TÜRKİYE CUMHURİYETİ
ANKARA ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

SVAZILAND SIDVOKODVO'DA DOMUZ (SUS SCROFA) LEŞLERİNDE DEKOMPOZİSYON SÜRECİ VE NEKROFAJ BÖCEKLERİNİN (DİPTERA VE COLEOPTERA) İNCELENMESİ

Ayanda Temakholo TSABEDZE

DİSİPLİNLERARASI ADLİ BİLİMLER
ADLİ BİYOLOJİ ANABİLİM DALI
YÜKSEK LİSANS TEZİ

DANIŞMAN
Prof. Dr. Emine Sümer ARAS

ANKARA
2018

TÜRKİYE CUMHURİYETİ
ANKARA ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

SVAZILAND SIDVOKODVO'DA DOMUZ (SUS SCROFA) LEŞLERİNDE DEKOMPOZİSYON SÜRECİ VE NEKROFAJ BÖCEKLERİNİN (DİPTERA VE COLEOPTERA) İNCELENMESİ

Ayanda Temakholo TSABEDZE

DİSİPLİNLERARASI ADLİ BİLİMLER
ADLİ BİYOLOJİ ANABİLİM DALI
YÜKSEK LİSANS TEZİ

DANIŞMAN
Prof. Dr. Emine Sümer ARAS

İKİNCİ DANIŞMAN
Prof. Cebisile. N. MAGAGULA (University of Swaziland)

ANKARA
2018

Etik Beyan

Ankara Üniversitesi

Sağlık Bilimleri Enstitüsü Müdürü'ne,

Yüksek lisans tezi olarak hazırlayıp sunduğum "Svaziland Sidvokodvo'de Domuz (*Sus Scrofa)* Leşlerinde Dekompozisyon Süreci ve Nekrofaj Böceklerinin (Diptera ve Coleoptera) İncelenmesi" başlıklı tez; bilimsel ahlak ve değerlere uygun olarak tarafından yazılmıştır. Tezimin fikri tez danışmanım ve bana aittir. Tezde yer alan deneysel çalışmalar ve araştırmalar tarafımdan yapılmış olup, tüm cümleler ve yorumlar bana aittir.

Yükarıda berlitilen hususların doğruluğunu beyan ederim.

Ögrencinin Adı Soyadı: Ayanda Temakholo TSABEDZE

Tarih: 22/06/2018

İmza:

Ankara Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü
Disiplinlerarası Adli Bilimler Anabilim Dalı
Adli Biyoloji Tezli Yüksek Lisans Programında

Ayanda Temakholo TSABEDZE tarafından hazırlanan

"Svaziland Kwaluseni'de Domuz Leşlerinde Dekompozisyon Süreci ve Nekrofaj Böceklerinin İncelenmesi." adlı tez çalışması

aşağıdaki jüri tarafından **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak

OY BİRLİĞİ ile kabul edilmiştir.

22.06.2018

Prof. Dr. Ayla TÜZÜN
Ankara Ü. Fen Fakültesi
Jüri Başkanı

Prof.Dr. Emine Sümer ARAS
Ankara Ü. Fen Fakültesi
Üye

Prof. Dr. Ünal ZEYBEKOĞLU
Ondokuz Mayıs Ü. Fen Fakültesi
Üye

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

Prof.Dr. Mehmet AKAN
Sağlık Bilimleri Enstitüsü Müdürü

İÇİNDEKİLER

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

1. GİRİŞ 1
1.1. Medikokriminal veya Adli Entomolojinin Tanımı 1
1.2. Böceklerin Genel Özellikleri ve Önemi 3
1.3. Cesetlere Gelen Böcek Türleri 4
1.3.1. Nekrofil Türler 4
1.3.2. Predator ve Parazit Türler 5
1.3.3. Omnivor Türler 5
1.3.4. Tesadüfi Türler 6
1.3.5. Ölüm Öncesi Türler 6
1.3.6. Kaçan ve Ortamda Bulunmayan Türler 6
1.4. Dipterlerin Genel Özellikleri ve Adli Entomolojide Önemli Bazı Gerçek Sinekler 7
1.4.1. Calliphoridae (Yapışkan Sinekler) 10
1.4.1.1. *Calliphora vicina* (Robineau-Desvoidy, 1830) 10
1.4.1.2. *Calliphora vomitoria* (Linnaeus, 1758) 12
1.4.1.3. *Lucilia sericata* (Meigen, 1826) 12
1.4.1.4. *Lucilia illustris* (Meigen, 1826) 14
1.4.1.5. *Lucilia caesar* (Linnaeus, 1758) 15
1.4.1.6. *Lucilia richardsi* (Collin, 1926) 16
1.4.1.7. *Protophormia terraenovae* (Robineau-Desvoidy, 1830) 17
1.4.1.8. *Phormia regina* (Meigen, 1830) 17
1.4.2. Chrysomya Cinsi 18

1.4.2.1. *Chrysomya marginalis* (Wiedemann, 1830) 18
1.4.2.2. *Chrysomya rufifacies* 19
1.4.2.3. *Chrysomya megacephala* 20
1.4.2.4. *Chrysomya albiceps* 21
1.4.3. Sarcophagidae (Et Sinekleri) 23
1.4.4. Sepsidae (Titrek sinekler) 25
1.4.5. Piophilidae (Peynir sinekleri) 25
1.4.5.1 *Piophila casei* 26
1.4.6. Phoridae (Kamburlu Sinekleri) 26
1.4.7. Muscidae (Ev Sinekleri) 27
1.4.7.1. *Musca domestica* 28
1.4.7.2. *Musca autumnalis* 29
1.4.8. Fanniidae (Tuvalet Sinekleri) 30
1.5. Coleopterlerin Genel Özellikleri ve Adli Entomolojide Önemli Bazı Coleoptera Böcekleri 31
1.5.1. Silphidae (Ceset Böcekleri) 32
1.5.2. Staphylinidae (Kısa Kanatlı Kınkanatlılar) 33
1.6.3. Histeridae (Kesik kınkanatlılar) 34
1.6.4. Trogidae 35
1.6.5. Dermestidae (Kuru Et Böcekleri, Post Böcekleri, Yağ Böcekleri) 36
1.6.6. Cleridae (Renkli Kınkanatlılar) 36
1.6.7. Scarabaeidae (Bok Böcekleri) 37
1.6. Adli Entomolojinin Diğer Kullanım Alanları 38
1.6.1. Cesedin Ölümden Sonra Taşınması veya Depolanması 38
1.6.2. Ölüm Şeklinin ve Travma Bölgesinin Tespiti 39
1.6.3. Ölmeden Önce Kullanılan Ilaç, Zehir Ve Kimyasalların Tespiti 39
1.6.4. Çocuklar ve Yaşlı İstismar ve İhmal 40
1.6.5. Böceklerden Elde Edilen DNA Örneklerinin Analiz Edilmesi 40
1.7. Dekompozisyon 41
1.7.1. Genel Olarak Gözlenen Çürüme Aşamaları 43
1.7.1.1. Taze Evresi 43
1.7.1.2. Şişme Evresi 43
1.7.1.3. Aktif Çürüme Evresi 43
1.7.1.4. Gelişmiş Çürüme Evresi 44

1.7.1.5. Kuru Kalıntılar Evresi 44
1.7.2. Çürüme Aşamaları Etkileyen Faktörler 44
1.7.3. Doğal Vücut Koruma 45

2. GEREÇ VE YÖNTEM 85
2.1. Karkasların Temini ve Yerleştirilmesi 46
2.2. Coğrafi Konum 46
2.3. Ortam Sıcaklığı ve Bağıl Nem Değerlerinin Ölçümü 47
2.4. Çürüme Aşamalarının Gözlenmesi ve Değerlendirilmesi 47
2.5. Yumurta ve Larva Yetiştirme 48
2.6. İstatistiksel Analizler 49

3. BULGULAR 50
3.1. Ortam Sıcaklığı ve Bağıl Nem Verisi 50
3.2. Gözlenen Çürüme Aşamaları 53
3.2.1. Taze Aşaması 54
3.2.2. Şişmiş Aşaması 54
3.2.3. Aktif Çürüme Aşaması 55
3.2.4. Gelişmiş Çürüme Aşaması 56
3.2.5. Kuru Kalıntılar Aşaması 58
3.3. Çürüme Oranı ve Deseni 58
3.4. Böcek Süksesyonu 60
3.5. Yumurta ve Larva Yetiştiriciliği 65
3.6. Faunal Çeşitlilik ve Bolluk 65

4. TARTIŞMA 67
5. SONUÇ VE ÖNERİLER 71
ÖZET 73
SUMMARY 74
KAYNAKLAR 75
ÖZGEÇMİŞ 81

ÖNSÖZ

Ölüm zamanı (PMI) tahmininde uygulanan temel varsayım, böceklerin ölümden hemen sonra ceset üzerinde kolonileşmeye başlayacağıdır. Böcekler, ölüm sonrası geçen zamanı göstermek için kullanıldığından dolayı iki yaklaşım oluşmaktadır. Birincisi; böceğin cesedin üzerinde bulduğu süreç boyunca yapılacak çalışmaların, süksesyon modelini belirlemeye yardımcı olmasıdır. Olgunlaşmamış böcek larvalarının tahmini yaşı, ölüm zamanının tahmin edilmesinde kullanılmaktadır. İkinci yöntem ise cesede gelen böcek kolonizasyonunu tahmin edilebilir olmasıdır. Bu tez çalışmasında bu iki yaklaşımdan yola çıkarak, domuz (*Sus scrofa*) cesedi üzerine gelen böcek süksesyonunun belirlenmesi ve dekompozisyon sürecinin incelenmesi amaçlanmaktadır.

Yüksek lisans tez çalışmam boyunca emeklerini ve desteğini eksik etmeyen tez danışmanım sayın Prof. Dr. E. Sümer ARAS'a sonsuz teşekkürlerimi sunuyorum. University of Swaziland' da deneylerimin tasarlanmasında ve yürütülmesinde emeği geçen sayın Prof. Dr. Cebisile. N. MAGAGULA'ya ve Prof. Dr. Mervyn W. MANSEL'e de en içten teşekkürlerimi sunarım. Deneyimlerini benimle paylaşan ve birçok konuda yol gösteren sayın Dr. Nihal Halide AÇIKGÖZ'e de teşekkür ederim.

Ankara'daki yaşantım boyunca her konuda yardımlarını ve arkadaşlığını esirgemeyen, sabırlı, güler yüzlü ve güzel kalpli arkadaşım Dr. F. Şeyma GÖKDEMİR'e teşekkürü borç bilirim. Çalışmalarım esnasında çiftliğini kullanmama izin verdiği ve deneylerimin yürütülmesine yardımcı olduğu için sayın Phuza DLAMINI' ye minnetlerimi sunuyorum. Bu süreçte uzakta olsalarda her zaman yanımda hissettiğim, varlıklarıyla güç bulduğum değerli aileme de çok teşekkür ederim.

SİMGELER VE KISALTMALAR

DNA	Deoksiribonükleik asit
º	Derece
ºE	Derece doğu
ºS	Derece güney
♀	Dişi
♂	Erkek
Km	Kilometre
m	Metre
PMI	Ölüm zamanı (Postmortem interval)
C	Santigrat
cm	Santimetre
%	Yüzde

ŞEKİLLER

Şekil 1.1. *Lucilia sericata* cesedin üzerine yumurtlar. 8

Şekil 1.2. Erişkin sinek yaşam döngüsü 9

Şekil 1.3. Erişkin sineğin yapıları 10

Şekil 1.4. Erişkin *Calliphora vicina* özellikleri 11

Şekil 1.5. Erişkin *Calliphora vicina* 11

Şekil 1.6. Erişkin Calliphora vomitoria siyah rengli torax 12

Şekil 1.7. Posterior spiraküler üzerinde tam bir peritreme ile *Lucilia sericata* konik şeklinde larva 13

Şekil 1.8. Erişkin *Lucilia sericata* ön-yan görünümü 13

Şekil 1.9. *Lucilia illustris* anten üzerindeki arista alt tarafında bulunduğu ön adet kıl 14

Şekil 1.10. Erişkin *Lucilia illustris* ♂ 14

Şekil 1.11. *Lucilia Caesar* erkeklerde abdominal dorsal görünümden 15

Şekil 1.12. Erişkin *Lucilia caesar* 15

Şekil 1.13. Erişkin *Lucilia richardsi* yüzü ♂ 16

Şekil 1.14. Erişkin *Lucilia richardsi* 16

Şekil 1.15. Erişkin *Protophormia terraenovae* 17

Şekil 1.16. Erişkin *Phormia regina* 18

Şekil 1.17. Erişkin turuncu başlı ve kırmızı gözlü *Chrysomya marginalis* 19

Şekil 1.18. Erişkin *Chrysomya rufifacies* ♂ yüzü 19

Şekil 1.19. Erişkin *Chrysomya rufifacies* ♂ 20

Şekil 1.20. Erişkin dorsal *Chrysomya megacephala,* ♂ ve ♀ görünümü 21

Şekil 1.21. *Chrysomya albiceps* üçüncü dönem tüylü larvalar 22

Şekil 1.22. Erişkin *Chrysomya albiceps* ♀ ön görünümü 22

Şekil 1.23. Erişkin *Chrysomya albiceps* 22

Şekil 1.24. Erişkin et sineği 23

Şekil 1.25. Erişkin *Agria mihalyii* A erkek başı, sol anterolateral görünüm B dişi başı, sol anterolateral görünüm C erkek abdomen, dorsal görünüm D dişi abdomen, dorsal görünüm 24

Şekil 1.26. Sarcophagidae larvalarının arka ucu ve spirakülerin çoklu görünümleri 24

Şekil 1.27. Erişkin titrek sineği 25
Şekil 1.28. Erişkin *Piophila casei* dorsal görünümü 26
Şekil 1.29. Erişkin *Megaselia scalaris* (Phoridae) 27
Şekil 1.30. S-Şekilli *Musca domestica* larvası 28
Şekil 1.31. Erişkin *Musca domestica'nın* morfolojisi ve tanımlama özellikleri 28
Şekil 1.32. Erişkin *Musca autumnalis'nin* ♂ ve ♀ön görünümü 29
Şekil 1.33. Erişkin *Musca autumnalis'nin* dorsal görünümü 30
Şekil 1.34. Erişkin *Fannia canicularis* ♀ 31
Şekil 1.35. Genel böcek morfolojisi dorsal ve ventral görünümü 32
Şekil 1.36. *Necrodes littoralis* (Silphidae) 33
Şekil 1.37. Yetişkin *Tasgius ater* (Staphylinidae) 34
Şekil 1.38. *Saprinus pensylvanicus* (Histeridae) 35
Şekil 1.39. *Trox capillaris* (Trogidae) 35
Şekil 1.40. *Dermestes maculatus* (Dermestidae) 36
Şekil 1.41. *Necrobia rufipes* (Cleridae) 37
Şekil 1.42. Erişkin *Copris umbilicatus* ♂ ve ♀ (Scarabaeidae) 38
Şekil 3.1. Çalışma süresince kaydedilen meteorolojik ve ortam sıcaklıklarının özeti (14 Kasım 2017 - 06 Aralık 2017). 52
Şekil 3.2. Çalışma süresince kaydedilen bağıl nem oranı (14 Kasım - 06 Aralık 2017). 52
Şekil 3.3. Çalışma sırasında üç karkasın taze evre gözlemleri: asılmış (sol üst), gölgeli (sağ üst) ve güneşe maruz kalan (altta). 53
Şekil 3.4. Çalışma sırasında üç karkasın şişilmiş aşama gözlemleri: (üst sol), gölgeli (sağ üst) ve güneşe maruz (alt) astı. 54
Şekil 3.5. Çalışma sırasında üç karkasın aktif çürüme aşaması gözlemleri: asılmış (sol üst), gölgeli (sağ üst) ve güneşe maruz kalan (altta). 55
Şekil 3.6. Çalışma sırasında üç karkasın gelişmiş çürüme evresi gözlemleri: asılmış (sağ üst), gölgeli (sol üst) ve güneşe maruz kalan (altta). 56
Şekil 3.7. Çalışma sırasında üç karkasın kuru aşama gözlemi: asılmış (sol üst), gölgeli (sağ üst) ve güneşe maruz kalan (altta). 57
Şekil 3.8. 21. günde üç karkasın incelenmesi: çalışma (sağ üst), gölgeli (sol üst) ve güneşe maruz kalan (altta). 58

ÇİZELGELER

Çizelge 3.1. Üç deney sahasının hava durumu, çevresel koşulları ve larva kütlesi sıcaklığının özeti (14 Kasım - 06 Aralık 2017). 51

Çizelge 3.2. Ortalama ortam, asılmış, gölgeli ve güneşe maruz kalan sıcaklıklar için tek yönlü ANOVA testinin özeti 53

Çizelge 3.3. Evrelere göre ayrışmanın fiziksel özelliklerinin özeti, farklı karkasların farklı dekompozisyon aşamalarına ulaşması için geçen gün sayısı, her evrede aralık ve ortalama ortam sıcaklığı ve her aşamada ortalama larva kütlesi sıcaklığı. 60

Çizelge 3.4. *Sus scrofa* karkaslarından Sidvokodvo Svaziland'da (14 Kasım - 06 Aralık 2017) toplanan eklembacaklıların listesi 61

Çizelge 3.5. Karkas A'dan toplanan adli açıdan önemli böceklerin oluşum matrisi: asılan karkasın karşılığıdır 61

Çizelge 3.6. Karkas B'den toplanan adli bakımdan önemli böceklerin oluşum matrisi: Gölgeli karkasına karşılık gelir. 62

Çizelge 3.7. Karkas C'den toplanan adli bakımdan önemli böceklerin oluşum matrisi: Güneşe maruz kalan karkasına karşılık gelir. 63

Çizelge 3.8. Sidvokodvo Svaziland'da 14 Kasım - 06 Aralık 2017 tarihleri arasında üç farklı karkastan toplanan arthropodların kompozisyonu ve bolluğu 65

1. GİRİŞ

1.1. Medikokriminal veya Adli Entomolojinin Tanımı

Adli Entomoloji veya mediko kriminal entomoloji, adli araştırmalarda böceklerin kanıt olarak kullanıldığı bilim dalıdır. Adli bilimlerde böcek ölüm zamanının, ölüm şeklinin, ölüm yerinin, ölüm nedeninin tespiti için önemli bir veri sağlamaktadır. Entomolojik deliller kaza, şüpheli veya doğal ölüm olaylarında tanıkların ifadelerinin teyit edilmesinde, kurban ve şüpheli bağlantısının ortaya konmasında önemli rol oynarlar. Ayrıca sigorta ve miras sorunlarının çözümünde yargıya yardım ederek ölüm zamanının (PMI) doğru tespit edilmesini sağlar. Böylece şüphelilerin ölen kişilerle bağlantısını ortaya koyarak kısa zamanda olayın çözümünün sağlanmasına yardımcı olur (Leccese, 2004).

Adli entomoloji, özellikle şüpheli criminal olayların aydınlatılmasında böcek ve diğer eklembacaklı türlerin deliller kullanıldiği bilim dalıdır (Catts ve Goff, 1992). Bu spesifik alan, aynı zamanda adli tıp entomolojisi olarakta adlandırılmaktadır. Böcek ya da eklembacaklılar çürümüş bir omurgalı cesedinde bulunmaktadır (Amendt ve ark, 2004).

Genellikle adli entomolog ya da olay yeri inceleme görevlileri bu böcekleri toplarlar. Adli entomologlar tarafından ceset üzerinde toplanan eklembacaklılar ile ilişkili veriler; ölümün meydana geldiği yeri belirlemek için, ölümden sonra cesedin yerinin değişip değişmediğini belirlemek için, ölmeden önce toksin veya ilaçlara maruz kalınıp kalınmadığını belirlemek için, yara alanlarını, ölüm nedenini ve son olarak da şüphelilerin olay yeri ile ilişkisini tanımlamak için kullanılmaktadır (Sukontason ve ark, 2007).

İnsanların ölüm zamanını tahmin etmek için kullanılan entomolojik kriterler, vahşi yaşam türlerinin şüpheli ölümlerinin sonrasında geçen zamanı (PMI) belirlemek için de kullanılabilir. Aslında, adli entomoloji, PMI değerlerini 72 saatlik bir periyotta tahmin etmek için kullanılan geleneksel tekniklerden daha doğru olabilir. Bazı durumlarda adli entomoloji kullanılabilecek tek yöntemdir (Goff, 1991).

Ölüm zamanı (PMI) tahmininde uygulanan temel varsayım, böceklerin ölümden hemen sonra ceset üzerinde kolonileşmeye başlayacağıdır. Böcekler, ölüm sonrası geçen zamanı göstermek için kullanıldığından dolayı iki yaklaşım oluşmaktadır. Birincisi; böceğin cesedin üzerinde bulduğu süreç boyunca yapılacak çalışmaların, süksesyon modelini belirlemeye yardımcı olmasıdır. Olgunlaşmamış böcek larvalarının tahmini yaşı, ölüm zamanının tahmin edilmesinde kullanılmaktadır. İkinci yöntem ise cesede gelen böcek kolonizasyonunu tahmin edilebilir olmasıdır. Bu da ölümden sonra geçen zamanın iyi bir göstergesidir (Schoenly ve ark, 1992).

İkinci yöntem, ceset böceklere uzun bir süre maruz kaldığında daha iyi sonuç almayı sağlamaktadır (Sundharavalli, 2014). Bir böceğin kolonileşme modeli genellikle ölümden sonra belirli bir böcek türünün gelişi ve böcek gelişim evresi arasında geçen zaman hakkında da bilgi verir. Böylece, hem minimum hem de maksimum ölüm zamanını belirlemek için kullanılabilir. Böyle bir böcek ardışıklık bilgisi, ölüm zamanını (PMI) 52 güne kadar en doğru şekilde tahmin etmek için kullanılmıştır.

