



**T.C.
HİTİT ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
MOLEKÜLER BİYOLOJİ ve GENETİK
ANABİLİM DALI**

**HİBERNASYONDAKİ *SPERMOPHILUS XANTHOPRYMUNS*
SPERMOPHILUS TAURENSIS VE *SPERMOPHILUS CITELLUS*
(MAMMALIA: RODENTIA) TÜRLERİNİN
BÖBREK HİSTOLOJİSİ**

Yüksek Lisans Tezi

Ayşe AKSOY

Çorum 2021

**HİBERNASYONDAKİ *SPERMOPHILUS XANTOPRYMUNS*,
SPERMOPHILUS TAURENSIS ve *SPERMOPHILUS CITELLUS*
(MAMMALIA: RODENTIA) TÜRLERİNİN BÖBREK
HİSTOLOJİSİ**

Ayşe AKSOY

**Fen Bilimleri Enstitüsü
Moleküler Biyoloji ve Genetik Anabilim Dalı**

Yüksek Lisans Tezi

**TEZ DANIŞMANI
Prof.Dr.Aydın ÖZLÜK**

Çorum 2021

Ayşe Aksoy tarafından hazırlanan “Hibernasyondaki *Spermophilus xanthoprimum*, *Spermophilus taurensis* ve *Spermophilus citellus* (Mammalia:Rodentia) Türlerinin Böbrek Histolojisi ” adlı tez çalışması 06/01/2021 tarihinde aşağıdaki jüri üyeleri tarafından oy birliği ile Hitit Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Moleküler Biyoloji ve Genetik Anabilim Dalında Yüksek Lisans olarak kabul edilmiştir.

Prof.Dr. Nursel GÜL (Jüri Başkanı)

Prof.Dr. Aydın ÖZLÜK (Tez Danışmanı)

Dr.Öğr. Üyesi. Şafak BULUT

Hitit Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Yönetim Kurulunun
tarihli ve sayılı kararı ile’ın
..... Anabilim Dalı’nda Yüksek Lisans / Doktora derecesi alması
onanmıştır.

Prof.Dr.Muhammed ASIF YOLDAŞ
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

* Jüri Başkanının adı yazılmalıdır.

** Tez danışmanın adı yazılmalıdır.

TEZ BEYANI

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

Ayşe AKSOY

**HİBERNASYONDAKİ *SPERMOPHILUS XANTHOPRYMNUM*,
SPERMOPHILUS TAURENSIS
ve *SPERMOPHILUS CITELLUS* (MAMMALIA: RODENTIA) TÜRLERİNİN
BÖBREK HİSTOLOJİSİ**

Ayşe AKSOY

HİTİT ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Ocak 2021

ÖZET

Hibernasyon sabit vücut ısılı canlıların kışın besin yetersizliği ve olumsuz hava koşullarına karşı geliştirdikleri bir adaptasyon çeşididir. Hibernatörler vücut sıcaklıklarını, enerji metabolizmalarını düşürerek bu olumsuz koşullara karşı hayatta kalırlar. Bu araştırmada 2019 yılında Türkiye’den (Karaman ili Büyükyayla, Niğde ili Meydan Yaylası ve Edirne ili Enez İlçesi) toplanan *Spermophilus* cinsinin 3 farklı hibernatör türüne aittir (*Spermophilus citellus*, *Spermophilus xanthoprymnus* ve *Spermophilus taurensis*). 2019-2020 yılında Çorum ilinde, kontrolsüz laboratuvar ortamında gerçekleştirilen çalışmalarda yersincablarının; hibernasyon öncesi, hibernasyon sırasında ve hibernasyon sonrasında böbrek dokuları alınıp hemotoksilen-eozin ve PAS boyama prosedürüyle boyandı ve dijital ortama aktarıldı. Daha sonra böbrek dokularında proksimal tübül, tübül lümeni, glomerül, renal korpüskül ve bowman boşluğunun çap, çevre ve alan ölçümleri Image J (Rasband, W.S., US National Institutes of Health, Bethesda, MD) yazılımı ile analiz edildi. Sonuçlar birbirleriyle istatistiksel olarak karşılaştırıldı.

Yapılan çalışmalar sonucunda *Spermophilus citellus* türünün laboratuvar ortamına uyum sağlamadığı ve en çok ölümün bu türde olduğu gözlemlenmiştir. Renal korpüskül alanının, çevre ve çap ölçümlerinin *S.citellus* türlerinin grupları arasında

anlamli bir fark gözlemlenmezken, *S.taurensis* ve *S. xanthoprymnus* türlerinin kendi bireyleri arasında (hibernasyon öncesi, hibernasyon sırasında ve hibernasyon sonrası) anlamlı farklar kaydedildi. Bowman boşluğunda ise hibernasyon sonrası *S.taurensis* ve *S.xanthoprymnus* türlerinde artış gözlenirken, *S.citellus* grubunda gözlemlenmedi. Proksimal tübül alanında ise Spermophilus türlerinin kendi bireyleri arasında (hibernasyon öncesi, hibernasyon esnasında ve sonrasında) anlamlı fark gözlenirken, türler arasında bir anlamlı fark gözlemlenmedi.

Anahtar Kelimeler: Hibernasyon, Böbrek Histolojisi, Hibernatör, *Spermophilus citellus*, *Spermophilus xanthoprymnus*, *Spermophilus taurensis*

RENAL HISTOLOGY OF *SPERMOPHILUS XANTHOPRYMNUS*,
SPERMOPHILUS TAURENSIS AND *SPERMOPHILUS CITELLUS*
(MAMMALIA: RODENTIA) SPECIES IN HIBERNATION

Ayşe AKSOY

HİTİT UNIVERSITY
GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES
January 2021

ABSTRACT

Hibernation is a type of adaptation that heterothermic mammals develop against nutrient deficiency and adverse weather conditions in winter. Hibernators survive against these adverse conditions by lowering their body temperature, energy metabolism. In this study, it belongs to 3 different species of Spermophilus (*Spermophilus citellus*, *Spermophilus xanthoprymnus* ve *Spermophilus taurensis*) collected in 2019 from Turkey (Buyukyayla of Karaman province, Meydan plateau of Niğde province and Enez District of Edirne province). In 2019-2020, kidney tissues of ground squirrels were taken before, during and after hibernation in uncontrolled laboratory conditions in Corum province and these tissues were stained with hemotoxilen-eosin, PAS procedure and they were digitized. Later, the circumference, diameter and area of the proximal tubule, Bowman capsule, glomerule, renal corpuscle were measured by Image J (Rasband, W.S., US National Institutes of Health, Bethesda, MD) software. The results were compared statistically with each other.

As a result of the studies, it was observed that the *Spermophilus citellus* species did not adapt to the laboratory environment, and most deaths were in this species. No significant differences were observed between the groups of *Spermophilus citellus* the species of the Renal corpuscle area, perimeter and diameter measurements, while

significant differences were recorded between the groups of the *Spermophilus taurensis* and *Spermophilus xanthoprymnus* species. In the Bowman capsule increase in *Spermophilus taurensis* and *Spermophilus xanthoprymnus* was observed after hibernation, while it was not observed in the *S.citellus* group. In the proximal tubule area, a significant difference was observed in the groups of species within themselves, while no significant difference was observed between species.

Keywords : Hibernation, Renal Histology, Hibernator, *Spermophilus citellus*, *Spermophilus xanthoprymnus*, *Spermophilus taurensis*

TEŞEKKÜR

Tezin belirlenip, hazırlanmasında ve tez sürecim boyunca, bilgi, tecrübe ve bilimsel bakış açısından faydalandığım, her an yanımda olan ve desteğini daima hissettiren, bana her zaman yol gösteren kıymetli danışmanım Prof.Dr. Aydın Özlük'e teşekkürü borç bilirim.

Arazi çalışmalarında katkılarından ve yardımlarından dolayı Dr.Öğr. Üyesi Şafak Bulut'a ve araştırma görevlisi Kadir Ulusoy'a, laboratuvar çalışmalarında benden yardımlarını esirgemeyen, bana yol gösteren ve beni destekleyen Dr.Öğr. Üyesi Havva Hande Keser Şahin'e ve Hitit Üniversitesi Erol Olçok Eğitim Araştırma Hastanesi Tüp Bebek Merkezi'nde görev alan Uzm. Dr. Filiz Yılmaz'a, akademik anlamda beni destekleyen ve yol gösteren başta bölüm başkanım Prof.Dr. Menderes Suiçmez'e ve kıymetli bölüm hocalarım Doç.Dr. Emre Avcı, Doç.Dr. Gülçin Alp Avcı, Dr.Öğr. Üyesi Orçun Avşar'a teşekkür ederim.

Ve son olarak da tezimin çalışma ve yazım aşamasında ve hayatımın her alanında banaolan desteklerini esirgemeyen ve varlıkları ile beni onurlandıran annem Rukiye Aksoy'a, babam Sebahattin Aksoy'a ve yüksek lisans hayatım boyunca beni maddi ve manevi olarak destekleyen, her zaman yanımda olan biricik kardeşim Mustafa Aksoy'a teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	iv
ABSTRACT	vi
TEŞEKKÜR.....	viii
İÇİNDEKİLER	ix
ÇİZELGELER DİZİNİ	xi
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	xii
HARİTALAR DİZİNİ	xv
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	xvi
1.GİRİŞ	1
2.KURUMSAL TEMELLER VE KAYNAK ARAŞTIRILMASI.....	2
2.1.Hibernasyon	2
2.1.2.Hibernasyona hazırlık	Hata! Yer işareti tanımlanmamış.
2.1.3.Hibernasyonun tetiklenmesi.....	5
2.1.4.Hibernasyon fizyolojisi:.....	7
2.1.4.1. Metabolizma.....	7
2.2.4.2.Enerji	7
2.2.4.3.Donmadan Korunma	8
2.1.4.4. Termoregülasyon.....	9
2.4.5.Hibernasyon süresi	11
2.2.Spermophilus Türleri.....	12
2.2.1.Ordo: Rodentia (Kemiriciler).....	12
2.2.2.Familya: Sciuridae	12
2.2.3.Cins: Spermophilus	13
2.2.3.1. <i>Spermophilus taurensis</i> -Toros yersincabı (Gündüz ve ark., 2007)...	13
2.2.3.2. <i>Spermophilus xanthoprimum</i> (Bennett, 1835) Anadolu yersincabı..	15
2.3.2.3. <i>Spermophilus citellus</i> (Linnaeus, 1766) Avrupa yersincabı	17
2.3.Böbrek Histolojisi	18
2.3.1.Nefron	19

2.3.1.1.Renal korpüskül (Malpighi Cisimciği)	19
2.3.2.Renal tübül fonksiyonu	23
2.3.2.1.Proksimal tübül	24
2.3.2.2.Henle kulpunun histolojisi	255
2.3.2.3.Distal kıvrımlı tübül	26
2.3.3.Toplama tübül ve kanalları	26
2.4.Böbrek Fizyolojisi	27
2.4.1.Renin hormonu.....	27
2.2.2.Eritropoetin sentezi	27
3.MATERYAL VE YÖNTEM	28
3.1.Materyal	28
3.1.1.Arazi Çalışmaları	28
3.2.Yöntem	33
3.2.1.Deney grupları:	33
3.2.2.Işık mikroskobunda inceleme için preparatların hazırlanması:	34
3.2.2.1.Hemotoksilen-eozin boyama yöntemi:	34
3.2.2.2.PAS boyama yöntemi:	36
3.2.3.Morfometrik ölçümler.....	38
3.2.4.İstatiksel Analiz.....	39
4.ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA	39
4.1.Histolojik Değerlendirme	39
4.2.Morfometrik Analiz.....	42
4.3.Şekiller	44
4.2.Tartışma	50
5.SONUÇLAR VE ÖNERİLER	52
KAYNAKLAR	54
ÖZGEÇMİŞ	62

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge	Sayfa
Çizelge 1. Harris Hemotoksilenin Hazırlanışı.....	34
Çizelge 2.Eosin Y solüsyonu hazırlanışı.....	35
Çizelge 3. %1'lik periodik asit solüsyonunun hazırlanışı.....	36
Çizelge 4. Potasyum metabisülfidin hazırlanışı.....	36

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil	Sayfa
Şekil 2.1. Renal korpüskülü yapısı.....	21
Şekil 3.1. Tomahawk Live Trap.....	29
Şekil 3.2. Kullanılan kafes.....	30
Şekil 3.3. Spermophilus türlerinin bulunduğu kafesin üst ızgarası	30
Şekil 3.4. Paslanmaz çelik isimlik.....	30
Şekil 3.5. Spermophilus türlerinin bulunduğu kafese genel bakış.....	31
Şekil 3.6. Spermophilus türlerinde termometre ile vücut sıcaklığının ölçülmesi.....	32
Şekil 3.7. Spermophilus türlerinde hibernasyon sırasında hareketin olmadığına dair talaşın varlığı.....	33
Şekil 3.8. Image J programı aracılığıyla renal korpüskül ve glomerülün alan, çevre ve çap ölçümlerinin hesaplanması.....	38
Şekil 3.9. Image J programı aracılığıyla proksimal kıvrımlı tübül ve lümeninin alan, çevre ve çap ölçümlerinin.....	39
Şekil 4.1. <i>S.citellus</i> türünün hibernasyon öncesi dönemine ait histolojik görüntüler (Hematoksilen-eozin boyama).....	44
Şekil 4.2. <i>S.citellus</i> türünün hibernasyon dönemine ait histolojik görüntüler(Hematoksilen-eozin boyama).....	44
Şekil-4.3: <i>S.citellus</i> türünün hibernasyon sonrası dönemine ait histolojik görüntüler. (Hematoksilen&eozin ile boyama).....	45

Şekil	Sayfa
Şekil-4.4: <i>S.taurensis</i> türünün hibernasyon öncesi dönemine ait histolojik görüntüler. (Hematoksilen&eozin ile boyama).....	45
Şekil-4.5: <i>S.taurensis</i> türünün hibernasyon dönemine ait histolojik görüntüler. (Hematoksilen&eozin ile boyama).....	46
Şekil 4.6. <i>S.taurensis</i> türünün hibernasyon sonrası dönemine ait histolojik görüntüler(Hematoksilen-eozin boyama).....	46
Şekil 4.7. <i>S. xanthoprymnus</i> türünün hibernasyon öncesi dönemine ait histolojik görüntüler (Hematoksilen-eozin boyama).....	47
Şekil 4.8. <i>S. xanthoprymnus</i> türünün hibernasyon dönemine ait histolojik görüntüler(Hematoksilen-eozin boyama).....	47
Şekil 4.9. <i>S. xanthoprymnus</i> türünün hibernasyon sonrası dönemine ait histolojik görüntüler(Hematoksilen-eozin boyama).....	47
Şekil 4.10. <i>S.citellus</i> türünün hibernasyon öncesi(Sc-1),hibernasyon esnasında(Sc-2) ve hibernasyon sonrası(Sc-3) (PAS boyama).....	48
Şekil 4.11. <i>S.taurensis</i> türünün hibernasyon öncesi(St-1),hibernasyon esnasında(St-2) ve hibernasyon sonrası(St-3) (PAS boyama).....	48

Şekil**Sayfa**

- Şekil 4.12. *S. xanthopyrmus* türünün. hibernasyon öncesi(Sx-1),hibernasyon esnasında(Sx-2) ve hibernasyon sonrası(Sx-3) (PAS boyama).....49
- Şekil 4.13. Renal korpüskül ve glomerülün alan, çevre ve çap ölçümleri hesaplamalarının istatistiksel sonuçları.....49
- Şekil 4.14. Bowman boşluğunun alan, çevre ve çap ölçümleri hesaplamalarının istatistiksel sonuçları.....50
- Şekil 4.15. Proksimal kıvrımlı tübül ve tübül lümen alan, çevre ve çap ölçümleri hesaplamalarının istatistiksel sonuçları.....50

HARİTALAR DİZİNİ

Harita	Sayfa
Harita 2.1. <i>Spermophilus taurensis</i> türünün yayılışı	15
Harita 2.2. <i>Spermophilus xanthoprymnus</i> türünün yayılışı	16
Harita 2.3. <i>Spermophilus citellus</i> türünün yayılışı	18

SİMGELER VE KISALTMALAR**Simgeler**

°F Fahrenheit

°C Santigrat

Kısaltmalar

EPO Eritropoietin hormonu

JGA Jukstaglomerüler Aparat

G Gram

Kg Kilogram

ml Mililitre

Mm Milimetre

Nm Nanometre

1.GİRİŞ

Homeostasis fizyolojideki önemli kavramlardan biri olmakla birlikte, bu kavram Fransız fizyolog Claude Bernard tarafından şöyle tanımlanmıştır: “Homeostasis, bir organizmanın iç çevresine özgü fizikokimyasal özelliklerin regülasyon yolu ile korunan görelî değişmezliğidir” (Kart Gür, 2008; Coulson ve Eldridge, 2010). En önemli homeostatik süreçlerden biri olan termoregülasyon ise değişiklik gösteren içsel ve dışsık ısı yüküne rağmen vücut sıcaklığının belirli bir aralıkta sabit tutulması, korunmasıdır (Refinetti, 2006; Kart Gür, 2008; Coulson ve Eldridge, 2010). Çünkü vücut sıcaklığının biyolojik süreçler, özellikle bu süreçlerin hızı üzerinde büyük bir etkisi vardır. Sıcaklığın organizmaların ısı yanıtı ve organizmalar üzerindeki etkisi, hayvan fizyologlarının en çok ilgi duyduğu konular arasındadır (McNab, 2002; Kart Gür, 2008).

Omurgalıların (Vertebrata) en yüksek grubunu kapsayan memelilerin (Sınıf: Mammalia) farklı ortamlara güçlü adaptasyon yetenekleri ile yaşamsal şartlarını arttırmaları, yavrularının gelişimini ana rahminde tamamlayabilme, beyin organizasyon güçleri ve vücut sıcaklıklarını sabit tutabilme gibi belirli özellikleri memelilerin çeşitlilik göstermesinde önemli bir etken olmuştur (Nevo, 1982;Özkazanç,1991;Arslan, 2017). Isı kaybetme ve üretme hızının vücut büyüklüğü ile ilişkisi bir arada incelendiğinde, memeliler hızlı ısı kaybetmeleri nedeniyle, vücut sıcaklıklarını sabit tutabilmek için, hızlı bir şekilde ısı üretmeli ve fazla besin tüketmelidirler. Oysa bazı memeliler enerji gereksinimini karşılayacak şekilde besin kaynağına sahip değildir (Millar ve Hicklink 1990;Kart Gür ve Gür, 2017). Bu tür memeliler uzun kış ayları dönemleri boyunca soğuk ve ona eşlik eden besin yokluğuyla karşı karşıya kalır (Robbins 1993; Kart Gür ve Gür 2010; Kart Gür ve Gür 2017). Bu durumda hayvanlar hayatta kalabilmek için hibernasyon gibi farklı adaptasyonlar geliştirmişlerdir (Roots, 2006).

Heterotermik memelilerde ve kuşlarda kış uykusu hibernasyon ve günlük torpor, vücut ısısında, enerji harcamasında, su kaybında ve diğer fizyolojik işlevlerde

belirgin zamansal düşüşler ile karakterize edilir ve endotermikler için mevcut olan enerji tasarrufu için en etkili araçlardır. Hibernasyon, kış boyunca ağırlıklı olarak çok günlük torporları ifade eder ve bu da hibernatörlerin kışın hayatta kalmasını önemli ölçüde artırır. Olumsuz koşullar altında enerji tasarrufu, torporun önemli bir işlevi olsa da, özellikle gıda arzı sınırlı olduğunda, üreme büyüme gibi enerji gerektiren süreçlere izin vermek için de kullanılır. Göçmen kuşlar bile, göçün bir sonraki aşaması için enerji tasarrufu yapmak için torpora girerler (Geiser,2013).

