



TÜRKİYE CUMHURİYETİ
ANKARA ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



**MAYA VE KOMPOST İLE BESLENEN UN KURDUNUN
(*Tenebrio molitor*) BÜYÜME PERFORMANSI VE BESİN
MADDE KOMPOZİSYONU**

Gizem KUTLUAY

**HAYVAN BESLEME VE BESLENME HASTALIKLARI ANABİLİM DALI
TEZLİ YÜKSEK LİSANS TEZİ**

DANIŞMAN

Prof. Dr. Pınar SAÇAKLI

ANKARA

2021

**TÜRKİYE CUMHURİYETİ
ANKARA ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**MAYA VE KOMPOST İLE BESLENEN UN KURDUNUN
(*Tenebrio molitor*) BÜYÜME PERFORMANSI VE BESİN
MADDE KOMPOZİSYONU**

Gizem KUTLUAY

**HAYVAN BESLEME VE BESLENME HASTALIKLARI ANABİLİM DALI
TEZLİ YÜKSEK LİSANS TEZİ**

DANIŞMAN

Prof. Dr. Pınar SAÇAKLI

ANKARA

2021

ETİK BEYAN

Ankara Üniversitesi

Sağlık Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğü'ne,

Yüksek Lisans tezi olarak hazırlayıp sunduğum “Maya ve Kompost ile Beslenen Un Kurdunun (*Tenebrio molitor*) Büyüme Performansı ve Besin Madde Kompozisyonu” başlıklı tez; bilimsel ahlak ve değerlere uygun olarak tarafımda yazılmıştır. Tezimin fikir/hipotezi tümüyle tez danışmanım Prof. Dr. Pınar SAÇAKLI ve bana aittir. Tezde yer alan deneysel çalışma/araştırma tarafımda yapılmış olup, tüm cümleler, yorumlar bana aittir.

Yukarıda belirtilen hususların doğruluğunu beyan ederim.

Öğrencinin Adı Soyadı: Gizem KUTLUAY

Tarih: 28.09.2021

İmza:

KABUL VE ONAY



İÇİNDEKİLER

Etik Beyan	ii
Kabul ve Onay	iii
İçindekiler	iv
Önsöz	v
Simgeler ve Kısaltmalar	vi
Şekiller	vii
Çizelgeler	viii
1. GİRİŞ	1
1.1. Yem Kaynağı Olarak Böcekler	2
1.2. Un Kurdu	4
1.2.1. Un Kurdunun Sınıflandırılması	4
1.2.2. Un Kurdunun Habitatı	5
1.2.3. Un Kurdunun Yaşam Döngüsü	5
1.2.4. Un Kurdunun Yetiştirilmesi	7
1.2.5. Un Kurdunun Besin Değerleri	7
1.2.6. Un Kurdu (Tenebrio Molitor) Hakkında Yapılan Çalışmalar	8
2. GEREÇ VE YÖNTEM	10
2.1. Gereç	10
2.2. Yöntem	11
2.2.1. Boy ve Ağırlıkların Tespiti	12
2.2.2. Besin Madde Analizi	12
3. BULGULAR	13
3.1. Yem Hammaddelerinin Besin Madde Bileşimi	13
3.2. Un Kurtlarının Besin Madde Bileşimi	14
3.3. Un Kurtlarının Haftalık Canlı Ağırlıkları	15
3.4. Un Kurtlarının Beslenme Şekline Göre Boyları ve Canlı Ağırlık Artışı	16
3.5. Un Kurtlarının Yaşam ve Ölüm Oranları	17
4. TARTIŞMA	18
5. SONUÇ VE ÖNERİLER	20
ÖZET	21
SUMMARY	22
KAYNAKLAR	23
ÖZGEÇMİŞ	26

ÖNSÖZ

Kanatlı hayvan yetiştiriciliğinin yaygın olduğu ülkemizde bitkisel ve hayvansal yem kaynakları kullanılarak besleme yapılmaktadır. Yüksek genetik kapasiteye sahip yumurtacı tavukların ve etlik piliçlerin protein ve enerji ihtiyaçlarının karşılanması verimleri açısından önem arz etmektedir. Yem ham maddelerinin zengin besin içeriğine sahip, kolay ulaşılabılır ve sürekliliğinin olmasına ihtiyaç duyulmaktadır. Yem kaynaklarının çoğu pahalı, protein kalitesi yetersiz veya düşük düzeylerde kalmaktadır. Kaliteli yem kaynaklarına ve besin maddelerine duyulan ihtiyacın giderek artmasına bağlı olarak alternatif yem kaynakları araştırılmaktadır. Bu bağlamda balık unu, maya ve soya küspesi ile karşılaştırılabilir düzeyde bir yem kaynağı olarak böcekler ön plana çıkmaktadır. Hızlı üremeleri, kolay beslenmeleri ve yan etkilerinin neredeyse olmayışı sayesinde böcekler arasında tercih edilen türlerden biri de un kurdu olmuştur.

Bu çalışmada yol gösterici olarak destek sağlayan danışmanım Prof. Dr. Pınar SAÇAKLI'ya, Hayvan Besleme Anabilim Dalı idari personellerinden Zir. Müh. Ayşe AKSOY'a, istatistik analizlerinde yardımcı olan Doç. Dr. Doğukan ÖZEN'e ve kadim dostum Farmakoloji Anabilim Dalı Araştırma Görevlisi Dr. Sedat SEVİN'e katkılarından dolayı teşekkürlerimi sunarım.

SİMGELER VE KISALTMALAR

AOAC	Association of Official Analytical Chemists
ATK	Ayçiçeği Tohumu K�spest
CA	Canlı Ağırlık
CAA	Canlı Ağırlık Artışı
HK	Ham Kül
HP	Ham Protein
HS	Ham Selüloz
HY	Ham Yağ
kcal	Kilokalori
KM	Kuru Madde
mg	Miligram
mm	Milimetre
S \bar{x}	Standart Sapma
SFK	Soya Fasulyesi K�spest
UK	Un Kurdu
\bar{x}	Aritmetik Ortalama
YDO	Yem Değerlendirme Oranı
YT	Yem T�kعتimi
�C	Santigrat Derece
%	Yüzde

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1.1. Böceklerin Yem Üretim Zinciri	4
Şekil 1.2. Coleoptera Takımındaki Türlerin Resmi	6
Şekil 2.1. Un Kurdu Larvalarının Besi Yerleri	11
Şekil 2.2. Buzdolabında Saklanmış Un Kurdu Pupalarının Gruplandırılmış Hali	12



ÇİZELGELER LİSTESİ

Çizelge 1.1. Bazı Böceklerin Besin Maddeleri ve Enerji İçerikleri	3
Çizelge 1.2. Un Kurdunun Bilimsel Sınıflandırması	5
Çizelge 1.3. Araştırma Materyali Un Kurdu Olan Çalışmalardan Derlenen Besin Madde Düzeyleri	9
Çizelge 3.1. Yem Hammaddelerinin Besin Madde Bileşimi	13
Çizelge 3.2. Un Kurtlarının Besin Madde Bileşimi	15
Çizelge 3.3. Un Kurtlarının Haftalık Canlı Ağırlıkları	16
Çizelge 3.4. Un Kurtlarının Beslenme Şekline Göre Boyları ve Canlı Ağırlık Artışı	17
Çizelge 3.5. Un Kurtlarının Yaşam ve Ölüm Oranları	17

1. GİRİŞ

Hayvansal gıdaya olan talebin giderek arttığı günümüz dünyasında alternatif yem kaynağı olarak un kurtlarının kullanılması büyük ilgi görmektedir. Doğal besin kaynaklarına duyulan ihtiyacın fazla olduğu 21. Yüzyılda katkısız ve genetiği değiştirilmemiş besinlere olan talep giderek artmaktadır. Avrupa komisyonu, Avrupa Birliği ülkelerinde tüketilmesi güvenilir “yenilikçi gıda” olarak bazı tür böceklerin satışına başlanması yolunu açmıştır. Un kurdu (*Tenebrio molitor*), ilk kez gıda olarak izin verilen bir böcek türü olmuştur (Euronews, 2021). Avrupa Birliği, Temmuz 2017'de su ürünleri yetiştiriciliğinde böceklerin tüketilmesinin serbest olmasının ardından, kümes hayvanları ve domuz yemlerinde böceklerden elde edilen işlenmiş hayvan proteinlerinin kullanımına izin vermiştir. Kanunla ilgili Komisyon Yönetmeliği (AB) 2021/1372 Avrupa Birliği Resmi Gazetesinde yayınlanmıştır (Feed Additive, 2021).

