

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

**HİBERNASYONDA *DRYOMYS LANIGER* (FELTEN &
STORCH, 1968) (MAMMALIA: RODENTIA)'İN
KAHVERENGİ YAĞ DOKUSUNUN SİTOLOJİK VE
HİSTOLOJİK İNCELENMESİ**

Diler SALMAN

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
BİYOLOJİ ANABİLİM DALI**

**DANIŞMAN
Prof. Dr. Aydın ÖZLÜK**

**NİSAN 2014
ÇORUM**

Diler SALMAN tarafından hazırlanan “HİBERNASYONDA DRYOMYS LANIGER (FELTEN & STORCH, 1968) (MAMMALIA: RODENTIA)’İN KAHVERENGİ YAĞ DOKUSUNUN SİTOLOJİK VE HİSTOLOJİK İNCELENMESİ” adlı tez çalışması 02/04/2014 tarihinde aşağıdaki jüri üyeleri tarafından oy birliği ile Hitit Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü BİYOLOJİ Anabilim Dalı’nda Yüksek Lisans / Doktora olarak kabul edilmiştir.

Prof.Dr. Aydın ÖZLÜK

Prof.Dr. Nursel GÜL

Yard.Doç.Dr. Emre AVCI



Hitit Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu’nun 02.04.2014 tarih ve 2014/07 sayılı kararı ile Diler SALMAN ’ın Biyoloji Anabilim Dalı’nda Yüksek Lisans derecesi alması onaylanmıştır.



Prof. Dr. Ali KILIÇARSLAN
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

TEZ BEYANI

Tez içindeki bütün etik davranış ve akademik kurallara 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.



Diler SALMAN

**HİBERNASYONDA *DRYOMYS LANIGER* (FELTEN & STORCH, 1968)
(MAMMALIA: RODENTIA)'İN YAĞ DOKUSUNUN HİSTOLOJİK VE
SİTOLOJİK İNCELENMESİ**

Diler SALMAN

HİTİT ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Nisan 2014

ÖZET

Bu çalışma, doğal çevrelerinden toplanarak kontrolsüz laboratuvar şartlarına bırakılan *Dryomys laniger* (*D. laniger*) örnekleri üzerinde yapıldı. İncelemeye alınan bu hayvanların kahverengi yağ dokuları (KYD) diseksiyonla alınmıştır. Diseksiyon işlemleri aktif dönemdeki kontrol grubu, hibernasyondaki ve hibernasyon esnasında ara uyanıştaki deney grubundan yapıldı. Disekte edilen doku örnekleri, ışık ve Transmission Elektron Mikroskop'unda incelenmek üzere preparasyonları yapıldı ve incelemeler sonucunda fotoğraflandı. Aktif dönemdeki *D. laniger* kahverengi yağ doku, hücrelerinde mitokondrilerin çok, yağ damlalarının nadir olduğu tespit edildi. Hibernasyondaki hayvanların KYD hücreleri arasında kılcal kan damarlarının ve yağ damlalarının çokluğu dikkat çekti. Hibernasyon esnasında kışın ara uyanışta olan hayvanın sitoplazmalarında yağ damlalarının birbirleri ile temas ettiği, yer yer sitoplazmik materyal kaybı ve mitokondrilerin kristalarında erimeler gözlemlendi. KYD'nun ışık mikroskobu düzeyinde tanımlanmış bilinen histolojik özellikleri dışında farklılık gözlenmemiştir.

Anahtar Kelimeler : *Dryomys laniger*, Kahverengi yağ doku (KYD), hibernasyon

**IN HIBERNATION *DRYOMYS LANIGER* (FELTEN & STORCH, 1968)
(MAMMALIA: RODENTIA)'S EXAMINATION BROWN ADIPOSE TISSUE
OF HISTOLOGIC VE CYTOLOGICAL**

Diler SALMAN

HITIT UNIVERSITY
GRADUATE SCHOOL OF NATURAL VEAPPLIED SCIENCES
April 2014

ABSTRACT

This study was made on the *Dryomys laniger* (D. Laniger) samples which were collected from their environment in the uncontrolled laboratory conditions. The samples were taken from these animals' brown adipose tissues which were examined by means of dissection. Dissection processes were made when the animals were active in the period control group, in hibernation ve awake in the experimental group. These samples were photographed in the light vetransmission electron microscope. Adipose drops were rare in *D. Laniger* samples' micrographs which were in active period but mitochondria was high. Caliparries ve adipose drops were very much among the brown adipose tissues' cells of hibernations. It was observed that adipose drops were in touch each other in cytoplasm of the animals which were awake in winter, cytoplasmic material loss vemelting in crystals of mitochondria. When we looked at brown adipose tissues in by the microscop, the difference which are known weren't observed expect histolojic special.

Keywords: *Dryomys laniger*, Brown Adipose Tissue (BAT), hibernation

TEŞEKKÜR

Bana bu konuda çalışma olanağı veren, değerli bilgileri ile bana ışık tutan, tez danışmanım hocam Prof. Dr. Aydın ÖZLÜK' e, elektron mikroskobu kullanımında yardımcı olan Ankara Üniversitesi Fen Fakültesi Zooloji Anabilim Dalı hocalarından Prof. Dr. Nursel GÜL' e, Hitit Üniversitesi Çorum Eğitim ve Araştırma Hastanesi Klinik Patoloji bölümü doktorlarından Uzm. Dr. Dilek YILMAZ' a, tecrübe ve bilgilerinden faydalandığım Yard. Doç. Dr. Emre AVCI' ya laboratuvarında görevli tüm çalışma arkadaşlarıma, yol arkadaşım Çağdaş CAN' a, bana maddi ve manevi destek olan Ailem'e teşekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET	iv
ABSTRACT	v
TEŞEKKÜRLER	vi
İÇİNDEKİLER	vii
ŞEKİLLER DİZİNİ	ix
RESİMLER DİZİNİ	x
HARİTALAR DİZİNİ	xii
SİMGELER VE KISALTMALAR	xiii
1. GİRİŞ	1
2. KURAMSAL TEMELLER VE KAYNAK ARAŞTIRMASI.....	4
2.1. <i>Dryomys laniger</i> (Anadolu Kayauyuru)' in Sistematik Durumu	4
2.2. Takım: Rodentia (Kemiriciler)	4
2.3. Alt takım: Myomorpha (Fare benzeri kemiriciler).....	7
2.4. Familya: Gliridae (Yediuyurlar)	8
2.5. <i>Dryomys laniger</i> (Anadolu Kayauyuru	8
2.6. Hibernasyon ve Torporun Tanımı	11
2.7. Hibernasyon Evrimi	15
2.8. Bazı Memeli Türlerinin Hibernasyona Girme Nedeni.....	16
2.9. Hibernasyondan Aniden Çıkan Bir Hayvanda, Gözlenen Fizyolojik Değişimler	17
2.10. Hibernasyonda Yağ Dokusunda Meydana Gelen Değişiklikler	17
2.11. Yağ Dokusu	18
2.12. Yağların Depolanması ve Serbestleşmesi	20
2.13. Kahverengi Yağ Dokusu	22
2.14. Kahverengi Yağ Dokusu Hücrelerinin Görevi	24
2.15. Kahverengi Yağ Dokusu Histogenezi	25
3. MATERYAL VE YÖNTEM	26
3.1. Materyal	26

3.2. Yöntem	26
3.2.1. Laboratuvar şartları ve deney hayvanlarının seçimi	26
3.2.2. Deney hayvanlarının hibernasyona giriş ve hibernasyon süreleri	27
3.2.3. Hibernasyon boyunca hayvanlarda ağırlık değişimi	28
3.2.4. <i>Dryomys laniger</i> örneklerinin bakımı	28
3.2.5. <i>Dryomys laniger</i> örneklerinin hibernasyonu	29
3.2.6. Işık mikroskobunda inceleme için preparatların hazırlanması	29
3.2.7. Elektron mikroskobunda inceleme için preparatların hazırlanması	30
4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA	31
4.1. Araştırma Sonuçları	31
4.1.1. Kahverengi yağ dokunun histolojik incelenmesi	31
4.2. Tartışma	39
5. SONUÇ VE ÖNERİ	46
KAYNAKLAR	48
ÖZGEÇMİŞ	55

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil	Sayfa
Şekil 2.1. Vücut sıcaklığı ve torpor süresi (Bilim ve Teknik Dergisi).....	13

RESİMLER DİZİNİ

Resim	Sayfa
Resim 3.1. Aktif dönemde <i>Dryomys laniger</i> (Anadolu kayauyuru)	27
Resim 4.1. <i>D. laniger</i> ' de interskapular kahverengi yağ dokusunun vücuttaki gösterimi	31
Resim 4.2. Aktif dönemdeki <i>D. laniger</i> ' in kahverengi yağ dokusu hücresi M : Mitokondri, Y : Yağ Dokusu, D : Kılcal Damar (TEM, x 10000)	32
Resim 4.3. Aktif dönemdeki <i>D. laniger</i> ' in kahverengi yağ dokusu hücresi M : Mitokondri, D : Kılcal Damar (TEM, x 3600).....	33
Resim 4.4. Hibernasyondaki <i>D. laniger</i> örneğinin yağ damlacıkları M : Mitokondri, Y : Yağ Dokusu, D : Kılcal Damar (TEM, x 1900).....	33
Resim 4.5. Hibernasyondaki <i>D. laniger</i> örneğinin kahverengi yağ dokusunda kılcal damarların, mitokondrilerin, yağ damlalarının ve yağ hücresinin nükleosu (çekirdek) M : Mitokondri, Y : Yağ Dokusu, D : Kılcal Damar, N : Nükleus (Çekirdek) (TEM, x 2900)	34
Resim 4.6. Hibernasyondaki <i>D. laniger</i> örneğinin kahverengi yağ dokusunda mitokondrilerin, yağ damlalarının ve yağ hücresinin nükleosu (çekirdek) M : Mitokondri, Y : Yağ Dokusu, N : Nükleus (Çekirdek) (TEM, x 4800)	34
Resim 4.7. Hibernasyonda ara uyanışta <i>D. laniger</i> örneğinin kahverengi yağ dokunun hücresi N : Nükleus, * : Kaynaşmış yağ damlaları, M : Mitokondri (TEM, x 2900).....	35
Resim 4.8. Hibernasyonda ara uyanışta <i>D. laniger</i> örneğinin kahverengi yağ dokunun irili ufaklı mitokondrilere sahip hücresi Y :Yağ damlaları, M : Mitokondri (TEM, x 2900).....	35
Resim 4.9. Hibernasyonda ara uyanışta <i>D. laniger</i> örneğinin kahverengi yağ dokunun kristası erimiş mitokondriler ve birbirine temas eden yağ damlaları * : Birbirine temas eden yağ damlaları N : Nükleus, Y :Yağ damlaları, M : Mitokondri (TEM, x 2900)	36
Resim 4.10.Hibernasyonda ara uyanışta <i>D. laniger</i> örneğinin kahverengi yağ hücresinde sitoplazmik materyal kaybı kristası Y :Yağ damlaları, M : Mitokondri, * : Sitoplazmik materyal kaybı (TEM, x 4800)	36
Resim 4.11.Aktif dönemdeki <i>D. laniger</i> 'in interskapular kahverengi yağ dokusunun ışık mikroskobunda görüntüsü (x200) Hematoksilen-Eozin Y : Yağ hücresi, N : Nükleus (Çekirdek), D : Kılcal Damar	37
Resim 4.12. Hibernasyondaki <i>D. laniger</i> 'in interskapular kahverengi yağ dokusunun ışık mikroskobunda görüntüsü (x400) Hematoksilen-Eozin Y : Yağ hücresi, N : Nükleus (Çekirdek) DDY : Dallanan damar yapısı .	38

- Resim 4.13.Hibernasyondaki *D. laniger*'in interskapular kahverengi yağ dokusunun ışık mikroskobunda görüntüsü (x400) Hematoksilen-Eozin **Y:** Yağ hücresi, **N:** Nükleus (Çekirdek) **DYİFS:** Damar yapısı içeren fibröz septa 38
- Resim 4.14.Hibernasyondaki *D. laniger*'in interskapular kahverengi yağ dokusunun ışık mikroskobunda görüntüsü (x1000) Hematoksilen-Eozin **Y:** Yağ hücresi, **N:** Nükleus (Çekirdek) 39
- Resim 4.15.Hibernasyondaki *D. laniger*'in interskapular kahverengi yağ dokusunun ışık mikroskobunda görüntüsü (x400) Hematoksilen-Eozin **KYD:** Kahverengi Yağ Dokusu, **BYD:** Beyaz Yağ Dokusu **KD:** Kılcal damar 39

HARİTALAR DİZİNİ

Harita	Sayfa
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)	9

SİMGELER VE KISALTMALAR

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

Simgeler

♀	Dişi Birey
♂	Erkek Birey
μ	Mikron
°C	Derece Celsius
%	Yüzde
g	Gram
m	Metre
mm	Milimetre
m ²	Metrekare
mm ³	Milimetreküp
ml	Mililitre

Açıklama

Kısaltmalar

TEM	Transmission Elektron Mikroskobu
EEG	Elektroensefalografi
ve ark	ve arkadaşları

Açıklama

1. GİRİŞ

Bazı memeli hayvanlar, yaşamsal fonksiyonlarını ancak en düşük düzeye indirdiklerinde kış aylarını canlı olarak geçirebilir. Hibernasyon kelimesi bu 'askıya alınmış yaşamı' ifade etmek için kullanılmaktadır (Boyer ve Barnes, 1999). Kayser (1961), hibernasyondan çıkışın iç faktörler tarafından kontrol edildiğini belirtmiştir.

Geiser (1998), hibernasyon davranışının nasıl evrimleşmiş olabileceğini fizyolojik ve biyokimyasal açıdan yorumlamıştır. Mrosovsky ve Sherry (1980) hibernasyon öncesi ve hibernasyon sırasında gözlenen az besin alma durumunun uyumsal değerini ve iç saatin hibernasyonla ilişkisini tartışmıştır. Memeli hibernasyonu düşünülenin aksine kış boyunca sürekli devam eden kesintisiz bir uyuşukluk dönemi değildir. Bu dönem, vücut sıcaklığının çevre sıcaklığına yakın bir düzeyde tutulduğu torpor (uyuşukluk) ve yeniden eski seviyeye yükseltildiği uyanış periyotlarından oluşur (Geiser, 1988). Hibernasyon dönemi birbirini takip eden torpor (3-4 °C) ve ötermik periyotlardan (36-38 °C) oluşmaktadır. Bu modelin varlığı laboratuvarında yapılan çalışmalar ile ortaya konmuştur (Twente ve Twente, 1967; Geiser 1988; Barnes ve Ritter, 1993). Twente (1967), hibernasyon periyodunu torpor sürelerinin kısa, uyanışların sık olduğu bahar ve yaz evresi; torpor sürelerinin uzun, buna karşın uyanış sıklığının az olduğu kış evresi olmak üzere 2 kısma ayırmıştır. Memelilerde torpor iki genel kategoride incelenir (Geiser ve Ruf, 1995). Bunlardan biri, minimum vücut sıcaklığının yaklaşık 10-25°C arasında olduğu ve torpor periyotlarının bir günden az sürdüğü 'günlük torpor' dur (Hudson, 1973). Diğeri ise, minimum vücut sıcaklığının 10 °C'den az olduğu ve torpor periyotlarının birkaç gün veya hafta sürdüğü 'hibernasyon' dur (Hudson, 1973; Wang 1987). Hibernasyon küçük memeli ve kuşların hava koşullarının sert ve besin kaynaklarının sınırlı olduğu uzun kış dönemlerinde vücut sıcaklıkları ve metabolizmalarını düşürerek enerjilerini korumalarını sağlayan bir stratejidir (Lyman ve ark., 1982). Torpor, kuş ve memelilerde metabolizma, solunum, kalp atım hızı ve vücut sıcaklığındaki düşüşle kendini belli eden bir davranış biçimidir (Geiser, 1988). Hiçbir memeli türü tüm hibernasyon dönemini metabolizma ve vücut sıcaklığının düşük seviyede olduğu torporda geçirmez. Metabolizma ve vücut sıcaklığı, ara uyanışlar sırasında normal seviyesine yükseltilir ve izleyen ötermik periyot 24 saat boyunca bu seviyede tutulur

(Twente ve ark., 1977; French, 1982b; Barnes ve ark., 1986). Ara uyanış ve ötermik periyotlar, enerji açısından hibernasyonun en maliyetli bölümünü oluşturur. Ayrıca, torpor sırasında metabolik atıkların birikmesi (Baumer ve ark., 1971), enerji rezervlerinin azalması (Galster ve Morrison, 1972), dolaşım ve iyon dengesini tehlikeye sokan evaporatif (buharlaşıma) su kaybının artması (Fisher ve Manery, 1967; Thomas ve Cloutier, 1992), bağışıklık yanıtının baskılanması, ara uyanışların sebebi olarak görülmüştür. Ötermik (normal vücut sıcaklığı) durumdan torpora geçişin nasıl gerçekleştiği tam olarak bilinmemektedir. Bu geçiş sırasında vücut sıcaklığının mı, yoksa metabolik süreçlerin mi daha önce yavaşladığı tartışma konusudur. Ancak, hibernasyona giren bazı memeliler için hesaplanan Q10 değerleri (Q10 etkisi; sıcaklığın metabolizma üzerine etkisi olarak bilinir ve sıcaklıktaki her 10 °C'lık azalmanın metabolizma hızını 2-3 kat yavaşlatacağını ifade eder) normal biyolojik reaksiyonlar için gerekli Q10 değerlerinden (Q10=2-3) daha büyüktür (Wang ve Hudson, 1971). Bu nedenle, metabolizmanın tek başına vücut sıcaklığının etkisi ile değil, ilave fizyolojik baskılama süreçleri ile yavaşlatılabileceği savunulmuştur (Malan, 1989; Geiser, 1988; Heldmaier ve Ruf, 1992). Diğer taraftan, metabolizma hızı ile vücut sıcaklığının eş zamanlı olarak ölçüldüğü çalışmalar (Heldmaier ve Ruf, 1992), torpora girişte metabolizmanın vücut sıcaklığından daha önce yavaşladığını göstermiştir. Heldmaier ve Ruf (1992), tüm bu bulgulara dayanarak, metabolizmanın aktif olarak baskılandığı ve vücut sıcaklığının basitçe çevre sıcaklığı ile vücut sıcaklığı arasındaki gradiyentin bir fonksiyonu olarak azaldığını savunmuştur. Hibernasyona giriş zamanı, bireylerin hayatta kalma ve bir sonraki yıl üreme başarısını etkileyeceğinden canlı açısından kritik bir öneme sahiptir. Haziran ve temmuz aylarında görülen sıcaklık artışının, hibernasyona yönelik davranışları başlatabileceğini ileri sürmüştür (Fagerstone, 1982). Besin açısından tür içi rekabeti engellemek ve juvenillerin (genç bireylerin) hayatta kalma başarısını arttırmak için, erginlerin juvenillerden daha önce hibernasyona girdiğini ileri sürmüştür. Hibernasyona girişteki öncelik sırası, ergin erkek>ergin dişi>jüvenil dişi>jüvenil erkek şeklindedir. Ancak, bu genel model türlere ve bir yaşındaki erkek ve dişilerin üreme durumlarına göre farklılık göstermektedir (Michener, 1983).

