

Musca domestica (L.) (INSECTA:DIPTERA)
LARVALARINDA FARKLI BESİN ORTAMLARINA
GÖRE PROTEİN ORANLARININ ARAŞTIRILMASI

Ayça TULÜOĞLU
Yüksek Lisans Tezi

Fen Bilimleri Enstitüsü
Biyoloji Anabilim Dalı
Ağustos-2002

JÜRİ VE ENSTİTÜ ONAYI

Ayça TULUOĞLU'nun *Musca domestica* (L.) (Insecta:Diptera) Larvalarında Farklı Besin Ortamlarına Göre Protein Oranlarının Araştırılması başlıklı Biyoloji Anabilim Dalındaki, Yüksek Lisans tezi 12.09.2002 tarihinde, aşağıdaki jüri tarafından Anadolu Üniversitesi Lisansüstü Eğitim-Öğretim ve Sınav Yönetmeliğinin ilgili maddeleri uyarınca değerlendirilerek kabul edilmiştir.

	Adı-Soyadı	İmza
Üye (Tez Danışmanı)	: Prof. Dr. A. Yavuz KILIÇ	
Üye	: Prof. Dr. Ahmet ÖZATA	
Üye	: Yrd. Doç. Dr. Mustafa TANATMIŞ	

Anadolu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun 20.09.2002. tarih ve 32/2... sayılı kararıyla onaylanmıştır.

Enstitü Müdürü
Prof. Dr. Omer ÖZER
Fen Bilimleri Enstitüsü
MÜDÜRÜ

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

Musca domestica (L.) (INSECTA:DIPTERA) LARVALARINDA FARKLI BESİN ORTAMLARINA GÖRE PROTEİN ORANLARININ ARAŞTIRILMASI

AYÇA TÜLÜOĞLU

Anadolu Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Biyoloji Anabilim Dalı

Danışman: Prof.Dr. A. Yavuz KILIÇ
2002, 52 sayfa

Yüksek protein içeriğine sahip olduğu bilinen *Musca domestica* (L.) larvaları çeşitli hayvan yemlerinde protein kaynağı olarak kullanılmaktadır. Bu çalışmada *Musca domestica* (L.)'nın farklı besin ortamlarında yetiştirilen larvalarının protein oranlarının değişip değişmeyeceği araştırılmıştır. %50 ve %25 oranlarında yumurta, kuru fasulye, patatesli besin ortamlarında yetiştirilen larvalardan oluşan deney gruplarının kontrol grubuna göre önemli bir fark göstermediği bulunmuştur ($P>0,05$). Deney grupları kendi aralarında karşılaştırıldıklarında ise %50 kuru fasulyeli besin ortamında yetiştirilen larvaların %50 yumurtalı besin ortamında yetiştirilen larvalardan daha fazla protein içerdiği görülmüştür ($P<0,05$). Ayrıca bu iki grubun diğer gruplardan daha hızlı bir gelişim gösterdiği gözlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: *Musca domestica* (L.), Diptera, larva, besin ortamı, protein.

ABSTRACT**Master of Science Thesis****INVESTIGATION OF PROTEIN RATIOS COMPARED TO DIFFERENT
MEDIUM IN LARVAE OF *Musca domestica* (L.) (INSECTA:DIPTERA)****AYÇA TLOLU****Anadolu University
Graduate School of Natural and Applied Science
Biology Program****Supervisor: Prof.Dr. A. Yavuz KILIÇ
2002, 52 pages**

The larvae of *Musca domestica* (L.) which are known to have high protein content are used in animal feed as protein source. In this study, it was investigated to find out whether protein ratios of larvae of *Musca domestica* (L.) which were reared in different medium changed or not. It was found that there was no significant difference between experiment groups which reared in the mediums supplemented with 50% and %25 of the egg, dried bean, potato and the control medium ($P>0,05$). When experiment groups compared with each other, it was seen that the larvae which reared in the medium with 50% of dried bean had more protein content than the larvae which reared in medium with 50% of egg ($P<0,05$). In addition, it was observed that these two groups were grown faster than the others.

Keywords: *Musca domestica* (L.), Diptera, larva, medium, protein.

TEŞEKKÜR

Bu çalışmanın gerçekleştirilmesi için gereken koşulların sağlanmasında çok büyük emeği olan, bilgileri ve önerileriyle her konuda destek olan değerli danışman hocam Sayın Prof. Dr. A. Yavuz KILIÇ'a en içten teşekkürlerimi sunarım.

Musca domestica'yı yetiştirme konusunda değerli bilgilerinden yararlandığım Sayın Prof. Dr. Aykut KENCE'ye, biyokimya ile ilgili konuları danıştığım Sayın Doç. Dr. Rıdvan SAY'a, deney sonuçlarının istatistiksel analizlerinde yardımlarını esirgemeyen Sayın Yrd. Doç. Dr. Fikret ER ve Sayın Arş. Gör. Levent TERLEMEZ'e, tezin yazım aşamasında yardımcı olan Sayın Arş. Gör. R. Sulhi ÖZKÜTÜK'e, Anadolu Üniversitesi Fen Fakültesi Biyoloji Bölümü'nün tüm olanaklarından yararlanmamı sağlayan Bölüm Başkanı Sayın Prof. Dr. Ahmet ÖZATA'ya ve bölümde yardımlarını gördüğüm tüm hocalarıma ve arkadaşlarıma teşekkür ederim.

Ayrıca maddi ve manevi desteklerini asla üzerimden esirgemeyen değerli aileme en içten teşekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
ÖZET	i
ABSTRACT	ii
TEŞEKKÜR	iii
İÇİNDEKİLER.....	iv
ŞEKİLLER DİZİNİ	v
ÇİZELGELER DİZİNİ	vi
1. GİRİŞ.....	1
1.1. <i>Musca domestica</i> 'nın Sistemattikteki Yeri ve Genel Özellikleri.....	9
1.2. <i>Musca domestica</i> 'nın Beslenmesi	11
1.3. <i>Musca domestica</i> 'nın Üreme Biyolojisi ve Hayat Döngüsü.....	12
1.4. <i>Musca domestica</i> 'nın İnsan Sağlığı Açısından Önemi	18
1.5. <i>Musca domestica</i> 'yla Savaşım.....	19
1.6. <i>Musca domestica</i> 'nın Besin Olarak Kullanılması.....	21
2. MATERYAL VE YÖNTEM	30
2.1. <i>Musca domestica</i> Erginlerinin Bakımı	30
2.2. <i>Musca domestica</i> 'nın Yumurtadan Ergine Kadar Yetiştirilmesi	30
2.3. Larvalar İçin Farklı Besin Ortamlarının Hazırlanması.....	31
2.4. Larvaların Farklı Besin Ortamlarında Yetiştirilmesi.....	32
2.5. Larvalarda Protein Ekstraksiyonu ve Ekstraktların Protein Oranlarının Saptanması	32
2.6. Verilerin İstatistiksel Analizleri	33
3. BULGULAR.....	34
4. TARTIŞMA VE SONUÇ.....	39
5. KAYNAKLAR	45

ŞEKİLLER DİZİNİ

	<u>Sayfa</u>
1.1. <i>Musca domestica</i> yumurtaları	14
1.2. <i>Musca domestica</i> larvaları	14
1.3. <i>Musca domestica</i> pupları	16
1.4. <i>Musca domestica</i> erginleri	18
2.1. <i>Musca domestica</i> 'nın yetiştirildiği oda	30
2.2. <i>Musca domestica</i> erginlerinin bulundurulduğu kafes.....	31

ÇİZELGELER DİZİNİ

	<u>Sayfa</u>
1.1. <i>Musca domestica</i> larvalarının kimyasal içeriği	27
1.2. <i>Musca domestica</i> puplarının kimyasal içeriği.....	28
3.1. <i>Musca domestica</i> larvalarında Bradford yöntemiyle belirlenen protein oranları.....	34
3.2. <i>Musca domestica</i> larvalarında Lowry yöntemiyle belirlenen protein oranları.....	34
3.3. Larvaların yaş ağırlıklarının ve Bradford yöntemiyle belirlenen protein oranlarının kontrol grubuna göre karşılaştırılması	35
3.4. Larvaların yaş ağırlıklarının ve Lowry yöntemiyle belirlenen protein oranlarının kontrol grubuna göre karşılaştırılması	35
3.5. Katkılı besin gruplarıyla beslenen larvaların Bradford yöntemiyle belirlenen protein oranlarının birbirleriyle karşılaştırılması (Tukey-HSD)	36
3.6. Katkılı besin gruplarıyla beslenen larvaların Lowry yöntemiyle belirlenen protein oranlarının birbirleriyle karşılaştırılması (Tukey-HSD)	36
3.7. Katkılı besin gruplarıyla beslenen larvaların Bradford yöntemiyle belirlenen protein oranlarının birbirleriyle karşılaştırılması (T testi)	37
3.8. Katkılı besin gruplarıyla beslenen larvaların Lowry yöntemiyle belirlenen protein oranlarının birbirleriyle karşılaştırılması (T testi)	37
3.9. <i>Musca domestica</i> larvalarının protein oranlarını belirlemek için kullanılan yöntemlere göre ortalamaları birbirinden farklı olan besin gruplarının üstünlük açısından birbirleriyle karşılaştırılması.....	38

1. GİRİŞ

Günümüzde insanlığın en büyük sorunlarından birisi yetersiz beslenme ve açlık sorunudur. Sağlıklı beslenmenin ana kuralı yeterli ve dengeli beslenmedir. Yeterli beslenme, vücudun tüm fonksiyonlarının sağlıklı bir biçimde yapılabilmesi için gerek duyulan enerji miktarını içerecek oranda besin sağlanmasıdır. Açlık ya da yarı açlık yetersiz beslenmeye yol açar. Dengeli beslenme ise, enerji gereksinimi ile birlikte vücudun yapım, onarım ve diğer fonksiyonları için gereksinim duyulan besinlerin dengeli bir şekilde sağlanmasıdır. Yetersiz ve dengesiz beslenme, özellikle büyüme ve gelişmenin meydana geldiği çocukluk ve gençlik dönemlerinde büyüme ve gelişme geriliğine neden olur. Yetersiz beslenme bebeklik döneminde zeka gelişimini de engeller. Ayrıca yetersiz ve dengesiz beslenme sorunları toplumlarda sosyal düzenin de bozulmasına yol açar.

Yetersiz beslenmenin (malnutrasyon) en yaygın şekli protein-enerji açısından yetersiz beslenmedir (Protein-Energy Malnutrition: PEM). PEM'in akut ve kronik olmak üzere iki şekli vardır. Boylarına göre zayıf olan çocukların akut PEM ya da yakın zamanlarda ağır besin azalması yaşamış olması olasıdır. Oysa yaşlarına göre kısa olan çocuklar kronik PEM ya da uzun vadeli besin azlığı geçirmiş olabilirler. Gelişen ülkelerde PEM sayesinde ilerlemesi engellenen büyüme, vitamin ve mineral eksikliği hastalıkları semptomlarından daha çok yetersiz beslenmenin alışılmış bir işaretidir. Tüm bebekler ilk altı ayda anne sütü ile beslendiğinden eşit boy ve ağırlık kazanır, fakat sonra yetersiz beslenenlerin boy ve ağırlıkları sağlıklı olanlara oranla aşağı düşer. Çocukların büyüme yetersizliği PEM'in ekstrem şekilleri olan kwashiorkor (Hayvansal protein yetersizliği) veya marasmus (Hem hayvansal protein hem de kalori yetersizliği) için ikaz niteliğindedir [1-4].

1974 Kasımında Birleşmiş Milletler Konferansı'nda on yıl içinde hiçbir çocuğun aç yatmamasını, hiçbir ailenin gelecek günün ekmeği için endişeye düşmemesini ve hiçbir insanın geleceğinin ve yeteneğinin gıdasızlıkla şaşırtılmamasını esas amaç edindikleri bildirilmişse de bu söz yerine getirilmemiş, onyedinci yıl sonra sekiz insandan biri aç kalmıştır [5].

1980'lerde Etiyopya'da meydana gelen kıtlık gelişen dünyadaki yetersiz beslenme sorununa özel dikkat toplamıştır. Bazı bölgelerde varlığı azaltılmış olan akut açlık, halk gözünde bir dünya endişesi olarak daha küçüktür. Buna karşın bugün dünyada yaklaşık 840 milyon kişi yeterince beslenememekte ve açlık çekmektedir. Her gün yaklaşık 24 000 kişi açlıktan ya da açlıkla ilgili nedenlerden dolayı ölmektedir. Bu ölümlerin de dörtte üçünü beş yaşın altındaki çocuklar oluşturmaktadır [5, 6].

Kronik açlığın başlıca sebebi fakirliktir. İşsizlik ve yetersiz istihdam, evsizlik, uyuşturucu bağımlılığı, cahillik, boşanmaların yol açtığı genellikle az kazanan bir kadın tarafından yönetilen tek ebeveynli aileler, ücret farklılığı, sağlıksızlık, yetersiz hükümet programları ve askeri ve sivil savaşlar da bu fakirliğe yardım etmektedir [5].

Açlık problemi politik ve teknolojik çözümler gerektirmektedir. Çünkü fakirlik, açlık ve buna ek olarak dünyanın her tarafındaki çevre sorunları birbirleriyle yakından ilişkilidir ve uyum içinde çözülmelidir. Ayrıca yeteri kadar besin üretmenin yanında, eldeki besin kaynaklarından akılcı bir biçimde yararlanmak da gerekir. Çünkü sorun sadece dünyanın besin maddeleri üretimini artırıp artıramayacağı değil; bunun ne kadar maliyetle gerçekleştirilebileceği ve bu maliyetin dünyanın yoksul kitlelerinin alım gücünü nasıl etkileyeceğidir [2, 5, 7].

Bu sorun topluluğuna "sürdürülebilir kalkınma", "fiyatlandırmaya çevresel tepki", "düşük girdili tarım" gibi terimlerle isimlendirilen çözümler önerilmiştir. Başını nüfus kontrolünün çektiği bu çözüm önerilerinin uluslararası işbirliğiyle uygulandığında sonucun çok etkili olacağı düşünülmektedir. Çünkü dünya bir insan için günlük gereken ortalama 2300 kcal enerjinin üstünde (3000 kcal) enerji üretmesine karşın, zengin ülkelerde doğan bir kişiye düşen enerji miktarı fakir ülkelerdekinin üstündedir. Fakir ülkelerdeki kadınlar Amerika'daki kadınlardan ortalama dört kat fazla doğurmaktadır. Besin ve nüfustaki bu dengesizlik ancak nüfusun kontrol altına alınmasıyla önlenebilir [1, 6].

Nüfusun kontrol altına alınması doğum/ölüm oranı ve göç faktörünün kontrolüyle sağlanır. Bunun için kullanılan en iyi yöntem doğum kontrol yöntemidir. Ancak bu yöntemin başarılı olabilmesi için uygulamanın dünya

çapında olması, üretim yöntemlerinin ve yaşam koşullarının iyileştirilmesi gerekmektedir [8].