Kümes hayvanları, et ve yumurta verimi ile tüy gelişimi için yüksek oranda protein, aminoasit ve enerjiye ihtiyaç duymaktadır. Etlik piliçlerin kısa sürede yüksek canlı ağırlığa ulaşmaları için protein ve enerji ihtiyaçlarının karşılanması büyük önem taşımaktadır. Protein ihtiyaçlarının karşılanmasında çeşitli protein kaynakları mevcuttur. Bu kaynaklar arasında, bitkisel kökenli protein olarak soya kütspesi (SK) ve ayçiçeği tohumu kütspesi (ATK) ile hayvansal kökenli olarak et-kemik unu ve balık unu yer almaktadır (Işık, 2015). Uzun yıllar kanatlı yetiştiriciliğinde rendering ürünleri (et-kemik unu, kan unu vs.) kullanımından yararlanılmış ve entegreler, yan ürünlerini kendileri işleyerek çeşitli faydalar elde etmişlerdir. Bu uygulama işletmelere hem ekonomik olarak katkı sağlamış hem de atık sorunlarını ortadan kaldırmaya yardımcı olmuştur (Çınar ve Aral, 2012). Ancak bunların beraberinde bazı sıkıntılar meydana gelmeye başlamıştır. Kesimhane atıkları uygun yöntemlerle işlenmedikleri takdirde tavuklar için *Salmonella* hastalığı için risk oluşturmaktadır (Aslantaş, 2004). Balık unu kanatlı hayvanların beslenmesi için protein ve esansiyel yağlar bakımından yeterli bir kaynaktır. Ancak balık ununun

kanatlılarda belli oranların üstünde kullanılması ette koku oluşumuna neden olmaktadır (Küçükersan, 2008).

Yem hammadde seçiminde besin içeriklerinin yeterli olmasına, toksikasyon riskinin olmamasına ve kolay sindirilebilir olmasına önem verilmektedir (Vasey ve Powell, 1984). Avrupa Birliği, gıda güvenliğini arttırmak amacıyla çiftlik hayvanlarının yemlerinde hayvansal kaynaklı proteinlerin kullanımını yasaklama yoluna gitmiştir. Ülkemizde ise 11 Haziran 2010 tarihinde kabul edilen 5996 numaralı “Veteriner Hizmetleri, Bitki Sağlığı, Gıda ve Yem Kanunu” ile yayın tarihi 24 Aralık 2011 olan “İnsan Tüketimi Amacıyla Kullanılmayan Hayvansal Yan Ürünler Yönetmeliği” kapsamında kısıtlayıcı önlemler getirilmiştir. Son olarak 1 Ocak 2017 tarihinden itibaren kanatlı hayvanların beslemesinde kendi türünden elde edilen rendering ürünlerinin kullanılması kısıtlanmıştır (Çınar ve Aral, 2012).

1.1. Yem Kaynağı Olarak Böcekler

Böcekler yaşamsal döngülerine, yetiştirme yöntemlerine ve ortam koşullarına göre farklı besin değerlerine sahiptirler. Örneğin; buğday sapı, yonca ve işlenmiş arpa atıklarıyla beslenen karasinek larvaları, tavuk dışkılarıyla beslenenlere göre daha yüksek oranda metiyonin ve daha düşük oranda kuru madde (KM) içermektedir (Jozefiak ve Engberg, 2015).

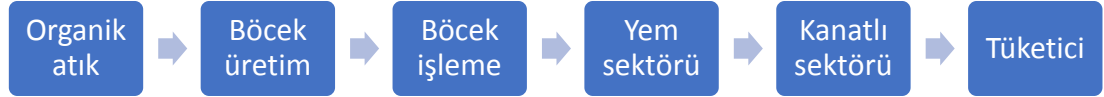
Bazı larva ve pupa dönemindeki böceklerin besin değerleri Çizelge 1.1’de yer almaktadır. En yüksek protein oranına sahip böcek türü meyve sineği olurken bu oran karıncalar ve ipek böceğinde en düşüktür. Un kurdu larvasının protein düzeyi kan solucanınıninkiyle benzerdir. Yağ oranları bakımından karşılaştırma yapıldığında mum güvesi larvasından sonra en yüksek orana un kurdu larvasının sahip olduğu görülmektedir. Kuru madde yüzdesinin en yüksek olduğu böcek ev sineği pupasıdır. Bu değer, un kurdu pupasının 2 katından fazladır. Ham kül oranlarına bakıldığında mısır kurdunun en düşük kül değerlerine sahip olduğu ve un kurdunun bu sırayı takip ettiği görülebilmektedir. Enerji değerlerine bakıldığında böcek türleri arasında mum

güvesi larvasının ve un kurdunun en yüksek değerlere sahip olduğu söylenebilmektedir.

Çizelge 1.1. Bazı Böceklerin Besin Maddeleri ve Enerji İçerikleri (Tekeli, 2014).

Böcek Türleri	Kuru Madde (%)	Ham Protein (%)	Brüt Enerji (kcal/g)	Ham Yağ (%)	Ham Kül (%)	Asit Deterjan Fiber (%)
Kan solucan	9,9	52,8	-	9,7	11,3	-
Gece solucanı	16,3	60,7	4,93	4,4	11,4	15,0
Siyah solucan	18,4	47,8	5,57	20,1	4,5	0,7
Toprak solucanı	20,0	62,2	4,65	17,7	5,0	9,0
Hamam böceği, Amerika	38,7	53,9	6,07	28,4	3,3	9,4
Balık sineği	26,5	63,9	5,88	19,5	5,8	10,9
Mısır kurdu Larva, Avrupa	27,3	60,4	5,69	17,2	2,9	13,1
Mısır kurdu Pupa, Avrupa	28,0	64,2	5,60	17,0	2,6	15,4
Meyve sineği	29,6	70,1	5,12	12,6	4,5	27,0
Meyve sineği, Larva	21,2	40,3	5,57	29,4	9,8	5,9
Meyve sineği, Pupa	32,4	52,1	4,84	10,5	14,1	17,4
Cırcır böceği, Yetişkin	31,0	64,9	5,34	13,8	5,7	9,4
Un kurdu Böceği	38,6	63,7	5,79	18,4	3,1	16,1
Un kurdu, Larva	37,6	52,7	6,49	32,8	3,2	5,7
Un kurdu, Pupa	39,0	54,6	6,43	30,8	3,4	5,1
Un kurdu, Larva, Kral	40,9	45,3	7,08	55,1	2,9	7,2
Ev sineği, Larva, Kuru	93,7	56,8	6,07	20,0	6,8	18,0
Ev sineği, Pupa, Kuru	96,4	58,3	5,70	15,8	6,8	19,9
Su piresi, Kuru	91,7	55,2	-	6,6	10,8	-
Sivrisinek, Larva, Kuru	94,0	42,2	-	16,1	11,8	-
Mum güvesi, Larva	34,1	42,4	7,06	46,4	2,7	4,8
Güve Tırtılı	-	48,7	3,75	11,1	-	-
Tırtıl	-	56,8	-	11,3	-	-
Karıncı yumurtası	-	17,4	12,8	3,8	-	-
Ağaç karıncası	-	8,9	1,11	5,8	-	-
İpek böceği	-	23,1	2,29	14,2	-	-
İpek böceği, Larva	-	48,7	-	30,1	-	-

Veldkamp ve ark., (2012) Wageningen Üniversitesi'nde, kanatlı ve domuz yemlerinde böceklerin kullanım olanaklarını konu alan uluslararası bir seminer düzenlemiş ve konuyla ilgili çalışmaları, görüşleri ve bildirişleri içeren bir rapor hazırlamışlardır. Şematik olarak böceklerin yemlerde kullanımına ilişkin bir üretim zinciri oluşturulmuştur (Şekil 1.1).