2.KURUMSAL TEMELLER VE KAYNAK ARAŞTIRILMASI

2.1.Hibernasyon

Heterotermik memelilerde ve kuşlarda kış uykusu (çoklu gün uykusu) ve günlük torpor, vücut ısısında, enerji harcamasında, su kaybında ve diğer fizyolojik işlevlerde belirgin zamansal düşüşler ile karakterize edilir ve endotermikler için mevcut olan enerji tasarrufu için en etkili araçlardır. Hibernatörler, kış boyunca ağırlıklı olarak çok günlük torporları ifade eder ve bu da hayvanların kışın hayatta kalmalarını önemli ölçüde artırır. Buna karşılık, günlük heterotermikler dinlenme aşamasında birkaç saat süren günlük torporları kullanırlar (Geiser, 2013).

Torpor metabolizmanın büyük oranda yavaşlatıldığı, vücut sıcaklığının düştüğü ve kalp atım hızının azaldığı durgunluk dönemleridir. Günlük torpor ise bazı hayvanların gün içinde girdiği bu tarz periyodik durgunluk dönemlerini ifade eder. Birbirini belirli bir düzen içerisinde takip eden torpor evrelerinden meydana gelen mevsimlik uykular olarak bilinen hibernasyon kış uykusu, estivasyon ise yaz uykusudur (Wade, 1930). Hem hibernasyonda hem estivasyonda benzer bir şekilde vücut sıcaklığı yavaş yavaş düşer ve her torporda ulaşılan minimum vücut sıcaklığı daha da azalır. Hayvanlar da zaman zaman daha önce yuvaya depoladıkları yiyecekleri yemek ve boşaltım yapmak için kısa uyanışlar görülür. Bu uyanışları yapabilmek için de vücut sıcaklığı yükseltilir. Bu kısa uyanışlar kış mevsimin ortalarına doğru giderek azalır, torporda kalış süresi artar. İlkbahar mevsimi yaklaşmaya başladığında ise bu durumun tam tersi olarak torpor süresi artar ve

hayvan daha uzun süreler uyanık kalır. Bu model gerçek hibernasyon görülen hayvanların hepsinde geçerlidir (Anonim, 2005).

Birçok doğal bileşiğin memelilerde torpor benzeri bir fenotipi indüklediği gösterilmiştir (Andwers.,2007). Torpor ile ilişkili entegre mekanizmalar çevresel, fizyolojik, metabolik ve moleküler değişiklikler büyük ölçüde bilinmemektedir. İlginç bir şekilde, hem omurgasız hem de omurgalı organizmalarda genetik mutasyonlardan memeli torporunun biyokimyası ve fizyolojisi hakkında çok şey öğrenilmiştir (Melvin.,2009).

Her ne kadar torpor, soğuk iklim türlerinin spesifik bir uyarlaması olarak kabul edilse de, tropikler de dahil olmak üzere tüm iklim bölgelerinden birçok farklı tür tarafından kullanılmaktadır. Göç eden kuşlar bile göçün bir sonraki aşaması için enerji tasarrufu yapmak için torpora girerler (Geiser.,2013).

Hibernasyon her zaman mevsimseldir ve başlangıcı kışın gelişi gibi öngörülebilir. Hayvanların uykuya girişlerini biyolojik saatleri, yaz aylarına göre daha kısa kış günleri, düşük sıcaklıklar ve yiyecek eksikliği gibi faktörler tetikleyebilir. Bunlar endokrin bezlerini etkiler ve süreci başlatan hormonların salgılanmasını etkiler. Hem endoterm hem de ektoterm kış uykusuna yatar (Roots.,2006).

Uzun süreli uyku düşük vücut ısısı ve önemli ölçüde azaltılmış metabolizma hızı ile karakterizedir. Memelilerde ve kuşlarda düzenlenmiş bir faaliyettir ve her zaman vücut fonksiyonlarını kontrol ederler, metabolizmalarını enerji tasarrufunu sağlayan bir seviyeye indirirler ve böylelikle yağ ve gıda depolarının dormansileri boyunca yetmesine olanak sağlarlar. Derin uyku zamanlarında metabolizma hızı bazal metabolizma hızının 1/5'ine düşer. Torpordan düzenli uyanış ve vücudu yeniden ısıtmak da dahil olmak üzere bir memelinin depolanmış yağının çoğunu kullandığı hibernasyon sırasındaki metabolik hızı, bazal metabolizma hızının sadece yüzde onbeşini oluşturur (Roots.,2006).

2.1.2.Hibernasyona hazırlık

Memeliler hibernasyona girmeden önce yağ rezervleri veya yiyecek depoları birikimiyle hibernasyona hazırlanırlar ve yırtıcılardan ve diğer doğal olaylardan korunmak için de yuvalarını hazırlarlar. Bu yuva veya hibernacula, sadece bir yersincabının amacı için kazılmış bir uyku bölmesine sahip bir yuva ya da çoğu zaman birçok nesiller için porsuk ailesi tarafından yıl boyunca yaşadığı bir yuva sistemi olabilir. Bir ağaç boşluğunda bir cüce lemur tarafından yapılan bir yuva, düşmüş bir ağacın köklerinin altında siyah bir ayı tarafından kazılan bir delik ya da dışı kutup ayısının bir kar bankasındaki tüneli olabilir (Roots.,2006).

Genellikle, hibernacula'nın amacı hibernatörleri dondurucu soğuktan koruyan bir kış evi sağlamaktır. Yuvalarının derinliklerindeki yer sincapları için yuva sıcaklığı genellikle donma sıcaklığının birkaç derece üstünde kalır. Mağaralarda kış uykusuna yatan yarasalar genellikle yüksek neme sahip 2.88 oC ve 6.18 oC arasında daha yüksek sıcaklıkları tercih eder (Roots.,2006).

Hayvanlar genellikle gerekli düzenlemeleri yapmadıkça hibernasyona girmezler. Daha sıcak havaların geri dönmesine kadar dayanacak yeterli malzemeye sahip olmalı ve dormansi onlar tamamen hazır olana kadar askıya alınabilir. Siyah aylar eğer in yapmazlarsa bu durum kışın hayatta kalmalarını zorlaştırdığı için yeterli internal yağ rezervi depolamadan kış uykusuna girmezler. Bazı memeliler onlar için yuva kutuları ve yuvalama malzemesi sağlanana kadar soğukta aktif kalan yediuyuklayangiller gibi, uygun bir hibernakula bulana veya hazırlayana kadar kış uykularına başlamaz. Sıcak kanlı hiberatörler yiyecekleri içten beyaz veya kahverengi yağ şeklinde veya dıştan periyodik olarak uyandıklarında yedikleri yiyeceklerle dolu kiler olarak depolarlar (Roots.,2006).

Kış için yağ ile önemli kilo alan yersincabı gibi bazı türler, uyandığında yeterince yiyecek topladığından iki kat emin olmak isterler. Yiyecekleri depolandığı her yerde, sadece kış uykusu süresince değil, aynı zamanda uyanış ve ısınma süreci ve

genellikle hemen başlayan hemen üreme mevsimi için de yeterli olmalıdır (Roots.,2006).

İç yağ depoları Kuzey yarasalar dahil, bazı yediuyurlar, uçan sincap (*Glaucomys sabrinus*), dağ sıçanları (*Marmota monax*), yersincabları, çayır köpekleri, cüce lemurlar, cüce sıçanlar, kirpi ve tüm ektotermiler ya da soğukkanlı omurgalılarda görülür. Yersincabları ve ayılar vücutlarının etrafında bir deri altı yağ tabakası oluştururlar. Bir dişi kutup ayısı kış uykusuna başlamadan önce yaklaşık 200 kg yağ depolarken, küçük cüce Avustralya keseli sıçanı, kışın hayatta kalabilmek için 14 g yağ depolaması gerekir. Yeterli yağ depolamak genellikle hibernasyondan birkaç hafta önce iyi beslenmeye bağlıdır. Genellikle ılıman bölgelerde zengin gıdalar bol miktarda bulunur. Yediuyurlar için fındık, tahıl ve çilek, boz ayılar için ise somon tercih edilen besinlerdir (Roots.,2006).

Harici gıda depolaması, yalnızca bozulabilir olmayan maddeleri depolayabilen omnivor veya otçul bir diyete sahip küçük hayvanlar için mümkündür ve tamamen böcekçil veya etçil memeli, kış için bir hayvansal protein kaynağı depolamaz. Harici yiyecek depolayanlar : hamsterlar, sincaplar, bazı yersincabları, kanguru fareleri, sıçanlar ve bazı yediuyurlar. Çim, fındık, tahıl, tohum, yumru ve çiçek soğanı, meyveler ve muhtemelen mantarlar gibi doğal olarak kurutulmuş gıdaları depolarlar. Büyük Avrupa hamsteri, patates ve havuç gibi ekili kök sebzelerini yuvalarının serinliğinde tutacak şekilde depolayabilir. Yiyecek toplamalarına yardımcı olmak için bazı toplayıcılarda, yeraltı odalarına geri götürmek için büyük miktarda yiyecek doldurabilecekleri yanak keseleri vardır ve inanılmaz miktarda yiyecek depolarlar. Bir minik kanguru sıçanının kileri 5.5 kg karışık tohum içerir (Roots.,2006).

2.1.3.Hibernasyonun tetiklenmesi

Kış uykusunun başlanması genellikle soğuk havanın gelişiyile ilişkilidir. Bu kesinlikle ektotermiler ve bazı memeliler için geçerlidir ; ancak kış uykusunu tetikleyen etkenler türlere göre değişir. Bazıları, koşulların elverişsiz olduğu genellikle düşük sıcaklıklar (veya yaz aylarında yüksek sıcaklıklar) veya düşük gıda

kaynakları gibi durumlarda yılın herhangi bir zamanında torpid olabilen hiberatörler olarak kabul edilir. Cüce sıçanlar ve kuyruklu yarasalar bu tür hayvanlardır. Diğerleri gün uzunluğundaki fotoperiyodik değişikliklerle tetiklenir. Yediuyurlar ve hamsterda torpidite başlatan sonbaharda günlerin kısalmasıdır. Bir hayvanın biyolojik saati, beyaz kuyruklu çayır köpeği ve dağ sıçanı gibi bazı türlerde kış uykusunun başlangıcını ve daha sonra uyarılmayı tetikleyen çembersel ritim ile kış uykusunda önemli bir rol oynar (Roots.,2006).

Gerçek tetikleyici ne olursa olsun, hibernatörlerin genellikle soğukken uykularına başladıkları, ilkbaharda havalar ısınmaya başladığında yeniden aktif oldukları tartışılmaz bir gerçektir ; fakat zamanlama birkaç koşuldandır dolayısıyla değişebilir. Sıcaklık ne olursa olsun, besin hala mevcut ve ışık yaz seviyelerinde muhafaza edildiğinde dahi laboratuvarında onüç çizgili yersincabının yağ biriktirdiği ve sonra Eylül başında uyuklamaya başladıkları gözlenmiştir (Roots.,2006).

Bu da onların hibernasyonunun çevreden çok içten gelen bir döngü tarafından yönetildiğini göstermektedir. Başlama zamanı ayrıca bir hayvanın soğuğa dayanıklılığına göre de değişebilir. Heybeli sıçanlar kış uykusuna girmeden önce oldukça soğuk havalarda birkaç hafta bekler, daha sonra büyük bir sıcaklık düşüşü ile hibernasyona başlarlar. Spermophilus lateralis hibernasyona başlama konusunda isteksiz görünürler ve hava sıcaklığı donma derecesinin çok altında olabilen bazı erken kış aylarının güneşli günlerinde bile ortada görünebilirler (Roots.,2006).

Memeliler uyku sürelerine ve hibernasyona başlama biçimlerine göre de farklılık gösterirler. Kış uykusu, ana olay başlamadan önce, kısa süreli torpor ve uyarılma ile başlayabilir ancak bu zamanlarda vücut ısısı önemli ölçüde düşmez. Memeli kış uykusunun, tüm uyku dönemi boyunca değişik uyku seviyelerinde olduğuna ve dönemin ortasında da en derin olduğuna inanılır. Bununla birlikte, "uyku" terimi uyku halindeki hayvanın hareketsizliğini tanımlamak için kullanılmasına rağmen,bizim anladığımız gibi bir uyku değildir, çünkü normalde uyku sırasında meydana gelen beyin dalgaları kış uykusu sırasında yoktur (Roots.,2006).

2.1.4.Hibernasyon fizyolojisi:

Hibernasyon fizyolojisi, salgı bezlerinin faaliyetleri, termoregülasyon, metabolik hızın azaltılması, yağ depolanması ve yağın enerjiye dönüşümü konularını içerir. Hibernasyonun asıl olayı, bir hayvanın ısı üretim mekanizmalarını etkileyen termoregülatör sistemindeki değişimlerdir.

2.1.4.1. Metabolizma

Hayvanlar hibernasyon moduna girdikçe meydana gelen fizyolojik değişikliklerde farklılıklar olsa da prensip benzerdir. Başlangıçta, metabolik hız yavaşlar, ısı kaybı ısı üretimini aşar ve vücut sıcaklığı, 37OC olan normal memeli ortalamasından, neredeyse birçok tür için donma noktası olan 2 OC seviyelere düşer. Ayılar ve diğer etoburlarda sadece 7° C'lik bir düşüş vardır (Roots., 2006).

Sıcak kanlı hayvanlarda solunum hızı da torpor sırasında önemli ölçüde yavaşlar. Hafif uyuyan ayının nefes alması yarı yarıya yavaşlar ve derin uykuda kemirgenlerde iki nefes düşer ve dikenli karıncayiyende dakikada sadece bir kez; bazı hayvanlar, bir seferde birkaç dakika boyunca apne olarak bilinen bir durum olan nefes almayı tamamen durdurabilir (Roots.,2006).

2.2.4.2.Enerji

Kış uykusuna yatan hayvanlar uzun uykuları, uyarılmaları ve birçok durumda hemen takip eden üreme mevsimi için enerji sağlamak için sadece yağ rezervlerini tüketir. Kahverengi ve siyah ayıların uykuları için yeterli yiyecek depolayana kadar, kış uykusuna başlamadığı iyi bilinen bir gerçektir. Kilerlerinde yiyecek depolayan memeliler uyandıklarında yemek yiyebilirler, bu yüzden de açlıktan ölmezler (Roots.,2006).

Yağlar, kış uykusuna yatmak için tek enerji kaynağıdır. Uzun uyku sırasında enerji sağlamak amacıyla bu yağ maddeleri, kan ve vücut dokularında yağ asitleri,

kolesterol ve trigliseritler şeklinde depolanır. Memeliler depolanan vücut yağları ile uzun süre yaşayabilme; muhtemelen Arktika gelengisinin dokuz aylık uykusudur. Hayvanlar aç karnına derin hibernasyona girer çünkü sıcaklık düştüğünde sindirim durur ve kullanılmayan yiyecekler bozulabilir ve hayvanın sağlığını etkileyebilir. Hibernasyondaki bir memelinin midesine yapay olarak sokulan yiyecekler sindirilmeden kalmıştır (Roots.,2006).

Kış uykusuna yatan memeliler, enerjilerini sağlamak için beyaz ve kahverengi yağ olmak üzere iki çeşit yağa güvenirlir. Bunlardan en verimli olanı, fizyolojik süreçlere güç vermek için yakılan beyaz yağlardır. Diğeri ise çevresel sıcaklıktaki değişikliklere yanıt olarak ısı üreten özel hücrelerden oluşan kahverengi yağlardır. Kahverengi yağlar, torpordan uyarılma sırasında ihtiyaç duyulan enerjiyi sağlamada en önemli role sahiptir. Kahverengi yağ hücreleri, termojenez olarak bilinen işlemle vücut sıcaklığını yükseltmek için enerjilerini ısı olarak serbest bırakırlar, bu sırada yağ molekülleri yağ asitlerine ayrılır ve daha sonra mitokondri tarafından daha fazla parçalanır ve enerjileri ısı olarak açığa çıkar (Roots., 2006).

2.2.4.3.Donmadan Korunma

Kuzey ortamlarının çoğu ektotermi, kışın düşük hava sıcaklıklarından korundukları yerde kış uykusuna yatarlar. Bazıları sığ bir toprak veya yaprak örtüsü altında uyur. Kar ekstra ısı yalıtımı sağlar ; ama kar yağışının zayıf olduğu çok sert kışlarda bu hayvanların hayatta kalma şansları çok düşük olur. Çoğu kara omurgalısının vücut sıvılarının donma noktası -0.5 oC'dir. Toplam vücut donmasının her zaman ölümcül sonuçları olduğu düşünülmüş olmasına rağmen araştırmacılar son zamanlarda -7 oC kadar dondurulmuş laboratuvar farelerini, kötü etkiler olmadan tekrar canlandırmışlardır. Donma, hücrelere ciddi şekilde zarar verir, onları deforme eder ve duvarlarını parçalar. Buz kristalleri çözülürken dehidre eder ve böylece hücrelerin suyunu çıkarır. Donma kan damarlarını patlatabilir ve oksijen ve besin maddelerinin organlara ulaşmasını engelleyebilir. Bir hayvanın ekstremiteleri dışındaki vücut sıvılarının toplam donmasında kurtulabilmesi son derece olası değildir, bu daha sonra parmak veya uzuvların, kulakların veya kuyrukların kaybına

neden olabilir. Bununla birlikte, vücut sıvıları hücre dışı veya hücre içi halindedir. Hücre içeriğinin donması ölümcül olsa da, bazı hayvanlar, buz kristallerinin hücre dışı olarak oluşmasına izin verirken hücre içeriğini korumanın yollarını geliştirmek için, donma önleyici bileşiklerini üreterek kısmen donmaya tolerans kazandılar (Roots.,2006).

2.1.4.4. Termoregülasyon

Endotermilerin aşırı soğuk veya düşük gıda bulunabilirliği dönemlerinde vücut sıcaklıklarını önemli ölçüde azaltma yeteneği, yüksek bazal metabolizma oranları olan omurgalılar için önemli bir adaptasyon gibi görünmektedir. Bunlar gıda maddelerinin sürekli oksidasyonu ile oluşan ısıyı boşa göndermez, hayvanın vücut sıcaklığını yükseltmek için kullanılır (Bradshaw., 2003).

Isı üretim kaynaklarındaki bu farkın bir sonucu olarak, ektoterm, biyokütle dönüşümünün çok daha yüksek verimlilikleri ile endotermilerden daha üretkendir. Pough (1983), 16 küçük kuş ve memeli türünün asimile ettikleri enerjinin sekiz amfibi ve sürüngen türü için ortalama % 46.3 dönüşüm verimliliği ile karşılaştırıldığında sadece % 1.4'ünü biyokütleyle dönüştürdüğünü hesapladı. Bu nedenle, düşük enerji akışı oranlarına rağmen, ektoterm yüksek dönüşüm verimlilikleri ve diğer organizmalara sağladığı enerjiler nedeniyle karasal ekosistemlerde büyük önem taşımaktadır. Burton ve Likens (1975), New Hampshire'daki bir orman ekosisteminde, kırmızı sırtlı semender nüfusunun hektar başına düşen yıllık enerji üretiminin, ormanın tüm kuş topluluğundan beş kat daha fazla olduğunu hesapladılar. Görüldüğü gibi endotermi pahalı bir yaşam biçimidir, çünkü hayvan tarafından tüketilen enerjinin çok büyük bir kısmı ısı şeklinde harcanır (Bradshaw,2003).