Omurgalıların ölü bedenlerinde böcek kolonizasyonu, coğrafi bölge, hava durumu, bitki örtüsü ve çevre koşulları gibi birçok faktöre bağlı olarak değişmektedir (Anderson, 2001). Buna rağmen, böceklerin değerlendirilmesinin yanı sıra sıcaklık, nem, yağmur gibi parametrelerde değerlendirilmelidir (Shean ve ark, 1993) Bu nedenle, belirli bir bölgedeki ve ölü bir vücut üzerindeki böcek dizilişi ve diğer parametreler belirlendiğinde, bu veriler gerçek bir ölüm soruşturmasında veya böcek süksesyon çalışmalarına benzeyen durumlarda kullanılabilir (Goff, 2000).

Entomolojik veriler için en değerli kullanım, ölüm zamanı (PMI) veya ölümden sonra geçen sürenin tahminidir (Hall, 2001). Böcekler, insan kalıntıları üzerinde yumurta bırakmanın yanı sıra, yiyecek ya da yaşam alanı için de cesetleri kullanmaktadır. Böcek gelişimi ve vücudun çürüme aşamalarında beliren desenler, ölüm zamanı bilinmediğinde ölüm sonrası, ölüm ve cesetin bulunması arasındaki zaman aralığı için en sık kullanılan iki değerli göstergedir. Cesetlere gelen böceklerin ait oldukları ailelere göre cesede geliş zamanları bir sıra dâhilinde gerçekleşir. Ortamdaki bir cesede kısa bir süre içinde böcekler sistematik bir sıra ile gelmeye başlarlar. Bunlardan bazıları Diptera takımına ait Calliphoridae ve Sarcophagidae aileleridir. Daha sonra ağırlıklı olarak Coleoptera'lar görülür (Smith, 1986). Adli entomoloji alanında Diptera (sinekler) ve Coleoptera (böcekler) aileleri diğer böcek gruplarına göre daha önemlidir (Amendt ve ark, 2004).

1.2. Böceklerin Genel Özellikleri ve Önemi

Eklembacaklılar (Arthropoda) şubesinin bir sınıfıdır. Yeryüzünde bulunan hayvan türlerinin yaklaşık olarak dörtte üçünü böcekler oluşturur. Şu ana kadar 800.000 üzerinde böcek türü teşhis edilmiştir ve her geçen gün yeni türler de tanımlanmaktadır. Böceklerin ekolojileri oldukça çeşitlidir. Besin zinciri ve besin ağında hacimsel ve sayısal olarak, büyük oranda yer alırlar. Beslenme yönelimleri oldukça çeşitlidir; döküntüler, çürüyen materyaller, canlı veya ölü ağaçlar, otlar ve sucul organizmalar üzerinde; herbivor, saprofit, predatör veya parazit olarak beslenen türleri içerirler. Böcekler yaşamlarının tümünü veya bir kısmını suda, karada veya toprakta geçirirler. Yaşam türleri bireysel, toplu yaşayan, sosyal veya yarı sosyal olabilir. Göze çarpan veya gizlenen ya da diğer objeleri taklit eden türlerin yanısıra sadece gece veya sadece gündüz aktif olan türler de vardır. Böceklerin yaşam döngüleri sıcak-soğuk, ıslak-kuru gibi ekstrem koşullara rağmen ayakta kalmayı sağlayacak kuvvettedir (Michaud ve Moreau, 2009).

1.3. Cesetlere Gelen Böcek Türleri

1.3.1. Nekrofil Türler

Nekrofil böcekler, bozulan madde üzerinden doğrudan beslenen canlılardır. Bunlar, besinlerin geri dönüşümünde ve potansiyel olarak enfeksiyöz ajanların seyreltilmesinde yardımcı unsurlardır (Braack, 1987). Ölüm zamanını (PMI) tahminde çoğunlukla kullanılan gruptur, çünkü cesete geliş zamanının hesaplanması kolaydır. Calliphoridae, Silphidae, Dermestidae, ve Trogidae larvaları bu gurubun temel üyeleridir (Villet, 2011).

Nekrofil böcekler, adli bilimler için yeni ve nispeten keşfedilmemiş kavramların sağlanmasında çok önemlidir. Adli entomoloji alanının keşfi ve geliştirilmesinin, adli suç soruşturmasında muazzam bir kanıt olduğu bilinmektedir. Son yirmi yılda adli çalışmalara entomolojik araştırmaların dahil edilmesi, ölümcül aralıkların (intiharlar), ölüm zamanının ve ölüm sonrasında geçen zamanın (PMI) belirlenmesinde son derece önemli hale gelmiştir. Nekrofil böceklerin kolonizasyonunun öngörülebilir bir sırayla ortaya çıktığı gösterilmiştir (Payne, 1965).

Çürüme kalıntıları, nekrofil eklembacaklılar için iyi bir besin kaynağı sağlar ve bunlar, böceklere yeterli bir yaşam alanı sunmaktadır. Yeni bir ceset veya hayvan karkası birçok böcek türünün etkileşimi ile bir "geçiş ekosistemi" oluşturmaktadır. Bu geçici habitatlarda yaygın olarak kırkayak, isopod ve akar gibi türleri de çok sayıda eklembacaklı çeşitlerine rastlanmaktadır (Braack, 1987).

Her çürüme evresinde çürüyen bir ceset üzerinde tahmin edilebilir bir artropod dizisi ortaya çıkar. Nekrofil türler, cesetin değişen çekiciliğine bağlı olarak farklı çürüme aşamalarında beden üzerine çekilirler. Başka bir deyişle, nekrofil böcekler belirli yiyeceklerin mevcudiyetine göre veya dokuların, beden sıvılarının, mide ve

bağırsak içeriklerinin, organik sakatat, deri, kürk gibi sığınma kaynaklarının durumuna göre belirli zaman aralıklarında ceset üzerine yerleşmektedir. Taze bir karkasın yani cesedin muazzam bir besin deposu olması çöpçüleri çekici hale getirmektedir. Calliphoridae larvalarının kolonizasyonu ceset habitatını değiştirir ve sindirim enzimlerini salgılayarak organik açıdan zengin sıvıların salınmasına neden olur. Bu enzimler, karkas açılarak kas ve diğer yumuşak dokuların çözülmesine ve hızlı kuruyan ligamentlerin ve diğer doku şeritlerinin bırakılmasına yardımcı olur (Braack, 1987).

1.3.2. Predator ve Parazit Türler

Bu grup direkt cesetten beslenmez, cesette bulunan diğer sinek ve böceklerin larva ve pupalarını yerler. Bu gruba dahil olan bazı türler, başlangıçta cesetten beslenir daha sonra larval evrede predatör olarak ekembacaklı ve diğer böceklerden beslenirler. Bunlar, ikinci grup böceklerdir ve cesetle ilişkili böceklerin en önemli grubudur. Bu gruba Histeridae, Silphidae, Staphylinidae, Cleridae ve Carabidae (Coleoptera), Vespidae (Hymenoptera) ve Syrphidae (Diptera) aileleri örnek gösterilebilir (Kökdener ve Karapazarlioğlu, 2013).

1.3.3. Omnivor Türler

Bunlar arasında, cesetle ilişkili eklembacaklıları besleyen taksonlar vardır. *Odontotermes zambesiensis* aslında bir bitki çöpü besleyicisi iken, cesedin tendon ve kıkırdaklarıyla beslenir. Yaban arıları, karıncalar, arılar, hamam böcekleri ve bazı böcekler bu grubun temsilcisidir (Coe, 1978). Bu kategorinin üyeleri, cesedin tarihi hakkında çok az bilgi verir veya hiç bir şey belirtmez. Özellikle karıncalar, hem cesedin hem de en yararlı nekrofil türlerinin aktivitelerini bozarak kanıtları yok edebilirler (Campobasso ve ark, 2009).

1.3.4. Tesadüfi Türler

Bu kategorideki türler gölge, sığınak veya bakış noktası olarak cesedi kullanabilir. Bu hayvanlar için, ceset bir taş veya bir kütük gibidir. Ölüm zamanını tahmin etmede bu türde bulunan hayvanların hiçbir önemi yoktur çünkü bunlar tesadüfi olarak ceset çevresinde bulunmaktadır. Ancak, soruşturma sırasında göz ardı edilmemelidir çünkü faaliyetleri, adli önem taşıyabilecek zamanın geçmesine dair kanıt sağlayabilir. Örneğin, tamamlanmış bir örümcek ağının varlığı cesedin ölümünün üzerinden çok zaman geçtiğininin göstergesi olabilir. Bunlar, fırsatçı böceklerden olan collembola, acari, kırkayak ve örümcek türlerini içerir. Bu böcekler cesedi normal habitatlarının bir uzantısı olarak kullanırlar (Goff, 1993). Bu kategorinin üyeleri ayrıca, kanıtları destekleyerek cesedin yeri ve şüphelilerle ilişkilendirilmesine yardımcı olabilir (Lord, 1990).

1.3.5. Ölüm Öncesi Türler

Omurgalı cesetleri ölümden önce mevcut olan ve göç etmek için yeterli zamana sahip olmayan keneler, pire, bit ve diğer parazitleri barındırabilir. Onlar, konakçı canlının ölümünün son gününe dair kanıt sağladıklarından, adli olarak faydalıdır. Boğulma vakalarında ektoparazitlerin öldürülmesi çok daha uzun sürebilir ve onları canlandırmak için gereken süre, cesedin ne kadar suda kaldığına dair bir tahmin sunabilir (Smith, 1986).

1.3.6. Kaçan ve Ortamda Bulunmayan Türler

Bazı türler beklenmedik yokluklarıyla adli kanıt sağlayabilirler. Örneğin, collembola gibi çeşitli toprakta yaşayan türler, adli bir vakadan hemen sonra ceset alanını terk ederler ve zaman içerisinde geri dönerler (Smith, 1986). Cesetten sızan vücut sıvıları, kumlu bir alanda bir metreden fazla bir alana yayılabilir veya

geçirgenliği zayıf toprakların yüzeyinde birkaç santimetre olacak şekilde bir havuz oluşturabilir. Bir ceset sahadan çıkarıldığında bile toprakta bırakılan vücut sıvılarıyla beslenen bölgenin varlığı yine de olay yerini gösterir. Toprak faunasının eski haline geri dönmesi aylarca sürebilir, böylece komşu kontrol bölgesinden gelen toprak numunesi cesedin ne zaman ve nerede olduğuna dair kanıtları doğrulayabilir (Coe, 1978).

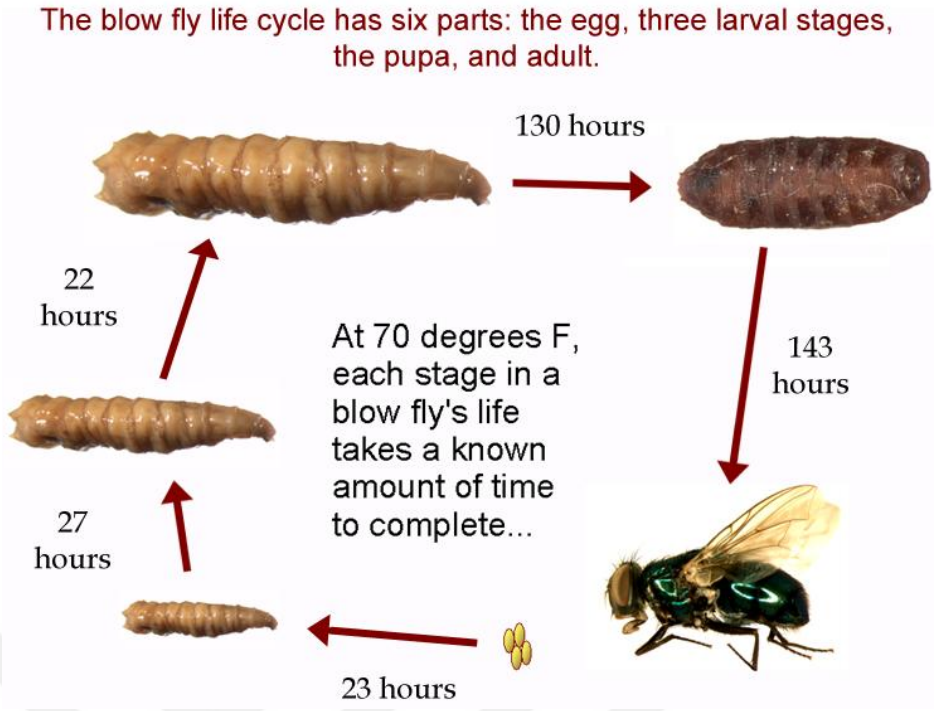
1.4. Dipterlerin Genel Özellikleri ve Adli Entomolojide Önemli Bazı Gerçek Sinekler

Adli entomoloji açısından önemli olan dipterler, beslenebilmeleri ve yaşamlarını sürdürebilmeleri için yumurtalarını ceset üzerine bırakırlar. Yumurtalar genellikle tek tek veya toplu olarak bırakılır. Genellikle bir defada 150–200 adet yumurta bırakırlar. Yumurtalar 0,9–1,5 mm uzunlukta, 0,3–0,4 mm çapında olup, koryon adı verilen bir yapıyla sarılmıştır. Yumurtalar beyaz, krem veya sarımsı kahverengindedir (Erzincliogl u, 1996., Demirsoy, 1997). Böcek yumurtası ortada bir çekirdek ve etrafında bol protoplazma içerir. Protoplazmanın büyük kısmı yedek madde (deutoplazma) olup embriyonun beslenmesine yarar. Yapısını karbonhidratlar, protein ve lipidler oluşturur. Koryon üzerinde sayısı ve yerleri değişik, genellikle yumurtanın tepe kısmında olan mikrofil adlı delikler bulunur. Bu delikler spermlerin girmesi için elverişlidir (Kansu, 2000., Triplehorn ve Johnson, 2005).



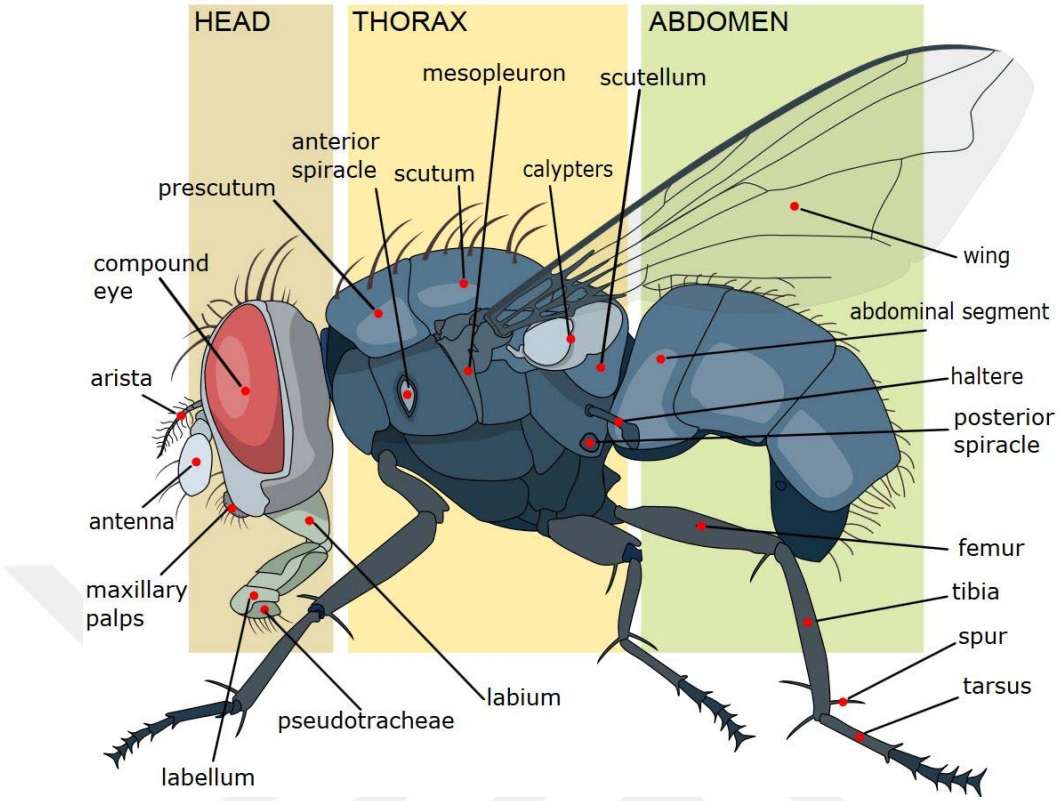
Şekil 1.1. *Lucilia sericata* cesedin üzerine yumurtlar. (http://entnemdept.ufl.edu/creatures/livestock/flies/lucilia_sericata05.jpg)

Larvalar tam başkalaşım gösterirler ve erginlerine hiç benzemez. Larvaların başı hemen hemen kaybolmuştur (asefalik). Baş segmentinden başka 12 segmenti daha vardır. Bacakları olmayıp, baş kısmı sivri, belli belirsiz bir kısım ağız parçaları kalmıştır. Son kısmı ise küt görünümlü, iki kahverengi dairesel solunum organı posterior stigma içerir. İkinci torasik segmentte anterior stigma denen oluşumlar da posterir stigma gibi larva türünün tanımlanmasında bilgi verir. Larvalar yumurtadan çıktıktan sonra deri değiştirene kadar olan döneme 1. dönem adı verilir. Genellikle 3 larval dönem vardır. 2. ve 3. dönemi beslenmenin durduğu post-feeding ve pupa dönemi takip eder.



Şekil 1.2. Erişkin sinek yaşam döngüsü
(https://www.nlm.nih.gov/visibleproofs/media/detailed/ii_a_216n.jpg)

Posterior stigma'da bulunan slit adı verilen yarıklar 1. dönemde tek, 2. dönemde 2 ve 3. dönemde 3 adettir. Post-feeding evresinde pupa dönemine geçebilmek için larvalar bulundukları yerden göç ederler. Cesetten ayrılan larvalar bina içlerinde karanlık ve daha serin alanlara, açıkta ise 2–3 cm kadar toprağın içine doğru göç ederler. Pupalar kırmızımsı kahverenginden koyu kahve siyah renge kadar değişik renklerde olur. Pupa evresinin başlarında renk açıkken, zaman geçtikçe renk koyulaşır. Pupa evresinin sonunda alın kesesinin ritmik hareketleriyle pupa örtüsünü patlatan sinek yaklaşık 5 dakika kadar bir sürede pupadan çıkar (Demirsoy, 1997., Gennard, 2012).



Şekil 1.3. Erişkin sineğin yapıları (https://entomology.unl.edu)

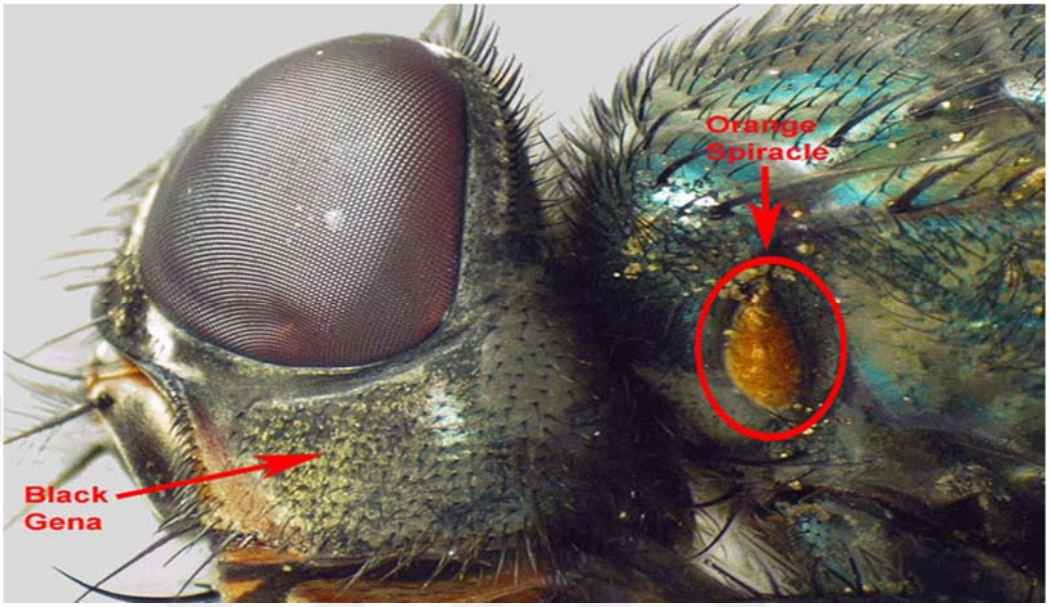
1.4.1. Calliphoridae (Yapışkan Sinekler)

Adli entomolojide önemli olan özel türleri içeren ailedir. Afrika'da yaygındır, İngiltere dahil olmak üzere Avrupa'da da gömülü olmayan veya bir şekilde yerleri değiştirilmiş olan cesetlerin ortak ilk kolonileridir (Schroeder ve ark, 2003).

1.4.1.1. *Calliphora vicina* (Robineau-Desvoidy, 1830)

Bu tür, 9 ile 11 mm uzunluğuna ulaşabilir. Toraksta spirakül benzeri yapılar bulundurur. Baş siyahtır ve ön yan yarısı (bucca) kırmızımsı turuncu renktedir. Toraks renginden bağımsız olarak karında siyah kıllar vardır, toraks siyahtır ve toraksın tepesi

(dorsum) yoğun grimsi parlak tüyler ile kaplıdır. Göğüs merkezinde üst üste dört çift güçlü kıl vardır (Smith, 1986).