Şekil 1.1. Böceklerin Yem Üretim Zinciri (Veldkamp ve ark., 2012).

Böcekler iyi düzeyde protein içermelerinin yanı sıra yüksek oranda yağ, mineral ve enerji de içermektedir. Bu sayede böcekler değerli besin kaynaklarından sayılmaktadırlar (Tekeli, 2014). Böcekler kendi türleri arasında yağ içeriği bakımından önemli bir çeşitlilik göstermektedir (Veldkamp ve ark., 2012). Ayrıca Finke (2008), dişi böceklerin erkek böceklerden daha fazla yağ oranına sahip olduğunu bildirmiştir.

1.2. Un Kurdu

1.2.1. Un Kurdunun Sınıflandırılması

Insecta sınıfında ve Tenebrionidae familyasında yer alan *Tenebrio molitor* türündeki un kurdunun bilimsel sınıflandırması Çizelge 1.3'te verilmiştir.

Çizelge 1.2. Un Kurdunun Bilimsel Sınıflandırması (Bugguide, 2017).

Alem	Animalia
Şube	Arthropoda
Altşube	Hexapoda
Sınıf	Insecta
Takım	Coleoptera
Alttakım	Polyphaga
Üstaile	Tenebrionoidea
Aile	Tenebrionidae
Altaile	Tenebrioninae
Oymak	Tenebrionini
Cins	Tenebrio
Tür	T. molitor

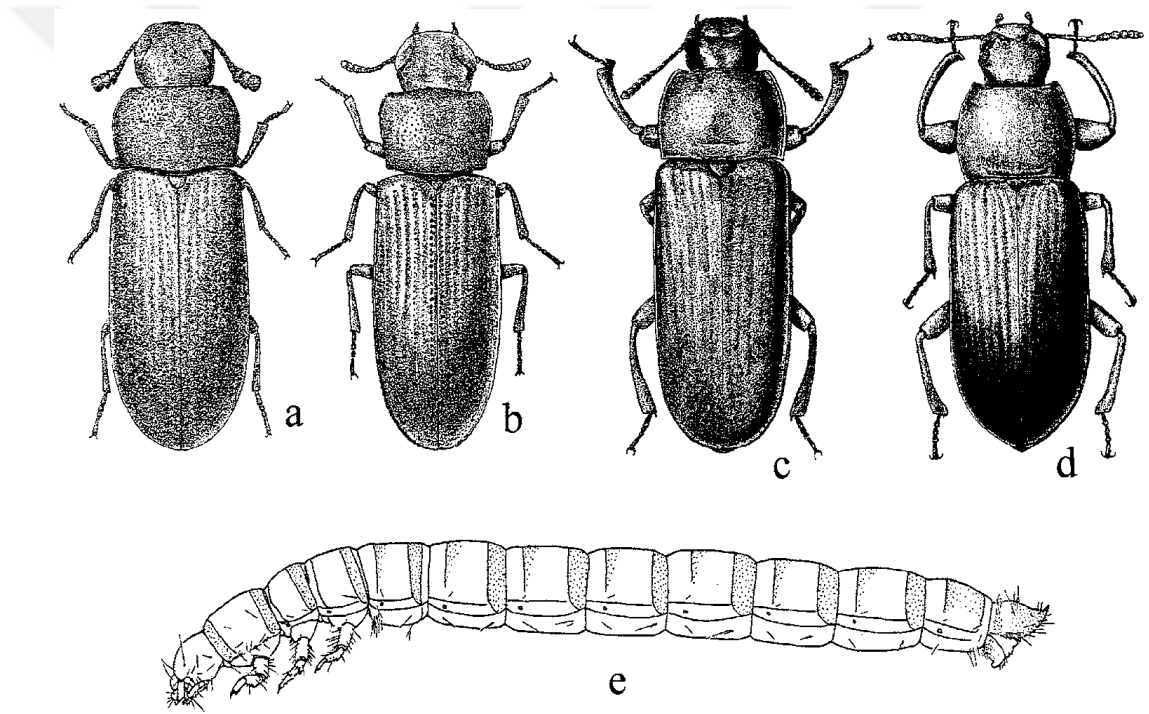
1.2.2. Un Kurdunun Habitatı

Un kurtları, Avrupa kıtasına ait yerli bir tür iken dünyada yayılmış durumdadırlar (Ramos-Elorduy ve ark., 2002). Genellikle kuzey ılıman bölgelerde yaşamaktadırlar. Karanlık ve nemli habitatları tercih ederler. Öğütülmüş ürünler, artık ve tane tahıllarla beslenmektedirler. Bu sebeple yem fabrikaları ve tahıl ambarları için zararlı kabul edilirler. Ayrıca un kurtları kanatlı hayvan gübresi, işlemden geçirilmiş hayvan artıkları, tavuk tüyleri ve ölmüş böceklerle de beslenebilmektedirler (Robinson, 2005).

1.2.3. Un Kurdunun Yaşam Döngüsü

Un kurtlarının yaşam evresi 4 dönem olup yumurta, larva, pupa ve ergin dönemlerden oluşmaktadır. Yumurta evresi 280-630 gün sürmektedir. Larvalar 4-12 gün içinde yumurtadan çıkmakta, 9-12 gün bu evrede kalmakta ve olgunlaşmaları için 3-4 aya ihtiyaç duymaktadırlar. Bu evrede çoğunlukla beyazdırlar. Bu evreden

sonra larva kabuk değiştirerek pupa evresine geçmekte ve bu evre metamorfoz evresi adıyla bilinmektedir. Son aşamaları erginlik evresidir ve bu dönemde üreme özelliği kazanmaktadır (Gullan ve Cranston, 2000). Ergin olmuş un kurtları 12-200 mm uzunluğunda ve ortam koşullarının uygun olması durumunda senede 6 kez reyebilmektedirler (Makkar ve ark., 2014). Yumurtlama davranışı düzensizdir. Dişiler günde ortalama 40 adet yumurta bırakabilmektedir. Kuluçka dönemi 30-35°C’de 6 gün, 15°C’de ise 17 gün sürmektedir. En verimli oldukları nem düzeyi %71’dir. Erginlerin iyi gelişmiş kanatları vardır ve işığa karşı duyarlıdırlar (Robinson, 2005).



şekil 1.2. Coleoptera Takımındaki Türlerin Resmi (Robinson, 2005). Tenebrionidae. (a) Tribolium castaneum;(b) Tribolium confusum; (c) Tenebrio molitor; (d) Tenebrio obscurus; (e) Tenebrio molitor larva

1.2.4. Un Kurdunun Yetiştirilmesi

Un kurdu (*Tenebrio molitor*) larvalarının yaşamları için 20-30°C arasındaki sıcaklıklar yeterli olmaktadır (Spang, 2013). Larvaların yetiştirilmesi için kabul edilebilir bağıl nem aralığı %13-70 arasındadır (Martin ve ark., 1976).

Li ve ark. (2012), *T. molitor* besledikleri çalışmalarında larvaları 2,55 larva/cm² ölçülerindeki geniş kaplara yerleştirerek çeşitli organik atıkların ilavesiyle yetiştirme yapmışlardır. Ortamın sıcaklığının 28°C ve neminin %70 olduğunu ölçmüşlerdir. Ramos-Elorduy ve ark. (2002), un kurtlarının %90 oranında kepek ve %10 oranında maya içerikli ortamda yüksek üreme kabiliyeti gösterdiklerini belirtmişlerdir.

Un kurtları yaşamak için az da olsa suya ihtiyaç duymaktadırlar. Beslendikleri kaynaktan bulunan düşük orandaki sudan yararlanabilmektedirler. Yeterli sıvı alamadıkları takdirde un kurdunun veriminde düşme meydana gelmekte ve yılda bir kez üreme gerçekleştirmektedir. Un kurtlarının senede 6 kez üremeleri için su oranı yüksek yem hammaddeleriyle beslemek gerekmektedir (Hardouin ve Mahoux, 2003).

