

**T.C.  
HİTİT ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

***DRYOMYS LANIGER* (FELTEN & STORCH, 1968)  
(MAMMALIA: RODENTIA)'İN DAVRANIŞSAL  
AÇIDAN HİBERNASYONUNUN İNCELENMESİ**

**Gülşen GÖNEY**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ  
BİYOLOJİ ANABİLİM DALI**

**DANIŞMAN  
Prof. Dr. Aydın ÖZLÜK**

**HAZİRAN 2011  
ÇORUM**

Gülşen GÖNEY tarafından hazırlanan "DRYOMYS LANIGER (FELTEN & STORCH, 1968) (MAMMALIA: RODENTIA)'İN BİYOLOJİSİ VE DAVRANIŞSAL AÇIDAN HİBERNASYONUNUN İNCELENMESİ" adlı tez çalışması 22/04/2011 tarihinde aşağıdaki jüri üyeleri tarafından oy birliği / oy çokluğu ile Hitit Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü BİYOLOJİ Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans / Doktora tezi olarak kabul edilmiştir.

(Unvanı, Adı ve Soyadı)

Prof. Dr. Aydın ÖZLÜK

(Unvanı, Adı ve Soyadı)

Prof. Dr. Nursel GÜL

(Unvanı, Adı ve Soyadı)

Doç. Dr. Menderes SÜSMEZ

(Unvanı, Adı ve Soyadı)

.....

(Unvanı, Adı ve Soyadı)

.....

Hitit Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun 15.07.2011 tarih ve 2011/01... sayılı kararı ile Gülşen GÖNEY'in Biyoloji Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans / Doktora derecesi alması onanmıştır.



Doç. Dr. Ali KILIÇARSLAN

Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

## TEZ BEYANI

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

  
Gülşen GÖNEY

***DRYOMYS LANIGER* (FELTEN & STORCH, 1968) (MAMMALIA:  
RODENTIA)'İN DAVRANIŞSAL AÇIDAN HİBERNASYONUNUN  
İNCELENMESİ**

Gülşen GÖNEY

HİTİT ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Haziran 2011

**ÖZET**

Bu çalışmada 10 Ağustos ve 16 Ağustos 2010 tarihleri arasında Niğde/Ulukışla bölgesinden yakalanan 10 (5 ♀, 5 ♂) ergin *Dryomys laniger* (Anadolu kayauyuru) örneğine dayanmaktadır. Bu çalışmada *D. laniger*'in biyolojisi, kış uykusu periyodu ve yağ dokusu incelendi. Kontrolsüz laboratuvar koşullarında gerçekleştirilen çalışmalar sırasında *D. laniger*'in hibernasyon dönem uzunluğu, ara uyanışlar sırasındaki vücut sıcaklığı, torpor uzunluğu, en uzun kesintisiz torpor süresi, hibernasyon periyodu süresince ağırlık kaybı değerlendirilmiştir. Ayrıca laboratuvarda *D. laniger* örneklerinin beslenme ve davranış özellikleri de kaydedilmiştir. Örneklerden ilkinin hibernasyona giriş tarihi 11.10.2010 ve sonuncunun hibernasyondan çıkış tarihi 17.04.2011 olarak belirlendi. Bireysel hibernasyon süreleri ise 4 gün ile 102 gün arasında değişmektedir ve en uzun kesintisiz hibernasyon süresi 41 gün olarak saptandı. Hibernasyon periyodunda hayvanların yüzde 20,6'dan yüzde 42,8'e kadar değişecek şekilde ağırlık kaybettikleri belirlendi. 16°C çevre sıcaklığının hibernasyona giriş için kritik sıcaklık olduğu saptandı. Ayrıca *D. laniger*'in beyaz ve kahverengi yağ dokuları ilk defa bu çalışmada incelendi.

**Anahtar Kelimeler:** *Dryomys laniger*, Anadolu kayauyuru, Hibernasyon, Torpor, Yağ doku



**THE ANALYSIS OF *DRYOMYS LANIGER* (FELTEN & STORCH, 1968)  
(MAMMALIA: RODENTIA)'S HIBERNATION ON BEHAVIOURAL  
PERSPECTIVE**

Gulsen GONEY

HITIT UNIVERSITY  
GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES

June 2011

**ABSTRACT**

This study is based on 10 adult specimens of *Dryomys laniger* (Anatolian dormouse) collected in Niğde/Ulukışla region. In this study; biology, hibernation period and adipose tissues of *D. laniger* is examined under the uncontrolled laboratory conditions. Duration of hibernation period, body temperature during arousals, duration of torpor bouts, the maximum uninterrupted torpor bouts, weight loss during hibernation period is examined. Furthermore feeding and behaviour features of *D. laniger* individuals are also recorded in laboratory. The first individual begins to hibernate on September 11 and the last animal awokes on April 17. Individual hibernation bouts varied from 4-102 days and the maximum uninterrupted hibernation is 41 days. In the hibernation period the animals loses weight ranging from %20,6 g. to %42,8 g. of total body weight. The ambient temperature is below 16°C, which seems to be the critical temperature for entering hibernation. Brown and white adipose tissues of this animals are observed first time this study.

**Key Words:** *Dryomys laniger*, Anatolian dormouse, Hibernation, Torpor, Adipose tissue

## TEŞEKKÜR

Çalışmalarım boyunca bilgi ve deneyimlerinden faydalandığım, yardımlarıyla beni yönlendiren tez danışmanım, değerli hocam Prof. Dr. Aydın ÖZLÜK' e teşekkürler ediyorum. Çorum Devlet Hastanesi Klinik Patoloji bölümü doktorlarından Uzm. Dr. Dilek YILMAZ'a, başta Yusuf KIŞLA ve Elif CANLAN olmak üzere Patoloji bölümü laboratuvar çalışanlarına teşekkürü bir borç bilirim. Maddi ve manevi yardımları, destekleriyle beni hiçbir zaman yalnız bırakmayan Uzm. Dr. Burcu GÖRKEM, Dr.Yeşer GENÇ ve Av. Çiğdem KULOĞLU'na, kardeşim Gülşah GÖNEY'e, yol arkadaşım Yusuf MURATOĞLU'na teşekkürler ediyorum. Son olarak arazi çalışmasını yaparak örnekleri laboratuvara getiren Arş. Gör. Şafak BULUT'a en derin teşekkürlerimi sunuyorum.

## İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET .....	iv
ABSTRACT .....	v
TEŞEKKÜR .....	vi
İÇİNDEKİLER.....	vii
ÇİZELGELER DİZİNİ .....	ix
ŞEKİLLER DİZİNİ .....	x
RESİMLER DİZİNİ.....	xii
HARİTALAR DİZİNİ .....	xiii
SİMGELER VE KISALTMALAR .....	xiv
1. GİRİŞ .....	1
2. KURAMSAL TEMELLER VE KAYNAK ARAŞTIRMASI.....	4
2.1. Ordo: Rodentia (Kemiriciler) .....	4
2.2. Endemik Bir Tür Olarak <i>Dryomys laniger</i> (Anadolu kayauyuru).....	5
2.3. Torpor ve Hibernasyonun Tanımı .....	9
2.4. Hibernasyonun Evrimi .....	10
2.5. Memeli Hibernasyonunda Torpor Modeli .....	12
2.6. Hibernasyona Hazırlık ve Girişi Tetikleyen Faktörler .....	13
2.7. Hibernasyondaki Hayvanın Yağ Dokusunda Meydana Gelen Değişiklikler..	14
2.7.1. Kahverengi yağ doku.....	15
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	18
3.1. Materyal .....	18
3.2. Yöntem.....	18
3.2.1. Eşey tayini ve <i>D. laniger</i> örneklerinin bakımı .....	18
3.2.2. Hibernasyona giriş, çıkış tarihlerinin ve hibernasyon süresinin saptanması.....	20
3.2.3. Hibernasyona girişte ve hibernasyondan çıkışta vücut ağırlıklarının saptanması.....	21
3.2.4. Histolojik preparatların hazırlanması .....	21
4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA .....	23
4.1. Araştırma Sonuçları .....	23
4.1.1. Hibernasyona giriş ve hibernasyon süresi .....	23
4.1.2. Hibernasyon boyunca ağırlık kaybı.....	26

4.1.3. Laboratuvar sıcaklığı ve nemi.....	35
4.1.4. Ara uyanışlar sırasında vücut sıcaklığı.....	37
4.1.5. Torpor-ötermik dönemlere ait gözlemler.....	38
4.1.6. Kahverengi yağ doku histolojisi.....	41
4.2. Tartışma .....	45
5. SONUÇ VE ÖNERİLER .....	50
KAYNAKLAR.....	52
ÖZGEÇMİŞ.....	59

## ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge	Sayfa
Çizelge 2.1. Akdeniz bölgesinde memeli ordo ve familyalarında endemizm ve çeşitlilik (deniz memelileri hariç, Akdeniz foku dâhil)* (Temple ve Cuttelod, 2009).....	8
Çizelge 2.2. Akdeniz memelileri Kırmızı liste statüsü (Temple ve Cuttelod, 2009)...	8
Çizelge 4.1. <i>D. laniger</i> örneklerinde hibernasyona başlama ve hibernasyonun bitiş tarihleri ile hibernasyonda kalınan süreler.....	26
Çizelge 4.2. Çalışmada kullanılan 10 örneğin hibernasyona giriş, hibernasyondan çıkış ağırlıkları ve ağırlıktaki yüzde değişim.....	32
Çizelge 4.3. Ara uyanışlar sırasında sıcaklık değişimi ( $V_s$ =Vücut sıcaklığı, $L_s$ =Laboratuvar sıcaklığı).....	37
Çizelge 4.4. Üç hibernatör türün hibernasyonda kaldıkları toplam süreler ve kesintisiz hibernasyonda kalma süreleri .....	49

## ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil	Sayfa
Şekil 4.1. <i>D. laniger</i> örneklerinin kış uykusu süresince hibernasyonda kaldıkları gün sayıları (D4 ve D10 prehibernasyon döneminde disekte edilmiştir) .....	24
Şekil 4.2. Bir no'lu <i>D. laniger</i> örneğinde hibernasyon periyodu süresince gözlenen ağırlık değişimleri .....	27
Şekil 4.3. İki no'lu <i>D. laniger</i> örneğinde hibernasyon periyodu süresince gözlenen ağırlık değişimleri (Bu örnek 14 Mart 2011 tarihinde histolojik çalışmalar için disekte edildi).....	28
Şekil 4.4. Üç no'lu <i>D. laniger</i> örneğinde hibernasyon periyodu süresince gözlenen ağırlık değişimleri .....	28
Şekil 4.5. Beş no'lu <i>D. laniger</i> örneğinde hibernasyon periyodu süresince gözlenen ağırlık değişimleri .....	29
Şekil 4.6. Altı no'lu <i>D. laniger</i> örneğinde hibernasyon periyodu süresince gözlenen ağırlık değişimleri .....	29
Şekil 4.7. Yedi no'lu <i>D. laniger</i> örneğinde hibernasyon periyodu süresince gözlenen ağırlık değişimleri (Bu örnek 14 Mart 2011 tarihinde histolojik çalışmalar için disekte edildi).....	30
Şekil 4.8. Sekiz no'lu <i>D. laniger</i> örneğinde hibernasyon periyodu süresince gözlenen ağırlık değişimleri .....	31
Şekil 4.9. Dokuz no'lu <i>D. laniger</i> örneğinde hibernasyon periyodu süresince gözlenen ağırlık değişimleri .....	31
Şekil 4.10. Çalışmada gözlemlenen 10 adet <i>D. laniger</i> örneğinin hibernasyona giriş ağırlıkları ve hibernasyona giriş tarihleri (4 ve 10 numaralı <i>D. laniger</i> örnekleri prehibernasyon döneminde disekte edildiklerinden şekle alınmamışlardır) .....	33
Şekil 4.11. Çalışmada gözlemlenen 10 adet <i>D. laniger</i> örneğinin hibernasyondan çıkış ağırlıkları ve hibernasyondan çıkış tarihleri (4 ve 10 numaralı <i>D. laniger</i> örnekleri prehibernasyon döneminde 5 Ekim 2010 tarihinde disekte edildiğinden şekle alınmamıştır) .....	34
Şekil 4.12. Çalışmada gözlemlenen 10 adet <i>D. laniger</i> örneğinin hibernasyona giriş ve çıkış ağırlıkları .....	34



- Şekil 4.13. *D. laniger* örneklerinin hibernasyon periyodu süresince ağırlıklarında meydana gelen yüzde değişim (Histolojik çalışma için disekte edilen 4 ve 10 no'lu örnekler şekle alınmamıştır) .....35
- Şekil 4.14. 2010-2011 yılına ait laboratuvar sıcaklığının değişimi (Başlangıç günü 1: 18 Ağustos; Bitiş günü 243: 17 Nisan).....36
- Şekil 4.15. 2010-2011 yılına ait laboratuvar nem değişimi (Başlangıç günü 1: 18 Ağustos; Bitiş günü 243: 17 Nisan).....36

## RESİMLER DİZİNİ

Resim	Sayfa
Resim 3.1. <i>D. laniger</i> örneklerinin barındırıldığı çelik kafesin dış görünümü .....	19
Resim 3.2. <i>D. laniger</i> örneklerinin barındırıldığı çelik kafes iç görünümü .....	19
Resim 4.1. Aktif dönemde Anadolu kayauyuru .....	23
Resim 4.2. Anadolu kayauyurunda besin biriktirme davranışı (Şekilde örnekler tarafından yuvaya taşınmış ayçekirdeği ve tahıl gevreğini görülmektedir) .....	38
Resim 4.3. Anadolu kayauyurunda dışkılama davranışı .....	39
Resim 4.4. Torpor sırasında <i>D. laniger</i> 'in vücut pozisyonu .....	40
Resim 4.5. <i>D. laniger</i> 'de İnterskapular kahverengi yağ dokusunun vücuttaki gösterimi .....	41
Resim 4.6. <i>D. laniger</i> (2 numaralı örnek) İnterskapular kahverengi yağ dokusunun ışık mikroskobunda görüntüsü (×200) Hematoksilen-Eozin .....	42
Resim 4.7. Hibernasyondaki <i>D. laniger</i> (2 numaralı örnek)'in İnterskapular kahverengi yağ dokusunun ışık mikroskobunda görüntüsü (×1000) Hematoksilen-Eozin .....	42
Resim 4.8. Aktif dönemdeki <i>D. laniger</i> (4 numaralı örnek)'in İnterskapular kahverengi yağ dokusunun ışık mikroskobunda görüntüsü (×400) Hematoksilen-Eozin .....	43
Resim 4.9. Hibernasyondaki <i>D. laniger</i> (2 numaralı örnek)'in Beyaz yağ dokusunun ışık mikroskobunda görüntüsü (×200) Hematoksilen-Eozin .....	44
Resim 4.10. Aktif dönemdeki <i>D. laniger</i> (4 numaralı örnek)'in Beyaz yağ dokusunun ışık mikroskobunda görüntüsü (×200) Hematoksilen-Eozin .....	44

**HARİTALAR DİZİNİ**

<b>Harita</b>	<b>Sayfa</b>
Harita 2.1. <i>Dryomys laniger</i> 'in yayılış haritası; 1:Antalya/Elmalı, 2: Bolkar Dağları, Orta Toroslar, 3: Niğde, Ulukışla, 4: Malatya/ Darende, 5: Erzincan/ Munzur (Yiğit ve ark., 2006).....	7

## SİMGELER VE KISALTMALAR

Bu çalışmada kullanılmış bazı simgeler ve kısaltmalar, açıklamaları ile birlikte aşağıda sunulmuştur.

### Simgeler

### Açıklama

♂	Erkek Birey
♀	Dişi Birey
<b>mg</b>	Miligram
<b>g</b>	Gram
<b>mm</b>	Milimetre
<b>cm</b>	Santimetre
<b>km</b>	Kilometre
<b>ml</b>	Mililitre
<b>µm</b>	Mikrometre
<b>n</b>	Saniye
°C	derece Celsius
%	Yüzde

### Kısaltmalar

### Açıklama

<b>Vs</b>	Vücut sıcaklığı
<b>Ls</b>	Laboratuvar sıcaklığı
<b>IUCN</b>	International Union for Conservation of Nature (Uluslararası Doğayı Koruma Birliği)
<b>D</b>	<i>Dryomys laniger</i> (Tablolarda)

## 1. GİRİŞ

Hayvan davranışı ve fizyolojisinin evriminde en büyük başarı bazı hayvanların olumsuz mevsimsel koşullardan kendilerini korumak için gerekli yeteneğe sahip olma başarısıdır. Dünyanın büyük bir kısmı, yıllardır birçok tür için öylesine barınaksızdır ki, bu sebepten dolayı çoğu tür kendini olumsuz şartlardan korumak zorunda kalmıştır. Amfibiler, reptiller, yer sincapları ve ayılar gibi hayvanlar için daha iyi bir yere göç mümkün değilse, bu hayvanlar başka bir önlem almak zorunda kalırlar. Çevre çok sıcak veya çok soğuk olduğunda ya da canlının ihtiyacını karşılayan besin gitgide azalıyorsa koşullar düzeline kadar çeşitli seviyelerde inaktif ve hissiz hale gelirler bu da torpor olarak adlandırılır. Torpor süresi ya da derin uyku birkaç hafta veya ay hatta uç koşullarda bir yılın dörtte üçü kadar sürer. Torpor hibernasyonla eş anlamlıdır, yazın uzun süreli torpor meydana gelirse özellikle estivasyon terimi kullanılırken kışın bu terim hibernasyon olarak adlandırılır. Hibernasyonu, düşük sıcaklık, günlerin kısılması, besin kıtlığı harekete geçirirken, estivasyon yüksek sıcaklık ve kuraklık ile tetiklenir (Roots, 2006). Dünyada Mammalia sınıfına ait 26 takım bulunmaktadır. Bunlardan Rodentia (Kemiriciler) 29 familya, 443 cins ile temsil edilmektedir. Rodentia 2277 türü kapsamı ve dünya çapında memeli biyoçeşitliliğinin %42'sini oluşturması ile yaşayan memelilerin en büyük ordosudur. Gliridae familyası dünyada en eski ve kaybolmamış rodent familyalarından biridir. İlk fosiller eosen başlarında (50 milyon yıl önce) ortaya çıkmıştır (Wilson ve Reeder, 1993). Holden (1993b), Gliridae familyasında 26 tür tanımlamıştır fakat bu kesin bir sayı değildir. 11 tür batı palearktikte sınırlanmıştır ve 7 tür Türkiye'de bulunmaktadır (Kryštufek ve Vohralík, 2005). En az 6 memeli ordosu hibernasyona girme yeteneğine sahiptir. Örneğin Monotremata takımından karıncayiyen, Marsupialia alt sınıfından birçok yırtıcı keseli ve tenrekler, Soricidae familyasında Crocidurinae alt familyası, Insectivora takımı, Megachiroptera ve Microchiroptera alttakımından birçok yarasa, primatlardan Madagaskar maymunu ve rodentlerden çeşitli sciuridler, cricetidler, heteromyidsler, muridler ve zapodidler, Rodentia takımında Myomorpha alttakımı; *Muscardinus avellanarius*, *Glis glis* ve *Eliomys quercinus* gibi birçok hibernatörü kapsar. Bu fareler avrupada yaygındır, sağlıklı koşullarda tutulur, tutsak edilir ve kendiliğinden hibernasyona girerler, bu özellikler onları hibernasyon çalışmaları için uygun yapar (Malatesta ve ark., 2005).