Şekil 1.4. Erişkin *Calliphora vicina* özellikleri (https://www.nku.edu/~dahlem/ForensicFlyKey)



Şekil 1.5. Erişkin *Calliphora vicina* (https://www.nku.edu/~dahlem/ForensicFlyKey)

1.4.1.2. *Calliphora vomitoria* (Linnaeus, 1758)

Bunlar büyük mavimsi sineklerdir. Birçok türlere göre daha uzun bir yaşam döngüsüne sahiptir.Kırsal ortamlarda daha sık görülür. Karın bölgesindeki tüyler ve bazikotun rengi *Calliphora vomitoria*' yı ayırt etmeye yardımcı olur. *Calliphora vomitoria*' da toraksın önündeki (anterior) spirakül kahverengimsi renktedir. *Calliphora vicina* ve *Calliphora vomitoria*' nın her ikisinin de birlikte bulunduğu yerlerde, posterior spirakül genişlikleri ile ayırt edilebilirler. *Calliphora vicina*' da spiraküller 0.23 mm ile 0.28 mm arasındadır. Bu türdeki spiraküller, *Calliphora vomitoria'* ya göre daha küçüktür (Smith, 1986).



Şekil 1.6. Erişkin Calliphora vomitoria siyah rengli torax (https://i.pinimg.com/originals)

1.4.1.3. *Lucilia sericata* (Meigen, 1826)

Bu tür genellikle yeşil-şişe sineği olarak adlandırılır, çünkü bu cinsteki tüm sinekler metalik yeşil renktedir. Kuzey Amerika'da *Lucilia sericata, Phaenicia sericata* olarak adlandırılır. *Lucilia* türleri, squamın hemen üstündeki sırt bölgesinde saç tutamlarına benzer yapılar içeren arka kanatları sayesinde diğer sineklerden ayrılır. *Lucilia sericata* sarı renkli bir bazikosta sahiptir. *Calliphora* sp ve *Lucilia sericata*

larvaları arasındaki farklardan biri, baş iskeletindeki (sefalofarengeal iskelet) oral skleritin saydam olması ve *Lucilia sericata* larvalarında bulunmamasıdır. Larvalar her üç gelişme evresinde beyaz veya sarımsıdır ve pupadan önce maksimum 12-18 mm'ye ulaşırlar. *Calliphora* sp ve *Lucilia* sp'nin ilk ve ikinci dönem larvalarındaki posterior spiraküller etrafında kıl çemberi vardır (Erzincliogl u, 1987).



Şekil 1.7. Posterior spiraküler üzerinde tam bir peritreme ile *Lucilia sericata* konik şeklinde larva (http://entnemdept.ufl.edu/creatures/livestock/flies/lucilia_sericata06.jpg)



Şekil 1.8. Erişkin *Lucilia sericata* ön-yan görünümü (http://entnemdept.ufl.edu/creatures/livestock/flies/lucilia_sericata04.jpg)

1.4.1.4. *Lucilia illustris* (Meigen, 1826)

Bu türde basicosta siyahımsı veya kahverengi renktedir ve anten üzerindeki arista alt tarafında 10 adet kıl bulundurur. Bu yeşil-şişe türünün erkeklerinde abdominal segmentlerin kenarlarında kıllar yoktur. *Lucilia caesar* erkeklerinden kavisli genital bölgelerin varlığı ile ayırt edilebilirler (Erzincliogl u, 1996).



Şekil 1.9. *Lucilia illustris* anten üzerindeki arista alt tarafında bulunduğu ön adet kıl (https://bugguide.net)



Şekil 1.10. Erişkin *Lucilia illustris* ♂ (https://bugguide.net).

1.4.1.5. *Lucilia caesar* (Linnaeus, 1758)

Bu sinekler, *Lucilia illustris*'ine benzer, koyu renkli bir basicosta bulundururlar. Erkeklerde dorsal görünümden baktığınızda, ikinci abdominal segmentin kenarlarında kıllar bulunmaz (Erzincliogluu, 1996).



Şekil 1.11. *Lucilia Caesar* erkeklerde abdominal dorsal görünümden (https://bugguide.net)



Şekil 1.12. Erişkin *Lucilia caesar (*https://bugguide.net)

1.4.1.6. *Lucilia richardsi* (Collin, 1926)

Bu sinekte, bazikot beyaz veya sarımsıdır. Erkeklerde gözlerin aralığı bu türün, yetişkin *Lucilia sericata*'dan ayırt edilmesine yardımcı olur. Erkeklerde göz arasındaki mesafe, üçüncü anten segmentinin genişliğinden daha fazla değildir (Erzincliogl u, 1996). Orta bacağın tibia'sı iki anterior kıldan oluşur ve bu da bu türden sadece bir kıl ile (posteroventral planda bacak eklemleri olan) *Lucilia sericata*'dan ayırt edilir (Smith, 1986).



Şekil 1.13. Erişkin *Lucilia richardsi* yüzü ♂ (https://c1.staticflickr.com)



Şekil 1.14. Erişkin *Lucilia richardsi* (http://www.eakringbirds.com)

1.4.1.7. *Protophormia terraenovae* (Robineau-Desvoidy, 1830)

Bu tür 8 ile 12 mm uzunluğunda olan ve yeşilimsi mavi bir abdomen sahip olan bir sinektir. Bu tür atık topraklarda ve bataklık bölgelerde yaygın olarak dağılım gösterir (Smith, 1986). Sinek bir yetişkin olarak kışın geçirebilir ve ilkbaharda bir cesedin kolonileşmesi için gelen ilk sinekler arasında olabilir. Pupa, vücuttan biraz uzakta tutulabilmektedir (Busvine, 1980).



Şekil 1.15. Erişkin *Protophormia terraenovae (*https://alchetron.com)

1.4.1.8. *Phormia regina* (Meigen, 1830)

Bu tür daha önce tarif edilenlerden daha küçük bir sinektir ve Nearktik ve Palaearktik bir türdür. 7 ile 9 mm uzunluğundadır ve yeşil bir gövdeye sahiptir. Başı bedeni ile orantılı ve siyah renklidir. Bu türdeki ayırt edici özellik, açık turuncu saçları olan toraks üzerindeki anterior spiraküllerdir. *Protophormia terraenovae*'nin aksine, kaliper beyazdır ve yüzeyinde beyaz tüyler vardır. *Phormia regina* yaygın olarak siyah kurt sineği olarak bilinir (Smith, 1986).



Şekil 1.16. Erişkin *Phormia regina* (https://bugguide.net)

1.4.2. Chrysomya Cinsi

1.4.2.1. *Chrysomya marginalis* (Wiedemann, 1830)

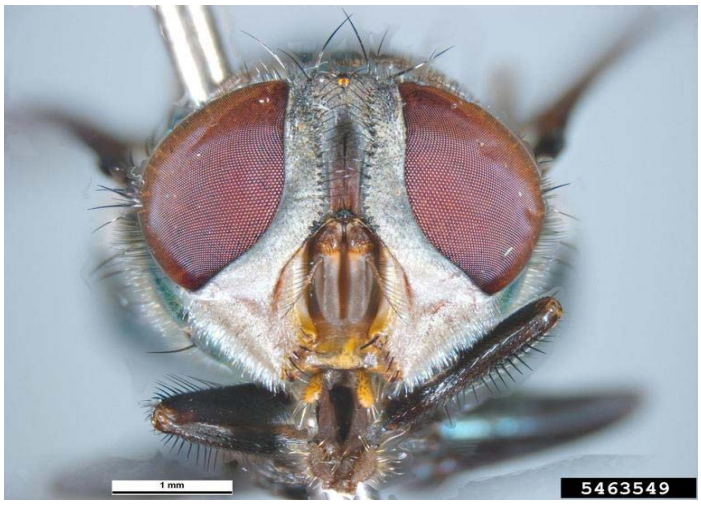
Orta büyüklükte (16 mm kanatçık boyuna sahip), turuncu başlı ve kırmızı gözlü, metalik mavi veya yeşil gövdeli, ön kenar çizgisi boyunca siyah şeritler içeren bir türdür. Afrika'da çok yaygındır. Normalde farklı bitki örtüsü tiplerinde bulunur, taze cesetler üzerinde toplanır, fakat aynı zamanda çiçeklerde de sık sık rastlanır (Villet, 2011).



Şekil 1.17. Erişkin turuncu başlı ve kırmızı gözlü *Chrysomya marginalis* (https://africawild-forum.com)

1.4.2.2. *Chrysomya rufifacies* (Macquart, 1842)

Bunlar büyük mavi veya yeşil renkli sineklerdir. *Chrysomya rufifacies* en çok Orient, Australasia ve Neotropiks'te bulunur. *Chrysomya rufifacies* metalik mavimsi veya yeşil renktedir. Yetişkinler 6 ile 12 mm uzunluğundadır, baş kısmındaki yanaklar sarı veya turuncu renklidir (Smith, 1986).



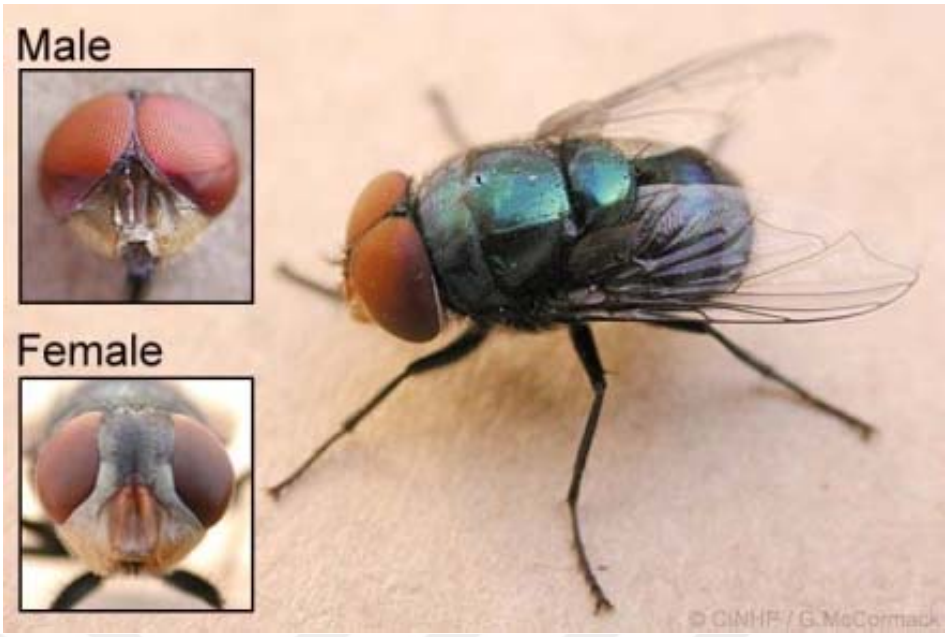
Şekil 1.18. Erişkin *Chrysomya rufifacies* ♂ yüzü (https://bugwoodcloud.org)



Şekil 1.19. Erişkin *Chrysomya rufifacies* ♂ *(*https://bugguide.net)

1.4.2.3. *Chrysomya megacephala* (Fabricius, 1794)

Genellikle *Chrysomya rufifacies*'e benzer büyüklükteki. *Chrysomya megacephala* eşlik eder. *Chrysomya rufifacies*'in aksine, ön spirakül soluk sarı beyaz olmaktan ziyade, turuncu-siyah-kahverengi renklidir. Bu türdeki yanakların (bucca) ön kısmı sarımsı veya turuncu renklidir. *Chrysomya megacephala*, Brezilya'da yerli bir Amerikan türü olan *Cochliomyia macellaria* ile birlikte cesetlerde de tespit edilmiştir (Oliveira-Costa ve de Mello-Patiu, 2004).



Şekil 1.20. Erişkin dorsal *Chrysomya megacephala,* ♂ ve ♀ görünümü (https://alchetron.com)

1.4.2.4. *Chrysomya albiceps* (Wiedemann, 1819)

Chrysomya albiceps aynı zamanda olay yerinde bulunan yaygın türlerden biridir. Sarımsı veya beyaz bir torasik spiraküller sahiptir, karnında koyu renkli şeritler vardır ve bacakları siyahtır. *Chrysomya rufifacies* ve *Chrysomya albiceps* larvalarını görsel olarak ayırt etmek zordur. Ancak, iki tür mitokondriyal DNA kullanılarak ayırt edilebilir (Wells ve Sperling, 1999).



Şekil 1.21. *Chrysomya albiceps* üçüncü dönem tüylü larvalar (Klekovska ve ark. 2017)



Şekil 1.22. Erişkin *Chrysomya albiceps* ♀ ön görünümü (`http://`www.nhm.ac.uk)



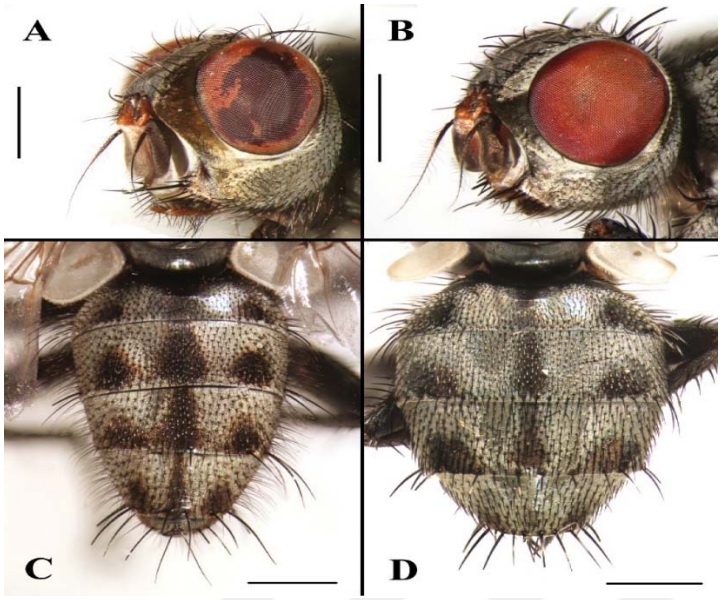
Şekil 1.23. Erişkin *Chrysomya albiceps* (https://www.biolib.cz)

1.4.3. Sarcophagidae (Et Sinekleri)

Ceset kolonizerlerinin en geniş üyeleridir. Üç çizgili bir toraks ve gümüş gri dama tahtası görünümünde bir karna sahiptir. Sarcophagidae, ergin örnekler yakalanmadıkça, türleri kesin bir şekilde ayırt edilemeyen zor bir gruptur. Erkek kimliğini kullanarak dişi türlerin kimliğini doğrulamak daha kolaydır (Colyer ve Hammond, 1951).

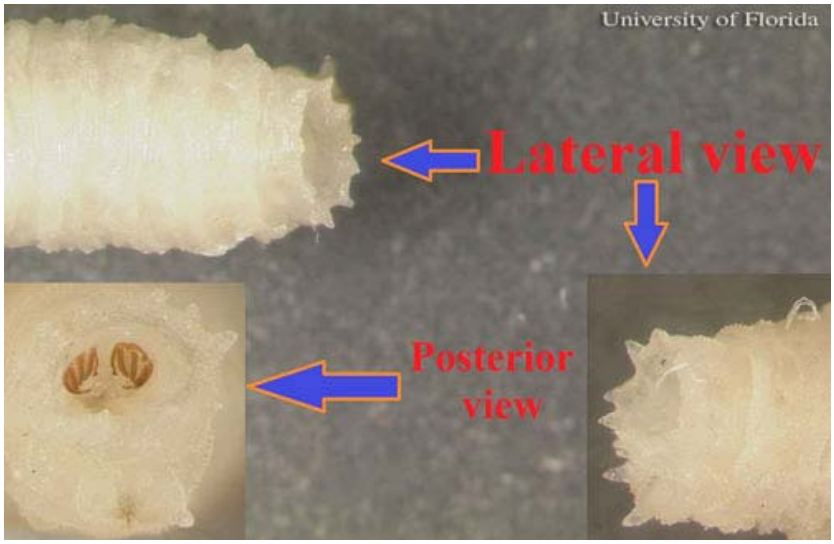


Şekil 1.24. Erişkin et sineği
(http://www.saveourwaterwaysnow.com.au/_dbase_upl/P1030055-30-10-08.jpg)



Şekil 1.25. Erişkin *Agria mihalyii* A erkek başı, sol anterolateral görünüm B dişi başı, sol anterolateral görünüm C erkek abdomen, dorsal görünüm D dişi abdomen, dorsal görünüm (http://bdj.pensoft.net)

Sarcophagidae larvaları varil benzeri bir şekle sahip olmaları ile karakterizedir. Posterior spiraküller bir oyuk içine bulunur. Arka segmentin kenarı çok sayıda tüberkül içerir. Bu özellik bu aileyi larva aşamasında ayırt etmeyi kolaylaştırır. Moleküler yöntemler kullanılarakta Sarcophagidae larvalarının türlerinin tanımlanması yapılmaktadır (Zehner ve ark, 2004).



Şekil 1.26. Sarcophagidae larvalarının arka ucu ve spirakülerin çoklu görünümleri (http://entnemdept.ufl.edu)

1.4.4. Sepsidae (Titrek sinekler)

Sepsid sinekler küçük, parlak ve siyah renktedir. Onlar şişkin (dışbükey) gözler ve abdominal daralma (belirgin bir bel) ile küresel görünen bir başa sahiptir. Erkek sepsidlerin bacakları dikenlidir ve uzamış olup bacakları deforme görünümdedir. Kanattaki costa kırılmamıştır. Bu aile kanat sallama alışkanlığı ile karakterizedir (Pont ve Meier, 2002).



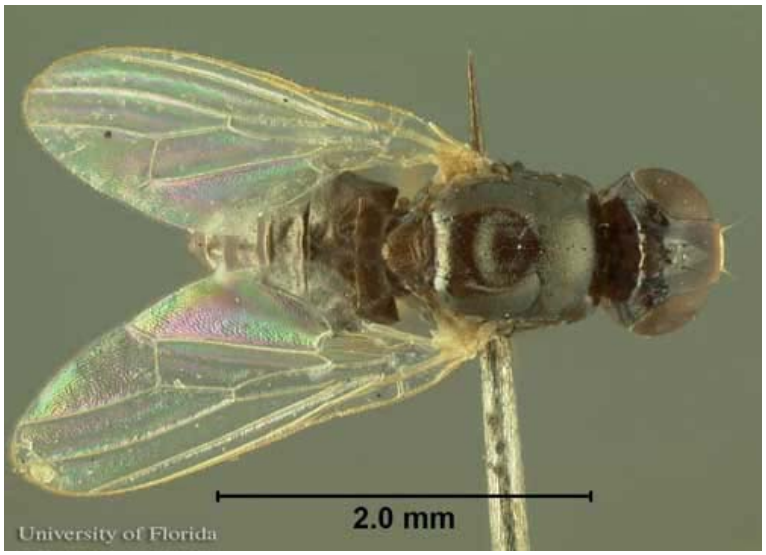
Şekil 1.27. Erişkin titrek sineği (http://entnemdept.ufl.edu)

1.4.5. Piophilidae (Peynir sinekleri)

Piophilidae küçük, parlak, siyah sineklerdir. 2,5 mm ile 4.5 mm arasındadır. Kanadın kostal veni bu ailede bir noktada kırılmış görünür. Piophilidae'nin en çok araştırılan üyelerinden biri, peyniri gibi gıda ürünlerine zarar veren. *Piophila casei'*dir.

1.4.5.1 *Piophila casei* (Linnaeus, 1758)

Küçük bir siyah sinek, 2.5mm ile 4 mm uzunluğundadır ve genellikle peynir kaptanı olarak adlandırılır. Göz yüksekliğinin yarısından fazlasını kapsayan belirgin yanaklara sahiptir. Bu sinek türlerinin bacaklarında, antenlerinde ve yüzlerinin sürtüklerinde sarı bir renk vardır. Ocellar kılları, küçük ve geniş aralıklı olan basit gözün (ocellus) karşısında bulunur. Piophilidae larvaları, posterior larva bölgesi Piophilidae'de daha dar olmasına rağmen, sepsid larvalarına benzer. Bu sinek genellikle aktif çürüme sonunda ve kuru aşamaların başlangıcında cesette bulunur (Byrd ve Castner, 2010).



Şekil 1.28. Erişkin *Piophila casei* dorsal görünümü (http://entnemdept.ufl.edu)

1.4.6. Phoridae (Kamburlu Sinekleri)

Bu sinekler genellikle çok küçüktür. Grimsi kahverengi veya mavimsi renkte olabilirler. Alın (frons) genellikle geniş, sağlam ve yukarı doğru kıvrık olan kıllara sahiptir. Antenin üçüncü segmenti büyüktür, ancak bu ailede arista ya dorsal ya da apikal olarak bulunabilir. Phoridae kanatları karakteristiktir; kanat kostanın proksimal ucunda sinek gövdesine yakın bir omurgaya sahiptir. Bir cesette, Phoridae aktif

sinekler, koşma ve atlama yeteneğine sahip olmaları ile tanımlanabilirler (Dewaele ve Leclercq, 2002).