1.2.5. Un Kurdunun Besin Değerleri

Yumurtadan ergin döneme kadar görülen evrelerde un kurdunun besin madde içerikleri farklılık göstermektedir (Zuidhof ve ark., 2003). Protein ve yağ içerikleri yüksek olup %45-65 düzeylerinde ham protein (HP) ve %30-45 düzeylerinde ham yağ (HY) içermektedir. Yapılan bir çalışmada un kurdu larvasının %46,44 HP; %32,7 HY; %4,58 ham selüloz (HS) ve %2,86 ham kül (HK) içerdiği tespit edilmiştir. Aynı çalışmada erginlerin %63,34 HP; %7,59 HY, %19,96 HS ve %3,56 HK içerdiği belirlenmiştir (Ravzanaadii ve ark., 2012).

Yapılan başka bir araştırmada un kurdu larvasında %47,4; pupasında %53,1 ve ergininde ise %60,2 HP bulunmuştur. Ham selüloz içeriği larvada %5 düzeyindeyken ergin dönemde bu oran %16,3'e çıkmaktadır (Ramos-Elorduy ve ark., 2002).

Un kurdunun larvası 50°C'de 1-3 gün (Klasing, 2000; Ramos-Elorduy, 2002), güneşin altında 2 gün (Ng, 2001) ve 100°C'de 200 dakika (Wang,1996) kurutuldukları takdirde ticari yem halini alabilmektedir. Un kurdu larvasında su oranı %56,27 düzeyinde iken bu oran kurutulmuş un kurdunda %2,43'e düşebilmektedir (Siemianowska, 2013).

1.2.6. Un Kurdu (*Tenebrio molitor*) Hakkında Yapılan Çalışmalar

Kanatlı beslenmesine un kurdu (UK) ilave edilmesine dair bilgiler sınırlı sayıdadır. Ramos-Elorduy ve ark. (2002), bir haftalık civcivlerin beslenmesinde soya küspesi içeren yeme %5 ve %10 oranlarında UK ilave etmişlerdir. Araştırma sonucunda yem tüketimi (YT), yem dönüşüm oranı (YDO) ile canlı ağırlık artışı (CAA)'nın olumlu etkisine rastlamadıklarını raporlamışlardır (Ramos-Elorduy ve ark., 2002).

Bovera ve ark. (2015)'e göre yumurta tavuğu yemlerinde balık unu çıkarılarak UK katılması ile yemlerin kalitesinde iyileşme gözlemlenmiş ve yumurta veriminde %2-4 oranında artış meydana gelmiştir.

Işık (2015), etlik piliç yemlerinde %2, %4 ve %6 düzeylerinde UK kullanarak canlı ağırlık (CA), CAA, YDO ve YT sonuçlarını incelemiştir. Belirli oranlarda UK ilave edilmesinin 0-6 haftalar arasında; CA ve YT bakımından farklılıkların olumlu etki gösterdiğini, YDO ve CAA bakımından farkların anlam ifade etmediğini tespit etmiştir.

Yapılan bir başka araştırmada, un kurtlarının larvası ve pupasının yağ asidi içeriği belirlenmiştir. Evrelerin ikisinde de yağ asidi profili laurik asit (C12:0),

palmitik asit (C16:0), stearik asit (C18:0), palmitoleik asit (C16:1), oleik asit (C18:1), miristik asit (C14:0) ve linoleik asit (C18:2) olarak saptanmıştır. Yapılan araştırmada yağ asitleri içerisinde en fazla oleik asit (C18:1)'in olduğu belirlenmiştir (Taşkın ve Aksoylar, 2010).

Çizelge 1.3. Araştırma Materyali Un Kurdu Olan Çalışmalardan Derlenen Besin Madde Düzeyleri (Gelinçek, 2019).

Referans	Besin Maddeleri (%)					Nem
	Ham protein	Ham yağ	Kuru madde	Ham selüloz	Ham kül	
Sabuncuoğlu ve ark., 2018	55,4	28,93	38,2	7,59	8,08	
Shokooh ve ark, 2018	60,21	19,12	-	22,35	4,2	
Song ve ark., 2018	65	-	-	-	12	-
Ghosh ve ark., 2017	53,2	34,5	-	6,26	4	-
Gasco ve ark., 2016	51,9	23,6	-	4,7	-	-
Makkar ve ark., 2014	52,8	36,1	-	-	-	-
Barroso ve ark., 2014	58,4	30,1	-	3,5	8	-
Siemianowska ve ark., 2013	44,72	42,48	-	-	3,69	2,43
Elorduy ve ark., 2002	47,7	37	-	5	-	-
Ramos-Elorduy ve ark., 2002	47,7	37,7	-	5	-	-

Çizelge 1.3'te verilen un kurtlarıyla ilgili çalışmalarda HP, HY, KM, HS, HK ve nem oranları arasında farklılıkların olduğu gözlemlenmiştir. Bu farklılığın kaynağı olarak larva döneminde un kurtlarının yetiştirilme şartları ve kurutma işleminde uygulanan tekniğin değişkenlik göstermesinden dolayı olduğu tahmin edilmektedir (Gasco ve ark., 2016; Henry ve ark., 2015; Makkar ve ark., 2014).

Bu çalışmada maya ve kompost ile beslenen un kurtlarının (*Tenebrio molitor*) büyüme performansı ve besin madde kompozisyonunun belirlenmesi amaçlanmıştır.

2. GEREÇ VE YÖNTEM

2.1. Gereç

Bu çalışma 2018 yılının Şubat-Nisan ayları arasında gerçekleştirildi. Çalışmada ortamın sıcaklığı 20-23°C (68-73,4 °F) aralığında ve bağıl nem ortalama %50 ölçüldü. Sıcaklık ve bağıl nem, ThermPro sıcaklık ve nem ölçer aracılığıyla takip edildi. Oda içerisinde yapay aydınlatma ya da karartma uygulanmadı. Gece ve gündüz döngüsünden yararlanıldı.

Çalışmada toplam 1300 adet un kurdu yetiştirildi. İhtiyaç duyulan un kurdu larvaları Ankara-Kızılcahamam'da bulunan Ankara Canlı Yem Merkezi'nden temin edildi. Un kurtlarının beslenmesinde yem kaynağı olarak kompost ve maya kullanıldı. Humuslu ve toprağa benzeyen bir yapıya sahip olan kompost, çeşitli bitkisel ve hayvansal atıklar ile yiyecek artıklarının aerobik ortamda karıştırılmasıyla elde edilmiştir. Maya ise bir yem katkı firmasından alındı. İnaktive edilmiş maya, (*Saccharomyces cerevisiae*)'nin melas bazlı ortamlarda üretilip tambur kurutucuda kurutulmasıyla elde edilmiştir. Bej renginde ve toz halindedir.

Çalışmada gruplar kontrol ve 2 deneme grubu olmak üzere 3 ana gruptan oluşturuldu. Her grup kendi içerisinde 5 adet alt gruplara ayrıldı. Kontrol grubuna 500 adet, deneme gruplarına ise 400'er adet un kurdu yerleştirildi. Kontrol grubu (Kepek grubu) yalnız kepek, 1. Deneme grubu (Maya grubu) kepek ve maya, 2. Deneme grubu (Kompost grubu) kepek ve kompost ile beslendi. Su kaynağı sağlanması için havuç/patates kullanıldı. Bu çalışmada kullanılan alt grupların her biri, 21 cm boyunda ve 15 cm eninde plastik kaplara yerleştirildi. Kaplar, şeffaf, renksiz ve kilitli kapaklı olarak seçildi. Kapaklar üzerinde hava sirkülasyonunun sağlanması için sık aralıklarla delikler açıldı. Kaplar, yan yana dizilerek kapakları kapalı şekilde oda ortamında tutuldu.



Şekil 2.1. Un Kurdu Larvalarının Besi Yerleri.

Deneme gruplarının besi yerleri Şekil 2.1’de görüldüğü gibidir. Kaplardan üst sıradaki Maya grubunda 15 gr maya+ 15 gr kepek kabın tabanına, kurtların hareket etmesini kısıtlamayacak düzeyde yerleştirildi. Su ihtiyaçları için havuç yerleştirildi. Sonraki haftalarda su ihtiyacı için patates de kullanıldı. Alt sırada ise kompost grubunda 15 gr kepek+ 15 gr kompost karışımı kullanıldı. Kontrol grubuna ise sadece kepek ve havuç/patates verilerek besleme yapıldı.