Kuşlarda ve memelilerde endotermi evrimi, sürüngen-memeli soyunda meydana gelmiş belki de en önemli ve en kapsamlı değişikliklerden biridir ve sadece takdir edildiği gibi metabolizma seviyesinde bir değişiklik değil, aynı zamanda kalitesi veya biyokimyasal kaynağında da değişiklik yapmıştır (Hulbert, 1987, Hulbert ve Else, 1989, Ruben, 1995, Bradshaw, 2003). Endotermiler aktivitelerini aerobik olarak

besler ; ancak ektotermiler, yüksek veya sürekli aktivite seviyeleri için enerji üretmek için anaerobik metabolik yollara da baş vururlar (Moberly, 1968, Bradshaw,2003). Bennett ve Licht (1972), Iguana, tarafından kullanılan toplam enerjinin % 60'ından fazlasının 5 dakika boyunca anaerobiyozdan ve laktat oluşumu ile ilişkili olduğunu göstermiştir (Bennet 1982, Bradshaw,2003).

Ektotermik sürüngenler aktivite ile ilişkili aktüel vücut sıcaklığında kuşlar ve memelilerden çok farklıdır. Birçok sürüngen gün boyunca vücut sıcaklığını büyük bir hassasiyetle düzenler ; ancak hepsi aynı vücut sıcaklığını koruyamazlar (Bradshaw,2003).

Vücut ısını düşürmek ektotermelerde günlük bir olaydır ; ancak endotermiler için potansiyel olarak tehlikelidir. Bazı araştırmacılar, endoterm hücrelerinin ektoterminkinden çok daha 'sızdıran' olduğunu ve membrana bağlı enzim pompası Na^+ / K^+ ile aktifleştirilmiş ATPaz'ın etkisiyle transmembran iyonik gradyanlarını korumak için daha fazla enerji gerekli olduğunu savunmuşlardır (Else ve Hulbert 1987, Hulbert ve Else, 1999). Böylece vücut sıcaklığının düşürülmesi, endotermelerde iyon gradyanlarının ektotermelerden daha fazla bozulmasına neden olur ; çünkü ikincisi, hipoksi ve anoksi karşısında bile, transmembran iyon degradelerini koruyan hücre zarlarında sıkı bağlantı komplekslerine sahiptir (Guppy ve ark, 1987). Hulbert ve Else (1999), membran fosfolipidlerinin çoklu doymamışlık derecesinin, hücresel metabolik aktivite ile ilişkili olduğunu ve endotermelerde ektotermelerden karakteristik olarak daha yüksek olduğunu bulmuştur. Bu süreçte tiroid hormonları, özellikle hücre zarlarında omega-6 yağ asit zincirlerinin çoklu doymamışlığının artırılmasıyla ilişkilendirilmiştir. Son zamanda yapılan bir derlemede, Hulbert ve Else (2000) ve Hulbert (2000), bu hormonların metabolik hızı artırma aracı olduğunu savunmuşlardır (Bradshaw 2003).

2.4.5.Hibernasyon süresi

Kış uykusunun başlaması ve uzunluğu büyük ölçüde enlem ve dolayısıyla gün uzunluğuna ve sıcaklığa bağlıdır. Geniş bir enlem aralığına ve dolayısıyla sıcaklığa sahip bir türün kış uykusu için kesin bir genel dönem vermek yanıltıcıdır. Alaska'dan

Florida'ya, elbette böyle geniş bir alanda büyük bir varyasyon olacaktır. Uzak kuzeyde siyah ayı yedi ay boyunca uyuyabilir, daha hafif olan Orta Batı'da sadece dört ay uyuyabilir ve Florida eyaletinde bir şehirde ise hiç uyuyamaz. Avrupa'da porsuk Kuzey İskandinavya'da kışın kış uykusuna yatar, ancak çok şiddetli hava koşulları dışında İngiltere ve Fransa'da aktif kalır (Root., 2006).

Bazen uyku uzunluğundaki varyasyonlar bireysel olarak ortaya çıkabilir ve enlem veya yükseklik ile ilgisi yoktur. Örneğin, bazı *Spermophilus lateralis*'lar kış uykusuna yatarken, aynı kafesteki diğerleri aktif kaldı ve uyuyanlar diğerlerinin aktivitesinden rahatsız değildi; ancak bu, yapay davranış yaratan yapay koşulların bir örneği olabilir (Roots.,2006).

Kuzey ılıman bölgelerin çoğunda hayvanlar, Ekim'den Mart'a kadar yaklaşık altı ay kış uykusuna yatmaktadır. Kuzey Kutup Dairesi içinde, Kuzey Kutbu yersincabı ve Avrasya sürüngenleri – bayağı engerek (*Vipera berus*)ve canlı kertenkele (*Zootoca vivipara*) gibi türler için bu süre dokuz aya kadar uzatılabilir (Roots.,2006).

Kış uykusu sırasında dış uyaranlara karşı duyarlılık, türlerden türlere ve bireysel bir hayvanda günden güne değişir. Suriye hamsterleri, Türk hamsterlerinden ve onüç çizgili yer sincaplarından veya *Spermophilus lateralis* daha "gergin" ve her zaman uyarılma için hazır görünür (Lyman, 1982).

Hibernasyon modundan çıkma, haftalar veya aylar öncesindeki hibernasyona girişteki aynı faktörler tarafından kontrol edilir: sıcaklık, fotoperiyod veya vücut ritimleri. Bahar aylarında artan sıcaklıklar, birçok tür için uyarılmayı ve ortaya çıkmayı başlatan ana faktördür. Yaprakların altında kış uykusuna yatan *Rana sylvatica* ve *Pseudacris crucifer* gibi karasal amfibiler, kar erimeye başladığında ilk

ortaya çıkanlardır, oysa leopar kurbağa ve boğa kurbağası gibi su hibernatörleri uyanmadan önce göletlerinin buz örtüsünün büyük bir kısmının erimesini beklerler (Roots.,2006).

2.2.Spermophilus Türleri

2.2.1.Ordo: Rodentia (Kemiriciler)

Memeli sınıfının en büyük takımı olan Rodentia ordosu 29 familya, 443 cin ve 2015 türden oluşmaktadır ve dünya üzerindeki memeli çeşitliliğinin yaklaşık olarak %43'ünü oluşturur. Antarktika, Kutuplar, Yeni Zelanda ve birkaç okyanus takımadası hariç tüm kara parçalarına yayılış gösterirler. Çok değişik habitatlara yayılış gösteren bu takıma mensup hayvanlar kara, ağaç, toprak altı ve yarı sucul ortamlarda yaşarlar. Köpek dişleri ve ön azı dişlerinin kaybolması ile oluşan diestama boşluğu, Rodentia takımını diğer takımlardan ayıran en önemli tanı kriteridir. Altta ve üstte tek bir çifte indirgenmiş olan kesici dişleri, açık köklerden sürekli olarak gelişirler ve keski şeklinde bir kesici kısma sahiptirler. Köksüz olup sürekli büyüme eğilimi gösteren kesici dişleri zarar gördüğünde veya yerinden söküldüğünde yerine yenisi çıkmadığından dolayı kemirme işlemi gerçekleştirilemez ve dolayısıyla bu da hayvanın ölümüne sebep olur (Ognev, 1948). Alttaki kesici dişler ise özellikle geriye doğru çenenin bir boğumlu kısmına varıncaya kadar uzayan uzun bir oyuk içinde yer edinir. Önemli bir kısmı tohum yiyici olan kemiricilerin diğer bir kısmı ise böcekçil, otçul ve çok çeşitli omnivordur. Kemiricileri sınıflandırmak için en önemli kriterler ise çiğneme kaslarının konumu ve kafa yapılarıdır. Çiğneme kaslarının kafatası ile yapmış olduğu bağlantı noktalarına göre kemiriciler; Sciuromorpha, Castorimorpha, Myomorpha, Anomaluromorpha ve Hystricomorpha olmak üzere 5 alttakıma ayrılmaktadır (Wilson ve Reeder, 2005 ;Kalafat, 2011).

2.2.2.Familya: Sciuridae

Orta büyüklükte kemirgen olan bu familya türleri, ağaç ve toprak altı yaşama uyumludur. Vücut ince, kafatası infraorbital foramen küçük ve postorbital güçlüdür. Damakları geniş ve alt çene kemikleri oldukça sağlamdır. Dişleri brakyodont (alçak

taçlı diş) tipte olup gelişimlerini tamamlamışlardır. Bu familyanın üyeleri Avrupa, Afrika, Asya ve Amerika da geniş bir alana yayılış gösterirler. Ağırlık olarak gündüzleri aktif olan sincapların bir kısmı da gece faal olmaktadır ve tundra, yağmur ormanları ve yarı çöl olan bölgeleri daha çok tercih etmektedirler. Bu familyanın tanımlanmış 273 türü vardır. İki alt familya içinde (Sciurinae ve Petauristinae) 50 cins vardır. Türkiye'de ise Sciurinae alt familyasına ait iki cins beş tür ile temsil edilmektedir (Krystufek ve Vohralik, 2005; Kalafat, 2011).

2.2.3.Cins: *Spermophilus*

Orta büyüklükte olan yer sincapları karasaldır. Küçük kulakları ve genelde baş ve vücut uzunluğunun yarısından daha kısa olan kuyrukları ile dikkat çekerler. Pençeleri uzun ve başparmağa doğru daraldığı görülmektedir. Kafatası kemerleri ve postorbital ince olup, infraorbital foramen sincaplarda olduğu gibi belirgindir. Dişleri ise nispeten hypsodonttur (Kalafat, 2011; Krystufek ve Vohralik, 2005).

2.2.3.1. *Spermophilus taurensis* -Toros yersincabı (Gündüz ve ark., 2007)

Sistematik Durumu

Alem: Animalia (Hayvanlar)

Sınıf: Mammalia (Memeliler)

Takım: Rodentia (Kemiriciler)

Altakım: Sciuromorpha (Sincabımsılar)

Familya: Sciuridae (Sincap)

Altfamilya: Xerinae

Kabile: Marmotini

Cins: *Spermophilus*

Tür: *Spermophilus taurensis* (Toros yersincabı)

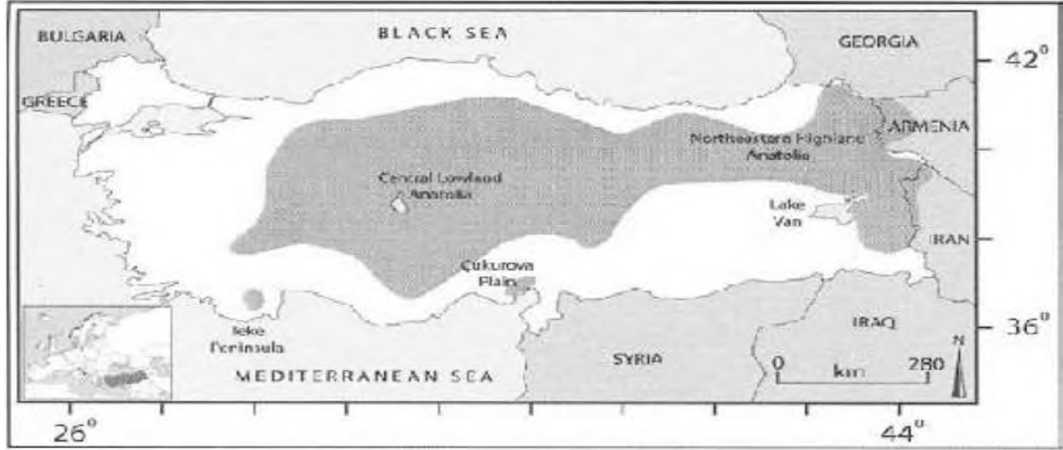
Genel Özellikleri

S.taurensis Akseki ve Mut'un da içinde bulunduğu Güney Anadolu Toroslarının 1500 m yukarısındaki açık alanlar ile Konya ili Meram ilçesinin Erenkaya kasabası arasındaki alana yayılış göstermektedir (Harita 1). Genellikle step ve çayırlarda yaşayan bu türün bazı durumlarda ise köylüler tarafından inşa edilen taş duvarlarda da yaşadığı gözlemlenmiştir (Gündüz ve ark., 2007; Özkurt ve ark., 2007; Helgen ve ark., 2009). Kış aylarında ise toprağın altına kazdıkları yuvalarında kış uykularına yatarlar ve çoğunlukla bitkisel kaynaklı beslenmektedirler (Anonim, 2009c; Kalafat, 2011;).

Dorsal kürk Trakya'daki *S.citellus*'dan ve Anadolu'daki *S.xanthoprymnus*'dan daha kırmızıdır ve beneklenme yoktur. Ventral kısımları ise *S. xanthoprymnus*'a benzer ve beyazımsı gridir, ancak *S.citellus*'dan daha az sarıdır. Beden uzunluğu *S.xanthoprymnus*'a benzer olup, *S.citellus*'dan daha büyüktür. Ucunda bir tutam kıllarla kaplı olan kuyrukları kalın fırça gibidir. Kuyruk uzunluğu, kafatası uzunluğu, ardayak uzunluğu, mastoid genişlik ve interorbital uzunluk *S.citellus* ve *S. xanthoprymnus*'dan daha fazladır (Gündüz ve ark., 2007; Özkurt ve ark., 2007; Helgen ve ark., 2009; Kalafat 2011).

S. taurensis'in kafatası özellikleri *S.citellus* ve *S.xanthoprymnus*'un özelliklerine benzer. Kesicilerin ön yüzey rengi beyazdan sarımsıya bulunmaktadır. Damağın orta arka kenarı bir omurga ya da üçgen gibidir (Gündüz ve ark., 2007; Özkurt ve ark., 2007; Helgen ve ark., 2009).

Boyları genellikle 13-30 cm arasında olup, ağırlıkları yaşadıkları ortama, cinsiyete ve yaşa bağlı olarak ortalama 85-300 gr arasında değişmektedir. Kısık, tiz ve keskin bir sese sahiptirler (Anonim, 2009c).



Harita 2.1 *Spermophilus taurensis* türünün yayılışı (Gür,2010)

2.2.3.2. *Spermophilus xanthoprymnus* (Bennett, 1835) Anadolu yersincabı

Sistematik Durumu

- Alem: Animalia (Hayvanlar)
 Sınıf: Mammalia (Memeliler)
 Takım: Rodentia (Kemiriciler)
 Altakım: Sciuromorpha (Sincabımsılar)
 Familya: Sciuridae(Sincap)
 Altfamilya: Xerinae
 Kabile: Marmotini
 Cins: *Spermophilus*
 Tür: *Spermophilus xanthoprymnus* (Anadolu yersincabı)

Genel Özellikleri

İsmi en çok bulunduğu Anadolu'dan alan bu tür Kafkaslar'a kadar uzanan geniş bir alanda yayılım göstermektedir (Harita 3.2). Step ve çayırlarda az eğilimli alanlarda yaşarlar. Gündüzleri aktif olan bu türün bireyleri, göç etmezler ve genellikle bitkisel

kaynaklı beslenirler. Ekseriyetle ıslık çalmasını andıran ince bir sese sahiptirler (Anonim, 2014b). Boyları 15-30 cm arasında olup, kuyruk uzunlukları ise 4- cm'dir. Ağırlıkları cinsiyet, yaş ve yaşadıkları ortam faktörlerine göre değişiklik göstermektedir. Genel görünüş olarak Avrupa yersincabına çok benzemektedirler ve vücudun üst kısmı kahverengi sarı, altı sarımsı gridir (Anonim, 2009b).

Bu türün dorsal kürk rengi sarı, açık kahverengi veya kırmızımsıdır, ventral kürk rengi ise sarı, gri ve benekli beyazdır. Dorsal ve ventrali ayıran yanda bir sınır çizgisi yoktur. Göz çevresi ve kulakların arkasında beyaz bir halka vardır. Kuyruk ventral ve dorsal gövde rengi ile aynı renktedir. Kuyruk tüyleri vücut tüylerinden daha uzundur. Ön ayak sarı ve ardayak soluk beyazımsıdır (Krystufek ve Vohralik, 2005; Gündüz ve ark., 2007; Özkurt ve ark., 2007; Helgen ve ark., 2009; Gür ve Gür, 2010; Kalafat 2011).

Bu türün kafatası özellikleri *S. citellus* ile aynı olup kesici dişlerin ön yüzeyi çoğunlukla sarıdır (Krystufek ve Vohralik, 2005; Gündüz ve ark., 2007; Özkurt ve ark., 2007; Helgen ve ark., 2009; Gür ve Gür, 2010; Kalafat 2011).



Harita 2.2. *Spermophilus xanthoprimum* türünün yayılışı (Dedering,2013)

2.3.2.3. *Spermophilus citellus* (Linnaeus, 1766) Avrupa yersincabı

Sistematik Durumu

Alem: Animalia (Hayvanlar)
Sınıf: Mammalia (Memeliler)
Takım: Rodentia (Kemiriciler)
Altakım: Sciuromorpha (Sincabımsılar)
Familya: Sciuridae (Sincap)
Altfamilya: Xerinae
Kabile: Marmotini
Cins: *Spermophilus*
Tür: *Spermophilus citellus* (Avrupa yersincabı)

Genel Özellikleri

Bazı bireyleri dağlık alanlarda yaşayan türün diğer üyeleri ekseriyetle çayır ve otlakların bulunduğu arazilerde veya bozkırlarda yaşar. Rutubetli ve çok yağış alan bölgelerde yaşayamazlar. *Spermophilus citellus* türünün kuzeybatı kısmı Çek Cumhuriyeti, Avusturya, Slovakya, Macaristan, kuzey Sırbistan ve Karadağ ve batı Romanya' yı, güneydoğu kısmı ise Güney Sırbistan, Makedonya ve Yunanistan'dan Bulgaristan ve güney Romanya'dan Türkiye Trakya, Moldova'ya kadar yayılış göstermektedir (Anonim, 2019a; Harita 2.3). Türün bireylerinin aktif oldukları zamanlar özellikle sabah ve akşam serinliğinin olduğu vakitlerdir (Anonim, 2013).



Harita 2.3. *Spermophilus citellus* türünün yayılışı (Petrović,2014)

2.3.Böbrek Histolojisi

Temel işlevi idrarın üretilmesi, depolanması ve vücuttan atılması olan üriner sistem; bir çift böbrek, böbreklerden idrar torbasına kadar uzanan bir çift ureter ve idrar torbasından vücut dışına uzanan uretradan meydana gelmektedir (Stevens ve Lowe's, 2008; Baykal, 2014).

Böbrekler kanı süzer, atık ürünlerin ve yabancı maddelerin vücuttan atıldığı idrarı üretir. İdrar oluşumu, böbreklerdeki renal korpuslar ve tübüller tarafından sıvının

filtrasyonunu, sekresyonunu ve yeniden emilimini içeren birkaç aşamadan oluşmaktadır. Böbreklerde günlük olarak yaklaşık 180 litre sıvı süzülür, fakat bu sıvının sadece 1-2 litrelik kısmı idrar olarak üretilir, geri kalan sıvı ise vasküler sisteme yeniden girmek için renal tübüller tarafından geri emilir. Böbrekler asit-baz dengesini kontrol eder, hücre dışı sıvı hacmini korur ve toplam vücut suyunu düzenler ve ayrıca renin enzimini ve eritropoietin hormonu üretir. Renin sistemik arteriyel kan basıncının düzenlenmesine yardımcı olurken, eritropoietin ise kemik iliğinde eritrosit üretimini uyarır (Baykal.,2014)

2.3.1.Nefron

İdrar oluşumunun meydana geldiği böbreğin temel yapısal ve fonksiyonel birimi nefrondur. Her insan böbreği yaklaşık olarak 1 ila 2 milyon arasında nefron içerir (Deshmukh ve Wong, 2009). Bir nefron her biri fonksiyonel farklılıkları yansıtan yapıya sahip olan birkaç parçadan meydana gelen kör uçlu bir tübüldür. Nefronu oluşturan bu parçalar renal korpüskül (malpighi cisimciği) ve tübüller sistem olmak üzere iki kısımda incelenir. Renal korpüskül nefronun ilk kör uçlu kısmıdır ve epitelden yapılmış çift katlı kese benzeri Bowman kapsülünde bir tutam glomerüler kılcal damarlardan oluşur. Çapı yaklaşık olarak 200 µm olan çıplak gözle görülebilen küresel renal korpüskül, vasküler kutup ve idrar kutbu olmak üzere iki kutba sahiptir. Vasküler kutup sırasıyla afferent ve efferent glomerüler arteriollerin Bowman kapsülüne girip çıktığı yer, idrar kutbu ise proksimal tübülün başladığı yerdir. Bir efferent arteriol 20-40 ilmekli Bowman kapsülüne boşalır (Ovalle ve ark. ,2013).