Şekil 1.29. Erişkin *Megaselia scalaris* (Phoridae) (http://www.hispabase.com/)

1.4.7. Muscidae (Ev Sinekleri)

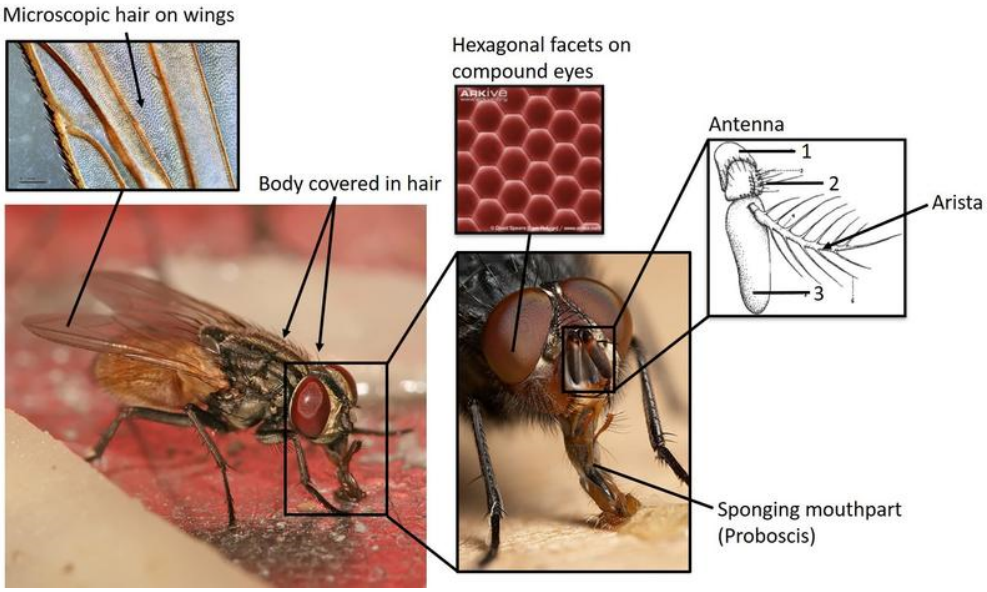
Muscidae sinekleri sıklıkla grimsi renktedir ve toraks uzunluğundan aşağı inen ve hipopleral kıllara sahip olmayan hatlara sahip olmalarıyla karakterize edilirler. 6 ve 7 damarları kısadır ve birbirlerine doğru hareket etmezler. Onların kaliperleri kabaca aynı boyuttadır veya alt kaliperler daha büyük olabilir. Larvalar üçüncu dönemde maruz kalır ve pupa genellikle namlu şeklindedir. Larvalar ve Muscidae'nin larvaları, doğrudan doğruya sinüslerden (‘s-şekilli) yayılmaya kadar uzanan arka spirakül yarıklarının şekliyle tanımlanabilir. Mesela *Musca domestica*, posterior spirakül üzerindeki ‘S-shaped’ yarıklarıyla tanınabilir (Unwin, 1984).



Şekil 1.30. S-Şekilli *Musca domestica* larvası (https://www.feedipedia.org)

1.4.7.1. *Musca domestica* (Linnaeus, 1758)

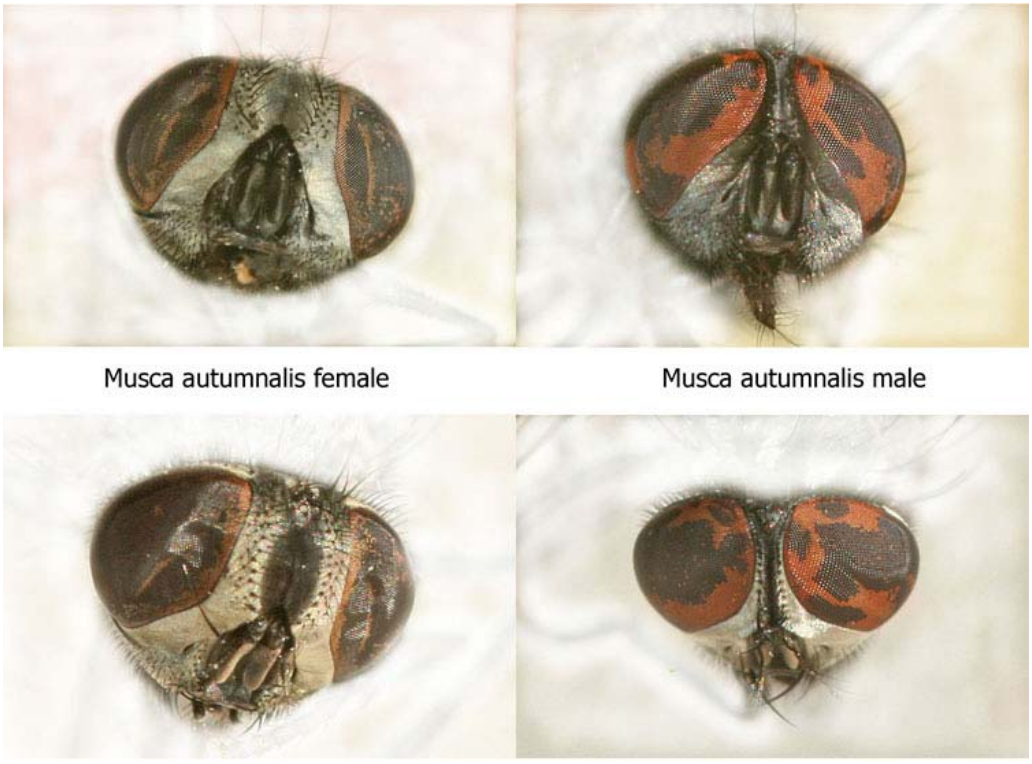
Musca domestica yaklaşık 6 ile 7 mm uzunluğunda grimsi bir türdür. Toraks boyunca dört dar siyah çizgili, grimsi veya sarımtırak bir abdomen ile karakterizedir. Ven 4'te keskin açılı bir kanat bulunur (Smith, 1986).



Şekil 1.31. Erişkin *Musca domestica'nın* morfolojisi ve tanımlama özellikleri (https://taxo4254.wikispaces.com)

1.4.7.2. *Musca autumnalis* (De Geer, 1776)

Musca autumnalis de ziyaret cesetleri olarak kaydedilir, ancak aynı zamanda rahatsız edici bir sinek olarak adli önemi olabilir. Genel olarak "yüz sineği" olarak adlandırılır ve erkek sinekler karın tarafında parlak sarı renk ile ve ortadaki siyah şerit ile kolayca tanımlanabilir. Dişi *Musca autumnalis* dişi *Musca domestica*'ya çok benzer, ancak daha küçük bir ön şeritle ayırt edilebilir. Dişi *Musca autumnalis*'inde bu şerit göz yörüngesinin iki katından daha azdır, *Musca domestica*'da ise üç ile dört kat genişliğindedir (Smith, 1986).



Şekil 1.32. Erişkin *Musca autumnalis'nin* ♂ ve ♀ön görünümü (https://diptera.info/forum/attachments/musca-autumnalis-overzicht-www.jpg)



Şekil 1.33. Erişkin *Musca autumnalis'nin* dorsal görünümü (https://warehouse1.indicia.org.uk)

1.4.8. Fanniidae (Tuvalet Sinekleri)

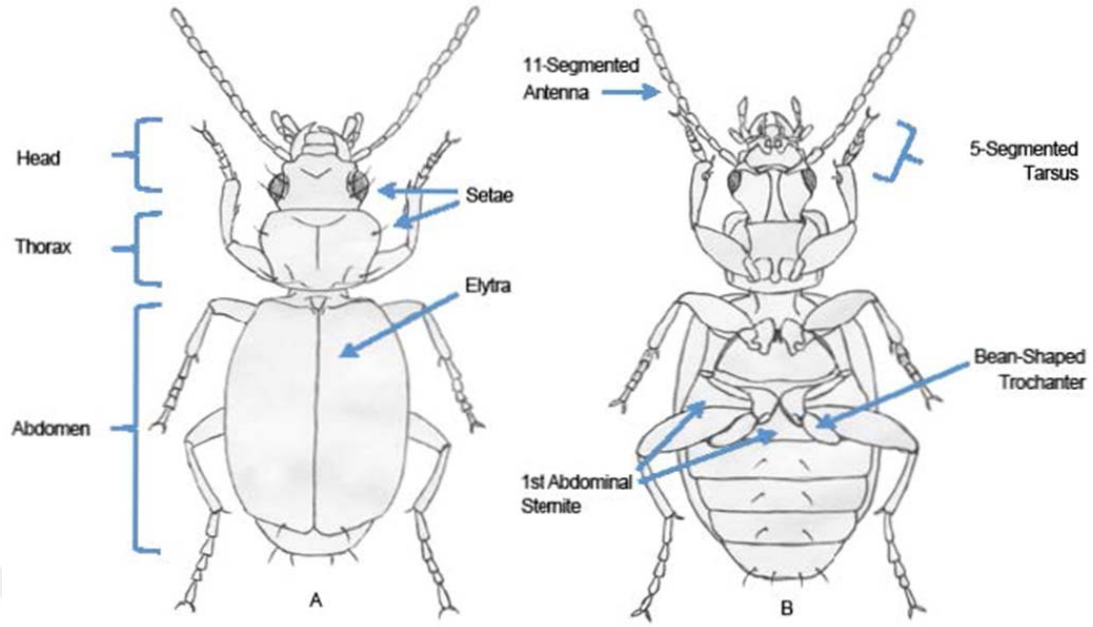
Bu sinekler genellikle latrine sinekler olarak adlandırılır. Aksiller 7. ven üzerindeki büyük eğri ile muscid sineklerinden ayrılırlar. Bu, üst kalipere en yakın olan damardır ve tür, kanat marjına ulaşan ven 4'te keskin açıya sahip değildir. Almanya'nın merkezinde çocuk ihmali durumunda *Fannia canicularis* sineklerine rastlanmıştır. Entomologlar idrarın ve dışkıların yetişkin sinekleri çektiğini ve çocuğun genital bölgesinin larva yerleşmesine yol açtığını öne sürmüşlerdir (Benecke ve Lessig, 2001).



Şekil 1.34. Erişkin *Fannia canicularis* ♀ (https://bugguide.net)

1.5. Coleopterlerin Genel Özellikleri ve Adli Entomolojide Önemli Bazı Coleoptera Böcekleri

Üst kanatlar (Elythra=Elitron) az veya çok kitinsel yapıdadır. Alt kanatlar zar şeklindedir. Alt kanatlar damarlı olup dinlenme anında üst kanatların altında toplanmış şekilde bulunur. Bazı türlerde alt kanat gelişmemiştir Holometabol gelişme gösterirler (Demirsoy, 1997.,Kansu, 2000). Erginleri birkaç gün veya birkaç hafta yaşamalarına karşın, larvaları aylar, yıllarca yaşayabilir. Leş, gübre, bitki artıkları ile beslenirler. Dipter larvalarından farkı, baş kısımlarının iyi gelişmiş olmasıdır. Larvaları uzun, nokta gözlü, kısa antenli ve çoğunlukla 3 çift bacaklıdır (Demirsoy, 1997). Adli entomoloji açısından önemli Coleopterler; Silphidae, Staphylinidae, Histeridae, Trogidae, Dermestidae, Cleridae, Nitidulidae, Carabidae familyalarına ait türlerdir. Cesetten beslenen türlerin büyük çoğunluğu cesedin kuruma evresinde gelirler (Smith, 1986).



Şekil 1.35. Genel böcek morfolojisi dorsal ve ventral görünümü (https://extension.umaine.edu)

1.5.1. Silphidae (Ceset Böcekleri)

Silphidae'ların keskin kenarları olan düz bir gövdesi vardır ve kafaları toraks büyüklüğüne göre küçüktür. Bu ailenin böcekleri, anten segmentlerinin bölümleri ilerledikçe antenler belirgin bir şekilde kalınlaşmaya eğilimlidir. Antenin yerleştirilme noktaları arasındaki mesafe geniştir. Bunlar büyük ve sağlam böceklerdir. *Nicrophorus vespilloides* gibi bazılarının üst kısımlarında turuncu veya kırmızı lekeler vardır. *Nicrophorus humator* gibi diğerleri siyah renklidir. Bu ailenin ana tanımlama özelliklerinden biri, karın kısmının sertleşmiş üst kanatlardan (elytra) çıkıntı yapmamasıdır. Böceğin karın kısmında, altı karın sterniti görünür (Bousquet ve ark, 2013).



Şekil 1.36. *Necrodes littoralis* (Silphidae) (https://farm6.staticflickr.com)

1.5.2. Staphylinidae (Kısa Kanatlı Kınkanatlılar)

Staphylinidae'ler, kısa elitraların karın bölümlerinin en azından yarısını açığa çıkarması, böylelikle yedi ile sekiz çıkıntı yapması nedeniyle kolaylıkla tanınan aktif böceklerdir. Onlar küçükten büyüğe kadar çeşitlidir. Kısaltılmış elytraları altında paketlenmiş güçlü membranöz kanatlara sahiptir. Bazı türler son birkaç abdominal parçasını 'geri' üzerinden kıvırma alışkanlığına sahiptir. Bu onların çok agresif görünmesini sağlar. Bu eylem bir akrebi anımsatır. Staphylinid böcekleri yırtıcıdır ve Diptera'nın larvalarını beslemek için cesedin ilgisini çeker. Bir ceset üzerinde çeşitli türlerde Rove böcekler (Staphylinidae) bulunmuştur (Goff ve Flynn, 1991).



Şekil 1.37. Yetişkin *Tasgius ater* (Staphylinidae) (https://bugguide.net)

1.6.3. Histeridae (Kesik kınkanatlılar)

Histeridler, sert bir kabuğa ve oval şekilde bir dış iskelete sahip küçük, parlak, siyah böceklerdir. Onların antenleri (geniculate) dirseklidir. Histerid bacakları düz tibialıdır. Yukarıdan bakıldığında, bu ailenin önemli tanımlama özelliği, son iki karın parçasını ortaya çıkaran elytranın uçlarına doğru olan kare kesidir. Larva ve yetişkinler, organik maddeyi çürüten böceklerle beslendikleri için cesede bulunurlar (Bousquet ve ark, 2013).



Şekil 1.38. *Saprinus pensylvanicus* (Histeridae) (https://bugguide.net)

1.6.4. Trogidae

Trogidler Afrika'da çok yaygındır. Renkleri mat kahverengi olan orta boy böceklerdir. Vücudunun dorsal yüzeyi pürüzlü görünür ve elytra bazen kıllı olabilir. Antenin ucundaki bölümler plaka gibidir. Trogid yetişkinlerin bacakları geniş değildir. Küçük karkaslarda kuru aşamada bulunurlar ve özellikle post, kürk, deri, tüyler ve kuru maddeler ile beslenirler (Tüzün ve ark, 2010).



Şekil 1.39. *Trox capillaris* (Trogidae) (https://bugguide.net)

1.6.5. Dermestidae (Kuru Et Böcekleri, Post Böcekleri, Yağ Böcekleri)

Dermestitler uzunluğu olarak 1,5 mm ile 10 mm arasında değişir. Antenleri, iki ile üç parçadan oluşan bir kubbe benzeri bir yapıyla sonlanan 5 ile 11 bölümden oluşur. *Dermestes* cinsinin yetişkin üyeleri, başlarına basit bir göze (ocellus) sahip değildir. Ön bacaklarındaki koksa koniktir ve koksal boşluğa belirgin bir şekilde yapışır. Arka bacağın femuru, arka coksa ile kaplıdır. Bu böceklerin tüm eklemleri bedenlerinin alt kısmına çekme kapasitesine sahiptir. Adli tıpla ilgili Dermestidae larvaları kahverengiden siyaha kadar renklenme gösterir ve sırt yüzeyleri üzerinde değişen uzunluklarda (setae) tüylere sahiptirler (Peacock, 1993).



Şekil 1.40. *Dermestes maculatus* (Dermestidae) (http://entnemdept.ufl.edu)

1.6.6. Cleridae (Renkli Kınkanatlılar)

Bu böceklerin genellikle vücudlarının bir kısmı parlak renklidir. Uzamış ve silindirik formdadırlar ve bir "boyun" varmış gibi görünmektedirler çünkü toraksın ilk kısmı (pronotum) elitlerinden daha geniştir. Yetişkinler tüylü olabilir. Cleridae'nin adli

bakımdan önemli bir üyesi, *Necrobia rufipes*'tır. Bu, daha sonra çürüme aşamaları bulunan cisimlerle ilişkili olarak bulunabilen kırmızı ayaklı bir jambon böceğidir. Bu böcek Hawaii'de, 34-36 günlük ölüm zamanında bir cesetin altındaki toprakta bulunmuştur (Goff ve Flynn, 1991).



Şekil 1.41. *Necrobia rufipes* (Cleridae) (https://bugguide.net)

1.6.7. Scarabaeidae (Bok Böcekleri)

Vücut şekilleri, yaşam tarzları ve morfolojileri çok farklıdır. Anten yelpaze gibi; 8-10 segmentli; tarsi 5 segmentli; larva manas tipinde; genelde toprakta birkaç yılda gelişir; fitofag türlerin erginleri çiçek-yaprak yer; larvaları kök veya çürümüş odunla beslenir. Bazılarında larva-erginler gübre v.s. içinde gelişir. Scarabaeinae türleri, sıcak ve güneşli havalarda çok faaldirler. Toynaklı hayvanların taze tezeklerini hap yaparlar (Cooter ve Barclay, 2006).



Şekil 1.42. Erişkin *Copris umbilicatus* ♂ ve ♀ (Scarabaeidae) (https://i.pinimg.com)

1.6. Adli Entomolojinin Diğer Kullanım Alanları

1.6.1. Cesedin Ölümden Sonra Taşınması veya Depolanması

Kazalarda, fâili meçhul cinayetlerde ölüm yeri ve zamanının bilinmesi adli yargılama açısından çok önemlidir. Entomolojik deliller özellikle ölüm yeri tespitinde ve cesetin bir yerden başka yere taşınıp taşınmadığı hakkında önemli ip ucu sağlar (Sumodan, 2002). Her böceğin yaşadığı ortam farklıdır ve belli böceklerin belli ortamlarda yaşamaları tanı koydurucudur. Suda, karada, ormanda yaşayan böceklerin kendi ortamlarından başka bir ortamda bulunmaları, cesedin bir yerden bir başka yere taşındığını göstermesi açısından çok önemlidir. Bu bilgi bize ölümün gerçekleştiği ya da gerçekleşmediği yer hakkında çok ciddi kanıtlar verecektir. Entomolojik verileri dikkatli analiz eden, bir adli entomolog, cinayet mahalli, cinayetin açık veya kapalı bir alanda işlenip işlenmediği, cesetin başka bir bölgeye nakledilip edilmediği hakkında fikir sahibi olabilir. Adli uygulamada, sineklerin yumurta veya larvalarının yaraya ölümden önce mi yoksa ölümden sonra mı bırakılmış olabileceğinin tespiti büyük önem taşımaktadır. Ceset üzerinde hiç böcek olmaması, kişinin çok soğuk bir yerde

öldüğünü, aşırı bir şekilde yandığını veya kapalı bir konteynerde kaldığını düşündürür (Açıkgöz ve ark, 2002).

1.6.2. Ölüm Şeklinin ve Travma Bölgesinin Tespiti

Ölüm nedeni, ölüm şekli, ölümün doğal yapısı miras ve sigorta gibi yasal olaylarda çok önemlidir. Dış hasarları, incinmeleri olan ceset diğerlerinden daha fazla sinekleri çeker. Çeşitli böcek türleri normalde yumurtlama için ve larvaların beslenmeleri için anüs, genital organlar ve başın doğal açıklıklarını kullanırlar (göz, kulak, burun delikleri gibi) ama cesette herhangi bir yerde yara varsa böcekler ilk olarak bu yara bölgesine çekilirler. Bıçaklanma yaralarının lokalizasyonu böcek ve larvaların olağan dışı beslenme lokalizasyonu ile tespit edilir. Kişinin içerde ya da dışarıda öldürülüp öldürülmediği, gece ya da gündüz veya yağmurlu havada öldürülüp öldürülmediği de böcek delilleriyle tespit edilir (KÖKDENER ve KARAPAZARLIOĞLU, 2013).

1.6.3. Ölmeden Önce Kullanılan Ilaç, Zehir ve Kimyasalların Tespiti

Cesedin beslediği sineklerin larvaları ölen kişinin kullandığı ilaçların varlığını belirlemede yardımcı olurlar. Ayrışmanın ileri aşamalarında olan gövde veya bu gövdeyi besleyen yan dokular, ince tabakalı kromatografi, gaz kromatografisi ve / veya kütle spektrometresi gibi tekniklerle yumuşatılabilir ve analiz edilebilir. Bu maddelerin varlığı için kan, doku veya idrar örnekleri geleneksel olarak analiz edilir; bununla birlikte, bu örnekler genellikle ölümü takiben yaklaşık 72 saat sonra analiz için uygun değildir (Henssge ve ark, 1995). Toksinler larvaların gelişim aşamalarını etkileyebilir. Cesette kokain ve eroin larva gelişimini hızlandırabilir (Chen ve ark, 2004).

1.6.4. Çocuklar ve Yaşlı İstismar ve İhmal

Bazı böcekler canlı bir insanda yaraları veya kirli bölgeleri kolonize edeceği için çocuk ya da yaşlı istismarı veya ihmali içeren vakaları çözmek için de kullanılır. Buna *kütan myiasis* denir. Bu durumlarda, kurban hala hayatta olmasına rağmen, bazı böcekler tarafından istila edilmiş olabilir. Adli entomologlar çocuk veya yaşlının bedenine böceklerin ne zaman yerleştiğini anlayabileceklerdir. Örneğin, ihmal edilen çocuklar söz konusu olduğunda, çocuğun bebek bezi değişimini geçirdiği son zaman, kurtçuk istilasının başlangıcı için asgari bir zaman aralığı verecektir. Bu tür vakalar özellikle bebeklerde, küçük çocuklarda ve yaşlılarda görülür (Hall ve Wall, 1995).

Bazen bağlı, çaresiz ve uyuşturulmuş olan kurbanlar idrar ile ıslatmış kıyafetlerle ilişkilendirilmişlerdir. Bu idrar, sineklerin potansiyel hedefleridir (Anderson ve Huitson, 2004). Ölümden önce cinsel saldırı meydana geldiğinde, bu bölgelerdeki sinekler (anüs ve penis veya vajina) çekilme ve oviposit olasılığı daha yüksektir ve araştırmacılar cinsel bir suçtan şüphelenmeye başlayabilirler. Böcek delilleri, hem antemortem hem de suçun post-mortem koşullarına birçok ipucu verebilir (Khimani, 2015).