Hibernasyon boyunca vücut sıcaklığının sergilediği model, hibernasyona giren birçok memeli türünde çalışılmıştır (örneğin, *Spermophilus richardsonii*:

Wang,1984; *Cricetus cricetus*, Wollnik veSchmidt, 1995; *Tachyglossus aculeatus*: Grigg ve ark., 2002; *Marmota monax*: Zervanos ve ark. 2009). Bu modelin eşeyssel farklılık sergileyebileceği düşüncesi, ilk kez I. Memeli Hibernasyonu Sempozyumu'nda ortaya atılmıştır (Lyman ve Dawe, 1960). Hibernasyona giren memelilerin (kayauyurları vb.) üreme gibi önemli biyolojik mekanizmalarını aydınlatmak açısından bu eşeyssel farklılık konusunun önemli olduğu vurgulanmıştır (Pengelley ve Fisher, 1961). Soğuğa (6°C) maruz bırakılan genç yetişkin laboratuvar farelerinde kahverengi yağ dokusunun hücre sayıları, vasküler miktarı ve toplam kütlesi zamana bağlı olarak artmıştır (Cameron ve Smith, 1965).

Trayhurn ve Nicholls, kahverengi dokunun termojenik bir organ olarak fonksiyonel olduğunu anlaşılır bir şekilde kanıtladı (1986) . Rothwell ve Stock (1979) ilk olarak kahverengi yağ dokusunun termojenik düzenleyici olduğunu önerdiler (uyarılmış besin termojenezi). Onların teorisi kahverengi yağ dokunun şekli ve fonksiyonu üzerine daha farklı yaklaştı ve bu dokunun varsayılan enerji düzenleyici rolüne de değindi. Onlar ayrıca enerji verimliliğin düzenlenmesi olabirliği ile alakalı anlaşmazlığı ortaya çıkardılar. Kahverengi yağ dokusunun rolüne laboratuvar araştırmalarında yönelindi ve çoğunlukla küçük hayvan modelleri ile sınırlandırıldı. Dolaylı alternatif bir yaklaşım olarak çalışmalarda indükleyici nedenleri kullanmakla bu memeli hayvanların fizyolojileri karşılaştırılır ve onların doğal yaşam döngüleri ortaya çıkarılır veya enerji veriminin düzenlenmesi ve enerji depolanması gösterilebilir. Enerji veriminin değişiklikleri süreci ve enerji depolanması doğrudan kahverengi yağ dokunun anatomisinin, biyokimyasının ve fizyolojisinin değişim süreci ile doğrudan ilişkili midir? Raporun amacı literatürdeki bu akış açısıyla alakalı mevcut çalışmaları gözden geçirmektedir. Maalesef yapılan çalışmalar sınırlıdır. Bu çalışmanın amacı hibernasyonda, hibernasyon esnasında ara uyanışta ve aktif dönemdeki *Dryomys laniger* örneklerinin kahverengi yağ dokusunda meydana gelen değişikliklerinin incelenmesidir.

2. KURAMSAL TEMEL VE KAYNAK ARAŞTIRMASI

2.1. *Dryomys laniger* (Anadolu Kayauyuru)'in Sistematik Durumu

Dryomys laniger (Felten&Storch,1968) endemik bir tür olup; bilinen populasyonları, alttürlerle ayrılmamaktadır.

Alem: Animalia (Hayvanlar)

Sınıf: Mammalia (Memeliler)

Takım: Rodentia (Kemiriciler)

Altakım: Myomorpha (Fare benzeri sincaplar)

Familya: Gliridae (Yediyuurlar)

Cins: *Dryomys*

Tür: *Dryomys laniger* (Anadolu-Yünlü-kayauyuru)

2.2. Takım: Rodentia (Kemiriciler)

Rodentler 1500'ü aşkın cins ile en geniş memeliler grubunu oluştururlar. *Rattus norvegicus* çoğunlukla insanların barındığı ev ve binaların bodrum katlarında ve kanalizasyonlarda yaşar. Kırsal alanlarda yaşayanlar ise su kaynaklarına yakın ahır, çöplük, depo ve kanallara yerleşirler. *Rattus rattus* sıcak ortamları sevdiğinden çoğunlukla evlere, kapalı mekanlara ve binaların üst katlarına yerleşirler. *Mus musculus* ise binalarda ve kanalizasyonlarda yaşarlar (Çetin ve Aksu, 2000).

Kemiriciler, insanların besinlerine, tahtadan, kağıttan, deriden, kumaşdan yapılmış malzemelere ve eşyalara, yer altı telefon kablolarına, elektrik tellerinin yalıtım kaplamalarına, vb. nesnelere keskin dişleri ile kemirerek zarar vermeleri ve bazı hastalıkları bulaştırmaları açısından çok önemlidirler. Örneğin, sıçan, fare ve sincaplar üzerlerinde yaşayan pireler, vebayı insanlara aşırıdır. Ayrıca sıçanlar kuduz, tirişin, kadınlarda düşüklere neden olan toksoplazma, lenf düğümlerinin şişmesine ve deri lezyonlarına neden olan tularemi, beyin zarı iltihapları, zehirlenme ya da kolera gibi kusma ve ishal belirtileri gösteren birçok hastalığın etkeni olan

bakterileri taşırlar. Bunun yanı sıra, sıçanlar, idrarlarıyla kanamalı sarılık (leptospirosis) hastalığını da bulaştırırlar.

En önemli özellikleri dişlerinin yapısıdır. Her çene yarısında, taş kalemi şeklinde tek bir köksüz kesicidiş vardır. Sürekli büyüme yeteneğinde olan bu dişin ön tarafı kalın bir mine tabakası ile örtülmüştür; genellikle beyaz, sarı ya da portakal rengidir. Kemiricidişler ile azıdişleri arasında büyük bir boşluk (diastema) vardır. Köpekdişleri yoktur. Bazı türlerinde azıdişinin (molar) önünde premolar diş vardır. Azıdişleri kapalı ya da açık köklüdür; kısmen sürekli büyüme gösterirler; üst yüzeyleri oldukça karmaşık yapışmalar (röliefler) gösterir. Diş yüzeylerindeki minenin aşınması ile dentin açığa çıkar ve türe özgü odacıklar (cups) oluştururlar. Ayrıca molar dişlerin yüzeyi ve lob sayısı türe özgü olabilir. Kesicidişleri çıkarılırsa yerlerine yenisi oluşmaz ve karşılardakiler sürekli büyüyerek hayvanın ölümüne neden olur. Yaşam tarzları çok farklıdır. Çok farklı habitatlara uyum sağlamışlardır (ağaç, çöl, toprak altı, kayalık, sucul alan vb.). Genellikle bitki, küçük omurgasız ve bazıları böcek de yerler. Bazı türlerde besinin toplanmasına yarayan yanak keseleri vardır. Mideleri basit, körbağırsakları uzundur. Kuyrukları uzun, bazı türlerde pullarla örtülüdür. Toprak altında tüneller kazarak yaşayanlarda tırnaklar gelişmiştir. Gözler yaşam biçimine bağlı olarak farklı büyüklükte olabilir. Toprak altında yaşayanlarda gözler küçülmüş hatta bazı türlerde körelerek deri altında kalmıştır. Gececi olanlarda ise oldukça büyüktür. Gözler başın yan taraflarında yer aldığından hem önü hem de arkayı aynı şekilde görebilirler. Suda yaşayanlarda gözler başın üst kısmındadır. Kulaklar da yaşam biçimine göre değişik şekiller gösterir. Örneğin, toprak altında ve suda yaşayanlarda oldukça küçülmüştür. Fare gibi bazı küçük kemiriciler saniyede 100.000 kez titreşim yapan sesleri algılayabilirler. Türlerin çoğunda en iyi koku alma duyusu gelişmiştir. Bir kısmında ise baş, burun, ön üyeler ve göğüs üzerindeki dokunma kılları nedeniyle, dokunma duyusu da iyi bir şekilde gelişmiştir. Büyük beyinleri az gelişmiş; birçoğu ve özellikle sıçanlar vücut büyüklükleri ile doğru orantılı olarak artan bir öğrenme yeteneğine sahiptirler. Kokulobu büyük; büyük çoğunluğunun penisleri kemikli; testisleri periyodik olarak karın boşluğundan dışarıya çıkan (descensus) tipten; uterus, uterus dublex; ürogenital ve anal açıklıkları ayrı olarak dışarı açılır; yalnız kunduzlarda kloak mevcuttur; 2-24 memeucu var; microallatoid plesenta diskoidal ve decidualı; bazılarında genç

yavrular kendilerine yetersiz olarak bazılarında yeterli olarak doğurulur. Gebelik süreleri 14-170 gün arasında değişir. Yeniden gebe kaldıkları zaman bile yavrularını emzirirler. Çoğalmaları birçok böcekten bile daha hızlıdır. Çoğunluğu yılda birkaç defa doğururlar ve her doğumda 1-18 yavru yaparlar. Küçük kemiriciler 2 yıldan daha az yaşarlar.

Genellikle kafataslarında önden arkaya doğru uzanan bir glenoid çöküntü var; mandibulun artikular çıkıntısı, öne ve arkaya harekete izin verecek şekilde; orbitae, şakakçukurları ile bağlantılı; bir çıkıntı premaksilladan frontale uzanır. Üyeler normalde plantigrad (taban basarak yürüme); tibia ve fibula birbirinden ayrılmış ya da kaynaşmış olabilir; radius ve ulna hiçbir zaman kaynaşmamıştır; dirsek, önkolun rotasyon hareketlerine izin verir; parmak formülü 4-5/3-5; parmak uçlarında tırnak bulunur.

Çok iyi koşar, sıçrar, tırmanır ve yüzerler. Birçoğunda üstdudağın yarık olması, ağız tavanının gelişmesinin erken evrede durması sonucu ortaya çıkmış eksik bir yapıdır. Bu yapı, kemirme olayında çok gerekli ve kullanışlıdır. Her çeşit koşulda yaşayan ve yeni koşullara en kısa sürede uyum sağlayan hayvanlardır. Birçoğu (örneğin, marmotlar) birkaç aileden oluşan koloniler şeklinde yaşarlar. Bazıları ise (sıçanlar) büyük sürüler oluştururlar. Bir kısmında, bu sürüde yer alan bireylerin hemen hepsi aynı soydan gelir. Göçler, popülasyonun fazla artması ya da besin azlığında ortaya çıkar. Besinin fazla olduğu zamanlarda birçok türe ait bireyler aynı alanda yaşarlar. Normalde her bir ailenin sınırlarını belirlediği ve yabancı türlere ve hatta aynı türün diğer bireyelerine karşı savunduğu yaşama alanları vardır. Küçük kemiricilerin popülasyon yoğunluğunun artışı, yalnız üreme hızlarının artmasıyla değil, aynı zamanda, yaşama alanında daha fazla bireyin barınabilme olanağı ortaya çıktığı zamanda gerçekleşir. Bu kapasitenin artırılması bazı davranışların değişmesi ile sağlanır. Örneğin, yuvalar arasındaki uzaklığın azaltılması, bazen aynı yuvada birden fazla ailenin yaşamasıyla ya da zayıf erkeklerin göçe zorlanmasıyla, çevrede yeni bireyelerin yerleşimine ve dolayısıyla popülasyon artışına olanak sağlanır. Yakın zaman da elde edilen bulgulara göre popülasyonun artıp ya da azalmasının gen frekanslarının değişimi ile ilgili olduğu şeklinde bir yaklaşımda vardır. Çok eski zamanlardan beri, insanlar, fare etini ilaç olarak kullanmışlardır. Hatta günümüzde birçok Ortadoğu ve Balkan ülkesinde yeni doğmuş fare ve sıçan

yavruları zeytinyağı içerisinde bir çeşit eritilip halk ilacı olarak hastalara yedirilmekte ya da yaralara sürülmektedir (kantarma yağı). Bazılarının kürkleri çok değerlidir. Bu nedenle dünyanın birçok bölgesine insanlar tarafından götürülmüşlerdir. Ayrıca kemiriciler deney hayvanı olarak da laboratuvarlarda önemli yer tutar. Örneğin tıbbi araştırmaların ve buluşların % 90'ı bu hayvanlarla yapılan denemelere dayanır. Çünkü bunlar laboratuvar koşullarına çok iyi uyum sağlarlar. Üremeleri çok hızlıdır ve hepsinden önemlisi yapıları insanlara çok benzer. Kemiriciler içerisinde en çok sıçanlar, fareler ve kobaylar bu amaçla kullanılmaktadır. Kemiriciler, birçok yırtıcı hayvanın besinini oluşturmak suretiyle de doğal dengenin oluşmasında önemli rol oynarlar (Kuru, 1987). Tür sayısı bakımından en büyük ve uyum bakımından en başarılı memeli takımıdır. Filogenetik durumları birçok bakımdan tam açık değildir. Mesozoyik'teki ilkin plasentalılardan ayrıldıkları varsayılmaktadır. Çiğneme kasının konumlanmasına, özellikle masseter kasına ve elmacıkkemiği yayına göre 4 ana tipe ayrılırlar. Bunlar: Protrogomorph, Sciurormorph, Caviomorph ve Myomorph. Caviomorph tipin haricindekiler, bir alttür ayırımı için dahi tipik özellikleri gösterirler. Caviomorph kemiricilerin çiğneme kası, buna karşın, bir alttakım ayırımı için bile yeterli bilgi vermez (Yiğit ve ark., 2006).

İnsan sağlığına zarar veren rodentlerin başında *Rattus norvegicus* (Norveç sıçanı, göçebe sıçan), *Rattus rattus* (ev sıçanı, gemi faresi, çatı faresi) ve *Mus musculus* (ev faresi) gelmektedir (Çetin ve Aksu, 2000). Rodentler, insan sağlığını etkileyen birçok hastalık etkenlerini insanlara bulaştırırlar. Bunlar bakteri, virüs, mantar ve parazit etkenleridir. Rodentler başta veba etkeni (*Yersinia pestis*) olmak üzere birçok bakteriyi taşırlar. Bunun yanı sıra kuduz virüsü, domuz vebası virüsü gibi birçok virüsü taşıyıp viral enfeksiyonlara neden olurlar (Çetin ve Aksu, 2000).

2.3. Alttakım: Myomorpha (Fare benzeri kemiriciler)

Çiğneme kası myomorph; elmacıkkemiği yayı zayıf, çok defa yukarıya doğru dönebilir; foramen orbitalde, üstte masseter kası büyük, altta ise görme siniri için küçük bir açıklık vardır; azıdişleri brachyodont-hypselodont, bunodont-polylophodonttur. Tüm dünyaya yayılmışlardır.

2.4. Familya: Gliridae (Yediuyurlar)

Genel görünüşleri sincaplara benzer; başları küçük ve öne doğru sivri; gözleri ve kulakları iri; vücutlar uzun ve sık kıllı; kulakları çıplak ya da seyrek kıllı; ön ayakları 4, arka ayakları 5 parmaklıdır. Dişilerinde 6-12 meme ucu vardır. Baş+gövde; 6-19 cm, kuyruk 4-16.5 cm dir. Gün boyunca uyurlar. Geceleri işlektirler. Çalılık, ağaçlı ve kayalık yerlerde yaşarlar; kış uykusuna yatarlar. Kafataslarında infraorbital foramen küçük, bulla tympanica kuvvetli olarak ileriye çıkıktır; göz çukurları büyüktür. Tibia ve fibula tamamen kaynaşmıştır. Tırmanıcı ve tutucu bacak tipine sahiptirler; özellikle ön üyeleri ile tırmanırılar. Myomimus hariç kuyrukları saçak şeklinde kıllıdır. Kış uykusuna yattıkları zaman, tipik bir şekilde, burun uçları ile kuyruk uçları temas edecek şekilde kıvrılırlar. Senede 1-2 defa doğururlar; gebelikleri 21-30 gün sürer; 2-10 yavru meydana getirirler. Yaklaşık 5,5 yıl yaşarlar. Öncelikle ağaçlarda, bazen çalılıklarda yaşarlar. Tohumlar, özellikle kabuklu tohumlar, en önemli besinleridir; bazen meyve ve küçük hayvanları da yerler. Omnivorluk da görülür. Afrika ve Avrasya'da (Avrupa ve Asya'nın daha çok orta ve kuzey kesimi) yaygındırlar. Avrupa'da Orta Eosen'de beri, Afrika'da Üst Miyosen'den beri, Asya'da yakın zamanda görülmüştür.

Dryomys, Gliridea familyasından üç türü kapsayan bir cinistir.

Bunlar;

- Hasancık (*Dryomys nitedula*) Türkiye
- Belucistan yediuyuru (*Dryomys niethammeri*)
- Anadolu kayauyuru (*Dryomys laniger*) Türkiye

2.5. *Dryomys laniger* (Anadolu kayauyuru)

Taksonomik olarak *D. laniger* ilk kez Felten ve Storch (1968) tarafından Antalya ili Elmalı ilçesi Çıglıkara bölgesinden tanımlanmıştır. Türkiye'nin güneybatısında birkaç lokalitesi bilinmektedir (Felten ve ark., 1973). *Dryomys laniger*'in dağılışı sınırı hala belirlenmemiştir. Türün yayılışı kayıtları Erzincan, Elazığ ve Tunceliden verilmiştir (Mursaloğlu, 1973).

Bulunduğu yerler: Antalya-Çıglıkara (1950 m),-Akseki (Kıvanç ve ark. 1997), Elmalı, Erzincan (Munzur Dağları, Yukarı Göçeklik (2200 m)), Malatya Daren'de 6 km kuzeybatısı, Niğde (Ulukışla, Çiftehan; Maden Köyü), Tunceli (Ovacık, Munzur Çayı (1500 m), Türkiye (Obuch, 1999). Dağılımı Çıglıkara'dan (Elmalı, Antalya) Bolkar Dağları'na kadar çeşitlilik gösterirler (Harita 2.1). Türkiye'de endemik olup, dağılımı şimdilik Batı ve Orta Toroslar (1620-2000 m) ile sınırlıdır. Tür hakkında yeni bir tanımlama Antalya'nın Bey Dağları'nda 09.06.1966'da elde edilmiş olan ve renkli bir resmi bulunan dişi bir örnek vasıtasıyla yapılmıştır (Felten ve ark., 1971). Bundan sonra Batı Toroslar'daki 1700-1800 yüksekliklerindeki Çıglıkara korunmuş sedir ormanı bölgesinde bulunan 11 örnek bu tür hakkında yeni ve detaylı bir tanımın yapılmasında esas teşkil etmiştir. Mursaloğlu (1973), Türkiye *Dryomys* türlerinin dolayısıyla *D. laniger*'in revizyonunu yapmıştır.



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)

Yaşam alanı: Anadolu kayauyuru yaklaşık 1600 metre yüksekliğindeki kayalar ile sedir, ardıç ve çam ormanlarının bulunduğu alanları kapsar. Sadece Toroslar'ın yüksek kesimlerinde ağaç sınırında ve özellikle üstündeki kayalık alanlarda yaşamaktadır. Sadece karstik bölgelerde bulunduğu bildirilmiştir (Spitzenberger, 1976).

Akdeniz ikliminin soğuk tipi, yarı kurak olarak tanımlanmıştır. Metrekareye düşen yağış miktarı kış mevsiminde $96 \text{ mm}^3/\text{m}^2$, 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 $0,2 \text{ }^\circ\text{C}$ dur. 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).

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 habitatu taşlık bölgeler, kayalık zemindeki çatlak ve yarıklar arasındadır (Krystufek ve Vohralik, 2005).

