





Laboratuvar Hayvanlarından Sıçan, Kobay ve Tavşan'ın Bazı Anatomik, Fizyolojik ve Üreme Özellikleri

Some Anatomical, Physiological, and Reproductive Characteristics of Laboratory Animals Rat, Guinea Pig, and Rabbit

Kübra GEÇMEZ¹
H. Turan AKKOYUN¹
Meltem KIZIL²
Mahire BAYRAMOĞLU
AKKOYUN¹

¹Siirt Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Temel Bilimler Bölümü, Siirt, Türkiye

²Fırat Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Fizyoloji Anabilim Dalı, Elazığ, Türkiye

Öz

Bu derlemenin amacı önemli laboratuvar hayvanları arasında yer alan sıçan, kobay ve tavşanın (kemirgenler) bazı anatomik, fizyolojik özellikleri ile beslenme, barınma ve üremeleri ile ilgili bilgileri araştırmacıların dikkatine sunmaktır. Bilimsel araştırmalarda, deneylerde ve biyolojik testlerde kullanılan hayvanlar "Deney Hayvanı" olarak tanımlanır. Deney hayvanları bilim insanları tarafından 19. yüzyıldan itibaren giderek artan bir oranda deneysel araştırmalarda kullanılmaya başlanılmıştır. Deneysel çalışmalarda sıçan, kobay ve tavşan en çok kullanılan laboratuvar hayvanları arasında yer alır. Kolay muhafaza edilip bakılabilmeleri, çevrelerine kolaylıkla uyum sağlayabilmeleri, gebelik sürelerinin kısa olması, ucuza temin edilmeleri gibi avantajları nedeniyle ilaç, tedavi, toksikoloji, doku, organ kültürü ve biyoloji ile ilgili çalışmalarda yaygın olarak kullanılmaktadır. Özellikle sıçanlar insan hastalıklarını modellemek için ideal olduklarından dolayı kardiyovasküler hastalıklar, obezite, diyabet gibi metabolik hastalıklar, bir takım nörolojik hastalıklar, depresyon ve benzeri hastalıklar için terapötik ajanlar geliştirmek amacıyla sıklıkla tercih edilen hayvanlardır. Kobayların bilimsel araştırmalardaki kullanım alanları çoğunlukla aşı, serum, immünolojik çalışmalar, enfeksiyöz hastalıklar gibi alanlarken tavşanlar ise genellikle ortopedik araştırmalar ve göğüs cerrahisi gibi çalışmalar için ideal hayvanlardır. İnsanlardaki hastalıkları taklit etmek için uygun olan bu hayvanlarda birçok hastalığın fizyopatogenezi anlaşılır hale gelmektedir. Bunun yanı sıra teşhis ve tedaviye de büyük katkılar sağlamaktadırlar.

Anahtar Kelimeler: Gine domuzu, tavşan, sıçan

ABSTRACT

The aim of this review is to bring information about the nutrition, shelter, and reproduction of laboratory animals to the attention of researchers. Animals used in scientific research, experiments, and biological tests are defined as "Experimental Animals." Experimental animals have been increasingly used by scientists in experimental research since the 19th century. Rat, guinea pig, and rabbit are among the most used laboratory animals in experimental studies. They are widely used in studies related to medicine, treatment, toxicology, tissue, organ culture, and biology due to their advantages such as being easily preserved and cared for, easily adapting to their environment, having a short gestation period, and being cheaply supplied. Especially since rats are ideal for modeling human diseases, they are frequently preferred animals to develop therapeutic agents for cardiovascular diseases, obesity, metabolic diseases such as diabetes, some neurological diseases, depression, and similar diseases. While guinea pigs are mostly used in scientific research areas such as vaccines, serum, immunological studies, infectious diseases, rabbits are generally ideal animals for studies such as orthopedic research and thoracic surgery. In these animals, which are suitable for mimicking diseases in humans, the physiopathogenesis of many diseases becomes understandable. They also make great contributions to diagnosis and treatment.