1.6.5. Böceklerden Elde Edilen DNA Örneklerinin Analiz Edilmesi

Suç araştırmalarında kullanılan DNA ya dayalı metotlar kişilerin teşhis edilmesi için en önemli ve güçlü araçlardan biridir DNA tüm biyolojik örneklerde vardır, çevresel degradasyona dayanıklıdır ve küçük miktarda örnekler çalışma için yeterlidir. Adli araştırmalarda böceklerden elde edilen DNA örneklerinin analizinde kullanılan çok sayıda hızlı ve yaygın yöntemler vardır. Olay yeri incelemesinde cesetten toplanan larvalar ve böceklerden elde edilen DNA örnekleri analiz edilir. Hatta insan mitokondriyal DNA sının böceğin barsak içeriğinden izole edilebileceği tespit edilmiştir (Lord ve ark, 1998). Yengeç bitinin barsak içeriğinden et sineği larvasının barsağında insan mtDNA'sını izole edilmiştir (Wells ve ark, 2001). DNA

analiziyle bir yandan böcek türleri arasında filogenetik bağlantı ortaya konulurken diğer yandan şüphelinin DNA analizi ile çeşitli kriminal olayların (cinayet, banka soygunculuğu, hırsızlık gibi) çözümüne yardım eder. Ayrıca toplu cinayetlerde ve kitlesel ölümlerde böceklerin DNA örnekleri önemli bilgi sağlar (Drijfhout, 2009).

Ayrıca DNA analizleri, doğru türlerin belirlenmesi ve larvaların yaşının tahmin edilmesi için önemli bir adımdır. Morfolojik karşılaştırmalar genellikle özel uzmanlık gerektiren ve zaman alıcı olan türlerin tanımlanması için kullanılır. Bu zorluk türünün üstesinden gelmek için, larva genomlarının uygun bölgeleri polimerik zincir reaksiyonu amplifikasyonu ve referans verilerle karşılaştırılması ile tanımlama yapılabilir (Chen ve ark, 2004).

1.7. Dekompozisyon

Dekompozisyon; ekosistemde ölü bitki, hayvan karkası veya insanın organik maddelerin kimyasal ve biyolojik olarak parçalanması yoluyla maddenin basit formlarına veya fiziksel olarak yok edilmesine kadar devam eden ve geri dönüşüm için gerekli olan doğal bir süreçtir (Clark ve ark, 1997). Omurgalı hayvan veya insan cesedi çeşitli organizmalar için geçici ve dinamik bir besin kaynağı sağlar (Wells ve LaMotte, 2001).

Çürüme sürecinde, ortaya çıkan faunal süksesyonu, cesette meydana gelen doğal değişimlerle ilişkilidir. Ölüm gerçekleştiğinde, ölü beden bir dizi çürüme aşamasını geliştirecek ve bu süreçte ceset, ölüm zamanı göstergesi olarak işlev gören fiziksel, biyolojik ve kimyasal değişimlere maruz kalacaktır (Bornemissza, 1957). Bununla birlikte, ölümden sonraki zaman arttıkça, cesette gerçekleşen fiziksel, biyolojik ve kimyasal değişiklikler kesin bir ölüm zamanı (PMI) tahmini sağlamaz, bu nedenle ekolojik verilerle değerlendirilmelidir (Smith, 1986).

Bir domuz karkasındaki artropod süksesyonunun araştırıldığı bir çalışmada; dekompozisyonu beş aşamada tanımlanmıştır; ilk çürüme aşaması, çürüme aşaması, siyah çürütme, bütirik mayalanma ve kuru çürümedir (Payne, 1965), Amerika Birleşik Devletleri'nde yapılan başka bir çalışmada da altı dekompozisyonu aşamasını tanımlanmıştır. Bu aşamalar taze, şişimiş, aktif çürüme, çürümeyi önleme, kuru kalıntılardır (O'Flynn, 1983). Güney Queensland'da yapılan büyük hayvan karkaslarının dekompozisyonun çalışmasında çürüme aşamalarını beş kategoriye ayrılmıştır. Bunlar hafifçe çürüyen, şişmiş, aktif çürüme, ilerlemeyi azaltan ve ilerlemeden sonra ortaya çıkan aşamalardır. Bununla birlikte, (Tantawi ve ark, 1996), tavşan karkasının decompozisyonu dört aşaması olduğunu tespit edilmiştir (Early ve Goff, 1986), Hawaii'de Oahu adasındaki domuz karkasının kullanıldığı bir çalışmadan ise çürüme aşamalarının taze, şişmiş, çürüme ve kuru aşama olduğunu tespit edilmiştir.

Malezya'da, (Chin ve ark, 2007), bir lastik plantasyonundaki maymun karkasında dekompozisyon sürecini beş aşamada incelenmiştir; taze, şişmiş, çürüme, çürüme sonrası ve kuru aşamadır (Ahmad ve ark, 2011), yarı ormanlık alanda yürütülen maymun karkası üzerine yapılan karşılaştırmalı bir çalışmada taze, şişmiş, çürüme, gelişmiş çürüme ve kuru kalıntıları olduğunu beş çürüme aşaması da belgelenmiştir. Genel olarak; araştırmanın kolaylığı için çürüme süreci genellikle beş temel aşamada incelenir. Bunlar: taze, şişmiş, aktif çürüme, gelişmiş çürüme ve kuru kalıntılardır. Bir ceset veya hayvan karkası her zaman bu aşamalardan geçerek ayrışacaktır; Ancak, omurgalıları süpürme, aşırı hava veya böceklerin tamamen dışlanması, bozulmaların normal seyrini değiştirecektir (Payne, 1965). Dekompozısyon süreci boyunca, çeşitli böceklerin, karkasın maruz kaldığı değişen kimyasal, biyolojik ve fiziksel değişikliklere bağlı olarak, beden üzerine çekilmesi bir böcek istilası deseni oluşturmuştur (Anderson ve VanLaerhoven, 1996).

1.7.1. Genel Olarak Gözlenen Çürüme Aşamaları

1.7.1.1. Taze Evresi

Bu aşama, ölüm anında başlar ve karkasta şişme gözlendiğinde sona erer. Bu aşamada otoliz oluşmasına rağmen, bu noktada brüt morfolojik değişiklikler meydana gelmez. Entomolojik verilerden 24 saat sonra ölüm zamanının tahmini, yumuşak doku muayenesine dayanan tıbbi muayenenin tahmininden daha doğrudur. Böcekler normal olarak yumurtanın yumurtlamadığı karkasın ilk 10 dakikasında çekilir. Hücresel bozulma, morfolojik değişiklikler olmaksızın bu aşamada ortaya çıkar. İnsanlarda morfolojik değişiklikler ve kokular açıkça görülmese de, hücresel çöküntüden salınan kimyasallar bu erken aşamada bile böcekleri çeker (LeBlanc ve Logan, 2009).

1.7.1.2. Şişme Evresi

Çürüme bu aşamada başlar. Anaerobik bakterilerin metabolik aktiviteleri ile üretilen gazlar, karnın şişmesine neden olur ve karkas, balon benzeri bir görünüm oluşturur. Daha sonraki bölümde, arthropod aktiviteleri, çürüme süreçleri ile birleştiğinde, karkasın iç sıcaklıklarına neden olur. Bu aşamada yetişkin Diptera'nın en büyük sayıları karkaslara çekilmektedir (Payne, 1965).

1.7.1.3. Aktif Çürüme Evresi

Bu aşama; şişme aşamasında biriken gazların karın duvarına nüfuz ederek karkasın sönmesiyle ve şişmiş evreye son verilmesiyle başlar. İç sıcaklığın, çevre sıcaklığının 14 derece üzerine çıkması, çürüme evresinin sonunu belirleyen bir düşüşe neden olur. Artan sıcaklıklar sırasında çürüyen kokular yüksektir ve sıcaklık düşüşle

birlikte düşer. Karkasın ağırlığında sabit bir azalma gerçekleşir. Karkas biyokütlesinin dipteran larva biyokütlesine dönüşümü vardır (Payne, 1965).

1.7.1.4. Gelişmiş Çürüme Evresi

Bu evrede Diptera larvalarının çoğunun cesedi pupa için kuru ve karanlık bir yere bıraktığı zaman başlar. Kemiklerin, kıkırdakların, saçların, küçük doku kısımlarının ve çürümenin yan ürünleri olarak bilinen çok miktarda ıslak, viskoz malzemenin geride bırakılması artropod aktivitesinin ana bölgesidir (Mann ve ark, 1990).

1.7.1.5. Kuru Kalıntılar Evresi

Bu evre kalan küçük kıkırdak kemikleri ile karakterizedir ve çürüme aşamasında yan ürünler kurur. Çürüme sonrası kuru aşamaya geçiş aşamalı, yetişkin ve larval Diptera popülasyonlarının azalması ile gerçekleşir (Amendt ve ark, 2004).

1.7.2. Çürüme Aşamaları Etkileyen Faktörler

Artropodların aracılık ettiği çürümenin derecesi ve modeli, sıcaklık, nem, yağış ve yalıtım derecesi gibi unsurları içeren çok sayıda faktörden etkilenebilir (Galloway ve ark, 1989). Böceklerin kendisi ve gömü derinliği ile ulaşım da çürüme derecesi etkileyen önemli çevresel faktörlerdir. Aslında, karkasla ilişkili böceklerin ana maddesi, birinci değişken olan sıcaklık olarak bir insan cesedinin çürüme hızını etkileyen ikinci en önemli parametre olmaktır (Mann ve ark, 1990).

Bir insan vücudunun çürüme derecesi etkileyen diğer faktörler arasında pH, ölüm nedeni (yaralanmalar-önceki kan kaybı-daha hızlı çürümeye yol açar), daha önce yapılan mumyalama, vücut büyüklüğü ve ağırlık (ince cisimlerin yağ cesetlerine göre adipozların geliştirmesi daha az olasıdır) vücudun üzerinde durduğu yüzey, numunenin sindirim sistemi içindeki yiyecekler veya nesneler (et sebzelerle karşılaştırıldığında) (Fiedler ve Graw, 2003).

1.7.3. Doğal Vücut Koruma

Mumyalama ve adipoz oluşumu, yumuşak doku korunmasının iki yaygın şeklidir. Mumyalama, çok kuru veya sıcak nemli bölgelerde cildin ve iç organların hızlı kurumasına (dehidrasyon ve dessikasyon) neden olur. Bu, günler veya haftalarda (kutup bölgeleri ve çöller) meydana gelebilir. Adiposit oluşumu, bol nem içeren anaerobik ortamlarda oluşur. Adipozlar, haftalar ile aylar arasında bir sürede oluşturulabilir veya binlerce yıl sürebilir. Tabut mezarlarında normal olarak daha düşük adipozer görülme sıklığı ve kapsamı gözlenir. Gövdeler toprağa doğrudan gömülmüş olan bedenlere kıyasla tabutlarda daha hızlı ayrışır. (Mant ve Furbank, 1957).

Bu çalışmada Sidvokodvo için adli önem taşıyan ve ortaya çıkabilecek böcek faunasının tanımlanması, her dekompozisyon evresine göre adli ilgili böcek süksesyon modelini analiz ve farklı pozisyonlarda ve koşullarda yerleştirilen karkaslarda dekompozisyon derecesinde önemli bir fark olup olmadığını görmek amaçlanmıştır.

2. GEREÇ VE YÖNTEM

2.1. Karkasların Temini ve Yerleştirilmesi

Karkaslar 12-14 kg ağırlığındaki üç yerli domuz (*Sus scrofa*), Manzini Svaziland'daki Mliba'daki bir domuz yetiştirme çiftliğinden elde edilmiş ve boyunlarına uygulanan ağır bir darbeyle öldürülmüştür. Domuzlar taşıma sırasında artropod kontaminasyonunu önlemek için siyah polietilen çöp torbalarına konulmuştur ve hemen deney alanına transfer edilmiştir. Karkas A 1.9 m den daha yüksek bir ağaç üzerine asılmıştır. Karkas B: toprağa doğrudan temas eden kuru bir gölgeli alan üzerine konuldu ve karkas C: bir nehrin yakınında güneşe maruz kalan alan üzerine bırakıldı. Zemine yerleştirilen karkaslar ilk önce 1.2 cm'lik örgü telle çevrelenmiş 3 cm kalınlığında ahşap çerçeveden yapılmış 90x90x150 cm'lik bir kafesin içine yerleştirilmiştir. Kafeslerin altta kısımları karkaslar toprağa doğrudan temas edecek şekilde açıktır. Kafesler büyük kuşların karkasları rahatsız edilmesini ve alfa çimentosundan yapılmış betonun omurgalıları temizlemesini önlemek için kullanılmıştır. Asılmış karkas aynı zamanda çöpçülerin (ör. Köpekler) etkilerini önlemek için 1.9 m den daha yükseğe asılmıştır.

2.2. Coğrafi Konum

Deney, Kasım ortası ile Aralık 2017'nin başları arasında Manzini bölgesi Svaziland' da bulunan Sidvokodvo' daki bir çiftlikte gerçekleştirildi. Bu dönem, yüksek böcek etkinliğine sahip yaz mevsimine denk gelmektedir. Deneysel alan, genellikle yazın çıplak ya da kısa patetik yeşil çimenli bir taşkın yatağıdır. Eşit olmayan dağılımı olan bir sürü yüksek bitki vardır. Bölgede aşağıda açıklanan çevresel koşullara göre üç farklı alan seçilmiştir.

i. A Alanı: asılmış karkaslara karşılık gelmektedir (26.64248 ° S, 31.41661 ° E) ve deniz seviyesinden 293 m yüksekliktedir. Bu bölge çoğunlukla yüksek yapılı bitkilerden oluşmuştur. Karkas yerden yaklaşık 1.9 m yüksekliğe asılmıştır.

ii. B Alanı: Gölgeli karkaslara karşılık gelen (26.64254 ° S, 31.41670 ° E) ve deniz seviyesinden 294 m yüksekte bulunan alanıdır. Bu bölge çoğunlukla kısa otlardan ve çalılardan oluşmaktadır.

iii. C Alanı: Güneşe maruz kalan karkaslara karşılık gelen (26.64277 ° S, 31.41640 ° E) ve deniz seviyesinden 293m yükseklikte bulunan alandır. Bu bölge çıplak, kumlu zemin ve kısa çimlerin dağılımıyla karakterize edilmiştir.

2.3. Ortam Sıcaklığı ve Bağıl Nem Değerlerinin Ölçümü

Ekolojik parametreler karkaslara gelen böcek süksesyonunu etkileyeceğinden dolayı ortam sıcaklığı ve nemi önemli birer veri olarak değerlendirilmiştir. Sıcaklık ölçümleri için termometre ve nem için dijital higrometre kullanılmıştır. Larva kütle sıcaklıklarının belirlenmesi için de termometreden yararlanmıştır.

2.4. Çürüme Aşamalarının Gözlenmesi ve Değerlendirilmesi

Karkaslar aktif çürüme aşamasının sonuna kadar hergün sabah 10:30-11:30 saatleri arasında gözlemlenmiştir. Aktif çürüme aşamasının sonunda bir günlük beklemeden sonra her gün aynı saatlerde gözlemlenmiştir. Yetişkin sinekler, çapı 35 cm ve net derinliği 50 cm olan ince, yumuşak ve dayanıklı malzemeden yapılmış hafif hava temizleme ağlarıyla yakalanmıştır. Sineklerin yakalanması için ağ kullanımı 3 veya 4 kez defa tekrarlanmıştır. Bir karkastan toplanan eklembacaklılar, hem güvenli

hale getirilmek üzere hem de belirlenmek için ağ üzerinden kavanoza aktarılmıştır ve etiketlenmiştir.

İkinci bir net örneklemeden önce karkaslara larva ve diğer sürünen böceklerin yerleşmesine izin verilmiştir. Karkaslar ve çevredeki toprak elle örnekleme yöntemleri kullanılarak, günlük periyotlarla % 80'lik etil alkol ile muamele edilerek, böceklerin yetiştirilmesi ve korunması için forseps yardımıyla toplanmıştır. Dokuz vücut deliğine (yani gözler, burun delikleri, ağız, kulaklar, anüs, ürogenital açıklık) çok fazla konsantrasyon uygulanmıştır, çünkü bunlar yetişkin kolonizerler tarafından yumurtlama alanıdır. Karkasların etrafındaki toprak avuçlama ile toplanır ve post-besleme larvaları, pupalar ve diğer toprak omurgasızları için incelenir. Her bölgede muntazam ve sınırlı rahatsızlık sağlamak için, karkas başına harcanan süre 20 dakikayı geçmemiştir.

Böcek toplama sırasında karkasların parçalanması periyodik olarak fotoğraflanmıştır ve video çekimi yapılmıştır. Bunun amacı; zaman içinde karkaslardaki fiziksel ve kimyasal değişiklikleri açıkça gözlemlemektir. Fotoğraflama ve video çekimleri fiziksel ve kimyasal değişiklikler dahil (renk değişiklikleri, şişme, sıvıların veya gazların boşaltılması, vb.) her gözlemin bilinen ayrıştırma aşamalarıyla ilişkilendirilmesine yardımcı olmuştur.

2.5. Yumurta ve Larva Yetiştirme

Karkaslardan elde edilen canlı yumurtalar ve larvalar, büyütülmek ve yetişkin bireyler elde etmek için tavuk karaciğeri içeren plastik tek kullanımlık kapların içerisine (çap = 7 cm; yükseklik = 13 cm) toplanmıştır. Tavuk karaciğeri böcek larva ve pupalarının gelişimi için besi ortamı sağlamaktadır. Karaciğeri nemli tutmak için bir alüminyum folyo kağıdına sarılmıştır. Folyo kağıdı hava sirkülasyonu için tamamen kapatılmamıştır. Yetiştirme kapları daha sonra oda sıcaklığında (24-26 °C) bir inkübatöre yerleştirilmiş ve günlük olarak kontrol edilmiştir.

Yetiştirme aşamasında, yuvaya bir alt tabaka ile larva sağlamak için kumlu toprak tabakası ile başka bir kaba aktarılmıştır. Kum deney sahasından doğrudan kapatılabilir kaplara toplanmış ve daha sonra 110 ºC'de bir fırında sterilize edilmiştir. Sinekler ortaya çıktığında, yetiştirme kapları 30 dakika boyunca bir dondurucuya yerleştirilerek öldürülmüşlerdir. Ölü sinekler daha sonra koruma için % 70'lik etanol içeren etiketli şişelere konulmuştur. Bu yetişkinlere daha sonra bir ikili eşleme anahtarı kullanılarak tür tanımlaması yapılacaktır.

2.6. İstatistiksel Analizler

Günlük maksimum meteorolojik ortalama sıcaklık ile günlük maksimum alan ortam ortalaması arasında anlamlı istatistiksel fark olup olmadığını belirlemek için Student t-testi kullanılacaktır. Anlamlı istatistiksel farklılıkların olup olmadığını belirlemek için tek yönlü varyans analizi ANOVA yapılacaktır. İstatiksel anlamlılık seviyesi olarak $P< 0.05$ alındı. Ortam ortalaması, A Alanı larva kütlesi ortalaması, B Alanı larva kütlesi ortalaması ve C Alanı larva kütlesi ortalama sıcaklıkları arasında kıyaslanarak yapıldı. Testlerde GraphPad Prism 5 istatistik yazılımı kullanıldı.

3. BULGULAR

3.1. Ortam Sıcaklığı ve Bağıl Nem Verisi

Ortam sıcaklığı ve diğer sıcaklık ölçümlerini için cıvalı cam termometre kullanılmıştır. Maksimum günlük sıcaklıklar kaydedildi ve çalışma süresi boyunca üç saha için 14 Kasım – 06 Aralık 2018 tarihleri arasında (Çizelge 3.1), meteorolojik ortalama sıcaklık verileri 23.43 ° C (± 4.32 ° C) olarak kaydedilmiştir. Ortalama ortam sıcaklığı 24.96 ° C (± 6.82 ° C) idir. Bir Öğrenci t-testi, bu iki aracın birbirinden anlamlı derecede farklı olduğunu (P> 0.05) P = 0.0001 olarak göstermektedir.

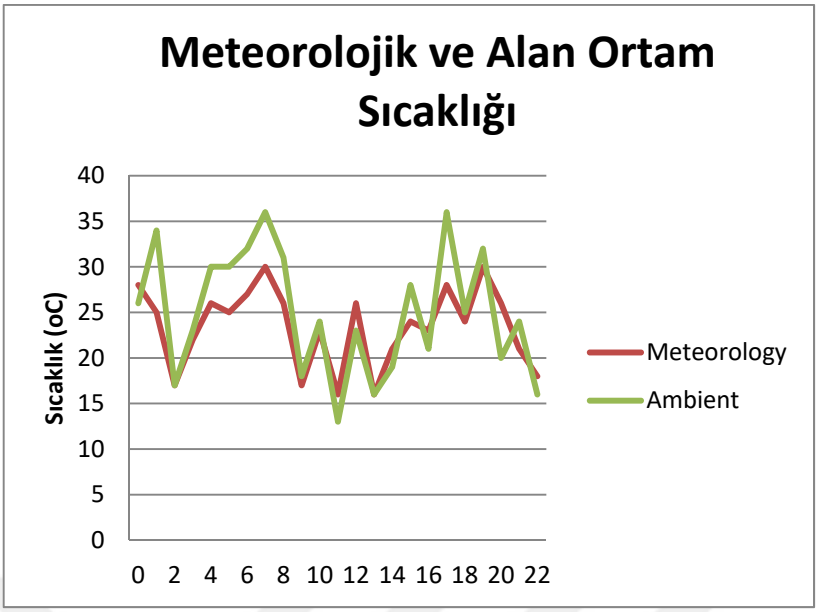
Meteorolojik veriler, değerlerin çoğunun ortama daha yakın olduğunu düşündüren daha küçük bir standart sapmaya sahiptir. Çalışma boyunca, minimum ve maksimum kaydedilen ortam sıcaklıkları sırasıyla 13º C ve 36ºC dir. Tüm bölgeler için ortam ve larva kütle sıcaklıkları ölçülmüştür. Çalışma boyunca minimum, maksimum ve larval kütle sıcaklıkları sırasıyla A bölgesinde; 32 ^{O}C, 40 ^{O}C ve 35ºC, B bölgesinde; 33 ^{O}C, 40 ^{O}C ve 37 ^{O}C ve C bölgesinde; 29 ^{O}C, 45°C ve 38 ^{O}C olarak kaydedilmiştir (Çizelge 3.1).