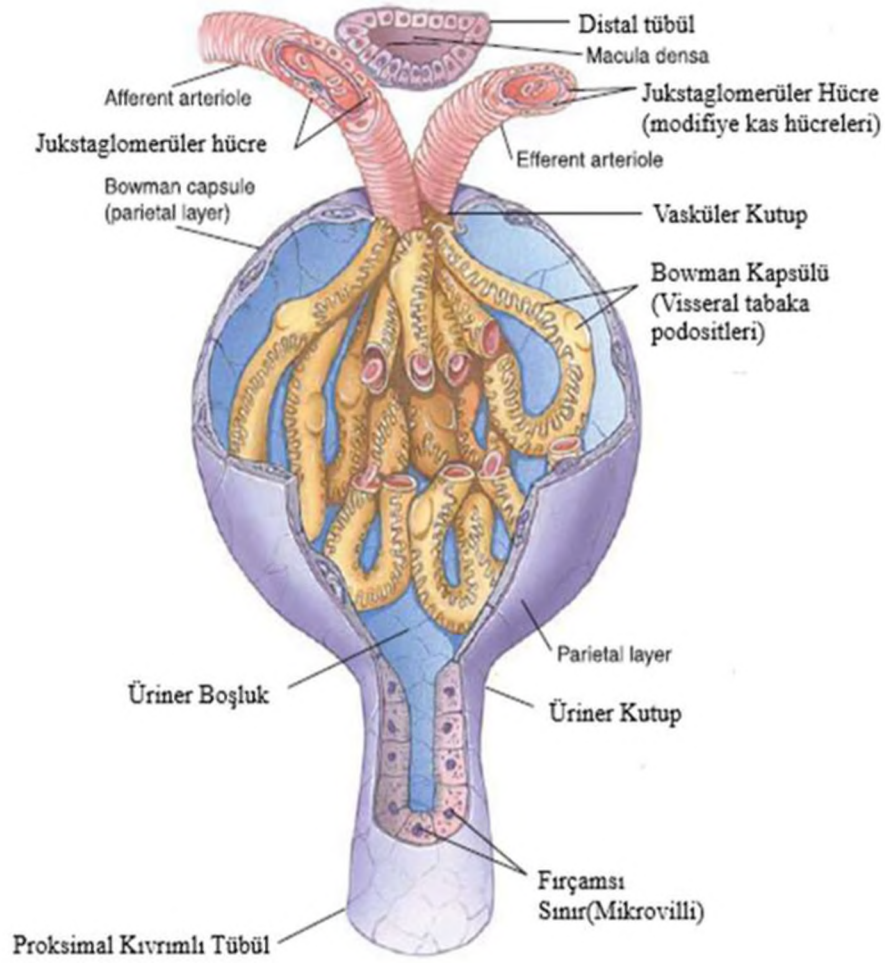
Çift katmanlı epitelyal Bowman kapsülü, korpüskülün dış kaplamasını oluşturur. Bowman kapsülünün dış tabakası, parietal tabaka, belirsiz bir temel zar üzerine oturan basit skuamöz epitelden oluşur. Kapsülün iç visseral tabakası, podositler adı verilen oldukça özelleşmiş hücrelerden oluşur. Onların isimleri Yunancadan köken almıştır ve ayak benzeri hücreler anlamına gelir. Bu çok dallı podositler glomerüler kılcal damarların bazal membranı ile doğrudan bağlantısı olan kılcal döngüler üzerine yansıtılır. Bowman kapsülünün iki tabakası vasküler kutupta birbirleriyle

sürekli olarak temas eder. Bowman boşluğu kapsülün iki tabakası arasındadır ve idrar kutbunda proksimal tübül lümeni ile sürekli hale gelir (Ovalle ve ark. ,2013).Nefronlar, renal korpüskülün konumuna bağlı olarak kortikal, midkortikal ve jukstadmedüller olarak 3 sınıfa ayrılabilir (Gartner ve ark., 2019).

2.3.1.1.Renal korpüskül (Malpighi Cisimciği)

Renal korpüsküllerin organizasyonu, glomerüler filtrasyon, taşıma ve geçirgenlikteki rolü ile ilişkilidir. Glomerüler kılcal damarlardaki sıvının kandan Bowman alanına geçtiği karmaşık filtre, üç ayrı, sıkı sıkı yan yana duran parçalardan oluşur. Bu

parçalar: Glomerüler kılcal endotel, aradaki bazal membran ve Bowman kapsülünün visseral tabakasıdır (Şekil1.1). Fenestralar diyaframdan yoksundur, oldukça geçirgendir ve genellikle vücudun başka yerlerindeki fenestrated kılcal damarlardan daha büyük ve daha düzensizdirler. Endotel hücrelerinin çekirdekleri, mesangial hücrelerin de bulunduğu kılcal tutam tabanındaki mesangium'a yakın oturur. Endotelin dış kısmı, glomerüler kılcal endotel hücreleri ve bitişik podositler tarafından oluşturulan sürekli bir bazal membrandır. Bowman kapsülünün visseral tabakasını oluşturan son derece uzmanlaşmış hücreler olan podositler, dış endoteli yakından kucaklarlar (sarmalar). Her podosit, pedikül olarak biten birçok ikincil trabeküle yol açan birkaç birincil trabekül sahiptir. Bitişik podositlerin pedikülleri birbirine karışır ve aralarında yaklaşık 20-25 nm genişliğinde bir dizi filtrasyon yarığı oluşturur. İnce, membranöz olmayan bir diyafram—yarık membran-her filtrasyon yarığını kapsar (Ovalle ve Nahirney, 2013).



Şekil 1.1.Renal korpüskülün bileşenlerini gösteren bir diyagram (Gartner,2018).

Podositler

Podositler, Bowman kapsülünün visseral tabakasını oluşturan ve glomerüler endotel hücrelerinin oluşumunu ve bakımını kolaylaştıran bir sinyal molekülü olan glomerüler endotel büyüme faktörünü sentezleyen epitel hücreleridir. Podositler karmaşık şekillere sahiptir ve pedikül adı verilen çok sayıda ikincil trabeküle yol açan birkaç birincil trabeküle sahiptir (Gartner ve Kluwer,2019).

Renal Glomerulus

Renal glomerulus, Bowman kapsülüne uzanan kılcal damarların tutamıdır. Glomerüler endotel hücreleri kılcal duvarların iç tabakasını oluşturur. Çoğu organellerin bulunduğu çekirdeğin etrafında daha kalın olan ince bir sitoplazmaya sahiptir. Bu endotel hücreleri çapları yaklaşık 60-90 nm olan büyük fenestralara sahiptir; ancak diğer fenestre kılcal damarlardaki açıklıkları kapsayan ince diyaframlardan yoksundur (Gartner ve Kluwer,2019).

Mesangium glomerüler kılcal damarlar arasındaki interstisyel dokudur. Mesangial hücreler ve bu hücreler tarafından hazırlanan biçimsiz hücre dışı bir matristen oluşur. Glomerüler kılcal ağa mesangial desteğin iki bileşeni vardır, mesangial hücreler ve hücre dışı mesangial matris. Mesangial hücreler düzensiz şekildedir ve bir dizi sitoplazmik trabeküle sahiptir. Mesangial hücre çekirdeği yuvarlak veya ovaldir ve endotel hücre çekirdeğinden daha büyüktür. Mesangial hücreler filtrasyon sırasında veya bazı hastalık durumlarında birikebilen büyük protein moleküllerini ve kalıntıları fagositoz yapar. Ayrıca büzülebilirler, böylece filtrasyon için mevcut yüzey alanını azaltırlar (Gartner ve Kluwer,2019; Lowe ve Anderson,2015). Mesangial hücreler tarafından üretilen mesangial matris, tip IV kollajen, laminin ve proteoglikanlardan oluşur; glomerüler kılcal damarların desteklenmesine yardımcı olur (Gartner ve Kluwer,2019). Mesangial hücrelerin sekresyon özellikleri de vardır; glomerüler hasara yanıt olarak önemli bir rol oynayan interlökin 1ve trombosit kaynaklı büyüme faktörü gibi çeşitli molekülleri sentezleyip salgılamaktadırlar (Baykal,2014).

Glomerüler Filtrasyon Bariyeri

Dolaşımdaki kan ve idrar boşluğu arasındaki bariyer glomerüler filtrasyon bariyeridir. Glomerüler filtrasyon bariyeri kılcal endotel iç tabaka, alışılmadık derecede kalın glomerüler kapiller bazal membran, podosit (dış epitel) tabakası olmak üzere üç kısımdan oluşur (Lowe ve ark.,2015).

Üçlü glomerüler filtrasyon bariyeri su ve iyonların kılcal lümeninden Bowman boşluğuna geçmesine izin verir, ancak büyük moleküllerin ve hücrelerin geçişine izin vermez. Podositlerin pedikülleri, glomerüler kılcal damarın abluminal yönünü birbirine bağlar ve sarar (Ovalle ve ark.,2013).

Glomerüler filtrasyon bariyerinin her bir parçasının moleküler yapı ve içeriği, komşu parçalar üzerinde ciddi etkilere sahiptir ve bu parçalarda meydana gelen değişiklikler birbirlerinin fonksiyonlarını etkilemektedir (Baykal,2014).

Glomerüler Filtrasyon

Glomerüler filtrasyon, kandaki sıvının glomerüler kılcal yataktan çıktığı ve filtrasyon bariyerinden geçerken ultrafiltrat haline geldiği işlemdir. Sağlıklı bir kişide, her dakikada iki böbreğin glomerüler kılcal damarlarından yaklaşık 1.250 ml kan geçer. Bu kan hacminden, ultrafiltrat olarak bilinen 125 ml sıvı, dakikada iki böbreğin tüm glomerüllerinin Bowman boşluklarına (idrar boşlukları) girer. Bu işlem glomerüler filtrasyon hızı olarak bilinir ve böbreklerin işleyiş sağlığını belirlemek için kullanılır. Genç yetişkin insan böbrekleri için ortalama glomerüler filtrasyon hızı günde 180 litredir (Gartner ve Kluwer, 2019).

2.3.2.Renal tübül fonksiyonu

Glomerüler filtrat böbreğin ünifer ve toplama tübüllerinden geçerken, aktif ve pasif emilimin yanı sıra salgılamayı da içeren değişikliklere uğramaktadır. Ultrafiltrattaki bulunan maddelerin bazıları kısmen (su, sodyum ve bikarbonat vb.) emilirken bazıları (glukoz gibi) tamamen emilir. Diğer maddeler ise kreatinin, organik asitler ve bazı tübül hücrelerinin salgı aktiviteleriyle ultrafiltrata (primer idrar) eklenir (Baykal,2014).

Böylece, ultrafiltratın hacmi oldukça azalır ve idrar hiperozmotik hale gelir. Uzun Henle kulbu ve vaza rekta adı verilen benzer şekilde düzenlenmiş kan damarlarına

paralel uzanan toplama tübüleri, idrarı konsantre ederek hiperozmotik hale getiren zıt yönlü akım çoğaltma mekanizmasının temelini oluşturmaktadır (Baykal,2014).

2.3.2.1.Proksimal tübül

Proksimal tübüller kortekste oldukça kıvrımlıdır ve medullaya doğru daha düzdürler. Nefronun en uzun segmenti olup, kortikal parankimin çoğunu oluştururlar. Enine kesitte, proksimal tübüller yuvarlak ila ovaldır. Her hücre tek, bazal veya merkezi olarak yerleştirilmiş bir çekirdek içerir ve her tübülün enine kesiti başına dört ila altı çekirdek vardır. Basit kübik veya düşük kolumnar epitelden yapılmış duvarları, merkezi, düzensiz şekilli bir lümeni çevreler. Sitoplazmadaki birçok mitokondri, proksimal tübüllerin astar hücrelerinin granüler ve yoğun eozinofilik görünmesini sağlar. Proksimal tübüllerin tüylü bir iç sınırı vardır; çünkü apikal hücre kenar boşlukları belirgin bir fırçasmsı kenar oluşturan birçok mikrovilli taşır. Yanal hücre sınırları, kısmen geniş interdijitasyonlar (iki kısmın, parmak şeklinde uzantıları aracılığıyla birbirine kenetlenmesi) nedeniyle, ışık mikroskobu ile genellikle belirsizdir. Bununla birlikte distal tübüller, kalın çıkan bir uzuv ve distal kıvrımlı bir tübüle ayrılır (Nahirney ve Ovalle,2013).

Proksimal kıvrımlı tübül, belirgin bir fırçasmsı kenarlığı oluşturan mikrovillullara sahip düzensiz şekilli (küboidal ila kolonar) epitel hücrelerinden oluşan tek bir tabaka ile kaplanmıştır (Kluwer ve Gartner,2019).

Proksimal kıvrımlı tübül, yeniden emilimin başladığı yerdir ve temel yeniden emilim bölgesidir (Baykal,2014). Proksimal kıvrımlı tübül, renal korpüskülün idrar kutbundaki Bowman boşluğunu akar. Glomerüler filtrattan tüm glikozu, amino asitleri ve küçük proteinleri ve sodyum klorürün % 60 ila % 80 'ni ve suyu emer ve oradan vücudun geri kalanına dağıtılacak peritübüler kılcal sisteme geri gönderir. Filtratta HCO_3^- için interstisyumda H^+ iyonunu değiştirir (Kluwer ve Gartner, 2019).

2.3.2.2.Henle kulpunun histolojisi

Henle döngüsü, idrar konsantrasyonunda rol oynayan nefronda bulunan U şeklinde bir yapıdır (Deshmukh ve Wong,2009). Henle kulpu diğer bir ifadeyle ince segmentler renal medullada bulunur ve ince bir bazal membrana dayanan basit yassı epitelden yapılmıştır. 12-15 mm çapında segmentler nispeten büyük bir lümene sahiptir. Düzleştirilmiş hücreler 1-2 mm kalınlığındadır ve lümene çıkıntı yapan lentiküler, yakın aralıklı çekirdeklere sahiptirler. Henle döngüleri yakından kan kılcal damarlarını andırır, fakat epitelleri çevreleyen kılcal damarların endotelinden daha kalındırlar. Henle kulpundaki bitişik epitel hücre uzantıları (prosesleri) genellikle birbirine kenetlenmiş şekildedir. Suya oldukça geçirgen olan Henle döngüleri, doku sıvısında bir konsantrasyon gradyanı oluşturarak idrar konsantrasyonunun zıt yönlü akım çoğaltma mekanizmasında rol oynamaktadır (Nahirney ve Ovalle,2013).

Henle kulpunun birbiriyle bağlantılı üç ana parçası vardır. Bunlar, ince inen uzuv, ince çıkan uzuv ve kalın çıkan uzuvdur (Deshmukh ve Wong,2009). Henle döngüsünün ince kolu, hepsi birkaç kısa mikrovillusla sahip basit yassı epitel hücreleri ile kaplı, inen bir segment, bir kıvrım ve bir çıkan segmentten oluşur. Bu hücrelerin çekirdekleri lümene doğru çıkıntı yapar (Kluwer ve Gartner,2019). Tübüler sıvı, çeşitli mekanizmalarla bu segment boyunca daha da konsantre hale gelir (Deshmukh ve Wong,2009). Henle döngüsünün kendisi ince çıkan uzuva benzer ve çoğunlukla su geçirmezdir (Kluwer ve Gartner,2019). İnce çıkan uzuv neredeyse tamamen su geçirmez, ancak iyonların hücreye tübül lümeninden girmesine ve hücre renal interstisyuma girmesine izin veren birçok sodyum ve klorür kanalına sahiptir (Deshmukh ve Wong,2009).

Kalın çıkan uzuvda, maddelerin yeniden emilimi transselüler ve paraselüler yollar yoluyla gerçekleşir (Deshmukh ve Wong,2009). Proksimal tübülün pars recta olarak da bilinen düz kısmı, Henle döngüsünün inen kısmı, belirgin bir fırçasmsı kenarlığına sahip olan ve proksimal kıvrımlı tübülün astarına benzeyen basit bir kübik epitel ile kaplıdır (Kluwer ve Gartner,2019).

Glomerüle yakın cihaz anlamına gelen jukstaglomerüler aparat, glomerüllerin afferent ve efferent arteriolleri distal tübülüs duvarının modifiye olmuş bir kısmını içerir. Bu apparatus zengin bir sinir ağına sahiptir ve görevi renin salgılayarak kan basıncı üzerine etkili olmaktır (Akpolat, 2007; Demir, 2016).

2.3.2.3. Distal kıvrımlı tübül

Distal tübüller proksimal tübüllerden kolayca ayırt edilir: Proksimal tübüllerden daha kısadır; kıvrımları daha az karmaşıktır; daha küçük; daha az eozinofilik kübik hücre onları sıralar, daha küçük çaplara sahiptirler ve lümen tipik olarak proksimal tübüllerden daha geniştir. Distal tübüllerde bir fırçamsı kenar yoktur, ancak hücreler ara sıra güdük mikrovilli taşıyabilir (Nahirney ve Ovalle, 2013).

Distal tübül, asit-baz dengesinin kontrolü için çok önemlidir ve ayrıca idrar konsantrasyonunda da önemlidir. Distal tübülde, idrar asidik hale getirilir. Bu işlevler, adrenal korteks tarafından salgılanan bir mineralokortikoid hormon olan aldosteronun varlığına bağlıdır (Anderson ve Lowe, 2015).

2.3.3. Toplama tübül ve kanalları

İdrar için kanallar, medüller ışıklarda medullaya doğru uzanan kavisli toplama tübülleri olarak kortekste başlarlar. Daha sonra medullada düz toplama tübülleri oluşturmak için diğer kavisli tübüller ile birleşirler. Medulla'nın iç bölgesinde, altı veya yedi düz tübül Bellini'nin terminal papiller kanalını oluşturmak için birleşirler. Medüller piramitlerin uçlarında papiller kanallar, renal papillayı deler. Enine kesitte, çoğu toplama tübülleri büyük bir lümen gösterir; proksimal ve distal tübüller nispeten daha dar lümene sahiptir. Astar hücreleri lümene doğru çıkıntı yapan kübik basit skuamöze kadar uzanan basit bir epitel oluşturur. Bazları ince bir bazal membrana dayanır ve apikal yüzeyleri büyük bir merkezi lümene temas eder. Hücreler arası projeksiyonların veya invajinasyonların eksikliği lateral hücre sınırların ürinifer tübülün diğer bölümlerinden daha belirgin hale getirir (Nahirney ve Ovalle, 2013).