2.2. Yöntem

Larvaların gelişimi gözlemlenmeye başladıktan bir hafta sonra ilk pupalar oluşmaya başladı. Oluşan pupalar gelişimlerinin yavaşlatılması için her biri, kendi grupları için ayrılan bölmeli kaplara konularak buzdolabında (+4-0 °C) saklandı. Her alt gruptaki larvanın gelişimi bu şekilde takip edilerek en sonuncu pupa oluşana kadar toplama işlemine devam edildi. Her hafta yemleri ve su kaynakları değiştirilerek tazelandı. Oda şartları değişmeden ve yemden ayrı kalma süreleri uzun tutulmadan uygulamalara devam edilerek gelişimlerinin etkilenmemesi sağlandı. Temizleme sırasında pupa evresine geçen larvaların kabuk artıkları ve havuç etrafında oluşan nemden kaynaklı yapışmış yem maddeleri nedeniyle yemdeki tüketim dikkate alınmamıştır.



Şekil 2.2. Buzdolabında Saklanmış Un Kurdu Pupalarının Gruplandırılmış Hali.

Gruplardan elde edilen pupaların boy ve ağırlık ölçümleri ile besin madde analizleri Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları Anabilim Dalı laboratuvarında yapıldı.

2.2.1. Boy ve Ağırlıkların Tespiti

Yetiştirilen her bir pupanın ağırlığı ± 10 mg'a duyarlı terazi ile tartılarak belirlenmiştir. Uzunlukları ise mm ölçekli cetvel yardımı ile ölçüldü.

2.2.2. Besin Madde Analizi

Deneme yemi olarak kullanılan kepek, maya ve kompost ile beslenen un kurtlarının kuru madde, ham protein, ham yağ ve ham kül analizleri AOAC (2000)'de bildirilen metotlara göre belirlenmiştir.

3. BULGULAR

3.1. Yem Hammaddelerinin Besin Madde Bileşimi

Araştırmada kullanılan yem hammaddelerinin besin madde bileşimleri Çizelge 3.1’de verilmiştir. Mayanın (%87,23) ve kepeğin (%87,13) KM değerleri birbirine yakın bulunmuştur. Kompostun (%41,10) KM değeri kepek ve mayadan daha düşük ölçülmüştür. HP içerikleri bakımından maya (%50,74), kompost (%10,59) ve kepekten (%14,01) daha yüksek değerde bulunmuştur. HY düzeyleri ölçüldüğünde ise kepeğin (%4,82), kompost (%0,26) ve mayadan (%0,83) daha yüksek olduğu görülmüştür. HK değeri kompostun (%13,1) en yüksek bulunmuştur.

Deneme yemlerinin besin madde bileşimleri hesaplanarak Çizelge 3.1’de belirtilmiştir. Maya ve kepek karışımından oluşan yemin KM değeri %87,18; HP değeri %32,38; HY değeri %2,83; HK değeri %5,45 olarak bulundu. Kompost ve maya karışımından oluşan yemin KM değeri %64,12; HP değeri %12,3; HY değeri %2,54; HK değeri %8,72 olarak bulundu.

Çizelge 3.1. Yem Hammaddelerinin Besin Madde Bileşimi (%).

Yem Hammaddeleri	Besin Madde Bileşimleri (%)			
	Kuru Madde	Ham Protein	Ham Yağ	Ham Kül
Maya	87,23	50,74	0,83	6,56
Kompost	41,10	10,59	0,26	13,1
Kepek	87,13	14,01	4,82	4,34
Maya + Kepek	87,18	32,38	2,83	5,45
Kompost + Kepek	64,12	12,3	2,54	8,72

3.2. Un Kurtlarının Besin Madde Bileşimi

Kepek, maya ve kompost ile beslemenin un kurtlarının KM, HP, HY ve HK sonuçları Çizelge 3.2’de verilmiştir. Kompost (%35,24) grubunun KM düzeyi, maya (%35,56) grubunun KM düzeyinden rakamsal olarak düşük; kepek (%34,81) grubunun KM düzeyinden ise rakamsal olarak yüksek ölçülmüştür. Kompost grubunun KM düzeyi istatistiksel olarak maya ve kepek grupları ile benzerlik göstermiştir. Maya (%35,56) grubunun KM düzeyinin kepek (%34,81) grubunun KM düzeyinden istatistiksel olarak önemli derecede yüksek ($P<0,05$) olduğu tespit edilmiştir.

Maya, kompost ve kepek gruplarında HP düzeyleri sırasıyla %56,23, %55,30 ve %56,02 olarak tespit edilmiştir ve gruplar arasında istatistik açıdan farklılık ortaya çıkmamıştır ($P>0,05$).

Kompost (%27,58) grubunun HY düzeyi, maya (%29,12) grubunun HY düzeyinden rakamsal olarak düşük; kepek (%26,23) grubunun HY düzeyinden rakamsal olarak yüksek ölçülmüştür. Kompost grubunun HY düzeyi istatistiksel olarak maya ve kepek grupları ile benzerlik göstermiştir. Maya (%29,12) grubunun HY düzeyinin kepek (%26,23) grubunun HY düzeyinden istatistiksel olarak önemli derecede yüksek ($P<0,05$) olduğu tespit edilmiştir.

Maya, kompost ve kepek gruplarında HK düzeyleri bakımından gruplar arasında istatistik açıdan farklılık ortaya çıkmamıştır ($P>0,05$).

Çizelge 3.2. Un Kurtlarının Besin Madde Bileşimi.

	Grup	\bar{x}	S\bar{x}	P
Kuru Madde (%)	Maya	35,56 ^a	±0,53	0,033
	Kompost	35,24 ^{ab}	±0,27	
	Kepek	34,81 ^b	±0,33	
Ham Protein (%)	Maya	56,23	±0,42	0,474
	Kompost	55,30	± 0,4	
	Kepek	56,02	±2,03	
Ham Yağ (%)	Maya	29,12 ^a	±1,08	0,046
	Kompost	27,58 ^{ab}	±1,86	
	Kepek	26,23 ^b	±1,77	
Ham Kül (%)	Maya	2,88	±0,28	0,207
	Kompost	2,88	±0,27	
	Kepek	2,53	±0,43	

3.3. Un Kurtlarının Haftalık Canlı Ağırlıkları

Maya, kompost ve kepek ile beslenen un kurtlarının her birinin 5 hafta boyunca ölçülen canlı ağırlıkları Çizelge 3.3'te verilmiştir. Denemede, başlangıç ile 4. hafta arasında gerçekleşen besleme periyodu boyunca CA'ları arasında farklılık önemsiz bulunmuştur ($P>0,05$). 5. haftada CA'ları ölçülen un kurtlarının başlangıç haftasında ölçülen değerlerine göre 5. hafta arasındaki farkın çok önemli ($P<0,000$) olduğu tespit edilmiştir.

Çizelge 3.3. Un Kurtlarının Haftalık Canlı Ağırlıkları.

Hafta	Grup	n	CA (mg)	Standart Sapma	P
Başlangıç	Maya	5	103	± 7,65	0,739
	Kompost	5	107	± 6,58	
	Kepek	5	105	± 7,09	
2.hafta	Maya	5	108	± 7,75	0,913
	Kompost	5	109	± 7,77	
	Kepek	5	107	± 12,53	
3.hafta	Maya	5	119	± 3,39	0,551
	Kompost	5	122	± 10,62	
	Kepek	5	116	± 9,58	
4.hafta	Maya	5	128 ^b	± 4,67	0,018
	Kompost	5	136 ^b	± 16,62	
	Kepek	5	152 ^a	± 10,88	
5.hafta	Maya	5	136 ^b	± 9,13	0,000
	Kompost	5	131 ^b	± 11,50	
	Kepek	5	176 ^a	± 16,89	

3.4. Un Kurtlarının Beslenme Şekline Göre Boyları ve Canlı Ağırlık Artışı

Maya, kompost ve kepek ile beslenen un kurtlarının boylarına ve CAA'na ilişkin verileri Çizelge 3.4'de verilmiştir. Deneme yemleri ile beslenen un kurtlarının boyları arasında yapılan karşılaştırmaya göre, maya (%16,01) grubundaki un kurtlarının boyları, kompost (%16,23) grubundaki un kurtlarının boylarına rakamsal olarak benzerlik göstermiştir. Kepek (%14,88) ile beslenen un kurtlarının boyları ise maya (%16,01) ve kompost (%16,23) ile beslenen un kurtlarının boylarından istatistik açıdan önemli derecede ($P < 0,000$) kısa bulunmuştur.