Günümüzde genel olarak uygulanan tarımsal ticaret en küçük arazi alanında en çok besin üreten tarımsal sistem çeşidi olabilir, ancak bu sistem çevresel olarak yıkıcıdır. Besin fiyatları, sulama, pestisitler, gübreler ve fosil yakıtlar açısından da besin üretiminin gerçek maliyetini gösterseydi çok daha yüksek olurdu. Buna çözüm olarak önerilen düşük girdili tarım, Amerika'daki National Academy of Sciences'ın "Alternative Agriculture" adlı raporunda sağlıklı bir besin stoğunu sınırsızca sürdürebilen, toprağı yenileyebilen, bireysel çiftlikleri ve kırsal toplumları yeniden canlandırabilen ve tüm bunları fosil yakıtlara çok az bir bağılıkla yapabilen bir besin üretim sistemi olarak görülmektedir. Kullanılmış hayvansal gübrenin suni gübreye çevrilmesi, besin tüketen ürünlerle tekrar yerine getiren ürünlerin dönüşümlü kullanılması ve zararlıların biyolojik kontrolü buna örnektir. İnsanlar yağmur ormanlarındaki ağaçları keserek azaltmak yerine, buradaki besini sürdürülebilir bir şekilde üretebilirler. Bin yıldır uygulanan bu teknik tarım ormancılığı (agroforestry) olarak bilinir. Dokunulmamış orman örtüsü altındaki temizlenmiş küçük tarlalarda yaşayan yağmur ormanları yerlileri 5-7 yıl süresince arazinin her dönümünde 2268 kg kabuklu hububat ve 1763 kg kök ve sebze üretebilmektedirler. Yerliler bir bakıma sınırsız olarak devam eden turunçgil, kauçuk, kakao, avokado ve papaya ürünlerini dönüşümlü olarak yetiştirmektedir. İnsanların açlık problemini çözmek için yağmur ormanları ülkelerinin hükümetleri, insanları bunlar gibi sürdürülebilir tarımsal yöntemlere özendirmekten daha iyi bir şey yapamazlar. Dünyanın bazı bölgelerinde yoğun girdilerin uygulanması hala uygundur ama üçüncü dünyanın çoğu yerinde durum böyle olmayabilir. Köylü tarımı ürün ve yabani bitki kaynakları için bir depodur. Kırsal gelişim projeleri çiftçilik sistemlerini geliştirebilir fakat besin bağımsızlığını, komşu ekosistemlerin saklanması ve lokal kaynakların ve kültürel çeşitliliklerin korunmasını vurgulamalıdır. Bunun yanında nüfus ve çevre krizinin çözümünde küresel işbirliği gerekmektedir. Devletler daha az çocuk yapmak, daha az kaynak kullanmak ve daha az kirletmek için milyonları harekete geçirecek politikaları benimsemelidir [1].

II. Dünya Savaşı sırasında beslenmede proteinler ve vitaminler açısından kıtlık yaşanırken Almanlar yiyecek olarak bir miktar maya ve küf (*Geotrichum candidum*) üretmiştir. Savaştan sonra İngiltere yiyecek maya üretimi için Jamaika'da bir tesis kurmuştur. Daha sonra bu diğer ülkelerde de devam etmiştir. Tek hücre proteininin (Single Cell Protein:SCP) genel olarak hayvan ya da insan besini olarak üretilen ve hasat edilen mikrobiyal hücreler anlamına geldiği kabul edilmektedir. Bakteriyel, algal ya da mikrobiyal protein isimlerinin insanlar için cazip olmadığı düşünülerek bu besin kaynağına tek hücre proteini denilmiştir. Dünya nüfusunun kontrolsüz artması durumunda er geç meydana gelecek besin krizi ve kıtlık, araştırmaları tek hücre proteini gibi başka konulara yöneltecektir. Bazı bilim adamları tarımla üretilen ya da balıkçılıkla elde edilen protein miktarı yetersiz olursa protein kıtlığını karşılamak için mikrobiyal fermentasyon kullanımının ve stok tek hücre proteinini üretmek için bir endüstri gelişiminin olası çözümler olduğu kanısındadırlar. Tek hücre proteinini üretmek için substrat olarak insanın kullanmadığı bir besinin kullanılabilmesi, mikroorganizmaların kuru ağırlıklarının yaklaşık %60-70'inin protein olması, kısa jenerasyon zamanları nedeniyle proteinin hızlı artışı, üretim sürecinin iklim koşullarından bağımsızlığı tek hücre proteininin kullanımının başlıca avantajlarıdır. Hayvan yeminde ve bazı insan besinlerinde kullanmak için tek hücre proteini üretim yöntemleri tasarlanmaktadır [2, 9].

Son yıllarda geliştirilen yeni protein kaynaklarından biri de "Textured Vegetable Protein" (TVP) olarak adlandırılan belirli bir yapısı veya bünyesi olan bitkisel proteinler, yağlı tohumlu bitkilerden elde edilen proteinlerdir. Doymuş yağ oranı düşük olan bu ürünler daha sağlıklı olduğu için ete alternatif olarak kullanılabilir. Bunun için en sık kullanılan materyal soya fasulyesinin tohumlarıdır. Yağı çıkarılmış soya fasulyesinden elde edilen un %50 protein içerir. Fakat büyümeyi engelleyen maddeler içermesi nedeniyle bir insan besini olarak uygun değildir. Bu maddelerin bazıları ısıya karşı duyarlıdır ve pişirirken kolayca bozulurlar. Bazıları ise suda çözünürler ve suda iyice ıslatılarak ve ekstraksiyonla çıkartılabilirler. Bunun için yemeklerde katkı olarak kullanılabilirler. Soya fasulyesinden TVP olarak bilinen ete benzer yapıda bir ürün üretmek amacıyla fasulye proteini, bir alkalinin eklenmesiyle ekstrakte edilir

ve lifler örümcek ya da ipekböceğinin iplik salan organı gibi ince bir delikten geçirilerek oluşturulur. Bu lifler yağ, bir protein bağı, renkler ve aromalardan meydana gelmektedir. Ürün pişirilmiş ete benzer ve dondurulabilir, konserve haline getirilebilir ya da kurutulabilir. TVP, yemek servislerinde, özellikle toplu yemek yenen yemekhane yemeklerinin servisinde kullanılmaktadır [2].

Açlık problemine önerilen çözüm yollarından biri de böceklerin besin olarak kullanılmasıdır. Tarihte belirli toplumalarda değişik böceklerin besin olarak kullanıldığı bilinmektedir. Avrupa toplumu haricindeki diğer toplumalarda böceklerin besin olarak kullanılması geleneksel ve ekonomik bir önem taşımaktadır. Bu toplumalarda yüzlerce böcek türü insan besini olarak kullanılmıştır. Bunlardan en önemli grupları çekirgeler, kelebek larvaları, kınkanatlı (Coleoptera) larvaları ve (bazen) erginleri, tropik bölgelerde çok büyük olan kanatlı termitler, balarısı, yabanarısı ve karıncaların larva ve pupları, ayrıca kanatlı karıncalar, ağustos böcekleri, ve çeşitli akuatik böcekler oluşturmaktadır. Genellikle böcekler tüm yıl boyunca ya da mevsimsel olarak elde edilebildiğinden açlığı geçiştirmek için ani durumlarda kullanılan bir besin olarak değil, beslenmenin planlanmış bir parçası olarak kullanılmaktadır. Örneğin Kolombiya ve Venezuela'daki Yukpa halkı Güney Afrika'daki Pedi'de olduğu gibi geleneksel böcek besinlerini taze ete tercih ederler. Gerçekten de Quin (1959) "mopanie" tırtıllarının (*Gonimbrasia belina* Westwood) olduğu mevsimlerde sığır eti satışının ağır bir şekilde etkilendiğini rapor etmiştir. Gelişen dünyanın köy pazarlarında sıklıkla bulunan kurutulmuş böceklerin çoğu %60'ın üstünde ham protein içermektedir [10].

Formica sanguinea (kırmızı karınca)'nın %13,9, *Scarabus sacer*'in %17,2, *Bombyx mori* puplarının %9,6, *Calandra granaria* (buğday böceği)'nin %6,7, cırcırböceklerinin %12,9, küçük çekirgelerin %20,6, büyük çekirgelerin %14,3, termitlerin %14,2, kelebek tırtıllarının %6,7 protein içeriğiyle %28,5 protein içeren *Gadus morrhua* (morina)'ya, ortalama %21,86 protein içeren diğer balık etlerine, %20,89 protein içeren sığır etine, %19,08 protein içeren koyun etine ve diğer besin gruplarına hızlı üretim kapasitesiyle rakip olabileceği bildirilmektedir [11-13].

DeFoliart [10]'a göre Finke ve ark. (1989), *Acheta domesticus* L. (ev cırcırböceği)'un sütten yeni kesilmiş yavru ratlara yedirildiğinde amino asit kaynağı olarak soya proteinlerinden daha üstün olduğunu belirtmişlerdir. Bir Tettigoniid (Saltatoria) olan *Anabrus simplex* Haldeman (Mormon cırcırböceği)'in proteinleri soya proteinlerine eşit değerdedir. Diğer yandan protein kaynağı olarak böcekler içerdikleri kitinin sindirilememesinden dolayı bir dereceye kadar omurgalı hayvan ürünlerinden daha düşük kalitededir.

Yine DeFoliart [10]'a göre Dreyer ve Wehmeyer (1982), *Gonimbrasia belina*'nın çoğunluğunu tahılın oluşturduğu diyetlerde önemli bir ek olabileceğini bildirmiştir. Kitinin çıkarılmasıyla böcek proteinleri omurgalı hayvan ürünlerine benzer seviyelere yükseltilebilmektedir. Ozimek ve ark. (1985) tarafından kurutulmuş ergin *Apis mellifera* L. (balarısı)'dan alkali ekstraksiyonuyla elde edilen protein konsantrasyonlarının gerçek sindirilebilirliği %71,5'tan %94,3'e, protein etkililik oranı (PER:Protein Efficiency Ratio) 1,5'tan 2,47'ye, net protein kullanımı (NPU:Net Protein Utilization) 42,5'ten 62'ye yükseltmiştir. Genelde böcek proteinleri metionin/sistein amino asitlerince düşük olma eğilimindedir. Ancak gelişen dünyada yaygın olan buğday, pirinç, manyok (*Manihot utilissima*) ve mısıra dayalı beslenmede eksik olan lizin ve treonin amino asitlerince yüksek değer içerir [10].

Böceklerin yağ (ve böylece enerji) içerikleri de genellikle çeşitlidir. Isoptera ve Lepidoptera en yüksek yağ içeriğine sahip olan takımlardır. Örneğin Phelps ve ark. (1975), Afrika termiti *Macrotermes falciger* Gerstaecker'in kanatlı eşeysel formlarında 761 kcal (~3196kJ)/100g (kuru, külsüz ağırlık) enerji değeri olduğunu bildirmişlerdir. Böcekler analiz edildiğinde soya fasulyesinden %50, mısırdan %87, sığır etinden %63, balık ve mercimekten %70, buğday, çavdardan %95 yüksek enerji değerine sahip olduğu bulunmuştur [10].

Böceklerin vitamin ve mineraller açısından da zengin oldukları bilinmektedir. *Usta terpsichore* M.&W. (Saturniidae) larvalarının zengin bir demir, bakır, çinko, tiamin (B₁ vitamini) ve riboflavin (B₂ vitamini) kaynağı olduğu bulunmuştur. *Macrotermes subhyalinus* (Isoptera)'un kanatlı erginleri magnezyum ve bakır, *Rhynchophorus phoenicis* F. (Coleoptera) larvalarının çinko, tiamin ve riboflavin açısından zengin olduğu belirtilmektedir. Buna

benzer örnekleri bulmak mümkündür. Gelişen ülkelerde özellikle Afrika'da hamile kadınlarda büyük bir problem olan demir eksikliğine önlem olarak böcekler önerilmektedir [10].

Böcekler küçük alanlarda büyük sayılarda ucuz bir şekilde kültüre alınabilirler. Bu nedenle dünyadaki açlık probleminin çözümünde büyük bir potansiyele sahiptir. Ancak, böceklerin besin olarak kullanılmasında potansiyel riskler de vardır. Çünkü bazı böcekler çeşitli yollarla toksik maddeler salgılayabilirler. Böcekler çeşitli allerjenlerin kaynağıdır. Ayrıca bazı böcekler omurgalılarda patojen özellik gösteren bakteri, virüs, protozoa ve parazit kurtların ara konukçusudurlar. Bunun için yenilen böceklerin kullanımı için risk faktörlerinin belirlenmesinde çok dikkatli olmak gerekmektedir [10].

Hem yukarıda sözü edilen, böceklerin besin olarak doğrudan tüketiminde ortaya çıkan riskler hem de değişik toplumdaki beslenme alışkanlıkları nedeniyle bu tür besinlerin tüketimi her zaman mümkün olmamaktadır. Bunun yerine yararlanılan hayvansal besinlerdeki protein oranını artırmak için hayvan yemlerinin içine çeşitli böceklere ait yumurta, larva ve puplar ya da böceklerin kendileri katılmaktadır. Bu şekilde, ucuz fakat yüksek değerde protein içeren maddeler katılarak yemlerdeki protein oranları yükseltilmeye çalışılmaktadır.

İnsanların besin elde etmek amacıyla başlayan hayvan besleme sürecinde beslenen hayvan türü sayısı farklı amaçlarla beslenen hayvanların da katılmasıyla artmıştır. Örneğin sığır, koyun, keçi, domuz, hindi, tavuk, ördek, arı, ipekböceği, kurbağa, balık, at, eşek, deve, manda, lama, alpaka vb. hayvanlar türüne göre et, süt, bal, yumurta gibi besinlerin dışında kıl, yapağı, deri, kürk, güç vb. yararlar elde etmek için de beslenmektedir. Ayrıca bazı kuş, balık, kaplumbağa, kedi, köpek gibi hayvanlar da hobi olarak beslenmektedir. Hatta son yıllarda yılan, maymun, kertenkele gibi yabani hayvanlar da hobi olarak beslenmeye başlamıştır. Böylece, insanların hem kendi hem de besledikleri hayvanların besin gereksinimleri açlık riskine karşı düşünülmesi gereken konular arasına girmiştir.

Gerçekten de bu çok yönlü hayvan besleme sürecinde yem hayvancılık sanayiinin ham maddesi olmuştur. Özellikle ekonomik hayvan üretimi ve

hayvansal üretimde hayvan soy yeteneğinin etkisi %40-30 iken çevre şartı olan yemin olumlu etkisi %60-70'tir [14].

Protein hayvansal dokuların esas bileşeni olduğundan hayvanların hem varlıklarını sürdürmeleri hem de büyümeleri için ana besleyicidir. Örneğin, bakım altındaki bir balık yıpranmış dokuların yenisini yapmak için yapısal, vücudun özel fonksiyonları için hayati önemi olan enzimler ve hormonlar gibi fonksiyonel proteinlere ihtiyaç duyar. Protein balığın doku kuru maddesinin %45-75'ini oluşturduğundan yeni dokuların sentezi için protein gereksinimi olduğu bellidir. Karbon iskeletinden *de novo* protein sentezi yapmak için balığın kapasitesi sınırlı olduğundan gerekli olan proteinin çoğu diyet aracılığıyla temin edilir [15].

Hayvan diyetlerinde protein ihtiyacını gidermek için bitkisel ve hayvansal kaynaklı maddelerden yararlanılır. Çayır-mera, silaj, yonca, tırfil üretimi bitkisel kaynaklı kaba yemi oluştururken karma yemleri de arpa, yulaf, mısır gibi hububat taneleri ile soya, pamuk, keten, ayçiçeği, susam gibi sanayi bitkilerinin yağı alındıktan sonraki kalıntısı küspeler ve değirmen artığı kepek oluşturur. Özellikle küspeler hem proteince çok zengin hem de ekonomik olduğu için hayvan beslemede çok önemlidirler [14].

Hayvanlar için baklagil otları da iyi kalitede protein sağlar. Bunlar iyi kurutulursa bol miktarda mineral ve vitamin de sağlamaktadır. Özellikle bezelye hayvanlar için çok iyi bir protein kaynağıdır, fakat pahalıdır [16].

Balıklar, sıcakkanlı hayvanların etleri ve iç organları, mezbaha artıkları, Ciliata, Rotatoria (tekerlek hayvancıklar), Oligochaeta (*Enchytraeus spp.*, *Tubifex sp.*, *Allolobophora sp.*, *Eiseniella sp.*, *Eisenia sp.* vb.), kabuklular (*Artemia salina*, *Daphnia spp.*, *Cyclops sp.*, *Gammarus spp.* vb.), böcekler (*Bombyx mori* (Lepidoptera) krizalitleri, *Chaoborus spp.*, *Chironomus spp.*, *Culex spp.*, gibi Diptera larvaları, Ephemeroptera, Odonata larvaları, Collembola üyeleri vb.) ve balık unu, kemik unu, kan unu, süt tozu hayvansal kaynaklı yem olarak kullanılmaktadır [15-21].

Yemlerdeki protein içeriğini arttırmak için kullanılan bir diğer yöntem de beslenen hayvana özgü olan yem rasyonlarında eksik ya da düşük değerdeki belirli amino asitlerin saf formda yeme ilave edilmesidir [16].

Yem üretiminde amaç, yemin verildiği hayvan için en uygun oranda besin değeri içermesi ve ekonomik olmasıdır. Türkiye’de *Oncorhynchus mykiss* (gökkuşağı alabalığı), *Chrysophrys aurata* (çipura), *Dicentrarchus labrax* (levrek) ve *Cyprinus carpio* (sazan) yetiştiriciliğinde kullanılan yerli ve ithal yemlerin fiziksel ve kimyasal yapıları incelenmiş ve tüm yemlerde protein değerlerinin önerilen değerlere göre düşük olduğu bulunmuştur [22].