Hibernasyonda fizyolojik, biyokimyasal ve davranışsal görünümlemler geniş bir şekilde çalışılmıştır fakat hücre ve doku içeriğinde ötermi-hibernasyon-aktif dönem döngüsündeki morfo-fonksiyonel ilişkide veri az bulunur (Malatesta ve ark., 2005). Geiser (2004), hibernasyonda ve günlük torporda metabolik dönüşümü çalışmıştır. Geiser ve ark. (1990), *Spermophilus saturatus*'da termoregülasyon ve torpor gelişimini çalışmıştır. Carey ve ark. (2003), memeli hibernasyonunu baskılanmış metabolizma ve düşük sıcaklıkta hücresele ve moleküler düzeyde incelemiştir. Molekülden organizma düzeyine kadar hibernasyonun detaylı anlaşılmasıyla çeşitli hipotermik ve hipometabolik olayların sonuçlarının insan ve hayvan sağlığının iyileştirilmesi için kullanılabileceğinden bahsetmiştir. Malatesta ve ark. (2005), hibernasyondaki memelilerde kış uykusu ve aktif dönem arasında doku ve hücrelerde meydana gelen değişiklikleri incelemiş ve kışın sıcaklığın düşmesiyle birlikte hibernatörlerde hücrelerdeki tüm metabolik olayların yavaşladığını fakat hibernasyon periyodunun sonlanması ile tüm metabolik ve fizyolojik olayların eski haline geri döndüğü açıklanmıştır. Zancanaro ve ark. (1993), hibernasyondaki *Muscardinus avellanarius* kahverengi yağ doku çekirdeğini hibernasyonda, aktif dönemde ve ötermik dönemde karşılaştırmalı olarak yapısal ve morfometrik bakımdan incelemiştir. İncelenen farede hibernasyondan aktif döneme ve ötermik döneme kadar çekirdekte perikromatin granüllerinin sıklığında azalmanın yanı sıra morfometrik analizler üç fizyolojik durumda toplam çekirdek ve çekirdeçik alanında önemli farklılıklar göstermiştir. Hayward ve Ball (1966), hibernasyondan aktif döneme kadar kahverengi yağ doku termojenezindeki niceliksel yönleri *Eptesicus fuscus*'da incelemiştir. Hibernasyon döneminden uyanış sırasında toplam oksijen tüketimini kalp, karaciğer ve kahverengi yağ dokularında çalışmıştır. Kızıl ötesi tarayıcı ile interskapular kahverengi yağ dokunun altındaki bölgede belirgin bir sıcaklık gözlemlenmiştir. İnterskapular kahverengi yağ doku bölgesinin sıcaklığının vücut sıcaklığına göre daha fazla olduğu sonucuna varılmıştır. Boyer ve Barnes (1999), memeli hibernasyonunu moleküler ve metabolik yönden araştırmıştır. Torpora giriş ve hazırlık aşamasında koordineli düzenlenen fizyolojik ve metabolik olaylardan bahsederek hibernasyon fenotipinin sonuçlarının açıklanmasına değinmiştir. Hibernasyona hazırlık, hibernasyona giriş konularını ele almış ve torpor süresince RNA sentezlenmesinden bahsetmiştir. Harlow (1997) ve Geiser (1998)



fizyolojik ve biyokimyasal açıdan hibernasyon evrimini incelemişlerdir. Walhovd (1976), doğal ortamdaki yuvasında *Muscardinus avellanarius*'un hibernasyonunu çalışmıştır. Yuva ısını, çevre ısını kaydetmiş ve canlının yuvada (hibernakulumda) kalma süresini bulmaya çalışmıştır. Canlının bulunduğu süre boyunca yuva sıcaklığının sıfırın altına düşmediğini kaydetmiştir. Nowakowski (2001), *Dryomys nitedula*'nın kış aktivitesini kuzeydoğu Polonya ormanlarındaki farelere ait kış sığınaklarında gözlemlemiştir. Spitzenberger ve Rothe (1974), *Dryomys laniger*'in ayak tabanı yapısını makroskopik ve mikroskopik olarak incelemiştir. Sol ayak tabanı yüzeyi makroskopik olarak incelenip fotoğraflanmıştır. Mikroskopik olarak tarsometatarsal bölge incelenerek fotoğraflanmıştır. Holden (1996), Pakistandan tanımlanmış yeni bir *Dryomys* türü ile (*D. niethammeri*) *D. laniger* ve *D. nitedula*'yı morfolojik olarak karşılaştırmıştır. Ülkemizde ise; Yiğit ve ark. (2008), *Mesocricetus brandti*'de Kıvanç ve ark. (1995), *Glis glis orientalis*'de Kart (2000), *Spermophilus xanthoprymnus*'ta Kolankaya ve ark. (2008), *Spermophilus xanthoprymnus*'ta Buruldağ ve Kurtonur (2001), *Myomimus roachi*'de Demirsoy ve ark. (2001), *Spermophilus xanthoprymnus*'ta hibernasyonla ilgili çalışmalarda bulunmuşlardır. Ülkemizde de genel olarak memeli hayvan türlerinin doğal ortamlarında incelenmesine yönelik yapılan ekolojik çalışmaların son derece yetersiz olduğu görülmektedir. Aynı zamanda, ekolojik açıdan incelenmeye değer bir konu olan hibernasyon ve bu konunun araştırılması için en uygun hayvan türlerinden biri olan *D. laniger* büyük ölçüde ihmal edilmiştir. Ayrıca türün biyolojisi üzerine (yuva tipi, bitkisel besinleri, hibernasyona giriş ve hibernasyondan çıkış zamanı) çalışma yapılmamıştır. Bu çalışmada habitat özellikleri ve hibernasyon mevsimi dikkate alınarak araziden temin edilen örnekler öncelikle kontrolsüz laboratuvar koşullarına alınmıştır. Temel olarak hibernasyon modeli, hibernasyon dönemi boyunca vücut ağırlığı değişimleri, hibernasyondan çıkış zamanı incelenmiştir. Histolojik olarak hibernasyonda çok önemli bir role sahip olan kahverengi yağ doku ise hibernasyon dönemindeki bir örnekten alınıp laboratuvar çalışması yapıldıktan sonra fotoğraflanmıştır. Elde edilen veri ve buguların *Dryomys laniger* için ilk olması açısından çalışmam bundan sonraki çalışmalara rehber olacaktır.

## 2. KURAMSAL TEMELLER VE KAYNAK ARAŞTIRMASI

### 2.1. Ordo: Rodentia (Kemiriciler)

Rodentia ordosu 2800'den fazla türüyle dünya memelileri arasında en fazla tür sayısına sahiptir ve 29 familya ile 400'ü aşkın cinsi içinde bulundurur (Ognev, 1947; Wilson ve Reeder, 1993; Nowak, 1999). Kemiriciler, Antarktika, Kutuplar, Yeni Zelanda ve birçok okyanus adası dışında dünyada çok çeşitli habitatlarda yayılış gösterirler. Habitat olarak kara, ağaç, toprak altı ve yarı sucul olarak çok çeşitli bölgelerde yaşarlar. Kemiriciler insanlarla yakın ilişki içinde olan çok sayıda türü içinde barındırırlar. Bu hayvanlar yüzer, zıplar kemirirler ve ayrıca çoğu 20-1000 g arasında vücut ağırlığına sahiptir. En büyükleri olan *Capibara*'nın ağırlığı ise 50 kg kadardır. Rodentia takımını diğer memeli ordolarından ayıran en önemli diagnostik karakter; kanin ve premolar dişlerinin kaybolmasıyla ortaya çıkan diestama boşluğudur. Bu boşluk besinleri toplamak için bir kullanım alanı sağlar. Tüm kemiricilerin ortak özelliği üst ve alt çenenin önünde bulunan 2'şer adet kesici diştir. Bu kesici dişler köksüzdür ve devamlı olarak büyürler dişlerdeki bu büyüme bazı zamanlarda hayvanın ölümüne bile neden olabilir. Kemiricilerin beslenme özelliği mevsime ve besin durumuna göre değişmektedir, herbivor ya da omnivordurlar. Üreme kapasiteleri çok fazladır, dişilerde dubleks uterus bulunur. Erkeklerde genellikle bakulum vardır. Bazı türleri insanda hastalık yapabilir ya da ekonomik yönden zarar verebilir (Buckie ve Smith, 1994).

Türkiyenin toplamda 779.450 km<sup>2</sup>'sinin 775.000 km<sup>2</sup>'sini Anadolu oluşturur. Türkiyenin de dâhil olduğu paleartik bölgede 217 rodent türü listelenmiştir (Corbet, 1978). "Türkiye Memelileri" inceleme yazısında Türkiye yayılış alanı boyunca 43 rodent türü belirtilmiştir (Doğramacı, 1989). Birçok rodent türü Anadolu'da geniş bir yayılım göstermesine rağmen coğrafi yayılış, habitat özellikleri ve ekolojileri hakkında bilgi yeterli değildir. Fakat Türkiyenin komşu bölgelerinden rodent popülasyonu yapısı, zoocoğrafyası ve ekolojisi hakkında birçok çalışma çeşitli yönlerden Zahavi and Wahrman, Bodenheimer, Misonne, Hatt, Ondrias, Haim and Tchernov, Atallah and Brown, gibi araştırmacılar tarafından bildirilmiştir. Ülkemizde

60'dan fazla kemirici türünün farklı habitatlarda yayılış gösterdiği bilinmektedir (Yiğit ve Çolak, 1998).

## 2.2. Endemik Bir Tür Olarak *Dryomys laniger* (Anadolu kayauyuru)

Taksonomik olarak *Dryomys laniger* (Anadolu kayauyuru) ilk kez Felten ve Storch (1968) tarafından Antalya ili Elmalı ilçesi Çıglıkara bölgesinden tanımlanmıştır. *D. laniger* Türkiye için endemik bir türdür. *D. laniger*'in dağılış sınırı hala belirlenmemiştir. Türün yayılış kayıtları Erzincan, Elazığ ve Tunceliden verilmiştir (Mursaloğlu, 1973). Türkiyenin güneybatısında birkaç lokalitesi bilinmektedir (Felten ve ark., 1973).

Bununla ilgili olarak bu tür için coğrafik varyasyon ve yayılış tam olarak bilinmemektedir. Endemik bir tür olan Anadolu kayauyuru için ekolojik ve biyolojik bir araştırma yoktur. Fakat Anadolu kayauyurunun diğer glirid türlerine benzer olarak iyi bir hibernatör olduğu bilinmektedir (Yiğit ve ark., 2006). Anadolu kayauyuru omnivordur, diyet yönünden böcekçil olarak güçlü bir eğilim gösterir. *D. laniger*'in habitatı taşlık bölgeler, kayalık zemindeki çatlak ve yarıklar arasındadır (Kryštufek ve Vohralík, 2005). Anadolu kayauyurunun habitatının 1620 m ve 2000 m yükseklikleri arasında bulunduğu kaydedilmiştir (Spitzenberger, 1976). Anadolu kayauyurunun habitatı 1600 m yükseklikte ardıç, sedir, çam ormanlarının taşlık yerlerinde yaşar şeklinde tanımlanmıştır (Felten ve ark., 1973).

Spitzenberger (1976)'e göre *D. laniger* doğal ortamında gelişmemiştir. *D. laniger* ve *D. nitedula* arasında ayrım güneybatı Anadolu yalıtılmış bir ada olduğu zamana, oligosen başlarına kadar dayanır. Bu durum allopatrik türleşmeyi tetiklemiştir. Toros dağları pliyosen boyunca ortaya çıkmıştır. Bu hipotezi destekleyen fosil kayıt yoktur. Bunun yanında hipotez *D. laniger*'in toros dağlarında endemik bir tür olduğunu anlatır. Felten ve ark., (1973) ve Spitzenberger (1976)'e göre *D. laniger*, *D. nitedula* ile simpatriktir.

*Dryomys laniger*'in dış ölçümü *D. nitedula*'dan küçüktür. Maksimum vücut uzunluğu toplamı 170 mm, toplam uzunluk 75 mm, arka ayak uzunluğu 19 mm ve kulak uzunluğu 17 mm ölçülmüştür. Kuyruk, kafa ve vücut uzunluğundan belirgin bir şekilde kısadır. Dorsal renk hafif siyahımsı ve açık sarı ile grimsidir. Dorsal tüyler üç renklidir. Tüylerin tabanı koyu grimsi orta kısım açık sarımtrak veya beyazımtraktır. Sarımtrak görünümdeki dorsal renk kuyruğa doğru gözden kaybolur. Kuyruktaki dorsal renk vücudun dorsal rengine göre bir şekilde daha grimsidir. Kuyruktaki kıllar belirgin şekilde iki renklidir. Grimsi, açık sarı veya kirli beyazdır. Ventral kürk kirli beyazdır ve tabanı grimsi renktedir. Başın üst bölgesi ve arka ayaklar kirli beyazımsıdır. Fakat ayak tabanları tamamen çıplaktır. Kafatası iskeleti morfolojisi *D. nitedula* ile benzerlik gösterir. Genç bireylerle karşılaştırıldığında penis yetişkinlerde büyük ve az eğimlidir ve geniş bir tabana sahiptir. Alt çene tamamıyla *D. nitedula* ile benzerlik gösterir. Ayrıca küçük ve büyük azı kökleri *D. nitedula* ile aynıdır. *Dryomys laniger* Çığlıkaradan (Elmalı, Antalya) Bolkar dağlarına kadar yayılış gösterir (Harita 2.1) (Yiğit ve ark., 2006).

Kryštufek ve Vohralík (2005)'e göre *D. laniger*'in yayılış kayıtları: Çığlıkara-Bey Dağları-Antalya kaydı Felten&Storch (1968) tarafından, Elmalı-Antalya kaydı Yiğit ve ark. (2003b) tarafından, Akseki-Antalya kaydı Kıvanç ve ark. (1997) tarafından, Demirtaşın 39 km kuzey doğusu-Antalya; Felten ve ark. (1973) tarafından, Hadim'in 25 km güneyi-Konya; Felten ve ark. (1973) tarafından, Madenköyün güneyindeki dağlar ve Ulukışla'nın 20 km güney doğusu-Niğde kayıtları Felten ve ark. (1973) tarafından, Madenköy-Bolkar Dağları-Niğde kayıtları Kıvanç ve ark. (1997) tarafından, Ulukışla-Niğde bölgesindeki kaydı Yiğit ve ark. (2003b), Madenköy yakınlarında Meydantöl ve Kara Göl arası-Niğde (fossil) bölgesindeki kaydı Hır, (1992) tarafından, Elazığ civarı kaydı Mursaloğlu (1973b), Erzincan yakınlarında Munzur Dağları kaydı Mursaloğlu (1973b) ve Horasan-Erzurum kaydı Obuch (2001) tarafından verilmiştir.

Türün ilk kez tanımlandığı bölge olan Antalya ili Çığlıkara bölgesinin iklimi; Akdeniz ikliminin soğuk tipi, yarı kurak olarak tanımlanmıştır. Metrekareye düşen yağış miktarı kış mevsiminde 96 mm<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>, ilkbahar mevsiminde 38 mm<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>, yaz

mevsiminde  $13 \text{ mm}^3/\text{m}^2$ , sonbahar mevsiminde  $29 \text{ mm}^3/\text{m}^2$ , toplamda  $528 \text{ mm}^3/\text{m}^2$  olarak kayıt edilmiştir. En sıcak ayın ortalama sıcaklığı  $31,9 \text{ }^\circ\text{C}$  en soğuk ayın ortalama sıcaklığı ise  $0,2 \text{ }^\circ\text{C}$ ' dir. Türün yayılış kaydı verilen diğer bir bölgesi olan Malatya-Darende'nin yağış miktarı kış  $42 \text{ mm}^3/\text{m}^2$ , ilkbahar  $52 \text{ mm}^3/\text{m}^2$ , yaz  $11 \text{ mm}^3/\text{m}^2$ , sonbahar  $43 \text{ mm}^3/\text{m}^2$ , toplamda  $383 \text{ mm}^3/\text{m}^2$  dir. Malatya-Darende bölgesinin iklimi de Akdeniz ikliminin çok soğuk tipi ve yarı kurak şeklinde tanımlanmış olup en sıcak ayın ortalama sıcaklığı  $29,9$  olarak en soğuk ayın ortalama sıcaklığı ise  $-5,1$  dir (Yiğit ve Çolak, 1998).



**Harita 2.1.** *Dryomys laniger*'in yayılış haritası; 1:Antalya/Elmalı, 2:Bolkar Dağları, Orta Toroslar, 3: Niğde, Ulukışla, 4: Malatya/ Darende, 5: Erzincan/ Munzur (Yiğit ve ark., 2006)

Akdeniz memelilerinin IUCN (International Union for Conservation of Nature) kırmızı liste kategorilerine ve IUCN (2001) ölçütlerine göre bölgesel durumları incelenmiştir, yok olma risklerine göre türlerin sınıflandırılması için dünyanın en geniş ölçülü sınıflandırma sistemi kullanılmıştır. Su memelileri hariç tüm doğal türler incelenmiştir. Akdeniz bölgesinde memeli ordo ve familyalarında endemizm ve çeşitlilik incelendiğinde Gliridae familyasında dokuz tür bulunmaktadır. Bu türlerin üç tanesi endemiktir (Çizelge 2.1). Akdeniz memelileri Kırmızı liste statüsünde ise

Gliridae familyasında bulunan *D. laniger* endemik olarak rapor edilmiştir (Çizelge 2.2). Rapor edilen toplam 298 memeli türünün % 16'sı bu değerlendirmede Akdeniz de soyu tükenme tehlikesinde bulunmuştur. Toplamda, %3'ü ciddi derecede nesli tükenmekte, %5 nesli tükenmekte ve %8 zarar görebilir olarak sınıflandırılmıştır. Ayrıca %8'i tehdit altında nitelendirilmiş ve %3'ü hali hazırda bölgesel soyu tükenmiş veya soyu tükenmiştir. *D. laniger* için IUCN Kırmızı liste kategorisi yetersiz bilgi olarak sınıflandırılmıştır (Temple ve Cuttelod, 2009).

**Çizelge 2.1.** Akdeniz bölgesinde memeli ordo ve familyalarında endemizm ve çeşitlilik (deniz memelileri hariç, Akdeniz foku dâhil)\* (Temple ve Cuttelod, 2009).

Ordo	Familya	Tür sayısı	Endemik Tür Sayısı	Endemik Yüzde
Rodentia	Calomyscidae	2	1	% 50,1
Rodentia	Castoridae	1	0	% 0
Rodentia	Cricetidae	36	15	% 41,7
Rodentia	Ctenodactylidae	3	2	%66,7
Rodentia	Dipodidae	7	2	% 28,6
Rodentia	Gliridae	9	3	% 33,3
Rodentia	Hystricidae	2	0	% 0
Rodentia	Muridae	62	24	% 38,7
Rodentia	Sciuridae	8	2	% 25,0
Rodentia	Spalacidae	3	0	% 0

\*Bu tablo M. S. 1500 den sonra doğal veya iklime alışmış türleri içerir. Bu tarihten sonra tanıtılan türler içine alınmamıştır. Soyu tükenmiş ve Bölgesel soyu tükenmiş türler içeriğe alınmıştır. Akdenizde oluşan sıra dışı türler içeriğe alınmıştır

**Çizelge 2.2.** Akdeniz memelileri Kırmızı liste statüsü (Temple ve Cuttelod, 2009)

Ordo	Familya	Sınıflandırma ismi	IUCN Kırmızı Liste Kategorisi	Bölgede endemik mi?
RODENTIA	GLIRIDAE	<i>Dryomys laniger</i>	Yetersiz Bilgi	Evet

*Dryomys laniger* Türkiye için endemik bir türdür. Koruma statüsü IUCN Kırmızı liste kategorisinde vulnerable (duyarlı) olarak listelenmiştir (Yiğit ve ark., 2006).



### 2.3. Torpor ve Hibernasyonun Tanımı

Sıcakkanlı hayvanların mevsimsel olaylarda kısa veya uzun bir süre torpor ya da letarjide kaldıkları uzun zamandan beri bilinmektedir. Bu davranış eğer yazın meydana gelirse estivasyon, kışın meydana gelirse hibernasyon olarak tanımlanmaktadır (Wade, 1930). Geiser (2003)'e göre endotermik memeliler ve kuşlar vücut ısılarını oldukça geniş ölçüde değişen çevre sıcaklığının üzerinde tutma yeteneğine sahiptirler. Yüzey alanı/hacim oranı artan hayvanlarda büyüklüğün azalması sebebiyle birçok küçük endoterm soğukla karşı karşıya kaldıklarında yüksek ısı kaybını telafi etmek için önemli miktarda endojen ısı üretmek zorundadır. Gıda doğada sıklıkla dalgalanmalar halinde görülür. Uzun süreli yüksek metabolik ısı üretimi gıdanın her zaman bulunmasını ve fazla miktarda alımını gerektirir. Bu nedenle vücut ısısının düzenlenmesinin maliyeti çok yüksek olabilir. Bu bize neden tüm memeli ve kuşların sürekli bir şekilde homeotermik (yüksek vücut sıcaklığını sürekli olarak devam ettirme) olmadığını açıklayan sebeplerden biridir. Bu nedenle gün veya yılın belirli zamanlarını torpora girerek geçirirler (Lyman ve ark., 1982; Kenagy ve ark., 1989; Boyer ve Barnes, 1999).

