 481-487, 1988.

ÖZ GEÇMİŞ

Mustafa GÜNEŞDOĞDU, tarihinde doğmuştur. İlkokul, ortaokul ve lise öğrenimini ilçesinde tamamlamıştır. Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootečni Bölümü'nden Haziran 'de mezun olmuştur. Adana ilinde Garip Tavukçuluk A.Ş.'de yılları arasında Ziraat Mühendis olarak çalışmıştır. Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Hayvansal Üretim ve Teknolojileri Anabilim Dalı'nda yılları arasında yüksek lisans eğitimini “Bal Arısı (*Apis mellifera* L.) Kolonilerinde Bulunan Arı Zararlısı *Varroa destructor* ile Savaşmada Erkek Arı Gözlerini Tuzaklama Yöntemi Etkinliğinin Araştırılması” konu başlıklı tez ile tamamlamıştır. Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Hayvansal Üretim ve Teknolojileri Anabilim Dalı'nda 27.01.2020 tarihinde doktora eğitime başlamıştır. Muş Alparslan Üniversitesi Hayvansal Üretim ve Teknolojileri bölümüne 2019 yılında araştırma görevlisi olarak atanmıştır ve halen devam etmektedir. Bilim alanındaki ilgili alanı Bal arısı (*Apis mellifera* L.) yetiştiriciliğidir.

TEZ ÇALIŞMASINDAN ÜRETİLEN ESERLER

Tez çalışmasından 1 (bir) adet uluslararası dergide (SCI, SSCI ve AHCI tarafından taranan) makale ve 1 (bir) adet uluslararası kongrede tam metin üretilmiştir. Bu üretilen eserler aşağıda sunulmuştur.

Güneşdoğdu, M., Sarioğlu-Bozkurt, A., Şekeroğlu, A. and Abacı, S.H. “Changes in Vitellogenin, Abdominal Lipid Content, and Hypopharyngeal Gland Development in Honey Bees Fed Diets with Different Protein Sources”, *Insects*, 15, 215, 2024.

Güneşdoğdu, M. and Şekeroğlu, A., “Effect of Substitute Products Used in Feeding on the Aggressive Behavior of Honeybees”, *Ases International Bandırma Scientific Studies Conference*, Balıkesir, Türkiye, s.773-777, 27-29 October, 2023.