Deneme yemleri ile beslenen un kurtlarının CAA bakımından karşılaştırması yapıldığında maya (%32,60) grubundaki un kurtlarının CAA, kompost (%24,80)

grubundaki un kurtlarının CAA'dan fazla olduğu görülmüştür. Kepek (%71,66) grubundaki un kurtlarının CAA önemli derecede yüksek bulunmuştur (P=0,001).

Çizelge 3.4. Un Kurtlarının Boyları ve Canlı Ağırlık Artışı.

Değişken	Grup	n	\bar{x}	S \bar{x}	P
Boy (mm)	Maya	5	16,01 ^a	±1,36	0,000
	Kompost	5	16,23 ^a	±1,09	
	Kepek	5	14,88 ^b	±1,35	
CAA (mg)	Maya	5	32,60 ^b	±15,75	0,001
	Kompost	5	24,80 ^b	±7,89	
	Kepek	5	71,66 ^a	±20,22	

3.5. Un Kurtlarının Yaşam ve Ölüm Oranları

Maya, kompost ve kepek ile beslenen un kurtlarının beslenme sonunda ölçülen yaşayan ve ölen sayıları Çizelge 3.5'te verilmiştir. Deneme yemleri ile beslenen un kurtlarının ölüm oranlarının belirlenmesi amacıyla yapılan ki kare testine göre; besin kaynağı ile yaşam ve ölüm oranları önemli derecede ilişkili bulunmuştur (P=0,000). Maya grubundaki un kurtlarının %70,10'u yaşarken %29,90 oranında ölüm gerçekleşmiştir. Kompost grubundaki un kurtlarının %75,70'i yaşarken %24,30'u ölmüştür. Kepek grubundaki un kurtlarında yaşayan oranı %87,60 ve ölen oranı %12,40 bulunmuştur.

Çizelge 3.5. Un Kurtlarının Yaşam ve Ölüm Oranları.

Grup	Yaşayan		Ölen		P
	n	%	n	%	
Maya	286	70,10	122	29,90	0,000
Kompost	306	75,70	98	24,30	
Kepek	438	87,60	62	12,40	

4. TARTIŞMA

Un kurtlarının tükettikleri yemin ham protein oranının 2-3 kat artırılması ile benzer vücut protein oranı elde edildiği bildirilmektedir (Van Broekhoven ve ark., 2015). Ancak yapılan bu çalışmada kompost grubunun protein oranı en düşük, maya grubunun en yüksek olmasına karşın bütün gruplarda vücut protein oranı benzer bulunmuştur. Un kurtları için en iyi protein kaynaklarının %5-10 maya (Fraenkel 1950; Martin ve Hare 1942), %2-32 kazein (Davis ve Leclercq 1969) ve daha düşük düzeyde laktalbümin (Davis ve Leclercq, 1969; Fraenkel 1950; Leclercq, 1948) olduğu bildirilmektedir. Yapılan bu çalışmada vücut proteininde artış sağlanamamasının nedeninin mayanın yüksek oranda (%50) kullanılmış ve muhtemelen amino asit dengesinin bozulmuş olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. En yüksek vücut yağ oranı maya grubunda elde edilmesi amino asit dengesinin uygun olmadığını ve fazla proteinin vücutta yağ olarak depolandığını göstermektedir.

Un kurdu larvasının büyüme hızı yüksek oranda neme bağlıdır, %70-100 nispi nemde yüksek büyüme oranlarına sahip oldukları, (Hardouin ve Mahaux 2003; Fraenkel 1950) ancak bu oran %30'a düştüğünde yavaşladığı ve %13'te ise tamamen durduğu bildirilmektedir (Fraenkel 1950). Aşırı kuru koşullarda, un kurdu larvası beslenmeyi kesmekte nem daha uygun seviyelere yükselene kadar hareketsiz kalabilmektedir (Urs ve Hopkins 1973a). Genel olarak, bağıl nem ne kadar yüksek olursa, büyüme hızı o kadar yüksek olur, ancak yüksek nem seviyeleri, mantarlar, diğer mikroorganizmalar, akarlar gibi kolonilerin büyümesini destekler (Fraenkel 1950). Yapılan bu çalışmada bağıl nem ortalama %50 olduğundan dolayı büyümeleri yavaş olmuştur.

Özsoy (2017), un kurdu larvasının, pupa ve ergin dönemlerdeki ağırlıklarının dış görünüş ve gen yapısıyla ilişkilerini belirlemeyi amaçlayan çalışmasında ağırlık değişiminin bütün özellikler üzerinde önemli olduğunu tespit etmiştir ($P<0,05$). Un

kurduyla ilgili iyileştirme araştırmalarında kullanılabilir en uygun özelliğin un kurdunun ağırlığını örnek almanın yararlı olacağını belirtmiştir.

Un kurtlarının haftalık CA'ları bakımından 3. haftaya kadar istatistik açıdan fark bulunmazken 4. haftadan itibaren kepek grubunun CA'sı maya ve kompost grubundan istatistik açıdan önemli derecede ($P=0,018$) yüksek bulunmuştur. Yapılan bu çalışmanın aksine un kurdunun sadece kepeklerle beslenebileceği; kepeğin gerekli tüm besinleri içermesine rağmen optimal besin madde bileşimine sahip olmadığı, bu nedenle besin madde takviyelerinin gelişimin çeşitli aşamalarında avantaj sağladığı bildirilmektedir (Morales-Ramos ve ark., 2010). Yine protein takviyesinin, hayatta kalma oranlarını %84-88'den %88-92'ye (Van Broekhoven ve ark., 2015) ve %19-52'den %67-79'a yükselttiği (Oonincx ve ark. 2015), ayrıca büyüme hızını artırdığı (Davis 1970a) rapor edilmiştir. John ve ark. (1979) 4 haftalık sürede, protein içermeyen yemlerle beslenen larvalarda 23-29 mg CAA olurken %10 maya ve %90 öğütülmüş buğday ilave edilmiş yemlerle beslenenlerde 45,5–55,6 mg'lık artış olduğunu tespit etmişlerdir. Yine Davis (1970a), %3 kazein takviyesi ile larvanın büyüme hızı 4,08 mg/g iken %20 kazeinde 6,16 mg/g olduğunu bildirmişlerdir. Bu çalışmada benzer sonuçların elde edilmemesinin nedeni maya düzeyinin yüksek olması olabilir.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada un kurtlarının beslenmesinde farklı yem kaynakları kullanılarak kuru madde, ham protein, ham yağ ve ham kül oranları ölçüldü ve değerler karşılaştırıldı. Un kurdu larvasının diğer böcek türlerine benzer oranlarda yüksek yağ içeriğine sahip olduğu ve protein ihtiva ettiği belirlenmiştir. Un kurtlarının maya ve kompost ile beslenen deneme gruplarında HP ve HK değerlerinde anlamlı bir farklılık oluşmamıştır. Kuru madde ve HY değerleri ise önemli derecede ($P<0,05$) artmıştır.

Denemede un kurtlarına verilen yem kaynaklarının HP oranları karşılaştırıldığında mayanın %50,74 ile en yüksek değerde; kompostun %10,59 ve kepeğin %14,01 olduğu görülmüştür. Yağ düzeylerinin mayada %0,83; kompostta %0,26 ve kepekte %4,82 olduğu bulunmuştur. Kuru madde yüzdeleri incelendiğinde mayanın 87,23 ve kepeğin 87,13 ile benzer oranlara sahip olduğu, kompostun ise 41,10 çıktığı belirlenmiştir. HK değerleri ise mayanın %6,56; kompostun %13,1 ve kepeğin %4,34'tür.