Genel özellikleri: Maksimum toplam vücut uzunluğu 170 mm olarak ölçülür. Toplam uzunluğu 75 mm , orta ayak uzunluğu 19 mm ve kulak uzunluğu 17 mm 'dir. Kuyruğu belirgin bir şekilde baş ve vücut uzunluğundan daha kısadır. Bazı ortalama ölçümler toplam uzunluğu= 150 mm , kuyruk uzunluğu= 73 mm , arka ayak uzunluğu= 18 mm , kulak uzunluğu= $14,1 \text{ mm}$ (Yiğit ve ark. 2003). Sırt rengi solgun sarımsı ve siyahımsı belirti ile grimsidir. Sırt kılları 3 renktir, temelde kıllar siyah grimsi, orta bölge solgun sarımsı ya da beyazımsı ve onların uçları siyah ve kapalı beyaz-solgun sarımsıdır. Kuyruğa doğru sırttaki sarımsı görünüm kaybolur ve kuyruğun sırt rengi vücudun sırt renginden daha çok grimsidir. Kuyruk püsküllü. Kuyruğunun üzerindeki kıllar uçlara göre daha uzundur ve belirgin bir şekilde 2 renklidir, üzeri grimsidir, ve aşağısı kirli beyaz ya da solgun sarımsıdır, karın kürkü kirli beyazımsıdır, ve temelde renklenme grimsidir. Ön ve arka ayaklarının üst kısmı kirli beyazımsıdır, ama tabanları tamamen çıplaktır. Yan tarafın sınırlama çizgisi boyunca oldukça belirgindir. Baculum (bazı memelilerin penisinde bulunan bir kemik) yetişkinlerdeki os penis geniştir ve gençlerdeki os penis kadar kavisli değildir. Os penis ince, uzun

ve büyümektedir. Yaklaşık 7 mm uzunluğunda ve temelde 1,5 mm genişliğindedir (Kıvanç ve ark. 1997). *D. laniger*'in burun kemiği diğer türlerin kesici dişleri ile kıyaslandığında daha geniştir. *D. laniger*'in kafataslarında ayırt edici karakter olarak şişkin kabarcık bulunur (Holden, 1996).

Karyoloji: $2n=46$. Otozomal takımı iki gruba ayırabiliriz: 6 çift metasentrik ve 16 çift submetasentriktir. X kromozomu geniştir ve metasentriktir (sentromeri ortada bulunan kromozom), Y kromozomu çok küçük ve metasentriktir (Kıvanç ve ark., 1997).

2.6. Hibernasyon ve Torporun Tanımı

Hibernasyon enerji korumak ve uygunsuz kış şartlarından kurtuluş için uyuşukluk ve uyku halidir. Daima mevsimsel bir aktivite olup, kışın gelişi ile başladığı tahmin edilir. Hayvanlarda hibernasyonun başlamasına neden olan etmenler onların içsel saatleri, kısa gün, düşük sıcaklık ya da yiyecek eksikliğidir. Bu etkiler kış uysuna yatacak hayvanların hormon salgılarını başlatır. Sabit vücut ısı (sıcakkanlı) ve değişken vücut ısı canlılar kış uykusuna yatabilirler (Roots, 2006).

Sabit vücut ısı (sıcakkanlı) hayvanlar uygun şartlarda ve beklenmeyen durumlara karşı kalıtsal bir cevap verme şekline sahiptirler. Metabolizma hızlarını azaltarak ve vücut sıcaklıklarını düşürerek, uzun uyku periyotları gösterirler. Memeliler ve kuşlar vücut fonksiyonlarını daima kontrol ederler. Metabolizmalarını düşük seviyeye indirerek enerji korur, yağ ve besin depo ederler. Derin uyku anındaki metabolizmaları normal metabolizma hızından çok daha yavaştır (Roots, 2006).

Tüm canlılar, ortam koşullarındaki güçlüklerle baş edebilmek için çeşitli uyumlar sergilerler. Mevsimsel sıcaklık değişimleriyle birlikte, yaşamı tehdit edebilecek ölçüdeki sıcaklıklardan korunabilmek ve gerekli enerjiyi karşılayabilecek miktarda besin bulabilmek gibi sorunlar ortaya çıkar. Çoğu canlı, bu güçlüklerin üstesinden gelebilmek için son derece mantıklı bir yola başvur, metabolizmalarını düşürerek bir tür uyku haline girerler ve enerji gereksinimlerini en aza indirirler (Anonim, 2005).

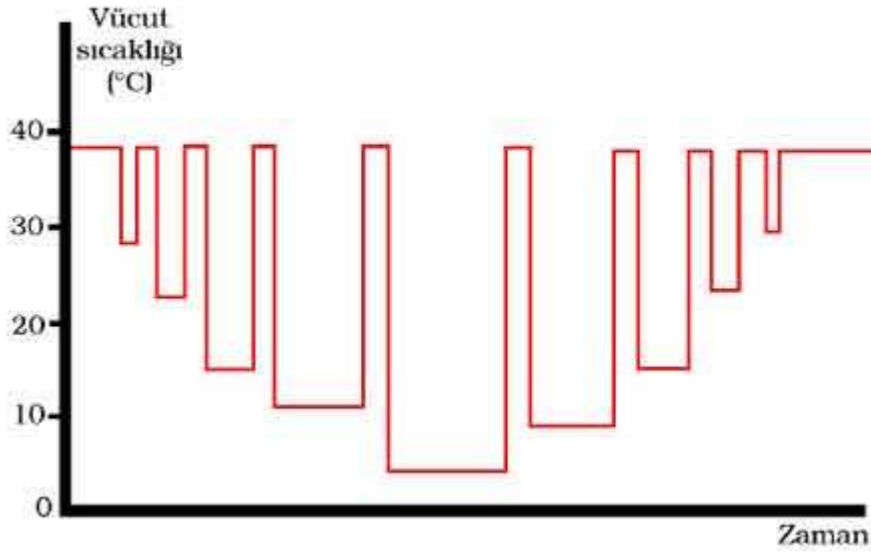
Metabolizmanın son derece yavaşlatıldığı, dolayısıyla vücut sıcaklığının düştüğü ve kalp atım hızının azaldığı durgunluk dönemlerine torpor adı verilir. Bazı hayvanlar,

gün içinde de bu tarz periyodik durgunluk dönemlerine girebilirler (günlük torpor). Mevsimlik uykular olarak bilinen kış uykusu (hibernasyon) ve yaz uykusu (estivasyon) ise, birbirini belirli bir düzen içerisinde takip eden torpor evrelerinden meydana gelir (Wade, 1930). Her iki olayda da vücut sıcaklığı değişimleri benzer bir modeli izler. Vücut sıcaklığı yavaş yavaş düşer ve her torporda ulaşılan minimum vücut sıcaklığı daha da azalır. Belirli aralıklarla, yuvaya depolanan besinleri yemek ve boşaltım yapmak için kısa uyanışlar görülür. Bu uyanışları yapabilmek için de vücut sıcaklığı yükseltilir. Kış mevsiminin ortalarına geldikçe ara uyanışlar gittikçe seyrekleşir, torporda kalış süresi artar ve ilkbahar yaklaşılmaya başladığında da torpor süreleri kısalır ve hayvan daha uzun sürelerle uyanık kalır. Gerçek hibernasyon görülen canlıların tamamında bu model geçerlidir. Aylarda görülen kış uykusuysa, birbirini takip eden torpor döngülerinden oluşmadığı ve vücut sıcaklığı da çok az düştüğü için, bu evrensel modele uymaz ve gerçek bir hibernasyon olarak kabul edilmez (Anonim, 2005).

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

Memeliler hibernasyon periyodu boyunca düzenli aralıklarda uyanabilirler ve uyandıkları zaman vücut sıcaklıkları normale döner (Anonim, 2005) .

Hibernasyon sürecini yaşayan hayvanların uyku modelleri birbirinden farklılık gösterir. İlk göze çarpan farklılık, torpor derinlikleridir. Kural olarak, vücut sıcaklığı ne kadar düşürülüyorsa, torpor da o kadar derin olur. Çünkü ara uyanışa geçildiğinde, vücut sıcaklığının normal seviyeye çıkarılması gerekiyor ve çok düşük sıcaklıklardan normal vücut sıcaklığına erişmek de doğal olarak daha uzun sürer (Şekil 2.1).



Şekil 2.1. Vücut sıcaklığı ve torpor süresi (Anonim, 2005)

Memeli hibernasyonları birkaç şekildedir. Çoğu kemirici ve yarasalar dondurucu soğuklarda bile derin uykuda kalırken, etçil hibernatörler hafif uykularından çabucak uyanabilirler. Vücut sıcaklığı ortam sıcaklığına bağımlı olan (soğukkanlı) hayvanlarda da evrensel hibernasyon modeli görülmez. Ortam sıcaklığı çok yükseldiği ya da çok düştüğünde, bu canlılar korunaklı yerlere girerek, durgun (dormant) bir evreye çekilirler. Kış boyunca birçoğu, onlarcası bir arada olmak üzere, belirli bölgelerde toplanarak kış uykusuna girerler ve bu sayede ısı kaybının çok fazla olmasını engellenir. Sucul hayvanlarsa, su içindeki korunaklı yerlere ya da dip çamurunun içine saklanarak kış koşullarını atlatabilirler. Soğuk su oksijen bakımından daha zengin olduğu için, derileri ya da solungaçları yardımıyla rahatlıkla solunum yapabilirler. Kurbağalardaysa tam anlamıyla bir donma gerçekleşir. Donma etkisiyle vücut boşluklarında ve deri altında oluşan sıvı kristalleri nedeniyle ölmelerini engelleyen şeyse, yaşamsal organlarında çok yüksek oranda glikoz bulunmasıdır. Bu sayede, metabolik olayları tamamen duran bir kurbağa, ortam sıcaklığı yükseldiğinde çözülerek, hiçbir şey olmamış gibi normal yaşamına geri dönebilir (Anonim, 2005) .

Sincaplar ve diğer küçük kemirgenler çok daha derin torporlara girerler ve rahatsız etmeden elinize aldığımızda bile bundan etkilenmezler. Ancak, kış uykusundaki bir

ayı, bu süre boyunca vücut sıcaklığını çok az düşürdüğü için, inine girildiğinde kısa bir süre içinde uyanabilir (Anonim, 2005).

Bazı hayvanlarsa, bütün kışı hibernasyonda geçirmek yerine, yalnızca çok soğuk dönemlerde metabolizmalarını yavaşlatarak, enerji gereksinimlerini vücutlarında depoladıkları yağlardan karşılamayı yeğlerler. Sıcaklıklar çok az yükselse de, yeniden dışarı çıkarlar ve besin aramaya devam ederler. Ancak, ne şekilde olursa olsun, kışı yavaşlatılmış bir metabolizmayla geçirecek olan hayvanların tamamında, besin azlığına karşı belirli hazırlıklar yapılır. Bir kısmı ara uyanış dönemlerinde tüketebilecekleri besinleri yuvalarına depolarken, bir kısmı da karbonhidratça zengin besinlere ağırlık vererek vücutlarında bolca yağ toplar. Kış uykusuna yatan canlılar, normal beyaz yağ dokunun yanında, insanlarda yalnızca bebeklik döneminde görülen kahverengi yağ doku da oluştururlar. Özellikle beyin ve kalp gibi yaşamsal organların çevresinde oluşturulan bu özel yağ doku, kış uykusundan çıkış zamanı geldiğinde, bu organların hızlı bir biçimde ısıtılmasını sağlar. Bazı hayvanlar, ara uyanışları sırasında sınırlı olarak güneşten gelen ısıyı da kullanabilirler (Anonim, 2005).

En iri cüsseli kış uykucuları olarak bilinen ayılar, 5 ay ya da daha uzun bir süre boyunca hiç uyanmadan, dolayısıyla da yemeden, içmeden, boşaltım yapmadan ve de hareket etmeden kış uykusunda kalabilirler. Enerji kaynağı olarak yalnızca beyaz yağ dokuyu kullanmaları nedeniyle vücut proteinlerini yıkmazlar ve bu sayede de vücutlarında üre birikmez. Bu kadar uzun süre hareketsiz kalmalarına karşın kemik ve kas erimesi gibi sorunlar yaşamamaları, tıp alanında çalışan araştırmacılar için ilgi çekicidir (Anonim, 2005).

Kış uykusu boyunca, vücut sıcaklıklarını 30-31°C civarında tutabilen ayıların aksine, yer sincapları ve yeduiyurlar gibi küçük kemirgenlerde vücut sıcaklığı 3-4°C' ye kadar düşebiliyor. Bu nedenle bu canlılar, ara uyanışlar yaparak vücut sıcaklıklarını yükseltmek, depoladıkları besinleri yemek ve boşaltım yapmak zorundadır. Vücutlarını yüksek sıcaklıklarda tutabilmeleri, tehlike anlarında kendilerini korumalarına yetecek hızda uyanabilmelerini de sağlar (Anonim, 2005).

2.7. Hibernasyonun Evrimi

Uyum dendiği zaman bir canlının belirli biyolojik, kimyasal ve fiziksel koşullara olan bir ortam içerisinde, yaşamasını olası kılan yeteneklerinin ve özelliklerinin tümü anlaşılır. Dünyada hiçbir ortam sürekli aynı koşullara sahip değildir; bu nedenle evrimleşme canlılığın vazgeçilmez bir özelliği olmuştur. Ayrıca her bölge farklı koşullara sahip olduğundan, bu ortamlara uyum yapan canlılarda da farklılaşmalar ortaya çıkmıştır. Bu nedenle milyonlarca canlı çeşidi vardır. Bir ortama uyum, çok değişik ilişkileri kapsar (yer bulma, beslenme, avlanma, avlama, parazit ilişkileri, sıcaklık, nem vs.). Uyum, tüm bunların ortalama değerini verir. Kısa süreli değişikliklere, bireyin kalıtsal yapısının izin verdiği modifikasyonlar içerisinde tepki gösterilir. Örneğin terleme ile sıcaklığa, titreme ve kış uykusu ile soğuğa tepki gösterme gibi. Ayrıca bu tepkiler bireyin o anda bulunduğu fizyolojik duruma da bağlıdır aç ya da tok olması ya da üreme zamanında bulunması vs. gibi. Bunun yanı sıra daha önceki deneyimler, koşullandırma olarak, tepkimelerin doğal yapısını etkileyebilir. Kısa süreli tepkiler canlının belirli ölçülerde kendini korumasına yöneliktir (Anonim, 2011).

Hibernasyon davranışı genel anlamda soğuk ve bununla birlikte gelen besin azlığının canlı üzerinde oluşturduğu strese karşı geliştirilmiş bir davranış olarak tanımlanmaktadır (Nedergaard ve Cannon, 1990).

Hibernasyon, enerjinin korumasına yönelik bir mekanizma olmasının yanı sıra ara uyanışlar esnasında canlının yüksek miktarda enerji harcamasını gerektirmektedir. Bu durum, büyük vücutlu canlılarda hibernasyon mekanizmasının neden evrimleşmediğini açıklayabilir (Nedergaard ve Cannon, 1990).

Son zamanlara kadar, hibernasyonun sadece kuzey yarım kürede yaşayan hayvanlara özgü bir davranış olduğu düşünülmekte iken son on yıldır yapılan çalışmalar güney yarım kürede yaşayan hayvanlarında torpor ve hibernasyon davranışı sergilediği gözlenmiştir. Bu yüzden hibernasyon, sadece soğuk bölgelerde yaşamını sürdüren türlere özgü olmayıp, enerji çıkmazına giren ve besinden yoksun pek çok tür için geçerli olan genel bir uyumdur (Shanti, 1996). Hibernasyonun nasıl evrimleşmiş olabileceğini taksonomi ve fizyoloji 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 olarak düşünülmesine neden olmuştur (Hudson, 1973).

2.8. Bazı Memeli Türlerinin Hibernasyona Girme Nedeni

Sabit vücut ısı hayvanlar sahip oldukları enerjinin büyük bir kısmını, vücut sıcaklıklarını belirli sınırlar içinde sabit tutmak için harcar. Hibernasyona giren memeli hayvanlar, vücut sıcaklığını ve buna paralel olarak metabolizmayı azaltarak, sahip oldukları enerjiyi korumaya çalışır. Hibernasyona girmeyen memelilerin ısı kaybını dengelemek üzere geliştirdiği başka stratejiler vardır. Yüzey alanı/hacim oranı, büyük vücutlu memelilerde küçük memelilerinkinden daha düşük olduğu için büyük memeliler düşük sıcaklıkları daha rahat tolere ederler. Diğer taraftan, büyük memeliler yağlanma, post kalınlığını ve veya yoğunluğunu artırma ile izolasyonunu artırabilir (Anonim, 2005).

Hibernasyona girmeyen küçük memeliler, yağlanma ve post kalınlığındaki artışı, çok etkin şekilde kullanamazlar. Bazal metabolizmayı artırarak, dolayısıyla daha fazla ısı üretmek yoluyla vücutlarından ısı kaybını dengeleyebilirler. Ancak, metabolizmadaki artış devamlı şekilde enerji girdisi gerektirir. Diyetleri buna olanak tanıyan hayvanlar mesela sivri burunlu fareler kış aylarında bazal metabolizmayı arttırabilirler. Kış koşullarına uyumda en etkin kullanılan ısı üretim şekillerinden biri titremeye bağlı olmayan ısı üretimidir. Bu ısı üretiminin yeri kahverengi yağ dokudur. Bu dokuda bulunan termogenin adlı protein, oksidasyon enerjisinin ATP şeklinde depolanmadan ısı şeklinde açığa çıkmasını sağlar (Anonim, 2005) .

Hayvanların fizyolojileri dışında bazı davranışsal özellikleri de yine vücuttan ısı kaybını önlemeye veya azaltmaya yöneliktir. Uygun termal özellikteki beslenme alanlarının seçimi, ısı kaybını azaltan davranışlardan biridir. Mesela, orman sivri burunlu faresi yaprak tabakası altındaki toprak katmanını beslenme alanı olarak kullanır. Detaylı yuva yapımı, bir araya kümelenme davranışları da yine vücut sıcaklığını korumaya yönelik davranışlardır. Paradoks gibi görünmekle birlikte bazı

hayvanlar vücut ağırlığını azaltarak toplamda ihtiyaç duyduğu enerji miktarını azaltır (Anonim, 2005).

2.9. Hibernasyondan Aniden Çıkan Bir Hayvanda, Gözlenen Fizyolojik Değişimler

Gerçek hibernatörlerde, derin uyku halinde vücut sıcaklığı 3-4 °C'ye kadar düşebilir. Ara uyanışlar ve son uyanış sırasında vücut sıcaklığının bu düşük düzeyden eski yüksek seviyesine (36-37°C) ulaştırılması belirli bir zaman alır. Vücut büyüklüğü ve çevresel sıcaklık hayvanın ne kadar zamanda ısınacağını belirleyen faktörler arasındadır. Anadolu yer sincabı için konuşacak olursak, ara uyanış sırasında ilk önce vücudunun osilasyonlar yaptığını görürüz. Uyarılan kahverengi yağ dokudan açığa çıkan ısı ile vücut belirli bir düzeye kadar ısıtılır. Daha sonra hayvan titremeye başlar. Kalp atımları ve solunum hızı yükselir. Bu süre zarfında elinize alırsanız, vücut sıcaklığı düşük olmasına rağmen, strese bağlı idrar yapma gözleyebilirsiniz. Ara uyanışı tamamladığında vücut sıcaklığı, metabolizması, kalp atım hızı, solunum hızı eski normal düzeyine yükselmiştir. Aktiftir, ancak kafesin bir köşesine kıvrılarak uykuya geçer. Ancak hibernasyondaki memelilerden alınan EEG (Elektroensefalografi) kayıtları, bu hayvanların uyumadığını, aksine uykusuzluk çektiğini göstermektedir. Zaten enerji maliyeti yüksek ara uyanışların uyumsal değerini açıklamak için ileri sürülen hipotezlerden biri de uyku açılığının giderilmesi için hayvanların ara uyanışlar yaptığıdır. Yani dilimize kış uykusu olarak geçen hibernasyon, sanıldığı aksine bir uyku dönemi değildir (Anonim, 2005).