Toplama túbülleri ve kanalları distal túbülden sonra başlar. Distal túbülün kıvrık bölümü túbüllerin ve kanalların toplama sistemine açılır (Anderson ve Lowe,2015). Kortikal toplama túbülleri esas olarak medüller ışınlar içinde bulunur ve iki tip kübik hücre içeren basit bir epitel ile kaplanmıştır (Gartner ve Kluwer,2019). Medüller toplama túbülleri. Dış medullada, medüller toplama túbüllerinin yapısı kortikal toplama túbüllerine benzerdir ve astar epitelinde hem esas hem de interkalar hücreleri içerir (Gartner ve Kluwer,2019).

2.4.Böbrek Fizyolojisi

2.4.1.Renin hormonu

Renin, anjiyotensinojeni aktif anjiyotensine dönüştürür ve bu da adrenallerin aldosteron salgılamasına neden olur. Jukstaglomerüler aparatıta üretilen renin, inaktif anjiyotensinojenin dönüşümünü katalize eder. Anjiyotensinojen karaciğerde üretilen bir α 2-globülinidir ve renin tarafından dekapeptit anjiyotensin I'ye dönüştürülür.Anjiyotensin I daha sonra adrenal korteksin zona glomerulozası tarafından aldosteron salgılanmasını uyaran anjiyotensin II'ye dönüştürülür (Lowe ve ark.,2015).

Aldosteron, hücre zarlarındaki sodyum pompası mekanizması üzerindeki etkisi ile vücut sodyum ve potasyum iyon seviyelerini düzenleyen bir mineralokortikoid hormondur. Aldosteron böbreğin distal túbülünde, sodyum iyonlarının ve suyun glomerüler filtrattan yeniden emilimini artırır,böylece plazma hacminin ve kan basıncının korunmasına katkıda bulunur (Lowe ve ark.,2015). Renin sentezi sodyum konsantrasyonu veya kan basıncı ile modüle edilebilir (Baykal 2014). Renal arter basıncı ile renin sekresyonu arasındaki kesin sinyal efektör bağlantısı henüz tam olarak karakterize edilmemiştir (Lowe ve ark.,2015).

2.2.2.Eritropoetin sentezi

Yetişkinlerde böbreklerinde renal peritübüler hücrelerden ve karaciğer, dalak, akciğer, beyin, kemik iliği, üreme organları gibi farklı ekstrarenal dokulardan salınan eritropoetin (EPO), sağlıklı bireylerde kemik iliğinde normal eritrosit üretimi için

gerekli olan bir glikoprotein hormondur. Bu hormon hipoksik koşullar altında eritropoezi indüklemektedir. EPO ile reseptörünün (EPO-R) etkileşimi, eritroid progenitör hücrelerin programlanmış hücre ölümünü (apoptozis) azaltır ve bu hücrelerin kemik iliğinde farklılaşmasını teşvik eder. Apoptozisin inhibisyonu yanı sıra, EPO doğrudan veya dolaylı olarak hücreleri koruyan pek çok farklı etki göstermektedir (Bağla.,2012).

Buraya kadar anlatılanlar gözden geçirildiğinde, küçük memelilerin böbrek histolojileri ve hibernasyonu sırasında böbreklerde ne gibi değişiklikler olduğu hakkında pek kaynağa rastlanmamaktadır. Bu yüzden hibernasyonda memeli böbreğinde ne gibi histolojik ve fizyolojik değişimler olduğu pek bilinmemektedir.

Bu çalışma, hem insan haricindeki canlılarda böbreklerin histolojik yapıları hakkında yeni bilgilerin öğrenilmesine hem de kemiricilerdeki hibernasyonun bir nebze de olsa açıklanmasına öncü olması için yapılmıştır.

3.MATERYAL VE YÖNTEM

3.1.Materyal

Bu çalışmada, *Spermophilus taurensis*, *Spermophilus xanthoprimum* ve *Spermophilus citellus* türlerine ait bireylerde hibernasyon öncesi, hibernasyon sırasında ve hibernasyon sonrasında böbrek histolojisi çalışılmıştır.

3.1.1.Arazi Çalışmaları

Spermophilus taurensis (Toros yersincabı) , *Spermophilus xanthoprimum* (Anadolu yersincabı) ve *Spermophilus citellus* (Gelengi-Anadolu yersincabı) türleri ile yapılan arazi çalışmaları sırasıyla ; Karaman ili Büyükyayla , Niğde ili Meydan Yayla ve Edirne ili Enez ilçesinde gerçekleştirilmiştir. *Spermophilus* cinsine ait türlerin toplandığı bu arazilerde, hava koşulları ve hibernasyon mevsimleri gibi faktörler dikkate alınmıştır

Spermophilus türleri canlı yakalama tuzakları (Tomahawk Live Trap, 19x6x6 cm) kullanılarak yakalanmıştır (Şekil 3.1). Bu çalışmada kullanılan Tomahawk marka tuzaklar; sincaplar, sıçanlar, mirketler ve benzeri büyüklükteki hayvanlar için kullanılabilen katlanabilir canlı yakalama tuzağıdır. Bu tuzakların kullanımı oldukça kolaydır, saniyeler içinde düz bir şekilde katlanabilir ve hiçbir alete gerek kalmadan en kısa sürede tekrar kurulabilir. Sincapların yakalanması için kurulan bu tuzaklarda yem olarak fıstık ezmesi kullanılmıştır (Kart Gür, 2008). Hayvanların girdiği delikler gözlemlenmiş olup, ayrıca sincaplar tarafından kullanıldığı düşünülen yuva girişlerinde taze dışkı ve kazılmış toprak birikintisinin bulunmasına göre bu bölgelere tuzaklar yerleştirilmiştir. Bireyler yakalandıktan sonra 425x265x150 mm boyutundaki kafeslere aktarılmışlardır Daha sonra laboratuvar ortamına getirilmiştir.



Şekil 3.1. Tomahawk Live Trap (Anonim,2019c)

3.1.2. Laboratuvar Koşullarında Gerçekleştirilen Çalışmalar

Deney gruplarını oluşturmak için 2019 yılı ağustos ve ekim ayları arasında; *S. taurensis*, *S. xanthopyrmnus* ve *S. citellus* türüne ait toplam 39 adet sincap canlı yakalama tuzakları ile yakalanmış ve yakalanan bireyler aynı gün içerisinde

laboratuvara getirilerek üstü telle kapatılmış kafeslere yerleştirilmiştir. Bu kafeslerin genel özellikleri; polikarbonat yapılı, 121 °C' ye kadar otoklavlanabilen, şeffaf, darbeye karşı dayanıklı, kolay temizlenebilen, uzun ömürlü olmalarıdır (Şekil 3.2). Her bir kafesin paslanmaz çelikten yapılmış üst ızgarası (Şekil 3.3.) , bu ızgara üzerinde yem konulan kısım ile suluğun takılabildiği kısmı ayıran bir ayracı, paslanmaz çelik isimliği (Şekil 3.4.) , kafes modeline göre suluğu, suluk kapağı, kullanım amacına göre aksesuarları vardır.



Şekil 3.2. Kullanılan kafes



Şekil 3.3. Kafes üst ızgarası



Şekil 3.4. Paslanmaz çelik isimlik

Yersincaplarının kafes ortamına uyum sağlayabilmelerini kolaylaştırmak için her bir kafese kalın talaş parçaları konulmuş (Şekil 3.5) ve deney süresi boyunca yersincaplarına besin olarak yeterli derecede; su, havuç, salatalık, bisküvi ve mısır gevreği verilmiştir. Bireyler deney süresince kontrolsüz laboratuvar koşullarında tutulmuş ve ortam sıcaklığı her gün öğlen (12.30-13.00) saatlerinde kaydedilmiştir. Bireylerin vücut sıcaklığı ise Infrared Lazer temassız termometre kullanılarak ölçülmüştür (Şekil 3.6).



Şekil 3.5. Spermophilus türlerinin bulunduğu kafese genel bakış



Şekil 3.6. Termometre ile vücut sıcaklığının ölçülmesi

Yersincaplarının torpor durumlarını kontrol etmek için bireylerin üzerine dökülen ince toz talaşlar ve davranış pozisyonları her gün kontrol edilerek kaydedilmiştir. Talaşlar, gözlemler sırasında bir aktivitenin meydana gelip gelmediğini anlamak için koyulmuştur. İnce toz talaşların, bir sonraki gün bireylerin üzerinde bulunması hibernasyon davranışları hakkında bilgi vermektedir (Mrosovsky, 1980; Kart, 2000). Talaşın varlığı bireyin hareket etmediğini göstermektedir (Şekil 3.7). Her gün yersincaplarının solunumlarına bakılarak yaşayıp yaşamadıkları kontrol edilmiştir.



Şekil 3.7. Hibernasyon sırasında hareketin olmadığına dair talaşın varlığı

3.2.Yöntem

3.2.1.Deney grupları:

Toplam 39 tane Spermophilus türü yersincabı her bir cins kendi arasında 3'e ayrılacak şekilde gruplar oluşturuldu. Laboratuvardaki besleme ve kesime ait prosedürler 86837521-50.99-E.387 nolu etik kurul iznine tabidir.

Grup 1 (Hibernasyon öncesi): Arazilerden alınan hayvanlar laboratuvara getirilerek, laboratuvar ortamına alışmaları sağlandı. Hayvanlara havuç, salatalık, bisküvi, mısır gevreği ve su verildi. Hayvanlar hibernasyona girmeden disekte edildi. Diseksiyona başlamadan önce hayvanlar eter ile bayıltıldı.

Grup 2 (Hibernasyon esnasında): Hibernasyondaki hayvanlar disekte edildi. Diseksiyona başlamadan önce hayvanlar eter ile bayıltıldı.

Grup 3 (Hibernasyon sonrası): Hibernasyondan çıkan hayvanlar yine standart beslenmeye (havuç, salatalık, bisküvi, mısır gevreği) ve suya tabi tutuldu. Daha sonra hayvanlar disekte edildi. Diseksiyona başlamadan önce hayvanlar eter ile bayıltıldı.

3.2.2. Işık mikroskopunda inceleme için preparatların hazırlanması:

Böbreklerin elde edilmesi için, hayvanların bir kısmının bayıltılması hibernasyon öncesi, bir kısmının bayıltılması hibernasyon esnasında ve bir kısmının da hibernasyon sonrasında gerçekleştirildi. Bayıltılan hayvanlardan böbrek dokuları disekte edildi. Böbrek dokular pH'ı ayarlanmış %10'luk tamponlu formaldehit solüsyonunda tespit edildi. Formalinde fikse edilmiş böbrek numuneleri daha sonra otomatik doku takip ekipmanı (Leica ASP300S, Wetzlar, Almanya) kullanılarak rutin olarak işleme alındı. Daha sonra dokular parafine gömüldü ve bir Leica RM2255 döner mikrotom (Wetzlar, Almanya) kullanılarak 4 µm kalınlığında kesitler alındı. Doku kesitleri hematoksilin-eozin (HE) ve Periodic acid-Schiff (PAS) ile boyandı ve entellen ile kapatıldı. Boyanmış preparatlar ışık mikroskopunda incelendi. Tüm çalışma materyalleri, Nikon Digital DS-Ri2 kamera ve ilgili yazılım (Nikon, Tokyo, Japonya) ile donatılmış bir Nikon Eclipse Ni-U mikroskobu kullanılarak gözlemlendi.

3.2.2.1. Hemotoksilen-eozin boyama yöntemi:

Harris Hemotoksilenin Hazırlanışı:

Çizelge 1: Harris Hemotoksilenin Hazırlanışı

Hemotoksilen.....	1 g
%100 etil alkol.....	10 ml
Potasyum alum (Al ₂ SO ₄) ₃ K ₂ SO ₄ •24H ₂ O	20 g
Saf su	200 ml
Civa oksit (HgO).....	0,5 g
Glasiyal asetik asit.....	8 ml

İlk olarak 10 ml etil alkolde 1 g hemotoksilen çözüldü. Ayrı olarak saf suda ısıtılarak potasyum allum çözüldü. Daha sonra bu iki eriyik birbirine karıştırılıp 1/2 dakika kaynatıldı ve hemen soğutuldu. İçerisine civa oksit eklendi ve soğuk su banyosunda ivedilikle soğuması sağlandı. Son olarak da karışıma glasiyal asetik asit ilave edilerek, 3-4 ay kullanılabilir olan boya elde edildi. Hemotoksilene zıt boya olarak genellikle eosin (hemotoksilen-eosin) kullanıldı.

Eosin Y solüsyonunun hazırlanışı:

Çizelge 2: Eosin Y solüsyonu hazırlanışı

Eosin Y (Yellowish).....	1 g
Saf su.....	100 ml
Timol kristali.....	1 adet(küçük)

Hemotoksilen-eosin boyama protokolü:

- 1) Lama alınan kesitlerin üzerindeki parafinin erimesini sağlamak için preparatlar etüvde 70 °C'de 20 dakika ya da 60 °C'de bir gece boyunca bekletilir.
- 2) Ksilolde 2x15 dakika bekletildi.
- 3) Sırasıyla %100'lük alkolde, %96'lık alkolde, %80'lik alkolde, %70'lik alkolde, %50'lik alkolde her birinde 10 'ar dakika olacak şekilde bekletildi.
- 4) Havada alkol uçana kadar kurutulduktan sonra 10 dakika akar suda yıkandı.
- 5) 10-15 dakika Harris Hematoksilen'de bekletildi.
- 6) 10 dakika akar suda yıkandı.
- 7) (%70 alkol + 2-3 damla Glasiyal asetik asit) karışımına batırılarak 2-3 dip yapıldı.
- 8) 10 dakika akar suda yıkandı.
- 9) 10 dakika Eosin'de bekletildi.

- 10) 10 dakika akar suda yıkandı.
- 11) Sırasıyla %50 'lik alkolde,%70'lik alkolde,%80'lik alkolde,%96'lık ,%100'lik alkolde 1-2 dakika bekletildi.
- 12) Ksilolde 2x15 dakika bekletildi.
- 13) Entellen ile kapatıldı.

Dokuda bulunan hücrelerin nükleusu Haris hematoksilen ile mor, sitoplazmik kısımları eozin ile pembe boyanır.

3.2.2.2.PAS boyama yöntemi:

%1'lik periodik asit solüsyonunun hazırlanışı:

Çizelge 3: %1'lik periodik asit solüsyonunun hazırlanışı

Periyodik asit	1g
Distile su	100ml

Potasyum metabisülfitin hazırlanışı:

Çizelge 4: Potasyum metabisülfitin hazırlanışı

Potasyum metabisülfit (K ₂ S ₂ O ₅).	1g
Distile su.....	120ml
HCl (konsantre).....	0,85ml

1 g potasyum metabisülfit 120 ml distile suda çözünür ve daha sonra üzerine konsantre HCl 'ten 0,85 ml eklenir ve son olarak karışım çalkalanır. Bunun üzerine 100 ml daha distile su eklenir (220 ml'lik solüsyon 110 'ar ml'lik iki solüsyona ayrılır ve oda sıcaklığında muhafaza edilir) .

Schiff reagent hazırlanışı:

Bazik-fuksin.....	0,5 g
Distile su	100 ml
Aktif karbon.....	0,3 g
1 N'lik HCl	15 ml

0,5 g bazik-fuksin ve 100 ml distile su karıştırılıp,5 dakika kaynatılır. Daha sonra karışımın sıcaklığı termometre ile ölçülüp, sıcaklığı 50 oC'ye düşmesi beklenir. Karışımın üzerine 50 oC'de 1N HCl 'den 15 ml eklenir. Sıcaklığı 25 oC'ye düşmesi sağlanır ve üzerine 0,5 g potasyum metabisülfid eklenir. Karışım oda sıcaklığında karanlık bir odada 24 saat olgunlaşmaya bırakılır.24 saat sonra solüsyon bal rengi olur ve bu solüsyona 0,3 g aktif karbon eklenip,10 dakika çalkalanır ve ardından süzülür. Renksiz sıvı(reagent) hazırlanmış olur.

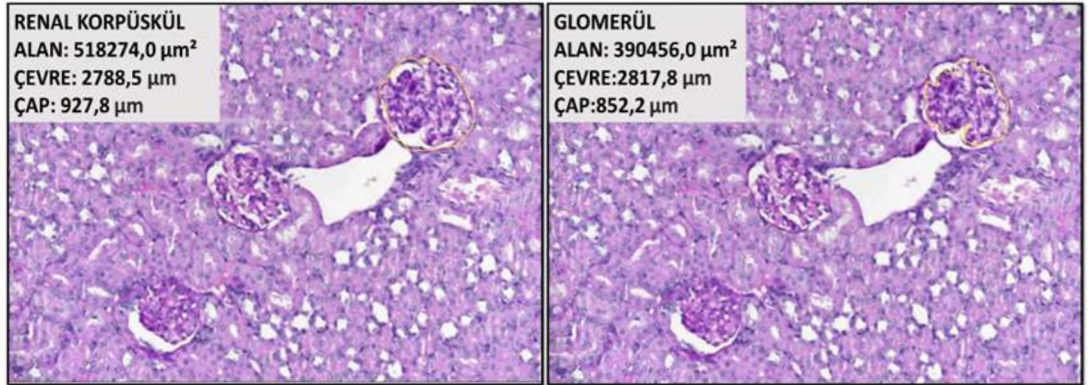
PAS boyama prosedürü:

- 1) 5-6 µm kalınlığında kesitler alınır.
- 2) Ksilolde 2x5dakika bekletilir.
- 3) Absolü alkolde 3 dakika bekletilir.
- 4) Absolü alkolde 5 dakika bekletilir.
- 5) Sırasıyla %96'lık alkolde,%80'lik alkolde,%70'lik alkolde her birinde 3 'er dakika olacak şekilde bekletildi.
- 6) Distile suda 2 kez yıkanır(5-10 dakika)
- 7) % 1'lik periyodik asitte 5-20 dakika buzdolabında oksitlenmesi için bekletilir.
- 8) 10 dakika akar suda yıkanır.
- 9) Schiff-reagent ile 25 dakika karanlıkta boyanır.
- 10) 2 kere 5 dakika potasyum metabisülfid ile yıkanır.
- 11) 10 dakika akar suda yıkanır.
- 12) Distile suda çalkalanır.
- 13) Mayers-hemotoksilende 1 dakika çekirdek boyaması yapılır.

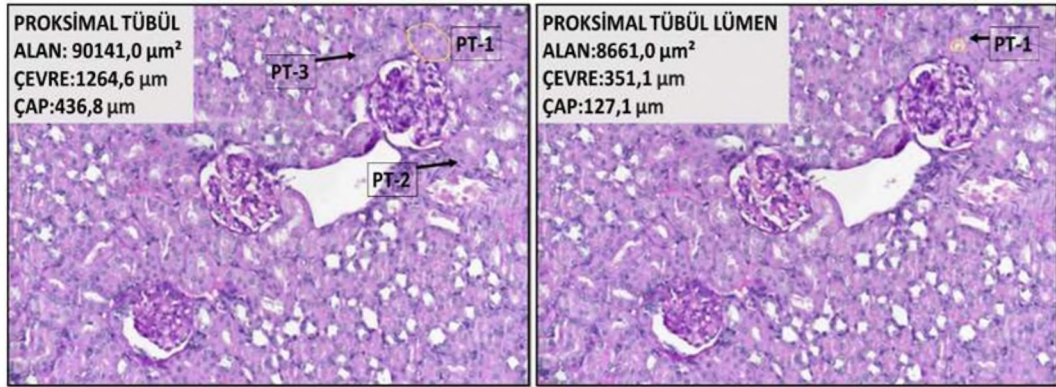
- 14) En az 10 dakika akar suda yıkanır.
- 15) Distile suda çalkalanır.
- 16) %96'lık alkolde çalkalanır.
- 17) Absolü alkolde çalkalanır.
- 18) 2 kez 3'er dakika Ksilolde bekletilir.
- 19) Entellen-Depese ile kapatılır.