Ülkemizde Karadeniz Bölgesi’nde avcılığı yapılan ve önemli bir protein kaynağı olan *Engraulis encrasicolus* (hamsi)’un özellikle balık yetiştiriciliğinde kullanılması araştırıldığında insan tüketimine doğrudan sunulmasının daha ekonomik ve yararlı olacağı sonucuna varılmıştır [20].

Ülkemiz içsularında yaygın olarak bulunan ve ekonomik yönden değerlendirilmeyen bazı gastropod türlerinin besin değerleri ve kimyasal yapıları belirlenmiştir. Örnek olarak seçilen *Lymnea stagnalis* (L.,1758) ve *Planorbarius corneus* (L.,1758)’un yem rasyonlarında protein kaynağı olarak kullanılabileceği sonucuna varılmıştır [21].

Birçok gelişmiş ülkede böyle yemlere hayvansal hammadde katmada çok kullanılan organizmalardan birisi de karasinek (*Musca domestica*)’tir. Bu organizma bazı yem şirketleri tarafından tamamen ticari bir mal olarak kullanılmaktadır. Karasineğin yumurta, larva, pup ve ergininin ticareti yapılmaktadır [23, 24].

1.1. *Musca domestica*’nın Sistematikteki Yeri ve Genel Özellikleri

Musca domestica L.’nin içinde yer aldığı Diptera takımının diğer böceklerden farkı arka kanatlarının her birinin “halter” denen topuz şeklinde görünen bir denge organına dönüşmesidir. Diptera yapı bakımından iki büyük gruba ayrılır (Nematocera, Brachycera). *Musca domestica*’nın dahil olduğu Brachycera alttakımının üyeleri tıknaz vücutlu, kuvvetli yapılı ve kısa antenlidir [25].

Brachycera alttakımının içinde yer alan, yuvarlak yapılı ve sistematik olarak birbirinden ayırması çok zor olan Muscidae familyasının en tanınmış türü *Musca domestica* (karasinek ya da ev sineği)’dir. *Musca domestica* Afrika’dan

orijinlenmiş, insan topluluklarının bir parçası olarak dünyanın her yerine yayılmıştır [25, 26].

Mısır yazıtlarında utanmazlığın simgesi olarak resmedilmiştir. En cesur savaşçılara sinek şeklinde madalyalar verilmiştir. Suriye'nin en büyük şeytan tanrısı, sinek tanrısı Baalzebub'tur [25].

Musca domestica 6-7mm boyunda, grimsi siyah renkli, göğsün sırt kısmında boyuna 4 çizgili, ilk abdomen segmentlerinin yanları sarımsı kahverengi, kanadın orta kısmında bulunan boyuna damar (Media) uç 1/3'de yay şeklinde öne doğru kıvrılmıştır. Diğer birçok böcekte olduğu gibi gözler erkeklerde tamamen birbirine değeri, buna karşın dişilerde alın kısmı açıkta kalır [25, 27].

Karasineklerin gözleri arasındaki mesafe yaşadıkları bölge hakkında fikir verir. Tropikal iklimlerde yaşayan karasineklerde gözler arasındaki mesafe ılıman iklimlerdekilere göre daha açık olur . Bunun yanında göz renginin de iklime ve yaşadıkları bölgeye göre değiştiği bilinmektedir [27, 28].

İki gözün arasına rastlayan kısımda gözlerin hemen orta kısmından başlayarak hortumun başlangıç kısmına kadar devam eden düz bir bölge vardır. Bu düzlüğün üst tarafında, gözler arasına rastlayan kısımda düzlüğün üst kısmını çevreleyen ve normal zemine göre biraz kabarık ve açıklığı aşağıya bakan, ters U şeklinde bir oluşum vardır (Frontal stur). Frontal stur puparium içindeki ergin karasineğin pupariumu yırtıp dışarı çıkmak için kullandığı "pitinillum" denen kesici organın baş içerisine çekilmesi sonucu kalan artığıdır [27].

M. domestica'daki antenlerin üzerindeki koku çomakçıklarının az sayıda bulunması (600 kadar, oysa Calliphoridae'de 5000 kadardır) onların çok iyi koku alamadıkları fikrine götürebilir. Görme duyuları çok daha iyi geliştiği için kokusuz şekerli besinleri çok kısa bir sürede bulabilirler. Ayak segmentlerinde bulunan ince duyu hücrelerinin yardımıyla kimyasal uyarıları hemen algırlar, yani ayakları ile tadarlar [25, 28].

1.2. *Musca domestica*'nın Beslenmesi

Karasineklerin esas besini süt, şekerli su, meyva suları, ayran, et suyu gibi protein içeren sular, cerahat, dışkıların sulu kısımları vb. gibi sıvı halde olan maddelerdir. Ancak sadece sıvı besinlerle beslenmeyen, kuru besinleri de alabilen karasineklerin hortumları üç şekilde beslenmeye elverişlidir. Karasineklerin hortumu kan emen sineklerdeki hortum tipinden tamamen ayrı bir özellik gösterir. Başın ön alt kenarından çıkan hortum, dinlenme sırasında başın altına katlanarak taşınır ancak besin ararken ya da alırken dikleşir [25, 27].

Karasinek sıvı halindeki besinlerle beslenmek için hortumunun ucundaki oral diski sıvı besin maddesi üzerine koyar ve pseudotrachea'ler yardımıyla sıvı maddeyi emer. Pseudotrachea'lerle emilen besinler labellerin yan tarafında bulunan ve pseudotrachea'lerle bağlantısı olan toplama kanallarına ve oradan da diskal sklerit üzerindeki delikten ağız boşluğuna akar. Bu şekil beslenmede sinek rahatsız edilmezse yarım dakikadan daha az bir zamanda tamamen doymuş olur [27].

Emme ve pompalama işlemini kursak (ingulvies) gerçekleştirir. Kursak geçici olarak besin deposu görevi de yapar. Gereksinme duyuldukça kursaktan orta bağırsağa bir miktar besin çiğnenerek bırakılır. Bazen kursak içeriği hortumun ucuna gelerek küçük damlacıklar halinde zemine damlar. Sinek pisliği denen bu lekeler hastalıkların yayılmasının başlıca nedenidir [25].

Kursak içeriğini dışarı verme (kusma) istemi daha çok sıvı maddelerle beslenmeden sonra olur ve beslenmenin ikinci şekli olan katı maddeleri erittikten sonra emmek için yapılan işlemlerden biridir. Bu işlem için sinek hortumunu katı bir besin maddesi örneğin bir küp şeker üzerine koyar ve biraz tükürük ya da biraz kusmuk dökerek katı maddeyi erittikten sonra sıvı hale gelen besini pseudotrachea'lerle emer [27].

Beslenmenin üçüncü şekli olan katı maddelerin eritilmeden alınması da prestomal dişlerle olur [27].

M. domestica erginleri besin ararken koku ve nemi takip ederler. Aç sineklerin rasgele hareket ettikleri görülür, fakat besinin küçük bir miktarını tattıklarında dairesel ya da spiral hareketlerinde bir artış gözlenir. Son deneyler

karasineklerin besinlerle farklı kokular ya da ışık arasında ilişki kurarak öğrenebildiğini göstermiştir [28].

M. domestica'nın koku tercihi üzerine yapılan deneylerde larval aşamada öğrenilen bir kokunun metamorfoz sonrası da tercih edildiği gözlemlenmiştir. Metamorfoz sırasında gerçekleşen büyük lizis, neurogenesis ve nöral dokunun yeniden düzenlenmesine rağmen hafızanın ergin forma taşınmasını gösteren bir başka deney de metamorfozdan geçen hücrenin hayatta kalma durumu üzerinedir. Eğitilmiş donör larvalardan alınan nöral hücreler eğitilmemişlere nakledildikten sonra bunların da metamorfoz sonrası donör larvaların eğitimini yansıtan koku tercihlerini gösteren spesifik değişiklikler bildirilmiştir [29].

1.3. *Musca domestica*'nın Üreme Biyolojisi ve Hayat Döngüsü

M. domestica çok ve çabuk üreyen böceklerdendir. Dunn'ın yaptığı hesaba göre bir dişi karasinekten sekiz nesil esnasında meydana gelen ergin sinek sayısı 1 875 000 000 000 kadardır [27].

Bunun yanında bir yılda üretilen nesil sayısı da iklime göre değişmektedir. Örneğin tropikal iklimlerde yaklaşık otuz nesil yetiştirilirken ılıman iklimlerde yaklaşık on ya da daha az nesil meydana getirilir [28].

Kural olarak fermantasyona uygun ve içinde protein bulunan her yer *M. domestica*'nın üremesine elverişlidir. Bu gibi yerlerde larvalar gereksinimleri olan besinleri ve gelişmeleri için gerekli olan ısıyı kolaylıkla bulurlar ama en önemli kuluçka yerleri gübrelik yerler ve çürüyen bitki yığınları, besin sanayiinden gelen atıklar ve lağım sularıdır. Örneğin 1kg at dışkısında 5000-8000, 1kg domuz ya da inek dışkısında 15000 karasinek gelişebilir. İnsan pisliğinde fazla gelişmezler. Bırakılan yumurta sayısı büyük ölçüde dişi sineğin fizyolojik durumuna bağlıdır [25, 27, 28].

Dişi sinekte dış genital organı oluşturan ovipositor (yumurtlama borusu)'un segmentleri yumurtlama durumu dışında birbirleri içine girerek abdomen içine çekilir. Yumurtlama zamanında segmentler açılarak uzun bir boru halinde vücudun arka tarafından dışarı uzatılır. Yumurtaları olgunlaşmış dişi yumurtasını bırakacağı ortamı bulduktan sonra dışarı çıkarttığı ovipositoru

yumurtanın gelişmesi için uygun olan ortamın bir tarafından içeriye sokarak yumurtalarını buraya bırakır [27].

Gelişmesinde tam bir metamorfoz gösteren *M. domestica* yumurtadan sonra üç safha larva, daha sonra pup olarak erginleşir. Ergin sinek puptan çıktıktan sonraki 2-12 gün içerisinde çiftleşir ve çiftleşmeden 2-3 gün sonra da yumurtlamaya başlar. Dişi karasinek bir defada 100-150 yumurta bırakır. Bir dişi hayatı boyunca birkaç kez yumurtlar [27].

Yumurta: Karasineklerin yumurtaları beyaz renkli ve oval şekillidir. Büyüklükleri 1,20x0,25mm kadardır. Yumurtanın dorsal yüzünde kaburga şeklinde iki kalınlaşma vardır (Şekil 1.1). Kitle halinde bırakılan yumurtaların yaşamlarını sürdürmesi için yüksek derecede neme gereksinimleri vardır. Yumurtanın gelişim süresi sıcaklığa bağlı olarak değişir. En kısa gelişim süresi 35°C'de 6-8 saattir. 20-27°C'de de 12-24 saatte geliştikleri bilinmektedir. Gelişimini tamamlayarak açılan yumurtaların içinden larvalar çıkar [27, 28, 30].

Larva: Üç dönemde geçirilen bu formun ilk evresinde larva 2mm uzunluğunda olup, posterior spirakülü (arka solunum deliği) küçük ve bir tanedir. 3-5mm uzunluğunda olan ikinci dönem larvanın posterior spirakülü daha büyük ve iki tanedir. Üçüncü dönem larva, tam geliştiğinde beyaz renkli, 12mm uzunluğundadır ve iki posterior spirakülü vardır (Şekil 1.2) [27, 30].

Üçüncü dönem larvanın baş tarafı ince, arka tarafı kalındır. Larvanın vücudu 12 segmentten oluşmuştur (bir baş segmenti, üç toraks segmenti ve sekiz abdomen segmenti). Son segment hem büyük hem de arka tarafı düz olarak kesilmiş gibidir. Bu segmentin arka yüzünde düz tarafları birbirine karşı gelen, D şeklinde iki oluşum vardır. D harfinin yuvarlak tarafında solucan şeklinde kıvrılmış üç yarık yer alır. Bunlar alınacak havayı trake sistemine geçiren oluşumlardır. Yine D harfinin düz tarafında etrafı kuvvetli kitin içeren iki oluşum daha vardır. Bunlara düğme (button) denir [27, 30].



Şekil 1.1. *Musca domestica* yumurtaları X7200



Şekil 1.2. *Musca domestica* larvaları X1170

Pseudocephal olan larvanın ön ucunda ilk segment içerisine çekilmiş, kuvvetli kitin içeren bir oluşum vardır. Buna baş ve farinks iskeleti (cephalopharyngeal skeleton) denir. Bu, toraks segmentleri içerisine çekilmiş olan baş ve ağız parçalarının bir kısmıdır [27].

Larvanın baş olarak kabul edilen ilk segmenti, dorsal yüzde arkadan öne doğru uzayan bir çukurluk gösterir. Bu çukurluğun iki tarafında kalan yüksek kısımlara oral loblar denir. Her oral lob üzerinde bir duyu papillası (sensory papillae) vardır. Lobların arasında ve altında ağız deliği vardır. Lobların yan ve karın yüzlerinde birbirine paralel ince kanallar vardır. Ağza açılan bu kanallara besin kanalları denir [27].

Arkada toraks segmentleri içerisinde yer alan baş ve farinks iskeleti oldukça kuvvetli kitin içeren bir takım skleritten oluşur. Bunlardan ilki mandibular sklerittir. Bu skleritin geniş bir kaidesi, önde iki çengeli vardır. Ağız çengeli arkadan öne ve yukarıdan aşağıya yönelir. Bu çengeller şekil olarak böceklerdeki tırnaklara benzer. Sağ çengel büyük, sol çengel küçüktür. Ağız çengelleri larvaya hareketi esnasında yol açmaya, önüne gelen engelleri kaldırmaya yarar. İkinci sklerit dental sklerittir. Dental sklerit mandibular skleritin geniş olan kaidesinin iki yanında yer almış küçük birer skleritten ibarettir. Ağız çengelinin kuvvetli kasları bu sklerite yapışır. Üçüncü sklerit hipostomal sklerittir. Mandibular sklerit arkada hipostomal sklerite mafsallanır. Bu sklerit düzensiz bir şekilde iki yan plak ile bunları karın yüzünde birbirine bağlayan kitinli bir çubuktan ibarettir. Dördüncü sklerit farengeal sklerittir ve ön tarafta hipostomal sklerite mafsallanır. Bu sklerit de düzensiz şekil gösteren iki plak ile bunları ön ve üst kısımda birbirine bağlayan bir skleritten oluşmuştur. Farengeal skleritin yan plakları alt tarafta farinksin alt duvarı ile birbirine bağlanır [27].

Larvanın üçüncü segmentinin arka kenarının yan taraflarında silindirik şekilde çıkıntı gösteren iki oluşum vardır. Bunlar ön spiraküllerdir ve arka taraflarında trakelerle bağlantılıdır [27].

Larvalar da yumurtalar gibi yüksek neme gereksinme gösterirler ve en kısa gelişim süresi için 35°C sıcaklığı tercih ederler. Ayrıca larvalar ışıktan da kaçma eğilimindedirler. Larvalar bakteriler, mayalar ve onların bozulan ürünleriyle beslenirler. Tamamen büyüdüklerinde beslenmeleri durur ve çevreye karşı

gösterdikleri reaksiyonları değişir. 15-20°C civarlarındaki sıcaklıkları ve daha az nemli ortamları tercih etmeye başlarlar ama yine ışıktan kaçarlar. Çok hareketli olduklarından eskisine göre daha soğuk ve daha kuru yerlere, örneğin buldukları gübre ya da çöp yığınlарının veya toprağın yüzey kısımlarına göç ederler ve burada pup oluştururlar [28].

Larvaların gelişim sürelerini etkileyen faktörler besin, nem ve sıcaklıktır. En uygun koşullar altında en kısa gelişim süresi 3-3,5 gündür. Larvalar 45°C'nin üstündeki sıcaklıklara uzun süre dayanamazlar. Bu nedenle büyük gübre ve çöp yığınları ya da diğer çürüyen ortamlarda fermantasyon sonucu oluşan çok yüksek sıcaklıklardan kaçmak için bu ortamların sadece dışı yakın 10-15cm kadar dar bir zonunda gelişebilirler. Larvaların bu özellikleri onlarla mücadele konusunda kullanılması nedeniyle önemlidir [28].