2.10. Hibernasyonda 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 metabolik aktivitede, kalp hızında, enerji ihtiyacında bir düşüş gösterirler, 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 hemen çıkabilir, normal vücut ısılarını üretilen ısı ile yeniden kazanırlar. Aslında hibernasyonda uyanma süresince substratlar enerji üretimi için harekete geçirilir, kardiyovasküler sistem doku perfüzyonu (dokuların beslenmesi) 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; Canon 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 modifikasyonlara 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 metabolik ve fizyolojik aktiviteler süratle eski durumuna geri gelir, reaktivasyon süreci dokularla ilgili farklı fizyolojik fonksiyonlarda çeşitlilik gösterebilir (Kolaeva ve ark., 1980). Bu sıradışı yetenek hibernatörlerde işlevsel aktivite değişkenliğinde homeostasiyi sürdürmek için çekirdek ve sitoplazma 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 mikroskopunda, morfometrik, sitokimyasal, immünohistokimyasal yaklaşımlar incelenmiştir (Malatesta ve ark., 2005).

2.11. Yağ Dokusu

Yağ dokusu yağ hücrelerinin (adiposit) sayıca üstün olduğu özel bir bağ dokusudur. Bu hücreler tek başlarına veya küçük öbekler halinde bağ dokusu içinde bulunabilir, çoğunluğu büyük kümeler halinde, bütün vücuda yayılmış yağ dokusunu meydana

getirir. Yağ dokusu vücudun en büyük enerji (trigliseritler halinde) deposudur. Yemek yemek aralıklı bir etkinlik olduğuna göre ve glikojen sağlanması da sınırlı olacağından, yemekler arasındaki sürede yedekte, büyük bir kalori deposunun bulunması şarttır. Trigliseritlerin glikojenden daha düşük yoğunlukta olmaları ve daha yüksek kalori değerlerine sahip olmaları, yağ dokusuna çok hızlı ve verimli olarak çalışan bir depo olmasını sağlar. Devamlı olarak çevrilir ve gerek sinirsel gerekse hormonal uyarılara hassastır. Deri alt yağ dokusu tabakaları vücut yüzeylerinin şekillenmesine yardım eder. Yağ zayıf bir ısı iletkeni olduğu için vücudun ısı yalıtımına katkısı vardır. Yağ dokusu diğer dokular arasındaki boşlukları doldurur ve bazı organların yerlerinde kalmalarını sağlar. Kısa bir süre önce, yağ dokusunun uzaktaki organları etkileyen, kanla taşındığı tahmin edilen çeşitli tip molekülleri salgıladığı görülmüştür. Bilinen farklı yerleşim, yapı, renk ve patolojik nitelik gösteren, 2 tip yağ dokusu vardır. Vücuttaki dağılımı, rengi, damarlarla ilişkisi ve metabolik aktiviteleri farklıdır (Çiftçi, 1989a).

Beyaz yağ dokusu (yaygın veya ünilocüler yağ doku) (tek boşluğu olan hücrelerden yapılmış yağ dokusu), tamamen geliştiklerinde, sitoplazmalarının ortasında, büyük, sarı bir yağ damlası içeren hücrelerden yapılmıştır. Kahverengi yağ dokusu (veya multilocüler yağ doku) çok sayıda yağ damlası ve bol miktarda kahverengi mitokondri içeren hücrelerden yapılmıştır. Kış uykusuna yatan veya uzun süre soğuk ortamda kalan hayvanlarda çoktur (Çiftçi, 1989a). Her 2 tip yağ dokusunda zengin kan dolaşımına sahiptir.

Beyaz ve kahverengi yağ dokuları arasındaki ayırıcı özellikler birçok araştırmacı tarafından yayınlanmıştır. Bu iki doku arasındaki en önemli fark kahverengi yağ dokusundaki yağ damlalarının birden fazla (multilocüler), beyaz yağ dokusunda tek (ünilocüler) olmasıdır (Erkoçak, 1980).

Kahverengi yağ hücreleri mitokondrilerden zengindir. Beyaz yağ dokusu hücre mitokondrileri 0.3μ büyüklüğünde ve az sayıda iken kahverengi yağ dokusu hücrelerindeki 0.5μ üzerinde bir büyüklükte ve çok sayıda dırlar. Kristalar mitokondrilerin bütün genişliği boyunca uzanır. Mitokondrilerin 1μ 'luk uzunlukları boyunca 8-15 kadar sıkıca düzenleme gösteren kristalları vardır. Kristallar hafifçe

eğridirler. Bu durum çoğu aktif doku hücrelerinin mitokondrilerinde gözlenen bir olgudur. Mitokondriler oval veya yuvarlaktırlar (Suter, 1969).

Her yağ hücresinde ışık mikroskobu ile görülen bir büyük lipit damlacığına ilave olarak çok küçük limit damlacıklarında varlığı elektron mikroskobu çalışmaları ile ortaya konmuştur. Küçük lipit damlacıkların etrafında zar yoktur, fakat bolca vimentin ara filamanlar ile çevrelenmişlerdir. Her yağ hücresinin etrafında bazal lamina vardır.

Günümüzde yağ dokusunun bilinen fonksiyonlarına ek olarak salgıladığı adipokin adlı ürünler vasıtasıyla parakrin otokrin ve hatta endokrin etkilere de sahip olduğu tespit edilmiştir. Son yıllarda bu konuda yapılan klinik, biyokimyasal ve deneysel çalışmalar bilimsel gündemde önemli yer tutmaktadır (Bulucu Altunkaynak ve Özbek, 2005).

Yetişkin memelilerde yağ dokusu kitlesi büyük oranda adiposit olarak adlandırılan lipid dolu hücrelerin gevşek olarak bağlanmasıyla oluşur. Ayrıca yağ dokusu fibroblast, lökosit, makrofaj ve prediposit (henüz yağ ile dolmamış) gibi bazı yapısal hücreler de içerebilir (Bulucu Altunkaynak ve Özbek, 2005).

2.12. Yağların Depolanması ve Serbestleşmesi

Beyaz yağ dokusu organizma için büyük bir enerji deposudur. Yağ hücrelerinde depolanan başlıca lipit trigliseritler, yani yağ asitlerinin ve gliserolün esterleridir. Bu hücrelerin depoladıkları yağ asitlerinin kaynağı besinle alınan yağların “şilomikron” trigliseritler yağ hücrelerine taşınması, karaciğerde sentezlenip çok düşük yoğunluktaki lipoproteinler olarak yağ dokusuna getirilmeleri ve yağ hücreleri içinde glikozdan serbest yağ asitleri ve gliserol sentezinin yapılması ile gerçekleştirilir.

Şilomikronlar bağırsak epitel hücrelerinde yapılan çapları 3 µm kadar olabilen ve kan ile mezenterik lenf sıvılarında taşınan parçacıklardır. Merkezlerinde trigliseritlerden ve az miktarda kolesterol esterlerinden oluşmuş bir öz, etrafında dengeleyici tek tabakalı apolipoproteinler, kolesterol ve fosfolipitlerden ibarettir. Çok düşük yoğunluktaki lipoproteinler yüzey tabakalarındaki lipit şilomikronlarına göre daha fazladır, çünkü bunlar daha küçüktürler, yüzeylerinde farklı apolipoproteinler vardır

ve trigliseritlere nazaran daha fazla kolesterol esterleri vardır. Şilomikronlar ve çok düşük yoğunluktaki lipoproteinler yağ dokusu hücrelerince yapılan lipoprotein lipaz enzimi ile yağ dokusunun kapillerlerinin iç yüzeylerinde hidrolize olurlar. Serbest yağ asitleri henüz anlaşılmamış bir yolla yağ hücrelerine girer. Bu işlem gerek aktif taşımacılık gerekse serbest difüzyon ilgilidir. Belki de yağ hücrelerinin yüzeylerinde görülen çok sayıdaki pinösitoz veziküllerin bu işle hiç ilgileri yoktur. Yağ asitleri endotelden yağ hücrelerine doğru aşağıda sıralanan tabakaları geçerler.

1. Kapiler endotel hücresi
2. Kapiler bazal laminası
3. Bağ dokusu temel maddesi (bağ dokusu matrisi)
4. Yağ hücresinin bazal laminası
5. Yağ hücresinin zarı.

Yağ asitlerinin sitoplamayı aşarak lipit damlacığı içine geçişleri net olarak anlaşılmamıştır fakat bazı özel taşıyıcı proteinler aracılığıyla olabilir. Yağ asitleri yağ hücresi içinde glikoz metabolizmasının bir ara ürünü olan gliserol fosfat ile birleşerek trigliserit moleküllerini meydana getirirler. Bunlar sonradan trigliserit damlacığı içine yığılırlar. Mitokondriler ve düz endoplazma retikulumu lipit alımı ve depolanması sırasında aktif olan hücre organelleridir.

Yağ hücreleri insülinin hızlandırdığı bir süreçle glikozdan yağ asitlerinin sentezini yapabilirler. İnsülin ayrıca glikozun yağ hücreleri içine alınışı ve lipoprotein lipaz sentezini de hızlandırır.

Depolanmış lipitler vücut sıvıları ve nörolojik mekanizmalar ile dolaşıma yeniden katılırlar. Sonuçta yağ asitleri ve gliserol kan içine serbest halde bırakılır. Doku norepinefrin ile uyarıldığında hormona duyarlı lipaz adındaki bir enzim adenilat siklaz ile harekete geçirilir. Norepinefrin yağ dokusunda mevcut olan postganglionik sempatik sinir sonlarından serbest bırakılır. Harekete geçen enzim genellikle lipit damlacığı yüzeyinde bulunan trigliserit moleküllerini parçalar. Suda erimeyen yağ asitleri diğer dokulara serum albümini eşliğinde taşınır, oysa suda çözülebilen gliserol serbest kalır ve karaciğer tarafından tutulur.

Yağ dokusu metabolizmasının çeşitli dönemlerinde büyüme hormonu, glikokortikoidler, prolaktin, kortikotropin, insülin ve tiroit hormonlarının da etkin rol oynar.

Yağ dokusu salgı yapan bir organ gibi de çalışır. Kan ile taşınan veya yağ dokusu hücrelerinin etrafındaki kapillerlerin endoteline bağlı durumdaki (örneğin, lipoprotein lipaz) birkaç molekülün sentezini yapar. Yağ dokusu hücrelerinin yaptığı maddeler arasında 164 amino asitten oluşan leptin en çok araştırılmış olanıdır. Beyin ve diğer dokulardaki bazı hücrelerin leptin için reseptörleri vardır. Bu molekülün vücuttaki yağ dokusu ölçüsü ve beslenmenin ayarlanmasında katkısı vardır. Genellikle hipotalamusu etkileyerek iştahı azaltır ve enerji tüketimini çoğaltır.

Otonom sinir sisteminin sempatik bölümü gerek sarı gerekse kahverengi yağ dokusuna yoğun olarak dağılmıştır. Beyaz (sarı) yağ dokusundaki sinir sonlanmaları sadece kan damarlarının duvarlarında bulunur, yağ hücrelerine kadar ulaşmazlar. Sinirsel uyarı taşıyıcı norepinefrinin serbest bırakılması yukarıda açıklanan hormona duyarlı lipazı harekete geçirir. Bu sinir sonlanmaları yağların serbestleştirilmesinde önemli rol oynar.

Lipitler organizmanın gereksinimlerini karşılayabilmek için vücudun her yerinden aynı miktarlarda orantılı olarak hareket ettirilmezler. İlk olarak deri altındaki, mezenterlerdeki ve periton arkasındaki yığılımlar çözülür, eller, ayaklar ve göz çukurunun arkasındaki yumuşak koruyucu tabakalar uzun süren açlıklara dayanır. Bu tür uzun süreli açlıklarda beyaz yağ dokusu neredeyse tüm yağını kaybeder ve içlerinde çok azalmış lipit damlacıkları olan çok yüzlü veya mekik şeklindeki hücrelerden ibaret hale gelir (Junqueira ve ark., 1992).

2.13. Kahverengi Yağ Dokusu

Kahverengi yağ dokusuna mütiloküler yağ dokusu da denir. Mütiloküler yağ dokusunda çok sayıda kan kapillerleri ve renkli sitokromları olan bolca mitokondri içermesi nedeniyle kahverengi görünüştedir. Kahverengi yağ dokusu vücudun her yerinde bulunan beyaz yağ dokusuna oranla daha sınırlı dağılım gösterir. Kış uykusuna yatan hayvanlarda daha çok bulunduğundan bir zamanlar “kış uykusuna

yatıran bez” olarak da adlandırılmaktaydı. Kahverengi yağ dokusu özellikle kış uykusuna yatan canlılarda uyku döneminde yaşamın sürekliliği için enerji kaynağı olarak kullanılır. Kış uykusuna yatan hayvanların özellikle sırt ve boyun bölgelerinde yer alan bu doku canlılar için hayati öneme sahiptir. Sıçanlarda ve diğer birkaç memelide genellikle omuz etrafında bulunur. İnsan embriyosunda ve yeni doğan bebeklerde birkaç yerde rastlanan bu doku doğum sonrasında bazı bölgelerde kalır. İnsanlarda çoğunlukla doğum sonrasında ilk aylarda ısı oluşturarak yeni doğan bebeği soğuğa karşı koruduğu için önem kazanır. Yetişkin çağa doğru büyük bölümü giderek azalır.

Son zamanlarda, yapılan araştırma sonuçlara göre yağ, kullanılmadan önce, dokularda depo edilmektedir. Depo trigliseridleri, bu nedenle çok aktif metabolize olurlar. Bunların yarı ömrü 5 gün sürelidir.

Beyaz yağ dokusu hücrelerine oranla, kahverengi yağ dokusunun hücreleri çok kenarlı ve küçüktür. Sitoplazmalarında çok miktarda ve çeşitli boyutlarda lipid damlacığı, yuvarlak, merkezde yerleşmiş çekirdek ve bolca uzun kristal mitokondri vardır.

Kahverengi yağ dokusu, kan kapillerlerinin eşlik ettiği, hücrelerinin büyük ölçüde epiteli andıracak tarzda sıkıca bir araya gelerek kitleler oluşturduğu bir endokrin bez gibidir. Bu yağ dokusu beyaz yağ dokusuna göre bağ dokusu ile daha belirgin bölmelere ayrılmıştır. Sempatik sinir sistemi bu dokunun hücrelerini sarmıştır (Junqueira ve ark., 1992).

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).

Kahverengi yağ doku hücreleri, lipidlerde depolanan yağ asitleri oksidasyonu ile rodentlerde ısı üretir (Watanabe ve ark., 1987). Kahverengi yağ dokusunun ana fonksiyonu ısı üretmektir. 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. Değişik koşullarda varlığı yeniden keşfedilmiş ve farklı isimlerle adlandırılmıştır. Rasmussen (1923), o zamana kadar “hibernasyon bezi” olarak adlandırılan kahverengi yağ dokunun sadece hibernasyona giren hayvanlarda bulunmadığını ortaya çıkarmıştır (Nedergaard ve Cannon, 1990). Çeşitli adrenerjik reseptörlerin dengesi için farklı fiziksel durumlarda kahverengi yağ dokusundaki katekolaminin son etkisi için önemli olabilir (Kramarova ve ark. 2007). Kahverengi yağ dokunun oksidatif kapasitesi sitokrom oksidaza bağlı olup kalp kasındakinden daha fazladır (Akay, 1999).

Genç ve ergin hayvanların kahverengi yağ hücrelerinde bol miktarda serbest ribozomlar bulunur, polizomlar ise yer yer izlenebilir (Bloom, 1975; Revel ve Sheridan, 1968; Jankovic ve ark., 1974).

2.14. Kahverengi Yağ Dokusu Hücrelerinin Görevi

Kahverengi yağ dokusu hücrelerinin ana görevi ısı meydana getirmektir. Bu dokunun fizyolojisi en iyi kış uykusuna yatan hayvanlarda anlaşılmıştır. Soğuk ortamla karşı karşıya kalan kış uykusundan çıkmak üzere olan hayvanlarda veya yeni doğan memelilerde (insan dahil) norepinefrin sinir uyarıları ile dokunun içine salıverilir. Bu sinirsel uyarı taşıyıcı, hücredeki hormona duyarlı lipazı harekete geçirerek trigliseritlerin yağ asitlerine ve gliserole hidrolize olmalarını sağlar. Serbest kalan yağ asitleri metabolize olurken oksijen tüketimi de artarak kahverengi yağ dokusunun sıcaklığını yükseltir böylece doku içinden geçen kan ısınmaya başlar. Isı üretimi artar çünkü bu dokunun hücrelerindeki mitokondriyumların iç zarlarından termojenin adı verilen zarı geçen bir protein vardır. Termojenin, mitokondri zarları arasına önceden taşınmış protonların ATP sentetaz sisteminden geçmeksizin geri akışlarını sağlar. Bu sebeple, proton akışından doğan enerji ATP sentezi için kullanılmaz ama ısı olarak harcanır. Isıtılmış kan dolaşarak vücudu ısıtır ve yağ dokusunda metabolize olmamış yağ asitlerini taşır. Diğer organlar bu yağ asitlerini kullanırlar (Junqueira ve ark., 1992).

2.15. Kahverengi Yağ Dokusu Histogenezi

Kahverengi yağ dokusu beyaz yağ dokusundan farklı olarak gelişir. Bu dokuyu oluşturan mezenkimal hücreleri yağı depolamadan önce epiteli andırırlar (endokrin bez gibi). Görünüşe bakılırsa, doğum sonrasında kahverengi yağ dokusu gelişmemekte ve herhangi bir yağ dokusu diğerine değişmemektedir (Junqueira ve ark., 1992).

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 *D. laniger* örneği üzerinde yapılmıştır. Habitat özellikleri ve hibernasyon mevsimleri dikkate alınarak araziden örnekler toplanmıştır. Öncelikle türün hibernasyon biyolojisini belirlemek amacıyla ayrı kafeslerde bakımı yapılan deney grubu oluşturuldu. Dişi ve erkek bireylerden 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 (Göney, 2011). İncelemeye alınan örneklerin 4 tanesi (2 tanesi 5 Ekim 2010 da önce D4 no'lu ♂, D10 no'lu ♀ ve 2 tanesi 14 Mart 2011 tarihlerinde sırasıyla D7 no'lu ♀, D2 no'lu ♀ bireyler) doku analizi için disekte edilmiştir. Bu örneklerden D4 ve D10 no'lu olan aktif dönemde, D7 no'lu olan hibernasyon periyodunda ara uyanışta ve D2 no'lu birey ise hibernasyondayken disekte edildi.

3.2. Yöntem

3.2.1. Laboratuvar Şartları ve Deney Hayvanlarının Seçimi

Göney (2011) *D. laniger*'in davranışsal açıdan hibernasyonunu incelemiştir. Laboratuvar nemi, sıcaklığı, hayvanların beslenmesi, bakımı, ağırlık ölçümleri ve hibernasyon sürelerinin belirlenmesi Göney tarafından yapılmıştır. Bu çalışmadaki deney hayvanları, bahsedilen çalışmadaki deney hayvanlarının dişilerinden seçilmiştir. Bu yüzden bu çalışmanın anlaşılmasını kolaylaştırmak için burada, Göney'in kış uyukusu davranışlarını takip ettiği hayvanların laboratuvar şartlarına bir göz atmakta fayda vardır.