3.2.3.Morfometrik ölçümler

Her bir deneğe ait böbrek kesitlerinden hazırlanmış PAS boyalı preparatlar rastgele seçildi. Her bir preparatta 10'ar adet renal korpüskül, glomerül, proksimal kıvrımlı tübül, tübül lümeni, bowman boşluğunun alan, çevre ve çap ölçümleri image J programı ile gerçekleştirildi (Rasband, W.S., US National Institutes of Health, Bethesda, MD).



Şekil 3.8. : Image J programı aracılığıyla renal korpüskül ve glomerülün alan, çevre ve çap ölçümleri hesaplaması.



Şekil 3.9.: Image J programı aracılığıyla proksimal kıvrımlı tübül ve lümeninin alan, çevre ve çap ölçümleri hesaplaması.

3.2.4. İstatiksel Analiz

Image J programı ile yapılan ölçümler, SPSS 23,0 istatistik programına yüklendi. Veriler ortalama \pm standart hata olarak gösterildi. Grupların ortalamaları arasındaki farklar SPSS programında one-way ANOVA post hoc LSD testi kullanılarak değerlendirildi. $p < 0,05$ anlamlılık düzeyi esas alındı.

4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA

Hayvanlar 2019 ağustos ve ekim ayları arasında araziden alınarak, laboratuvara getirilip yaklaşık altı ay hibernasyonda kaldılar. Bu süreler içerisinde su içme ve beslenme için uyandılar.

4.1. Histolojik Değerlendirme

Şekil 4.1, 4.2 ve 4.3 ile *S. citellus* türüne ait böbreklerin hematoxilen&eoziin boyama ile hazırlanmış preparatlarının ışık mikroskopik resimleri gösterilmektedir. Şek. 4.1 *S. citellus* türünün hibernasyon öncesi grubuna ait görsellerdir. Şek. 4.1A ile korteks ve şek. 4.1B ile medulla gösterilmiştir. Kortekste yer alan glomerülde mesangial hücre artışı, bowman aralığı (boşluğu), glomerül hipertrofisi olup olmadığı ayrıca kortekste yer alan tübüllerde dilatasyon ve fırçamsı kenar kaybı olup olmadığı değerlendirildi. Patolojik bir bulguya rastlanmadı. Medullada ise toplayıcı tübüller ve intertisyum değerlendirildi. Patolojik bir bulguya rastlanmadı.

Şek.4.2 *S.citellus* türünün hibernasyon grubuna ait görsellerdir. Şek.4.2A ile korteks ve şek.4.2B ile medulla gösterilmiştir. Kortekste yer alan glomerülde mesangial hücre artışı, bowman mesafesi, glomerül hipertrofisi izlenmezken, tübüllerde dilatasyon ve fırçamsı kenar kaybı (siyah ok) izlendi. Medullada ise toplayıcı tübüller ve intertisyum değerlendirildi. Patolojik bir bulguya rastlanmadı.

Şek.4.3 *S.citellus* türünün hibernasyon sonrası grubuna ait görsellerdir. Şek.4.3A ile korteks ve şek.4.3B ile medulla gösterilmiştir. Kortekste yer alan glomerül ve tübüllerde atrofi (siyah ok) izlendi. Tübül lümen genişliği fazla ancak azalma eğiliminde olduğu kaydedildi. Medullada ise toplayıcı tübüller ve intertisyum değerlendirildi. Toplayıcı tübüllerde atrofi kaydedildi. Laboratuvar koşullarına uyum sağlayamayan *S.citellus* türü için elde ettiğimiz bulgular ölüm etiolojisinde rol almış olabilir.

Şekil 4.4,4.5 ve 4.6 ile *S.taurensis* türüne ait böbreklerin hematoksilin&eoziin boyama ile hazırlanmış preparatlarının ışık mikroskopik resimleri gösterilmektedir.

Şek.4.4. *S.taurensis* türüne hibernasyon öncesi grubuna ait görsellerdir. Şek.4.4.A ile korteks ve şek.4.4.B ile medulla gösterilmiştir. Kortekste yer alan glomerülde mesangial hücre artışı, bowman mesafesi, glomerül hipertrofisi olup olmadığı ayrıca kortekste yer alan tübüllerde dilatasyon ve fırçamsı kenar kaybı olup olmadığı değerlendirildi. Patolojik bir bulguya rastlanmadı. Medullada ise toplayıcı tübüller ve intertisyum değerlendirildi. Patolojik bir bulguya rastlanmadı.

Şek.4.5 *S.taurensis* türünün hibernasyon grubuna ait görsellerdir. Şek.4.5A ile korteks ve şek.4.5B ile medulla gösterilmiştir. Kortekste yer alan glomerülde mesangial hücre artışı, bowman mesafesi, glomerül hipertrofisi izlenmezken, tübüllerde dilatasyon ve fırçamsı kenar kaybı (siyah ok) izlendi. Medullada ise toplayıcı tübüller ve intertisyum değerlendirildi. Patolojik bir bulguya rastlanmadı.

Şek.4.6 *S.taurensis* türünün hibernasyon sonrası grubuna ait görsellerdir. Şek.4.6A ile korteks ve şek.4.6B ile medulla gösterilmiştir. Kortekste yer alan glomerül ve

tübüllerde patolojik bulgu izlenmedi. Medullada ise toplayıcı tübüller ve intertisyum değerlendirildi. Patolojik bir bulguya rastlanmadı.

Şekil 4.7,4.8 ve 4.9 ile *S.xanthoprymnus* türüne ait böbreklerin böbreklerin hematoksilen&eoizin boyama ile hazırlanmış preparatlarının ışık mikroskopik resimleri gösterilmektedir. Şek.4.7 *S.xanthoprymnus* türünün hibernasyon öncesi grubuna ait görsellerdir. Şek.4.7A ile korteks ve şek.4.7B ile medulla gösterilmiştir. Kortekste yer alan glomerülde mesangial hücre artışı, bowman mesafesi, glomerül hipertrofisi olup olmadığı ayrıca kortekste yer alan tübüllerde dilatasyon ve fırçamsı kenar kaybı olup olmadığı değerlendirildi. Medullada ise toplayıcı tübüller ve intertisyum değerlendirildi. Patolojik bir bulguya rastlanmadı.

Şek.4.8 *S. xanthoprymnus* türünün hibernasyon grubuna ait görsellerdir. Şek.4.8A ile korteks ve şek.4.8B ile medulla gösterilmiştir. Kortekste yer alan glomerülde mesangial hücre artışı, bowman mesafesi, glomerül hipertrofisi izlenmezken,tübüllerde dilatasyon ve fırçamsı kenar kaybı (siyah ok) izlendi. Medullada ise toplayıcı tübüller ve intertisyum değerlendirildi. Patolojik bir bulguya rastlanmadı.

Şek.4.9 *S. xanthoprymnus* hibernasyon sonrası grubuna ait görsellerdir. Şek.4.9A ile korteks ve şek.4.9B ile medulla gösterilmiştir. Kortekste yer alan glomerül ile medullada toplayıcı tübüller ve intertisyum değerlendirildi. Patolojik bir bulguya rastlanmadı.

Şekil 4.10,4.11 ve 4.12 ile *S.citellus*, *S.taurensis*, *S. xanthoprymnus* türlerine ait böbreklerin PAS boyama ile hazırlanmış preparatlarının ışık mikroskopik resimleri gösterilmektedir. Şek.4.10, *S.citellus* türüne ait 3 grubun (hibernasyon öncesi, hibernasyon ve hibernasyon sonrası) görselleri yer almaktadır. PAS boyama ile bowman kapsülü ve glomerül bazal membran kalınlığı değerlendirildi. SC-1 (hibernasyon öncesi) grubunda patolojik bulgu izlenmezken, SC-2 (hibernasyon esnasında) grubunda bazal membran kalınlığı artışı (siyah ok) kaydedildi. Ayrıca,

SC-3 (hibernasyon sonrası) grubundaki glomerüler atrofi kırmızı ok ile gösterilmiştir. Şek.11, *S.taurensis* türüne ait 3 grubun (hibernasyon öncesi, hibernasyon ve hibernasyon sonrası) görselleri yer almaktadır. ST-1(hibernasyon öncesi), ST-2 (hibernasyon esnasında) ve ST-3 (hibernasyon sonrası) gruplarında patolojik bulguya rastlanmadı. Şek.4.12, *S. xanthoprymnus* türüne ait 3 grubun (hibernasyon öncesi, hibernasyon ve hibernasyon sonrası) görselleri yer almaktadır. SX-1(hibernasyon öncesi), SX-2 (hibernasyon esnasında) ve SX-3 (hibernasyon sonrası) gruplarında patolojik bulguya rastlanmadı.

4.2.Morfometrik Analiz

Her bir deneğe ait böbrek kesitlerinden hazırlanmış PAS boyalı preparatlar rastgele seçildi. Her bir preparatta 10'ar adet renal korpüskül, glomerül, proksimal kıvrımlı tübül, tübül lümeni, bowman boşluğunun alan, çevre ve çap ölçümleri image J (Rasband, W.S., US National Institutes of Health, Bethesda, MD) yazılımı ile gerçekleştirildi (şekil-3.9-3.10).

Renal korpüskül alanı, çevre ve çap ölçümleri *S.citellus* türünün grupları (hibernasyon öncesi, hibernasyon ve hibernasyon sonrası) arasında anlamlı farklılık göstermedi. Fakat türler arası karşılaştırmada hibernasyon sonrası renal korpüskül alan ölçümünün en düşük grup olduğu izlendi ($p<0,05$). Bu bulgu da laboratuvara uyum gösteremeyen ve en çok ölümlerin gözleendiği *S.citellus* türünün böbreklerinin de hibernasyon sonrasında uyum sağlayamadığını gösterdi. *S.taurensis* türünde ise renal korpüskül alanı, çevre ve çap ölçümleri istatistiksel olarak anlamlı farklılık gösterdi. Hibernasyon sırasında *S.taurensis* türünde renal korpüskül alanı, çevre ve çap ölçümleri anlamlı olarak azalmıştı ($p<0,05$). Bunun hibernasyona uyum bulgusu olduğu düşünüldü. *S.xanthoprymnus* grubu ise laboratuvara en iyi uyum gösteren gruptu. *S. xanthoprymnus* hibernasyon sonrası renal korpüskül alan ve çevre uzunluğu artışı, hibernasyon sürecine göre istatistiksel olarak anlamlılık gösterdi ($p<0,05$) (şekil-13A).

Glomerül alanı, çevre ve çap ölçümleri türler arasında ve tür içinde yer alan gruplar arasında anlamlı farklılık göstermedi (şekil-4.13B).

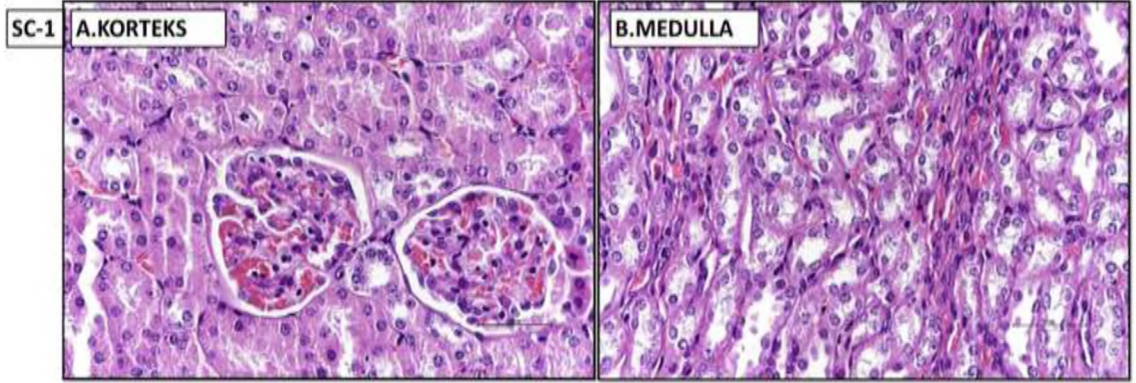
Bowman aralığı (boşluğu), idrarın oluştuğu kısımdır. Bowman aralığının alanı, korpüskül alanından glomerüler alan çıkarılarak hesaplandı. Grafikte dikkatimizi çeken aktif çalışan böbreklerde bowman aralığının artışıdır. *S.taurensis* ve *S.xanthopyrmnus* gruplarının laboratuvara uyumu iyi olan gruplardı. Ve hibernasyon sonrası bowman aralığı da en geniş olan gruplardır. Hibernasyona uyum gösteremeyen *S.citellus* türünde ise hibernasyon sonrası bowman boşluğunda artış kaydedilmedi ve diğer gruplara göre bu fark istatistiksel olarak anlamlı bulundu ($p<0,05$) (şekil-4.14).

Proksimal kıvrımlı tübül alanı, çevre ve çap ölçümleri *S.citellus* türünün alt grupları arasında anlamlı farklılık gösterdi. *S.citellus* türünün hibernasyon öncesi ile hibernasyon sonrası grupları arasında tübül alanı, çevresi ve çapı anlamlı farklılık kaydedildi ($p<0,05$). *S.citellus* türünün hibernasyon öncesi ile hibernasyon sırasındaki grupları arasında çevre ve çap farkı istatistiksel olarak anlamlı bulundu ($p<0,05$). *S.taurensis* grubunun hibernasyon sırasında tübül alan, çevre ve çap ölçümleri, hibernasyon öncesi ve sonrasından anlamlı bir şekilde daha düşük izlendi ($p<0,05$).

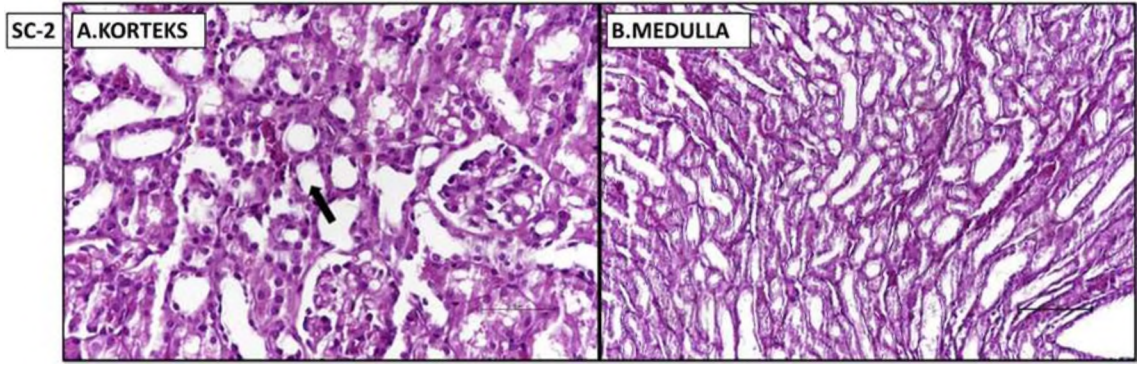
S.xanthopyrmnus türünün hibernasyon ile hibernasyon sonrası grupları tübül alan ve çevre ölçümleri arasındaki fark anlamlı bulundu ($p<0,05$). Proksimal kıvrımlı tübül alanı, çevre ve çap ölçümleri türler arasında da anlamlı fark göstermedi (şekil-4.15A).

Proksimal kıvrımlı tübül lümen alanı, çevre ve çap ölçümleri *S.citellus*, *S.taurensis* ve *S.xanthopyrmnus* türlerinin alt grupları arasında anlamlı farklılık göstermedi. ST-3 (hibernasyon sonrası) grubunun proksimal kıvrımlı tübül lümen çapında, çevresinde ve alanındaki artış SX-3 (hibernasyon sonrası) ve SC-3 (hibernasyon sonrası) gruplarından istatistiksel olarak anlamlı farklılık gösterdi ($p<0,05$) (şekil-4.15B).

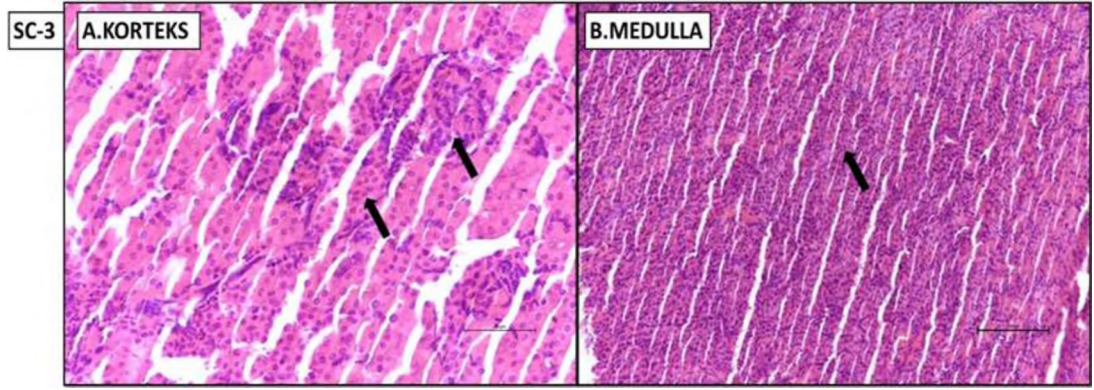
4.3.Şekiller



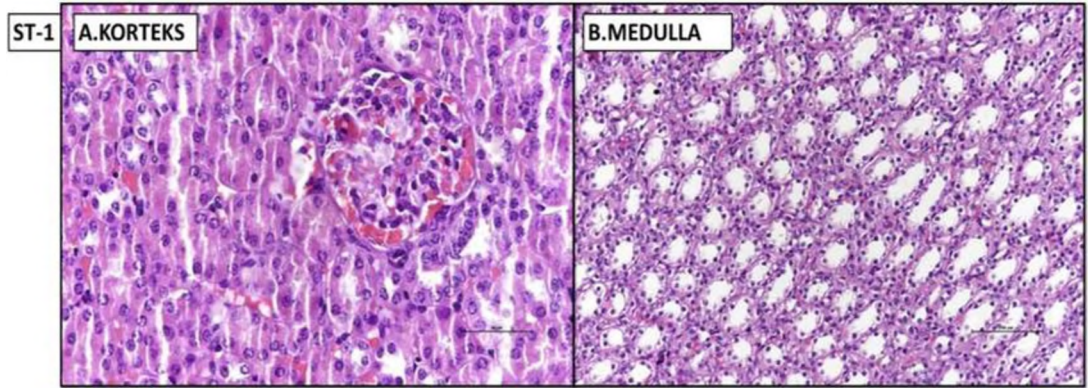
Şekil-4.1: *S.citellus* hibernasyon öncesi dönemine ait histolojik görüntüler. Hematoksilen&eozin ile boyama. 40X, scale bar:50 µm



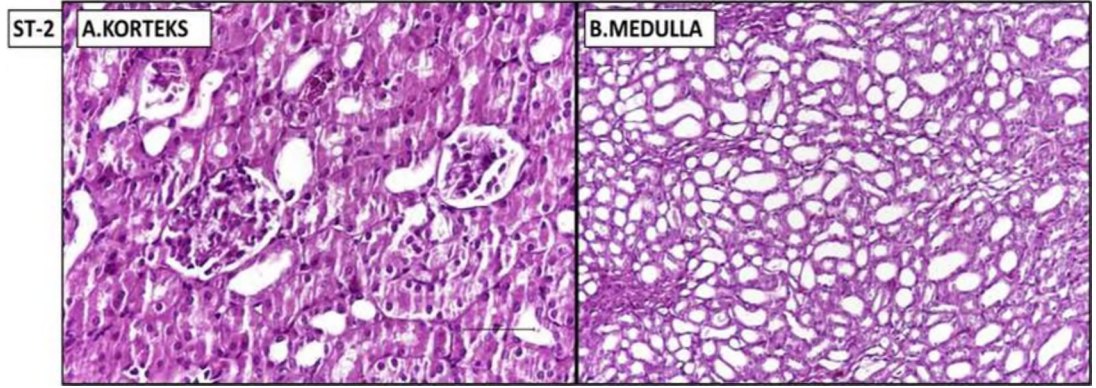
Şekil-4.2: *S.citellus* hibernasyon dönemine ait histolojik görüntüler. Hematoksilen&eozin ile boyama. 40X, scale bar:50 µm



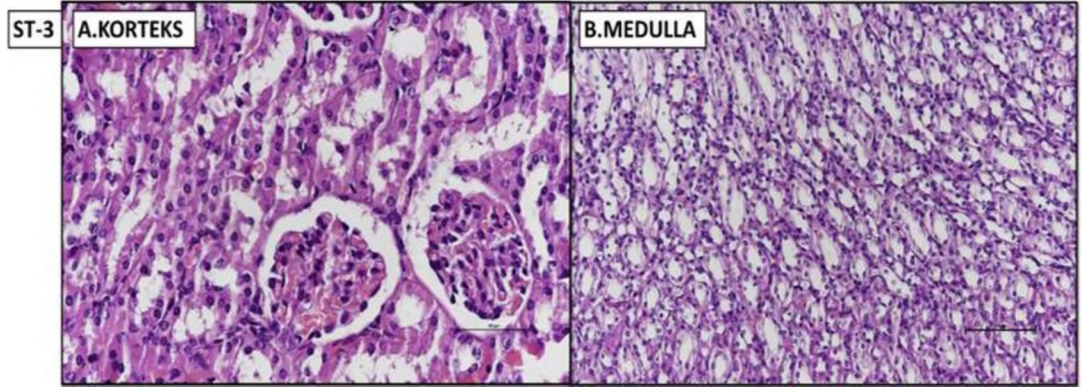
Şekil-4.3: *S. citellus* türünün hibernasyon sonrası dönemine ait histolojik görüntüler. Hematoksilen&eozin ile boyama. 40X, scale bar:50 µm.