Geiser (2003), torpor kelimesini heterotermik endotermlerde düşük vücut ısısının, metabolizma hızının ve diğer fizyolojik fonksiyonların kontrol edilmesi şeklinde tanımlamıştır (Barnes, 1989; Geiser ve Ruf, 1995).

Birçok memeli mevsimsel soğuk, yiyecek ve su sıkıntısı gibi çevresel sorunlardan kaçmak için torporu kullanır. Torpor, heterotermik endotermlerde vücut ısısının düzenlenmesi için ısının periyodik olarak isteğe bağlı düşürülmesiyle karakterize edilir (Wang ve Lee, 1996). Türlerine ve niş talebine bağlı olarak torporda vücut sıcaklığı çok değişkendir örneğin 37°C'un birkaç derece altında hatta 0 °C'un altında olabilir. Torpor süreci birkaç saat sürerse bu durum günlük torpor, birkaç hafta boyunca sürerse hibernasyon olarak adlandırılır (Wang, 1978). Hibernasyona giren memelilerde torpor süreleri hibernasyon periyodunun başında kısadır kış uykusunun ana döneminde en uzun süreye ulaşır. Torpor periyotları hibernasyon sürecinin başında kısadır, giderek artar ve az çok dengeye ulaşır, hibernasyon sezonunun

sonunda tekrar kısalıp sonlanır. Torpor sürelerinin kış uykusunun başında ve sonunda değişiklik göstermesinin nedeni bilinmemektedir (Geiser ve ark., 1989).

Hibernasyon kelimesi Latince 'kışı geçirmek için' anlamına gelen 'hibernatus' kelimesinden türemiştir. Kış uykusunun çok sayıda görülme nedeni olmasına rağmen uygun çevresel ortamı sağlamak için kötü hava koşullarından ve besin yokluğundan kaçınmak en önemli nedenlerdir. Rodentlerin hibernasyon periyodu bölgesel koşullara bağlıdır (Roots, 2006). Gerçek anlamda hibernasyona giren en büyük memeli, yaklaşık 5 kg ağırlığındaki marmotlardır (French, 1988).

#### **2.4. Hibernasyonun Evrimi**

Hibernasyon davranışı genel anlamda soğuk ve bununla birlikte gelen besin kıtlığının canlı üzerinde oluşturduğu strese karşı geliştirilmiş bir taktik olduğu düşünülmektedir. Besinin nispeten daha az olduğu kış mevsimini geçirmek üzere bazı kuşlar göç ederken, karasal canlıların çoğu her türlü zorluğa rağmen yaşamlarını yaşadıkları yerde devam ettirmek zorundadır (Nedergaard ve Cannon, 1990).

Kuzey enlemlerinde mevsimler arasındaki farklılık belirgin şekilde hissedilir. Bu bölgelerde yaşayan küçük memeliler kış mevsiminde besin kıtlığı ve soğuk stresi ile karşı karşıya kalır. Besin kaynaklarındaki yetersizlik nedeniyle vücut sıcaklığının korunması için gerekli enerji sınırlanmaktadır. Bunun sonucunda hayvanlar kış mevsimini atlatabilmek için sahip oldukları enerji depolarını minimum şekilde kullanmak üzere vücut sıcaklıklarını düşürürler, metabolik aktivitelerini askıya alırlar ve geçici bir uyuşukluk durumuna girerler (Blank ve Desjardins, 1986).

Kış mevsiminin gelmesini takiben birbiri ardına gelen düzenlenmiş fizyolojik olaylar başlar. Bu ise askıya alınan yaşama giriş yani hibernasyon olarak bilinir. Fakat kısmen hipotermik olan aylar hariç, hibernasyona giren memelilerin hiçbiri derin hipotermide birkaç haftadan fazla kalmaz (Boyer ve Barnes, 1999).

Son zamanlara kadar, hibernasyonun sadece kuzey yarım kürede yaşayan hayvanlara özgü bir davranış olduğu düşünülmekteydi ancak son on yıldır yapılan çalışmalar güney yarım kürede yaşayan hayvanların da torpor ve hibernasyon davranışı sergilediğini göstermiştir. Buna göre hibernasyon, sadece soğuk bölgelerde yaşamını sürdüren türlere özgü olmayıp, enerji çıkmazına giren pek çok tür için geçerli olan genel bir uyumdur (Shanti, 1996). Hibernasyonun nasıl evrimleşmiş olabileceğini taksonomi ve fizyolojiyi değerlendirerek anlamaya çalışan araştırmacılar, bir çelişki ile karşı karşıya kalmıştır. Hibernasyon fizyolojik olarak karmaşık bir doğa olayı olmasına rağmen, filogenetik olarak atasal memelilere yakın olan takımlarda görülmesi, çoğu kez ilkel bir özellik olduğunun düşünülmesine neden olmuştur. (Hudson, 1973). Twente ve Twente (1967), hibernasyonun senozoyik dönemde görülen çevre sıcaklığındaki aşamalı şekilde düşüslere karşı seçici bir avantaj sağlayabileceğini, hibernasyonun homeotermik bir modelden evrimleştiğini ileri sürmüştür (Hudson, 1973). Evrimsel kökeni tam olarak bilinmemekle birlikte, Mrosovsky (1976) ve Bartholomew (1986), hibernasyonun memeli ve kuşlarda birbirinden bağımsız olarak evrimleşmesinin mümkün olmadığını, bu nedenle de atasal (plesiomorfik) bir karakter olması gerektiğini savunmaktadır (Grigg ve ark., 1991; Geiser, 1998).

Günlük torpor veya hibernasyon davranışı, memelilerde 25 takımdan en az 11'inde, kuşlarda ise 23 takımın sadece 6'sında görülmektedir. Modern kuşlar ile atasal memeli takımlarında çoğunlukla besin kaynaklarındaki dalgalanmalardan etkilenen küçük türler yer almaktayken filogenetik olarak eski kuş takımları ile modern memeli takımları, besin kaynaklarındaki dalgalanmalardan fazla etkilenmeyen nispeten daha büyük türleri içermektedir. Buna sonuca göre heterotermimin neden küçük kuş ve memelilerde yaygın olduğunu açıklamak için diyet ve vücut büyüklüğü, filogeniden daha iyi bir kriterdir. Bunun yanında düşük kalitede besinlerle beslenmeye uyum sağlamış ya da uzun süreli açlığa dayanabilecek kadar büyük vücutlu olan hayvanlarda, bu yeteneğin daha sonradan kaybedildiği düşünülmektedir (Geiser, 1998).

Hibernasyon, enerjinin korunmasına yönelik bir mekanizma olmasının yanı sıra ara uyanışlar sırasında canlının yüksek miktarda enerji harcamasını gerektirmektedir. Bu durum, büyük vücutlu canlılarda hibernasyon mekanizmasının neden evrimleşmediğini açıklayabilir (Nedergaard ve Cannon, 1990). Vücut yüzey alanı/hacim oranının, enerjinin korunması sırasında en etkin yolun bulunmasında önemi büyüktür (Phillips ve Heath, 1994). Büyük bir memeli için hibernasyona girmenin maliyeti ara uyanışlar sırasında harcaması gereken enerji miktarının fazla olduğu için yüksektir. Küçük bir memeli için ise ara uyanışlar sırasında harcanması gereken enerji miktarı düşük olduğundan hibernasyona girmenin maliyeti daha düşüktür. Morrison (1960), vücut büyüklüğü açısından hibernasyonu sınırlayan bir üst değerin bulunması gerektiğini düşünmektedir (Hudson, 1973).

## **2.5. Memeli Hibernasyonunda Torpor Modeli**

Memeliler sınıfı içerisinde hibernasyona giren türler geniş bir dağılım gösterir. Plasentalı memeliler, keseli memeliler (marsupials) ve yumurtlayan memelilerin her biri arasında hibernasyona giren ve hibernasyona girmeyen türler dağılmıştır (Geiser ve Ruf, 1995).

Hibernasyonun atadan kalma veya yeni öğrenilmiş bir davranış olup olmadığı hibernasyona giren memeli türlerinin geniş dağılımının öne sürdüğüne göre hibernasyon fenotipini belirleyen gerekli genlerin bütün memelilerin genomları arasında yaygın olması ile açıklanmaya çalışılmıştır (Srere ve ark., 1992). Hibernasyon fenotipini meydana getirmeye neden olan yaygın genotip belirlenmiştir. Neden bazı canlılar hibernasyona girerken bazı canlılar hibernasyona girmez sorusu sorulacak olursa bu soru en iyi şekilde hibernasyona giren ve hibernasyona girmeyen, bir çift birbirine yakın akraba olan türlerin çalışılması ile en iyi şekilde cevaplanabilir. Mamafih bu çiftler hemen tanımlanamamıştır. Hibernasyona giren bir türün yakın akrabalarının hepsi hibernasyona girer (örneğin rodentlerden yer sincapları) veya günlük torpor şeklinde metabolizma baskılanması yaparlar. Birbirleriyle aynı cins içinde bulunup nispeten yakın akraba olan türlerden bazı örnekler vardır. Bunlardan bir tanesi *Cynomys leucurus* (beyaz kuyruklu prairie

köpeği) mevsimsel derin hibernasyona giren bir tür iken, diğeri *Cynomys ludovicianus* (siyah kuyruklu prairie köpeği) fakültatif hibernatördür (Harlow ve Frank, 2001).

## 2.6. Hibernasyona Hazırlık ve Giriş Tetikleyen Faktörler

Kış yaklaştığında ve kar yağdığında hibernasyona girebilen memeliler yüksek vücut sıcaklığını korumak için gereken enerji talebinden kaçınırlar ve hibernasyona girerler, barınak ararlar, uykuya dalarlar ve derin hipotermik olurlar. Hibernasyon aslında kış veya soğuk için değil kıtlık için bir adaptasyon olarak en iyi şekilde tanımlanmıştır. Örneğin Santa Cruz plajlarının yakınlarında yetişkin California tarla sincabı (*Otospermophilus beecheyi*) sıcak yaz aylarında otlaklar kuruyup tohumlar havayla birlikte uzağa sürüklendikleri için mayısın sonlarından kasıma kadar hibernasyona girer (Boyer ve Barnes, 1999).

Hibernasyonun başlangıcı genellikle soğuk havanın ortaya çıkmasıyla bağdaştırılır. Bu durum muhakkak ektoterm ve bazı memeliler için etkilidir, fakat türlere göre hibernasyonlarının tetiklenmesinde çeşitli başlama işaretleri vardır. Bazıları fırsatçı (oportunistik) hibernatörler olarak nitelendirilenler koşullar elverişsiz olduğunda, genellikle düşük sıcaklıkta (ya da yazın yüksek sıcaklıkta) veya besin miktarı azaldığında yılın belli zamanı uyuşuk olabilirler. *Cercartetus*, *Eptesicus* ve *Tadarida* gibi hayvanlar bu duruma örnektir. Diğerlerinde ise gün uzunluğunda değişiklik ile (fotoperiyot), sonbaharda günlerin kısılması (dormouse ve hamsterlerde) torporun başlamasını tetikler (Roots, 2006).

Mevsimsel hibernatörler (örneğin tahminen her yıl birkaç ay uyku periyoduna giren hayvanlar) hibernasyona girişte birkaç hafta veya daha fazla fizyolojilerinde ve davranışlarında değişiklikler görülür. Buna neden olan ise enerji depolarındaki birikimdir. Hibernasyondaki türler kışa hazırlanmak için besin depo ederler veya aşırı şişman hale gelirler, bazen her ikisini de yaparlar. Amerikan sincabı (çizgili sincap), *liomys*, hamsterler fark edilir şekilde yağlanmazlar fakat bunun yerine özellikle tohumları hibernakulada depo ederler. Bu canlılar ara uyanışlarda sakladıkları

besinlerle beslenirler. Tarla sincaplarında bazı türlerin erkek bireyleri hem vücutları yağlanır hem de besin depo ederler. Saklanan bu besinler ilkbahar süresince kullanım için hayati öneme sahiptir (Boyer ve Barnes, 1999). Hibernatörlerin çoğu kış uykusu öncesinde kışın enerji kaynağı olarak kullanmak için büyük miktarda yağ depolarlar geri kalan az miktarda hibernatör ise hibernasyon dönemi için besin biriktirmeyi seçer (Geiser, 2010).

## **2.7. Hibernasyondaki Hayvanın Yağ Dokusunda Meydana Gelen Değişiklikler**

Memeliler içten kaynaklı (endojen) ısı üretimi kullanarak vücut ısılarını geniş bir aralığa sahip çevre (ortam) ısısının üzerinde yüksek ve sabit tutabilme yeterliliğine sahip olarak evrimleşmiştir. Fakat birçok memeli besin kıtlığıyla birlikte yüksek enerjiyi karşılamak için kışın vücut ısısını düşürür. Bu yüzden hayatta kalmak için düşük ısıya uyum yeteneği geliştirmişlerdir, bu hayvanlar, genellikle ortam (çevre) ısısının birkaç derece üzerinde olacak şekilde vücut ısılarını donma noktasında yeniden düzenleyerek düşürürler. Bu süreç hibernasyon olarak bilinir, birkaç haftadan birkaç saate kadar sürer ve vücut sıcaklığında, metabolik aktivitede, kalp hızında, enerji ihtiyacında şiddetli bir düşüşü de kapsar, böylece hayatta kalma kolaylaşır (Nelson, 1980; Hoffman, 1964; Lyman ve ark. 1982; Wang, 1987; French, 1988; Storey ve Storey, 1990; Geiser ve Ruf, 1995).

Ektotermilerin aksine (örneğin kurbağalar ve yılanlar), hibernasyona giren memeliler düşürülmüş metabolik durumdan her zaman çıkabilir, normal vücut ısısını yeniden kazanmak için içsel kaynaklı (endojen) üretilen ısı kullanılır. Aslında hibernasyonda uyanma süresince substratlar enerji üretimi için harekete geçirilir, kardiyovasküler sistem doku perfüzyonu için uyarılır ve termojenez -vücut ısısını sabit tutmak için kaslarda görülen titreme olmaksızın-kahverengi yağ doku harekete geçirilir. Böylece normal vücut ısısı, tüm metabolik ve fizyolojik fonksiyonlar kısa sürede eski durumuna geri gelir (Haywards ve ark., 1965; Wang ve Abbots, 1981; Cannon ve Nedergaard, 1985; Horwitz ve ark., 1985; Himms-Hagen, 1986).



Mevsimsel değişiklikler canlıları hibernasyona hazırlar. Yaz sonunda ve kış başında beyaz yağ doku içinde büyük enerji rezervlerinin depolanması buna örnek olarak verilebilir (Carey ve ark., 2003).

Hibernatörlerin doku ve hücreleri uyku hali-reaktivasyon hali boyunca göze çarpan mevsimsel modifikasyonlar maruz kalır. Kış süresince sıcaklık etkili bir şekilde azalır, mitotik bölünme keskin bir şekilde düşer, DNA, RNA ve protein sentezi etkili bir şekilde düşer fakat aktif dönemde tüm metbolik ve fizyolojik aktiviteler süratle eski durumuna geri gelir, reaktivasyon süreci dokularla ilgili farklı fizyolojik fonksiyonlarda çeşitlilik gösterebilir (Kolaeva ve ark., 1980). Bu sıra dışı yetenek hibernatörlerde işlevsel aktivite değişkenliğinde homeostasiyi sürdürmek için çekirdek ve sitoplâzma içeriğinde, metabolik reaksiyonlarda, moleküler ve yapısal adaptasyonların işleyişinde alışılmışın dışında bir düzenleme gerektirir (Zancanaro ve ark., 2000). Hibernasyonda fizyolojik, biyokimyasal ve davranışsal yönler geniş ölçüde çalışılmıştır fakat ötermik-hibernasyon-aktif döngü süresince içeriğinde hücre ve doku çalışması olan morfolojik makale kaynağı azdır. Yapısal unsurlar, bazı önemli organlar ışık ve elektron mikroskobunda, morfometrik, sitokimyasal, immünohistokimyasal yaklaşımlar incelenmiştir (Malatesta ve ark., 2005).

### **2.7.1.Kahverengi yağ doku**

Hibernasyondaki hayvanların özellikle kahverengi yağ dokuları hücre aktivitesi ve yapısındaki değişiklikleri araştırmak için uygun bir model gibi görünmektedir (Smith ve Horwitz, 1969). Kahverengi yağ doku, en önemli lipid depolama dokusudur ve prehibernasyon periyodu süresince ciddi biçimde büyür. Hibernasyon süresince kahverengi yağ doku sakin bir etkinlik göstermesine rağmen küçük rodentlerde aktif dönemin başlarında termojenezi etkin hale getirebilmek için harekete geçer (Haywards ve ark., 1965; Wang, 1987).

Rothwell ve Stock, (1979) ile Nedergaard ve Lindberg (1982)'e göre kahverengi yağ doku hücreleri, lipidlerde depolanan yağ asitleri oksidasyonu ile rodentlerde ısı üretir (Watanabe ve ark., 1987). Kahverengi yağ dokunun ana fonksiyonu ısı üretimidir.

Maksimum solunum kapasitesinin iskelet kasından 10 kat fazla olduğu tahmin edilmektedir (Sternberg, 1997).

Ara uyanışlar sırasında hayvanların ihtiyaç duyduğu ısı, kahverengi yağ doku ve çizgili kas aktivitesi yoluyla sağlanmaktadır. Kahverengi yağ dokunun hibernasyonla ilişkili bir fonksiyonu olduğu ilk kez Conrad Gessner (1551) tarafından marmotlarda (*Marmota sp.*) gösterilmiştir. Daha yakın zamanda, değişik koşullarda varlığı yeniden keşfedilmiş ve farklı isimlerle adlandırılmıştır. Rasmussen (1923), o zaman kadar ‘hibernasyon bezi’ olarak adlandırılan kahverengi yağ dokunun sadece hibernasyona giren hayvanlarda bulunmadığını ortaya çıkarmıştır (Nedergaard ve Cannon, 1990). Uzun bir zaman boyunca, verilen isim nedeniyle bu dokunun bir bez fonksiyonu üstlendiği ve hibernasyon için gerekli olan bazı faktörleri salgıladığı düşünülmüştür. İlk defa Smith ve Hock (1963), Smalley ve Dryer (1963), kahverengi yağ dokusunun periyodik uyanışlar sırasında vücudun en sıcak bölgesi olduğunu göstermesiyle, dokunun hibernasyona giren tüm türlerde ara uyanışlar için gerekli olan ısıyı üretmekle görevli olduğu anlaşılmıştır (Nedergaard ve Cannon, 1990).

Hatai (1969) ve Scarbati ve ark., (1987)’larına göre Kahverengi yağ doku bütün memelilerde aynı yapısal görünümündedir. Bu doku üzerinde çalışan araştırmacılar iki önemli özelliği saptamışlardır. Bunlardan biri dokunun lobüler yapısı, diğeri ise dokunun kan kapilleri ağı ve sinir liflerinden zengin oluşudur (Çiftçi , 1989a).

Beyaz ve kahverengi yağ doku arasındaki ayırıcı özellikler birçok araştırmacı tarafından yayımlanmıştır. Bu iki doku arasındaki en belirgin fark kahverengi yağ dokusundaki yağ damlalarının birden fazla (multiloküler), beyaz yağ dokusunda tek (üniloküler) olmasıdır. Ayrıca kahverengi yağ dokusunun hücreleri beyaz yağ dokusu hücrelerine göre daha küçük ve kesitlerde poligonaldır. Kahverengi yağ dokusu kışlayan türlerde ve yeni doğan bireylerde bulunur. Dokunun kahverengi rengi çok fazla miktarda bulunan mitokondrilerden ve sitokromlardan ileri gelmektedir. Kahverengi yağ dokunun oksidatif kapasitesi sitokrom oksidaza bağlı olup kalp kasındakinden daha fazladır (Akay, 1999).

Smith (1961) ve Bloom (1975)'a göre bir hayvan kış uykusundan uyanmaya başladığında ısı üretiminde ve oksijen kullanımında dikkati çekecek kadar artma olduğu bilinmektedir. Sıçan ve tavşan gibi kış uykusuna yatmayan hayvanlarda da skapulalar arası kahverengi yağ dokusunda bölgesel ısı üretme işlevi görülmektedir (Çiftçi , 1989b).

Boyer ve Barnes (1999), kahverengi yağ dokudaki ısı üretimi sayesinde, *Spermophilus parryii*'de vücut sıcaklığının toprak sıcaklığı  $-15^{\circ}\text{C}$  olmasına karşın  $-2^{\circ}\text{C}$  civarında sabit tutulabildiğini belirtmiştir.