Laboratuvar sıcaklığı, laboratuvara getirilen *D. laniger* örneklerinin hibernasyona başlamadan ilk haftadan itibaren kaydedilmeye başlanmıştır. Laboratuvarın ısısı 24 °C olarak, nem düzeyi ise % 56 olarak kaydedilmiştir. *D. laniger* örneklerinin

bulunduğu laboratuvarın sıcaklığı en yüksek 24 °C en düşük ise 7 °C arasında değişim göstermiştir.

Aynı zaman aralığında laboratuvarın nemi ise, en düşük % 48, en yüksek ise % 88 olarak kayıt edilmiştir. Sıcaklık şubat ayına kadar sürekli dşmş ve mart ayından sonra sürekli yükselmeye başlamıştır. Laboratuvar nemi ise şubat ayında en üst düzeye ulaşmıştır.

3.2.2. Deney Hayvanlarının Hibernasyona Giriş ve Hibernasyon Süreleri

Hibernasyon döneminin gözlenmesi bir deney grubu ile kontrolsüz laboratuvar şartlarında yapılmıştır. *D. laniger* rnekleri için yaşam alanı olarak metal kafesler kullanılmıştır. Bu kafeslerin içerisine tahta kutular, pamuk ve talaş konuldu. Aktif dönemde *D. laniger* rneklerinin beslenmek için sık sık tahta kutunun dışına çıktıkları grlmştir (Resim 3.1.).



Resim 3.1. Aktif dönemde *Dryomys laniger* (Anadolu kayauyuru)

D. laniger örneklerinin beslenme, dışkılama ve dinlenme zamanlarında genellikle kafesin köşelerinde bulunmayı tercih ettikleri gözlenmiştir.

Gözlem yapılan ergin örneklerde ilk hibernasyon, laboratuvar sıcaklığı 16 °C olarak kaydedilen 11 Ekim'de gözlenmiştir. En son olarak 13 Aralık'ta hibernasyona girilmiştir. Son hayvan hibernasyona girdiğinde laboratuvar sıcaklığı 12 °C olarak kaydedilmiştir.

Hibernasyon periyodunun başlangıcı, ilk torporun gözlemlendiği tarih olarak belirlenmiştir. Hibernasyon periyodunun bitimi ise torpordan çıkan en son bireyin çıkış tarihi olarak belirlenmiştir.

3.2.3. Hibernasyon boyunca hayvanlarda ağırlık değişimi

Hibernasyon süresince ağırlığı en fazla azalan birey % 42,9 olmuştur. Hibernasyon süresince ağırlıktaki değişim % 20,7 ile % 42,9 arasında değişim göstermiştir. Gözlemlenen tüm örneklerde hibernasyonun başlaması ve besine duyulan isteksizliğin bir sonucu olarak ağırlıklar azalma göstermiştir

3.2.4. *Dryomys laniger* örneklerinin bakımı

Resmi gazetede deney hayvanlarının korunmasına ve üretim yerlerine dair yayımlanan yönetmeliğin uygulama talimatına göre rodentler için minimum kafes taban alanı ve yükseklikleri verilmiştir (Aksoy ve ark., 2010). Bu talimata uygun olarak *D. laniger* örnekleri laboratuvarında buldukları süre boyunca bireysel olarak çelik kafeslerde (37x17x12 cm) barındırılmıştır. Çelik kafeslerin içine 18x15x6,5 ebatlarında yapılmış tek bir çıkışa sahip tahta kutular yerleştirilmiştir. 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. Bu yemler taze sebze, meyveler (kırmızı erik, armut, kuru üzüm, ahududu), tahıl gevreği ile ceviz, fındık gibi kuruyemişlerden oluşmuştur (Göney, 2011).

3.2.5. *Dryomys laniger* örneklerinin hibernasyonu

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) *D. laniger* örneklerine besin verilmedi (Göney, 2011).

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 arasında geçen toplam sürenin hesaplanması ile hibernasyon süresi belirlenmiştir (Demirsoy ve ark., 2001).

3.2.6. Işık mikroskobunda inceleme için preparatların hazırlanması

Aktif dönemdeki *D. laniger* örneklerinden, hibernasyondaki *D. laniger* örneklerinden ve hibernasyonda ara uyanışdaki *D. laniger* örneklerinden laboratuvarında yapılan diseksiyon ile interskapular bölgeden kahverengi 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; Thompson ve Luna, 1978)

Formaldehit, % 37-% 40.....	1000.0 ml
Distile su.....	9000.0 ml
Sodyum fosfat monobazik.....	4 g
Sodyum fosfat dibazik (anhidro).....	6.5 g

Doku örnekleri 24 saat fiksatifle 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 Olympus BX53 marka ışık mikroskobunda incelenerek fotoğrafları çekilmiştir.

3.2.7. Elektron mikroskobunda inceleme için preparatların hazırlanması

Aktif dönemdeki *D. laniger* örneklerinden, hibernasyondaki *D. laniger* örneklerinden ve hibernasyonda ara uyanıştaki *D. laniger* örneklerinden laboratuvarında yapılan diseksiyonla çıkarılan *D. laniger* örnekleri fosfat tamponlu % 3'lük gluteraldehitte (pH=7,2, +4 °C) 4 saatlik ilk tespiti yapıldıktan sonra tespit çözeltilisinin hazırlandığı tampon ile 2 saat boyunca her yarım saatte bir değiştirilerek yıkanmıştır. Daha sonra ikinci tespit için fosfat tamponuyla taze hazırlanan % 1'lik osmium tetraoksit solüsyonunda 1 saat tespit edilmiştir.

Tespitten sonra reçine içinde blok yapılmıştır. Blok reçinesi şu şekilde hazırlanmıştır;

Araldite CY – 212.....	10cc
HY-964 (DDSA).....	10cc
DY-064 (DMP-30).....	0,5cc
Dibütyl phytalate.....	0,5cc

Alınan numuneler sırasıyla karıştırılmış olan bu reçine içerisine konularak 45 °C'de 24 saat ve 60 °C'de 24 saat tutularak polimerizasyon işlemi yapılmıştır. Daha sonra sertleşmiş olan bu bloklardan ultra mikrotom ile yarı ince ve ince kesitler alınmıştır. Yarı ince kesitler lam üzerine alındıktan sonra Toluidin blue-pyronin G ile boyanmıştır. İnce kesitler grid üzerine alındıktan sonra Sato'nun (1967) uranil asetat-kurşun sitrat boyası ile boyanmıştır. Bu şekilde hazırlanan kesitler Ankara Üniversitesi Fen Fakültesinde bulunan, JEOL 100 CX-II Transmission (Geçirmeli) Elektron Mikroskob'unda incelenmiş ve fotoğrafları çekilmiştir.

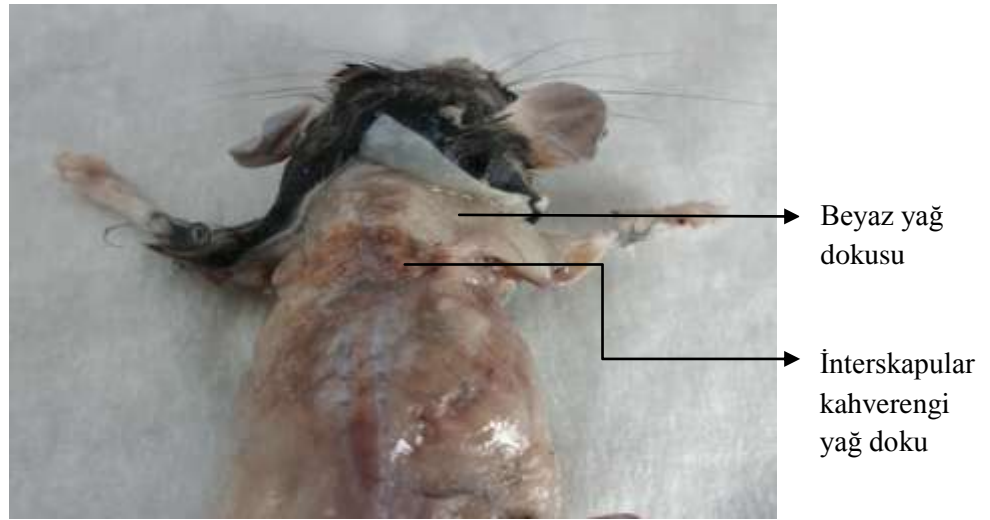
4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA

4.1. Araştırma Sonuçları

4.1.1. Kahverengi yağ dokunun histolojik incelenmesi

Aktif dönemde, kış uykusundaki dönemde ve hibernasyondaki ara uyanış döneminde *D. laniger* örneklerinin skapular (kürek kemiği) bölgesinden kahverengi yağ dokusu alınıp, ışık ve elektron mikroskoplarında inceleme yapıp, fotoğraflanmıştır.

Aktif dönemdeki ve kış uykusundaki *D. laniger* örneklerinin interskapular bölgesi (kürek kemikleri arası) disektesi yapılırken makroskobik olarak kahverengi yağ dokusunda renk farklılıkları gözlemlendi. Bu renk farklılığının hibernasyondaki *D. laniger* örneğinde daha koyu renk olduğu görüldü. Hibernasyon döneminde disekte edilen örneğin interskapular kahverengi yağ dokusunun aktif dönemde disekte edilen örneğin dokusuna göre daha büyük olduğu vücutta daha fazla yer kapladığı dikkat çekti (Göney, 2011).

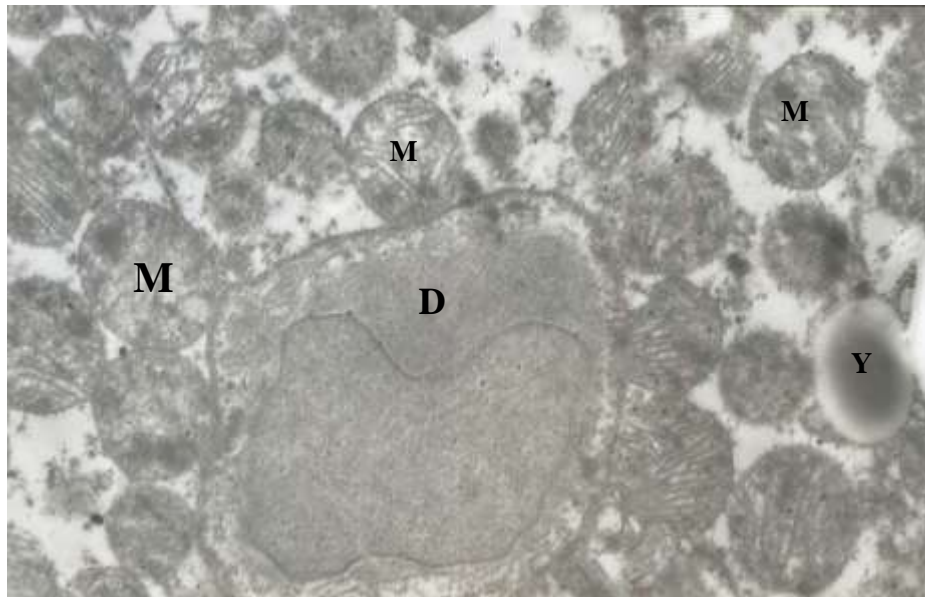


Resim 4.1. *D. laniger*' de interskapular kahverengi yağ dokusunun vücuttaki gösterimi (Göney, 2011)

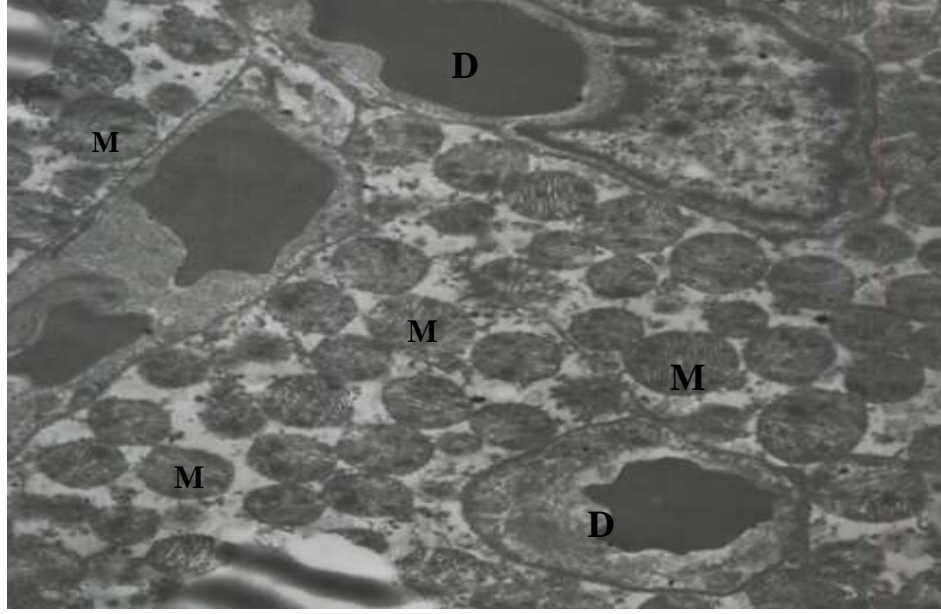
Aktif dönemdeki, hibernasyondaki ve hibernasyon esnasındaki ara uyanıştaki örneklerden disekte edilip alınan kesitler Olympus BX53 ışık mikroskobu ve JEOL 100 CX-II Transmission (Geçirmeli) Elektron Mikroskob'unda incelenip fotoğraflandı. *D.laniger* örneklerinin kahverengi yağ dokusu görüntüleri JEOL 100

CX-II Transmission (Geçirmeli) Elektron Mikroskop'unda görüntülenmeden önce disekte edilen kahverengi yağ dokusuna bazı işlemler uygulandı. Aktif dönemdeki, hibernasyondaki ve hibernasyon esnasındaki ara uyanıştaki örneklerden disekte edilen doku parçaları alınıp, fiksasyon sonrası sırasıyla yıkama, dehidrasyon ve gömme işlemleri yapıldı. Gömme işlemi kapsüller içerisine yapıldı. Örnekler kapsüllerin içerisinden çıkarılıp, ultramikrotomda yarı ince kesit ve ince kesitleri alındı. Sonra boyandı ve gridlerin (kesit ızgaraları) üzerine alındı. JEOL 100 CX-II Transmission (Geçirmeli) Elektron Mikroskop'unda farklı büyütmelerde görüntülenip, fotoğraflama yapıldı.

Kış uykusuna yatmadan önce alınıp incelenen aktif dönemdeki örnek, elektron mikroskopunda incelendiğinde hücrelerde bol sayıda mitokondri olmasına rağmen az sayıda yağ damlasına rastlandı. Hücrede Ayrıca kılcal kan damarı görüntülendi. Hücrelerin sitoplazmalarında sitoplazmik materyal azlığı dikkati çekti (Resim 4.2).

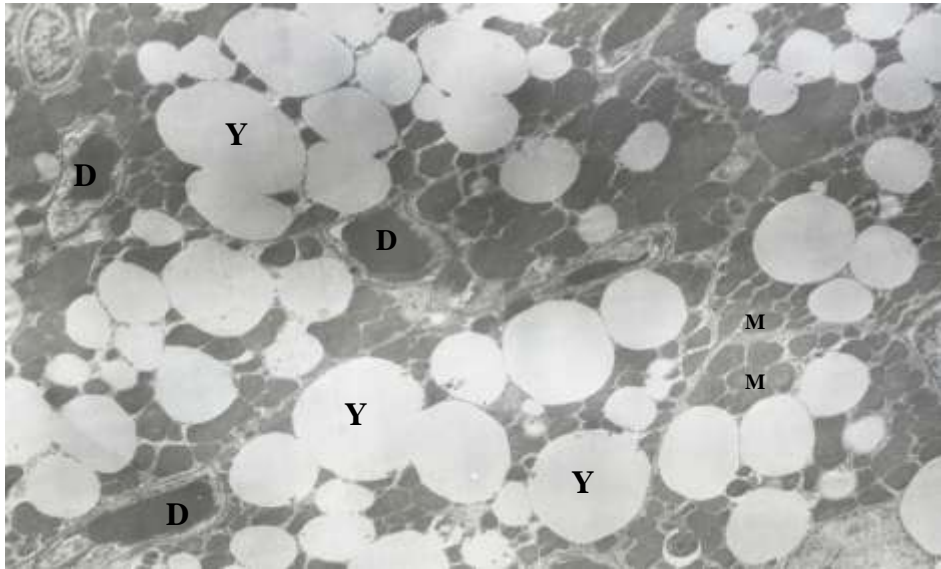


Resim 4.2. Aktif dönemdeki *D. laniger*' in kahverengi yağ dokusu hücresi **M:** Mitokondri, **Y:** Yağ Dokusu, **D:** Kılcal Damar (TEM, x 10000)

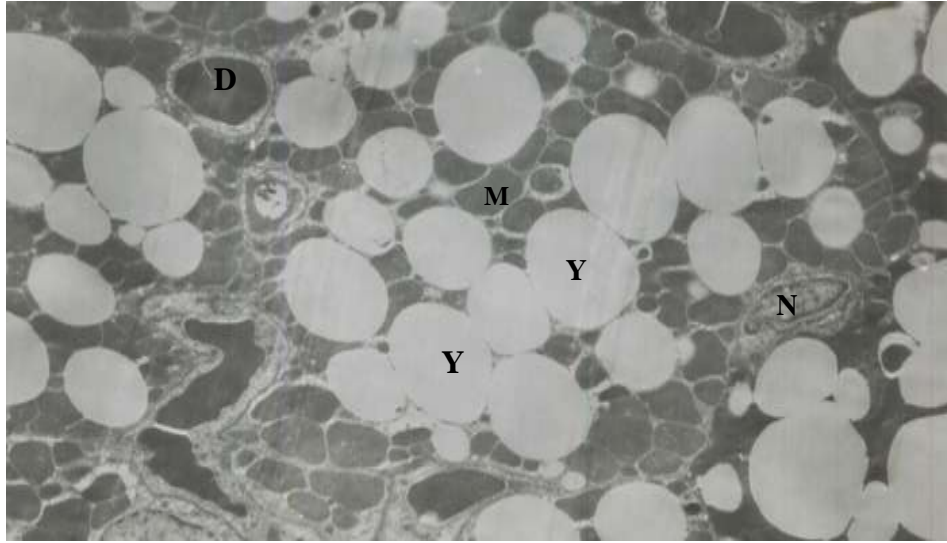


Resim 4.3. Aktif dönemdeki *D. laniger*' in kahverengi yağ dokusu hücresi **M:** Mitokondri, **D:** Kılcal Damar (TEM, x 3600)

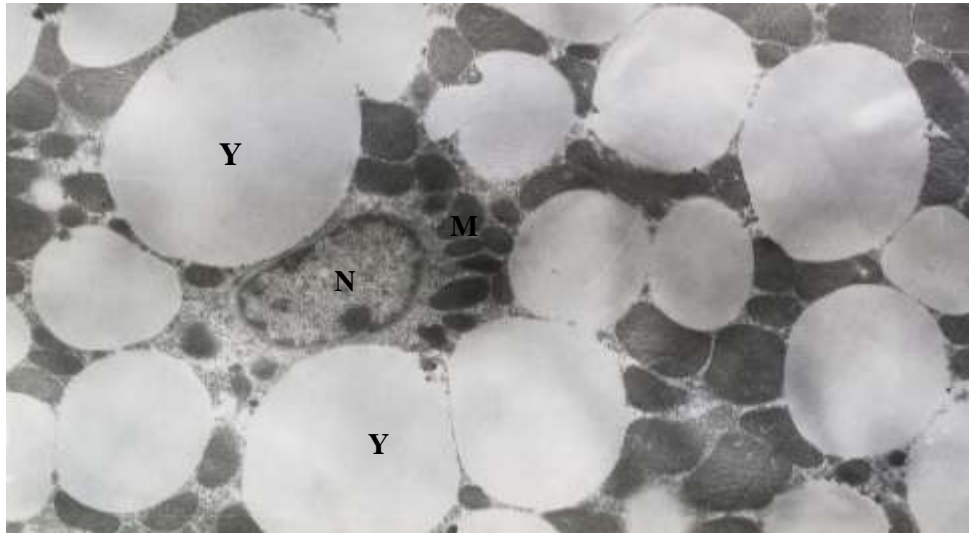
Kış uykusundaki *D. laniger* örneklerinin kahverengi yağ dokusu incelendi. Yağ dokusu hücrelerinde yağ dokusu özelliğinden dolayı irili ufaklı, yuvarlak yağ damlacıklarının arasına yerleşmiş mitokondriler ve yağ damlaları gözlemlendi. Yağ damlacıklarının sayısı çoktu. Ayrıca dokunun genel yapısında hücreler arasında kılcal damarların bol olduğu tespit edildi (Resim 4.4).