Larva kütlesi sıcaklığı ilk olarak güneşe maruz kalan alandan birinci günde kaydedildi ve larva kitleleri ilk olarak 1.insta larva olarak fark edildi. Larva kütle sıcaklıkları, güneş ışınlarına maruz kalan karkaslarda, 6. günde habitatlar arasında maksimum düzeyde eşitsizliğe ulaşan sıcaklıklarla tutarlı olarak yükseklik göstermiştir. Genel olarak, güneşe maruz kalan alandaki larva kütlesi sıcaklığı, 3 ile 6. günlerdeki ortam sıcaklığının çok üzerindeydi (Çizelge 3.1).

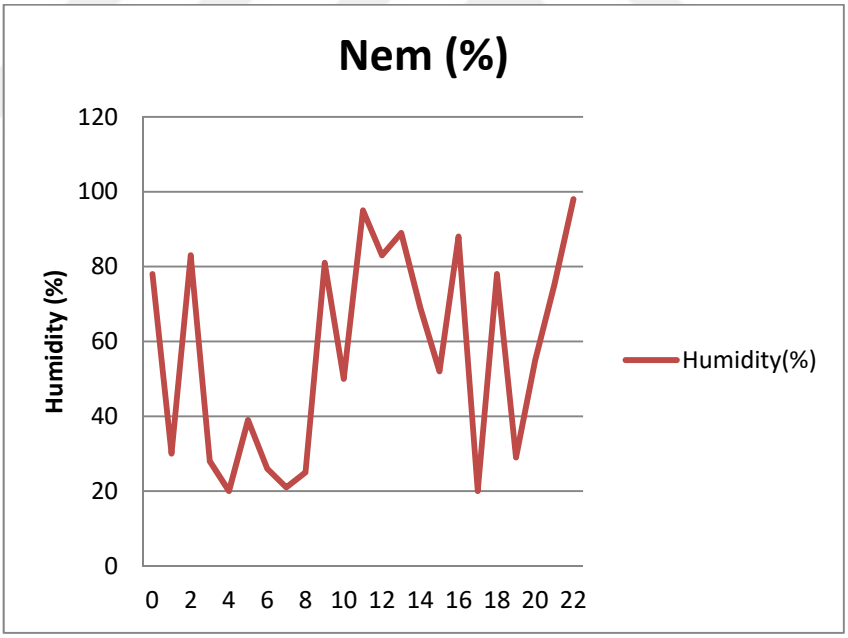
Çizelge 3.1. Üç deney sahasının hava durumu, çevresel koşulları ve larva kütlesi sıcaklığının özeti (14 Kasım - 06 Aralık 2017).

			A Alanı (Asılmış)		B Alanı (Gölgeli)		C Alanı (Güneş göre	
Gün	Hava Açıklaması	Nem	Ortam	Larva	Ortam	Larva	Ortam	Larva
		(%)	(oC)	(oC)	(oC)	(oC)	(oC)	(oC)
0	Parçalı bulutlu	78	26	0	26	0	26	0
1	Güneşli	30	34	0	34	0	34	0
2	Yağmurlu	83	17	0	17	0	17	0
3	Parçalı bulutlu	28	23	0	23	0	23	29
4	Parçalı bulutlu	20	30	32	30	33	30	36
5	Güneşli	39	30	34	30	35	30	40
6	Güneşli	26	32	35	32	40	32	45
7	Güneşli	21	36	40	36	40	36	0
8	Güneşli	25	31	34	31	0	31	0
9	yağmurlu	81	18	0	18	0	18	0
10	Parçalı bulutlu	60	24	0	24	0	24	0
11	Ilımlı yağış	95	13	0	13	0	13	0
12	Ilımlı yağış	83	23	0	23	0	23	0
13	Ilımlı yağış	89	16	0	16	0	16	0
14	Düzensiz yağmur	69	19	0	19	0	19	0
15	Güneşli	52	28	0	28	0	28	0
16	Parçalı bulutlu	88	21	0	21	0	21	0
17	Güneşli	20	36	0	36	0	36	0
18	Parçalı bulutlu	78	25	0	25	0	25	0
19	Güneşli	29	32	0	32	0	32	0
20	Bulutlu	55	20	0	20	0	20	0
21	Parçalı bulutlu	75	24	0	24	0	24	0
22	Ilımlı yağmur	98	16	0	16	0	16	0

Meteorolojik veriler değerlendirildiğinde; çalışma ortam sıcaklığı verileri sırasıyla 16 ºC ile 30 ºC ve 13 ºC ile 36 ºC dir. İkinci ölçümde ise veriler sırasıyla 23.43 ºC ve 24.94 ºC dir. Nem verilerinin aralığı ve ortalaması sırasıyla % 20, % 98 ve % 57 dir.



Şekil 3.1. Çalışma süresince kaydedilen meteorolojik ve ortam sıcaklıklarının özeti (14 Kasım 2017 - 06 Aralık 2017).



Şekil 3.2. Çalışma süresince kaydedilen bağıl nem oranı (14 Kasım - 06 Aralık 2017).

Çizelge 3.2. Ortalama ortam, asılmış, gölgeli ve güneşe maruz kalan sıcaklıklar için tek yönlü ANOVA testinin özeti

Tukey Çoklu Karşılaştırma Testi	Ortalama Fark.	Q	P < 0.05?
Asılmış vs Gölgeli	-2,00	0,679	Hayır
Asılmış vs Güneş Gören	-2,50	0,849	Hayır
Asılmış vs Ortam	10,0	4,64	Evet
Gölgeli vs Güneş Gören	-0,500	0,161	Hayır
Gölgeli vs Ortam	12,0	5,06	Evet
Güneş Gören vs Ortam	12,5	5,27	Evet

Asılı ve gölgeli, güneşe maruz kalan ve gölgeli güneşe maruz bırakılanlar arasında p <0,05 düzeyinde hiçbir fark bulunmamıştır. Bununla birlikte, ortam sıcaklığı ortalaması ve üç alanın larval kütle sıcaklıklarında P <0.05 düzeyinde istatistiksel olarak anlamlı bir fark vardı.

3.2. Gözlenen Çürüme Aşamaları



Şekil 3.3. Çalışma sırasında üç karkasın taze evre gözlemleri: asılmış (sol üst), gölgeli (sağ üst) ve güneşe maruz kalan (altta).

3.2.1. Taze Aşaması

Bu aşama hayvanlar öldükten hemen sonra başlamaktadır. Başlangıçta toraks ve karın yumuşaktı ve uzuvlar esnekti (Şekil 3.3.), ancak birkaç saat sonra, ölüm sonrası mortis (vücutta kan toplanması), sert mortis (kasların sertleşmesi) gibi erken ölüm sonrası göstergeleri fark edildi ve algorit mortis (vücut ısısı azaltma) görüldü. Bu aşamada karkasların hiçbirinde herhangi bir koku yoktu ve ilk gün sıcaklıkların düşük olması nedeniyle böcek aktivitesi minimum düzeydeydi. Bu aşama çok kısa sürdü, 24 saat içinde üç karkasın tamamı şişti.



Şekil 3.4. Çalışma sırasında üç karkasın şişilmiş aşama gözlemleri: (üst sol), gölgeli (sağ üst) ve güneşe maruz (alt) astı.

3.2.2. Şişmiş Aşaması

Bu aşama karkasların ilk 24. saatinde başlamıştır (Şekil 3.4.). Toraks ve karın sertleşmeye başlamış ve özellikle karın da oluşan gaz birikimi nedeniyle karın şişmiştir. Dillerin ve gözlerin daha fazla şişkinlik göstermesi gazların birikmesiyle

çıkıntı yapmasına neden olmaktadır. Burun ve diğer deliklerden oluşan kan kabarcıkları, küçük su birikintileri yaratır. Karkaslar bu aşamada ‘‘balon’’gibi şişmektedir. Kandaki hemoglobinin diğer pigmentlere transformasyonu nedeniyle vücudun rengi yeşilimsi-mermer görünümüne dönmektedir. Bu noktada, her üç karkasta, bir kokuşma ve yumurtlama kokusu oluşmuştur, zira beyaz koloniler, özellikle orifislerde ve yerde yatan iki karkasın üzerindeki karkasların altında fark edilmiştir. Asılan karkas, 1 ile 6 gün aralığında havada asılı kaldığı için, yükselen sıcaklıkları azaltan havalanma etkisine maruz kalmıştır. Güneşe maruz kalan karkas, 3 gün boyunca bu aşamanın etkisinde kaldığı gözlemlenmiştir.



Şekil 3.5. Çalışma sırasında üç karkasın aktif çürüme aşaması gözlemleri: asılmış (sol üst), gölgeli (sağ üst) ve güneşe maruz kalan (altta).

3.2.3. Aktif Çürüme Aşaması

Daha önce şişmiş karkaslar bu aşamada sönmüştür. Gazların sızmasını sağlayan karkas dokusu deforme olmaya başlamıştır. Bazı böcekler karkas üzerinde

aktif olarak beslendiğinden, iç gazların açığa çıkmasını sağladı. Uzuvlar güneşe maruz kalan karkas tarafından açıkça gösterilen ‘‘dinlenme’’ pozisyonuna geri döndü (Şekil 3.5.). Orifisler ve karın bölgesinde büyük miktarda maggots kitlesi oluşmuştur, böylece deri kabuklanmaya başladı ve kurtçukların doğrudan dokuyla beslenmesini sağladı. Karkas kitleleri, bu safhanın sonunda neredeyse dörtte birine dönüşmüştür. Karkaslar, kurtçukları çevreleyen alanlar kadar ıslak görünür ve kurtçukların beslendiği doku sıvılaşarak bol miktarda ayrışma sıvısı salar ve bu da belirgin bir çürüme kokusuyla sonuçlanır. Güneşe maruz kalan karkas aktif çürüme günlerine (3-7) daha hızlı ulaşmıştır, ardından gölgeli karkas 4 ile 9 gün arasında ve son asılı karkas 6 ile 10 gün arasında bu aşamayı tamamlamıştır.



Şekil 3.6. Çalışma sırasında üç karkasın gelişmiş çürüme evresi gözlemleri: asılmış (sağ üst), gölgeli (sol üst) ve güneşe maruz kalan (altta).

3.2.4. Gelişmiş Çürüme Aşaması

Bu aşamada, kurtçukların büyük bir kısmı, karkastan beslenmek için çok az doku kaldığından, karkaslardan uzaklaşmaya başladıkça parçalanma yavaşlamıştır

(Şekil 3.6.). Karkasla ilişkili kokular azalmış ve ayrışma sıvılarının birikintileri çekilmeye başlamıştır. “Gölgeli karkas, arka bacaklarda mumyalama belirtileri sergilemiştir, ancak kafa ve toraks, kafatası, kaburga ve ön ayakların kemiklerinin görülebilecek şekilde kurumuştur. Coleoptera bu aşamada en baskın böcek grubu haline gelmiştir, çünkü bazı etler karın gibi daha yoğun alanlarda görülse de, etin çoğu iskeletten ayrılmıştır. Yere yatan iki karkas çevresinde bitki ölümü fark edilmiştir. Güneşe maruz kalan karkas 7 ile 10 günlük bir süreçte gelişmiş çürüme aşaması ulaşmıştır. Gölgeli karkas 9 ile 12. günlerde ve son karkas günlerden 10 ile 14. günlerde gelişmiş çürüme aşamasına ulaşmıştır.



Şekil 3.7. Çalışma sırasında üç karkasın kuru aşama gözlemi: asılmış (sol üst), gölgeli (sağ üst) ve güneşe maruz kalan (altta).



Şekil 3.8. 21. günde üç karkasın incelenmesi: çalışma (sağ üst), gölgeli (sol üst) ve güneşe maruz kalan (altta).

3.2.5. Kuru Kalıntılar Aşaması

Asma karkas üzerinde bazı sıvılar bulunmasına rağmen, karkasın bu aşamada neme sahip olmadığı ve nemli içeriğinin kuruduğu belirlenmiştir (Şekil 3.7 ve 3.8). Bu noktada tipik olarak çürüme kokusu yoktu ve birkaç Coleoptera türü kalıntılarla ilişkilendirildi. Sadece kurutulmuş deri, saç ve kıkırdak kalmış. Güneşe maruz kalan karkas 10. günden 22. güne kadar, daha hızlı kuru evreye ulaşmıştır. Ardından gölgeli karkas günler 12 ile 22 günler arasında ve son olarak asılı karkas 14 ile 22. günler arasında kuru aşamaya ulaşmıştır.

3.3. Çürüme Derece ve Modeli

Çürümenin modeli her üç bölgede de benzerdir çünkü dekompozisyonun beş aşaması gözlemlenmiştir. Taze evrenin başlangıcı ve süresi hariç olmak üzere, çalışma

boyunca farklı pozisyonlarda yerleştirilen karkaslar arasında çürüme hızı ve ilerlemesi farklılıklar göstermiştir (Çizelge 3.3). Her üç farklı pozisyonda, taze karkasın başlangıcında ve süresinde, karkasların ölümden sonraki bir gün içinde tam bir leke belirtisi gösterdiği için hiçbir fark gözlenmemiştir. Her üç bölgeden alınan, güneşe maruz bırakılmış, gölgelenmiş ve askıdaki karkaslar sırasıyla 1ile 6, 1ile 4, ve 1 ile 3 günler arasında şişme gözlenmiştir.

Larvaların beslenmesi tüm karkaslarda derilerin kırılmasına katkıda bulunmuştur. Aktif çürüme aşamasında karın çevresinde çok büyük larva kitlelerinin varlığına bağlı olarak karkas çevresindeki toprağa sıvı sızması nedeniyle güneşe maruz kalan karkaslarda aşırı abdominal bölünme görülmüştür. Asılı karkastaki aktif çürüme aşamasının süresi, gölgeli ve güneşe maruz kalan karkaslarla karşılaştırıldığında oldukça uzun sürmüştür. Asılı karkasın yükselmesi, nemli cildin beslenmesi sırasında çoğu larva düştüğü için aktif çürüme evresini önemli ölçüde uzatmıştır. Buna karşılık, güneşe maruz kalan karkas üzerinde nem ve larva aktivitesi sadece karkasın içinde ve altında odaklanmıştı çünkü sıcaklık çok yüksekti ve dış dokuyu kurumaktaydı.

Gölgeli karkaslar çabucak kurumamış, böylece karın, gögüs ve baş çevresinde güneşe maruz kalan karkaslardan daha fazla bir süre boyunca kurtçuk kütleleri oluşmuştur. Günler boyunca karkaslardan göç dalgaları fark edilmesine rağmen, aktif çürüme aşamasında ön pupa larvaları fark edilmiştir. Gölgeli karkas içinde serbest bir kuru sıcak hava akışı vardı ve kafes, arka bacakların mumyalanmasının sebebi olabilecek ağaçların altına yerleştirilmiştir. Tüm karkaslar nihayetinde, kuru kazı evresine doğru ilerleyerek, dokuların çoğunluğu, karkasların toprağa yakın düz bir şekilde istirahat ettiği şekilde çıkarılır. Gölgeli karkas için baş, toraks ve ön ayaklar büyük ölçüde iskeletsel iken arka bacaklarda ve abdominal nüvede rüptüre doku kalmıştır. Tüm karkasların iskeletleşmesi 21 günlük çalışmanın sonunda belirgin hale gelmiştir (Şekil 3.8).

Çizelge 3.3. Evrelere göre ayrışmanın fiziksel özelliklerinin özeti, farklı karkasların farklı dekompozisyon aşamalarına ulaşması için geçen gün sayısı, her evrede aralık ve ortalama ortam sıcaklığı ve her aşamada ortalama larva kütlesi sıcaklığı.

				Sıcaklık (oC)			
				Ortam		Larval Kütlesi	
Ayrışma Aşaması	Karakteristikleri	Alanı	PM-Gün	Aralık	Ortalama	Aralık	Ortalama
Taze	Taze görünüm, pallor &	A	0 to 1	26 - 34	30	0	0
	algor mortis, koku yok,	B	0 to 1	26 - 34	30	0	0
	sindirim sisteminde anaerobik	C	0 to 1	26 - 34	30	0	0
	organizmalar asitler ve gazlar						
	vererek çoğalır.						
Şişilmiş	Anterior bölgede genişleme,	A	1 to 6	17 to 32	27.6	0 to 35	33.7
	karın livor mortis, vücut orifisler	B	1 to 4	17 to 30	26.0	0 to33	33.0
	içinde gelişen kurtçuklar,	C	1 to 3	17 to 34	24.6	0 to29	29.0
	solma ve ılımlı koku						
Aktif çürüme	Vücut sıvılar ve doku kaybını	A	6 to 10	18 to 36	28.2	0 to 35	36.3
	patlatır, büyük kurtçuk kitleleri,	B	4 to 9	18 to 36	29.5	0 to 40	37
	cilt dehidrasyonu veya	C	3 to 7	23 to 36	30.2	0 to 45	37.5
	mumyalama, kötü koku						
Gelişmiş çürüme	Vücüt çok az vücut kitle sahibi,	A	10 to 14	13 to 24	19.0	0	0
	çevrnin lekelenmesi	B	9 to 12	13 to 24	19.5	0	0
	belirgin, kurtçuklar yavrulara	C	7 to 10	18 to 36	27.3	0	0
	göç eder						
Kuru kalıntılar	Vücut deri, kürk,saç, kemik,	A	14 to > 22	16 to 36	24.6	0	0
	ıkırdak ve bağ dokusuna indirg	B	12 to >22	16 to 36	23.6	0	0
	enmiştir, Coleopteran en yaygın.	C	10 to >22	13 to 36	22.8	0	0

3.4. Böcek Süksesyonu

Sinek aktivitesi, karkasların farklı pozisyonlarına yerleştirilmesinden birkaç saat sonra gerçekleşmişti, ancak sıcaklıklar göreceli olarak düşük olduğu için minimal düzeydedir. Bu nedenle, üç karkasın üzerinde 0. günde herhangi bir yumurtlama gözlenmedi. Sadece, *Chrysomya marginalis* (Calliphoridae) gibi, havada uçan bir tür olarak 0. günde toplanmıştır. 1 gün süren aktiviteler çok yüksek ve iki uçucu tür, *Chrysomya marginalis* ve *Chrysomya albiceps* (Calliphoridae) toplandığı için çok açıktı. Sinek aktivitesi genellikle güneşe maruz kalan alanda daha yüksekti ve bu sahadan daha fazla sinek toplanmıştır.

Şişmiş aşamasında, *Chrysomya marginalis,* üç farklı karkasın en dominant sineği olarak kaldı ve onu *Musca domestica (Muscidae)* izledi. Güneşe maruz kalan

karkastan daha fazla sayıda sinek vardı. 1. günün sonunda, orifisler etrafında ve güneşe maruz kalan karkastaki karkasın altında ovalleşme fark edildi. Üç farklı habitatta, orta aktif bozunma aşamasına kadar üç Diptera (gerçek sinekler) türü toplandı: *Chrysomya marginalis*, *Chrysomya albiceps* ve *Musca domestica*.

Çizelge 3.4. *Sus scrofa* karkaslarından Sidvokodvo Svaziland'da (14 Kasım - 06 Aralık 2017) toplanan eklembacaklıların listesi

Takim	Aile	Cins ve Türler	Sahne toplandı
Diptera	Calliphoridae	*Chrysomya marginalis*	I, P & A
		Chrysomya albiceps	I, P & A
	Muscidae	*Musca domestica*	A
	Histaridae	*Pachylister sp.*	A
Coleoptera	Dermestidae	*Dermestes meculatus*	A
	Cleridae	*Necrobia rufipes*	A
	Silphidae	*Thanatophilus micans*	A
	Scarabeidae	*Onthophagous sp.*	A
		Chalconutus convexus	A
		Copris sp	A
	Trogidae	*Trox sp*	A

Çizelge 3.5. Karkas A'dan toplanan adli açıdan önemli böceklerin oluşum matrisi: asılan karkasın karşılığıdır (I = Larva, P = Pupa ve A = Eriskin).

PM-Gün		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Aile	Cins ve Türler	Taze	Şişmiş						Aktif Çürüme				Gelişmiş Çürume				Kuru
Calliphoridae	*Chrysomya marginalis*	A	A	A	A	A	A,I	A,I	A,I	A,I	0	0	0	0	0	0	0
	Chrysomya albiceps	0	A	A	A	A	A	A,I	A,I	A,I	A,I	0	0	0	0	0	0
Muscidae	*Musca domestica*	0	0	0	A	A	A	A	A	0	0	0	0	0	0	0	0
Histaridae	*Pachylister sp*	0	0	0	0	A	0	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
Dermestidae	*Dermestes maculatus*	0	0	0	0	0	0	A	A	A	A	A	0	0	0	0	0
Cleridae	*Necrobia rufipes*	0	0	0	0	0	0	A	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Silphidae	*Thanatophilus micans*	0	0	0	0	0	0	0	0	0	A	A	0	0	0	0	0
Scarabidae	*Onthophagus sp*	0	0	0	0	0	0	0	A	A	0	0	0	0	0	0	0
	Chalconotus convexus	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Copris sp	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	A	A
Trogidae	*Trox sp*	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	A	A	A	A	A	A

Çizelge 3.6. Karkas B'den toplanan adli bakımdan önemli böceklerin oluşum matrisi: Gölgeli karkasına karşılık gelir (I = Larva, P = Pupa ve A = Eriskin) .