### 3. MATERYAL VE YÖNTEM

#### 3.1. Materyal

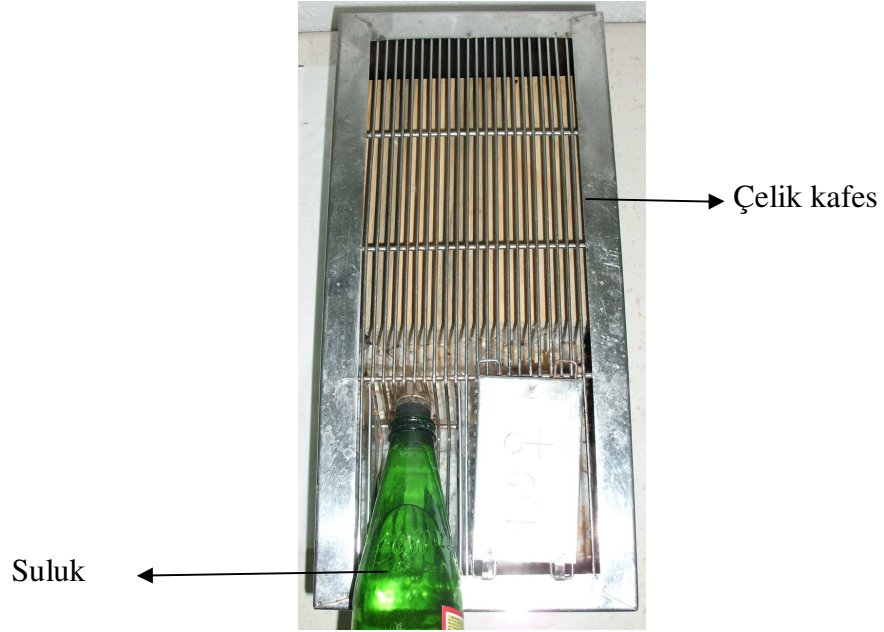
Bu çalışma Antalya ilinin Elmalı ilçesi Çıglıkara bölgesi doğal çevrelerinden 10 Ağustos 2010-16 Ağustos 2010 tarihleri arasında arazi çalışması yapılmış ve laboratuvarda muhafaza edilmiş toplam 10 *Dryomys laniger* örneği üzerinde yapılmıştır. Habitat özellikleri ve hibernasyon mevsimleri dikkate alınarak araziden örnekler temin edilmiştir. Öncelikle türün hibernasyon biyolojisini belirlemek amacıyla ayrı kafeslerde bakımı yapılan 10 örneklilik deney grubu oluşturuldu. Beş dişi ve beş erkek bireyden oluşan bu grup kontrolsüz laboratuvar sıcaklığı ve doğal fotoperiyot altında günlük olarak gözlemlendi. Günlük yapılan kontrollerde hayvan düzenli olarak beslendi. Besin diyetini kuru meyveler, tahıllar oluşturdu. İncelemeye alınan örneklerin 4 tanesi (iki tanesi 5 Ekim 2010 ve 2 tanesi 14 Mart 2011 tarihlerinde sırasıyla önce 4 ♂, 10 ♀ ile sonra 7 ♀, 2 ♀ numaralı bireyler) hibernasyon periyodu içinde doku analizi için öldürülmüştür. Bu örneklerden 4 numaralı olan aktif dönemde, 7 numaralı olan hibernasyon periyodunda aktif haldeyken ve 2 numaralı birey ise hibernasyundayken disekte edildi. 10 numaralı örnek ise laboratuvar ortamına uyum sağlayamayıp hibernasyon periyodunu geçirebilecek ağırlığa ulaşamadığı için prehibernasyon döneminde disekte edildi.

#### 3.2. Yöntem

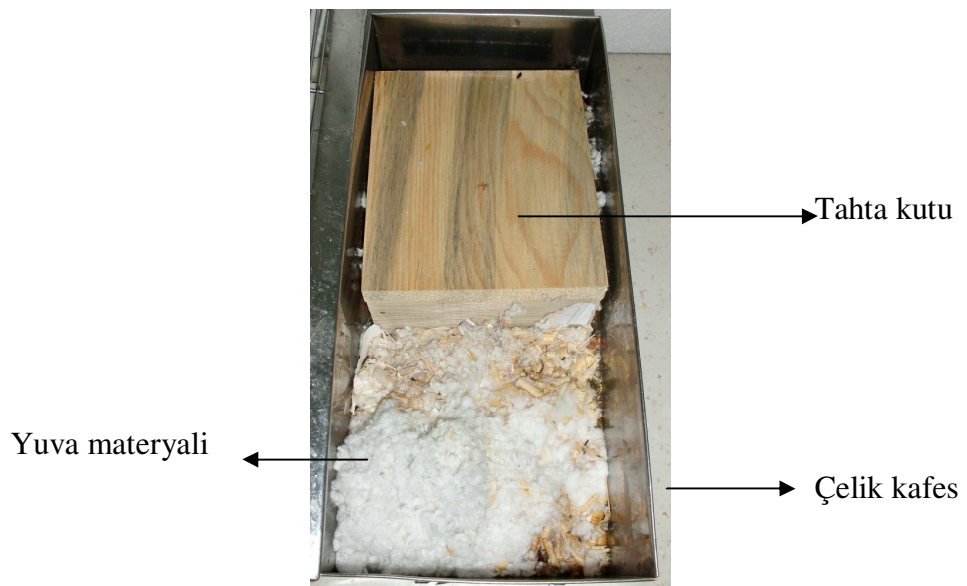
##### 3.2.1. Eşey tayini ve *D. laniger* örneklerinin bakımı

Eşey tayini, eşeyssel açıklığın anüsten uzaklığına göre yapılmıştır (Karabağ, 1953). Eşey tayini, dişilerde erkeklerden daha kısa olan anal-genital mesafe incelenerek yapılmıştır. Resmi gazetede deney hayvanlarının korunmasına ve üretim yerlerine dair yayınlanan yönetmeliğin uygulama talimatına göre rodentler için minimum kafes taban alanı ve yükseklikleri verilmiştir (Aksoy ve ark., 2010). Bu talimata uygun olarak *Dryomys* örnekleri laboratuvarında buldukları süre boyunca bireysel olarak çelik kafeslerde (37x17x12 cm) barındırılmıştır (Resim3.1). Çelik kafeslerin içine 18x15x6,5 ebatlarında yapılmış tek bir çıkışa sahip tahta kutular yerleştirilmiştir

(Resim 3.2). Kafeslere ve tahta kutunun içine yatak materyali olarak kokusuz talaş ve yuva materyali olarak pamuk koyulmuştur. Ayrıca *D. laniger* örneklerinin her birine yeterli miktarda su ve yem verilmiştir. Yem *ad libitum* olarak verilen taze sebze, meyveler (kırmızı erik, armut, kuru üzüm, ahududu), tahıl gevreği ile ceviz, fındık gibi kuruyemişlerden oluşmuştur.



**Resim 3.1.** *D. laniger* örneklerinin barındırıldığı çelik kafesin dış görünümü



**Resim 3.2.** *D. laniger* örneklerinin barındırıldığı çelik kafes iç görünümü

### 3.2.2. Hibernasyona giriş, çıkış tarihlerinin ve hibernasyon süresinin saptanması

*D. laniger* örneklerinin hibernasyonda olup olmadıkları hızar tozu tekniği ile (saw dust) belirlendi. Bu amaçla günlük kontrol edilen örneklerden uyusuk olanların üzerine hızar talaşı konuldu. Bireylerin üzerine dökülen talaşlar ve davranış durumları her gün ve gün boyunca saatte bir kontrol edilerek hayvanların torpor ve ötermi durumları kaydedilmiştir. Talaşların bir sonraki kontrolde bireyin üzerinde bulunması, torporun dolaylı işareti olarak kullanılmıştır (Pengelley ve Fisher, 1961). Bunun yanı sıra, abdominal solunum hareketleri de değerlendirilmiştir. Laboratuvar koşullarında, bireylerin heterotermal dönem uzunluğu, ilk torporun başladığı günden, son torpor periyodunun görüldüğü gün aralığı hesaplanarak saptanmıştır. Ayrıca, hayvanların torpor sırasında vücut pozisyonları ile diğer bazı aktiviteleri kaydedilmiştir. Aynı zamanda idrar ve dışkılama miktarında azalma, aktif dönemin sonlandığının ve torporların başladığının bir kanıtı olarak değerlendirilmiştir (Kolankaya ve ark., 2008). Hibernasyondan çıkışta bireylerde gözlenen konkav abdomen yapısı, anüste kurumuş dışkıların varlığı, vücudun ve ayakların üzerinde kurumuş deri parçalarının bulunması gibi özellikler, bireyin hibernasyondan henüz çıktığının işareti olarak kaydedilmiştir (Michener, 1983a). Bu şekilde günlük yapılan gözlemlerle, hibernasyon periyodunun başlangıcı ve bitişi, hibernasyonda kalınan toplam süre belirlenmiştir.

Laboratuvarda yapılan çalışmalarda hayvanın torporda geçirdiği süreyi kesintiye uğratmamak için, vücut sıcaklık ölçümleri, günlük periyotlarla yapılan kontroller sırasında sadece tesadüfi olarak hayvanın uyanışlarına rastladığı durumlarda yapılmıştır. Vücut sıcaklığı ölçümleri (Hanna instruments-Checktemp) dijital termometre kullanılarak, termometrenin prob kısmının hayvanın rektumundan yaklaşık 0,5 cm içeriye sokulması suretiyle gerçekleştirilmiştir. *D. laniger* örneklerinin bulunduğu laboratuvarın sıcaklığı ve nemi günlük olarak kaydedildi.

Günlük fotoperiyod canlılar hibernasyona girene kadar laboratuvarda bulunan pencere yardımıyla gün ışığı ile sağlandı. Hibernasyon döneminin başlamasıyla ışıklanma periyodu (aydınlık-karanlık) sürekli karanlık olacak şekilde ayarlandı (*D.*

*laniger* örneklerinin kontrolü sırasında kullanılan loş ışık hariç). Bu koşullar heterotermal dönemin sonuna kadar devam ettirildi. Ayrıca heterotermal dönemin bir kısmı boyunca (Kasım 2010-Mart 2011 tarihleri arasında) *Dryomys* örneklerine besin verilmedi.

Doğadan laboratuvara getirilen hayvanlara, heterotermal dönem boyunca su ve yem verilmemesi (özel amaçlı çalışmalar hariç) hibernasyon ile ilgili araştırma yapmak için standart bir uygulamadır (Vaughan ve ark., 2006). Hibernasyona giriş tarihi ile hibernasyondan çıkış tarihi arasında geçen toplam sürenin hesaplanması ile hibernasyon süresi belirlenmiştir (Demirsoy ve ark., 2001).

### **3.2.3. Hibernasyona girişte ve hibernasyondan çıkışta vücut ağırlıklarının saptanması**

Ağırlık ölçümleri, torpor süresinin kısa olduğu aylarda haftalık olarak, torpor süresinin 1 haftayı geçtiği aylarda ise sadece bireylerin uyandıkları dönemde (Mrosovsky, 1974) yapılmıştır. Bu işlem için dijital tartı (Smarty) kullanılmıştır. Hibernasyon süresi boyunca ağırlıkları haftalık olarak tartıldı. Tartım yapılan gün hibernasyonda olan hayvanlar uyandırılmayarak aynı hafta içinde hibernasyondan çıktıkları gün tartıldı. Elde edilen ağırlık değeri o haftanın ağırlık değeri olarak kaydedildi. Ölçümler sırasında hayvanın hareket etmesini engellemek amacıyla bez çanta kullanılmıştır. Canlının net ağırlığını elde etmek için çantanın ve örneğin ağırlığı birlikte ölçüldükten sonra çantanın ağırlığı toplamdan çıkarılarak bulunmuştur.

Hibernasyon boyunca kaybedilen net vücut ağırlığı hibernasyona giriş ile hibernasyondan çıkış ağırlığı arasındaki fark bulunarak elde edilmiştir (Michener ve Locklear, 1990).

### **3.2.4. Histolojik preparatların hazırlanması**

Aktif dönemdeki *D. laniger* örneğinden ve hibernasyondaki *D. laniger* örneğinden laboratuvarında yapılan diseksiyon ile interskapular bölgeden kahverengi yağ doku

alınmıştır. Ayrıca aktif dönemdeki ve hibernasyondaki *D. laniger* örneklerinin karın bölgelerinden beyaz yağ doku alınmıştır. Histolojik inceleme için alınan dokular fiksatif olarak % 10'luk tamponlanmış nötral formalin solüsyonuna alınmıştır.

% 10'luk tamponlanmış nötral formalin solüsyonu (Lillie ve Fullmer, 1976 ve Thompson ve Luna, 1978)

Formaldehit, %37-%40.....	100.0 ml
Distile su.....	900.0 ml
Sodyum fosfat monobazik.....	4 g
Sodyum fosfat dibazik (anhidro).....	6.5 g

Doku örnekleri 24 saat fiksatifte bekletildikten sonra doku takibi için kasetlere uygun olarak yerleştirilmiş ve Leica-ASP 300 marka doku takibi cihazına alınarak otomatik doku takibi yapılmıştır. Takipten çıkan kasetlerdeki dokular sıvı parafine gömülerek bloklama yapılmıştır.

Bloklardan rotary mikrotom ile 4-5 µm'lik kesitler alınmış ve preparatlar rutin boya için (Hematoksilen-Eozin) Leica marka Auto Stainer XL marka cihazda boyanmıştır. Boyanan preparatlar lama entellan damlatılarak uygun lamelle kapatılmıştır. Ve mikroskopta incelenerek (Olympus BX53 marka) fotoğrafları çekilmiştir.



## 4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA

### 4.1. Araştırma Sonuçları

#### 4.1.1. Hibernasyona giriş ve hibernasyon süresi

Hibernasyon döneminin gözlemlenmesi 10 örneklilik bir deney grubu ile kontrolsüz laboratuvar şartlarında yapıldı. Laboratuvarın sıcaklığı ve nemi *D. laniger* örnekleri araziden laboratuvara getirildikleri ilk haftadan itibaren günlük olarak kaydedildi. Aktif dönemde *D. laniger* örneklerinin beslenmek için sık sık tahta kutunun dışına çıktıkları görüldü (Resim 4.1). *D. laniger* örneğinin beslenme, dışkılama ve dinlenme zamanlarında genellikle kafesin köşelerinde bulunmayı tercih ettiği gözlemlendi.



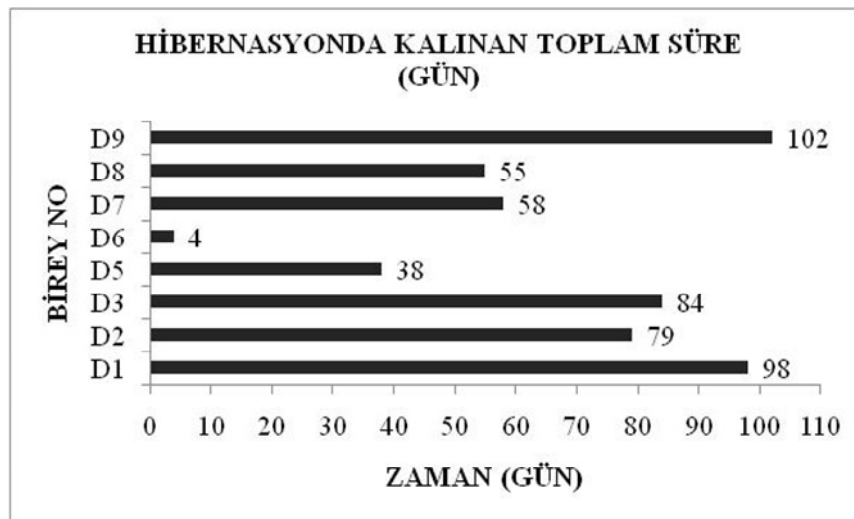
**Resim 4.1.** Aktif dönemde Anadolu kayauyuru

Gözlem yapılan 10 ergin örnekten ilk hibernasyon 9 no'lu (♀) örnekte 11 Ekimde gözlemlendi. 9 no'lu örneğin hibernasyona girdiği tarih olan 11 Ekimde laboratuvar

sıcaklığı 16°C olarak laboratuvar çalışması süresince tutulan deftere kaydedildi. Bu örneği 26 Ekimde hibernasyona başlayan 3 no'lu (♂) örnek izledi. En son olarak 2 (♀) no'lu birey 13 Aralıkta hibernasyona girdi (Çizelge 4.1). 2 no'lu örneğin hibernasyona girdiği 13 Aralıkta laboratuvar sıcaklığı 12°C olarak kaydedildi.

Deney için disekte edilen örnekler hariç tutularak bireylerin hibernasyon süreleri hesaplandı. Hibernasyon periyodunun başlangıcı ilk torporun gözlemlendiği tarih olarak belirlendi. Hibernasyon periyodunun bitimi ise torpordan çıkan en son bireyin çıkış tarihi olarak belirlendi. Buna göre ilk hibernasyona başlayan örnek 11 Ekim 2010 tarihinde 9 no'lu (♀) birey olarak bulundu. Hibernasyondan çıkan en son birey ise 17 Nisan 2011'de hibernasyon dönemini bitiren 1 no'lu (♂) örnek olarak belirlendi.

*D. laniger*'in hibernasyon periyodu 11 Ekim 2010 ve 17 Nisan 2011 tarihleri arasında 189 gün sürmüştür. Bu süre içerisinde hibernasyonda kalınan net süre D1 için 98 gün, D2 için 79 gün, D3 için 84 gün, D5 için 38 gün, D6 için 4 gün, D7 için 58 gün, D8 için 55 gün, D9 için 102 gün olarak bulundu (Şekil 4.1).



**Şekil 4.1.** *D. laniger* örneklerinin kış uykusu süresince hibernasyonda kaldıkları gün sayıları (D4 ve D10 prehibernasyon döneminde disekte edilmiştir)

*D. laniger* örnekleri arasında ilk olarak 9 numaralı örnek 11.10.2010'da hibernasyona girdi. 9 numaralı örneği 26.10.2010'da hibernasyona giren 3 numaralı *Dryomys* örneği takip etti. Bu tarihten itibaren 03.11.2010 tarihinde 5 numaralı örnek, 07.11.2010 tarihinde yedi numaralı örnek, 12.11.2010 tarihinde bir numaralı örnek, 13.11.2010 tarihinde altı numaralı örnek, 15.11.2010 tarihinde sekiz numaralı örnek, 13.12.2010 tarihinde iki numaralı örnek sırasıyla hibernasyona girdi (Çizelge 4.1).

Hibernasyon süresi boyunca iki numaralı örnek 41 gün kesintisiz hibernasyonda kalırken, bir numaralı örnek 26 gün, üç numaralı örnek ise 21 gün süreyle en uzun kesintisiz hibernasyon periyodu sergiledi. Dokuz numaralı *D. laniger* örneği en uzun kesintisiz 12 gün hibernasyonda kalırken beş ve sekiz numaralı bireylerin en uzun kesintisiz hibernasyon süresi 9 gün olarak bulundu. Yedi numaralı örnek hibernasyon periyodu içerisinde bir hafta süreyle en uzun kesintisiz hibernasyon sergilerken, altı numaralı bireyde ise sadece iki gün kesintisiz hibernasyon görüldü. Dört ve on numaralı bireyler prehibernasyon döneminde histolojik çalışmalar için disekte edildiğinden hibernasyon periyodu takip edilemedi (Çizelge 4.1).

Hibernasyon periyodunu sonlandıran ilk birey 01.12.2010 tarihinde uyanan altı numaralı örnek oldu bunu 19.01.2011 tarihinde uyanan 5 no'lu örnek takip etti. Bu örneği sırasıyla 04.03.2011 tarihinde uyanan üç numaralı örnek ve 22.03.2011 tarihinde uyanan sekiz no'lu örnek izledi. Bunu takiben 09.04.2011 tarihinde dokuz no'lu örnek uyandı, son olarak 17.04.2011 tarihinde bir no'lu örnek hibernasyon periyodunu tamamlayarak uyandı (Çizelge 4.1).