Resim 4. 4. Hibernasyondaki *D. laniger* örneğinin yağ damlacıkları **M:** Mitokondri, **Y:** Yağ Dokusu, **D:** Kılcal Damar (TEM, x 1900)



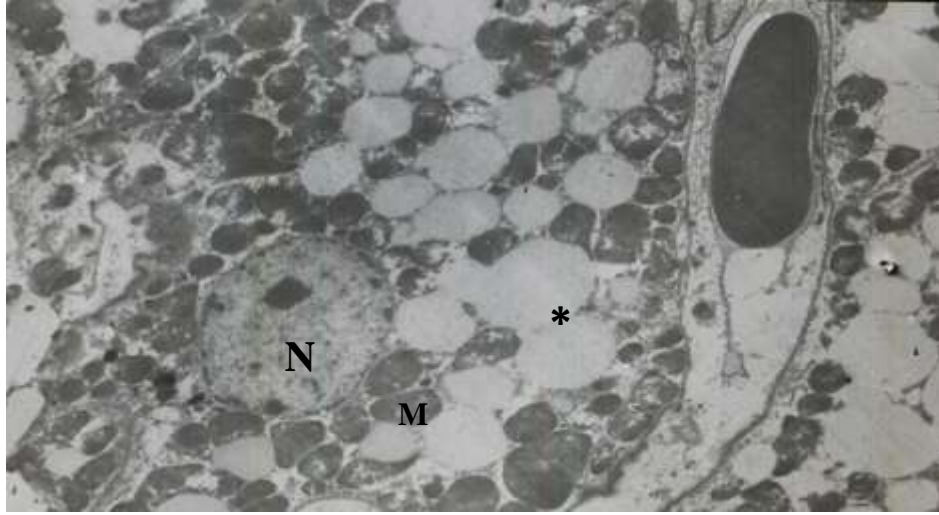
Resim 4. 5. Hibernasyondaki *D. laniger* örneğinin kahverengi yağ dokusunda kılcıl damarlar ve yağ hücrelerinin mitokondrileri, yağ damlaları ve yağ hücrelerinin nükleusu (çekirdek) **M:** Mitokondri, **Y:** Yağ Dokusu, **D:** Kılcal Damar, **N:** Nükleus (Çekirdek) (TEM, x 2900)



Resim 4. 6. Hibernasyondaki *D. laniger* örneğinin kahverengi yağ hücrelerinin mitokondrileri, yağ damlaları ve yağ hücrelerinin nükleusu (çekirdek) **M:** Mitokondri, **Y:** Yağ Dokusu, **N:** Nükleus (Çekirdek) (TEM, x 4800)

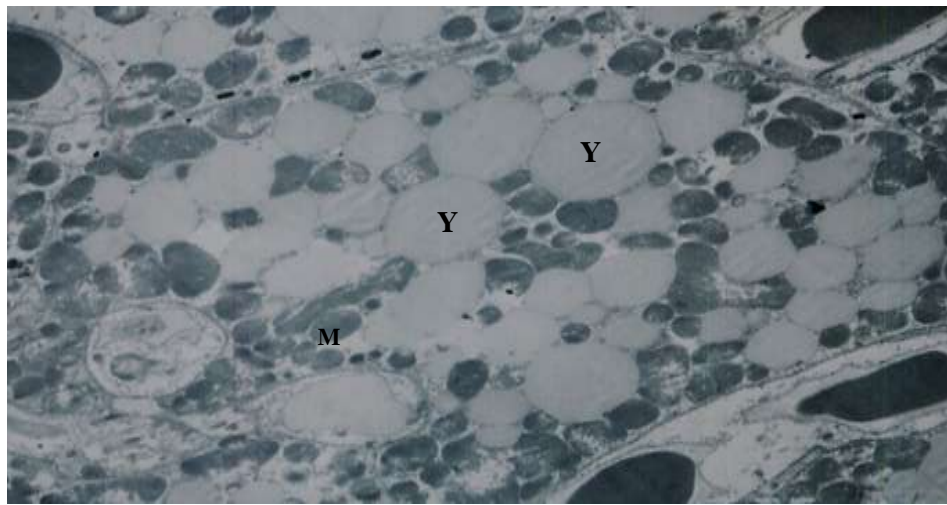
D. laniger örneği D7 no' lu kış uykusu döneminde ara uyanışta iken disekte edilip kahverengi yağ dokusu elektron mikroskopunda incelenip fotoğraflandı. Hibernasyondan ara uyanışta *D. laniger*' in yağ dokusu hücrelerinin

sitoplazmalarında yağ damlalarının birbirleri ile temas ettiği, yer yer sitoplazmik materyal kaybı ve mitokondrilerin kristalarında erimeler gözlemlendi. Çekirdeğin yuvarlak şekle sahip olduğu ve normal bir görünümde olduğu tespit edildi (Resim 4.7).

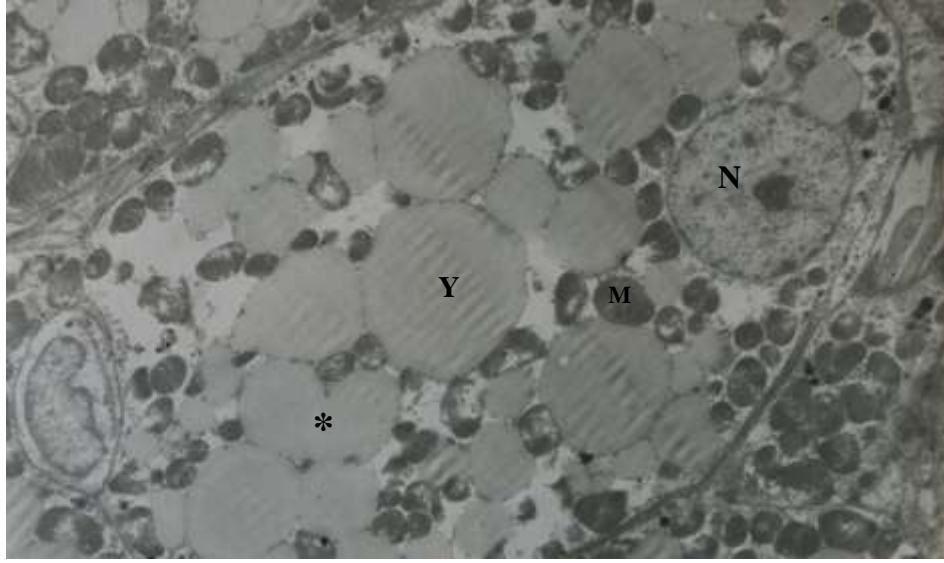


Resim 4.7. Hibernasyon sırasında uyanan *D. laniger* örneğinin kahverengi yağ dokusu hücresi **N**: Nükleus, *****: Kaynaşmış yağ damlaları, **M**: Mitokondri (TEM, x 2900)

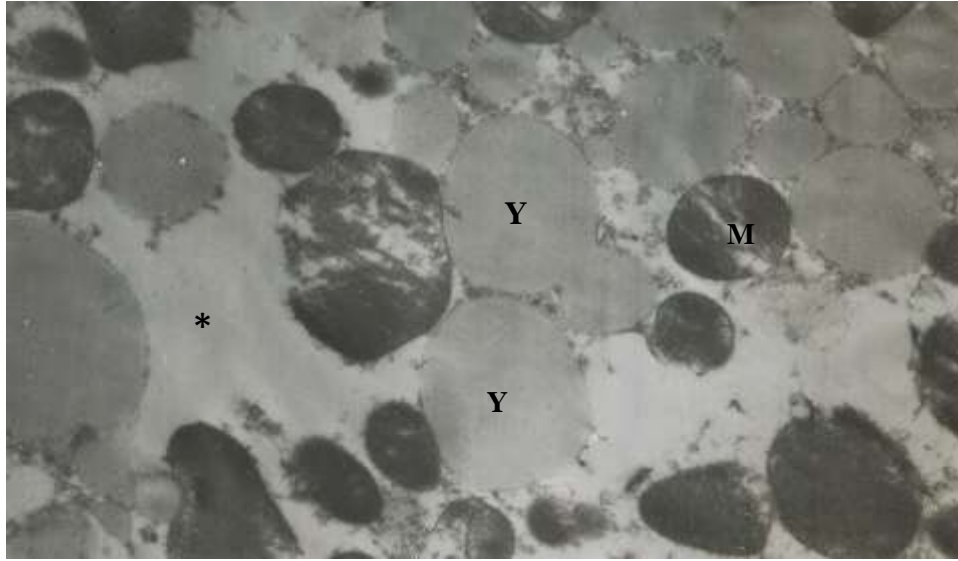
Hibernasyon sırasında uyanan *D. laniger* örneğinin kahverengi yağ dokusu hücrelerinin irili ufaklı mitokondrileri olduğu gözlemlendi (Resim 4.8).



Resim 4.8. Hibernasyon sırasında uyanan *D. laniger* örneğinin kahverengi yağ dokunun irili ufaklı mitokondrilere sahip hücresi **Y**:Yağ damlaları, **M**: Mitokondri (TEM, x 2900)



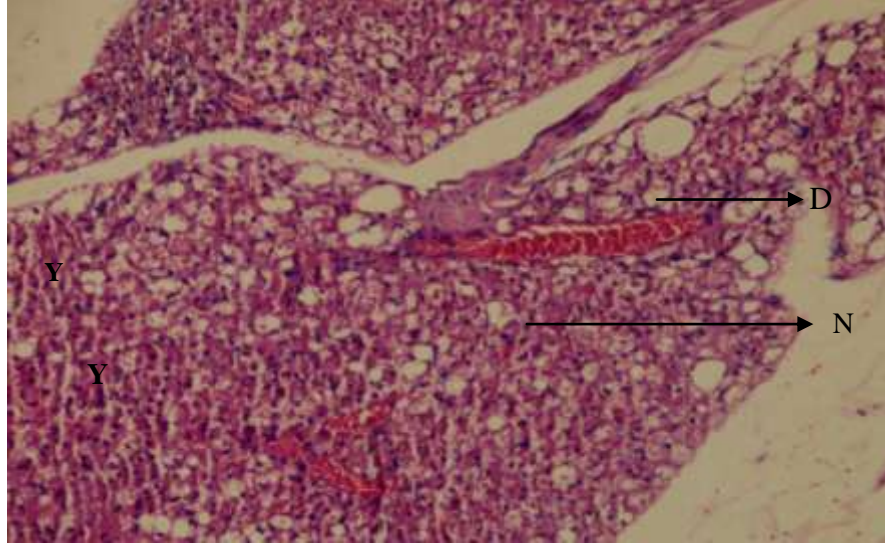
Resim 4.9. Hibernasyonda sırasında uyanan *D. laniger* örneğinin kahverengi yağ dokudaki kristası erimiş mitokondriler ve birbirine temas eden yağ damlaları *: Birbirine temas eden yağ damlaları N: Nukleus, Y:Yağ damlaları, M: Mitokondri (TEM, x 2900)



Resim 4.10. Hibernasyon sırasında uyanan *D. laniger* örneğinin kahverengi yağ doku hücrelerinde sitoplazmik materyal kaybı kristası Y:Yağ damlaları, M: Mitokondri, *: Sitoplazmik materyal kaybı (TEM, x 4800)

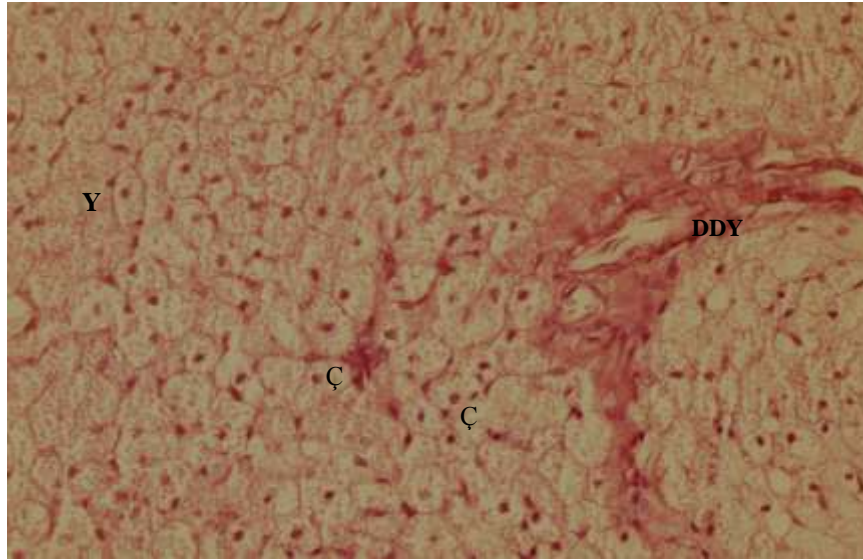
Daha yüksek büyültmelerde bir yağ hücresi detaylı olarak ele alındığında hücrelerdeki hasarlar daha çok dikkati çekti. Hücrelerin sitoplazmalarında kristaları erimiş mitokondriler birbiri ile temas eden yağ damlaları ve kaybolan sitoplazmik materyal kaybı gözlemlendi (Resim 4.10).

Hibernasyondaki *D. laniger* örneklerinden alınan kesitler Hematoksilen ve Eozin ile boyandı ve preparatlar Olympus BX53 marka ışık mikroskopunda incelenerek, fotoğraflandı.

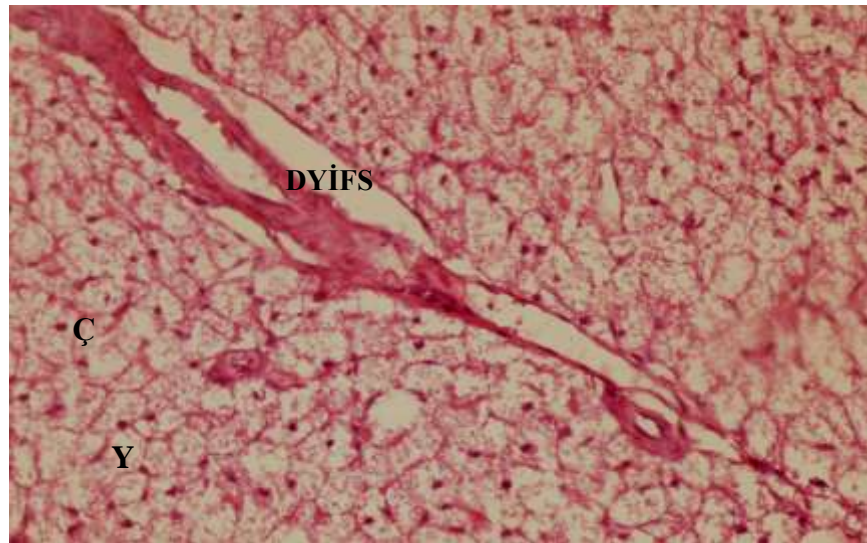


Resim 4.11. Aktif dönemdeki *D. laniger*'in interskapular kahverengi yağ dokusunun ışık mikroskopunda görüntüsü (x200) Hematoksilen-Eozin **Y:** Yağ hücresi, **N:** Nükleus (Çekirdek), **D:** Kılcal Damar

Aktif dönemdeki *D. laniger* örneğinin kahverengi yağ dokusundaki lobüler patern, içleri eritrositlerle dolu kapiler damarlar, bir kısmı univakuoler çoğu multivakuoler sitoplazmalara sahip hücreler izlendi.



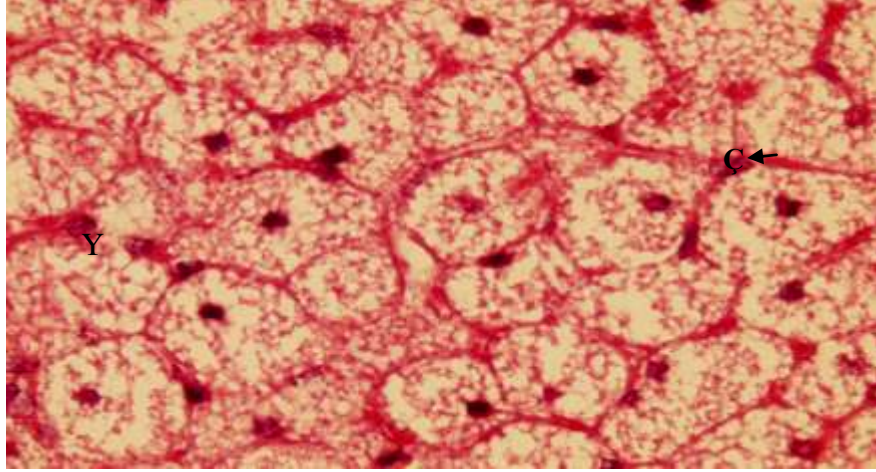
Resim 4.12. Hibernasyondaki *D. laniger*'in interskapular kahverengi yağ dokusunun ışık mikroskobunda görüntüsü (x400) Hematoksilen-Eozin **Y:** Yağ hücresi, **N:** Nükleus (Çekirdek) **DDY:** Dallanan damar yapısı



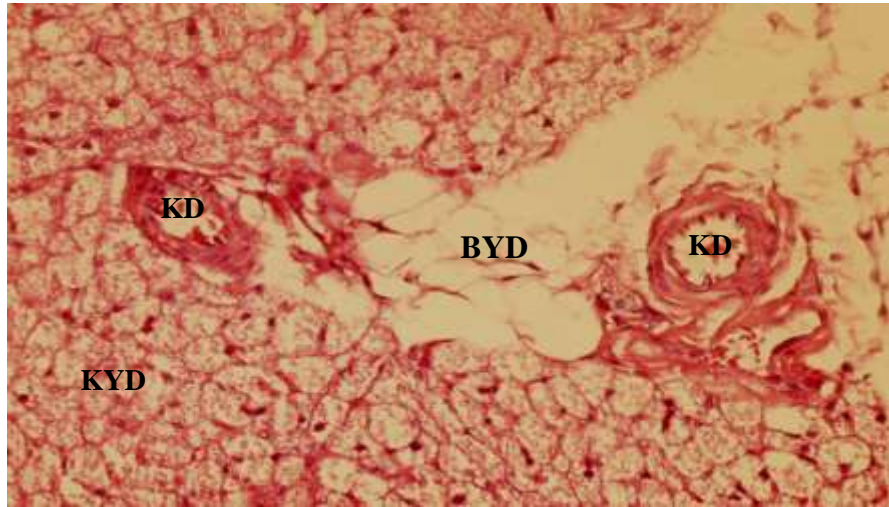
Resim 4.13. Hibernasyondaki *D. laniger*'in interskapular kahverengi yağ dokusunun ışık mikroskobunda görüntüsü (x400) Hematoksilen-Eozin **Y:** Yağ hücresi, **N:** Nükleus (Çekirdek) **DYİFS:** Damar yapısı içeren fibröz septa

Hibernasyondaki *D. laniger* örneklerinden alınan kesitlere bakıldığında kahverengi yağ dokusunun çekirdeklerinin yuvarlak, ortada, yer yer kenara itilmiş olduğunu gözlemlendi. Lobüler yapılanma, yer yer dallanan ince duvarlı vasküler yapılardan zengin stroma ve sitoplazmik vakuoler görünüm ile kahverengi yağ dokusunun ışık

mikroskobu düzeyinde tanımlanmış bilinen histolojik özellikleri dışında farklılık gözlenmemiştir.