Keywords: Guinea pig, rabbit, rat

Geliş Tarihi/Received: 10.12.2022

Kabul Tarihi/Accepted: 28.02.2023

Yayın Tarihi/Publication Date: 29.03.2023

Sorumlu Yazar/Corresponding Author:
Kübra GEÇMEZ
E-mail: kubra.gecmez@siirt.edu.tr

Cite this article as: Geçmez, K., Akkoyun, H. T., Kızıl, M., Bayramoğlu Akkoyun, M. (2023). Some anatomical, physiological, and reproductive characteristics of laboratory animals rat, guinea pig, and rabbit. *Journal of Laboratory Animal Science and Practices*, 3(1), 22-27.



Content of this journal is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License

Giriş

İnsanoğlu çoğunlukla 19. yüzyıldan itibaren gittikçe artan bir oranda deneysel araştırmalarda hayvanları kullanmıştır (Cooper ve ark., 2021). Deneysel araştırmalarda kullanılan insan haricindeki omurgalı veya omurgasız olan bütün hayvanların potansiyel biçimde deney hayvanı olduğu belirtilmiştir. Fakat ilerleyen zaman içerisinde bilimsel çalışmalarda kullanılmak üzere tercih edilen hayvanların tekrar gözden geçirilmesi sonucunda, deney hayvanlarının tanımı değişmiştir. Neticede deney hayvanı "deneyde kullanılan ya da kullanılacak olan hayvan" olarak tanımlanmıştır (Ergün, 2010). Aynı zamanda "hipotezi bilimsel ölçütlere uygun olarak hazırlanmış araştırma ve bazı biyolojik çalışmalarda kullanılan hayvan" şeklinde de tanımı yapılmıştır. Deney hayvanlarının kullanımının ilk örneklerine M.Ö. 400 yılları civarında Corpus Hippocraticum adındaki kitapta yer verilmektedir. Deney hayvanı olarak kullanılan ilk hayvanlar köpek, kedi, domuz, koyun ve tavuk gibi hayvanlardır (Saruhan & Dereli, 2016; Tian ve ark., 2020). Fakat günümüzde sıklıkla kullanılan deney hayvanları sıçan, tavşan ve kobay gibi hayvanlardır (Ergün, 2010). Özellikle bu deney hayvanlarından olan kemirgenler en popüler olanlarıdır. Çünkü kemirgenler her yerde yaşama uyum sağlayabilirler ve sakin huyludurlar. Yine boyutlarının küçük olması, kullanımlarının kolay olması, kolay bulunabilir olması, üretim aralıklarının kısa oluşu ve teminlerinin uygun maliyetli olması sebebiyle de araştırmalarda kullanımları yaygındır (Gheibi ve ark., 2017).

Sıçan

Rattus norvegicus (Hancke & Suárez, 2022) olarak bilinen sıçanlar memeli sınıfının kemirgenler takımında yer almakta olup, deneysel araştırmalarda kullanılmak üzere evcilleştirilip yetiştirilen ilk deney hayvanlarından (Gültiken, 2010). Özellikle temel tıp, fizyoloji, sinirbilim, farmakoloji vb. alanlarda farelerden sonra en fazla tercih edilen hayvanlardır (Gill ve ark., 1989). Deneysel araştırmalarda kullanılan birçok sıçan türü olmakla birlikte kahverengi sıçan olarak adlandırılan Norveç sıçanları araştırmalarda kullanılan ilk hayvanlardan biri ve en yaygın türüdür. Laboratuvar veya Norveç sıçanı olarak adlandırılan bu hayvanlar işlevsel olarak en iyi karakterize edilmiş memeli modeli imkanını sunarlar. Özellikle sıçanlar insan hastalıklarını modellemek için ideal olduklarından dolayı kardiyovasküler hastalıklar, obezite, diyabet gibi metabolik hastalıklar, bir takım nörolojik hastalıklar, depresyon ve benzeri hastalıklar için terapötik ajanlar geliştirmek amacıyla sıklıkla tercih edilirler (Krinke, 2000). Ayrıca sıçanlar vücut büyüklükleri itibarıyla deneysel araştırmalarda fizyolojik manipülasyonlar açısından daha fazla avantaj sağlamaktadır. Vücut büyüklüklerinin yanı sıra kolay bulunabilir olması ve düşük maliyetli olmaları da daha çok tercih edilmelerini sağlar (Dorsett-Martin, 2004).