Pup: Gelişimini tamamlayan larva önce besin almamaya, daha sonra büzülmeye başlar. Ön uç 6-12 saat içinde içeri çekilir ve silindirik şekilli puparium meydana gelir (Şekil 1.3) [27].



Şekil 1.3. *Musca domestica* pupalarıX1170

Bianchi ve Capurro [31] tarafından yapılan bir çalışmada *M. domestica* larval lipoproteininin larval beslenme periyodunun sonuna kadar biriktirildiği, ancak pupal deri değiştirmeden sonra bu proteinin canlıda bulunmadığı tespit edilmiştir. Bunun sonucunda *M. domestica* larval lipoproteininin puparium ve/veya pupal kutikül oluşumunda rolü olabileceği fikri ortaya çıkmıştır.

Başlangıçta yumuşak ve krem renginde olan pupariumun rengi hızla koyu kahverengiye dönerken kutikula da sertleşir. Bu arada pupariumun içinde gerçek pup gelişmeye başlar. Pupariumun dış görünüşü larva yapısının tamamen aynıdır. Yalnız içeri çekilmiş olan baş ve farinks iskeleti görülmez (Şekil 1.3) [27, 28].

Pup evresi 4-5 gün kadar devam eder. Bu süre çevre nemine ve özellikle sıcaklığına bağlı olarak uzar veya kısalmır. Puplar larvalardan daha düşük oranlardaki neme dayanıklıdır. Puparium içindeki gelişim tamamlandıktan sonra ergin sinek pitillinumunu aracılığıyla ön kısmı yırtarak çıkar [27, 28].

Genel olarak yumurta, larva ve pupaların gelişimini en fazla etkileyen faktörlerden biri olan sıcaklık 35°C olduğunda yumurtaların ergin forma ulaşma sürelerinin en kısa olduğu bulunmuştur. Gelişim 12-13°C ve 45°C'de durur ve yumurta, larva veya pupalar ölür [28].

Ergin: Pupariumdan yeni çıkan ergin sinekler yumuşaktır ve uçamazlar. Bu sırada yavaş hareket ederler ve kanatlarını esnetip kutikulanın sertleşmesi devam ederken dinlenmek için uygun, tercihen karanlık bir yer ararlar. Birkaç saat sonra sinekler kanatlarını kullanabilir hale gelirler (Şekil 1.4) [28].

Sıcaklık uygun (örneğin 30°C kadar) ise erginleşen sinek iki günde çiftleşmeye hazır hale gelir. Çiftleşmede görsel cazibe çok önemlidir, fakat feromonların da rol oynadığı bilinmektedir. Yapılan çalışmalarda bu feromon bileşenlerinin üretiminde erkek ve dişi arasındaki farkın erken bir dönemde ortaya çıktığı bulunmuştur [28, 32].

Doğal koşullar altında bir bölgede bulunan sinek sayısında değişiklikler gözlenir. Bu değişiklikler bölgenin üreme için gerekli koşullarına, özellikle hava sıcaklığı, güneş ışığı ve üreme ortamının varlığına bağlıdır. Çoğu ılıman ve subtropikal bölgede kışın, ısıtılmış hayvan yetiştirme üniteleri dışındaki yerlerde sadece birkaç sinek vardır. Bu sayı ilkbahar başladığında artar, yazın 3-8 ay boyunca en yüksek seviyede kalır ve sonbaharda azalır. Yazları çok sıcak ve kuru

olan tropikal ve subtropikal bölgelerde sinek yoğunluğu en sıcak aylarda da düşebilir [28].



Şekil 1.4. *Musca domestica* erginleriX1170. a: Dişi, b: Erkek

Karasineklerin kışı nasıl geçirdiklerine dair yazarlar arasında bir fikir birliği yoktur. Bazıları karasineklerin kışı kapalı ve korunaklı yerlerde ergin olarak geçirdiklerini, bazıları da büyük gübre yığınları altında larva ve pup olarak geçirdiklerini ileri sürmektedir. Ancak bu aşamalarda hayvanlar birkaç aylık kış boyunca hayatta kalamazlar [27, 28].

1.4. *Musca domestica*'nın İnsan Sağlığı Açısından Önemi

Karasineklerin üreme ve beslenme yerleri çoğu hastalık etkenlerinin bulunduğu yerler olduğundan çeşitli hastalıkların taşınmasında önemli rol oynarlar. Hastalık etkenlerini mekanik olarak bulaştıran karasinekler, üzerinde gezdikleri dışkı, balgam, cerahat vb. gibi yerlerdeki hastalık etkenlerini kıllı olan

vücutlarına bulaştırarak gittikleri yerlere yayarlar ya da aynı yerlerden besin maddesi alırken hastalık etkenlerini de sindirim sistemlerine alıp sonradan bunları kusarak bulaştırırlar [25, 27].

Karasineklerin bulaştırdıkları hastalıkların başında tifo, paratifo, kolera, dizanteri gibi bakteriyel hastalıklar gelir. *Ascaris lumbricoides*, *Enterobius vermicularis*, *Trichurus trichurus*, *Entamoeba histolytica*, *Giardia intestinalis* parazitlerini ve trahom ve konjoktivit gibi göz hastalıkları, verem, antraks, tularemi, malta humması etkenlerini de taşıdıkları bilinmektedir [25, 27].

Ayrıca besinlerle sindirim sistemine alınan karasinek larvaları sürekli hareket ederek rahatsızlık verebilirler ya da ağız skleritleri ve üzerindeki dikenleriyle bağırsak çeperlerinde tahribat yapabilirler [30].

1.5. *Musca domestica*'yla Savaşım

Karasinek mücadelesinde iki ana yöntem vardır. Bunlardan ilki mekanik mücadeledir. Bu yöntemin temeli karasinek yetiştiren yerleri ortadan kaldırmaktır. Karasinek yetiştiren ahırlar, kanalizasyon çukurları, çöplükler, şehir ve kasabalarda kurulan pazarlar, mandıralar vb. yerlerin çeşidine göre alınabilecek önlemler geliştirilmiştir. Örneğin şehir çöplüklerinin karasinek barındırması açısından zararsız hale getirilmesi için çöplerin yakılması yöntemi kullanılır. Daha ucuz ve pratik bir yöntem de şehir dışındaki düz bir arazide çöp arabalarının girebileceği genişlikte açılan bir kanal içine atılan çöplerin üzerinin kanalı açarken çıkan toprakla kapatılması ve çöplerin bir süre sonra gübre olarak kullanılmasıdır [27].

Karasinekle mücadelede ikinci ana yöntem karasineklerin doğrudan öldürülmesidir. Bunun için insektisitler yaygın olarak kullanılmıştır. I. Dünya Savaşımın sonunda bulunan DDT (Dikloro-difenil-trikloroetan)'nin sineklerin kökünü kazıyacağı tahmin edilirken geçen bunca senede sinekler insektisitlere karşı büyük ölçüde dirençlilik kazanarak tehlikeli bir duruma girmişlerdir. Karasinekler bir insektisite yirmi döl sonra başlangıçtakine göre binlerce kat dirençlilik kazanırlar [25].

DDT'nin böceklere karşı başarısızlığının yanında insan dokularında da birikmesi gelişmiş ülkelerde tarım ürünlerinde kullanımını yasaklanmasına neden olmuştur. Bugün DDT'nin karasineklerdeki kalıntıları farklı soyların dirençlerini anlamak için bir parametre olarak kullanılmaktadır [1, 33].

DDT gibi B.H.C. (Benzen Hegza Klorür) ve Dieldrin de bir zamanlar karasinek mücadelesinde geniş çapta kullanılmıştır. Ancak bu kimyasallar da günümüzde karasineklerin tam bir direnç gösterdiği insektisitlerdendir [27].

Farklı bölgelerdeki karasinek toplumlarının insektisite direnç düzeyi (örneğin Malathion'a direnç) o bölgelerdeki insektisit uygulamasının durumunu yansıtmaktadır. Karasineklerde Malathion'a direnç bir kez oluştuğunda seleksiyon baskısı kalktıktan uzun bir süre sonra bile kaldığı bulunmuştur [34].

Böceklerin kimyasal insektisitlere karşı kısa sürede direnç kazanmaları biyoinektisitlerin kullanılmasını gündeme getirmiştir. Ancak *Bacillus thuringiensis*'ten elde edilen β -eksotoksine karşı değişik soylarının gösterdiği duyarlılık farkları karasineklerde biyoinektisitlere direnç bakımından da genetik varyasyonun varlığını ortaya çıkarmaktadır. Karasinek populasyonları kimyasal insektisitlerde olduğu gibi biyoinektisitlere karşı da direnç geliştirebilirler [35].

M. domestica'nın kontrolünde kullanmak için parazit ve predatörlerinin belirlenmesi de önemlidir. Kuzeydoğu Florida'daki mandıralarda kışın *M. domestica* puplarına saldıran en baskın türün *Spalangia cameroni* Perkins olduğu bulunmuştur. *Muscidifurax sp.*, *Spalangia endius* Walker ve *Spalangia nigroaenea* Curtis'nin da *M. domestica*'nın pupal parazitleri olduğu bildirilmektedir [36].

Muscidifurax raptor, *Macrocheles muscaedomesticae*, *Steinermia fetiae*, *Cairina moschata domestica* L. (Eski Rusya yaban ördeği), *Hermetia illucens* (larva formu) türleri de karasineklerin biyolojik mücadelesinde kullanılmıştır [30].

Zararlıların kontrolünde parazitlerinin ya da predatörlerinin sayılarını başarılı bir şekilde artırmak ya da o ortama salmak için daha önceden parazit ya da predatör kitle kültürlerinin üretilmesi gerekir. Pupal parazit olan *Spalangia endius*'un kitle kültürü için ekonomik ve etkili bir şekilde üretilen *M. domestica* ve *Stomoxys calcitrans* konukçuları kullanılmaktadır [26].

Zararlıların kontrolü için başka bir yöntem de steril böcek tekniğidir (SIT: Sterile Insect Technique). Bu yöntem kapalı ortamlarda eşeyssel olarak steril zararlıların büyük sayılarda yetiştirilmesi ve yabanileriyle çiftleşmeleri için serbest bırakılmasıdır. Geç bir tarihte kullanılması amacıyla steril *M. domestica* yumurtalarını stoklamak için embriyoların kısa süreli soğuğa gösterdikleri tolerans incelenmiştir. *M. domestica* embriyoları 5°C'de depolandıklarında soğuğa toleranslarının depolama periyodunun uzunluğuna ve soğuğa maruz kalma yaşına göre değiştiği saptanmıştır [37].

Görülebilir ışık veya UV ışığının kullanıldığı elektrik tuzakları da kullanılabilir yöntemler arasındadır. Ancak bu yöntemin hem pahalı hem de çok etkili olmamasından dolayı dezavantajları vardır [28].

İnsan ve hayvan sağlığı açısından zararlı olması ve kullanılan mücadele yöntemlerinin yetersiz kalması gibi nedenler *M. domestica* üzerine daha detaylı araştırmalar yapılmasına neden olmaktadır.

1.6. *Musca domestica*'nın Besin Olarak Kullanılması

Musca domestica insanların açlık probleminin çözümünde doğrudan besin olarak kullanılan bir böcek değildir. Ancak çeşitli amaçlarla beslenen hayvanlar için yem olarak kullanıldığında insanlar için kullanılacak besinlerdeki rekabet azalabilir.

Yeryüzünde geniş bir şekilde yayılmış olan *M. domestica* besin zincirinin temel bir yerini işgal etmektedir. Doğada bırakılan karasinek yumurtalarının sadece %25'i ergin forma ulaşabilir. Çünkü diğer çevre koşullarının yanında doğal düşmanları da onları yok etmektedir. Örneğin bir gübre yığınındaki keneler, arılar ve kulağakaçanların çoğu onların yumurta, larva ve puplarıyla beslenmektedir. Karasinekler yaşam döngüsünün her evresinde bazı hayvanlar ve bitkiler için besindir. İnsanlara tiksindirici gelen bu sinekler kurbağalar, akvaryum ve havuz balıkları ve kafeste yetiştirilen kuşlar için de sevilen bir yiyecektir [23, 28].

Doğadaki yaşam döngüsünün belirli bir kısmını atık maddeler içinde geçirmesi besin olarak kullanılabilir *M. domestica*'nın bu atıklardan

yararlanılarak yetiştirilebileceğini akla getirmektedir. Calvert ve ark. [38]'na göre Lindler (1919) insan atıklarının değerlendirilmesi konusunda, protein ve yağ üretmek için *M. domestica* larvalarının kullanılmasını önermiştir. Bundan sonra Calvert ve ark. (1969) laboratuvar koşullarında, CMSA sinek mediumunda yetiştirilen karasinek puplarının tavukçulukta yem olarak kullanımını üzerine araştırmalar yapmışlardır. Dondurulup kurutulmuş pupu analiz ettiklerinde materyalin yüksek oranda protein (%63) ve zengin bir yağ miktarı (%15,5) içerdiği bulunmuştur. Amino asit kompozisyonu et ya da balık unununkine, yağ asitlerinin de bazı balık yağlarına benzediği bulunmuştur. Böylece kurutulmuş pupun civciv diyetlerinde soya fasulyesi ununun yerine geçecek kadar yeterli protein ve diğer besin elementlerini içerdiği ortaya çıkmıştır. Bu zengin besin değerine sahip olan pupları denemek için total proteinin %48'ini sağlayan soya unuyla hazırlanan %23 protein içeren tipik bir civciv başlama yeminden oluşan bir diyetle, bu diyetle sadece soya ununun yerine un haline getirilmiş karasinek pupu konularak ikinci bir diyet hazırlanmıştır. Bir gün yaşındaki Leghorn civcivleri bir hafta ilk diyetle beslendikten sonra altı gruba ayrılarak bir hafta boyunca yarısı ilk, yarısı da ikinci diyetle beslenmiştir. İkinci bir deneme olarak da iki farklı diyet bir gün yaşındaki civcivlere iki hafta uygulanmıştır. İlk deneyde ikinci diyetle beslenen civcivlerin canlı ağırlıklarında ilk diyetle beslenenlere göre fark görülmemiştir, fakat bu gruptakiler civciv başına 5g fazla yem tüketmişlerdir. İkinci deneyde ise ikinci diyetle beslenen civcivler ilk diyettekilere göre civciv başına ortalama 9g fazla ağırlık kazanmışlar ve 9g fazla besin tüketmişlerdir. Ama iki diyetten yararlanma açısından farkın çok az ya da hiç olmadığı görülmüştür. Bu deneylerin sonuçları kuru karasinek puplarının civcivlerin yaşamlarının ilk iki haftası boyunca normal gelişimlerini desteklemek için yeterli kalitede protein sağladığını göstermiştir.

Molar ve ark. [39] tarafından yapılan bir çalışmada *M. domestica* larvalarının kümes hayvanlarının beslenmesinde doğrudan kullanımı araştırılmıştır. Yumurtadan çıkan yavru hindiler ondört gün ticari başlangıç besiniyle beslendikten sonra yarısı dondurulup, kurutulmuş *M. domestica* larvalarıyla beslenmiş, diğer yarısı başlangıç besinleriyle beslenmeye devam edilmiştir. Besinlerin içine marker olarak çözülmeyen kül karıştırılmıştır. Böylece

her iki besin için “görülebilir metabolize edilebilir enerji” (AME) olarak adlandırılan besinin kullanılabilen enerjisi belirlenmiştir. Dört gün bu şekilde beslenen hindilerin her iki besin grubunu da eşit derecede sindirdikleri bulunmuştur. Ancak larvaların başlangıç besininden 1128 kcal/kg daha yüksek görülebilir metabolize edilebilir enerjiye sahip olduğu saptanmıştır Her iki besinin protein oranları karşılaştırıldığında larvaların %59, ticari başlangıç yeminin %32 ham protein içerdiği bulunmuştur. Larvaların daha düşük olan sistein oranı dışında ticari başlangıç yemine göre aynı ya da daha yüksek amino asit değerlerine sahip olduğu belirlenmiştir. Larvaların mineral seviyeleri analiz edildiğinde kalsiyumun az olmasına karşın fosforun bol olduğu görülmüştür. Bu dengesizlik larvaların besleyici katkıların yerine ana besin kaynağı olarak kullanılmasını engeller. Çünkü bu durumda tavukların kemik formasyonlarında bir problem ortaya çıkmaktadır.