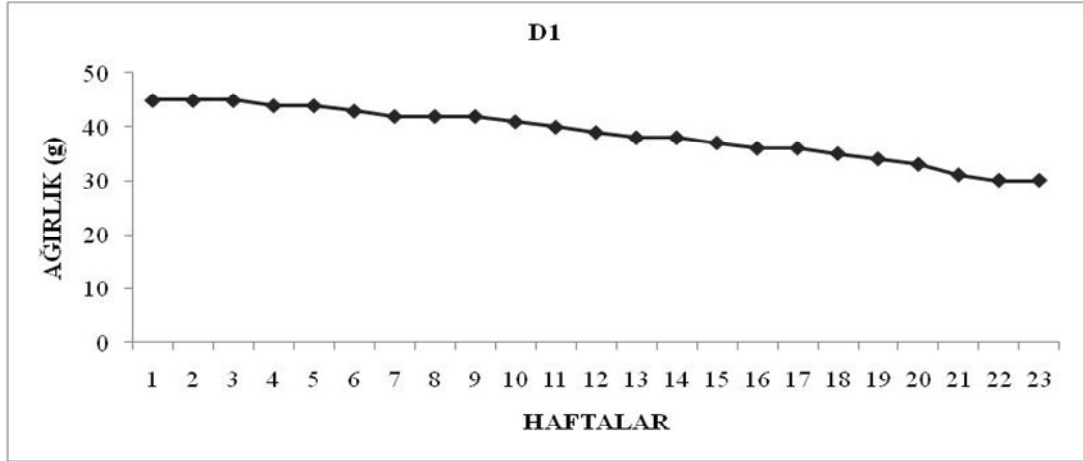
**Çizelge 4.1.** *D. laniger* örneklerinde hibernasyona başlama ve hibernasyonun bitiş tarihleri ile hibernasyonda kalınan süreler

Örnek No	Hibernasyona Başlama Tarihi	Hibernasyonun Bitiş Tarihi	Kesintisiz hibernasyonda kalınan en uzun ve en kısa süre
D1 (♂)	12.11.2010	17.04.2011	26 gün-2 gün
D2 (♀)*	13.12.2010	14.03. 2011	41 gün-4 gün
D3 (♂)	26.10.2010	04.03.2011	21 gün-5 gün
D4 (♂)*	-	-	-
D5 (♂)	03.11.2010	19.01.2011	9 gün-2 gün
D6 (♂)	13.11.2010	01.12.2010	2 gün-1 gün
D7 (♀)*	07.11.2010	14.03. 2011	7 gün-2 gün
D8 (♀)	15.11.2010	22.03.2011	9 gün-1 gün
D9 (♀)	11.10.2010	09.04.2011	12 gün-2 gün
D10 (♀)*	-	-	-

\*= Doku analizi için disekte edilen bireyler

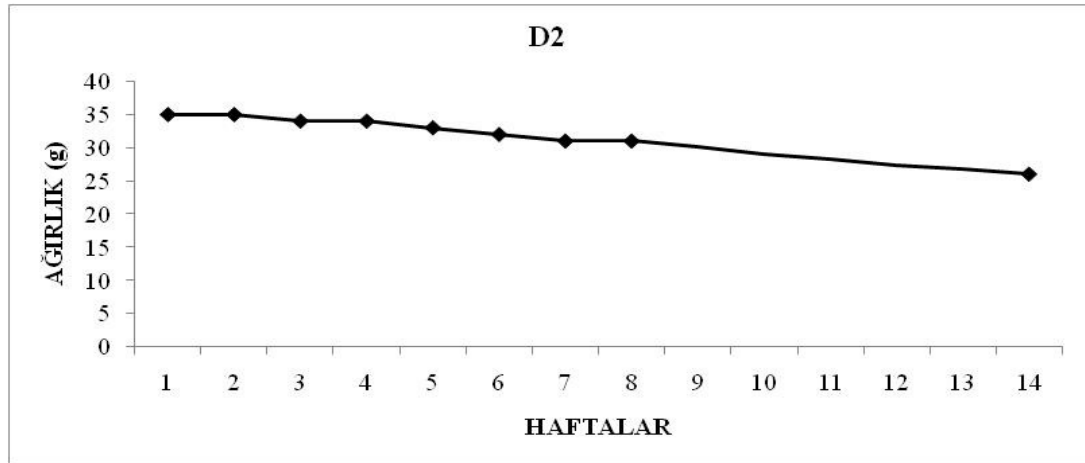
#### 4.1.2. Hibernasyon boyunca ağırlık kaybı

Labroratuvar ortamına iyi adapte olduğu ve prehibernasyon döneminde hibernasyona hazırlık için iyi bir şekilde beslendiğinden hibernasyona girişteki en yüksek ağırlık 45 g olarak 1 no'lu örnek olarak kaydedildi. 1 no'lu *D. laniger* örneği hibernasyon periyodu içerisinde 15 g ağırlık kaybetti. Özellikle 16. haftadan sonra canlının ağırlığında hızlı bir azalış gözlemlendi (Şekil 4.2).



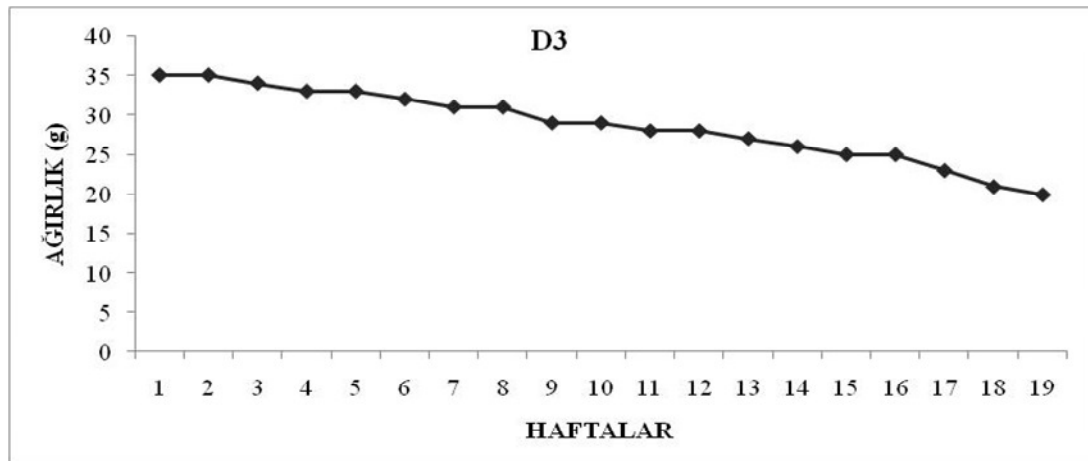
**Şekil 4.2.** Bir no'lu *D. laniger* örneğinde hibernasyon periyodu süresince gözlenen ağırlık değişimleri

2 no'lu örneğin hibernasyona giriş ağırlığı 35 g olarak kaydedildi. Hibernasyon periyodu süresince gözlemlenen 14 hafta boyunca ilk 8 haftada ağırlık değişiminde ciddi bir dalgalanma olmazken 8. Haftadan itibaren kesintisiz torpor süresinin artması ve buna bağlı olarak ara uyanışların azalması ile derin hibernasyonda olan örneğin ağırlığında ciddi bir kayıp gözlemlendi. Disekte edilmeden önce yapılan son tartımda 2 no'lu *D. laniger* örneğinin vücut ağırlığı 26 g olarak kaydedildi. Hibernasyon periyodu içerisinde ağırlığında 9 g azalış meydana gelen 2 no'lu örnek diğer örneklerden farklı olarak en uzun kesintisiz hibernasyon süresi sergileyen örnek olması ile de ayrıca önem kazandı (Şekil 4.3).



**Şekil 4.3.** İki no'lu *D. laniger* örneğinde hibernasyon periyodu süresince gözlenen ağırlık değişimleri (Bu örnek 14 Mart 2011 tarihinde histolojik çalışmalar için disekte edildi)

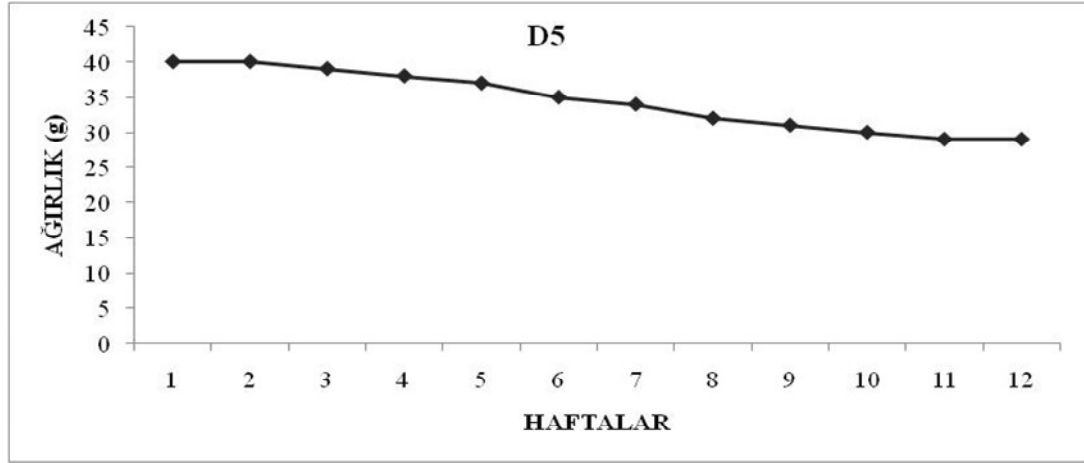
Hibernasyona girişteki ağırlığı 35 g olarak ölçülen 3 no'lu *D. laniger* örneğinin gözlemlenen 19 hafta süresince özellikle 16. hafta ile hibernasyon döneminin bitişiyle son tartımın yapıldığı 19. haftalar arasında ağırlığında belirgin bir düşüş gözlemlendi (Şekil 4.4).



**Şekil 4.4.** Üç no'lu *D. laniger* örneğinde hibernasyon periyodu süresince gözlenen ağırlık değişimleri

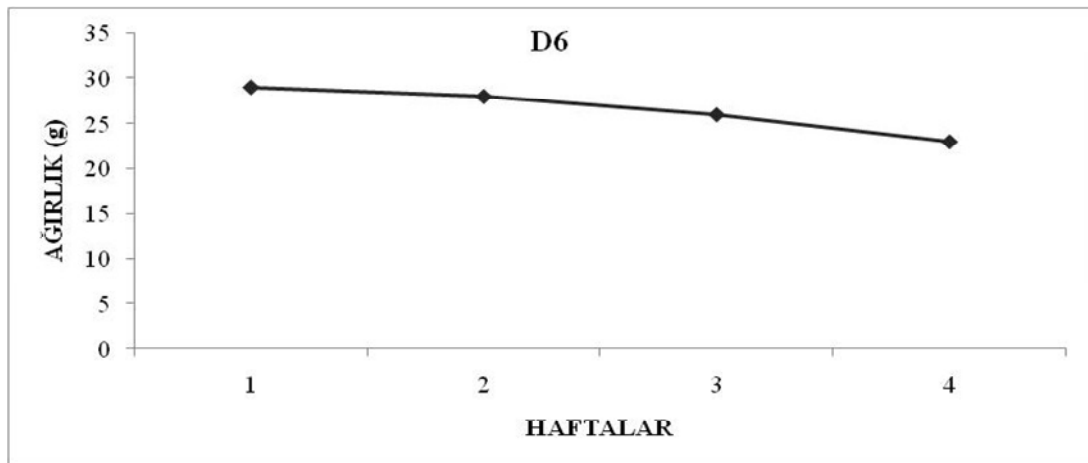
40 g vücut ağırlığı ile hibernasyon dönemine başlayan 5 no'lu *D. laniger* örneğinin hibernasyon döneminde en fazla ağırlık kaybı 6 ve 9. haftalar arasında olmuştur. 5

no'lu *D. laniger* örneğinin Hibernasyon dönemini sonlandırdığında canlının vücut ağırlığı 29 g olarak kayıt edilmiştir (Şekil 4.5).



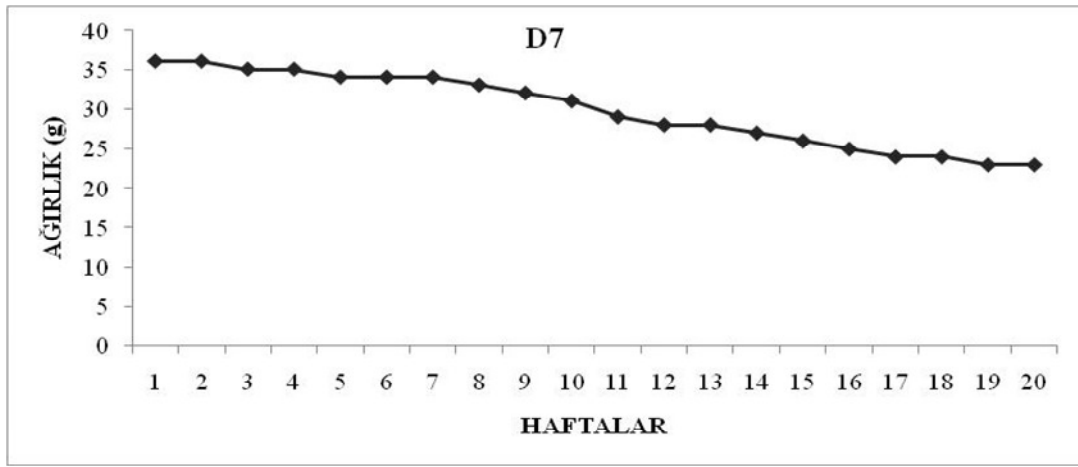
**Şekil 4.5.** Beş no'lu *D. laniger* örneğinde hibernasyon periyodu süresince gözlenen ağırlık değişimleri

Gözlemlenen örneklerde en düşük hibernasyona giriş ağırlığı 29 gram ile 6 no'lu örnekte saptandı. 6 numaralı *D. laniger* örneği takip edilen hibernasyon periyodu içerisinde 6 g ağırlık kaybetmiştir. Hibernasyondan çıkış ağırlığı 23 g olarak ölçülmüştür (Şekil 4.6).



**Şekil 4.6.** Altı no'lu *D. laniger* örneğinde hibernasyon periyodu süresince gözlenen ağırlık değişimleri

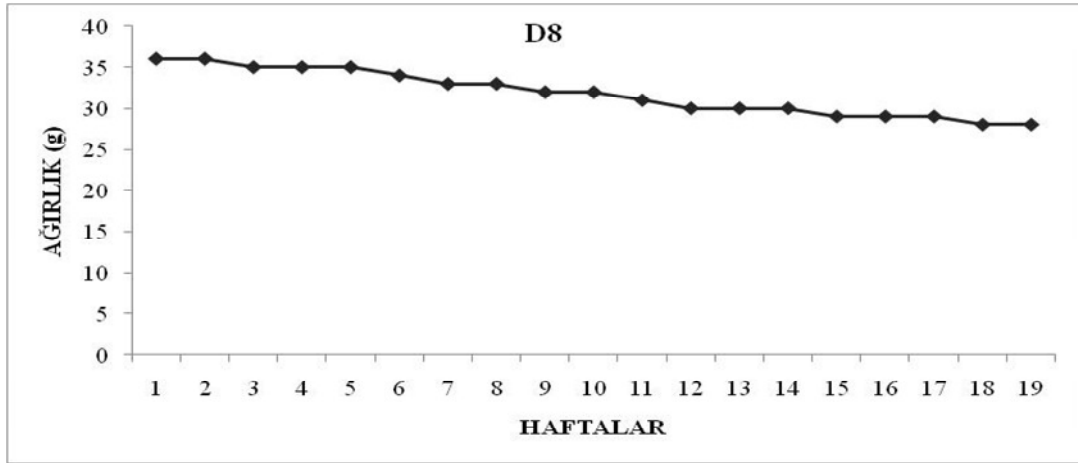
7 no'lu *D. laniger* örneğinin hibernasyona girişteki vücut ağırlığı 36 g olarak bulunmuştur. Hibernasyon periyodu içerisinde yapılan haftalık tartımlar sırasında canlıda en fazla ağırlık kaybı 8 ve 11. haftalar arasında bulunmuştur. 14 Mart 2011 tarihinde histolojik çalışmalar için disekte edilen örneğin disekte dilmeden önce yapılan son tartım ağırlığı 23 g olarak kaydedilmiştir. Hibernasyona başlangıç tarihinden disekte edildiği tarihe kadar geçen süre içerisinde 7 no'lu *D. laniger* örneğinin ağırlığında 13 g azalma meydana gelmiştir (Şekil 4.7).



**Şekil 4.7.** Yedi no'lu *D. laniger* örneğinde hibernasyon periyodu süresince gözlenen ağırlık değişimleri (Bu örnek 14 Mart 2011 tarihinde histolojik çalışmalar için disekte edildi)

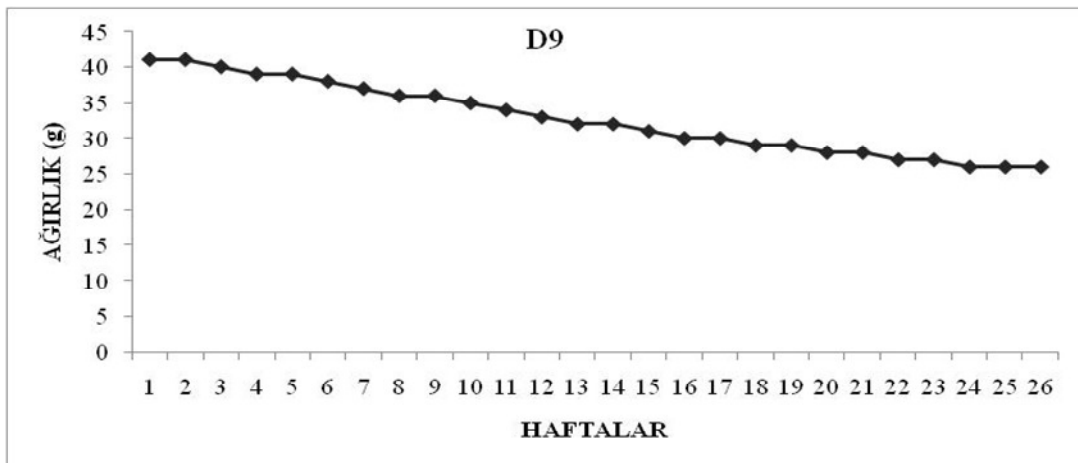
8 no'lu *D. laniger* örneğinin hibernasyon periyoduna girişteki vücut ağırlığı 36 g olarak tartılmıştır. Hibernasyon periyodu sonunda yapılan tartımda hibernasyondan çıkış ağırlığı 28 g olarak kaydedilmiş ve 8 no'lu *D. laniger* örneğinin hibernasyon dönemi içerisinde 8 g ağırlık kaybettiği bulunmuştur (Şekil 4.8).





**Şekil 4.8.** Sekiz no'lu *D. laniger* örneğinde hibernasyon periyodu süresince gözlenen ağırlık değişimleri

9 no'lu *D. laniger* örneğinin hibernasyon periyoduna girişteki vücut ağırlığı 41 g olarak tartılmıştır. 1 no'lu örnek 45 g vücut ağırlığı ile hibernasyona girerken 9 no'lu *D. laniger* örneği 41 g vücut ağırlığı ile hibernasyona girmiş ve hibernasyona girişte en yüksek vücut ağırlığına sahip *D. laniger* örneklerinden birisi olmuştur. Hibernasyondan çıkış ağırlığı 27 g olarak bulunan 9 no'lu *D. laniger* örneğinin hibernasyon periyodu içerisinde vücut ağırlığında 14 g azalış meydana gelmiştir (Şekil 4.9).



**Şekil 4.9.** Dokuz no'lu *D. laniger* örneğinde hibernasyon periyodu süresince gözlenen ağırlık değişimleri

Bir numaralı *D. laniger* örneğinin hibernasyona giriş ağırlığı 45 g, iki ve üç numaralı örneklerin hibernasyona giriş ağırlığı 35 g olarak tartılmıştır. Dört numaralı *D. laniger* örneği prehibernasyon döneminde disekte edilmeden önce tartılmış ve ağırlığı 27 g olarak bulunmuştur. Beş numaralı örneğin hibernasyona giriş ağırlığı 40 g, 6 numaralı bireyin 29 g, yedi ve sekiz numaralı bireylerin ise 36 gram olarak kaydedilmiştir. Dokuz numaralı *D. laniger* örneğini 45 g vücut ağırlığı ile hibernasyona girerken vücut ağırlığı sadece 12 gram olan, araziden laboratuvara getirildiği günden beri laboratuvar ortamına alışamayıp sürekli kilo kaybeden ve en sonunda 12 g'a düşen on numaralı örnek de prehibernasyon döneminde disekte edilmiştir (Çizelge 4.2).