Sıçanların ilk yetiştirildiği ve çoğaltıldığı yer Philadelphia/Wistar Enstitüsüdür. Inbred (400'den fazla) ve outbred (50) olmak üzere sıçan soyları iki kategoriye ayrılır (Kaya & Çenesiz, 2020; Van Zutphen ve ark., 2003). Günümüzde halihazırda kullanılan sıçan soylarının büyük bir kısmı Wistar albino (Fedala ve ark., 2022) soyundan oluşmaktadır. Özellikle 18.–19. yüzyıldan beri albino sıçanlar sayısız bilimsel çalışmalarda sıklıkla tercih edilmişlerdir. Her ne kadar sıçan türleri arasında Sprague-Dawley (Virtuoso ve ark., 2021), Long-Ewans (Li ve ark., 2022) ve Wistar soyları en sık tercih edilen soylar olsa da özellikle günümüzde Wistar ve Sprague-Dawley sıçanları dünya çapında en yaygın olarak kullanılanlardır. (Sengupta, 2013).

Sıçanların Bazı Anatomik ve Fizyolojik Özellikleri

Sıçanlar diyet gibi koşulların da göz önünde bulundurulması ile ortalama 2–3 yıl kadar yaşayabilirler. Ergin erkek sıçanlar ortalama 300–500 g ağırlığındayken, ergin dişi sıçanlar 250–300 g ağırlığındadır (Van Zutphen ve ark., 2003). Sıçanların dişileri erkeklerle kıyasla daha uzun yaşarlar. Vücut ağırlığı olarak ise erkek sıçanlar dişi sıçanlara göre daha iri yapılıdır. Sıçanlar her ne kadar farelere benzese de daha iri yapıya sahiptirler (Gill ve ark., 1989). Boyları 20–25 cm civarındadır (Kaya & Çenesiz, 2020). Sıçanlara ait bazı değerler Tablo 1'de verilmiştir.

Sıçanların ısıya olan dayanıklılıkları zayıftır. Bunun sebebi ise vücutlarında genellikle az miktarda ter bezi bulundurmaları veya hiç bulundurmamalarıdır (Gültiken, 2010). Bundan dolayı sıçanlar vücutlarının büyük kısmını oluşturan kuyrukları sayesinde ısı regülasyonunu sağlarlar. Sıçanların gözlerinde bulunan harder bezleri, stres koşullarında porfirin içeren kahvemsiz kırmızımtırak renkli bir sekresyon yapar. Sıçanlarda fazladan bir lakrimal bez daha bulunur. Bu lakrimal bez göz ve kulak tabanına yerleşmiştir (Kaya & Çenesiz, 2020). Yemek boruları tamamen çizgili kaslarla döşelidir (Gültiken, 2010; Reece, 2004). Sıçanlarda kusma refleksi görülmemektedir (Gültiken, 2010). Diğer deney hayvanlarından farklı olarak sıçanlarda safra kesesi yoktur (Krupunga ve ark., 2019). Safra kanalları bir araya gelerek ductus hepaticus oluşturur ve bu kanal aracılığıyla duodenuma dökülür (Gültiken, 2010). Sıçanlar büyük bir sekuma sahip olduklarından dolayı selüloz sindirimi burada rahatlıkla gerçekleşir (Kaya & Çenesiz, 2020).