Sonuç olarak çok değerli besin içeriğine sahip olmasına ve protein seviyelerinin yüksek olmasına rağmen bu proteinlerin tamamı tavuklar tarafından değerlendirilemediğinden ve kalsiyum-fosfor dengesizliğinin neden olabileceği kemik formasyon problemleri riskinden dolayı *M. domestica* larvaları tavuklar için sadece bir besin katkısı olarak tavsiye edilmiştir [39].

M. domestica'nın memelilerde besin olarak kullanılması üzerine yapılan çalışmalar azdır. *M. domestica*'nın ratlara yedirilmesi üzerine yapılan bir çalışmada ise beş farklı diyet şekli uygulanmıştır. Onifade ve ark. [40] tarafından yapılan bu çalışmada kontrol olarak kullanılan, balık unu içeren Diyet-1, tavuk gübresinden elde edilen larvalardan hazırlanan larva ununu içeren Diyet-2, larva unu ve buna ek olarak 2,5g/kg metionin içeren Diyet-3, larva unu, 2,5g/kg metionin ve 1,5g/kg lizin içeren Diyet-4 ve larva unu ve ek olarak 160g/kg diyet proteini (larva unu) içeren Diyet-5 ratlara uygulanan diyet çeşitleridir. Bu diyetlerle 21 gün beslenen ratlardan elde edilen performans verileri tüm larva unu temelli diyetlere göre üstün çıkmıştır. Larva unu temelli diyetlerden sadece metionin katkılı diyetin büyüme hızını yaklaşık 4 kat, metionin-lizin kombinasyonu ile oluşan diyetin ise 3,5 kat artışla desteklediği bulunmuştur. Lizin katkısının yararlı olmadığı görülürken Diyet-5'in büyüme hızını sadece 2 kat arttırdığı bulunmuştur. Böylece larva unundaki protein kalitesinin düşük olduğu ve artırılmış diyet

miktarının kalitedeki eksikliği karşılayamadığı sonucuna varılmıştır. Bu diyetlerin tüketimi ve ratların ağırlık kazançları hakkındaki veriler de ilgi çekicidir. Diyet-2 ve Diyet-3'ün tüketimi birbirine benzer olduğu halde Diyet-4'ün tüketimi %7 düşmüştür. En çok tüketilen diyet Diyet-1, en az tüketilen ise Diyet-5'tir. Larva unuyla beslenen ratların vücut ağırlığı kazancı çok fazla artmasına rağmen besin kalitesindeki gelişme besin alımını artırmamıştır. Besin tüketimi açısından diyetler karşılaştırıldığında larva ununun lezzetinin onun tüketimini ve besin değerini etkileyebilen bir faktör olabileceği düşünülmüştür.

Bu ratların kan bileşenleri incelendiğinde metionin katkılı diyetin daha yüksek değerlere neden olduğu bulunmuştur. Amino asit katkılı diyetlerin daha yüksek serum proteinleri, kolesterol ve trigliseride neden olduğu ancak diğer kan bileşenlerinin düşük olduğu ortaya çıkarılmıştır. Sonuç olarak karasinek larvalarının metionince fakir olduğu için balık ununa göre daha düşük bir kalitede olduğu ve bu amino asitin eklenmesiyle ratlara çok yararlı olabileceği bulunmuştur [40].

Yem olarak kullanılabilir bir organizma olan *Musca domestica*'nın farklı atık maddeler içinde üretimi konusunda bir çalışma da zeytin atığının değerlendirilmesiyle ilgilidir. Şengün ve ark. [41] tarafından yapılan çalışmada kontrol olarak kullanılan ortamın formülünden suyun 1/6 oranında azaltılarak bunun yerine aynı miktarda zeytin atığı konulmasıyla hazırlanan besin ortamlarında yetiştirilen larvalar prepup dönemine geçtiklerinde ortamlarından ayrılarak analiz edilmiştir. Çalışmada larvaların zeytin atığında kontrol ortamından daha iyi geliştikleri görülmüştür. Kontrol ve deney grupları amino asit içerikleri bakımından incelendiklerinde herhangi bir önemli fark bulunamamıştır.

Hobi olarak beslenen hayvanlar için ticari olarak üretilen yemlerde çok yaygın olarak kullanılan besleyici böceklerden *Gryllus campestris* (cırcırböceği)'in kalsiyum:fosfor oranı 1:2, *Tenebrio molitor* (unkurdu)'un 1:13,5 olduğu bulunmuştur. Yapılan çalışmalarla *Gryllus campestris*'in kalsiyum:fosfor oranı 1:1'e çıkarılmıştır. *Gryllus campestris* ve *Tenebrio molitor*'un ticari yem olarak kullanılmasında kolay taşınma özelliğine sahip olmalarının yanında dayanıklı olmalarının da payı vardır. Bu dayanıklılık, şekillerini korumasını sağlayan ve onları dış etkilerden koruyan eksoiskeletlerinden ileri gelmektedir.

Ancak bu böceklerin ağırlıklarının büyük kısmını oluşturan kitinden meydana gelen eksoiskelet kuşlar tarafından sindirilememektedir. *Tenebrio molitor*'un kitinimsi bir maddeden oluşan dişleriyle kuşları acı verici veya öldürücü bir şekilde ısırması da bir dezavantaj olarak görülür. Bunu önlemek için *Tenebrio molitor*'un başının koparılarak kuşlara verilmesi tavsiye edilmiştir. *M. domestica* larvaları ise sadece %0,3 kitin içermesi nedeniyle kuşlar tarafından *Tenebrio molitor* ve *Gryllus campestris*'den daha kolay sindirilmektedir. Ayrıca *Tenebrio molitor* ve *Gryllus campestris* insanların besin olarak kullandığı böceklerden olduğundan hayvan yemi olarak kullanılması bir kayıp olarak düşünülebilir [23].

Zengin bir besleyici bileşime sahip olan *M. domestica* larvalarının 1:3,4 olarak bulunan kalsiyum:fosfor oranı yine ticari amaçla yapılan çalışmalarla 1:2,5'e çıkartılmıştır. Bu nedenle *M. domestica* larvaları kafeste yetiştirilen kuşlar için iyi bir yemdir. Ayrıca küçük, yumuşak, açık renkli ve hareketli olmaları kuşlar tarafından kolayca fark edilmelerini ve besin olarak kabul edilmelerini sağlar. Bu özellik bazı yavru kuşlarda, özellikle *Phasianus colchicus* (sülün)'ta yeme başlamada önemlidir [23].

Tillamook'taki Oregon İnsektoryumu'nda yapılan çalışmalarda balık yemi olarak satılan, kasap dükkanlarından temin edilen hayvanların yenilmeyen kısımlarıyla beslenen *Tenebrio molitor* ve *Gryllus campestris*'in kuşlarda yem olarak kullanılmasının botulizmle sonuçlanabileceği görülmüştür. Botulizmin nedeni olan *Clostridium botulinum*'u taşıma riskini ortadan kaldırmak için kuşlara yem olacak böceklerin bitkisel besinlerle beslenmesi gerektiği sonucuna varılmıştır. Bu nedenle bitkisel besinlerle beslenen *M. domestica* larvaları tek başına canlı yem olarak ya da besinlerin en iyi koşullarda korunmasına dikkat edilerek düşük basınç odalarında ısıtılarak nemin hızlıca çıkarılması işleminden (dehidrasyon) sonra farklı şekillerde kullanıma sunulmuştur (Oregon Feeder Insects, Inc.). Örneğin Soya MuscaTM yüksek protein ve düşük tuz içerikli soya proteinleri, vitamin katkısı olarak tüketilen bir cyanobacter olan *spirulina* ve kurutulmuş *M. domestica* larvalarının karıştırılmasıyla hazırlanmıştır. Bu besinle yetiştirilen kuşların mükemmel iskelet ve kas gelişimine ve kaliteli tüy ve renge sahip oldukları belirtilmiştir. Ayrıca yine bu karışımla beslenen Drepaninidae (Kancagagalılar) üyelerinin yavrularında saldırganlığın azaldığı, erginlerinde ise

tüy dökme ya da koparma sonrasında yeniden tüy oluşum sürecinin hızlandığı gözlemlenmiştir. *Panicum miliaceum* (darı), kuru yumurta sarısı, kurutulmuş *M. domestica* larvası, soya proteini, *spirulina* ve anasonun karışımıyla beslenen kuşlarda da iyi iskelet ve kas gelişimi görülmüştür. Tüylenme ise hafif bir duraksama gözlemlenmiştir [23].

M. domestica larvalarının özellikle 2,5-8cm büyüklüklerindeki *Astronotus ocellatus* (Cichlidae) (oskar ya da astronot balığı) için bir besin kaynağı olarak kullanılabileceği belirlenmiştir. Bağırsakları kırmızı bir pigment olan canthaxantin'le doldurulmuş olan kurutulmuş *M. domestica* larvalarını yiyen *Sympysodon discus* (Cichlidae) (diskus ya da disk balığı)'ta birkaç hafta sonra renklerin özellikle kırmızının önemli miktarda geliştiği görülmüştür. Ticari balıkçılık gölleri için yumurtlatılan ve yetiştirilen *Oncorhynchus mykiss* (gökkuşluğu alabalığı)'in serbest yüzen yavrularının düzenli besinle beslendiklerinde standart gelişimlerinde doksan günde ulaştıkları ortalama 8cm uzunluğa, kurutulmuş larva ve deneysel bir yavru balık besiniyle beslendiklerinde seksen günde ulaştıkları bilinmektedir [23].

Arjantin'den Meksika'ya kadar besin olarak kullanılan kurbağaların yetiştirilmesinde ticari kolaylığı nedeniyle benimsenen genel yetiştirme sisteminde *M. domestica* larvaları belirli maddelerin karışımından oluşan peletlerle karıştırılarak kurbağalara sunulmaktadır. Larvalar pelet içinde bir harekete neden olur ve kurbağalar larva ve pelet karışımını yerler. *M. domestica*'yla 56 gün beslenen *Rana catesbeiana* (öküzkurbağası) bireylerinin ortalama 298g, 175 gün beslenenlerin ise ortalama 626g ağırlık kazandığı belirtilmiştir [42].

Aslında *M. domestica* larvaları reptiller ve amfibiler için mükemmel bir yiyecektir. Ancak canlı larvanın her gün kullanım için pahalı olduğu belirlenmiş ve larva yerine pupunun kullanımının daha uygun olduğu bulunmuştur. Çünkü canlı pupu taşımak ve metamorfozunu geciktirmek daha kolaydır. Çoğu hayvan, pupu besin maddesi olarak tanımakta ve hemen yemektedir. Kuru *M. domestica* puplarıyla beslenen kuşlar arasında tüy yolma ve kannibalizmde azalma görülmüştür [23].

Canlı pup kullanımının bir başka avantajı da ergin karasineğin puptan çıkışının yakalanabilmesidir. İlk birkaç saat uçamayan ve vücudu yumuşak olan sinek, yabani hayvanların ıslahında hem besleyici hem de eğitici olarak kullanılabilir, yürüyen büyük bir avdır [23].

M. domestica'nın kimyasal içeriği metamorfoz sırasında bir takım değişimlere uğramaktadır (Çizelge 1.1 ve Çizelge 1.2). Örneğin larva pupa geçtiğinde fiber NDF (nötral deterjan lifi), karbonhidrat, A vitamini ve B vitamini miktarında büyük bir azalma görülmektedir [23].

Çizelge 1.1. *Musca domestica* larvalarının kimyasal içeriği [23]. ADF:Asit Deterjan Fiber, NDF:Nötral Deterjan Fiber

Kalori/gram	5.86	Ham Protein	% 56,5
Ca:P	1:3,054	Amino Asit Profili:	
Fiber ADF	% 18,2	Aspartik Asit	% 5,68
Fiber NDF	% 39,1	Threonin	% 2,65
Karbonhidrat	% 21,1	Serin	% 2,68
Kül	% 5,4	Glutamik Asit	% 7,80
Bakır	40 ppm	Prolin	% 2,55
Demir	415 ppm	Glisin	% 2,62
Çinko	421 ppm	Alanin	% 3,43
Manganez	441 ppm	Sistein	% 0,42
Kalsiyum	% 0,37	Valin	% 2,75
Fosfor	% 1,13	Metionin	% 1,38
Sodyum	% 0,54	İzolösin	% 1,99
Magnezyum	% 0,34	Lösin	% 3,53
Potasyum	% 1,21	Tirozin	% 3,63
A Vitamini	1616,0 IU/100g	Fenilalanin	% 3,58
B ₁ Vitamini	4,1 IU/100g	Lizin, Total	% 4,06
B ₂ Vitamini	15,8 IU/100g	Histidin	% 1,91
B ₅ Vitamini	14,7 IU/100g	Arjinin	% 2,76
C Vitamini	100 IU/100g		
Total Yağ	% 20,40		
Yağ Asitleri Profili:			
Miristik Asit	% 0,70		
Miristoleik Asit	% 0,50		
Palmitik Asit	% 1,90		
Palmitoleik Asit	% 0,70		
Stearik Asit	% 1,60		
Oleik Asit	% 10,30		
Linoleik Asit	% 0,60		
Linolenik Asit	% 0,10		

Çizelge 1.2. *Musca domestica* puplarının kimyasal içeriği [23]. ADF:Asit Deterjan Fiber, NDF:Nötral Deterjan Fiber

Kalori/gram	6,13	Ham Protein	% 55,5
Ca:P	1:3,375	Amino Asit Profili:	
Fiber ADF	% 17,5	Aspartik Asit	% 5,38
Fiber NDF	% 4,6	Threonin	% 2,33
Karbonhidrat	% 7,8	Serin	% 2,19
Kül	% 6,9	Glutamik Asit	% 6,59
Bakır	46 ppm	Prolin	% 2,08
Demir	606 ppm	Glisin	% 2,39
Çinko	454 ppm	Alanin	% 2,49
Manganez	226 ppm	Sistein	% 0,46
Kalsiyum	% 0,40	Valin	% 2,54
Fosfor	% 1,35	Metionin	% 1,35
Sodyum	% 0,90	İzolösin	% 1,84
Magnezyum	% 0,36	Lösin	% 3,30
Potasyum	% 1,62	Tirozin	% 2,81
A Vitamini	2,89 IU/100g	Fenilalanin	% 2,54
B ₁ Vitamini	6,0 IU/100g	Lizin, Total	% 3,06
B ₂ Vitamini	18,3 IU/100g	Histidin	% 1,84
B ₅ Vitamini	17,6 IU/100g	Arjinin	% 2,65
C Vitamini	8,3 IU/100g		

Canlıların farklı besinlerle beslendiklerinde kimyasal içeriklerinde bir değişme olabileceği düşüncesi bu konudaki araştırmalara yön vermiştir. Farklı içerikli besinlerin canlıları değişik yönlerde etkiledikleri bilinen bir gerçektir. Örneğin *Pimpla turionellae* L. (Hymenoptera:Ichneumonidae)'nin ergin dişilerinin total protein miktarlarını ksiloz arttırırken glukoz azaltır. Erkek *P. turionellae* larvalarının da besin ortamlarındaki CaCl_2 veya $\text{FeCl}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 'nun arttırılmasıyla sentezledikleri protein oranlarının arttığı bulunmuştur. Ancak bazı besinler ya da bunların farklı oranlarının canlılar üzerinde etkisi olmayabilir. Ramnoz, mannoz, maltoz, sellobioz vb. gibi karbonhidratların *P. turionellae*'nin ergin dişilerinin protein miktarı üzerine önemli bir etkisinin olmadığı saptanmıştır. $\text{CoCl}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 'nun besinden çıkarılması erkek *P. turionellae* larvalarının üzerinde önemli bir etki yapmadığı halde bu tuzun kontrol besinindeki oranının %50 arttırılmasının gelişme hızını ve protein sentezini pozitif yönde etkilediği belirtilmiştir. *P. turionellae* puplarının total protein miktarı besinlerindeki

penisilin, streptomisin, rifampisin, tetrasiklin hidroklorür, linkomisin hidroklorür, metil p-hidroksibenzoat, sikloheksimid ve sodyumbenzoat tarafından önemli derecede artırılırken nistatinin bu miktarı azalttığı bulunmuştur. Antibiyotik kombinasyonlarının da besinde tek başına bulunan miktarlarına göre *P. turionellae*'nin total protein miktarını azalttığı bulunmuştur. Bu pupların yaş ağırlıklarının da kontrol grubuna oranla aldıkları besine göre değiştiği bulunmuştur [43-46].