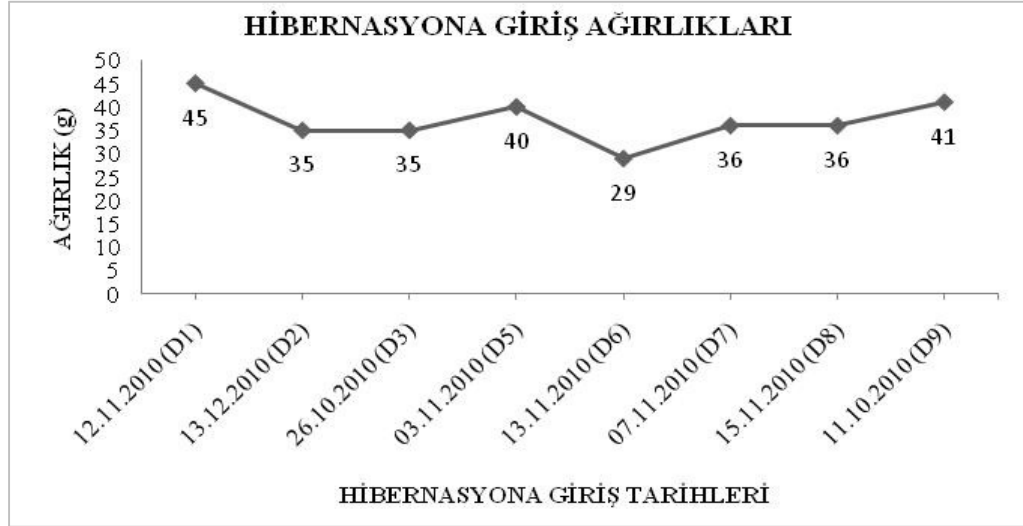
Sonuç olarak laboratuvarda gözlenen örneklerin hibernasyona giriş ağırlıklarının 45 ile 12 gram arasında değiştiği ve 10 adet *D. laniger* örneğinin hibernasyona girişteki ortalama vücut ağırlığının ise 33,6 g olduğu belirlendi (Çizelge 4.2).

**Çizelge 4.2.** Çalışmada kullanılan 10 örneğin hibernasyona giriş, hibernasyondan çıkış ağırlıkları ve ağırlıktaki yüzde değişim

Örnek No	Hibernasyona Giriş Ağırlığı	Hibernasyondan Çıkış Ağırlığı	Ağırlıktaki yüzde (%) değişim
D1 (♂)	45 g	30 g	% 33,3 azalma
D2 (♀)*	35 g	26 g* (14 Mart 2011)	% 25,7 azalma
D3 (♂)	35 g	20 g	% 42,9 azalma
D4 (♂)*	27 g	27 g * (5 Ekim 2010)	% 0 değişim yok
D5 (♂)	40 g	29 g	% 27,5 azalma
D6 (♂)	29 g	23g	% 20,7 azalma
D7 (♀)*	36 g	23 g * (14 Mart 2011)	% 36,1 azalma
D8 (♀)	36 g	28g	% 22,2 azalma
D9 (♀)	41 g	27 g	% 34,1azalma
D10 (♀)*	12 g	10 g *(5 Ekim 2010)	% 16 azalma*

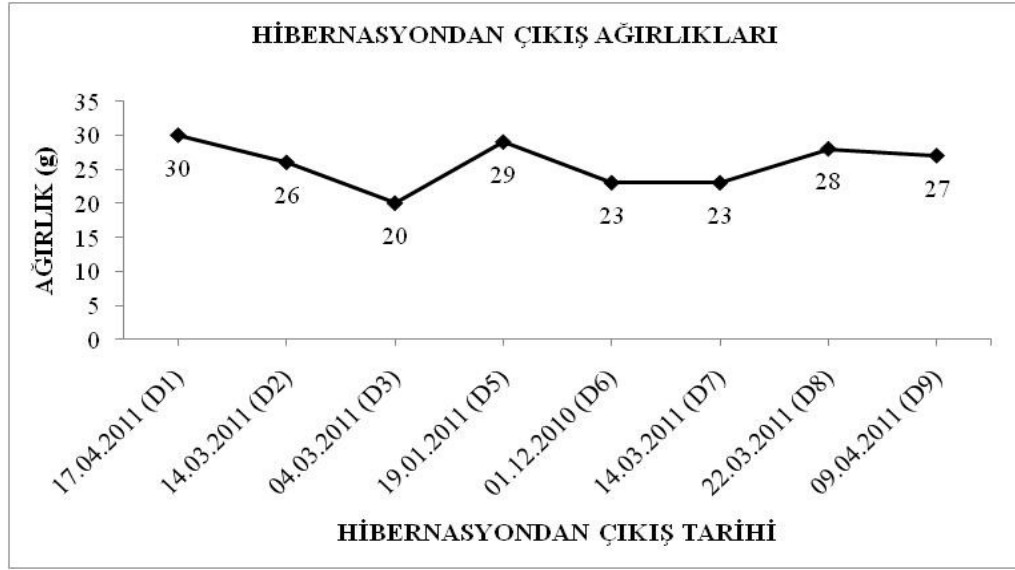
\*=doku çalışmaları için 5 Ekim 2010 ve 14 Mart 2011 tarihinde disekte edilen örnekler

Hibernasyona giriş ağırlığı en düşük olan birey 29 g ile 6 no'lu *Dryomys* örneğidir. Hibernasyona girişte en yüksek ağırlığa sahip olan birey ise 1 no'lu *Dryomys* örneğidir (Şekil 4.10).

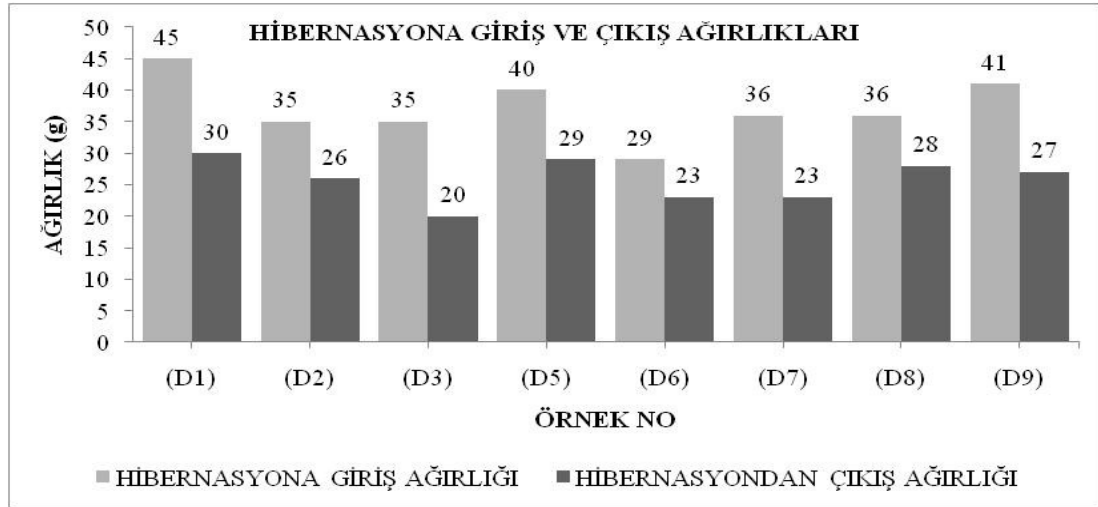


**Şekil 4.10.** Çalışmada gözlemlenen 10 adet *D. laniger* örneğinin hibernasyona giriş ağırlıkları ve hibernasyona giriş tarihleri (4 ve 10 numaralı *D. laniger* örnekleri prehibernasyon döneminde disekte edildiklerinden şekle alınmamıştır)

Hibernasyondan çıkış ağırlığı en düşük olan birey 20 g ile 3 no'lu *D. laniger* örneği olmuştur. Hibernasyonda çıkış ağırlığı en yüksek olan birey ise 30 g ile 1 no'lu *D. laniger* örneği olmuştur (Şekil 4.11).



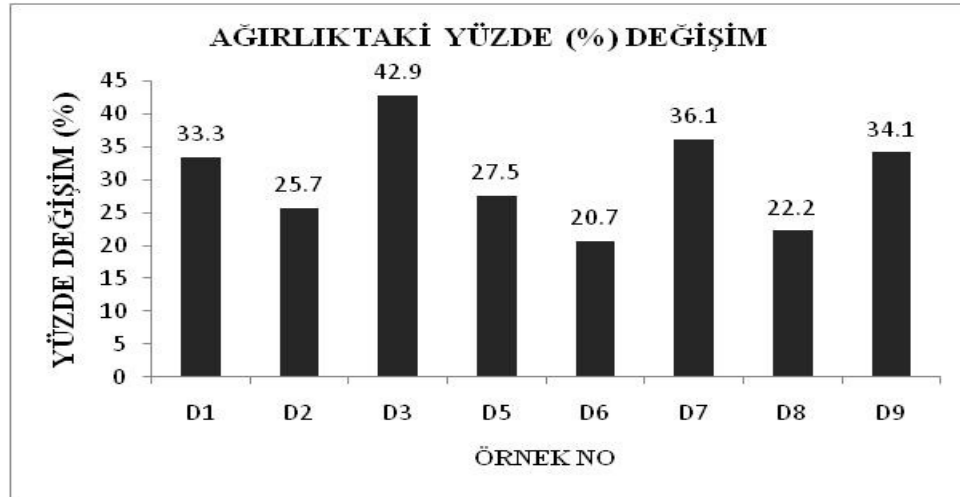
**Şekil 4.11.** Çalışmada gözlemlenen 10 adet *D. laniger* örneğinin hibernasyondan çıkış ağırlıkları ve hibernasyondan çıkış tarihleri (4 ve 10 numaralı *D. laniger* örnekleri prehibernasyon döneminde 5 Ekim 2010 tarihinde disekte edildiğinden şekle alınmamıştır)



**Şekil 4.12.** Çalışmada gözlemlenen 10 adet *D. laniger* örneğinin hibernasyona giriş ve çıkış ağırlıkları

Hibernasyon süresince ağırlığı en fazla azalan birey % 42,9 ile 3 no'lu örnek olmuştur. 4 ve 10 numaralı örnekler ise hibernasyona girişte disekte edildiği için hibernasyondan çıkış ağırlığı yoktur. Bu nedenle şekle alınmamıştır. Deney amaçlı disekte edilen bireyler (2, 4, 7 ve 10 no'lu) hariç tutulduğunda kalan 6 örnekte

hibernasyon süresince ağırlıktaki değişim % 20,7 ile % 42,9 arasında değişim göstermektedir (Şekil 4.13).



**Şekil 4.13.** *D. laniger* örneklerinin hibernasyon periyodu süresince ağırlıklarında meydana gelen yüzde değişim (Histolojik çalışma için disekte edilen 4 ve 10 no'lu örnekler şekle alınmamıştır)

Sonuçta gözlemlenen tüm örneklerde hibernasyonun başlaması ve besine duyulan isteksizliğin bir sonucu olarak ağırlıklar azalma göstermiştir (Şekil 4.12).

#### 4.1.3. Laboratuvar sıcaklığı ve nemi

Laboatuvar sıcaklığı hibernasyon dönemi başlamadan 18 Ağustos 2010 yılında laboratuvara *D. laniger* örnekleri getirildiği ilk haftadan itibaren kaydedilmeye başlanmıştır. Laboratuvarın ısısı 24°C olarak nem düzeyi ise %56 olarak kaydedilmiştir. Anadolu kayauyuru örneklerinin bulunduğu laboratuvarın sıcaklığı en yüksek 24°C en düşük ise 7 °C arasında değişim göstermiştir (Şekil 4.14). Aynı zamanda laboratuvarın nemi ise en düşük %48, en yüksek ise % 88 olarak kayıt edilmiştir (Şekil 4.15). Sıcaklık şubat ayına kadar sürekli düşmüş ve mart ayından sonra sürekli düşmeye başlamıştır. Laboratuvar nemi ise Şubat ayında en üst düzeye ulaşmıştır.



**Şekil 4.14.** 2010-2011 yılına ait laboratuvar sıcaklığının değişimi (Başlangıç günü 1: 18 Ağustos; Bitiş günü 243: 17 Nisan)



**Şekil 4.15.** 2010-2011 yılına ait laboratuvar nem değişimi (Başlangıç günü 1: 18 Ağustos; Bitiş günü 243: 17 Nisan)

#### 4.1.4. Ara uyanışlar sırasında vücut sıcaklığı

Hibernasyon periyodu içerisinde ara uyanışlar sırasında en yüksek vücut sıcaklığı en yüksek 32.1 °C en düşük 8,7°C olarak ölçülmüştür (Çizelge 4.3). Kontrolsüz laboratuvar koşullarında ara uyanışlara denk gelen zamanlarda yapılan vücut sıcaklığı ölçümleri ile laboratuvar sıcaklığı ölçümleri karşılaştırıldığında örneklerin vücut ısısının her zaman laboratuvar sıcaklığının üzerinde olduğu bulunmuştur.

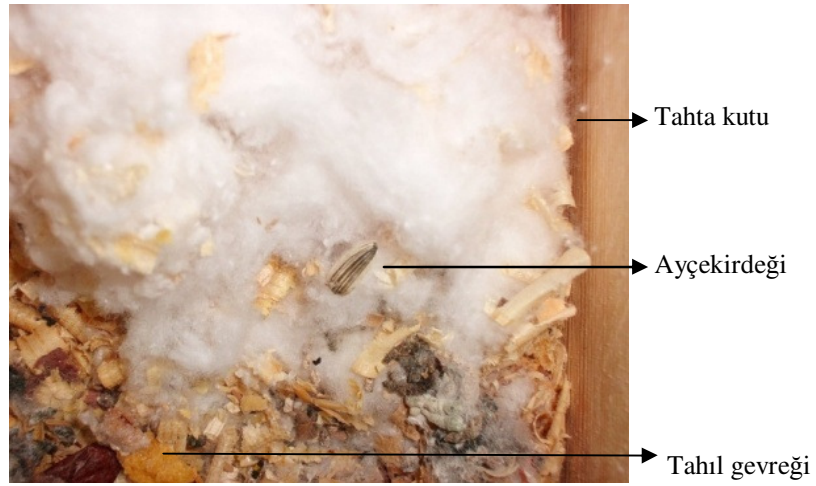
**Çizelge 4.3.** Ara uyanışlar sırasında sıcaklık değişimi (Vs=Vücut sıcaklığı, Ls= Laboratuvar sıcaklığı)

Birey No	Ekim	Kasım	Aralık	Ocak	Şubat	Mart	Nisan
	Vs-Ls	Vs-Ls	Vs-Ls	Vs-Ls	Vs-Ls	Vs-Ls	Vs-Ls
D1	17,8/16°C	14,6/12°C	13,7/11°C	13,1/9°C	11,9/9°C	14,1/11°C	17,8/14°C
D2	27,8/17°C	17,2/13°C	16,5/14°C	8,7/9°C	-	-	-
D3	29,1/18°C	21,4/14°C	14,8/ 11°C	10,5/ 9°C	12,8/9°C	-	-
D5	31,5/18°C	27,8/14°C	15,2/11°C	11,9 /9°C	-	-	-
D6	29,5/18°C	24,7/13°C	-	-	-	-	-
D7	28,9/17°C	24,6/13°C	16,3/14°C	22,8/10°C	22,5/9°C	26,7/10°C	-
D8	32,1/18°C	22,5/14°C	14,8 /11°C	12,4/9°C	13,9/7°C	13,6 /11°C	-
D9	29,9/18°C	16,8/14°C	15,1 /12°C	11,6/9°C	10,2/8°C	12,6/10°C	15,8/13°C

#### 4.1.5. Torpor-ötermik dönemlere ait gözlemler

Hayvanlar *ad libitum* olarak beslenmelerine rağmen ara uyanışlar sırasında beslenmeye isteksiz oldukları gözlemlenmiştir. *D. laniger* örneklerinin hepsinde kafesin ya da yuva olarak yapılmış tahta kutunun içerisinde sadece bir köşede uyumayı tercih ettikleri görülmüştür. Uyku için sadece kafesin ya da kutunun bir köşesinde pamuktan kendine yuvarlak, derin bazen tek bir çıkışı olan, bazende tamamen kapalı bir yuva yaptığı görülmüştür. *D. laniger* örneklerinin prehibernasyon döneminde tahtadan yapılmış yuva içerisine ayçekirdeği ve tahıl gevreği taşıdığı ve yuva içinde biriktirdiği göze çarpmıştır (Resim 4.2). Canlıların yaptığı bu yuvanın uzağında bölgeler seçerek kafesin ve yuvanın köşelerine dışkıladığı gözlemlenmiştir (Resim 4.3).

Hibernasyon dönemi boyunca takip edilen ve gözlemlenen *D. laniger* örneklerinin kafes içine pamuktan yaptıkları yuvada top şeklinde kıvrılarak (Bkz. Resim 4.4) hibernasyona girdikleri gözlemlendi.



**Resim 4.2.** Anadolu kayauyurunda besin biriktirme davranışı (Şekilde örnekler tarafından yuvaya taşınmış ayçekirdeği ve tahıl gevreğini görmektedir)





**Resim 4.3.** Anadolu kayauyurunda dışkılama davranışı

26 Kasım'da 7 numaralı *D. laniger* örneğinin tahta kutunun yuva giriş deliğini pamukla sıkıca tıkadığı ve kendini tahta kutunun içine hapsettiği gözlem sırasında ilginç bir ayrıntı olarak kaydedilmiştir. Torpor sırasında bireylerin ön ve arka ayaklarını abdomen bölgesine çekerek, kuyuklarını vücutları etrafına doladıkları ve vücutlarının top gibi yuvarlak bir hal sergilediği gözlenmiştir (Resim 4.4). Torpor döneminde (ölen 5 ve 6 numaralı bireyler hariç) canlıların tümünde sırt üstü yatış pozisyonu görülmüştür. İki bireyin derin torpordan ötermik döneme geçemediği için öldüğü tahmin edilmektedir. Bu iki bireyde vücut pozisyonu diğerlerinden farklı olacak şekilde yüzüstü olarak gözlemlenmiştir.

Bireylerin derin torpordan ötermik döneme geçtikleri uyanışın ilk birkaç dakikasında kendilerini koruyamayacak kadar savunmasız ve halsiz oldukları gözlemlenmiştir. Kafesin kontrol amaçlı açılıp kapanması sırasında ara uyanışlara denk gelen zamanlarda 7 ve 8 numaralı *D. laniger* örneklerinin ıslık sesine benzer tiz bir ses çıkardıkları fark edilmiştir.



**Resim 4.4.** Torpor sırasında *D. laniger*'in vücut pozisyonu

#### 4.1.6. Kahverengi yağ doku histolojisi

Hibernasyon döneminde derin uykudayken disekte edilen örneğin skapulalar arasındaki kahverengi yağ dokusundan parça alındı ve histolojik olarak doku takibi yapıp fotoğraflandı. Disekte edilen örneğin sırt kısmında, boynun arkasına denk gelen bölgede vücudun diğer bölgelerine göre belirgin şekilde renk farklılığı gösteren kahverengi yağ doku gözlemlendi (Resim 4.5). Aktif dönemde disekte edilen *D. laniger* örneği ile hibernasyon dönemindeki örnek karşılaştırıldığında hibernasyondaki örnekte interskapular bölgede makroskopik olarak belirgin şekilde gözlenen renk farklılığının yanı sıra dokunun gözle görülür loblu yapısı gözlemlendi. Hibernasyon döneminde disekte edilen örneğin interskapular kahverengi yağ dokusunun aktif dönemde disekte edilen örneğin dokusuna göre daha büyük olduğu vücutta daha fazla yer kapladığı ve daha koyu renkte kahverengi olduğu dikkat çekti.