Un kurtlarının kepekten oluşan yemlerine %50 maya veya %50 kompost ilave edilmesinde CA ve CAA olumsuz etkilenmiştir. Denemede maya veya kompost ile beslenen un kurtlarının boylarının kepekle beslenen gruba göre önemli derecede uzun olduğu tespit edilmiştir ($P<0,05$).

Sonuç olarak, un kurdunun beslenmesinde kepeğe ilave olarak %50 maya veya %50 kompost ekleyerek beslemenin, kuru madde ve yağ oranını artırdığı ancak protein düzeyini etkilemediği tespit edilmiştir. Ayrıca kullanılan düzeyler CA ve CAA'yı olumsuz etkilemiştir. Çalışma sonucunda protein takviyesinin kullanım düzeyinin önemli olduğu, bundan sonra daha düşük oranlarda ilave edilmesi ve özellikle amino asit dengesinin de dikkate alınarak yeni çalışmaların yapılması önerilmektedir.

ÖZET

Maya ve Kompost ile Beslenen Un Kurtunun (*Tenebrio molitor*) Büyüme Performansı ve Besin Madde Kompozisyonu

Bu çalışmada, farklı yem hammaddeleri kullanımının un kurtlarının (*Tenebrio molitor* L.) büyüme performansına olan etkisi ve besin değerleri araştırılmıştır. Deneme 1300 adet *T. molitor* larvası ile 5 hafta boyunca sürdürülmüştür. Un kurtları bir kontrol 2 deneme olmak üzere 3 gruba ayrılmıştır. Her grup kendi içerisinde 5 alt gruba ayrılmıştır. Kontrol gruplarının rasyonuna sadece kepek ve su kaynağı olarak havuç konulmuştur. Deneme gruplarından biri olan maya gruplarına %50 oranında kepek, %50 oranında maya eklenmiştir ve su kaynağı olarak havuç kullanılmıştır. Diğer deneme grubu olan kompost gruplarına %50 oranında kepek, %50 oranında kompost verilerek yine havuç ilavesi yapılmıştır. Her bir grup un kurdu şeffaf plastik kaplara, kapaklarına hava sirkülasyonu sağlanacak şekilde sık ve küçük delikler açılarak yerleştirilmiştir. Her hafta larva gelişimleri takip edilerek pupa evresine gelen un kurtları ayrılmıştır. Aynı zamanda besi yerleri ve su kaynakları değiştirilerek canlı ağırlıkları hesaplanmıştır. Denemede, başlangıç ile 4. hafta arasında gerçekleşen besleme periyodu boyunca CA'ları arasında farklılık önemsiz bulunmuştur. 5. haftada CA'ları ölçülen un kurtlarının başlangıç haftasında ölçülen değerlerine göre 5. hafta arasındaki farkın çok önemli olduğu tespit edilmiştir. Gruplar arasında un kurtlarının uzunlukları farklılık göstermiştir. Buna karşın kompost ve mayayla beslenen un kurtlarının diğer gruplara göre daha uzun olduğu gözlemlenmiştir. Denemede maya ile beslenen grupta ham protein ve ham yağ yüzdesi en yüksek ölçülmüştür. Gruplar arasında ham protein ve ham kül bakımından fark bulunmamıştır, buna rağmen kuru madde ve ham yağ oranları arasında anlamlı bir fark bulunmuştur ve deneme gruplarının kontrol grubuna oranla yüksektir. Un kurtlarının besin içeriklerine göre ölüm oranları arasındaki fark çok önemli bulunmuştur. Sonuç olarak un kurtları yüksek oranda protein içermektedir ve beslenme şekillerine göre besin değerleri farklılık gösterebilmektedir.

Anahtar Sözcükler: Besleme, Protein kaynağı, Un kurdu.

SUMMARY

Growth Performance and Nutrient Composition of Mealworms (*Tenebrio molitor* L.) Feed on Yeast and Compost

In this research, the impacts and nutritional values of using various feed ingredients on the growth performance of mealworms (*Tenebrio molitor* L.) were investigated. The experiment was carried out with 1300 *T. molitor* larvae for 5 weeks. Mealworms were divided into 3 groups as one control (bran) and two experimentals (compost&bran and yeast &bran). Bran was included in the diet of the control groups, along with carrots as a source of water. In the yeast groups, which is one of the experimental groups, 50% bran and 50% yeast were added and carrots were used as a source of water. In the other experimental group, compost groups, 50% bran and 50% compost were supplied and carrot was provided as well. Each group of mealworms were placed in transparent plastic containers by creating frequent and small holes in the lids to ensure air circulation. Mealworms that reached the pupal stage were separated by following their larval development every week. At the same time, the live weight gains were calculated by changing the growth medium and water sources. In the experiment, the difference in CAs was found to be insignificant during the feeding period between the beginning and the 4th week. It was determined that the difference between the 5th week was very significant according to the values measured in the first week of mealworms whose CAs were measured at the 5th week. However, the lengths of the mealworms differed between the groups and mealworms which were fed with compost and yeast were measured longer than the other control groups. In the experiment, the percentage of crude protein and fat was found to be the highest in the yeast fed group. Between the groups; no difference was observed in terms of crude protein and crude ash, however, a significant difference was found between the raw oil and dry matter ratios, where the experimental groups had higher raw oil and higher dry matter than the control groups. The difference between the death rates of mealworms according to their nutritional content was found to be very significant. As a result, mealworms contain high levels of protein and their nutritional values may differ according to their diet.

Keywords: Mealworm, Nutrition, Protein source.

KAYNAKLAR

- AOAC (2000). Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists. 17th Ed., AOAC International, Maryland, USA.
- ASLANTAŞ, Y. (2004). Yem Kaynağı Olarak Rendering Ürünlerinin Hayvan Beslemede Kullanımı, National Renderers Association (NRA), Çukurova Öğrenci Seminerleri Dizisi-2, Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootekni Bölümü, Adana.
- BOVERA, F., LOPONTE, R., MARONO, S., PICCOLO, G., PARISI, G., IACONISI, V., GACO, L., NIZZA, A. (2015). Use of *Tenebrio molitor* larvae meal as protein source in broiler diet: Effect on growth performance, nutrient digestibility and carcass and meat traits. *J. Anim. Sci.*, **94**: 639-647.
- BUGGUIDE, (25.02.2017). Identification, images, and information for insects, spiders and their kin for the United States and Canada. Erişim: [<https://bugguide.net/node/view/1342945/bgimage>]. Erişim Tarihi: 12.08.2021
- ÇINAR, H., ARAL, S. (2012). Avrupa Birliği uyum sürecinde Türkiye’de tavuk unu kullanımına getirilecek yasaklamamın broyler entegrasyonları üzerinde ekonomik etki analizi. *Vet. Hekim Der. Derg.*, **83(1)**: 15-25.
- DAVIS, G., LECLERCQ, J. (1969). Protein nutrition of “*Tenebrio molitor*” L. IX. Replacement caseins for the reference diet and a comparison of the nutritional values of various lactalbumins and lactalbumin hydrolysates. *Arch. Int. Physiol. Biochim.* **77**: 687–693.
- DAVIS, G. (1970a). Protein nutrition of “*Tenebrio molitor*” L. XII. Effects of dietary casein concentration and of dietary cellulose on larvae of race F. *Arch. Int. Physiol. Biochim.* **78**: 37–41.
- EURONEWS, (04.05.2021). AB’de sarı un kurdu sofralara geliyor, larvası artık gıda olarak tüketilecek. Erişim: [<https://tr.euronews.com/2021/05/04/ab-de-sar-un-kurdu-sofralara-geliyor-larvas-art-k-g-da-olarak-tuketilecek>]. Erişim Tarihi: 12.08.2021.
- FEED ADDITIVE, (26.08.2021). EU authorizes insect proteins in poultry and pig feed. Erişim: [<https://www.feedandadditive.com/eu-authorizes-insect-proteins-in-poultry-and-pig-feed/>]. Erişim Tarihi: 12.08.2021.
- FINKE, M. D. (2008). Nutrient content of insects in j.l. capineira (ed.) encyclopedia of entomology. *Springer Netherlands*, **2**: 2687-2710.
- FRAENKEL, G. (1950). The nutrition of the mealworm, *Tenebrio molitor* L. (Tenebrionidae, Coleoptera). *Physiol. Zool.* **23**: 92–108.
- GASCO, L., HENRY, M., PICCOLO, G., MARONO, S, GAI, F., RENNA, M, LUSSIANA, C., ANTONOPOULOU, F., MOLA, P., CHATZIFOTIS S. (2016). *Tenebrio molitor* meal in diets for european seabass (*Dicentrarchus labrax* L.) juveniles: growth performance, whole body composition and in vivo apparent digestibility. *Anim Feed Sci. Technol.*, **220**: 34-45.
- GELİNÇEK, İ. (2019) Un Kurdu (*Tenebrio molitor*) ile beslenen Karadeniz alabalığı (*Salmo trutta labrax*) anaçlarında gamet kalitesi üzerine bir araştırma, İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