Sıçanların eritrositlerinin merkezi solgun renkte olup, yuvarlak yapıda çekirdeksiz ve bikonkavdır (Jain, 1986). Ayrıca sıçanların eritrositlerinin yüksek miktarda retikülosit içermesinden dolayı polikromazi ve anizositoz durumları görülmektedir. Eritrosit yarı ömrü ise 45–60 gün civarındadır (Campbell & Grant, 2022; Thrall ve ark., 2012). Sıçan lökositleri çoğu memeli hayvan türünde olduğu gibi görünüm ve işlev bakımından nispeten aynıdır (Moore ve ark., 2015). Fakat bazofiller çok nadir görülmektedir (Lindstrom ve ark., 2015). Sıçanlarda en yaygın beyaz kan hücreleri lenfositlerdir. İkinci sırada ise nötrofiller gelmektedir (Jain, 1986). Sıçanlara ait bazı hematolojik değerler Tablo 2'de verilmiştir. Sıçanların granülositleri halka şeklinde olabildiği gibi, lobüller olmayan çekirdeğe de sahiptir (Clemons & Seeman, 2018). Sıçanların trombositleri kendiliğinden aktive olma yeteneğine sahiptir, aktive olduktan sonra toplandıkları için trombositlerde kümelenme görülebilmektedir (Jain, 1986). Sıçanların dolaşımındaki toplam kan volümü 100 g canlı ağırlık başına 5–7 mL kadar olup ortalama 60 mL/kg'dır. Sıçanlarda 100 g canlı ağırlık

Tablo 1.
Sıçanlara Ait Bazı Değerler (Sengupta, 2013; Fox, 2015)

Durum	Değerler
Kromozom sayısı (2n)	42
Vücut sıcaklığı (°C)	37
Yaşam süresi (yıl)	2,5–3,5
Puberte (gün)	50 ± 10
Östrus siklusu (gün)	4–5
Gebelik süresi (gün)	21–23
Bir batındaki yavru sayısı	6–12
Solunum hızı (/dk)	75–115
Kalp hızı (/dk)	260–400

Tablo 2.
Sıçanların Bazı Hematolojik Değerleri (McClure,1999).

Durum	Değerler
RBC ($\times 10^6/\text{mm}^3$)	7–10
PCV (%)	36–48
Hb (g/dL)	11–18
WBC ($\times 10^3/\text{mm}^3$)	6–17
Nötrofil (%)	9–34
Lenfosit (%)	65–85
Eozinofil (%)	0–6
Monosit (%)	0–5
Bazofil (%)	0–1,5
PLT ($\times 10^3/\text{mm}^3$)	500–1300

RBC = Eritrosit sayısı; PCV = Hematokrit; Hb = Hemogloblin; WBC = Lökosit sayısı; PLT = Trombosit sayısı.

başına 0,5 mL kan tek seferde alınabilmektedir. Sıçanlarda kan alma işlemi genellikle kuyruk veni olan vena saphena lateralis (Mustapha ve ark., 2019) ve ventral kuyruk arterinden yapılmaktadır. Fakat arter basıncının fazla olması sebebiyle kan alma işlemi sırasında ve sonrasında dikkatli olunmalıdır (Gültiken, 2010; Kaya & Çenesiz, 2020).

Sıçanların Beslenme ve Barınma Koşulları

Sıçanlar ad libitum olarak beslenirler. Sıçanların günlük yem ihtiyaçları 100 gram canlı ağırlık başına 5–6 gram kadar olup ortalama 15–25 grama tekabül etmektedir. Genellikle pelet yemlerle beslenirler. Ayrıca sıçanların günlük tükettikleri su miktarı ise 100 g canlı ağırlık başına 10–12 mL kadardır ve bu da ortalama 30–45 mL'ye tekabül etmektedir. Nokturnal hayvanlar oldukları için çoğunlukla gece beslenirler (Saruhan & Dereli, 2016).