Resim 4.14. Hibernasyondaki *D. laniger*'in interskapular kahverengi yağ dokusunun ışık mikroskopunda görüntüsü (x1000) Hematoksilen-Eozin **Y:** Yağ hücresi, **N:** Nükleus (Çekirdek)



Resim 4.15. Hibernasyondaki *D. laniger*'in interskapular kahverengi yağ dokusunun ışık mikroskopunda görüntüsü (x400) Hematoksilen-Eozin **KYD:** Kahverengi Yağ Dokusu, **BYD:** Beyaz Yağ Dokusu **KD:** Kılcal damar

4.2. Tartışma

Yaptığımız bu çalışma orjinal çalışma olup elde edilen bilgilerin bu türle yapılacak olan diğer konulardaki çalışmalara temel teşkil etmesi amaçlanmıştır.

Bu çalışmada doğal olarak kış uykusuna yatan kemiricilerden olan *D. laniger* örnekleri ele alındı. *D. laniger* örneklerinin aktif dönemde, hibernasyonda ve hibernasyon esnasında ara uyanışta kahverengi yağ dokusu ele alınıp incelendi.

Hibernasyon diğer adı ile kış uykusu soğuk mevsimlere karşı koyabilmek için sabit vücut ısılı hayvanların yapısında görülen olayların tümü olarak tanımlanır. Başta yarasalar ve rodentler (kemiriciler) olmak üzere bazı memeliler, vücut sıcaklıklarını değiştirebilme özelliğine sahiptirler. Bu uyumun amacı uygun olmayan şartlarda geçici olarak vücut sıcaklıklarını düşürmek yoluyla enerji tasarrufu yapmaktır. Bu bağlamda bu olayı açıklayıcı dormansi ve torpor gibi bazı terimler kış uykusunu (hibernasyon) tarif etmekte kullanılmaktadır. Dormansi; vücut sıcaklığında düşüş ve indirgenmiş metabolik hızla karakterize edilen inaktif bir periyot olarak kabul edilir. Torpor; vücut sıcaklığında, metabolik hızda, solunum ve kalp atım hızında bir düşüşle karakterize edilen bir çeşit dormansidir. Kış ayları boyunca görülen torpor, hibernasyon; yaz aylarında görülen ise estivasyon olarak adlandırılır. Hibernasyonu, düşük sıcaklık, günlerin kısalması, besin kıtlığı harekete geçirirken estivasyon yüksek sıcaklık ve kuraklık ile tetiklenir (Roots, 2006). Torpor sadece günlükte meydana gelebilir, buna da günlük torpor adı verilir. Bazen tanımlanan bütün bu enerji koruyucu metabolik olaylar adaptif hipoterma formları olarak gruplandırılırlar. Hibernasyon amfibiler, sürüngenler, kuşlar ve memelilerde görülür. Amfibi ve sürüngenlerde görülen hibernasyon zorunlu hibernasyon olup bu hayvanlar poikiloterm (soğukkanlı) olarak isimlendirilirler. Sabit vücut ısılı (sıcakkanlı) olan kuşlar ve memeliler homoterm (sabit vücut ısılı), heteroterm (değişken vücut ısılı) olmak üzere 2'ye ayrılırlar. Heteroterm olan türlerde gerçek anlamda hibernasyon görülür ve yalnızca birkaç kuş türü heteroterm iken, yarasaların çoğunluğu ve bazı rodent türleri heterotermdir. Özellikle memeli hayvanlar kış yaklaşığında yüksek vücut sıcaklıklarından kaynaklanan enerji ihtiyaçlarını azaltmak için kış uykusuna yatarlar. Kış uykusunun sadece soğuğa değil, kış şartlarında beklenen açlığa da en iyi adaptasyon olduğu düşünülmektedir. Kış uykusu esnasında canlılarda vücut sıcaklığının azalması ve kilo kaybı nedeni ile yağ dokularının araştırılmasına gerek duyulur.

Yiğit ve ark. (2000), Anadolu'da yayılış gösteren *Spermophilus xanthopymnus*'un (Yer sincabı) hibernasyonu ile ilgili makalesinde yer sincaplarının hibernasyon periyodunun ağustos ayı sonlarında başlayıp şubat ayı ortalarında bittiğini saptamışlar. Örneklerde gözlenen en uzun ve en kısa hibernasyonda kalma süresini sırasıyla 100 ve 21 gün olarak bulmuşlar. Bu süre içerisinde kesintisiz en fazla hibernasyonda kalma süresinin 13 gün olduğunu, yaz aylarında örneklerin ağırlıklarının artarak hibernasyon periyodu boyunca ağırlıklarının düzenli bir şekilde azaldığını ve yer sincaplarının ağırlık kayıplarında belirgin periyodik siklusların olmadığını görmüşler. Laboratuvarda izlenen yer sincaplarının hibernasyon periyodunda ağırlıklarını, ortalama %28 ini kaybettikleri belirlemişlerdir.

Çolak ve ark. (1998), değişen şartlarda tutulan *Glis glis orientalis*'in vücut ağırlığındaki değişiklikleri ve hibernasyonu araştırmışlar. *G.g.orientalis*'in 18 °C'nin altındaki ortam sıcaklığında ve 180 g. vücut ağırlığında hibernasyona girdiği ve 18 °C'lik çevre sıcaklığının hibernasyona giriş için kritik sıcaklık olduğunu saptamışlar. Vücut ağırlığının hibernasyon sezonunun başlangıcında hibernasyona girmede önemli bir role sahip olmasına rağmen, hibernasyon sezonu ilerledikçe *G.g.orientalis*'in vücut ağırlığı ne olursa olsun hibernasyona girdiği görülmüş. Ergin yeduiyurlar 13 Mayıs ile 6 Haziran tarihleri arasında hibernasyondan uyanmışlar. Maksimum kesintisiz hibernasyon periyodu erginlerde 31 gün gençlerde ise 36 gün olarak saptanmış. Ergin bir yeduiyur bir hibernasyon sezonu boyunca 181 gün hibernasyonda kalmış. *G.g.orientalis*'in vücut ağırlığında 1-6 hafta arasında değişen periyodik sikluslar tespit edilmiş. Yeduiyurlar için 18 °C'luk çevre sıcaklığı hibernasyona giriş için kritik sıcaklık değeri iken Anadolu kayauyuru için 16 °C'dur. Çalışılan iki türün hibernasyonu *D. 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 (Göney, 2010).

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; sınırlar, adipositler ve konnektif dokulardan oluşan hücreler şeklinde organize olmuştur (Sternberg, 1997)

KYD çeşitli hayvan türlerinde ontogenetik, histolojik, histokimyasal, elektron mikroskopik, fizyolojik ve biyokimyasal olarak birçok araştırmacı tarafından ilgiyle incelenmiştir (Çiftçi, 1989a).

Doku ilk kez 1551 yılında Conrad Gesner tarafından dağ sıçanlarında skapulalar arasında deri altında tariflenmiştir. Bu tarihten beri bu dokuya çeşitli roller atfedilmiştir. 1961'den itibaren doku, içinden geçen kanı ısıtan termojenik etkisi olan bir organ olarak kabul edilmiştir (Lindberg, 1970).

İnsan vücudunda kahverengi yağ dokusu ilk defa 1920'de Cramer ve 1951'de Wegener tarafından gösterildi. Doku, yenidoğandan erişkine kadar tüm yaşam boyunca vardır. İnsanda skapulalar arası bölgede, boyun damarları ve kasları çevresinde, klavikula ve aksillar bölgelerde, karın ön duvarında, özefagus-trakea çevresinde, perikardium akciğer hilusu, paraaortik bölgelerde, pankreas, dalak hilusu, böbrek ve böbrek üstü bezleri çevresinde, mezokolon ve büyük omentum'da bulunur. 0-10 yaş grubundaki çocuklarda; bu bölgelerde kahverengi yağ hücreleri çoktur, yaş ilerledikçe azalmaktadır. 70-80 yaşlarında çocuklara kıyasla azdır (Heaton, 1972. Kayalı, 1972).

Sıçanlarda 6 günlük fetüste kahverengi yağ dokusunun farklanmaya başladığı gösterilmiştir. Bu evrede hücrelerin sitoplazmasında mitokondriler arasında bol miktarda endoplazmik retikulumu vardır ve yer yer küçük çaplı birkaç yağ damlası gözlenir (Lindberg, 1970). 18 günlük fetüslerde ise doku, lobuler bir yapı kazanır ve tipik yağ hücreleri sahaya hakim olur (Suter, 1969).

Çiftçi (1989a) bir çalışmada üç aylık İsviçre tipi, beyaz erkek sıçanların skapulalar arası kahverengi yağ dokusunu incelemiştir. Bu çalışmada oda ısısında tutulan, hiçbir işlem yapılmamış sıçanlarda, gene oda ısısında tutulan ve sadece serum fizyolojik sıvı enjekte edilen sıçan gruplarından alınan doku materyalleri kontrol olarak değerlendirilmiştir.

Çiftçi (1989a) elektron mikrograflarda, hücreler büyük olduğu için sahaya birkaç hücrenin bazı bölümlerinin girebildiğini belirtmiştir. Hücrelerin kapillerle sıkı ilişkide olduğunu söylemiştir. Hücrelerde değişik çapta lipid damlacıklarının belirgin olduğunu gözlemiştir. Kromatin ağı çekirdek ünit zarının altında yoğunlaştığını ve çekirdekçiklerinde olduğunu gözlemiştir. Sitoplazmanın en belirgin organelinin genellikle değişik çaplardaki lipid damlaları arasında sıkıca paketlenmiş, yuvarlak veya yuvarlağımsı mitokondriler olduğunu gözlemiştir. Mitokondri kristalleri ilgi çekici ve mitokondri matriksini genellikle az yoğun olarak gözlemledi. Kristalların bir kısmı genellikle bir bölgede yoğunlaşıp paralel bir dizilim gösterirken, diğerlerinin eğri, veya yarım septalar oluşturmakta olduğunu ve kristalların bu düzeni, sıçanın diğer organlarının mitokondrilerinde farklı olduğunu gözlemledi.

KYD hücresinin en belirgin özelliği değişik çapta lipid damlalarının varlığı olduğu ve lipid damlaları zarla sarılı değil, İrili ufaklı damlalar mitokondrilerle sıkı ilişkide olduğunu belirtmiş. Sitoplazma içinde dağılmış pek çok ufak lipid damlaları olduğu gibi birbirleriyle birleşen lipid damlaları da dikkati çekmekteymiş. Lipid damlaları bazen o kadar büyükmüş ki, bir veya ikisi tüm elektron mikroskop sahasını doldurabilmekte olduğunu gözlemiştir (Çiftçi, 1989a). Yağ hücreleri arasında bolca kan kapillerlerine rastlamış. Kapiller endotel sitoplazmasında ribozomlar arasında bol miktarda pinositotik veziküller gözlemiştir. Çevreleri dıştan bazal lamina ile çevrili ve içlerinde nadiren eritrosite rastlamıştır (Çiftçi, 1989a).

Çiftçi hiçbir işlem yapılmamış şıçanlardaki KYD incelediği halde, bu çalışmada aktif dönemdeki *D. laniger*'in kahverengi yağ dokusu elektron mikroskobu ile incelendiğinde irili ufaklı mitokondrilerin bulunduğu, kılcal damarların varlığı ve yağ damlalarının nadir olduğu tespit edildi.

İnsan fötüsünün dorsal ve servikal bölge yağ kitesiyle kış uykusuna yatan memelilerde skapulalar arasında bulunan ve hibernasyon bezi olarak adlandırılan yapıların arasında bir benzerlik olduğunu gördü. Her iki dokuda küçük yağ vaküülleri içeren hücrelerden oluşmuştur.

D. laginer ile yapılan çalışmada her ne kadar skapulalar arası kahverengi yağ dokusu göz ile görülmekteyse de ısı değişimi yönünden bir inceleme yapılmamıştır.

Ancak bu yönden bir çalışma yapılması, bu konuya daha fazla açıklık getireceği kesindir.

Bu çalışmada kış uykusundaki *D. laniger* örneklerinin kahverengi yağ dokusu incelendi. Yağ dokusu hücrelerinde yağ dokusu özelliğinden dolayı irili ufaklı, yuvarlak yağ damlacıklarının arasına yerleşmiş mitokondriler gözlendi. Yağ damlacıklarının sayısı çoktu. Nukleusa rastlandı. Kılcal kan damarlar varlığı tespit edildi.

4 °C'luk oda ısısında hiçbir işlem yapılmamış sıçanlarda, gene 4 °C'luk oda ısısında tutulan ve sadece serum fizyolojik sıvısı enjekte edilen sıçan gruplarından alınan doku materyalleri kontrol olarak değerlendirilmiştir (Çiftçi, 1989b). Bu doku materyalleri üç aylık İsviçre tipi, beyaz erkek sıçanların skapulalar arası kahverengi yağ dokusudur.

Çiftçi'nin aynı yıl aynı tip sıçanlarda yapmış olduğu bir diğer çalışmasında KYD hücreleri büyük olduğu için elektron migrograf sahasına ancak birkaç bazı bölümleri girebilmiştir. Hücrelerin kapillerlerle sıkı ilişkide oluşu bütün kesitlerde belirgindi. Kapillerlerde bir veya iki eritrosit mevcuttu (Çiftçi, 1989b). Buna benzer olarak bu çalışmada hibernasyondaki ve aktif dönemdeki *D. laniger* örneklerinde ışık ve elektron mikroskop görüntüleri incelendiğinde kan damarlarına rastlandı.

Hücrelerde en belirgin göze batan oluşumlar lipid damlaları ile mitokondrilerdi. Genellikle hücrelerin ortasına yakın yerleşim gösteren büyük, kaba ve çentikli çekirdekler, kromatin dağılımı bakımından kontrol grubundan bir ayrıcalık göstermediler (Çiftçi, 1989b).

Sitoplazmanın en belirgin ve bol olan organeli yine mitokondrilerdi. Genellikle yuvarlak ve yuvarlağımsı olan mitokondrilerde kristalar daha bolca, birbirlerine paralel ve bir baştan bir başa kadar uzanmaktaydı. Kontrol grubundan oldukça farklıydı. Mitokondriler arasını ribozom ve polizomlar içeren matriks doldurmuştur. Golgi kompleksi nadir gözlendi. Glikojen partiküllerine bu grupta rastlanamadı (Çiftçi, 1989b).

Hibernasyon döneminde vücut ısısının düzenlenmesinde rol alması nedeniyle kahverengi yağ dokunun önemi büyüktür. Bu dokunun 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).

Bu çalışmada disekte edilen hibernasyondaki örneğin sırt kısmında renk olarak belirgin şekilde ayrılan kahverengi yağ doku dikkati çekmiştir.

21. günde sitoplazmada lipid damlaları büyürler. Mitokondriler de sayıca artarlar. İnsan fötüsünde KYD 28. Hafta gibi oldukça erken bir dönemde gözlenebilir. Yeni doğan bebekte ise bütün vücut ağırlığının % 2-5'ini oluşturur (Aherne, ve Hull, 1966). Bu durum *D. laniger* ile yapılan bu çalışmanın sonuçlarını destekler durumdadır.

Kahverengi yağ dokusu, bütün memelilerde aynı yapısal görünümündedir. Bu doku üzerinde çalışan araştırmacılar iki önemli özelliği saptamışlardır. Bunlardan biri dokunun lobuler yapısı, diğeri ise dokunun kan kapillerleri ağı ve sinir liflerinden zengin oluşudur (Hatai, 1969).

KYD hücrelerinde çekirdek, sitoplamanın orta bölgesinde yerleşmiştir. Bazı hücrelerde bir kenara itilmiş yassıca çekirdekler de izlenebilir. Bir lobtaki bütün yağ hücrelerinin çekirdekleri aynı görünümündedir. Bu durum hücrelere tek düze bir görünüm verir. Bu görünüm ise kahverengi yağ dokusunun ileri bir farklanmaya uygunluğunu gösterir. İleri farklanma aşamasına ulaşmış olmasının bir kanıtı da mitozla rastlanamamasıdır (Lindberg, 1970).

Soğuk ortamdaki sıçanların KYD'ları üzerinde çalışan araştırmacıların bulguları bazı farklılıklar göstermektedir. Bu farklılıkların çoğu belkide soğuk etkisi anında hayvanın yaşına, kafesteki yaşam koşuluna ve deneyin yönlendirilmesine bağlı nedenler olabilir (Lean, ve ark. 1986).

5. SONUÇ VE ÖNERİ

Bu çalışmada araziden toplanıp laboratuvara getirilerek kış uykusu çalışılan *Dryomys laniger* (Anadolu kayauyuru) seçildi. Deney grubu kontrolsüz laboratuvar sıcaklığında davranışsal açıdan incelendi. Örneklerden bazıları aktif dönemde, bazıları hibernasyonda bir *D. laginer* örneği de kış uykusunda ara uyanış zamanında disekte edildi. Disekte edilen bu örneklerin interskapular bölgesinden kahverengi yağ doku parçaları alınıp ışık mikroskobu ve Transmission Elektron Mikroskop'unda fotoğraflanıp, incelendi.

Elektron mikroskobundaki görüntülerde aktif dönemdeki *D. laniger* örneklerinde, mitokondrilerin bol bulunduğu yağ damlalarının nadir olduğu tespit edildi. Hücrede bol sayıda mitokondri olmasına rağmen az sayıda yağ damlasına rastlandı. Hücrelerin sitoplazmalarında sitoplazmik materyal azlığı dikkati çekti. Kış uykusundaki *D. laniger* örneklerinin kahverengi yağ dokusu hücrelerinde yağ dokusu özelliğinden dolayı irili ufaklı, yuvarlak, bol miktardaki yağ damlacıklarının arasına yerleşmiş mitokondriler gözlemlendi. Dokunun genel yapısında hücreler arasında kılcal damarların bol olduğu tespit edildi. D7 no' lu *D. laniger* örneği kış uykusu döneminde ara uyanışta iken *D. laginer* örneğin sitoplazmalarında yağ damlalarının birbirleri ile temas ettiği, yer yer sitoplazmik materyal kaybı ve mitokondrilerin kristalarında erimeler gözlemlendi. Kahverengi yağ dokusu ışık mikroskobunda incelendiğinde çekirdeğin yuvarlak şekle sahip olduğu ve normal bir görünümde olduğu tespit edildi. Aktif dönemdeki *D. laniger* örneğinin kahverengi yağ dokusundaki lobüler patern, içleri eritrositlerle dolu kapiler damarlar, bir kısmı univakuoler çoğu mültivakuoler sitoplazma izlendi. Hibernasyondaki *D. laniger* örneklerinden alınan kesitlere bakıldığında kahverengi yağ dokusunun çekirdeklerinin yuvarlak, ortada, yer yer kenara itilmiş olduğunu gözlemlendi. Lobüler yapılanma, yer yer dallanan ince duvarlı vasküler yapılardan zengin stroma ve sitoplazmik vakuoler görünüm ile kahverengi yağ dokusunun ışık mikroskobu düzeyinde tanımlanmış bilinen histolojik özellikleri dışında farklılık gözlenmemiştir.