- GULLAN, P., CRANSTON, P. (2000). The insects: an outline of entomology. *Blackwell Science*. (5): 125-156.
- HARDOUIN, J., MAHOUX, G. (2003). Zootechnie d'insectes- Elevage et utilisation au bénéfice de l'homme et de certains animaux. *Bureau pour l'Echange et la Distribution de l'Information sur le Miniélevage (BEDIM)*, 164.
- HENRY, M., GASCO, L., PICCOLO, G., FOUNTOULAKI, E. (2015). Review on the use of insects in the diet of farmed fish: past and future. *Anim Feed Sci. Technol.*, **203**: 1–22.
- IŞIK, Ö. (2015). Etlik piliçlerin beslenmesinde alternatif protein kaynağı olarak un kurdu (*Tenebrio molitor* L.)'nun kullanımı, Ege Üniversitesi Yüksek Lisans Tezi. Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- JOHN, A. M., DAVIS, G. R., SOSULSKI, F. W. (1979). Protein nutrition of *Tenebrio molitor* L. XX. Growth response of larvae to graded levels of amino acids. *Arch. Int. Physiol. Biochim*, **87**: 997–1004.
- JOZEFIAK, D. ve ENGBERG, R. M. (2015). Insect as poultry feed. 20th European symposium on poultry nutrition, 24-27 August, Prague, Czech Republic.
- KLASING, K. C., THACKER, P., LOPEZ, M. A., CALVERT, C. C. (2000). Increasing the calcium content of mealworms (*Tenebrio molitor*) to improve their nutritional value for bone mineralization of growing chicks. *Journal of Zoo and Wildlife Medicine*, **31** (4): 512-517.
- KÜÇÜKERSAN, S. (2020). Hayvansal kökenli yem maddeleri. Erişim: [https://acikders.ankara.edu.tr/pluginfile.php/37354/mod_resource/content/0/hayvansal-kokenli-yemler-seher-kucukersan.pdf]. Erişim Tarihi: 12.08.2021
- LECLERCQ, J. (1948). Sur les besoins nutritifs de la larve de *Tenebrio molitor* L. *Biochim. Biophys. Acta* 2: 2–5.
- LI, L., ZHAO, Z., LIU, H. (2012). Feasibility of feeding yellow mealworm (*Tenebrio molitor* L.) in bioregenerative life support systems as a source of animal protein for humans. *Acta Astronautica*. **92**(1): 103-109.
- MAKKAR, H. P. S., TRAN, G., HEUZÉ, V., ANKERS, P. (2014). State-of-the-art on use of insects as animal feed. *Animal feed science and technology*, **197**: 1-33.
- MARTIN, H. E., HARE, L. (1942). The nutritive requirements of *Tenebrio molitor* larvae. *Biol. Bull.* **83**: 428–437.
- MARTIN, R. D., RIVERS, J. P. W., COWGILL, U. M. (1976). Culturing mealworms as food for animals in captivity. *International Zoo Yearbook*, **16**: 63-70.
- MORALES-RAMOS, J. A., ROJAS M. G., SHAPIRO-ILAN, D. I., TEDDERS W. L. (2010). Developmental plasticity in *Tenebrio molitor* (Coleoptera: Tenebrionidae): Analysis of instar variation in number and development time under different diets. *J. Entomol. Sci.*, **45**: 75–90.
- NG, W. K., LIEW, F. L., ANG, L. P., WONG, K. W. (2001). Potential of mealworm (*Tenebrio molitor*) as an alternative protein source in practical diets for African catfish, *Clarias gariepinus*. *Aquaculture Research*, **32**: 273-280.
- OONINCX, D. G. A. B., VAN BROEKHOVEN, S., VAN HUIS, A., VAN LOON., J. J. A. (2015). Feed conversion, survival and development, and composition of four insect species on diets composed of food by-products. *PLoS One*, **10**: e0144601.

- ÖZSOY, A. N., GÜNDOĞDU, E. (2017). *Tenebrio molitor* L. (Un Kurdu)'de büyüme ve gelişim karakterlerine ait genetik parametre tahminleri. *Araştırma Makalesi*, **12(2)**: 90-99.
- RAMOS-ELORDUY, J., GONZÁLEZ, E. A., HERNÁNDEZ, A. R., PINO, J. M. (2002). Use of *Tenebrio molitor* (Coleoptera: Tenebrionidae) to recycle organic wastes and as feed for broiler chickens. *Journal of Economic Entomology*, **95(1)**: 214-220.
- RAVZANAADII, N., KIM, S., CHOI, W. H., HONG, S., KIM, N. J. (2012). Nutritional value of mealworm, *Tenebrio molitor* as food source. *National Academy of Agricultural Science*, **25(1)**: 93-98.
- ROBINSON, W. H. (2005). Handbook of urban insects and arachnids: a handbook of urban entomology. *Cambridge University Press.*, 126-127.
- SPANG, B. (2013), Insects as food: Assessing the food conversion efficiency of the mealworm (*Tenebrio molitor*). A Thesis, 15.
- SIEMIANOWSKA, E., KOSEWSKA, A., ALJEWICZ, M., SKIBNIEWSKA., POLAK JUSZCZAK, K. L., JAROCKI, A., JEĞRAS, M. (2013). Larvae of mealworm (*Tenebrio molitor* L.) as european novel food. *Agricultural Sciences*, **4(6)**: 287-291.
- TAŞKIN, D., AKSOYLAR, M. Y. (2010). *Tenebrio molitor* L. (Coleoptera: Tenebrionidae) larva ve pupasının yağ asidi bileşimi. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, **(2)**: 66-77.
- TEKELİ, A. (2014). Hayvan beslemede alternatif protein kaynağı olarak böceklerin kullanımı. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, **1(4)**: 531-538.
- URS, K. C. D., HOPKINS T.L. (1973a). Effect of moisture on the lipid content and composition of two strains of *Tenebrio molitor* L. (Coleoptera, Tenebrionidae). *J. Stored Prod. Res.*, **8**: 299-305.
- VAN BROEKHOVEN, S., OONINCX, D. G. A. B., VAN HUIS, A., VAN LOON, J. J. A. (2015). Growth performance and feed conversion efficiency of three edible mealworm species (*Coleoptera: Tenebrionidae*) on diets composed of organic by-products. *J. Insect Physiol*, **73**: 1-10.
- VASEY, R. B., POWELL, K. A. (1984). Single cell protein. *Biotechnology and Genetic Engineering*, **10(2)**: 285-311.
- VELDKAMP, T., VAN DUINKERKEN, G., VAN HUIS, A., LAKEMOND C.M.M., OTTEVANGER E., BOSCH G., VAN BOEKEL M. A. J. S. (2012). Insects as a sustainable feed ingredient in pig and poultry diets- a feasibility study. *Wageningen UR Livestock Research*, **638**: 3.
- ZUIDHOF, M. J., MOLNAR, C. L., MORLEY, F. M., WRAY, T. L., ROBINSON, F. E., KHAN, B. A., AL-ANI, L., GOONEWAR DENE, L.A. (2003): Nutritive value of house fly (*Musca domestica*) larvae as a feed supplement for turkey poult. *Animal Feed Science and Technology*, **105**: 225-230.