Farklı besinlerle beslenmenin canlılar üzerindeki değişik etkileri fungal proteinlerin ilave edildiği besiyerlerinde beslenen *Drosophila melanogaster*'in gelişimi üzerine yapılan bir çalışmada da görülebilir. Zeytinoglu ve ark. [47] tarafından yapılan bu çalışmada tek hücre proteini eklenen besiyerlerinde üretilen *D. melanogaster* embriyo hücrelerinde yüksek mitotik aktivite ve larva büyüklüklerinde kontrol grubuna göre büyük bir artış olduğu bildirilmiştir.

Literatüre göre *M. domestica* larva ve puplarının %55,5-63,1 arasında protein içerdiği görülmektedir [23, 38-41, 53, 54]. *M. domestica*'nın yem olarak kullanılabilmesi fikrini ortaya çıkaran da özellikle bu yüksek protein içeriğidir. Bu çalışmada da *M. domestica* larvalarındaki protein miktarlarının farklı besin ortamlarına göre değişip değişmeyeceği araştırılmıştır.

2. MATERYAL VE YÖNTEM

Çalışmada Eskişehir'deki *Musca domestica* popülasyonundan bireyler kullanılmıştır.

2.1. *Musca domestica* Erginlerinin Bakımı

Ergin karasinekler $25\pm 3^{\circ}\text{C}$ sabit sıcaklık ve %50-60 arasında değişen bağıl nem koşullarında, 25x25x25cm boyutlu, ahşap çerçeveli kafeslerde su, şeker ve süt tozu ile beslenmiştir (Şekil 2.1 ve Şekil 2.2).



Şekil 2.1. *Musca domestica*'nın yetiştirildiği oda

2.2. *Musca domestica*'nın Yumurtadan Ergine Kadar Yetiştirilmesi

Karasineklerin yumurtadan pup haline gelene kadar geliştikleri ortam, %40 pancar küspesi, %35 buğday kepeği, %25 yonca unundan oluşan karışıma

karışım ağırlığının %10'u oranında süt tozu, %5'i oranında hamur mayası, %150'si oranında su ilave edilerek hazırlanmıştır (Kontrol ortamı).

Larva için hazırlanan ortamdaki bir miktarı petri kabına konularak ergin karasinekler bu ortama yumurtlatılmıştır. Alınan yumurtaların 450 tanesi için 100gr ortam kullanılmıştır. Bu sayı kontrol besin ortamı için Kence ve ark. [48]'nin yaptıkları bir çalışmayla tespit edilmiştir.



Şekil 2.2. *Musca domestica* erginlerinin bulundurulduğu kafes

2.3. Larvalar İçin Farklı Besin Ortamlarının Hazırlanması

Farklı besin ortamlarına kaynak olarak farklı protein oranlarına sahip olduğu bilinen tavuk yumurtası, kuru fasulye ve patates seçilmiştir [13]. Bu besinler kontrol ortamına %25 ve %50 oranlarında karıştırılarak yeni besin ortamları hazırlanmıştır.

2.4. Larvaların Farklı Besin Ortamlarında Yetiştirilmesi

Ergin karasineklerden aynı saatlerde alınan yumurtalar bir kaptan toplanarak karıştırılmış ve belirlenen oranlarda hazırlanan farklı besin ortamlarına konularak gelişmeleri beklenmiştir. Protein ekstraksiyonu için larvalar beş gün yaşlarına ulaştıklarında ortamlarından alınmıştır.

2.5. Larvalardan Protein Ekstraksiyonu ve Ekstraktların Protein Oranlarının Saptanması

Larvalardan protein ekstraksiyonu için eşit ağırlıktaki larvalar darası alınmış santrifüj tüplerine konularak 50mM Tris-base (SIGMA) (25°C'de pH 7,5), 2mM EDTA (ethylenediamine tetraacetate) (SIGMA), 150mM NaCl, 0,5mM DTT (dithiothreitol) (SIGMA)'den oluşan Tampon A içinde birkaç kez yıkanmıştır. Tampon A süzülerek larvalar tekrar tartılmıştır. Larvaların üzerlerine ağırlıklarının iki katı kadar Tampon B [50mM Tris-base (25°C'de pH 7,5), %10v/v Gliserol (SIGMA), 5mM Magnezyumasetat (Fluka), 0,5mM DTT, 0,2mM EDTA, 1,0mM PMSF (phenylmethylsulfonyl fluoride) (SIGMA)] ve 1µg/ml leupeptinden (SIGMA) oluşan lizis tamponu konularak homojenize (Janke&Kunkel Ika-Labortechnik) edilmiştir. PMSF tampona kullanılacağı zaman ilave edilmiştir. Ayrıca homojenizasyon işleminin her aşaması +4°C'de yapılmıştır. Homojenatlar +4°C'de 2000rpm'de 10 dakika santrifüj (Heraous) edilmiştir. Santrifüj tüpünden süpernatant kısımları dipte %10-15'i bırakılarak ve eşit parçalara ayrılarak ependorflara alınmıştır. Bu örnekler -20°C'de saklanmıştır [49].

Larvalardan hazırlanan ekstraktların protein konsantrasyonları, standart olarak bovine serum albumin (BSA) kullanılarak Bradford ve Lowry yöntemlerine göre UV spektrofotometresi (Shimadzu) ile ölçülmüştür [50, 51].

2.6. Verilerin İstatistiksel Analizleri

Deneylemlerden elde edilen verilerin istatistiksel analizlerinde ortalamalar arası farkın ortaya çıkarılmasında SPSS, farklı çıkan gruplarda farkın hangi yönde olduğunu bulmak için Minitab Paket Programı kullanılmıştır.

Değerlendirmede ilk aşamada tek yönlü varyans analizi yöntemi (ANOVA), kontrol grubuyla diğer grupların ortalamaları arası farkın önem kontrolünün saptanmasında ise çift yönlü Dunnett t-testi kullanılmıştır. Ortalamalar arası fark, 0,05 olasılık seviyesinde “F” değerinden büyük olduğu zaman önemli kabul edilmiştir [52].

Kontrol haricindeki gruplarının kendi aralarındaki farklılığı ortaya çıkarmak için yine ilk aşamada tek yönlü varyans analizi (ANOVA), sonra değişik grupların ortalamaları arasındaki farkın önem kontrolünün saptanmasında ise Tukey-HSD testi uygulanmıştır. Bu gruplar için varyans analizi dışında bir de t-testi uygulanmıştır. Her iki analiz için de ortalamalar arası fark, 0,05 olasılık seviyesinde “F” değerinden büyük olduğu zaman önemli kabul edilmiştir [52].

Daha önce yapılan analizlerde farklılık çıkan gruplarda farkın hangi yönde olduğunu saptamak için çift örneklem t testi kullanılmıştır [52].

3. BULGULAR

Farklı besinlerle beslenen *Musca domestica* larvalarının protein oranlarının ölçümlerinin sonucu Çizelge 3.1 ve Çizelge 3.2’de gösterilmiştir.

Çizelge 3.1. *Musca domestica* larvalarında Bradford yöntemiyle belirlenen protein oranları (% yaş ağırlık).G:Grup No, Yum:Yumurta, Fas:Fasulye, Pat:Patates (Besin çeşitleri o besin ortamında yetiştirilen larvalar için grup adı olarak kullanılmıştır.)

G	Kontrol	%50Yum	%25Yum	%50Fas	%25Fas	%50Pat	%25Pat
1	13,88	13,94	13,74	15,42	12,95	14,58	13,31
2	10,61	12,48	10,73	14,75	15,07	15,32	14,4
3	13,34	12,4	16,03	16,7	15,75	13,94	12,25
4	14,32	15,83	15,51	14,72	13,36	15,15	14,96
5	17,83	15,7	16,04	17,95	17,8	16,23	16,01
6	12,46	14,37	12,57	16,03	13,48	14,07	14,5

Çizelge 3.2. *Musca domestica* larvalarında Lowry yöntemiyle belirlenen protein oranları (% yaş ağırlık) G:Grup No, Yum:Yumurta, Fas:Fasulye, Pat:Patates (Besin çeşitleri o besin ortamında yetiştirilen larvalar için grup adı olarak kullanılmıştır.)

G	Kontrol	%50Yum	%25Yum	%50Fas	%25Fas	%50Pat	%25Pat
1	13,49	13,08	13,42	15,53	13,18	14,29	13,06
2	10,78	12,38	10,11	14,62	14,54	16,41	14,23
3	13,69	12,93	16,43	16,88	16,37	13,26	12,34
4	14,73	15,06	13,63	14,76	12,46	15,27	14,06
5	17,54	13,97	16,88	17,12	16,15	16,8	16,7
6	11,66	13,86	11,74	14,45	11,24	13,37	13,74

Çizelge 3.1 ve Çizelge 3.2’deki veriler kendi içlerinde incelenmişlerdir. Her ikisinde de çizelgelerdeki verilere göre ilk aşamada tek yönlü varyans analizi (ANOVA) uygulanmıştır. Bu analiz yapılırken grupların arasında bir fark olmadığı ve her birinin yeni bir tekrar olduğu düşünülmüştür. Bu veri setleri için birçok kombinasyon bulunmaktadır. İkinci aşamada bu farklı kombinasyonlarda ortalamalar arası farkı bulmak için yararlanılan çoklu karşılaştırma testlerinden

elde edilen sonuçlar Çizelge 3.3'ten Çizelge 3.6'ya kadar verilen çizelgelerle gösterilmiştir. Bütün testlerde %5 anlam düzeyi kullanılmıştır.

Çizelge 3.3. Larvaların yaş ağırlıklarının ve Bradford yöntemiyle belirlenen protein oranlarının kontrole göre karşılaştırılması (Dunnet-t). *:Altı tekrarın ortalaması, **:Deney grubu kontrolden farklı değildir ($P>0,05$), M.D.:Ortalama Farkı, S.E.: Standart Hata, Yum:Yumurta, Fas:Fasulye, Pat:Patates (Besin çeşitleri o besin ortamında yetiştirilen larvalar için grup adı olarak kullanılmıştır.)

Karşılaştırılan Gruplar	Larvanın Ağırlığı (mg) (M.D.*±S.E.)	Larvadaki Protein Miktarı (mg) (M.D.*±S.E.)	Larvanın Yaş Ağırlığına Göre Protein Yüzdesi (M.D.*±S.E.)
%50Yum-Kontrol	-0,38±1,70**	0,07±0,30**	0,38±0,92**
%50Fas-Kontrol	-3,53±1,70**	-0,04±0,30**	2,19±0,92**
%50Pat-Kontrol	-0,29±1,70**	0,24±0,30**	1,14±0,92**
%25Yum-Kontrol	1,28±1,88**	0,25±0,30**	0,36±1,14**
%25Fas-Kontrol	-0,67±1,88**	0,13±0,30**	0,99±1,14**
%25Pat-Kontrol	0,51±1,88**	0,21±0,30**	0,50±1,14**

Çizelge 3.4. Larvaların yaş ağırlıklarının ve Lowry yöntemiyle belirlenen protein oranlarının kontrole göre karşılaştırılması (Dunnet-t). *:Altı tekrarın ortalaması, **:Deney grubu kontrolden farklı değildir ($P>0,05$), M.D.:Ortalama Farkı, S.E.: Standart Hata, Yum:Yumurta, Fas:Fasulye, Pat:Patates (Besin çeşitleri o besin ortamında yetiştirilen larvalar için grup adı olarak kullanılmıştır.)

Karşılaştırılan Gruplar	Larvanın Ağırlığı (mg) (M.D.*±S.E.)	Larvadaki Protein Miktarı (mg) (M.D.*±S.E.)	Larvanın Yaş Ağırlığına Göre Protein Yüzdesi (M.D.*±S.E.)
%50Yum-Kontrol	-0,38±1,70**	-0,04±0,30**	-0,10±0,93**
%50Fas-Kontrol	-3,53±1,70**	-0,09±0,30**	1,91±0,93**
%50Pat-Kontrol	-0,29±1,70**	0,28±0,30**	1,25±0,93**
%25Yum-Kontrol	1,28±1,88**	0,17±0,30**	0,05±1,26**
%25Fas-Kontrol	-0,67±1,88**	-0,02±0,30**	0,34±1,26**
%25Pat-Kontrol	0,51±1,88**	0,18±0,30**	0,37±1,25**

Çizelge 3.5. Katkılı besin gruplarıyla beslenen larvaların Bradford yöntemiyle belirlenen protein oranlarının birbirleriyle karşılaştırılması (Tukey-HSD). M.D.:Ortalama Farkı, S.E.:Standart Hata, *:Altı tekrarın Ortalaması, **:Karşılaştırılan grupların protein oranları birbirinden farklıdır (P<0,05) (Bu grupların P değerleri 0,055 çıkmıştır) (Besin çeşitleri o besin ortamında yetiştirilen larvalar için grup adı olarak kullanılmıştır.)

Karşılaştırılan Gruplar		Larvadaki Protein Oranı (M.D.*±S.E.)
%50 Yumurta	% 50 Fasulye	-1,81±0,71**
	%50 Patates	-0,76±0,71
%50 Fasulye	%50 Yumurta	1,81±0,71**
	%50 Patates	1,05±0,71
%50 Patates	%50 Yumurta	0,76±0,71
	% 50 Fasulye	-1,05±0,71
%25 Yumurta	%25 Fasulye	-0,63±1,04
	%25 Patates	-0,13±1,04
%25 Fasulye	%25 Yumurta	0,63±1,04
	%25 Patates	0,49±1,04
%25 Patates	%25 Yumurta	0,13±1,04
	%25 Fasulye	-0,50±1,04

Çizelge 3.6. Katkılı besin gruplarıyla beslenen larvaların Lowry yöntemiyle belirlenen protein oranlarının birbirleriyle karşılaştırılması (Tukey-HSD). M.D.:Ortalama Farkı, S.E.:Standart Hata, *:Altı tekrarın Ortalaması, **:Karşılaştırılan grupların protein oranları birbirinden farklıdır (P<0,05) (Besin çeşitleri o besin ortamında yetiştirilen larvalar için grup adı olarak kullanılmıştır.)

Karşılaştırılan Gruplar		Larvadaki Protein Oranı (M.D.*±S.E.)
%50 Yumurta	% 50 Fasulye	-2,01±0,71**
	%50 Patates	-1,35±0,71
%50 Fasulye	%50 Yumurta	2,01±0,71**
	%50 Patates	0,66±0,71
%50 Patates	%50 Yumurta	1,35±0,71
	% 50 Fasulye	-0,66±0,71
%25 Yumurta	%25 Fasulye	-0,29±1,22
	%25 Patates	-0,32±1,22
%25 Fasulye	%25 Yumurta	0,29±1,22
	%25 Patates	-0,03±1,22
%25 Patates	%25 Yumurta	0,32±1,22
	%25 Fasulye	0,03±1,22

Kontrol haricindeki grupların kendi aralarında karşılaştırılmasında ortaya çıkan farkı başka bir testle kontrol etmek amacıyla t-testi de uygulanmıştır. T-testinden elde edilen sonuçlar Çizelge 3.7 ve Çizelge 3.8’de gösterilmiştir. Bu testte de 0,05 anlam düzeyi kullanılmıştır.

Çizelge 3.7. Katkılı besin gruplarıyla beslenen larvaların Bradford yöntemiyle belirlenen protein oranlarının birbirleriyle karşılaştırılması (T Testi). M.D.:Ortalama Farkı, S.E.:Standart Hata, *:Altı tekrarın Ortalaması, **:Karşılaştırılan grupların protein oranları birbirinden farklıdır (P<0,05) (Besin çeşitleri o besin ortamında yetiştirilen larvalar için grup adı olarak kullanılmıştır.)