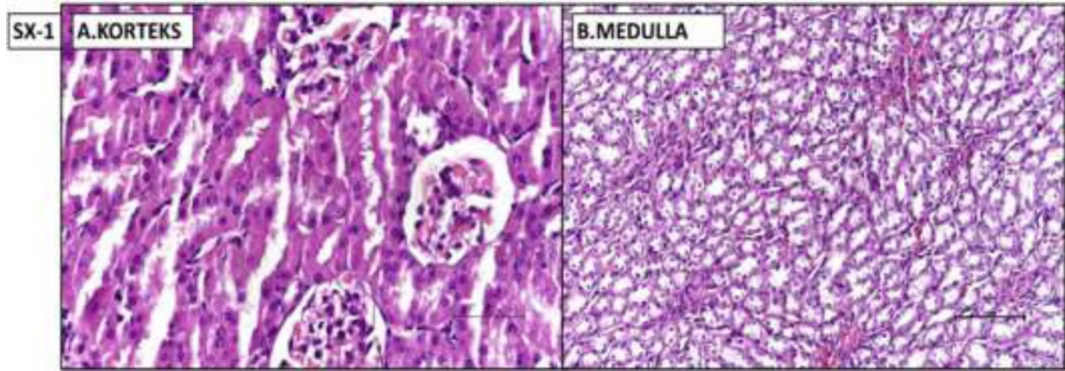
Şekil-4.4: *S. taurensis* türünün hibernasyon öncesi dönemine ait histolojik görüntüler. Hematoksilen&eozin ile boyama. 40X, scale bar:50 µm.



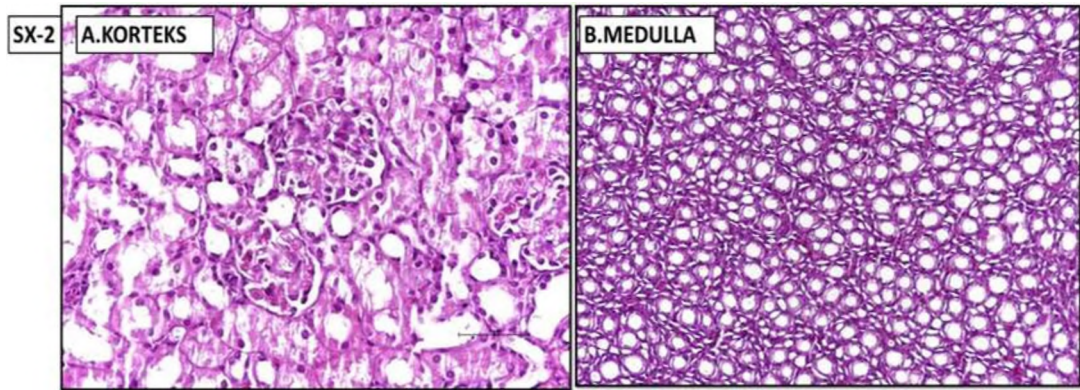
Şekil-4.5: *S.taurensis* türünün hibernasyon dönemine ait histolojik görüntüler. Hematoksilen&eozin ile boyama. 40X, scale bar:50 µm.



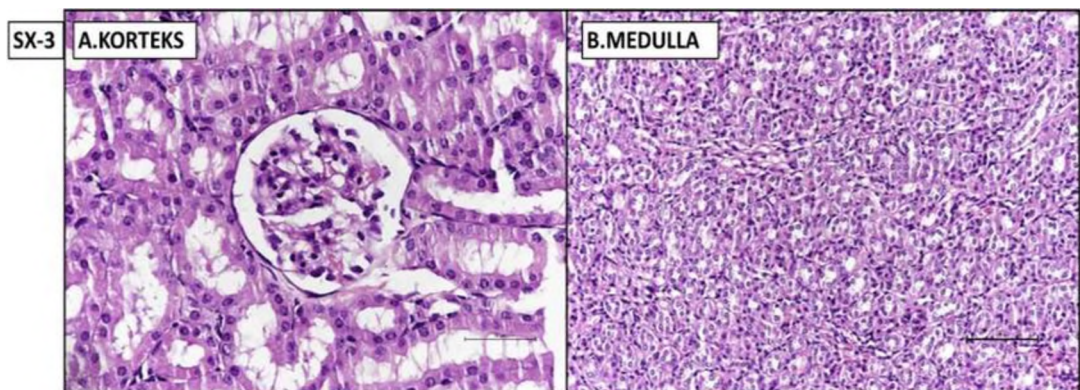
Şekil-4.6: *S.taurensis* türünün hibernasyon sonrası dönemine ait histolojik görüntüler. Hematoksilen&eozin ile boyama. 40X, scale bar:50 µm.



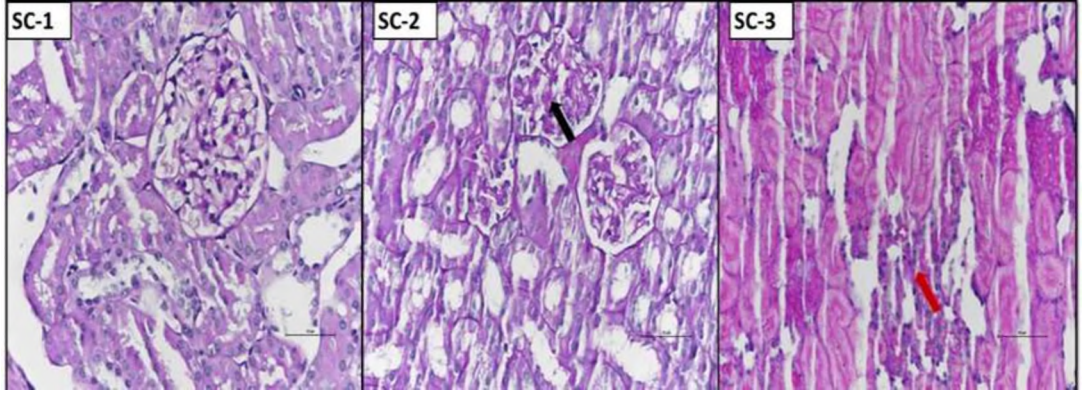
Şekil-4.7: *S. xanthopyrnmus* türünün hibernasyon öncesi dönemine ait histolojik görüntüler. Hematoksilen&eozin ile boyama. 40X, scale bar:50 µm.



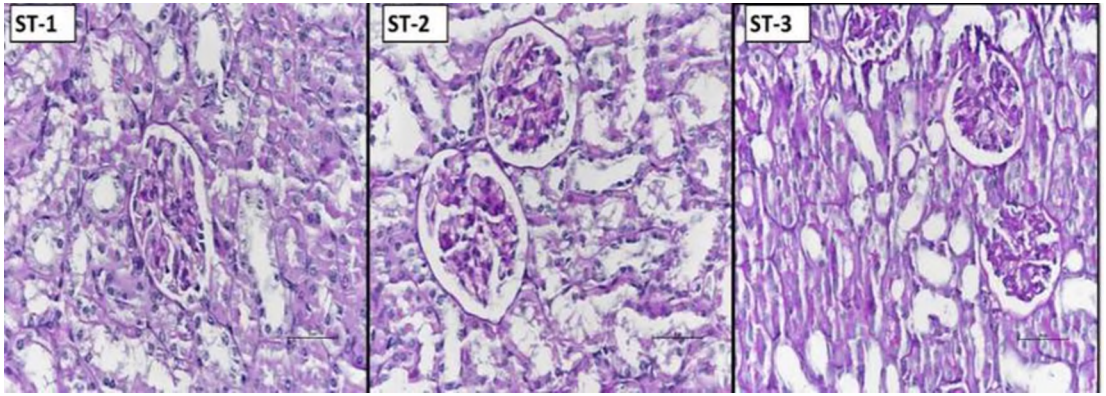
Şekil-4.8: *S. xanthopyrnmus* türünün hibernasyon öncesi dönemine ait histolojik görüntüler. Hematoksilen&eozin ile boyama. 40X, scale bar:50 µm.



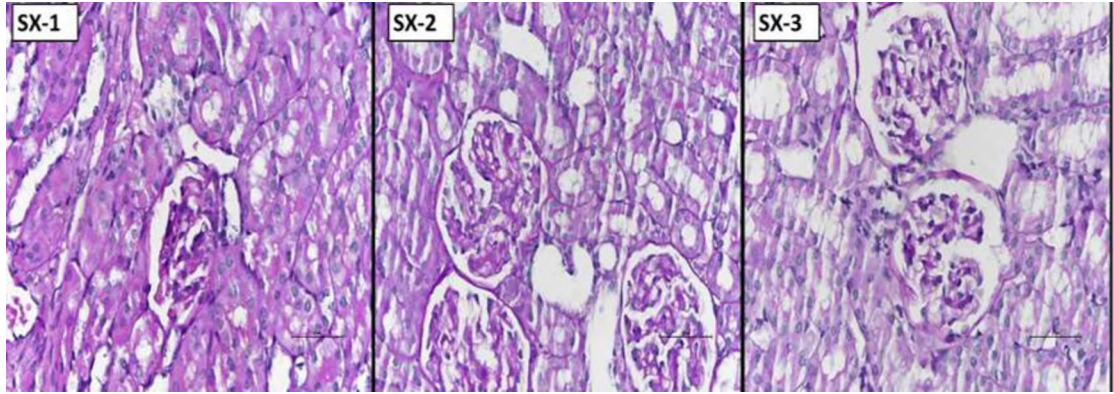
Şekil-4.9: *S. citellus* türünün hibernasyon sonrası dönemine ait histolojik görüntüler. Hematoksilen&eozin ile boyama. 40X, scale bar:50 µm.



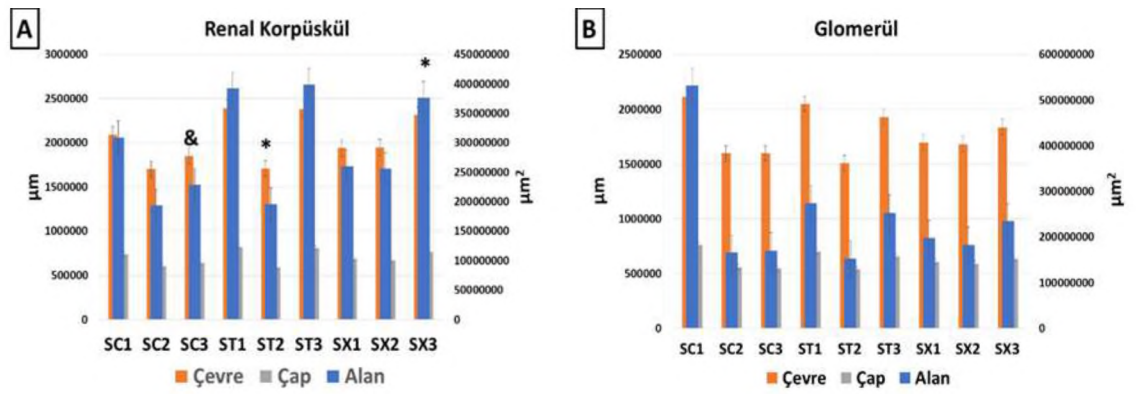
Şekil-4.10: *S.citellus* türünün hibernasyon öncesi (SC-1), hibernasyon (SC-2) ve hibernasyon sonrası (SC-3) dönemlerine ait histolojik görüntüler. PAS ile boyama. 40X, scale bar:50 μ m.



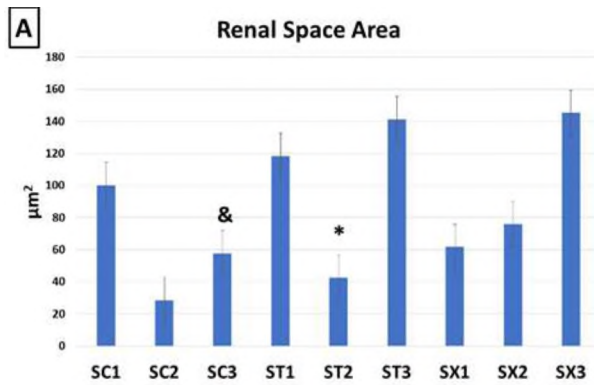
Şekil-4.11: *S.taurensis* türünün hibernasyon öncesi (ST-1), hibernasyon (ST-2) ve hibernasyon sonrası (ST-3) dönemlerine ait histolojik görüntüler. PAS ile boyama. 40X, scale bar:50 μ m.



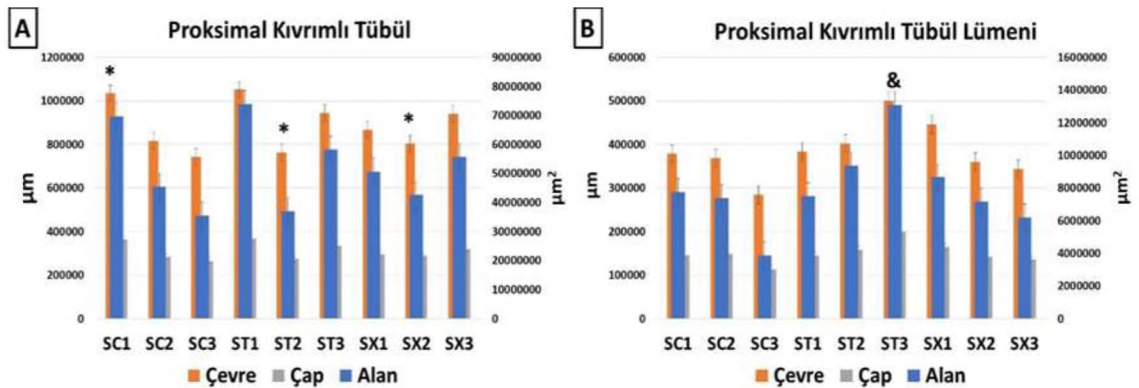
Şekil-4.12: *S. xanthopyrmus* türünün hibernasyon öncesi (SX-1), hibernasyon (SX-2) ve hibernasyon sonrası (SX-3) dönemlerine ait histolojik görüntüler. PAS ile boyama. 40X, scale bar: 50 µm.



Şekil-4.13: Renal korpüskül ve glomerülün alan, çevre ve çap ölçümleri hesaplamalarının istatistiksel sonuçları (* $p < 0,05$; türün alt grupları arasında karşılaştırma, & $p < 0,05$; türler arasında karşılaştırma).



Şekil-4.14.: Bowman boşluğunun alan hesaplamasının istatistiksel sonuçları (* $p < 0,05$; türün alt grupları arasında karşılaştırma, & $p < 0,05$; türler arasında karşılaştırma).



Şekil-4.15.: Proximal kıvrımlı tübül ve tübül lümeninin alan, çevre ve çap ölçümleri hesaplamalarının istatistiksel sonuçları (* $p < 0,05$; türün alt grupları arasında karşılaştırma, & $p < 0,05$; türler arasında karşılaştırma).

4.2. Tartışma

Harlow (1995) ve arkadaşlarının yaptığı çalışmalarda yüzeysel ve juxtamedüller nefronların proksimal tübüllerinin uzunluğu, her tür içinde veya türler arasında anlamlı olarak farklı değilken bizim çalışmamızda ise türlerin kendi bireyleri arasında (hibernasyon öncesi, hibernasyon sırasında ve hibernasyon sonrası) proksimal tübül çevre, alan uzunluklarında istatistiksel olarak anlamlı bir fark

kaydedildi. Fakat proksimal kıvrımlı tübül alanının çevre, çap ve uzunluklarının türler arasında bir karşılaştırma yapıldığı zaman anlamlı bir sonuç kaydedilmedi. Türler arasında anlamlı bir sonuç kaydedilememesi denek sayılarının eşit olmamasına bağlandı. Hibernasyon sırasında proksimal kıvrımlı tübül alan ve çevre azalması gerekirken, hibernasyon sonrası proksimal kıvrımlı tübül alan ve çevre artışı gereklidir. Bu bulgu hibernasyon sonrası uyum için bir göstergedir. Hayvanlarda hibernasyon sırasında birçok fizyolojik olay gibi boşaltım dolayısıyla idrar oluşumu da yavaşladığı için proksimal kıvrımlı tübül alanının ve çevresi azalması beklenildi. Fakat beklenen sonuç gözlemlenmedi.

Hibernasyon sırasında glomerüler filtrasyon hızının yer sincapları ve yediuyurlar (Carey 2003) gibi küçük hibernatörlerde torpor sırasında tamamen durduğu veya marmotlar gibi büyük hibernatörlerde kısmen azaldığı (Jani 2013) göz önüne alındığında glomerüler alanın, çapının ve çevresinin uzunluğunun türlerin kendi alt grupları içinde ve türler arasında bir fark göstermesi beklenirken, anlamlı bir sonuç elde edilmedi. Glomerüler filtrasyon hızı, böbreklerde böbrek fonksiyonlarının ölçümünü gösterir. Glomerüler atık ürünlerin kandan atılmasını sağlarken proteinler ve kan hücreleri gibi önemli bileşenlerin kaybını önler. Hibernasyondaki hayvanlarda böbrek fonksiyonlarının tamamen yavaşladığı hatta durma noktasına geldiği düşünüldüğü zaman glomerüler alanın çapının, alanının ve uzunluğunun azalması beklenirken, hibernasyon sonrasında ise anlamlı bir artış beklenildi.