Bu çalışmanın önemi endemik bir tür olması nedeniyle *D. laginer*'in seçilmiş canlı olması ve daha önce bu çalışma yapılmamış olması ile önem kazanmaktadır.

Çalışmamızda elde edilen bulgular, ülkemizdeki *D. laniger*'in biyolojisi ve hibernasyon döneminde davranışı hakkında bilgi sahibi olmamızı sağlamıştır. Bir ülkenin biyolojik zenginliğinin önemli kısmını memeli hayvanlar oluşturmaktadır. Bu çalışmada memeli hayvan ile yapıldığı içinde önem kazanmaktadır.

KAYNAKLAR

- Aherne, W., Hull, D., 1966. Brown adipose tissue and heat production in the newborn infant. *Journal of Pathology ve Bacteriology*, 91, 223-234.
- Akay, M.T., 1999. Genel Histoloji, Palme Yayıncılık, Ankara, 200 s.
- Aksoy, A., Kolbakır, F., Hökelek, M., 2010. Laboratuvar Hayvanları. Ondokuz Mayıs Üniversitesi Yayınları, Samsun, 407 s.
- Anonim, 2005. Kış Uykusu, *Bilim ve Teknik Dergisi*, Tübitak, 452.
- Anonim, 2011. Uyum, <http://kozmpolitaydinlar.wordpress.com/2011/06/12/uyum/>
<http://www.sifirforum.com/kitap/kitap.php?k=8&b=464> (22.10.2013).
- Barnes, B.M., 1989. Freeze avoidance in a mammal body temperatures below 0°C in an Arctic hibernator. *Science*, 244, 1593-1595.
- Barnes, B.M., Ritter, D., 1993. Patterns of Body Temperature Change in Hibernating Arctic Ground Squirrels. *Institute of Arctic Biology, University of Alaska Fairbanks, USA*, 119-130.
- Baumer, J., South, F.E., Ferren, L., Zatzman, M.L., 1971. A possible basis for periodic arousals during hibernation: accumulation of ketone bodies. *Life Sciences*, 10, 463-471.
- Boyer, B.B., Barnes, B.M., 1999. Molecular and metabolic aspects of mammalian hibernation. *Biology Science*, 49(9), 713-724.
- Bulucu Altunkaynak, B.Z., Özbek, E., 2005. Yağ Dokusu Endokrin Bir Organ mıdır? 2005. *Dicle Tıp Dergisi*, 32(4), 211-217.
- Cameron, I., Smith R.E., 1965. Cytological responses of brown fat tissue in cold-exposed rats. *The Journal of Cell Biology*, 23, 89-100.
- Cannon, B., Nedergaard J., 1985. The biochemistry of an inefficient tissue: Brown adipose tissue. *Essays Biochemistry*, 20, 110-164.
- Carey, H., Andrews, M.T., Martin, S.L., 2003. Mammalian Hibernation: cellular vemoolecular responses to depressed metabolism velow temperature. *Physiological Reviews*. 83, 1153-1181.
- Cramer, W., 1920. On glandular adipose, tissue veits relation to the endocrine organs and the vitamin problem. *British Journal of Experimental Pathology* 1, 184.
- Çetin, Ö., Aksu, H., 2000. Gıda işletmelerinde rodent problemi ve mücadele yöntemleri. *İstanbul Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 26 (1), 11-25.
- Çiftçi, N., 1989a. Tiroksinin oda ısısında sıçan skapular arası kahverengi yağ dokusuna etkisinin elektron mikroskobu düzeyinde incelenmesi. *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Tıp Fakültesi Dergisi*, 6(4), 465-472.

- Çiftçi, N., 1989b. Tiroksinin soğuk ortamda sıçan skapular arası kahverengi yağ dokusuna etkisinin elektron mikroskobu düzeyinde incelenmesi. *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Tıp Fakültesi Dergisi*, 6(3), 373-383.
- Çolak, E., Yiğit, N., ve Sözen, M., 1998. Hibernation and Body Weight in Dormice, *glis glis orientalis* (Nehring, 1903) (Rodentia: Gliridae), Maintained Under Uncontrolled Conditions. *Türkiye Journal of Zoology (TÜBİTAK)*. 22, 1-7.
- Demirsoy, A., Barlas N., Kart, M., Gür, H., 2001. Proje Raporu. *Spermophilus xanthoprimum* (Bennet, 1835)'un Biyolojisi ve Davranışsal-Biyokimyasal Açından Hibernasyonunun İncelenmesi. Türkiye Bilimsel ve Teknik Araştırma Kurumu (TÜBİTAK), Ankara.
- Erkoçak, A., 1980. Genel Histoloji. Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi, Ankara, 317 s.
- Fagerstone, K. A., 1982. The annual cycle of Wyoming ground squirrels in Colorado. *Journal Mammalia*, 69, 678-687.
- Felten, H., Storch, G., 1968. Eine neune Schlafer-art *Dryomys laniger* n. sp. Aus Kleinasien (Rodentia: Gliridae). *Senckenbergiana Biology* 49 (6), 429-435.
- Felten, H., Spitzenberger, F., Storch, G., 1973. Zur Kleinsaugerfauna West Anatoliens. Teil II. *Senckenbergiana Biology* 54, 227-290.
- French, A.R., 1988. The patterns of mammalian hibernation, *American Scientist*, 76, 569-575.
- Fisher, K.C., Manery, J.F., 1967. Water and electrolyte metabolism in heterotherms. *Mammalian Hibernation*, Oliver ve Body, Edinburgh, 3, 235-279.
- Galster, W., Morrison, P., 1976. Seasonal changes in body composition of the Arctic ground squirrel, *Citellus undulatus*. *Canadian Journal of Zoology* 54, 74-78.
- Geiser, F., 1988. Reduction of metabolism during hibernation and daily torpor in mammals and birds: temperature effect or physiological inhibition? *Journal of Comparative Physiology B*, 158, 25-38.
- Geiser, F., Ruf, T., 1995. Hibernation versus daily torpor in mammals and birds: Physiological variables and classification of torpor patterns. *Physiological Zoology* 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, 736-770.
- Geiser, F., 2004. Metabolic rate and body temperature reduction during hibernation and daily torpor. First published 2003. *Annual Review Physiology*, 66, 239-274.
- Gesner, C., 1551. *Medici tigurini historiae animalium liber II. Qui est de quadrupedibus quiparis*, 840 p.

- Grigg, G.C., Brice, P.H., Beard L.A., veDonovan, J.A., 2002. Patterns of activity and inactivity in echidnas (*Tachyglossus aculeatus*) free-ranging in a hot dry climate: correlates with ambient temperature, time of day and season. *Australian Journal of Zoology*, 50 (5), 461-475.
- Göney, G., 2011. *Dryomys laniger* (Felten & Storch, 1968) (Mammalia: Rodentia)'in Davranışsal Açından Hibernasyonunun İncelenmesi. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Hitit Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Çorum.
- Hatai, S., 1969. On the presence in human of an interscaoular glvecorresponding to the so-called hibernating glveof lower mammals. *Anat Anz* 21, 369. Alınmıştır; Smith, R. E., Horwitz B. A., Brown fat and thermogenesis. *Physiology Review*, 49, 330.
- Haywards, J.S., Lyman, C.P., and Taylor C. 1965. The possible role of Brown fat as source of heat during arousal from hibernation. *Annual NY Academy Sciens*, 131, 441-446.
- Heaton, G.M., 1972. The Distribution of Brown Adipose Tissue in the Human. *Journal of Anatomy*, 112, 35-39.
- Heldmaier, G., Ruf, T., 1992. Body temperature and metabolic rate during natural hypothermia in endotherms. *Journal of Comparative Physiology B*, 162, 696-706.
- 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.
- Hofmann, R.A., 1964. Terrestrial animals in the cold: hibernators. In: Dill, D.C., Adolph, E.F., and Wilber, C.G. (eds), *Handbook of Phisiology*, Section 4, *Adaptation to the Environment*, American Physiological Society, Washington DC, 379-403.
- 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). *Bonner Zoologische Beitrage*, 46(1-4), 111-131.
- Hudson, J.W., 1973. Torpidity in mammals, in *Comparative Physiology of Thermoregulation*. G.C. Whittow (edt.), Vol 3, Academic Pressure London, 97-165.
- Horwitz, B.A., Hamilton, J.S. and Kott, K.S., 1985. GDP binding to hamster brown fat mitochondria is reduced during hibernation. *American Journal of Physiology*, 249, 689-693.

- Jankovic, B.D., Popeskovic, L., Janezic, A., Lukic, M.L., 1974. Brown adipose tissue: Effect on immune reactions in the rat. *Natur wissenschaften The Science of Nature*, 61 (1), 36 p.
- Junqueira, L.C., Carneiro, J., ve Kelley, R.O., 1992. *Temel Histoloji*. Barış Kitabevi, İstanbul, 602 p.
- Kayalı, H., 1972. Genel Histoloji. İstanbul Üniversitesi Cerrahpaşa Tıp Fakültesi Histoloji ve Embriyoloji Bilim Dalı, Teksir Yayıncılık, 90 s.
- Kayser, C., 1961. *The Physiology of Natural Hibernation*. Pergamon, Oxford, 325 p.
- Kıvanç, E., Verimli, R., Çolak, E., Yiğit, N., 1995. Effect of Hibernation on Testis and Liver of Turkish Dormice, *Glis glis orientalis* (Nehring, 1903), *Turkish Journal of Zoology*, 19, 187-190.
- Kıvanç, E., Sözen, M., Çolak, E., Yiğit, N., 1997. Karyological and Phallic Characteristics of *Dryomys laniger* Felten ve Storch, 1968 (Rodentia: Gliridae) in Turkey. *Israel Journal of Zoology*, 43 (4), 401-403.
- Kolaeva, S.G., Kramarova, L.I., Ilyasova F.E., 1980. The kinetics and metabolism of the celles of hibernating animals during hibernation. *International Review of Cytology*, 66, 148-169.
- Kramarova, L.I.^{a, b, *}, Bronnikov, G.E.^{a, c,}, Ignat'ev D.A.^{c,}, Cannon. B.^{a,} and Nedergaard, J., 2007. Adrenergic receptor density in Brown adipose tissue of active vebibernating hamsters veground squirrels. *Comparative Biochemisrty and Physiology, Part A* (146), 408-414.
- Krystufek, B., and Vohralik, V., 2005. *Mammals of Turkey and Cyprus Rodentia: Sciuridae, Dipodidae, Gliridae, Arvicolinae*. Koper, Slovenia, 292.
- Kuru, M., 1987. *Omurgalı Hayvanlar*. Atatürk Üniversitesi, Erzurum, 735.
- Lean, M., James, W. P., Jennings, G., Trayhurn, P., 1986. Brown adipose tissue in patients with phaeochromocytoma. *International Journal of Obesity*, 10 (3) 219-27.
- Lillie, R.D., Fullmer H.M., 1976. *Histopathologic Technic and Practical Histochemistry*. New York, NY: McGraw-Hill; p, 31.
- Lindberg, O. 1970. *Brown Adipose Tissue*. American Elsevier Published Company, New York , USA, 337 p.
- Lyman, C.P., Dawe, A.R., eds. 1960. *Mammalian Hibernation*. Bulletin of the Museum of Comparative Zoology, Harvard University, Cambridge, Mass.
- Lyman, C.P., 1982. Who is who among the hibernators. In *Hibernation and Torpor in Mammals and Birds* (Edited by Lyman, C.P., Willis, J.S., Malan, A. And Wang, L.C.H.), pp. 12-36. Academic Press, New York.

- Malan, A., Canguilhem B., 1989. Living in the Cold II. International Symposium. Colloque INSERM/John Libbey Eurotext Ltd. 193, 5-15.
- Malatesta, M., Fakan, S., Zancanaro, C., 2005. Cell and Tissue Structural Modifications in Hibernating Dormice. *Hystrix the Italian Journal of Mammalogy*, 16 (1), 41-52.
- Michener, G.R., 1983a. Spring emergence schedules and vernal behavior of Richardson's ground squirrels: who do males emerge from hibernation before females, *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 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. *Journal of Mammalogy* 71(4), 489-449.
- Mrosovsky, N., Sherry, D.F., 1980. Animal anorexias. *Science Magazine*. 207(4433), 837-842.
- Mursaloglu, B., 1973. New records for Turkish Rodents (Mammalia), *Communication Faculty Sciences University Ankara, C*, 17, 213-219.
- Nedergaard, J., Cannon, B., 1990. Mammalian hibernation, *Philosophical Transactions of the Royal Society of London B*, 326, 669-686.
- Nelson, R.A., 1980. Protein and fat metabolism in hibernating bears. *Federation Proceedings*, 39, 2955-2958.
- Pengelley, E.T., Fisher, K.C., 1961. Rhythmical arousal from hibernation in the gold-mantled ground squirrel, *Citellus lateralis tescorum*. *Canadian Journal of Zoology* 39: 105-120.
- Rasmussen, A.T., 1923. The so-called hibernating gland. *Journal of Morphology*, 38, 147-205.
- Revel, J.P., Sheridan J.D., 1968. Electrophysiological and ultrastructural studies of intercellular function in Brown fat. *The Journal of Physiology*, 194 (1), 34-35.
- Roots, C., 2006. *Greenwood Guides to the Animal World Hibernation*. An imprint of Greenwood Publishing Group, The United States of America, 219 p.
- Rothwell, N.J., and Stock, M.J., 1979. Brown adipose tissue vedietinduced thermogenesis. *Naure*, 281, 31-35.
- Scarbati, A., Zancanaro, C., Cigolini, M., Cinti, S., 1987. Brown Adipose Tissue: A scanning electron microscopic study of tissue and cultured adipocytes. *Acta Anatomica*, 128, 84-88.
- Shanti, M., 1996. Slumber down under: biologist who study hibernation have focused mainly on northern cretures. Now researchers are finally paying attention to the phenomemnon South of the equator. *Discover*, 17 (12), 48-49.

- Smith, R.E., Hock, R.J., 1963. Brown Fat: Thermogenic Effector of Arousal in Hibernators. *Science Magazine*, 140 (3563), 199-200.
- Spitzenberger, F., Rothe E.G., 1974. Der Sohlenhaftmechanismus von *Dryomys laniger*. *Annalen des Naturhistorischen Museums in Wien*, 78, 485-494.
- Spitzenberger, F., 1976. Beitrage zur Kenntnis von *Dryomys laniger* Felten et. Storch, 1968 (Gliridae, Mammalia). *Zeitschrift fur Saugetierkunde*, 41, 237-249.
- 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 veestivation. *The Quarterly Review of Biology*, 65, 145-174.
- Suter, E.R., 1969. The fine structure of Brown adipose tissue. I. Coldinducen changes in the rat. *J. Ultrastruct Research*, 26 (3), 216-241.
- Twente, J.W., Twente, J.A., 1967. Concentrations of d-glucose in blood of *Citellus lateralis* after known intervals of hibernating periods. *Journal of Mammalogy*, 48, 318-386.
- Thomas, D.W., Cloutier, D., 1992. Evaporative water loss by hibernating little Brown bats, *Myotis lucifugus*. *Physiological Zoology*, 65, 443-456.
- Thomas, D.W., Geiser, F., 1997. Periodic arousals in hibernating mammals: is evaporative water loss involved. *Functional Ecology*, 11, 585-591.
- Thompson, S.M., Luna, L.G., 1978. *An Atlas of Artifacts*. Springfield, III: Charles C Thomas, 58-60.
- Trayhur, P., Nicholls, D.G., 1986. *Connective tissue; Brown fat*. London and Baltimore, Mariland, USA, 374p.
- 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 estivation and hibernation. *Journal of Mammalogy*, 11 (2), 160-188.
- Wang, L.C.H., Hudson, J.W., 1971. Temperature regulation in normothermic vehibernating eastern chipmunk. *Tamias striatus*. *Comparative Biochemistry and Physiology*, 38, 59-90.
- 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., Pehowich, D.J., 1984. Seasonal changes in mitochondrial succinate dehydrogenase activity in a hibernator, *Spermophilus richardsonii*. *Journal of Comparative Physiology B*, 154, 495-501.
- 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.
- 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.
- Wegener, F., 1951. Braunes Lipom und braunes Fettgewebe des Menschen. *Beitr Pathol Anat Journal Articles*, 3 (2), 252-266.
- Wollnik, F., Schmidt, B., 1995. Seasonal vedaily rhythms of body temperature in the European hamster (*Cricetus cricetus*) under semi-natural conditions. *Journal Comparative Physiology B*, 165, 171-182.
- Yavaşoğlu, A., Aktuğ, H., Ateş, U., Öktem, G., ve Yurtseven, M., 2002. GENEL HİSTOLOJİ, Ege Üniversitesi Basımevi, İzmir, 102 s.
- Yiğit, N., Çolak, E., ve Sözen, M., 2000. A Study on the Hibernation of *Spermophilus xanthopyrnus* (Bennet, 1835) (Mammalia: Rodentia) in Turkey. *Turkish Journal of Zoology*, 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., Çolak, E., Çolak, R., Bulut, Ş., Çam, P., ve Saygılı, F., 2008. Türkiye’de Yayılış Gösteren *Dryomys nitedula* (Palas, 1779) ve *Dryomys laniger* Felten veStorch, 1968 (Mammalia: Rodentia)’in Alloenzim Varyasyonları. Ankara Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri, Ankara.
- Yiğit, N., Çolak, E., Çolak, R., Özlük, A., Gül, N., Çam, P., ve Saygılı, F., 2011. Biometric and Allozymic. Variations in the Genus *Dryomys* (Rodentia: Gliridae) in Turkey. *Acta zoologica Bulgarica*, 63 (1), 67-75.
- Zancanaro, C., Malatesta, M., Merigo F., Benati D., Fakan S. and Gazzanelli, G., 2000. Ultrastructure of organs vetissue of dormice during hibernation. In: Heldmaier, G. and Klingenspor, M. (eds), *Life in the cold*, Springer, Berlin, 269-276.
- Zernavos, S.M., Salsbury, C.M., Brown, J.K., 2009. Maintenance of biological rhythms during hibernation in Eastern woodchucks (*Marmota monax*). *Journal of Comparative Physiology B*, 179, 411-418.

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Soyadı, adı : SALMAN, Diler
Uyruğu : T.C.
Doğum tarihi ve yeri : 31.07.1987-Çorum
Medeni hali : Bekar
Telefon : 0 (536) 857 61 15
e-mail : madus_19@hotmail.com

Eğitim

Derece	Eğitim Birimi	Mezuniyet tarihi
Yükseklisans	Hitit Üniversitesi/ Biyoloji ABD	2010-
Lisans	Selçuk Üniversitesi/ Biyoloji Bölümü	2005-2009
Lise	Çorum Atatürk Lisesi	2001-2004

Yabancı Dil

İngilizce