Sıçanların barınma koşulları davranış tutumlarına ve fizyolojik koşullarına uygun şekilde ayarlanmalıdır. Özellikle sıçanlar sosyal canlılar oldukları için barınma koşullarında davranış biçimleri önemli bir konumdur. Bundan dolayı sıçanların barındıkları kafeslerin yüksekliklerinin ve zemin alanları hesaplanırken, kollarına da uygun şekilde ayarlamaya gidilmelidir (Van Zutphen ve ark., 2003). Sert plastik veya paslanmaz çelik malzemeli ızgaralı kafeslerde barındırılmalıdır (Saruhan & Dereli, 2016). Sıçanlara ait bazı barınak koşulları Tablo 3'te verilmiştir.

Sıçanlara Ait Bazı Üreme Özellikleri

Sıçanlarda östrus ve gebeliğin senkronizasyonu progesteron uygulamalarının ardından seksüel siklusun anöstrus evresi de geçtikten sonra genellikle folikül stimüle edici hormon (FSH) ve gebe kısrak serumu gonadotropini (PMSG) hormonlarının eksojen uygulamaları neticesinde düzenlenir. Sıçanlarda ovaryum faaliyetleri gün içerisindeki aydınlık karanlık döngüsünden etkilenmektedir. Çiftleşme sonrasında sıçanlarda vajinal tıkaç şekillenmektedir (Van Zutphen ve ark., 2003).

Tablo 3.
Sıçanların Barınak Koşulları (Van Zutphen ve ark., 2003)

Durum	Değerler
Ortam Sıcaklığı	20–24°C
Nem Oranı	%45
Periyot	12 saat aydınlık, 12 saat karanlık

Kobay

Cavia porcellus (Winter ve ark., 2022) olarak da bilinen kobaylar, rodent takımının içerisinde yer alan küçük, kısa ve bodur yapıda bir memelidir. Sıçanların uzun kuyruklarının aksine kobayların kuyruğu yoktur. Kemirgenler takımındandır. Bilimsel araştırmalarda genellikle % 2–3 civarında tercih edilirler. Kobayların deney hayvanı olarak kullanıldıkları günden itibaren genellikle bilimsel araştırmalardaki kullanım alanları çoğunlukla aşı, serum, immünojenik çalışmalar, enfeksiyöz hastalıklar, beslenme ve benzeri çeşitli biyolojik çalışmalardır (Kaya & Çenesiz, 2020). Özellikle de immünojenik araştırmalarda sıklıkla kullanılmalarının sebebi timuslarına kolaylıkla ulaşılabilmesidir (Gültiken, 2010).

Kobayların Bazı Anatomik ve Fizyolojik Özellikleri

Tüy bakımından kısa, kaba ve uzun tüylü olmak üzere 3 gruba ayrılırlar fakat bilimsel çalışmalarda sadece kısa tüylü olanlar kullanılmaktadır. Ortalama 25 cm boyundadırlar. Kesici ve öğütücü dişlerinin uzama özelliği bulunmaktadır (Kaya & Çenesiz, 2020; Van Zutphen ve ark., 2003). Genellikle erkekler dişilere göre daha ağırdır. Erkekler 900–1200 g ağırlığında iken dişiler 700–900 g arasında bir ağırlığa sahiptir. Ömürleri 4–5 yıl kadardır (Quesenberry & Carpenter, 2011).

Kobayların ön ayakları 4 parmaklı iken arka ayaklarında 3 parmak bulunmaktadır. Kobayların dişleri de diğer kemirgenler gibi uzamaya meyillidir. Kobayların duyma yetisi, görme ve koku gibi duyu kabiliyetleri oldukça güçlüdür (Gültiken, 2010). Yine aynı şekilde koku almaları da son derece gelişmiş olmakla birlikte genellikle yavrular annelerini idrar kokularından tanırlar (Kaya & Çenesiz, 2020). Kobaylara ait bazı değerler Tablo 4'te verilmiştir.