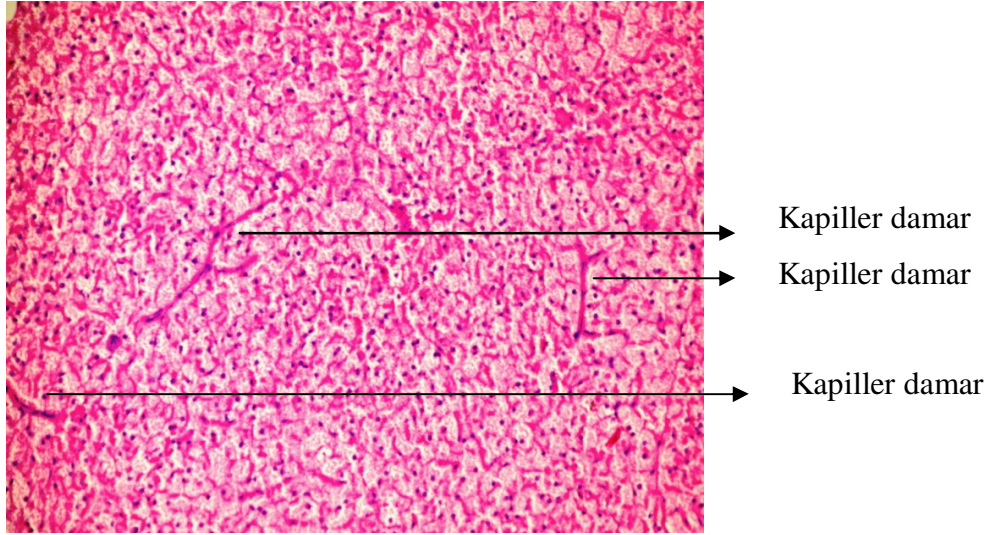


**Resim 4.5.** *D. laniger*'de İnterskapular kahverengi yağ dokusunun vücuttaki gösterimi

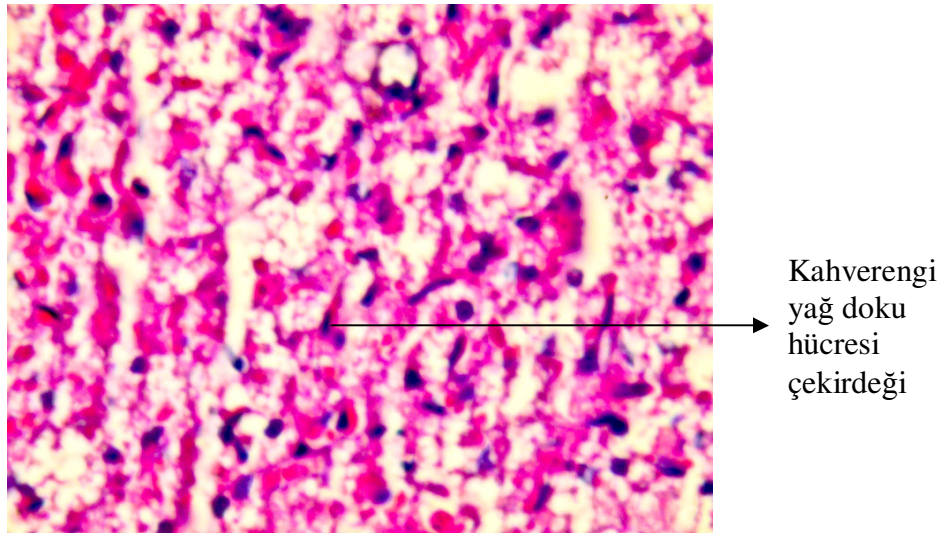
Hibernasyon döneminde disekte edilen örneğin dokularından alınan kesitler Hematoksilen ve Eozin ile boyanıp preparatlar ışık mikroskopunda x200 büyütmede incelendiğinde kahverengi yağ dokuda kapiller damarlar belirgin şekilde görüldü (Resim 4.6). Kahverengi yağ doku hücre çekirdeğinin daha iyi görülebilmesi için



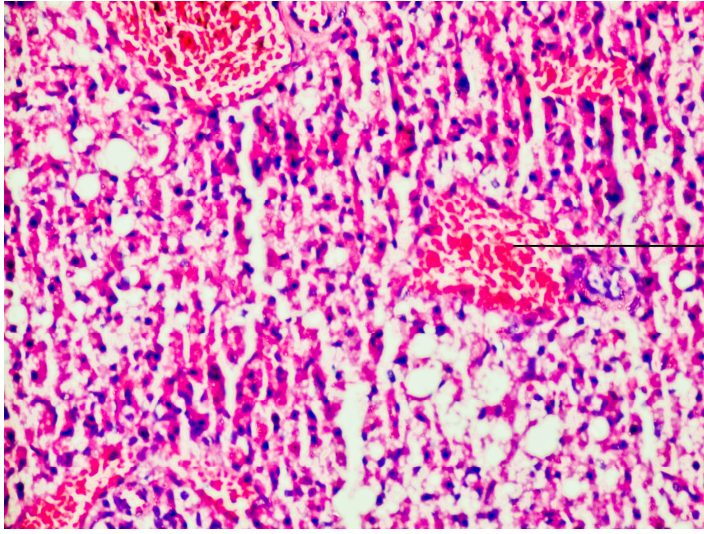
x1000 büyütmede doku fotoğraflandı (Resim 4.7). Aktif dönemde disekte edilen örneğin kahverengi yağ dokusundan alınan kesit laboratuvarında fotoğraflandı. Kapiller damarlar ve kahverengi yağ doku hücreleri gözlemlendi (Resim 4.8).



**Resim 4.6.** Hibernasyondaki *D. laniger* (2 numaralı örnek)'in İnterskapular kahverengi yağ dokusunun ışık mikroskopunda görüntüsü ( $\times 200$ ) Hematoksilen-Eozin



**Resim 4.7.** Hibernasyondaki *D. laniger* (2 numaralı örnek)'in İnterskapular kahverengi yağ dokusunun ışık mikroskopunda görüntüsü ( $\times 1000$ ) Hematoksilen-Eozin

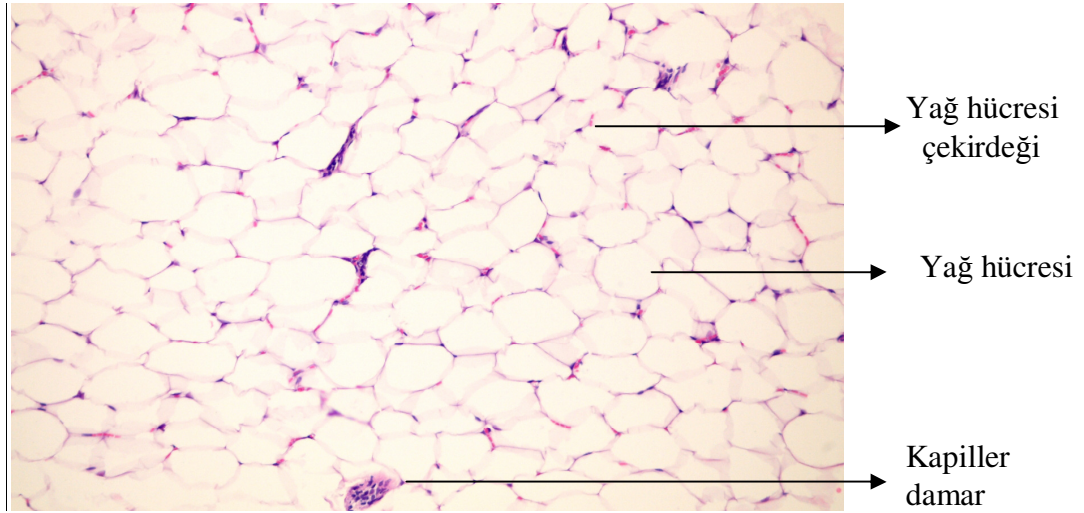


Kapiller damar

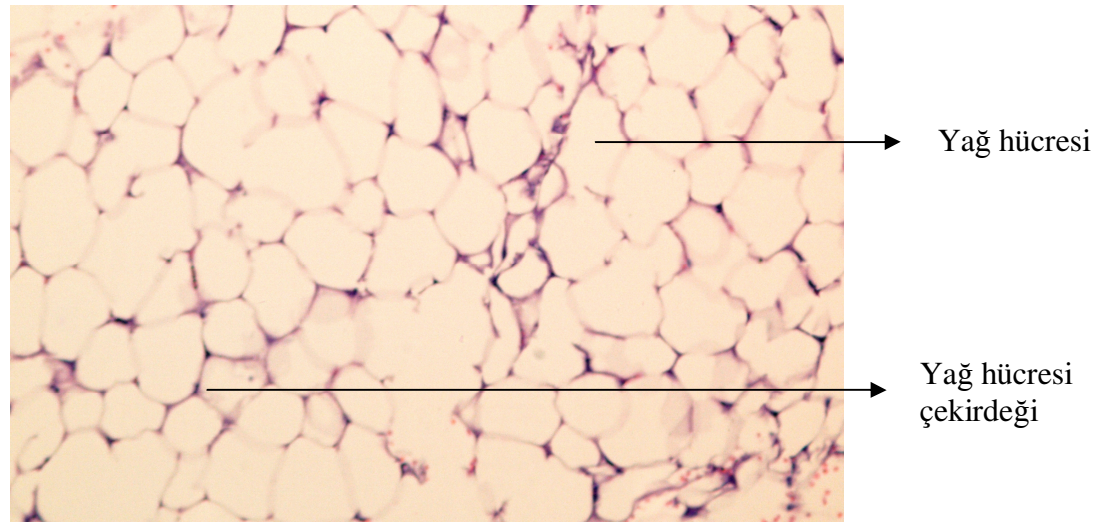
**Resim 4.8.** Aktif dönemdeki *D. laniger* (4 numaralı örnek)'in İnterskapular kahverengi yağ dokusunun ışık mikroskopunda görüntüsü ( $\times 400$ ) Hematoksilen-Eozin

Hibernasyon periyodu içerisinde disekte edilen örneğin beyaz yağ dokusundan alınan kesitlerde yağ hücreleri, yağ hücresi çekirdeği ve kılcal damar görüntülendi (Resim 4.9). Aktif dönemde disekte edilen *D. laniger* örneğinin beyaz yağ dokusu içerisindeki yağ hücreleri fotoğraflandı (Resim 4.10).

Hibernasyodayken disekte edilen bireyin kahverengi yağ dokusundaki kapiller damarlar aktif dönemde disekte edilen *D. laniger* örneğinin kahverengi yağ dokusuna göre daha belirgin olduğu gözlemlendi.



**Resim 4.9.** Hibernasyondaki *D. laniger* (2 numaralı örnek)'in Beyaz yağ dokusunun ışık mikroskopunda görüntüsü ( $\times 200$ ) Hematoksilen-Eozin



**Resim 4.10.** Aktif dönemdeki *D. laniger* (4 numaralı örnek)'in Beyaz yağ dokusunun ışık mikroskopunda görüntüsü ( $\times 200$ ) Hematoksilen-Eozin

## 4.2. Tartışma

Hibernasyon süresi boyunca ara uyanışlarda *D. laniger* örneklerinin ısıklık sesine benzer tiz bir ses çıkardığı fark edilmiştir.

Prehibernasyon döneminde *D. laniger* örneklerinin yuva içine besin depo ettikleri gözlenmiştir (Bkz. Resim 4.2). Palearktık bölgede (Kuzey Avrasya ılıman bölge) yaşayan bazı Gliridae türleri hibernasyona girerler ve bu türlerin çoğu besinleri vücutlarına depo ederler. *Dryomys nitedula* ve *Glis glis*'in dışarıya besin depo ettikleri bilinmektedir (Roots, 2006).

Kart (2000) *Spermophilus xanthopymnus*' a ait 12 bireyin yanak cebi içinde büyük ölçüde tohumların bulunduğunu buna karşın hayvansal materyalin yer almadığını saptamıştır. Benzer şekilde özellikle sonbaharda hibernasyon süreci öncesinde yuva girişlerinde bol miktarda yabancı ot tohumlarının bulunduğu belirtilmiştir (Karabağ, 1953). Falkenstein ve ark. (2001), doymamış yağ asitlerinin özellikle en önemli olan temel yağ asitlerinin alımının gereğinden ve memeliler tarafından sentezlenemediği için hibernasyona hazırlık döneminde beslenme yoluyla alımının öneminden bahsetmiştir.

Geiser ve Kenagy (1987) bitki tohumlarının doymamış yağ asitleri bakımından zengin olduğunu ve omurgalı hayvanların membran lipidlerinin yüksek miktarda doymamış yağ asitleri ile soğuk havayı tölere edebildiklerinden bahsetmiştir.

Kryštufek ve Vohralík (2005)' e göre bazı *D. laniger* örneklerinin midesinde çilek ve defne yağı bulunmuştur. Eylülde Madenköyde yakalanmış Anadolu kayauyurunun midesinde berberis tohumları baskın olarak bulunmuştur (Yiğit ve ark., 2006). Kontrolsüz laboratuvar koşullarındaki çalışmamda *D. laniger* örneklerinin prehibernasyon döneminde yuvaya ayçekirdeği taşıdığı, kuru ya da taze meyveler yerine bu dönemde yüksek miktarda ayçekirdeği, ceviz gibi besinlerle beslenmeyi tercih ettikleri göze çarpmıştır.



Hibernasyon döneminde vücut ısısının düzenlenmesinde rol alması nedeniyle kahverengi yağ dokunun önemi büyüktür. Kahverengi rengi içerdiği çok sayıda kan damarları ve mitokondrilerindeki renkli sitokromlardan kaynaklanır. Multiloküler yağ dokusu vücudun her tarafına yayılmış uniloküler yağ dokusunun aksine vücudun belirli yerlerinde toplanmıştır (Sternberg, 1997). Disekte edilen hibernasyondaki örneğin sırt kısmında beyaz yağ dokudan renk olarak belirgin şekilde ayrılan kahverengi yağ doku dikkati çekmiştir (Bkz. Resim 4.5, Resim 4.9).

Hibernasyon dönemine girişte dışkı miktarında ve yoğunluğunda belirgin bir artış gözlemlenirken hibernasyon süresi içinde dışkı miktarında gözle görülür bir azalma meydana gelmiştir. *D. laniger* örneklerinin dışkı ve idrarlarını kafes içinde belirli köşelere (kafes ve tahta yuvanın kesiştiği kısımlar) yaptığı gözlemlenmiştir (Bkz. Resim 4.3). Ayrıca yedi no'lu *D. laniger* örneği prehibernasyon döneminde yuva olarak yapılmış tahta kutunun giriş deliğini pamukla açılmayacak şekilde sıkıca tıkaması davranışsal açıdan ilginç bir ayrıntı olarak kaydedilmiştir. Hibernasyon sürecinden çıkan örneklerin kuyruklarında gözle görülür bir uzama fark edilmiştir.

Çolak ve ark., (1998) tarafından değişen ortam şartlarında tutulan *Glis glis orientalis*'in hibernasyonu ve vücut ağırlığındaki değişimler araştırılmıştır. *G. g. orientalis*'in 28 Kasım'da, 18°C'un altındaki ortam sıcaklığında ve 180 g vücut ağırlığında hibernasyona girdiği gözlenmiştir. *G. g. orientalis*'in hibernasyondan uyanma tarihleri 13 Mayıs ile 6 Haziran arası olarak verilmiştir. Hibernasyonda kalma süresi ise en uzun 181 gün, en kısa 5 gün olarak kayıt edilmiştir bu süre içerisinde kesintisiz en uzun hibernasyonda kalma süresinin ergin bireyler için 31 gün olduğu belirtilmiştir. Yapılan tez çalışmasında Anadolu kayauyurunun hibernasyon sezonunun yedi uyurlardakinden farklı olarak hibernasyon sezonu Ekim-Nisan ayları arasında gözlemlenmiştir. *G.g. orientalis*'in 18°C gibi oldukça yüksek bir çevre sıcaklığında hibernasyona girmesi Yediuuyurların zorunlu hibernatör olmalarından ve vücutlarında meydana gelen yıllık fizyolojik değişikliklerden dolayı hibernasyona yatmalarından kaynaklanmaktadır. Yedi uyurlar için 18°C'luk çevre sıcaklığı hibernasyona giriş için kritik sıcaklık değeri iken Anadolu kayauyuru için 16 °C'dur. Çalışılan iki türün hibernasyonu *Dryomys laniger*'in hibernasyon sezonunun daha



uzun olması, en uzun kesintisiz torpor süresinin daha fazla olması, daha erken hibernasyona başlaması ve daha düşük sıcaklıkta hibernasyona girmesi ile fark gösterir.

Kart (2000), bilim uzmanlığı tezinde Kontrolsüz laboratuvar koşullarında gerçekleştirdiği çalışmalar sırasında hibernatör bir tür olan *Spermophilus xanthoprimum*'un en uzun kesintisiz torpor süresini erkeklerde 9-13 gün, dişilerde 12-22 gün olarak bulmuştur ve erkeklerde en uzun kesintisiz torpor süresinin dişilere göre daha kısa olduğunu saptamıştır.

Yiğit ve ark. (2000), ise *S. xanthoprimum*'un hibernasyonu ile ilgili makalesinde örneklerin en uzun ve en kısa hibernasyonda kalma süresini 100 ve 21 gün olarak, kesintisiz en fazla hibernasyonda kalma süresini ise 13 gün olarak bulmuştur. *S. xanthoprimum* örneklerinin hibernasyon periyodunda ağırlıklarının ortalama % 28'ini kaybettiklerini ortaya koymuştur. Hibernasyona giriş ağırlığı en yüksek 495 g, en düşük 250 g olarak bulunmuştur. *S. xanthoprimum*'un hibernasyondan çıkış ağırlığı ise en düşük 197 g, en yüksek 309 g olarak bulunmuştur.

Walhovd (1976), *Muscardinus avellanarius*'un doğal hibernakulumda 5 Aralıkta torpora başladığını ve hibernakulumdan ilk çıkışının 4 Martta olduğunu gözlemlemiştir. Canlının hibernakulumda kaldığı 88 gün boyunca hava ısısı -5 °C ile 8,5 °C arasında değişim göstermiştir.

Küçük rodentlerde ve hibernasyona giren hayvanlarda kahverengi yağ dokunun soğuk hava tarafından aktive edilip ısı üretilir. Bu durum kaslarda görülen titreme olmaksızın ısı üretimini sağlar. Kahverengi yağ doku düşük ısı riski için kullanılır. Histolojik olarak kahverengi yağ doku; kapiller, sinirler, adipositler ve konnektif dokulardan oluşan hücreler şeklinde organize olmuştur. İnce fibröz tabaka, kan damarı, sinirler, seyrek olarak dağılmış beyaz yağ doku ile çevrelenmiştir (Sternberg, 1997).

Sternberg (1997)'e göre kahverengi yağ hücreleri çok sayıda sinir aksonu ve kan damarı içeren kollojen lif ağı tarafından çevrelenmiştir. Damarlanma adipositler arasında akan çok sayıda kılcıal damar ile oldukça belirgindir. Sıçanlarda kahverengi yağ dokudaki damarlanmanın beyaz yağ dokudan 4-6 kat daha fazla olduğu tahmin edilmektedir. Aktif dönemde ve hibernasyon döneminde disekte edilen *D. laniger* örneklerinde kahverengi yağ dokuda beyaz yağ dokuya göre daha fazla kılcıal damar bulunduğu görülmüştür (Bkz. Resim 4.6, Resim 4.9).

**Çizelge 4.4.** Üç hibernatör türün hibernasyonda kaldıkları toplam süreler ve kesintisiz hibernasyonda kalma süreleri

	Hibernasyon periyodunda hibernasyonda kalınan maksimum ve minimum süre	Hibernasyon periyodunda kesintisiz hibernasyonda kalınan maksimum ve minimum süre	Hibernasyona girişteki maksimum ve minimum ağırlıkları	Hibernasyondan çıkıştaki maksimum ve minimum ağırlıkları
<i>D. laniger</i>	4-102 gün	1-41 gün	45 -29 g	30-20 g
<i>G. g. orientalis</i>	5-181 gün	1-36 gün	87-190 g	83-169 g
<i>S. xanthoprymus</i>	21-100 gün	1-13 gün	495-250 g	197-309 g

## 5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada; Anadolu kayauyuru (*Dryomys laniger*)'nun hibernasyonu kontrolsüz laboratuvar sıcaklığında 10 örneklik deney grubu ile davranışsal açıdan incelenmiştir. Gözlemlenen 10 ergin örneğin hibernasyon periyodunun 11.10.2010-17.04.2010 tarihleri arasında toplam 189 gün sürdüğü gözlemlendi. Hibernasyon süresince hayvanların ağırlık kaybının % 42,8 ile % 20,6 arasında değiştiği belirlendi.