PM-Gün		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Aile	Cins ve Türler	Taze	Şişmiş				Aktif Çürüme					Gelişmiş Çürüme			Kuru		
Calliphoridae	*Chrysomya marginalis*	A	A	A	A	A,I	A,I	A,P	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Chrysomya albiceps	0	A	A	A	A,I	A,I	A,I	A,P	0	0	0	0	0	0	0	0
Muscidae	*Musca domestica*	0	0	0	A	A	A	A	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Histaridae	*Pachylister sp*	0	0	0	0	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
Dermestidae	*Dermestes maculatus*	0	0	0	0	0	0	A	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Cleridae	*Necrobia rufipes*	0	0	0	0	0	0	A	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Silphidae	*Thanatophilus micans*	0	0	0	0	0	0	A	A	0	0	0	0	0	0	0	0
Scarabidae	*Onthophagus sp.*	0	0	0	0	0	0	A	0	A	0	0	0	0	0	0	0
	Chalconotus convexus	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	A	A
	Copris sp	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Trogidae	*Trox sp*	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	A	A	A	A	A	A

Bu sineklerin tamamı karkasların etrafında toplanmış olsa da, gerçekte sadece karkasların gerçek karkas sıvıları üzerinde beslendiği gözlemlenmiştir. 3. günden itibaren, karkasların çeşitli menfezleri üzerinde, özellikle güneşe maruz kalan karkaslarda ve aktif çürümenin başlangıcını işaretleyen kurtçuk kitleleri gelişmiştir (Çezilge 3.7). 4. güne kadar, karion böcekleri, *Pachylister sp*. (Histeridae) asılan (Çezilge 3.5) ve gölgeli karkaslardan toplanmıştır (Çezilge 3.6). Her iki karkas da hala şişkinlik aşamasındadır. Güneşe maruz kalan karkas için *Pachylister sp.* Aktif çürümeden 6 gün sonra Histeridae böcekler görülmeye başlanmıştır (Çezilge 3.7.). *Pachylister sp.* (Histeridae) böcekleri, gözlendikleri ilk günden itibaren üç karkasın tamamı için sonraki ayrışma aşamalarında da gözlemiştir (Çizelge 3.5, 3.6 ve 3.7).

Çizelge 3.7. Karkas C'den toplanan adli bakımdan önemli böceklerin oluşum matrisi: Güneşe maruz kalan karkasına karşılık gelir (I = Larva, P = Pupa ve A = Eriskin).

PM-Gün		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Aile	Cins ve Türler	Taze	Şişmiş			Aktif Çürüme				Gelişmiş Çürüme			Kuru				
Calliphoridae	*Chrysomya marginalis*	A	A	A,I	A,I	A,P	A,P	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Chrysomya albiceps	0	A	A	A	A,I	A,I	A,P	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Muscidae	*Musca domestica*	0	0	A	A	A	A	A	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Histaridae	*Pachylister sp*	0	0	0	0	0	0	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
Dermestidae	*Dermestes maculatus*	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Cleridae	*Necrobia rufipes*	0	0	0	0	0	0	A	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Silphidae	*Thanatophilus micans*	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	A	0
Scarabidae	*Onthophagus sp*	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	A	0
	Chalconotus convexus	0	0	0	0	0	0	A	0	0	0	0	0	0	0	A	A
	Copris sp	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Trogidae	*Trox sp*	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	A	A	A	A	A	A

Aktif çürüme aşaması, Dipteran ile aynı çeşitlilikle karakterize edildi, ancak özellikle güneşe maruz kalan alanda, sayılarda bir artış ile karakterize edilmiştir. Bununla birlikte, koleopteran çeşitliliği ve sayıları bu aşamada artmıştır. 6. günde, güneşe maruz kalan bölgeye yeni gelenler yetişkin *Pachylister* sp. (Histeridae) ve *Necrobia rufipes* (Cleridae) (Çizelge 3.7). Aynı gün içinde asılmış ve gölgeli karkaslarda *Necrobia sp* (Cleridae) gözlendi (Çizelge 3.5. ve 3.6). Ancak bu organizmaları bu üç karkasta sadece tek günde gözlemlenmiştir.

Yetişkin *Dermestes maculatus (Dermestidae)* ilk olarak 6. günde, asılı karkas (Çizelge 3.5.) ve gölgeli karkas üzerine kaydedildi (Çizelge 3.6). Gölgeli karkas için, bu böcekler sadece tek bir günde gözlemlenmişlerdir (Çizelge 3.6), askıya alınmış karkas için aktif çürüme boyunca devam etmişlerdir (Çizelge 3.5). Bununla birlikte, güneşe maruz kalan karkas *Dermestes sp* (Dermestidae) böcekleri dekompozisyon boyunca hiç kaydedilmemiştir (Çizelge 3.7). 6. günde, gölgeli karkas üzerinde yetişkin *Thanatophilus micans* (Silphidae) ve yetişkin *Onthophagus sp* (Scarabaeidae) 2-3 gün boyunca gözlenmiştir (Çizelge 3.6).

Yine 6. günde, güneşe maruz kalan karkas üzerinde yetişkin *Chalconotus sp* (Scarabaeidae) böcekleri gözlendi ve daha sonra kuru aşamada 14. günde tekrar ortaya çıktılar (Çizelge 3.7). 7. ve 8. günlerde yetişkin *Onthophagus* sp (Scarabaeidae) böcekleri asılan karkas üzerinde de gözlenirken, yetişkin *Thanatophilus sp* (Silphidae) sadece 9. ve 10. günlerde ortaya çıktı (Çizelge 3.5). Güneşe maruz kalan karkastan ilk 10 günde yetişkin *Trox sp* (Trogidae) görülmüştür. Bu gözlem, karkaslardaki tüm ayrışma aşamalarında devam etmiştir (Çizelge 3.7).

Gelişmiş çürüme aşamasında, böceklerin çeşitliliği etkileyici bir şekilde azalmıştır. Gelişmekte olan Diptera larvalarının çoğu, kaynaklar tükendiği için karkastan göç etmeye başlamışlardır. Üç farklı karkas için yetişkin *Pachylister* sp (Histeridae) ve yetişkin *Trox* sp (Trogidae) bu aşamada baskın olduğu gözlenmıştır. Bu iki tür, üç karkasın tamamında kuru evrede de gözlemlenmeye devam etmiştir (Çizelge 3.5, 3.6 ve 3.7).

14. ve 15. günlerde, gölgeli karkastan (Çizelge 3.6) ve güneşe maruz kalan karkastan yetişkin *Chalconotus convexus* (Scarabaeidae) gözlenmiştir (Çizelge 3.7). Yetişkin *Chalconotus sp* (Scarabaeidae) asılmış karkas üzerinde hiç gözlemlenmemiştir, bunun yerine 14. günde erişkin *Copris* sp (Scarabaeidae) böcekleri gözlemlenmiştir (Çiziege 3.5). 15. günde, güneşe maruz kalan bölgelerde iki adet daha fazla Coleoptera türü gözlemlenmiştir ve bunlar yetişkin *Thanatophilus sp* (Silphidae) ve yetişkin *Onthophagus sp* (Scarabaeidae) türleridir (Çizelge 3.7).

Çizelge 3.8. Sidvokodvo Svaziland'da 14 Kasım - 06 Aralık 2017 tarihleri arasında üç farklı karkastan toplanan arthropodların kompozisyonu ve bolluğu

Takım	Aile	Cins ve Türleri	Asılmış	Gölgeli	Güneş gören
Diptera	Calliphoridae	*Chrysomya marginalis*	91	77	186
		Chrysomya albiceps	35	38	28
	Muscidae	*Musca domestica*	78	20	16
Coleoptera	Histaridae	*Saprinus sp.*	20	15	26
	Dermestidae	*Dermestes meculatus*	18	3	0
	Cleridae	*Necrobia sp.*	1	2	1
	Silphidae	*Necrodes sp.*	2	4	1
	Scarabaeidae	*Onthophagous sp.*	2	4	3
		Chalconutus sp.	1	0	1
		Copris umbilicatus	3	0	0
	Trogidae	*Trox sp.*	0	4	0
		Total	**251**	**168**	**262**

3.5. Yumurta ve Larva Yetiştiriciliği

Genellikle yumurta yetiştirme girişimleri başarısız olmuştur. Bununla birlikte, üç karkastan 1 ile 6 arasındaki koleksiyonlardan elde edilen larva, iki Calliphoridae türü, *Chrysomya marginalis* ve *Chrysomya albiceps*'in ortaya çıkmasıyla sonuçlanmıştır. Güneşe maruz kalan karkasta larvalar ilk olarak 1. günde toplanmıştır. Özellikle olgunlaşmamış örneklerle karşılaştırıldığında yetişkin örnekler daha belirgindir. Tüm Muscidae sinekleri, üç karkastan yetişkinler olarak toplanmıştır.

3.6. Faunal Çeşitlilik ve Bolluk

Çalışma süresince üç karkastan asılmış, gölgeli ve güneşe maruz kalan tüm karkaslarla birlikte görülen baskın taksondan, 11 taksonda, 8 aileyi ve 2 takımı temsil edecek şekilde toplam 681 birey gözlemlenmiştir (Çizelge 3.8).

Diptera'nın temsilcileri, üç karkasın ilk sömürgecileriydi, daha sonra dekompozisyon ilerledikçe Coleoptera takımının temsilcileri tarafından takip edilmiştir. Böcek süksesyonun deseni birbirinden bağımsız olarak üç karkas arasında benzerdir. Dekompozisyon evrelerine bağlı böcek istifinin deseni de genellikle karkaslar arasında benzerlik göstermektedir. Bazı karkaslarda bazı Coleoptera türlerinin yokluğu ve süksesyon matrislerinde gözlemlendiği gibi böcek kolonizasyonunun süresi ile hafif farklılıklar kaydedilmiştir (Çizelge 3.5, 3. 6 ve 3.7).

4. TARTIŞMA

Dekompozisyon ve böcek süksesyon ile ilgi Sidvokodvo, Svazilan'da daha önce hiç çalışma yapılmamıştır, fakat Afrika'daki diğer ülkelerde tanımlanmıştır (Kelly ve ark, 2009.,Mabika ve ark, 2014); (Villet, 2011). Sidvokodvo'daki carrion faunanın diğer coğrafi bölgelere kıyasla benzersiz olacağı teorisini verdik. Bu çalışmada toplanan türlerin birçoğu başka bir yerde karniteyle ilgili olarak rapor edilmişken, çalışmalar arasındaki zoocoğrafik ve iklimsel farklılıklar nedeniyle bazı farklılıklar ortaya çıkmış olabilir. Bu çalışmada üç karkas için gözlemlenen böceklerin art arda patlaması ve dekompozisyon ilerlemesi, önceki çalışmalarda da (Kelly ve ark, 2009) belirtildiği gibi olmuştur.

Dekompozisyon beş aşaması (taze, şişmiş, aktif çürüme, gelişmiş çürüme ve kuru kalıntılar) gözlenmiştir. Bu çalışmanın sonuçları üç karkas arasındaki ayrışma oranındaki önemli farklılıkları göstermektedir. Güneşe maruz kalan karkas, çalışma süresi boyunca sıcaklıklar nispeten yüksek olduğu için hızlandırılmış bir ayrıştırma oranı göstermiştir. Asılmış karkas, muhtemelen ağacın yapraklarının gölgelemesinden ve yükseltildikten sonra karkas üzerindeki sıcaklıkların havalandırmadan dolayı düştüğü için en yavaş bozulmaya uğramıştır. Bununla birlikte, üç karkas arasındaki böcek dizilişi deseni, Diptera ve Coleoptera aileleri ile kolonizasyon zamanından kaynaklanan farklılıklarla ve belirli koşullardan bazı türlerin yokluğuyla karakterize olmuştur.

Güneşe maruz kalan karkasın, tanımlanmış beş fiziksel çürüme evresi boyunca en hızlı çürüme oranına sahip olduğu gözlenmiştir. Güneşe maruz kalan karkas, dekompozisyonun ilerlemesinde gölgeli karkastan 3–4 gün daha hızlıdır ve asılan karkastan 4-5 gün daha hızlı çürümüştür. Üç karkas, aynı süre boyunca, taze karkastan 24 saatlik bir ölümle sonuçlandı. Şişmiş çürüme aşamasının süresi, güneş ışınlarına maruz kalan karkas ile en kısa sürede gölgelendi ve iki gün boyunca devam ettiği için karkaslarla karşılaştırıldı. Bu durum doğrudan güneş ışığıyla karşılaşılan yüksek

sıcaklıklara maruz kalan karkasla ağaç ve barınak altındaki dış soğutucu etkilerle değişen sıcaklıklardan kaynaklanmaktadır. Daha yüksek sıcaklıklarda, mikrobiyal ve böcek aktivitesi artar, hem şişmiş aşaması hem de kuru kalıntılar aşaması sırasında böcek aktivitesi ile deri ve dokunun uzaklaştırılması ile ilgili bir faktördür (Goff, 1993.,Shean ve ark, 1993).

Aktif çürüme evresi için, farklı karkaslar arasındaki evrenin başlangıcında farklılıklar gözlemlenmiştir, ancak bu aşamanın süresi her üç karkasta da benzer olmuştur. Bu aşama boyunca larva aktivitesi bir zirveye ulaşmıştır ve bununla beraber, larva kütlesi sıcaklığı bu çalışmada en yüksek 29 ºC ile 45 ºC arasında ölçülmüştür. Bu, larva agregasyonları ile ısı oluşumunun bu aşamayı yönlendiren önemli bir faktör olduğunu göstermektedir.

Genel olarak Adli Entomoloji'de, ölüm zamanını (PMI) tahmin etmede temel varsayım, artropodlar tarafından cesetlerin ilk istilasının ölümden hemen sonra gerçekleşmesidir. Bu çalışmada, güneşe maruz kalan ve idam edilen karkas bulguları, maruz kalmanın ilk saatinde Calliphoridae ailesi türlerinin kaydedildiği diğer araştırmacılar tarafından daha önceki dekompozisyon bulguları ile uyumludur (Shalaby ve Goff, 2000). Ancak, bu gölgeli karkas için durum böyle gerçekleşmemiştir. Calliphoride sadece ölümden 2-3 saat sonra gözlemlenmiştir. Bunun nedeni, karkasın kartonlarla kuşatılmış bir kafese çevrilmiş olmasından kaynaklanmış olabilir, bu da sineklerin karkaslara erişimlerini geciktirebilir.

Gözlenen iki Calliphoridae türü *Chrysomya marginalis* ve *Chrysomya albiceps* idi. Yetişkin Calliphoridae (*Chrysomya marginalis* ve *Chrysomya albiceps*), başlangıçta yüksek sayılarda meydana gelmiş, ancak daha sonra larva kitlelerinin iyi bir şekilde kurulmasından sonra beşten fazla sayıda karkas üzerine kaydedilmiştir. Bu gözlemler Güney Afrika'da yapılan gözlemlere benzerdi (Kelly ve ark, 2009). *Chrysomya albiceps* sadece hayatta kalma şansının arttığı yumurtaları bırakır. Tükenmesi üzerine diğer kurtçukların ve kardeşlerinin fakültatif yırtıcılar oldukları bilinir. Bu sebepten ötürü, daha çok *Chrysomya albiceps* larvaları, *Chrysomya*

marginalis larvaları ile aynı larva kütlesinde bulunmaktadır. Bununla birlikte, Chrysomya marginalis larvaları, her üç karkastaki *Chrysomya albiceps* larvalarına kıyasla bol miktarda daha fazla olduğu için belirgin bir predasyon görülmemiştir. Calliphoridae türleri, idam edilen karkas üzerinde daha uzun kolonizasyon dönemleri göstermiştir. İlginç bir şekilde, bu, daha yavaş bir çürüme derece faktörüne bağlı olarak değil, ancak karkasın böcekler için uygun bir besin kaynağı olarak kalma potansiyeli olmasına bağlı olarak gerçekleşmiştir.

Gözlenen diğer Diptera türleri *Musca sp* (Muscidae) idi ve üç karkasın hepsinde aktif çürüme aşamasında gözlendi. Günün ilerleyen saatlerine kadar üç karkastan herhangi birinde Calliphorid yumurtaları görülmedi. Güneşe maruz kalan karkas larvaları genellikle gölgeli ve asılmış karkaslardan daha büyüktü ve bu da daha yaşlı olduklarını ve diğer iki karkastan daha önce meydana geldiğini gösterebilir. Gölgeli karkas üzerindeki Calliphoridae gözlemindeki hafif gecikme, bu gölgeli koşullar için ölüm zamanını (PMI) tahmin ederken Calliphoridae tarafından kolonizasyon için 2-3 saatlik bir gecikme dahil etme ihtiyacını ortaya koymaktadır.

Yetişkin böcekler tarafından oluşturulan kolonizasyon aynı zamanda üç farklı karkas arasında da farklıydı. Bu, Coleoptera'nın temsilcilerinin katılımıyla güneşe maruz kalan karkas için aktif çürüme aşamasına kadar ertelendi, ancak asılmış ve gölgeli karkaslar için şişmiş çürüme aşamasına kadar *Pachylister sp* (Histaridae) böcekleri, 4. günde, askıda ve gölgeli karkasların şişmiş aşamasında gözlenen üç karkasın tümünde Coleoptera'nın ilk temsilcileriydi. Güneşe maruz kalan karkaslarda, bu böcekler ilk olarak aktif çürüme aşaması olan 6. günde gözlemlendi. Üç karkasın hepsinde de, bu böceklerin Zimbabwe'de yapılan gözlemlere benzer şekilde, ilk günden itibaren dekompozisyon boyunca mevcut olduğunu gözlendi (Mabika ve ark, 2014).

Karkasları kolonileştirecek bir sonraki Coleoptera, 6 günde, hem asılmış hem de gölgeli karkaslardan ortaya çıkan *Dermestes sp (*Dermestidae) ydi. Bu tür güneşe maruz kalan karkasta hiç kaydedilmemiştir; bu, güneşe maruz kalan koşullardan

kaçınma önerisi olabilir. 6.günde *Necrobia sp* (Cleridae) da üç karkastan toplanmış ve sadece 1 günde gözlemlenmiştir. Çürüme ilerledikçe, hem tür sayıları hem de çeşitlilik artmaktadır.

Aktif çürüme aşamasında, *Thanatophilus sp.* (Silphidae) gölgeli karkasta 6. ve 7. günlerde ve asılmış karkasta 9 ve 10 gün sonra gözlemlenmiştir. Güneşe maruz kalan karkasta, bu türün kuru kalıntıları evresi sırasında 14. günde çok daha geç gözlemlendiği ve bunun Güney Afrika'da yapılan gözlemlere uygun olduğu belirlenlenmiştir (Kelly ve ark, 2009). Scarabaeidae üyeleri aktif çürümede sık görülen karkas kolonizerleridir. Böylece aktif bozunma aşaması sırasında 6, 7 ve 8. günlerde *Onthophagus sp* (Scarabaeidae) sırasıyla gölgeli ve asılmış karkaslardan toplanmıştır. Şaşırtıcı bir şekilde, *Onthophagus sp* (Scarabaeidae), 14. gün boyunca, Scarabaeidae böceklerinin daha sonra kolonileştiğini ve daha sonra kuru aşamada arttmıştır. (Rodriguez ve Bass, 1983) göre güneşe maruz kalan karkas üzerindeki kuru kalıntıları aşamasında gözlenmiştir.

Gelişmiş çürüme aşamasında, *Trox sp* (Trigidae) böcekleri 10. günde üç farklı karkasta da gözlenmiştir. Bu böcekler, gözlendikleri ilk günden itibaren dekompozisyon boyunca toplandı. 14 ve 15'inci günlerde kuru dekompozisyon aşamasında, iki yeni Scarabaeidae türü, *Chalconotus sp* ve *Copris sp*, hem gölgeli hem de güneşe maruz kalan karkaslarda bulunmaktaydır.

4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışma, dekompozisyon ve böcek süksesyon, gözlemlenen aşamalar ve gelen böcek faunası açısından farklı koşullarda benzer olduğunu göstermiştir. Bununla birlikte, farklı türlerin çürüme derecesi ve farklı karkaslara gelme zamanları üzerinde farklılıklar gözlenmiştir. Tüm üç karkas için, beş çürüme aşaması gözlenmiştir ve güneşe maruz kalan karkas en hızlı dekompozisyon göstermiştir.

Asılan karkasın, kuru kalıntılar aşamasına ulaşması için daha uzun zaman gerektiği için çürümedaki gecikme vurgulanmıştır. Calliphoridae larva gelişimi ve yaşam döngüsü de gölgeli ve güneşe maruz kalan karkaslardan daha yavaş gözlemlenmiştir, çünkü muhtemelen larvalar beslenme sırasında düşmüş olabilirler ve beslenme için karkas üzerine geri dönme şansı bulamamış olabilir. Daha sonra, insan vücudunun kalıntılarının asılmasının bu çalışmada belirtildiği gibi benzer gecikmeler sergileyebileceği ileri sürülebilir.

Gözlemlenen ardışık örüntü, Orta Güney Afrika'da yapılan bir çalışmada (Kelly ve ark, 2009), özellikle de en yaygın iki temsili grubun (Diptera ve Coleoptera). Bununla birlikte, bazı Scarabaeidae türleri örn. *Chalconotus sp* Sidvokodvo Svaziland'da kaydedilen *Copris sp*'nin, önceki çalışmalardan elde edilen sonuçlarla karşılaştırılırken çürüyen karkaslarda nadiren rastlandığı bulunmuştur.