Karşılaştırılan Gruplar	Larvadaki Protein Oranı (M.D. *±S.E.)
%50Yumurta-%50Fasulye	-1,81±0,79**
%50Yumurta-%50Patates	-0,76±0,70
%50Fasulye-%50Patates	1,05±0,62
%25Yumurta-%25Fasulye	-0,63±1,16
%25Yumurta-%25Patates	-0,13±1,03
%25Fasulye-%25Patates	0,50±0,93

Çizelge 3.8. Katkılı besin gruplarıyla beslenen larvaların Lowry yöntemiyle belirlenen protein oranlarının birbirleriyle karşılaştırılması (T Testi). M.D.:Ortalama Farkı, S.E.:Standart Hata, *:Altı tekrarın Ortalaması, **:Karşılaştırılan grupların protein oranları birbirinden farklıdır(P<0,05) (Besin çeşitleri o besin ortamında yetiştirilen larvalar için grup adı olarak kullanılmıştır.)

Karşılaştırılan Gruplar	Larvadaki Protein Oranı (M.D. *±S.E.)
%50Yumurta-%50Fasulye	-2,01±0,62**
%50Yumurta-%50Patates	-1,35±0,73
%50Fasulye-%50Patates	0,66±0,78
%25Yumurta-%25Fasulye	-0,29±1,36
%25Yumurta-%25Patates	-0,32±1,23
%25Fasulye-%25Patates	-0,03±1,04

Yukarıdaki bilgiler doğrultusunda aralarında fark görülen %50 yumurta ve %50 fasulye katkılı besinlerle beslenen larva gruplarının protein oranlarının ortalamaları arasındaki farklılığın hangi yönde olduğunu bulmak için yapılan çift örneklem t testinin sonucunda % 50 fasulye grubunun % 50 yumurta grubundan daha yüksek bir değer aldığı bulunmuştur (Çizelge 3.9). Bu sonuca 0,05 anlam düzeyi için Bradford yönteminde 0,025, Lowry yönteminde 0,005 P olasılık değeriyle ulaşılmıştır.

Çizelge 3.9. *Musca domestica* larvalarının protein oranlarını belirlemek için kullanılan yöntemlere göre ortalamaları birbirinden farklı olan besin gruplarının üstünlük açısından birbiriyle karşılaştırılması (Fasulye>Yumurtaya göre). M:Ortalama, S.E.:Standart Hata, *:Altı tekrarın ortalamasıdır, **:Aynı harfle gösterilen değerler birbiriyle karşılaştırılmış ve Fasulye grubunun değeri Yumurta grubundan yüksek bulunmuştur (P<0,05) (Besin çeşitleri o besin ortamında yetiştirilen larvalar için grup adı olarak kullanılmıştır.)

Protein Oranını Belirlemek İçin Kullanılan Yöntem	Karşılaştırılan Grup	Larvadaki Protein Oranı (M \pm S.E.)**
Bradford Yöntemi	%50 Yumurta	14,12 \pm 0,61a
	%50 Fasulye	15,93 \pm 0,51a
Lowry Yöntemi	%50 Yumurta	13,54 \pm 0,39b
	%50 Fasulye	15,56 \pm 0,48b

4. TARTIŞMA VE SONUÇ

Genellikle zararlı bir hayvan olarak bilinen *Musca domestica* üzerine yapılan çalışmalar daha çok onunla savaşım konusu üzerine yoğunlaşmıştır. *Musca domestica*'nın besin olarak kullanılması başlangıçta dikkate alınmayan bir konudur. Ancak dünyadaki sınırlı kaynakların yetmemesi endişesi ve protein kaynaklarının kullanımındaki şiddetli rekabet, özellikle gelişen ülkelerde geleneksel olmayan protein kaynaklarını incelemeye neden olduğunda, bu konu üzerine yapılan çalışmalara rastlanmaktadır [3-41, 43, 53, 54].

İnsanlar için besin olarak kullanılmadığından bir rekabet yaratmayan *M. domestica*'nın hayvanlarda canlı yem ya da yem katkı maddesi olarak kullanılmasının dünyanın açlık sorununun çözümlenmesinde bir payı olabilir. Bu nedenle hayvanlara yem olarak sunulacak *M. domestica*'nın besin değeri üzerinde yapılan çalışmalar yararlı olacaktır. Daha önce yapılan çalışmalarda *M. domestica*'nın besin değeri ortaya çıkarılmıştır [23, 38-41, 43].

Onifade ve ark. [40]'na göre daha önce yapılan çalışmalarda birbirleriyle çelişen bazı bilgiler vardır. Bunlardan birincisi larva ununun balık ununa göre daha düşük kalitede olduğunu gösteren verilerle, tavukçuluk diyetlerinde bu iki protein kaynağının karşılaştırmalı kullanımı üzerine tutarsız verilerin varlığıdır. Buna rağmen bu iki protein kaynağının amino asit dizilimlerinin birbirine benzer olduğu bildirilmiştir. İkincisi ise larva ununun besin değeri üzerine kritik amino asitlerin ek etkileri hakkındaki çalışmaların kıtlığıdır. Bu nedenle özellikle marjinal agroekosistemlerde larva ununun uygun kullanımı ve yararlanımı için ipuçları sağlayabilecek çalışmaların yapılması gerekmektedir.

Ayrıca ticari amaçlarla yapılan çalışmalar bulunsa da, larvaların canlı yem olarak kullanımı üzerine yapılan bilimsel çalışmalar azdır.

Cuca [53]'ya göre Pro (1983)'nun tavukçuluk için *M. domestica* larvalarının besin değerini çalışmak amacıyla yürütölen deneylerde ilk günden itibaren *M. domestica* ununun farklı konsantrasyonlarıyla beş hafta yaşına kadar beslenen kızartmalık piliçler, kontrol olarak kullanılan soya fasulyesiyle beslenenlerle karşılaştırıldıklarında benzer vücut ağırlıkları kazanmalarına rağmen rasyondaki proteinin %75 ve %100'ünü larva ununun oluşturduğu besinlerle

beslenenlerde besin değerlendirmenin önemli bir farklılık gösterdiği sonucuna varılmıştır. Yapılan ikinci deneyde kızartmalık piliçler ilk günden itibaren 30 gün yaşlarına kadar süpürgearası ve soya unundan oluşan kontrol besinine karşılık, sadece taze *M. domestica* larvası ve *M. domestica* larvası, süpürgearası, vitamin ve minerallerden oluşan iki çeşit deney besiniyle beslenmiştir. Sonuçta sadece larvayla beslenen piliçlerde diğer gruplara oranla önemli derecede düşük ağırlık kazancı ve besin tüketimi gözlenirken, diğer iki grup arasında bir farklılık bulunamamıştır. Besin kaynağı olarak sadece larvaların kullanılması yeterli değildir. Yapılan üçüncü deneyde ise tavuklar süpürgearası ve soya unundan oluşan kontrol besinine karşılık zemine serpilmiş domuz gübrelili *M. domestica* larvalarını zeminden gagalayarak alabilecekleri 19 gün yaşlarından itibaren 44 gün boyunca beslenmişlerdir. Bu beslenme süresi boyunca bazı deney gruplarında larvalara ek olarak süpürgearası vitamin, mineral, antibiyotik ve koksidiostatlar da verilmiştir. Sonuçta, larva içeren rasyonlarla beslenen tavuklarla kontrol grubuyla beslenenler arasında ağırlık kazancı bakımından önemli farklılıklar bulunmuştur.

Bu çalışmada da *M. domestica* larvalarının farklı protein oranlarına sahip besinlerle beslendiklerinde farklı protein oranlarına sahip olup olamayacakları ortaya konmaya çalışılmıştır.

Daha önce diyetteki proteinin *M. domestica* dişileri için önemi ortaya çıkarılmıştır. Virgin *M. domestica* dişilerinde sukroz:protein oranı 16:1 iken yumurta bırakan dişilerin sukroz:protein oranı 7:1 bulunmuştur. Ayrıca yağların ve proteinlerin oksidasyon için gereken enerjiyi sağlaması nedeniyle genel olarak Dipteran larvalarda büyük bir kaynağı oluşturduğu bilinmektedir [56, 56].

Bu çalışmada larvaların yetiştirildiği kontrol ortamının içine farklı protein oranları elde etmek için karıştırılan besinlerden yumurta %12,5, fasulye %25,31, patates ise %2,08 protein içermektedir [13]. Bu katkı maddelerinin seçimindeki temel dayanak *M. domestica* larvalarının mutlaka bunlarla beslenmesi gerektiği düşüncesi değil, bu maddelerin farklı kaynaklardan (hayvansal ve bitkisel) elde edilmiş olması ve protein oranlarının birbirinden farklı olmasıdır.

Çalışmadan elde edilen bulgulara göre %50 ve %25 oranında yumurta, fasulye, patates katkılı besinle beslenen larvalarının total protein oranlarının

kontrol besiniyle beslenenlere göre istatistiksel açıdan bir fark göstermediği bulunmuştur ($P>0,05$). Bu sonuç larvaların beslendikleri ortamda ne kadar çok protein bulunursa bulunsun bu proteinlerden yararlanmanın besin değerlendirme açısından sadece kendi kapasiteleriyle sınırlı olduğunu düşündürmektedir.

Yapılan ikinci analizde yumurta, fasulye ve patates katkı besinlerle beslenen larvalardan %50'lik ve %25'liklerin kendi aralarında yapılan karşılaştırmada diğer gruplar arasında bir fark bulunmazken %50 yumurta ve %50 fasulye katkı besinle beslenen larvaların protein oranları arasında bir farklılık bulunmuştur. Protein oranlarının ölçümü iki farklı yöntemle yapıldığından birbiriyle karşılaştırma olanağı ortaya çıkmıştır. Bu ölçümlerin istatistiksel analizlerinin sonucunda da %50 yumurta ve %50 fasulye gruplarının ortalama farkının ortaya çıkarılmasında, önem derecesi Bradford yönteminde kritik değerin (0,05) çok az üstündedir (0,055). Lowry yönteminde ise aynı grubun önem derecesi kritik değerin altında çıkmıştır (0,032). Bu iki yöntem arasındaki farklılık Bradford yöntemiyle yapılan ölçümlerin daha çok tekrarlanmasıyla aşılabilir.

Ortalamaları arasında fark bulunan %50 yumurta ve %50 fasulye grupları arasındaki farklılığın ortaya çıkarılması için yapılan analizde, %50 fasulye grubunun %50 yumurta grubundan daha yüksek protein oranına sahip olduğu bulunmuştur. Bu sonuç iki farklı kaynaktan gelen yüksek orandaki proteinin amino asitleri arasındaki farklılığı düşündürülebilir.

Genelde hayvansal proteinler bitkisel proteinlerden daha yüksek kalitededirler. Çünkü hayvansal proteinler bitkisel proteinlerden daha fazla esansiyel amino asit içermektedir. Fasulye ve yumurta içerdikleri amino asitler açısından karşılaştırıldığında, fasulyedeki lizin, histidin, aspartik asit, glutamik asit ve glisin oranlarının yumurtadakilere göre yüksek olmasına rağmen metionin+sistin, triptofan, treonin, tirozin, valin, alanin ve serin oranı düşüktür. Ayrıca bu iki besinin arjinin, lösin izolösin oranları yaklaşık olarak birbirlerine eşittir. Genelde hayvanlar için besinsel olarak esansiyel olan amino asitleri sağlama bakımından yumurtanın daha üstün olduğu söylenebilir. Ancak bir amino asidin besinsel olarak esansiyel olması durumu besini alan hayvan türüne göre değişmektedir. Örneğin aspartik ya da glutamik asit *Cochliomyia hominivorax* (Calliphoridae) için glutamik asit esansiyeldir. Asparajinin de bazı belirli

sivrisinek türleri için (*Culex pipiens*, *Culiseta invidens* vb.) esansiyel olduğu ve bu gereksinimin aspartik asitle karşılanmadığı belirlenmiştir. Ama diğer sivrisinek türleri için (*Aedes aegypti* vb.) ne asparajin ne de aspartik asit esansiyeldir. Besinlerdeki amino asitler vazgeçilebilir amino asitlerin ve karbon iskeletleri gibi diğer azotlu bileşiklerin sentezini gerçekleştirmek için gereklidir. Bunun için her ne kadar esansiyel olmayan amino asitler besinle alınması açısından vazgeçilebilir olsa da bazıları böceklerin yaşam döngüsünün belirli aşamaları için ya da optimal gelişim için gereklidir. Örneğin *Aedes* larvaları pup olmak için glisine gereksinim duyarlar. *Tribolium confusum*, *Drosophila melanogaster*, *Blattella germanica*'nın diyetlerine esansiyel amino asitlerin yanında sadece glutamik asidin katılmasıyla optimal gelişim sağlanır. *C. pipiens* ve *Myzus persicae* (Aphididae) ise optimal gelişim için esansiyel amino asitlerin yanında sadece glisine ya da serine gereksinme gösterir [3, 57-60].

Bütün bu örnekler bakılarak fasulyenin genel olarak hayvanlar için esansiyel olmayan amino asitler açısından da zengin olması *M. domestica* için daha iyi bir gelişim sağlamış olabileceği ya da bu amino asitler içinde *M. domestica* için esansiyel olan amino asitlerin bulunabileceği düşünülebilir. Ancak literatürde bununla ilgili bir bilgiye rastlanılmamıştır.

Katkılı gruplar arasında fark olsa da bunların kontrol grubuyla protein açısından bir fark oluşturmaması besindeki protein katkısının larvanın total proteinini değil, gelişim hızını etkilediğini de düşündürebilir.

Böceklerin yetersiz besin karşısında gelişme süreleri uzamaktadır. Örneğin kurbağa larvalarıyla beslenen böceklerde larva evresinin uzunluğu, larvanın yediği tetar sayısına bağlıdır. Bunlara günde 25 tetar verilirse gelişmenin 25 gün sürdüğü, sadece bir tetar verilirse gelişme süresinin 51 güne çıktığı görülmüştür [61].

Böceklerin gelişme hızını besinin miktarı yanında besinin cinsi ve kalitesi de etkiler. Örneğin birçok odun zararlısı böcekten ağaçların yaprak, kambiyum gibi besleyici değeri yüksek olan kısımlarında beslenen türlerin gelişme süresi odun ile beslenenlerin gelişme süresinden daha kısadır. Odun zararlısı böceklerin larvaları diğer böceklerde olduğu gibi gelişebilmek için özellikle proteine gereksinme gösterirler. Bu nedenle lifler arasındaki proteince

zengin kalsiyum tabakasını yiyen larvaların da gelişme evresi, elde edilen protein miktarına göre uzar ya da kısalmır. Bağırsakta bulunan simbiyontların da protein sağlama bakımından önemi büyüktür [25, 61].

Bu çalışmada protein analizinin yaş ağırlık üzerinden yapılması protein değerlerinin genel olarak düşük görünmesine neden olmaktadır. Çünkü yaş ağırlık için kullanılan larva sayısı aynı miktarda kuru ağırlık için kullanılacak larva sayısından çok azdır. Bu çalışmada da sonuçların besinlerin toplam protein oranını saptamak için genel olarak kullanılan Kjeldahl yöntemiyle yapılan daha önceki çalışmalarla karşılaştırılabilmesi açısından larvaların kuru ağırlıkları bulunmuştur. Yaş ağırlıkla aynı miktardaki kuru ağırlığa ulaşmak için kullanılan birey sayısından 3,52-4,64 kat fazlasının kullanılması gerektiği anlaşılmaktadır. Bunun sonucunda, kuru ağırlığa göre yapılan hesaplamalarla protein oranının ortalama 57,17-63,01 arasında değiştiği bulunmuştur.

Çalışmada tespit edilen protein oranlarının istatistiksel analiz yapmadan önce birbirinden farklıymış gibi görünmesi larvaların gelişim hızlarından kaynaklanıyor olabilir.

Sonaiya [54]'e göre Atteh ve Ologbenla (1993) tarafından yapılan bir çalışmada hasat zamanına bağlı olarak *M. domestica* larvalarının kimyasal kompozisyonundaki ham proteinin %39'dan %54'e kadar, yağın ise %20,7'den %25,3'e kadar değiştiği bulunmuştur. Ayrıca pupal aşamaya yaklaşan larvalarda protein oranlarının düşük, yağ oranının yüksek olduğu bildirilmektedir.

Timmermann ve Briegel [62]'a göre Van Handel (1986) tarafından yapılan bir çalışmada da *Aedes aegypti* ve *Culex quinquefasciatus*'un puplaşmadan önceki son gün boyunca larval vücut proteinlerinde bir azalma gözlenmiştir.