Ayrıca *D. laniger*'in hibernasyon dönemi içinde, interskapular kahverengi yağ ve karın bölgesinden alınan beyaz yağ dokuları ilk kez bu çalışmada incelenerek fotoğraflanmıştır.

Avrupa birliğine giriş sürecinde Avrupa birliği ülkeleri ve üyeliğe yeni kabul edilenler sahip oldukları biyolojik zenginliklerini, buna bağlı olarak türlerin koruma ve ticaret statülerini açıkça belirlemektedirler. Bir ülkenin biyolojik zenginliğinin en önemli kısımlarından birini memeli hayvanlar oluşturmaktadır.

Çalışmamızda elde edilmiş bulgular, ülkemizdeki *Dryomys laniger*'in biyolojisi ve hibernasyon döneminde davranışı hakkında fikir sahibi olmamızı sağlamakla kalmayıp aynı zamanda endemik olan bu türün etkili bir şekilde korunmasını sağlamak için önemli bilgiler sunmamaktadır.

Türün hibernasyonunun daha iyi takip edilebilmesi için Anadolu kayauyurunun arazide de hibernasyon davranışının gözlemlenmesi ve kaydedilmesi gerekmektedir. Hibernasyon döneminde meydana gelen değişiklikler ışık mikroskopunda doku seviyesinde incelenmesinin yanında elektron mikroskopunda hücre düzeyinde de incelenmelidir. Böylece tür sitolojik ve histolojik olarak incelenerek türün biyolojisinin anlaşılması sağlanacaktır.

Endemik bir tür olması nedeniyle *Dryomys laniger*'in seçilmiş canlı olması ve daha önce bu türde hibernasyonun incelenmemesi nedeniyle çalışmanın orjinalliği önem kazanmaktadır.

Elde edilmiş bulgularla bu konudaki eksikliğin bir ölçüde giderilmesi ve bilimin doğası gereği bundan sonra yapılacak çalışmalara bir temel oluşturması amaçlanmıştır.

## KAYNAKLAR

- Akay, T. M., 1999. Genel Histoloji, Palme Yayıncılık, Ankara, 200 s.
- Aksoy, A., Kolbakır, F., Hökelek, M., 2010. Laboratuvar hayvanları, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Yayınları, Samsun, 407 s.
- Barnes, B. M., 1989. Freeze avoidance in a mammal body temperatures below 0°C in an Arctic hibernator. *Science*, 244, 1593-1595.
- Bartholomew, G. A., 1986. The diversity of temporal heterothermy, in *Living in The Cold*. Ed: H. C. Heller, X. J. Musacchia, L. C. H. Wang , Proceedings of the Seventh International Symposium on Natural Mammalian Hibernation, Elsevier Science Publishing Co., New York, 1-9.
- Blank, J. L., Desjardins, C., 1986. Metabolic and reproductive strategies in the cold, in *Living in The Cold*, H. C. Heller, X. J. Musacchia, L. C. H. Wang (eds.), Proceedings of the Seventh International Symposium on Natural Mammalian Hibernation, Elsevier Science Publishing Co., New York, 373-381.
- Boyer, B. B., Barnes, B. M., 1999. Molecular and metabolic aspects of mammalian hibernation. *Bio Science*, 49(9), 713-724.
- Buruldağ, E., Kurtonur, C., 2001. Hibernation and Postnatal Development of the Mouse-Tailed Dormouse, *Myomimus roachi* Reared Outdoor's in a Cage. *Trakya University Journal of Scientific Research Vol.2*, 179-186.
- Buckie, A.P., Smith, R. H., 1994. *Rodents Pests and Their Control*. CAB Int. Press, London, 405 p.
- Cannon, B., Nedergaard J., 1985. The biochemistry of an inefficient tissue: Brown adipose tissue. *Essays Biochem.*, 20, 110-164.
- Carey, H., Andrews, M. T., Martin, S. L., 2003. Mammalian Hibernation: Cellular and Molecular Responses to depressed Metabolism and Low Temperature. *Physiol. Rev.* , 83, 1153-1181.
- Corbet, G.B., 1978. The Mammals of the Palaearctic region: a taxonomic review. *Brit. Mus. Nat. Hist. London/Cornell Univ. Press.* p. 1-334.
- Çolak, E., Yiğit, N., Sözen, M., 1998. Hibernation and body weight in Dormice, *Glis glis orientalis* (Nehring, 1903) (Rodentia: Gliridae), maintained under uncontrolled conditions. *Tr. J. of Zoology.* 22, 1-7.
- Çiftçi, N., 1989a. Tiroksinin oda ısısında sıçan skapulalar arası kahverengi yağ dokusuna etkisinin elektron mikroskobu düzeyinde incelenmesi. *Onadokuz Mayıs Üni. Tıp Fak. Derg.* 6(4), 465-472.

- Çiftçi, N., 1989b. Tiroksinin soğuk ortamda sıçan skapulalar arası kahverengi yağ dokusuna etkisinin elektron mikroskobu düzeyinde incelenmesi. Onadokuz Mayıs Üni. Tıp Fak. Derg. 6 (3), 373-383.
- Demirsoy, A., Barlas, N., Kart, M., Gür, H., 2001. Proje Raporu. Spermophilus xanthoprimum (Bennet, 1835)'un Biyolojisi ve Davranışsal-Biyokimyasal Açısından Hibernasyonunun İncelenmesi. Türkiye Bilimsel ve Teknik Araştırma Kurumu (TÜBİTAK), Ankara.
- Doğramacı, S., 1989. Türkiye Memeli Faunası. Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Dergisi, 1(3), 107-136.
- Falkenstein, F., Körtner, G., Watson, K., Geiser, F., 2001. Dietary fats and body lipid composition in relation to hibernation in free-ranging echidnas. J. Comp. Physiol B., 171, 189-194.
- Felten, H., Storch, G., 1968. Eine neue Schläfer-art *Dryomys laniger* n. sp. Aus Kleinasien (Rodentia: Gliridae). Senckenbergiana biol., 49 (6), 429-435.
- Felten, H., Spitzenberger, F. and Storch, G. 1973. Zur Kleinsaugerfauna West-Anatoliens. Teil II. Senckenbergiana Biol., 54, 227-290.
- French, A. R., 1988. The patterns of mammalian hibernation, American Scientist, 76, 569-575.
- Geiser, F., Kenagy, G. J., 1987. Polyunsaturated lipid diet lengthens torpor and reduces body temperature in a hibernator. *Regu Physiol.*, vol. 252, no. 5.
- Geiser, F., Hiebert, S., Kenagy, G. J., 1989. Torpor Bout Duration during the Hibernation Season of Two Sciurid Rodents: Interrelations with Temperature and Metabolism. Department of Zoology, University of Washington, pp. 489-503.
- Geiser, F., Hiebert, S., Kenagy, G. J., 1990. TorporBout Duration during the Hibernation Season of Two Sciurid Rodents: Interrelations with Temperature and Metabolism. *Physiological Zoology* 63 (3), 489-503.
- Geiser, F., Ruf T., 1995. Hibernation versus daily torpor in mammals and birds: physiological variables and classification of torpor patterns. *Physiol Zool* 68, 935-966.
- Geiser, F., 1998. Evolution of daily torpor and hibernation in birds and mammals: importance of body size. *Clinical and Experimental Pharmacology and Physiology*, 25, 736-740.
- Geiser, F., 2004. Metabolic rate and body temperature reduction during hibernation and daily torpor. First published 2003. *Annu. Rev. Physiol*, 66, 239-74.

- Geiser, F., 2010. Hibernation, Daily Torpor and Estivation in Mammals and Birds: Behavioral Aspects. In: Breed M.D. and Moore J., (eds.) Encyclopedia of Animal Behavior, volume 2, pp. 77-83 Oxford: Academic Press.
- Grigg, G. C., Beard, L. A., Augee, M. L., 1991. Echidnas in the high country. *Australian Natural History*, 23(7), 528-537.
- Harlow, H., 1997. Winter body fat, food consumption and nonshivering thermogenesis of representative spontaneous and facultative hibernators: the white-tailed prairie dog and black-tailed prairie dog. *J. Therm. Biol*, 22, 21-30.
- Harlow, H.J., Frank, C.L., 2001. The role of dietary fatty acids in the evolution of spontaneous and facultative hibernation patterns in prairie dogs. *J Comp Physiol B Biochem Syst Environ Physiol* 171, 77-84.
- Haywards, J.S., Lyman C.P. and Taylor C. 1965. The possible role of brown fat as source of heat during arousal from hibernation. *Ann. NY Acad. Sci.*, 131, 441-446.
- Hayward, J., Ball, E. G., 1966. Quantitative Aspects Of Brown Adipose Tissue Thermogenesis During Arousal From Hibernation. *Bio Bull* 131, 94-103.
- Himms-Hagen J., 1986. Brown adipose tissue and cold acclimatation. In: Trayhurn, P., and Nicholls, D.G. (eds). *Brown adipose tissue*. Edward Arnold, London, 214-268.
- Hoffman, R.A., 1964. Terrestrial animals in the cold: hibernators. In: Dill, D.C., Adolph, E.F., and Wilber, C.G. (eds), *Handbook of Physiology, Section 4, Adaptation to the Environment*, American Physiological Society, Washington DC, 379-403.
- Holden, M. E., 1993b. Family Myoxidae. In: Wilson, D. E. & Reeder, DA. M. (eds.) *Mammal species of the World. A taxonomic and geographic reference*. 2<sup>nd</sup> ed. Smithsonian Institution Press, Washington, pp, 763-770.
- Holden, M. E., 1996. Description of a new species of *Dryomys* (Rodentia, Myoxidae) from Balochistan, Pakistan, including morphological comparisons with *Dryomys laniger* Felten&Storch, 1968, and *D. nitedula* (Pallas, 1778). *Bonn. Zool. Beitr.*, 111-131.
- Horwitz, B.A., Hamilton J.S. and Kott K.S, 1985. GDP binding to hamster brown fat mitochondria is reduced during hibernation. *Am. J. Physiol.*, 249, R 689-693.
- Hudson, J. W., 1973. Torpidity in mammals, in *Comparative Physiology of Thermoregulation*. G. C. Whittow (edt.), Vol 3, Academic Press, London, 97-165.



- Kart, M. H., 2000. *Spermophilus xanthoprimum*'ta Hibernasyonun Davranışsal ve Biyokimyasal Açıdan Değerlendirilmesi. Bilim Uzmanlığı Tezi, Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü/ Biyoloji Anabilim Dalı, Ankara.
- Karabağ, T., 1953. Ankara dolaylarındaki tarla sincaplarının (*Citellus*'ların) biyolojisi ve bunlarla savaş usulleri. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, 48, 1-68.
- Kenagy, G. J., Sharbaugh, S. M., Nagy, K. A., 1989. Annual cycle of energy and time expenditure in a Golden mantled ground squirrel population., *Oecologia*, 78, 269-282.
- Kıvanç, E., Verimli, R., Çolak, E., Yiğit, N., 1995. Effect of Hibernation on Testis and Liver of Turkish Dormice, *Glis glis orientalis* (Nehring, 1903)., *Tr. J. of Zoology*, 19, 187-190.
- Kolaeva, S.G., Kramarova L.I., Ilyasova E.N. and Ilyasova F.E. 1980. The kinetics and metabolism of the cells of hibernating animals during hibernation. *Int. Rev. Cytol.*, 66, 148-169.
- Kolankaya, D., Gür, K. M., Gür, H., 2008. Proje Raporu. Anadolu yer sincabı (*Spermophilus xanthoprimum*)'nda Hibernasyon Modeli. Türkiye Bilimsel ve Teknik Araştırma Kurumu (TÜBİTAK), Ankara.
- Kryštufek, B., and Vohralík, V., 2005. Mammals of Turkey and Cyprus Rodentia I: Sciuridae, Dipodidae, Gliridae, Arvicolinae. Koper, Slovenia, 292.
- Lyman, C.P., Willis J.S., Malan A. and Wang L.C.H., 1982. Hibernation and torpor in mammals and birds. Academic Press, New York, 317 pp.
- Lillie, R. D., Fullmer HM., 1976. Histopathologic Technic and Practical Histochemistry. New York, NY: McGraw-Hill; p, 31.
- Malatesta, M., Fakan, S., Zancanaro, C., 2005. Cell and Tissue Structural Modifications in Hibernating Dormice. *Hystrix It. J. Mamm.* 16 (1), 41-52.
- Michener, G. R., 1983a. Spring emergence schedules and vernal behavior of Richardson's ground squirrels: why do males emerge from hibernation before females, *Behav. Ecol. Sociobiol.*, 14, 29-38.
- Michener, G. R., Locklear, L., 1990. Over winter weigh loss by Richardson's ground squirrels in relation to sexual differences in mating effort. *J. Mamm.*, 71(4), 489-499.
- Mrosovsky, N., 1974. Hypotalamic hyperphagia without plateau in ground squirrels, *Physiol. Behav.*, 12(2), 259-264.

- Mrosovsky, N., 1976. Lipid programmes and life strategies in hibernators. *Amer. Zool.*, 16, 685-697.
- Mursaloglu, B., 1973. New records for Turkish Rodents (Mammalia), *Comm. Fac. Sci. Univ. Ankara, C*, 17, 213-219.
- Nedergaard, J., Cannon, B., 1990. Mammalian hibernation, *Phil. Trans. R. Soc. Lond., B* 326, 669-686.
- Nelson, R. A., 1980. Protein and fat metabolism in hibernating bears. *Fed. Proc.* 39, 2955-2958.
- Nowak, R.M., 1999. Walker's Mammals of the World. Sixth Ed. Volumes I and H. John Hopkins University Press, Baltimore.
- Nowakowski, K.W., 2001. Winter Activity in the Forest Dormouse *Dryomys nitedula*. *Trakya University Journal of Scientific Research* Vol.2, 143-144.
- Ognev, S.I., 1947. The Mammals of the U.S.S.R., and Adjacent Countries (the mammals of the Eastern Europe and Northern Asia) Vol 5, 809.
- Pengelley, E.T., Fisher, K.C., 1961. Rhythmical arousal from hibernation in the gold-mantled ground squirrel, *Citellus lateralis tescorum*. *Can J Zool* 39: 105-120.
- Phillips, P. K., Heath, J. E., 1994. Dependency of surface temperature regulation on body size in terrestrial mammals. *J. Therm. Biol.*, 20(3), 281-289.
- Roots, C., 2006. Hibernation, Greenwood Press, London, 219 p.
- Shanti, M., 1996. Slumber down under: biologist who study hibernation have focused mainly on northern creatures. Now researchers are finally paying attention to the phenomemnon south of the equator. *Discover*, 17 (12), 48-49.
- Smith, R.E., Horwitz, B.A., 1969. Brown fat and thermogenesis. *Physiol Rev* 49, 330-425.
- Spitzenberger, F., Rothe E. G., 1974. Der Sohlenhaftmechanismus von *Dryomys laniger*. *Ann. Neturhistor. Mus. Wien*, 78, 485-494.
- Spitzenberger, F., 1976. Beiträge zur Kenntniss von *Dryomys laniger* Felten et Storch, 1968 (Gliridae, Mammalia). *Z. Säugetierkunde*, 41, 237-249.
- Srere, HK, Wang LCH, and Martin SL., 1992. Central role for differential gene expression in mammalian hibernation. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* 89, 7119-7123.
- Sternberg, S., 1997. Brown Adipose Tissue. Second edition histology for pathologist, Ed: Stephen S. Sternberg. Lippincott-Raven publishers, 173-175.

- Storey, K.B., Storey J.M., 1990. Metabolic rate depression and biochemical adaptation in anaerobiosis, hibernation and estivation. *Q. Rev. Biol.*, 65, 145-174.
- Temple, J. H., Cuttelod, A., 2009. The Status And Distribution Of Mediterranean Mammals. IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge, UK. 32p.
- Thompson, S. M., Luna, L. G., 1978. An Atlas of Artifacts. Springfield, III: Charles C Thomas, 58-60.
- Vaughan, D. K., Gruber, A. R., Michalski, M. L., Seidling, J., Schlink, S., 2006. Capture, care, and captive breeding of 13-lined ground squirrels, *Spermophilus tridecemlineatus*, *Lab Animal*, 35, 33-40.
- Wade, O., 1930. The behaviour of certain spermophiles with special references to aestivation and hibernation. *J. Mamm.*, 11 (2), 160-188.
- Wang, L. C. H., 1978. Energetics and field aspects of mammalian torpor: The Richardson's ground squirrel, In *Strategies in cold*. Wang, L. C. H. and Hudson, J. W. (eds.), Academic Press, New York, pp, 109-145.
- Wang, L. C. H., Abbots, B., 1981. Maximum thermogenesis in hibernators: magnitudes and seasonal variations. In: Musacchia, X.J. and Jansky, L. (eds), *Survival in the cold*, Elsevier, Amsterdam, 77-97.
- Wang, L. C. H., 1987. Mammalian hibernation. In: Grout, B.W.W. and Morris, G.J. (eds), *The effects of low temperature on biological systems*, Edward Arnold, London, 349-386.
- Wang, L. C. H., Lee, T. F., 1996. Torpor and hibernation in mammals: metabolic, physiological and biochemical adaptations. In: Fregley M. J., Blatteis C. M., (eds) *Handbook of physiology: environmental physiology*, section 4, vol. 1, Oxford University Press, New York, pp. 507-532.
- Watanabe, J., Kanamura, S., Tokunaga, H., Sakaida, M. And Kanai, K., 1987. Significance of Increase in Glucose 6-Phosphatase Activity in Brown Adipose Cells of Cold-Exposed and Starved Mice. *The Anatomical Record*, 219, 39-44.
- Walhovd, H., 1976. Partial Arousals from Hibernation in a Pair of Common Dormice, *Muscardinus avellanarius* (Rodentia, Gliridae), in *Their Natural Hibernaculum*. *Oecologia*, 25, 321-330.
- Wilson, E., Reeder, M.D., 1993. *Mammal Species of World, A Taxonomic and Geographic Reference*, Second Ed. Smithsonian Institution Press Washington and London.

- Yiğit, N., Çolak, E., 1998. Contribution to the Geographic Distribution of Rodent Species and Ecological Analyses of Their Habitats in Asiatic Turkey. Turk J. Of Biol., 22, 435-446.
- Yiğit, N., Çolak, E., Sözen, M., 2000. A study on the hibernation of *Spermophilus xanthopyrnus* (Bennet, 1835) (Mammalia: Rodentia) in Turkey. Turk. J. Zool., 24, 87-93.
- Yiğit, N., Çolak, E., Sözen, M., Karataş, A., 2006. Rodents Of Türkiye 'Türkiye Kemiricileri', Editör: Ali Demirsoy. Meteksan, Ankara, 111 s.
- Yiğit, N., Erten, D., Gül, N., 2008. Hibernation Pattern and Importance of Superoxide Dismutase for the Turkish Hamster, *Mesocricetus brandti* (Mammalia:Rodentia). Turk. J. Zool., 32, 421-425.
- Zancanaro, C., Malatesta, M., Vogel, P., Osculati, P., Fakan, S., 1993. Ultra Structural and morphometrical analyses of the brown adipocyte nucleus in a hibernating dormouse. Bio Cell, Elsevier, 79, 55-61.
- Zancanaro, C., Malatesta, M., Merigo F., Benati D., Fakan S. And Gazzanelli G, 2000. Ultrastructure of organs and tissues of dormice during hibernation. In: Heldmaier, G. and Klingenspor, M. (eds), Life in the cold, Springer, Berlin, 269-276.

## ÖZGEÇMİŞ

### Kişisel Bilgiler

Soyadı, adı : GÖNEY, Gülşen  
 Uyuğu : T.C.  
 Doğum tarihi ve yeri : 24.06.1983 – Çorum  
 Medeni hali : Bekar  
 Telefon : 0 (537) 250 22 07  
 e-mail : gulsengoney@gmail.com

### Eğitim

Derece	Eğitim Birimi	Mezuniyet tarihi
Yükseklisans	Hitit Üniversitesi/ Biyoloji ABD	2009-
Tezsiz Yüksek lisans	Selçuk Üniversitesi/ Biyoloji ABD	2006-2007
Lisans	Gazi Üniversitesi/ Biyoloji Bölümü	2000-2005
Lise	Çorum Mimar Sinan Lisesi	1997-2000

### İş Deneyimi

Yıl	Yer	Görev
2008-2010	Tarım İl Müdürlüğü	Gıda Sorumlu Yönetici
2005-2007	Empati Dersanesi	Biyoloji Öğretmeni

### Yabancı Dil

İngilizce, Almanca