Böceklerin farklı karkaslarda değişiklik göstermesine rağmen, büyük bir kısmı öngörülebilir bir diziye ulaşmışlardır. Adli olarak yararlı gösterge türleri genellikle karkas koşullarına münhasır değildir. Takım Diptera aile Calliphoridae üyeleri, çürümeye sürece çok erken gelmiştir çünkü her üç karkasta taze aşamasında erken gözlemlenmistir. Bunlar Muscidae türleri tarafından yakından takip edilmiş. Histeridae böcekleri, Order Coleoptera'nın, karkas aşamasında gözlemlendiği gibi

karkasları kolonize eden ilk temsilcilerdi. Bunları Dermestidae, Cleridae, Silphidae ve Scarabaeidae takip etti. Trogidae böcekleri, üç karkasın son sömürgecileriydi.

Her üç karkas, şişmiş ve aktif çürüme aşamasında daha fazla çeşitlilikte böcekler çekti. Bu muhtemelen bu aşamalarda bu karkaslarda tutulan yüksek nem seviyelerinin bir yansımasıdır. Her üç karkasta sadece 6 günde, aktif çürüme sırasında Cleridae üyeleri gözlendi ve bu, Cleridae'nin kuru kalıntı aşamasına gelene kadar Cleridae'ye gelmediği için (Early ve Goff, 1986) ile (Rodriguez ve Bass, 1983)'nın raporları ile çalişiyor. Şaşırtıcı bir şekilde, *Dermestes sp* üyeleri güneşe maruz kalan karkas koleksiyonundan yoktu. Bu, güneşe maruz kalan koşullardan kaçınmadıklarını düşündürebilir. Histeridae böceklerinin, asılmış ve gölgeli karkaslar üzerindeki şişmiş aşamasi sırasında gelişti,(Rodriguez ve Bass, 1983)'ın bulgularıyla örtüşmektedir.

Svaziland'ın dört coğrafi bölgesindeki tüm karkaslarla ilişkili belirli türlerin biyolojik ve ekolojik özellikleri hakkında daha fazla araştırma yapılması gerekmektedir. Güney Afrika'daki Calliphoridae türlerinin gelişme oranlarının daha fazla araştırılması gerekmektedir, çünkü bu bölgede yaşayan böcekler yüksek günlük ortam sıcaklıklarına daha fazla iklimlendirilebilir. Ek olarak, tüm dönemlerde tekrarlanan karkaslarla yapılan uzun dekompozisyon ve ardıl çalışmaları bu araştırmaya yararlı katkı sağlayacaktır. Bununla birlikte, bu araştırmadan elde edilen veriler, Sidvokodvo'da ve Svaziland'ın Manzini coğrafi bölgelerine benzeyen diğer biyojeoiklim bölgelerinde cinayet araştırmaları için değerli bilgiler sağlayabilir.

ÖZET

Svaziland Sidvokodvo'da Domuz (*Sus Scrofa)* Leşlerinde Dekompozisyon Süreci ve Nekrofaj Böceklerinin (Diptera ve Coleoptera) İncelenmesi

Havada asılmış, gölgeli ve güneşe maruz kalan *Sus scrofa* karkasları üzerinde yer ve konumun etkisi ve kalıntılardaki böcek istilası süksesyonu, Sidvokodvo, Svaziland'da (14 Kasım - 06 Aralık 2017) incelenmiştir. Bu çalışmada, dekompozisyonun tüm aşamalarında üç karkas arasındaki farklılıklar gösterilmiştir. Asılan karkasın, çalışma sırasında kuru dekompozisyon aşamasına ulaşması daha uzun sürdürmüştür.

Böcek kolonizasyonu ve yumurtlama ilk kez güneşe maruz kalan karkasta ve son olarak da gölgeli karkasta üzerinde gözlemlenmiştir. Böcek süksesyon deseni, üç bölgede de benzerlik göstermiştir. En yaygın türler *Chrysomya marginalis* (Diptera: Calliphoridae) olarak kaydedilmiştir. Yeşil sirt sineği, *Chrysomya marginalis* (Diptera: Calliphoridae) her üç karkasın üzerinde ilk gözlenen tür olup bunu daha sonra şişilmiş ve aktif çürüme aşamasında *Chrysomya albiceps* izlemiştir. Ev sineği, *Musca domestica*, (Diptera: Muscidae) aktif çürümesi sırasında üç karkasın tümünde de kolonize olmuştur.

Son olarak, *Dermestes maculatus* (Dermestidae), *Necrobia rufipes* (Cleridae) ve *Trox sp* (Trogidae) gibi çeşitli Coleoptera türleri farklı zamanlarda, ancak öngörülebilir bir model dahilinde gözlenmiştir. Adli veriler ile ilgili olarak, Sidvokodvo'da asılmış, gölgede bırakmış ve güneşe maruz kalmış karkaslarda ayrıştırma esnasında böcek istilasının konum modeli detaylı olarak rapor edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Adli entomoloji, Böcek süksesyon modelleri, Dekompozisyon deseni, *Sus scrofa*

SUMMARY

Succession of Necrophilous Insects (Diptera & Coleoptera) and Decomposition Patterns on (*Sus Scrofa)* Carcasses ın Sidvokodvo Swaziland.

Minimum post-mortem intervals can be estimated based on analyses of the pattern of insect succession on a decomposing carcass. In order to successfully apply this approach, insect development rates and succession patterns must be considered with regard to local regional climatic conditions. The effect of location and position on hanged, shaded and sun-exposed *Sus scrofa* carcasses decomposition and patterns of insect succession on remains were studied during summer (14 November – 06 December 2017) in Sidvokodvo, Swaziland. The progression of decomposition differed between all the three carcasses from bloat stage through all decomposition stages in this study. The hanged carcass showed prolonged decomposition as it took longer to reach dry decomposition stage during the study.

Insect succession pattern was almost similar in all three sites with the common species being *Chrysomya marginalis* (Diptera: Calliphoridae). The green blow fly, *Chrysomya marginalis* (Diptera: Calliphoridae) was the first to be observed and oviposit on all three carcasses and later followed by *Chrysomya albiceps* during bloat and active decay stage. The common house fly, *Musca domestica*, (Diptera: Muscidae) colonised all three carcasses during active decay stage.

Finally, various Coleopteran species such as *Dermestes maculatus* (Dermestidae), *Necrobia rufipes* (Cleridae) and *Trox sp* (Trogidae) were observed at different times but within a predictable pattern. Forensically relevant data detailing the location pattern of insect succession on hanged, shaded and sun-exposed decomposing remains in Sidvokodvo are reported

Keywords: Decomposition pattern, Forensic entomology, Insect succession patterns, *Sus scrofa*

KAYNAKLAR

Açıkgöz, H.., İ. Hancı &G. Çetin (2002). "Adli olaylarda böceklerden nasıl yararlanırız." *Ankara Üniversitesi Hukuk Fakültesi Dergisi* **51**(3): 120.

Ahmad, N. W.., L. H. Lim., C. C. Dhang., H. C. Chin., A. Abdullah., W.-N. W. Mustaffa., C. W. Kian., J. Jeffery., R. Hashim &S. M. Azirun (2011). "Comparative insect fauna succession on indoor and outdoor monkey carrions in a semi-forested area in malaysia." *Asian Pacific journal of tropical biomedicine* **1**(2): S232-S238.

Amendt, J.., R. Krettek &R. Zehner (2004). "Forensic entomology." *Naturwissenschaften* **91**(2): 51-65.

Anderson, G. (2001). "Forensic entomology in british columbia: A brief history." *Journal of the Entomological Society of British Columbia* **98**: 127-136.

Anderson, G. S. &N. R. Huitson (2004). "Myiasis in pet animals in british columbia: The potential of forensic entomology for determining duration of possible neglect." *The Canadian Veterinary Journal* **45**(12): 993.

Anderson, G. S. &S. L. VanLaerhoven (1996). "Initial studies on insect succession on carrion in southwestern british columbia." *Journal of Forensic Science* **41**(4): 617-625.

Benecke, M. &R. Lessig (2001). "Child neglect and forensic entomology." *Forensic Science International* **120**(1-2): 155-159.

Bornemissza, G. (1957). "An analysis of arthropod succession in carrion and the effect of its decomposiion on the soil fauna." *Australian Journal of Zoology* **5**(1): 1-12.

Bousquet, Y.., P. Bouchard., A. E. Davies &D. S. Sikes (2013). "Checklist of beetles (coleoptera) of canada and alaska." *ZooKeys*(360): 1.

Braack, L. (1987). "Community dynamics of carrion-attendant arthropods in tropical african woodland." *Oecologia* **72**(3): 402-409.

Busvine, J. R. (1980). *Houseflies and blowflies*. *Insects and hygiene*, *Springer***:** 190-229.

Byrd, J. H. &J. L. Castner (2010). "Insects of forensic importance." *Byrd y Castner (Eds.). Forensic Entomology. The Utility of Arthropods in Legal Investigations. Second edition. CRC Press, Boca Raton, FL, USA*.

Campobasso, C. P.., D. Marchetti., F. Introna &M. F. Colonna (2009). "Postmortem artifacts made by ants and the effect of ant activity on decompositional rates." *The American journal of forensic medicine and pathology* **30**(1): 84-87.

Catts, E. P. &M. L. Goff (1992). "Forensic entomology in criminal investigations." *Annu Rev Entomol* **37**: 253-272.

Chen, W. Y.., T. H. Hung &S. F. Shiao (2004). "Molecular identification of forensically important blow fly species (diptera: Calliphoridae) in taiwan." *J Med Entomol* **41**(1): 47-57.

Chin, H. C.., M. A. Marwi., A. M. Salleh., J. Jeffery &B. Omar (2007). "A preliminary study of insect succession on a pig carcass in a palm oil plantation in malaysia." *Tropical Biomedicine* **24**(2): 23-27.

Clark, M. S.., S. H. Gage &J. R. Spence (1997). "Habitats and management associated with common ground beetles (coleoptera: Carabidae) in a michigan agricultural landscape." *Environmental Entomology* **26**(3): 519-527.

Coe, M. (1978). "The decomposition of elephant carcasses in the tsavo (east) national park, kenya." *Journal of Arid Environments* **1**(1): 71-86.

Colyer, C. &C. Hammond (1951). "Flies of the british isles.—383 pp." *London, Warne*.

Cooter, J. &M. V. Barclay (2006). A coleopterist's handbook, *The Amateur Entomologist'Society*.

Demirsoy, A. (1997). "Türkiye omurgalıları memeliler." *Meteksan AŞ, Maltepe, Ankara, Türkiye*.

Dewaele, P. &M. Leclercq (2002). Les phorides (dipteres) sur cadavres humains en europe occidentale. Proceedings of the First European Forensic Entomology Seminar.

Drijfhout, F. P. (2009). *Cuticular hydrocarbons: A new tool in forensic entomology? Current concepts in forensic entomology*, *Springer***:** 179-203.

Early, M. &M. L. Goff (1986). "Arthropod succession patterns in exposed carrion on the island of o'ahu, hawaiian islands, USA." *J Med Entomol* **23**(5): 520-531.

Erzincliogluu, Y. (1987). "The larvae of some blowflies of medical and veterinary importance." *Medical and Veterinary Entomology* **1**(2): 121-125.

Erzincliogluu, Z. (1996). Blowflies. Slough, uk, *Richmond Publishing Co., Ltd*.

Fiedler, S. &M. Graw (2003). "Decomposition of buried corpses, with special reference to the formation of adipocere." *Naturwissenschaften* **90**(7): 291-300.

Galloway, A.., W. H. Birkby., A. M. Jones., T. E. Henry &B. O. Parks (1989). "Decay rates of human remains in an arid environment." *Journal of Forensic Science* **34**(3): 607-616.

Gennard, D. (2012). Forensic entomology: An introduction, *John Wiley & Sons*.

Goff, M. (1991). "Comparison of insect species associated with decomposing remains recovered inside dwellings and outdoors on the island of oahu, hawaii." *Journal of Forensic Science* **36**(3): 748-753.

Goff, M. (1993). "Estimation of postmortem interval using arthropod development and successional patterns." *Forensic Science Review* **5**: 81-81.

Goff, M. &M. Flynn (1991). "Determination of postmortem interval by arthropod succession: A case study from the hawaiian islands." *Journal of Forensic Science* **36**(2): 607-614.

Goff, M. L. (2000). A fly for the prosecution: How insect evidence helps solve crimes, *Harvard University Press*.

Hall, M. &R. Wall (1995). "Myiasis of humans and domestic animals." *Advances in parasitology* **35**: 257-334.

Hall, R. D. (2001). "The forensic entomologist as expert witness." *Forensic entomology. The utility of arthropods in legal investigations*: 379-400.

Henssge, C.., B. Madea., B. Knight., L. Nokes &T. Krompecher (1995). The estimation of the time since death in the early postmortem interval, *Arnold London*.

Kansu, İ. (2000). "Genel entomoloji (9. Baskı)." *Ankara Ünv. Ziraat Fak. Yayınları*: 269-370.

Kelly, J. A.., T. C. Van Der Linde &G. S. Anderson (2009). "The influence of clothing and wrapping on carcass decomposition and arthropod succession during the

warmer seasons in central south africa." *Journal of forensic sciences* **54**(5): 1105-1112.

Khimani, S. (2015). "Forensic entomology." *Web pages: http://khimanisagar. weebly. com/uploads/1/5/8/3/15832018/forensic_ entomology. pdf),(Date accessed: June 2015)*.

Klekovska, D., Slavevska-Stamenković, V., Smiljkov, S., Hinić, J., Rebok, K., & Janeska, B. (2017). Forensic use of Chrysomya albiceps (Wiedemann, 1819): the first cases indicating postmortem interval for human corpses in Republic of Macedonia.

KÖKDENER, M. &E. KARAPAZARLIOĞLU (2013). "Adli entomoloji." *Düzce Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Dergisi* **3**(2): 24-28.

LeBlanc, H. N. &J. G. Logan (2009). *Exploiting insect olfaction in forensic entomology*. *Current concepts in forensic entomology*, *Springer***:** 205-221.

Leccese, A. (2004). "Insects as forensic indicators: Methodological aspects." *Aggrawal's Internet Journal of Forensic Medicine and Toxicology* **5**(1): 26-32.

Lord, W. (1990). "Case histories of the use of insects in investigations." *Entomology and death: a procedural guide. Joyce's Print Shop, Clemson, SC*: 9-37.

Lord, W. D.., J. A. DiZinno., M. R. Wilson., B. Budowle., D. Taplin &T. L. Meinking (1998). "Isolation, amplification, and sequencing of human mitochondrial DNA obtained from human crab louse, pthirus pubis (l.), blood meals." *Journal of Forensic Science* **43**(5): 1097-1100.

Mabika, N.., R. Masendu &G. Mawera (2014). "An initial study of insect succession on decomposing rabbit carrions in harare, zimbabwe." *Asian Pacific journal of tropical biomedicine* **4**(7): 561-565.

Mann, R. W.., W. M. Bass &L. Meadows (1990). "Time since death and decomposition of the human body: Variables and observations in case and experimental field studies." *Journal of Forensic Science* **35**(1): 103-111.

Mant, A. K. &R. Furbank (1957). "Adipocere: A review." *Journal of Forensic Medicine* **4**: 18-35.

Michaud, J.-P. &G. Moreau (2009). "Predicting the visitation of carcasses by carrion-related insects under different rates of degree-day accumulation." *Forensic Science International* **185**(1): 78-83.

O'Flynn, M. (1983). "The succession and rate of development of blowflies in carrion in southern queensland and the application of these data to forensic entomology." *Austral Entomology* **22**(2): 137-148.

Oliveira-Costa, J. &C. A. de Mello-Patiu (2004). "Application of forensic entomology to estimate of the postmortem interval (pmi) in homicide investigations by the rio de janeiro police department in brazil." *Emergence* **234**(3978): 165.175.

Payne, J. A. (1965). "A summer carrion study of the baby pig sus scrofa linnaeus." *Ecology* **46**(5): 592-602.

Peacock, E. R. (1993). Adults and larvae of hide, larder and carpet beetles and their relatives (coleoptera: Dermestidae) and of derodontid beetles (coleoptera: Derodontidae), *Natural History Museum*.

Pont, A. C. &R. Meier (2002). The sepsidae (diptera) of europe [electronic resource], *Brill*.

Rodriguez, W. &W. Bass (1983). "Insect activity and its relationship to decay rates of human cadavers in east tennessee." *Journal of Forensic Science* **28**(2): 423-432.

Schoenly, K.., M. L. Goff &M. Early (1992). "A basic algorithm for calculating the postmortem interval from arthropod successional data." *J Forensic Sci* **37**(3): 808-823.

Schroeder, H.., H. Klotzbach &K. Püschel (2003). "Insects' colonization of human corpses in warm and cold season." *Legal medicine* **5**: S372-S374.

Shalaby, O. A. &M. L. Goff (2000). "Comparison of patterns of decomposition in a hanging carcass and a carcass in contact with soil in a xerophytic habitat on the island of oahu, hawaii." *Journal of Forensic Science* **45**(6): 1267-1273.

Shean, B. S.., L. Messinger &M. Papworth (1993). "Observations of differential decomposition on sun exposed v. Shaded pig carrion in coastal washington state." *Journal of Forensic Science* **38**(4): 938-949.

Smith, K. G. (1986). A manual of forensic entomology.

Sukontason, K.., P. Narongchai., C. Kanchai., K. Vichairat., P. Sribanditmongkol., T. Bhoopat., H. Kurahashi., M. Chockjamsai., S. Piangjai., N. Bunchu., S. Vongvivach., W. Samai., T. Chaiwong., R. Methanitikorn., R. Ngern-Klun., D. Sripakdee., W. Boonsriwong., S. Siriwattanarungsee., C. Srimuangwong., B. Hanterdsith., K. Chaiwan., C. Srisuwan., S. Upakut., K. Moopayak., R. C. Vogtsberger., J. K. Olson &K. L. Sukontason (2007). "Forensic entomology

cases in thailand: A review of cases from 2000 to 2006." *Parasitol Res* **101**(5): 1417-1423.

Sumodan, P. (2002). "Insect detectives." *Resonance* **7**(8): 51-58.

Sundharavalli, R. (2014). Decomposition and insect succession pattern on monkey carcasses placed indoor and outdoor with notes on the life table of chrysomya rufifacies (diptera: Calliphoridae), Universiti Sains Malaysia.

Tantawi, T. I.., E. M. El-Kady., B. Greenberg &H. A. El-Ghaffar (1996). "Arthropod succession on exposed rabbit carrion in alexandria, egypt." *J Med Entomol* **33**(4): 566-580.

Triplehorn, C. &N. Johnson (2005). "Borror and delong's introduction to the study of insects. 2005." *Thomson Brooks/Cole, Seventh Edition. USA*.

Tüzün, A.., F. Dabiri &S. Yüksel (2010). "Preliminary study and identification of insects' species of forensic importance in urmia, iran." *African Journal of Biotechnology* **9**(24): 3649-3658.

Unwin, D. M. (1984). A key to the families of british diptera, *Field Studies Council*.

Villet, M. H. (2011). "African carrion ecosystems and their insect communities in relation to forensic entomology." *Pest Technol* **5**(1): 1-15.

Wells, J. D.., F. Introna., G. Di Vella., C. P. Campobasso., J. Hayes &F. A. Sperling (2001). "Human and insect mitochondrial DNA analysis from maggots." *Journal of Forensic Science* **46**(3): 685-687.

Wells, J. D. &L. R. LaMotte (2001). "Estimating the postmortem interval." *Forensic entomology: The utility of arthropods in legal investigations*: 263-285.

Wells, J. D. &F. A. Sperling (1999). "Molecular phylogeny of chrysomya albiceps and c. Rufifacies (diptera: Calliphoridae)." *J Med Entomol* **36**(3): 222-226.

Zehner, R.., J. Amendt., S. Schütt., J. Sauer., R. Krettek &D. Povolný (2004). "Genetic identification of forensically important flesh flies (diptera: Sarcophagidae)." *International journal of legal medicine* **118**(4): 245-247.

ÖZGEÇMİŞ

I. Bireysel Bilgiler

Adı : Ayanda Temakholo

Soyadı : TSABEDZE

Cinsiyet : Kadın

Uyruğu : Svaziland

Medeni durumu : Bekar

Doğum yeri ve tarihi : Manzini, 14.02. 1993

Telefon : +905347657316

E-mail : bundutsabedze@gmail.com

II. Eğitim Bilgiler

DERECE	BÖLÜM PROGRAM	OKUL/ÜNİVERSİTESİ	YIL
İlkokul	-	Kwaluseni Central Primary School	1999 – 2005
Lise	-	Swazi National High School	2006 – 2010
Lisans	Biyoloji ve Kimya	University of Swaziland	2011 – 2015
	Türk dili Türkçe	Ankara Üniversitesi TÖMER	2015 – 2016
Yüksek Lisans	Disiplinlerarası Adli Bilimler	Sağlık Bilimleri Enstitüsü/A.Ü	2016 – 2018
	Yüksek Lisans Tezi Başlığı ve Danışman		
Svaziland Sidvokodvo'da Domuz *(sus scrofa)* Leşlerinde Dekompozisyon Süreci ve Nekrofaj Böceklerinin (*Diptera* & *Coleoptera*) Incelenmesi			
Danışman: Prof. Dr. Emine Sümer ARAS **İkinci Danışman**: Cebisile N. MAGAGULA (University of Swaziland)			
	Lisans Tezi Başlığı ve Danışman		
Contribution of the Matsapha Industrial Site Waste Water Treatment Plant to Bacterial Population of the Little Usuthu River. **Danışman**: Dr A. B. Mansuetus (University of Swaziland)			

III. Dil Becerileri

DIL	siSWATİ	İNGİLİZCE	TÜRKÇE
YAZMA	Mükemmel	Mükemmel	İyi
KONUŞMA	Mükemmel	Mükemmel	İyi

IV. Bilgisayar Becerileri

PROGRAM	DÜZEY
Ms Word	İleri Düzey
Ms Excel	Orta Düzey
Ms PowerPoınt	İleri Düzey
EndNote	İleri Düzey