M. domestica, *A. aegypti* ve *C. quinquefasciatus*'ta ortaya çıkarılan bu ortak özellik farklı protein oranlarıyla beslenen *M. domestica* larvalarının gelişim hızlarında bir farklılık varsa, deneyde aynı gün yaşındaki larvalar kullanıldığı için ölçülen protein oranlarının görünüşte birbirinden farklı çıkmasına neden olabileceğini düşündürmektedir. Çünkü protein ekstraktlarını hazırlamak için %50'şer yumurta ve fasulyeli besinli ortamlarda beş gün yaşlarına kadar büyütülen larvalardan pup evresine geçenlerin sayısının, diğer ortamlarda beslenenlere göre oransal olarak daha fazla olduğu gözlemlenmiştir. Bu gözlem

daha önce yapılan bir çalışmadaki gözlemleri destekleyebilir. Şengün ve ark. [41]'nın yaptığı bu çalışmada zeytin atığında yetiştirilen *M. domestica* larvalarının amino asit oranlarında kontrol ortamında yetişenlere göre önemli bir fark görülememiştir. Ancak bu larvaların kontrol ortamındakilere oranla daha iyi bir gelişim gösterdiklerinin gözlemlendiği bildirilmektedir.

Sonuçta farklı besin ortamlarında yetiştirilen *M. domestica* larvalarının total vücut proteinlerinde, kontrol ortamında yetişenlere göre önemli bir farklılık bulunmazken, gelişim sürelerinde bir farklılığa neden olabileceği düşünülmektedir. Bu ise, yem olarak kullanılabilen *M. domestica* larvalarının yüksek protein içeren ortamlarda yetiştirildiğinde üretim sürecini kısaltması açısından yararlı olacaktır.

KAYNAKLAR

1. HAMILTON, E.M.N., WHITNEY, E.N. ve SIZER, F.S., *Nutrition Concepts & Controversies*, 5th Ed., West Publishing Company, USA (1991).
2. GAMAN, P.M. ve SHERRINGTON, K.B., *The Science of Food*, 4th Ed., Reed Educational and Professional Publishing Ltd., England (1996).
3. KÖKSAL, O., *Gıda ve Beslenme*, Erciyes Üniv. Matbaası, Erciyes Üniv. Yayınları No:130, Kayseri (2001).
4. MURRAY, R.K., MAYES, P.A., GRANNER, D.K. ve RODWELL, V.W., *Harper'ın Biyokimyası*, Appleton&Lange, (Çev:Menteş, G. ve Ersöz, B.) Barış Kitabevi, İstanbul (1993).
5. WARDLAW, G.M., INSEL, P.M. ve SEYLER, M.F., *Contemporary Nutrition Issues and Insights*, Mosby-Year Book, Inc., USA (1992).
6. ÖZEY, R., *Günümüz Dünya Sorunları*, Aktif Yayınevi, İstanbul (2001).
7. BROWN, L.R., *Yirmidokuzuncu Gün*, Worldwatch Enstitüsü Yayını, USA (1978) (Çev.Başk.:Tosun, K.), İst. Üniv. İşletme Fak. İşletme İktisadi Enst., Yayın No:43, Arpaz Matbaacılık Tesisleri, İstanbul (1979).
8. KOCATAŞ, A., *Ekoloji ve Çevre Biyolojisi*, Ege Üniv. Su Ürünleri Fakültesi Yayınları No:20, Ege Üniv. Basımevi, İzmir (1996).
9. FRAIZER, W.C. ve WESTHOFF, D.C., *Food Microbiology*, 3rd Ed., McGraw-Hill, Inc., USA (1978).

10. DEFOLIART, G., *Insects as Human Food*, Crop Production, **11**, 395-399 (1992).
11. BERENBAUM, M., *Bugs in The System*, Perseus Publishing, Cambridge, England (1996).
12. DUNKEL, F.V., *The Food Insects Newsletter*, Vol.9, No.2, Montana, USA (1996).
13. DEMİRSOY, A., *Yaşamın Temel Kuralları, Genel Biyoloji/Genel Zooloji*, Cilt-I/Kısım-II, Altıncı Baskı, Meteksan A.Ş., Ankara (1995).
14. Türk Veteriner Hekimleri Birliği Merkez Konseyi, *Türkiye'de Hayvancılık Çalışmaları ve Kalkınmasını Engellenen Nedenler*, Yayın No:7, Ongun Kardeşler Matbaası, Ankara (1968).
15. HEPHER, B., *Nutrition of Pond Fishes*, Cambridge University Press, Cambridge, England (1988).
16. ALEXANDER, M.A., *Yemler ve Yemleme Bilgisi*, (Çev:Uçarcı, F.) Atatürk Ün. Yayınları, No:71, Tercemeler 9, Atatürk Ün. Basımevi, Erzurum (1973).
17. KARA, Ö.F., *Karadeniz'in Balıkçılık Potansiyeli ve Bölgedeki Balık Avlama Olanakları*, Türkiye Sınâi Kalkınma Bankası A.Ş. Sektör Programları ve Proje Müdürlüğü, Yayın No:32, İstanbul (1980).
18. ŞAHİN, Y., *a'dan z'ye Akvaryum*, İnkılap Kitabevi Yayın Sanayi ve Tic. A.Ş., Ankara (1999).

19. ÇELİKKALE, M.S., *İçsu Balıkları ve Yetiştiriciliği*, K.T.Ü. Sürmene Deniz Bilimleri ve Teknolojisi Yüksekokulu, Cilt-I, Genel Yayın No:124, Fakülte Yayın No:2, K:T.Ü. Basımevi, Trabzon (1988).
20. KÖSE, S., KURTOĞLU, İ.Z. ve TABAK, İ., *Hamsinin Balık Yetiştiriciliğinde Protein Kaynağı Olarak Kullanılmasının Besin ve Ekonomik Kayıp Açısından Değerlendirilmesi*, IX. Ulusal Su Ürünleri Sempozyumu, Bildiriler, Cilt-II, Isparta, 712-721 (1997).
21. YILDIRIM, M.Z., GÜLYAVUZ, H. ve ÜNLÜSAYIN, M., *Lymnaea stagnalis (Linnaeus, 1758) ve Planorbarius corneus (Linnaeus, 1758) (Gastropoda: Pulmonata)'un Yem Rasyonlarında Kullanılabilirliği Üzerine Bir Çalışma*, Tr. J. of Zool., 20, 325-328, Ek Sayı (1996).
22. OVACIK, S. ve ŞENER, E., *Türkiye'de Kullanılan Akuakültür Yemlerinin Fiziksel ve Kimyasal Yapılarının İncelenmesi*, IX. Ulusal Su Ürünleri Sempozyumu, Bildiriler, Cilt-II, Isparta, 491-505 (1997).
23. COCKERUM, F.L., *What is Musca domestica?*, www.skipio.com (1999).
24. GRUBCO INC., www.grubco.com (1999).
25. DEMİRSOY, A., *Yaşamın Temel Kuralları, Omurgasızlar/Böcekler, Entomoloji*, Cilt-II/Kısım-II, Dördüncü Baskı, Meteksan A.Ş., Ankara, (1995).
26. MORGAN, P.B., *Microhymenopterous Pupal Parasite Production for Controlling Muscoid Flies of Medical and Veterinary Importance*, (Ed: Anderson, T.E. and Leppla, N.C.), *Advances in Insect Rearing for Research & Pest Management*, Westview Press/Oxford & IBH Publishing Co. Put. Ltd., America, 379-393 (1992).

27. EREL, D., *Anadolu Vektörleri ve Mücadele Metotları*, T.C. S.S.Y.B. Hıfzısıhha Okulu, Yayın No:47, Akış Basımevi, Ankara (1973).
28. KEIDING, J., *The Housefly*, Vektor Control Series, Intermediate Level, Training and Information Guide, Division of Control of Tropical Diseases, VBC/90.987, Geneva, Switzerland (1991).
29. RAY, S., *Survival of Olfactory Memory Through Metamorphosis in the fly Musca domestica*, Neuroscience Letters, **259**, 37-40 (1999).
30. DİNLERİN, M., *Musca domestica'nın Farklı Jenerasyonlarında Azamethiphos'un Etkisi*, Yük. Lis. Tezi, S.B. Refik Saydam Hıfzısıhha Merkezi Başkanlığı Zehir Araştırma Laboratuvarı, Parazitoloji Anabilim Dalı, Ankara (1998).
31. BIANCHI, A.G. de ve CAPURRO, M. de L., *Musca domestica Larval Lipoprotein*, Archives of Insect Biochemistry and Physiology, **17**, 15-27 (1991).
32. MPURU, S., BLOMQUIST, G.J., SCHAL, C., ROUX, M., KUENZLI, M., DUSTICIER, G., CLEMENT, J. ve BAGNERES, A., *Effect of Age and Sex on the Production of Internal and External Hydrocarbons and Pheromones in the Housefly, Musca domestica*, Insect Biochemistry and Molecular Biology, **31**, 139-155 (2001).
33. AKHTAR, K. ve NAQVI, S.N.H., *Quantitative Estimation of DDT by GLC in Different Strains of Musca domestica L. by Using Hexane as well as Diethyl Ether*, Tr. J. of Zool., **25**, 77-81 (2001).
34. KENCE, A. ve KENCE, M., *Malathion Resistance in Housefly Populations Distributed in Turkey*, Doğa Bilim Dergisi, A₂, 9, 3, 565-573 (1985).

35. BAĞCI, H. ve KENCE, A., *Değişik Karasinek Soylarında Bacillus thuringiensis'in Farklı Etkisi*, Doğa Bilim Dergisi, A₂, 9, 2, 139-146 (1985).
36. GREENEEEE, G.L., HOGSETTE, J.A. ve PATTERSON, R.S., *Parasites That Attack Stable Fly and House Fly (Diptera: Muscidae) Puparia During the Winter on Dairies in NorthWestern Florida*, J. Econ. Entomol., **82**(2):412-415 (1989).
37. LEOPOLD, R.A., *Short Term Cold Storage of House Fly (Diptera: Muscidae) Embryos: Survival and Quality of Subsequent Stages*, Annals of the Entomological Society of America, **93**(4), 884-889 (2000).
38. CALVERT, C., MARTIN, R.D. ve MORGAN, N.O., *House Fly Pupae as Food for Poultry*, J. Econ. Entomol., **62**(4), 938-939 (1969).
39. MOLAR, C.L., MORLEY, F.M. ve WRAY, T.L., *House Fly Larvae: The Next Generation of Nutritional Supplements in Poultry Diets?*, www.afns.ualberta.ca/bbo/2/ANSC471/class00/5/tradepaper.htm (2001).
40. ONIFADE, A.A., ODUGUWA, O.O., FANIMO, A.O., ABU, A.O., OLUTUNDE, T.O., ARIJE, A. ve BABATUNDE, G.M., *Effects of Supplemental Methionine and Lysine on the Nutritional Value of Housefly Larvae Meal (Musca domestica) Fed to Rats*, BioresourceTechnology, **78**, 191-194 (2001).
41. ŞENGÜN, A., ÖZYURT, M., ÇOTUK, Y., RIDVANOĞULLARI, M. ve HACİBEKİROĞULLARI, M., *The Growth of House Fly Larvae (Musca domestica) on Olive Waste for Animal Feed*, İstanbul Üniv. Fen Fak. Biyoloji Der., **55**, 39-43 (1991).

42. RODRIGUEZ-SERNA, M., FLORES-NAVA, A., OLOVERA-NOVOA, M.A. ve CARMONA-OSALDE, C., *Growth and Production of Bullfrog Rana catesbeiana Shaw, 1802, at Three Stocking Densities in a Vertical Intensive Culture System*, Aquacultural Engineering, **15**, 233-242 (1996).
43. SULANÇ, M., EMRE, İ. ve YAZGAN, Ş., *İnorganik Tuzların Erkek Pimpla turionellae L. (Hymenoptera:Ichneumonidae) Larvalarının Gelişmesine ve Sentezledikleri Protein Miktarına Kalitatif ve Kantitatif Etkileri*, Tr. J. of Zool., **16**, 92-100 (1992).
44. ÖZALP, P. ve EMRE, İ., *Karbonhidratların Pimpla turionellae L. Ergin Dişilerinde Total Glikojen ve Protein Miktarına Etkileri*, Tr. J. of Biol., **22**, 15-19 (1998).
45. BÜYÜKGÜZEL, D., *Effects of Some Antimicrobial Agents on The Total Protein Content of the Endoparasitoid Pimpla turionellae L. (Hymenoptera:Ichneumonidae)*, Tr. J. of Zool., **26**, 101-109 (2002).
46. BÜYÜKGÜZEL, D., *Antimicrobial Agents. Their Combined Effects on Total Protein Content of the Endoparasitoid Pimpla turionellae L. (Hymenoptera:Ichneumonidae)*, Tr. J. of Zool., **26**, 229-237 (2002).
47. ZEYTİNOĞLU, M., ÖZATA, A., KIVANÇ, M., KILIÇ, Y., KUNDUHOĞLU, B. ve YAMAÇ, M., *Fungal Proteinin Drosophila melanogaster Gelişimi Üzerine Etkisi*, Anadolu Üniv. Fen Fak. Dergisi, **1**, 23-31(1996).
48. KENCE,A., BOZCUK, A.N. ve YAZGAN, Ş., *Türkiye'de Yayılan Karasinek Toplumları Arasında Eşeyssel İzolasyon ve Genetik Farklılaşmalar*, Doğa Bilim Dergisi, Temel Bilm., **5**, 173-178 (1981).

49. DIGNAM, J.D., *Preparation of Extracts from Higher Eukaryotes*, Guide to Protein Purification, Methods in Enzymology (Ed:Deutscher,M.P.), Vol.182, Academic Press, Inc., California, USA,194-203 (1990).
50. BRADFORD, M.M., *A Rapid Sensitive Method for the Quantitation of Microgram Quantities of Protein Utilizing the Principle of Protein-Dye Binding*, Analytical Biochemistry, **72**, 248-254 (1976).
51. BURDEN, D.W. ve WHITNEY, D.B., *Biotechnology:Proteins to PCR*, Birkhäser, Boston, USA (1995).
52. ÖZDAMAR, K., *Paket Programlar ile İstatistiksel Veri Analizi-I*, Anadolu Üniv. Basımevi, Eskişehir (1997).
53. CUCA, M., *Potential for The Better Utilization of Residues and Agro-industrial By-products by Monogastric Animals in Central America*, FAO Animal Production and Health Paper 50 (Ed:Preston, T.R., Kossila, V.L., Goodwin, J and Reed, S.B.), FAO, Roma, Italy (1985).
54. SONAIYA, E.B., *Feed Resources for Smallholder Poultry in Nigeria*, Better Feed for Animals:More Food People 82-1995/1 (Ed:Chupin, D.), FAO, Roma, Italy (1995).
55. CHAPMAN, R.F., *The Insects Structure and Function*, 3rd Ed., Macmillan India Ltd, Bangalore, India (1983).
56. RICHARDS, O.W. ve DAVIES, R.G., *IMMS' General Textbook of Entomology*, Vol.1, 10th Ed., Chapman&Hall Ltd., London, England (1994).
57. ÖNCELER, Z., *Bazı Kuru Fasülye Çeşit ve Hatlarında Bakteriyel Yağ Lekesi (P.s.pv.phaseolica) Hastalığına Dayanıklılığın Kalıtımı Üzerine*

- Araştırmalar*, Doktora Tezi, Uludağ Üniv. Fen Bilimleri Enstitüsü, Bursa (1995).
58. DeMAN, J.M., *Principles of Food Chemistry*, 2nd Ed., Van Nostrand Reinhold, USA (1990).
59. WITHER, P.C., *Comparative Animal Physiology*, Saunders College Publishing, USA (1992).
60. MORRIS, J.G., *Nutrition, Enviromental ve Metabolic Animal Physiology* (Ed:Prosser, C.L.), 4th Ed., Wiley-Liss, Inc., New York, USA, 231-277 (1991).
61. OĞURLU, İ., *Böcek Ekolojisi*, Süleyman Demirel Üniv. Yayın No:9, Orman Fak. Yayın No:2, Süleyman Demirel Üniv. Basımevi, Isparta (2001).
62. TIMMERMANN, S.E. ve BRIEGEL, H., *Larval Growth and Biosynthesis of Reserves in Mosquitoes*, *Journal of Insect Physiology*, **45**, 461-470 (1999).