Daha önceki çalışmalarda hibernasyon esnasında böbrek korteksinin korunduğunu belirtilmiş, bizim yaptığımız çalışmada da hibernasyon esnasında tüm türlerde böbrek korteksi ve medullanın korunduğunu gözlemlenmiştir. Bu da hibernasyondaki bireylerde herhangi bir patolojik bulgu olmadığını gösteriyor (Zimny.,1968;Zimny.,1984; Jani 2013).

Birkaç çalışmada glomerüler bazal membranın hibernasyon esnasında kalınlaştığı gözlemlenmiş (Zimny.,1966; Zimny., 1968) daha sonraki çalışmalarda ise glomerüler bazal membranda hibernasyon sırasında fokal kırışıklık dışında herhangi bir değişiklik olmadığını göstermektedir (Wilz 2000). Bizim çalışmamızda da

Spermophilus citellus türünde hibernasyon sırasında glomerüler bazal membranın kalınlaştığı gözlemlenmiştir.

Hibernasyon sürecine uyum göstermede başarılı olan *S.taurensis* türünde hibernasyon sonrasındaki lümen artışı hibernasyona uyum göstergesi olabilir diye düşünüldü. Ancak *S. xanthopymms* türünde lümen artışının izlenmemesi hipotezimizi desteklemedi. Bu yanıltıcı bulgu, gruplar arasında denek sayılarının eşit olmamasına bağlandı.

5.SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Hibernasyonda canlıların olumsuz ortam koşullarına karşı geliştirdikleri inanılmaz adaptasyonlar bilim insanlarının her daim dikkatini çekmiştir. Ölen donör böbrek nakli için artan talep ve marjinal [yüksek böbrek donör profili indeksi (KPDİ)] donör organlar göz önüne alındığında, iskemik ve immünolojik donör böbrek hasarını azaltmak için yeni stratejiler gereklidir. Kış uykusu modellerimde sınırlı beslenme veya neredeyse hiç beslenmeme soğuğa maruz kalma, sınırlı kalp debisi gibi olumsuz koşullarla başa çıkma birçok araştırmacıya, ex vivo katı organları korumayı amaçlayan yeni stratejiler vadediyor. Torpor ve uyarılma sırasında kış uykularının fizyolojik plastisitesine izin veren karmaşık mekanizmaları anlamak, metabolizmayı azaltmak, oksidatif stresi azaltmak, apoptozu sınırlamak ve insan böbrek transplantasyonunda ve renal iskemi reperfüzyon hasarında immün aktivasyonu tersine çevrilebilir şekilde bastırmak için yol gösterebilir (Ratigan.,2016). Depremde göçük altında uzun süre kalanlarda görülen Crush sendromu gibi ortaya çıkan patolojik bulguların birçok organda meydana gelen sorunlar gibi böbreklerde de ciddi sorunlar meydana getirdiği bilinen bir gerçektir ki birey göçük altından sağ salim çıksa bile kısa sürede hayatını kaybediyor. Bu çalışmanın ve buna benzer daha sonra yapılacak olan çalışmaların sonuçları, bir nebze de olsa böbrek sorunlarına çare bulunması için yapılacak çalışmalara fayda sağlayacağı düşünülebilir.

Bizim çalışmamıza bakıldığı zaman *Spermophilus citellus*'un laboratuvar ortamına

uyum sağlanmadığı gözlemlenmiş ve türün bireylerinin çalışma esnasında öldüğü göz önüne alınırsa, hibernasyon modellemesi çalışılacaksa pek uygun olmadığı anlaşılmıştır. Hibernasyon sürecine en uyumlu türün ise *Spermophilus taurensis* olduğu anlaşılmıştır.

KAYNAKLAR

- Akpolat, T., Utař C., Süleymanlar, G. 2007. Nefroloji el kitabı (3. Baskı).İstanbul, Nobel Tıp Kitabevi, 283-323.
- Andrews, M.T. 2007. Advances in molecular biology of hibernation in mammals. *BioEssays* 29, 431–440.
- Anonim, 2005. Kış Uykusu, *Bilim ve Teknik Dergisi*, Tübitak, 452.
- Anonim, 2009a. Karaman ilinin coğrafik yapısı, <http://www.karaman.gov.tr/ilin-cografi-bilgileri> (22.05.2019).
- Anonim, 2009b. Niğde ilinin coğrafik yapısı, <http://www.nigde.gov.tr/cografi-yapi> (22.05.2019).
- Anonim, 2009c. Toros Yersincabı / *Spermophilus taurensis*, <http://www.tramem.org/memeliler/?fsx=2fsdl17@d&tur=Toros%20Yersincab%C4%B1> (25.10.2020).
- Anonim, 2013a. Gelengi-Avrupa Yersincabı / *Spermophilus citellus*, <http://www.tramem.org/memeliler/?fsx=2fsdl1@d&tur=Gelengi-Avrupa%20Yersincab%C4%B1> (25.10.2020).
- Anonim, 2013b. IDCH-003, <https://www.kobay.com.tr/konvansiyonel-kafesler.html> (25.10.2020).
- Anonim, 2014a. Edirne ilinin coğrafik yapısı, <https://edirne.ailevecalisma.gov.tr/edirne/cografi-durum> (22.10.2020).
- Anonim, 2014b. Gelengi-Anadolu Yersincabı / *Spermophilus xanthoprymnus*, <http://www.tramem.org/memeliler/fsx=2fsdl17@d&tur=Gelengi-Anadolu%20Yersincab%C4%B1> (18.12.2019).
- Anonim, 2019a. *Spermophilus citellus* (European Ground Squirrel), <https://www.iucnredlist.org/species/20472/9204055> (22.05.2019).
- Anonim, 2019b. *Spermophilus xanthoprymnus* (Asia Minor Ground Squirrel)-IUCN Red List, <https://www.iucnredlist.org/species/20496/9209216> (22.05.2019).

- Anonim, 2019c. Tomahawk Model 202 Collapsible Live Trap-Squirrel/Muskrat Size, <https://www.wildlifecontrolsupplies.com/animal/TLT202.html> (22.05.2019).
- Arnold, W., 1988. Social thermoregulation during hibernation in Alpine marmots (*Marmota marmota*), *J. Comparative Physiological*, B, 158, 151-156.
- Bağla, G.A., İçkin, M., Erythropoietin and Cardiovascular System. *Balikesir SAĞLIK Bilimleri Dergisi*, 1(3), 148-153.
- Bankir L, deRouffignac C., 1985. Urinary concentrating ability: insights from comparative anatomy. *Am J Physiological*, 249, 643-666.
- Bradshaw, D., 2003. Torpor and hibernation in cold climates. In *Vertebrate Ecophysiology: An Introduction to its Principles and Applications*. Cambridge University Press, 166- 174.
- Brasfield, S.M., Talent, L.G., Janz, D.M., 2008. Reproductive and thyroid hormone profiles in captive Western fence lizards (*Sceloporus occidentalis*) after a period of brumation. *Zoo Biology*, 27, 36–48.
- Brooks, S.P.J., Storey, K.B. 1997. Glycolytic controls in estivation and anoxia: A comparison of metabolic arrest in land and marine molluscs. *Comparative Biochemistry Physiology Part A: Physiology*, 118(4), 1103–1114.
- Bethold, D., Sidibe, A., Saer, B.C.R., Li, J., Hand, L.E., Ivanova, E.A., Darras, V.M., Dam, J., Jockers, R., Luckman, S.M., Loudon, A.S., 2011. A role for the melatonin-related receptor GPR50 in leptin signaling, adaptive thermogenesis, and torpor. *Current biology*, 22(1), 70-7. Bemis, W.E., Gans, C., Burrigren, W.W., Kemp, N.E., Liss, A.R., 1987. *The Biology and Evolution of Lungfish*, New York, USA, 383p.
- Boswell, J., 1927. *Life of Samuel Johnson*. Oxford University Press, London and New York, 1, 371-372.
- Calder, W. A., and King, J. R., 1974. Thermal and caloric relations of birds. *Avian Biology* (D. S. Farner and J. R. King, eds.), Academic Press, New York, USA, 4, 259-413.

- Calder, W. A., and Booser, J.,1973. Hypothermia of broad-tailed hummingbirds during incubation in nature with ecological correlations. *Science*, 180, 751-753.
- Calder, W. A. ,1971. Temperature relationships and nesting of the calliope hummingbird. *Condor*, 73(3), 314-321.
- Carpenter, F. L., 1974. Torpor in an Andean hummingbird: its ecological significance. *Science*, 183,545-547.
- Carey H,V., Andrews, M,T., Martin, S,L.,2003.Mammalian hibernation: cellular and molecular responses to depressed metabolism and low temperature. *Physiological Reviews*,83(4), 1153–1181.
- Dausmann, K. H., Glos, J., Heldmaier, G.,2009.Energetics of tropical hibernation. *Journal of Comparative Physiology*,179(3), 345–357.
- Dawson, W. R., and Hudson, J. W.,1970. Birds. *Comparative Physiology of Thermoregulation*(G. C. Whittow, ed.), Academic Press, New York, 223-310.
- Dederig, U.,2013. Distribution of the *Spermophilus_xanthoprimum*.
https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Spermophilus_xanthoprimum_distribution_map.png
- Etheridge, K. 1990.Water-balance in estivating Sirenid salamanders (*Siren lacertina*). *Herpetologica*, 46, 400–406.
- Eldridge, M. D. B., Coulson, G. M., 2010. Macropods: The Biology of Kangaroos, Wallabies, and Rat-kangaroos. CSIRO Publishing, Australia,416p.
- Fielenbach, N. , Antebi, A. ,2008. C. elegans dauer formation and the molecular basis of plasticity. *Genes & Development*, 22(16), 2149–2165
- Gartner, L.,2019. Cell Biology & Histology,Board Review Series,Eight Edition, China,448p.
- Geiser, F., Ruf, T.,1995. Hibernation versus daily torpor in mammals and birds - physiological variables and classification of torpor patterns. *Physiological Zoology*, 68(6), 935–966.
- Geiser, F.,2004.Metabolic rate and body temperature reduction during hibernation and daily torpor. *Annual Review of Pysiology*,66, 239–274.
- Geiser, F.,2013. Hibernation. *Current Biology*,23(5),188-193.

- Godfrey, G. K., 2009. Body temperatures and torpor in *Sminthopsis crassicaudata* and *S. larapinta* (Marsupialia-Dasyuridae). *Journal of Zoology*, 156(4), 499-511.
- Gorr, T. A., Gassmann, M., Wappner, P., 2006. Sensing and responding to hypoxia via HIF in model invertebrates. *Journal of Insect Physiology*, 52(4), 349-364.
- Gür, M.K., Gür H., 2010, *Spermophilus xanthoprymnus* (Rodentia: Sciuridae). *Mammalian Species*, 42(864), 183-194.
- Gündüz, İ., Jaarola, M., Tez, C., Yenyurt, C., Polly, P.D., Searle, J.B., 2007 . Multigenic and morphometric differentiation of ground squirrels (*Spermophilus*, Scuiridae, Rodentia) in Turkey, with a description of a new species. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 43, 916-935.
- Heldmaier, G., Klingenspor, M., Werneyer, M., Lampi, B. J., Brooks, S. P. J., Storey, K. B., 1999. Metabolic adjustments during daily torpor in the Djungarian hamster. *American Journal of Physiology. - Endocrinology Metabolism*, 276(5), 896-906.
- Heldmaier, G., Ortman, S., and Elvert, R., 2004. Natural hypometabolism during hibernation and daily torpor in mammals. *Respiratory Physiology & Neurobiology*, 141(3), 317-329.
- Helgen, K.M., Cole, F.R., Helgen, L.E., Wilson, D.E., 2009. Generic revision in the holarctic ground squirrel genus *Spermophilus*. *Journal of Mammalogy*, 90 (2), 270-305.
- Hudson, J.W. and Scott, I.M., 1979. Daily torpor in the laboratory mouse, *Mus musculus* Var. Albino. *Physiological Zoology*, 52, 205- 218.
- Humphries, M. M., Kramer, D. L., Thomas, D. W. , 2003. The Role of Energy Availability in Mammalian Hibernation: An Experimental Test in Free-Ranging Eastern Chipmunks. *Physiological and Biochemical Zoology*, 76(2), 180-186.
- Kalafat, A. Türkiye'deki *Spermophilus taurensıs*'in Biyolojisi, Ekolojisi ve Diğer *Spermophilus* Türleri ile Morfometrik Olarak Karşılaştırılması, Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya
- Kart Gür, H. M., 2008. Anadolu Yersincabı (*Spermophilus xanthoprymnus*)'nın

Hibernasyon Modeli. Doktora Tezi, Hacettepe üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara

Kart Gür, M. ve Gür, H., 2010. *Spermophilus xanthopyrmnus* (Rodentia: Sciuridae). *Mammalian Species*, 42, 183-194

Kart Gür, M. ve Gür, H., 2017. Küçük Bir Memeli Türünün Ekofizyolojisi ve Evrimsel Coğrafyası: Anadolu Yersincabı. *Kebikec: İnsan Bilimleri İçin Kaynak Araştırmalı Dergisi*, (43).

Kryštufek, B., Vohralík, V., 2005. *Mammals of Turkey and Cyprus: Rodentia I: Sciuridae, Dipodidae, Gliridae, Arvicolinae*, Knjiznica Annales Majora, Koper, Slovenia, 292.

Kulzer, E., 1965. Temperaturregulation bei Fledermausen (Chiroptera) aus verschiedenen Klimazonen. *Zeitschrift für vergleichende Physiologie*, 50, 1-34.

Landry-Cuerrier, M., Munro, D., Thomas, D. W., Humphries, M. M., 2008. Climate and Resource Determinants of Fundamental and Realized Metabolic Niches of Hibernating Chipmunks. *Ecology*, 89(12), 3306–3316.

Lyman, C. P., 1958. Oxygen Consumption, Body Temperature and Heart Rate of Woodchucks Entering Hibernation. *American Journal of Physiology- Legacy Content*, 194(1), 83–91

McAtee, W. L., 1947. Torpidity in birds. *American Midland Naturalist*, 38, 191-206.

McNab, B.K., 1978. The comparative energetics of neotropical marsupials. *Journal of Comparative Physiology B*, 125(2), 115–128.

McNab, B. K., 2002. *The Physiological ecology of vertebrates: A view from energetics*. Cornell University Press, New York, USA, 576p.

Melvin, R.G. and Andrews, M.T., 2009. Torpor induction in mammals: Recent discoveries fueling new ideas. *Trends in Endocrinology and Metabolism*, 20(10), 490- 498.

Millar, J. S. ve Hickling, G. J., 1990. Fasting endurance and evolution of mammalian body size. *Functional Ecology*, 4, 5-12.

- Nevo E., 1982 . Speciation in subterranean mammals. In: Mechanisms of Speciation (C. Barigozzi, ed.) ,New York: Alan R Liss Public, 191-218.
- Özkazanç, N. K., Horasan, M. and Ateşoğlu, İ., 2017. Sökü Yaban Hayatın Geliştirme Sahasında fotokapan yöntemi ile tespit edilen büyük memeli yaban hayvanları. Journal of Bartın Faculty of Forestry, 19 (1), 90-300.
- Özkurt, Ş., Sözen, M. Yiğit, N. Kandemir I., Çolak, R. Gharkheloo, M.M., Çolak, E., 2007. Taxonomic status of the genus *Spermophilus* (Mammalia: Rodentia) in Turkey and Iran with description of a new species. Zootaxa, 1529,1-15.
- Pagels, J. F.,1975. Temperature regulation, body weight and changes in total body fat of the free-tailed bat, *Tadarida brasiliensis cynocephala* (Le Conte). Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Physiology, 50(2), 237-246.
- Petter, J. J .,1962. Ecological and behavioral studies of Madagascar lemurs in the field,.Annals of the New York Academy of Sciences, 102(2), 267–281.
- Petrović,K.,2014. Conserving the European ground squirrel (*Spermophilus citellus*, Rodentia: Scuridae)—microhabitat requirements, distribution and population status in the Deliblato Sands region, Serbia. Postgraduate Certificate in Ecological Survey Techniques, Department of Continuing Education,39p.
- Refinetti, R., 2006. Circadian Physiology. Taylor and Francis Group, LLC, United States of America, 667p.
- Rasband, W.S., ImageJ, U. S. National Institutes of Health, Bethesda, Maryland, USA, <http://imagej.nih.gov/ij/>, (15.10.2020).
- Robbins, C. T., 1993. Wildlife Feeding and Nutrition. Academic Press, San Diego, California, USA,366 P.
- Roots, 2006. Hibernation, file:///C:/Users/casp/Downloads/0313335443.pdf (22.12.18).
- Ruf, T., Geiser, F., 2015. Daily torpor and hibernation in birds and mammals. Biological Review,90, 891–926.

- Sakurai, M., Furuki, T., Akao, K., Tanaka, D., Nakahara, Y., Kikawada, T., Okuda, T., 2008. Vitrification is essential for anhydrobiosis in an African chironomid, *Polypedilum vanderplanki*. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 105(13), 5093–5098.
- Storey, K.B., Storey, J.M., 2010. Metabolic rate depression: the biochemistry of mammalian hibernation. *Advances in Clinical Chemistry*, 52, 77–108.
- Wade, O., 1930. The behaviour of certain spermophiles with special references to estivation and hibernation. *Journal of Mammalogy*, 11 (2), 160-188.
- Wang, L., Wolowyk, M., 1988). Torpor in mammals and birds. *Canadian Journal of Zoology*, 66(1), 133–137
- Wang, L.C.H., Lee, T.F., 1996. Torpor and hibernation in mammals: metabolic, physiological, and biochemical adaptations. In: Fregley, M.J., Blatteis, C.M. Eds.) *Handbook of Physiology: Environmental Physiology*. Oxford University Press, New York, USA, 507–532.
- Wallis, R. L., 1976. Torpor in the dasyurid marsupial *Antechinus stuartii*. *Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Physiology*, 53(4), 319-322.
- Wilson, E., Reeder, D.M., 2005, *Mammal Species of the World: A Taxonomic and Geographic Reference*. The Johns Hopkins University Press, 3(2), 2142p.
- Wilz, M., Heldmaier, G., 2000. Comparison of hibernation, estivation and daily torpor in the edible dormouse, *Glis glis*. *Journal of Comparative Physiology B: Biochemical, Systemic, and Environmental Physiology*, 170(7), 511–521.
- Zaidan, F., 2003. Variation in cottonmouth (*Agkistrodon piscivorus leucostoma*) resting metabolic rates. *Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Molecular & Integrative Physiology*, 134(3), 511–523.
- Zimny, M. L., 1968. Glomerular ultrastructure in kidneys from some northern mammals. *Comparative Biochemistry and Physiology*, 27(3), 859–863.
- Zimny, M. L., Franco, E. E., Onge, M. S., & Pearson, J., 1984. Ultrastructure of juxtaglomerular cells correlated with biochemical parameters in a hibernator. *Comparative Biochemistry and Physiology Part A:*

Physiology, 78(2), 229–235.

Zimny, M. L., Rigamer, E., 1966. Glomerular ultrastructure in the kidney of a hibernating animal. *The Anatomical Record*, 154(1), 87–94.

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Soyadı, Adı: AKSOY, Ayşe

Eğitim Bilgileri

Derece	Eğitim Birimi	Mezuniyet Tarihi
Lisans	Üsküdar Üniversitesi- Moleküler Biyoloji ve Genetik	2017

4. Yayınlar :

4.1. Uluslararası hakemli dergilerde yayınlanan makaleler:

1. Kasıkcı E., Aksoy A., Çevreli B., Gözler T., Kulaksız H., , Midi A. The effect of hesperidin on oxidative stress in an experimental obstructive jaundice. Fresenius Environmental Bulletin, 2017; 26:6760-6.