Diğer küçük memeli hayvanlara kıyasla kobayların eritrositleri daha büyük yapıdadır. Her ne kadar daha büyük yapıda olsa da diğer küçük memelilere göre de daha az eritrosit sayısına sahiptir (Riggs & Mitchell, 2009). Kobaylarda beyaz kan hücrelerinin çoğunu lenfositler ve nötrofillerin yerini tutan heterofiller oluşturmaktadır (Thrall ve ark., 2012). Heterofillerin granülleri eozinofil granüllerinde olduğu gibidir. Heterofiller eozinofillerden daha küçük yapıdadır fakat segmentli çekirdekleri eozinofillerden daha fazladır (Campbell & Grant, 2022). Kobaylara ait bazı hematolojik değerler Tablo 5'te verilmiştir.

Kobayların Beslenme ve Barınma Koşulları

Kobaylar herbivor canlılardır ve biyolojik ritme sahip değillerdir (Van Zutphen ve ark., 2003). Kobaylar pelet yem ve ilave olarak kuru ot tüketirler. İştahlı hayvanlar oldukları için beslenme

Tablo 4.
Kobaylara Ait Bazı Değerler (Fox, 2015; Kaya & Çenesiz, 2020)

Durum	Değerler
Kromozom sayısı (2n)	64
Vücut sıcaklığı (°C)	37,5–39,5
Yaşam süresi (yıl)	3–4
Dişilerde seksüel olgunluk (hafta)	12
Erkeklerde seksüel olgunluk (hafta)	12
Östrus siklusu (gün)	14–18
Gebelik süresi (gün)	14–18
Bir batındaki yavru sayısı	1–6
Solunum hızı (/dk)	42–104
Kalp hızı (/dk)	230–380

Tablo 5.

Kobayların Bazı Hematolojik Değerleri (Etim ve ark., 2014; Genzer ve ark., 2019; Washington & Van Hoosier, 2012)

Durum	Değerler
RBC (dişi) ($\times 10^6/\text{mm}^3$)	5,0–5,7
RBC (erkek) ($\times 10^6/\text{mm}^3$)	5,7–6,4
PCV (%)	37–48
Hb (mg/dL)	11–15
WBC ($\times 10^3/\text{mm}^3$)	6–17
Nötrofil (%)	20–60
Lenfosit (%)	30–80
Eozinofil (%)	0–7
Monosit (%)	1–12
Bazofil (%)	0–3
PLT ($\times 10^3/\text{mm}^3$)	250–850
RBC = Eritrosit sayısı; PCV = Hematokrit; Hb = Hemogloblin; WBC = Lökosit sayısı; PLT = Trombosit sayısı.	

kısıtlanması zararlı olabilir. Doğumdan birkaç gün sonra katı yemlerle beslenmeye alıştıırılabilirler. Kobaylar da sıçanlar gibi sosyal hayvanlar oldukları için grup halinde barındırılabilirler. Özellikle sert zeminli altlıklar barınaklar için elverişlidir. Barınaklarının yüksekliği 20–25 cm civarında olduğu müddetçe barınak dışına tırmanarak çıkamazlar. Bu sebeple barınaklarında kapak ihtiyacı yoktur. Kobayların barınaklarındaki rölatif nem % 70 üzerine çıktığında veya ortam ısısının 28°C ve üzerine çıkması durumlarına dayanıksızdırlar. Ayrıca yüksek gürültü kobaylar için uyarıcı bir etkiye sahip olur ve sinirlenip bağırmalarına, panik olmalarına sebebiyet verir (Van Zutphen ve ark., 2003). Kobaylara ait bazı barınak koşulları Tablo 6'da verilmiştir.

Kobaylara Ait Bazı Üreme Özellikleri

Kobaylar poliöstriktirler. Özellikle östrus evresindeyken vajinayı kapatan zar açık konumdadır. Bundan dolayı östrusları ayırt etmek kobaylarda kolay bir durumdur. Kobay yavruları doğduklarında gelişimini tamamlamış vaziyettedirler. Özellikle yavruların vücutları genel itibarıyla tüylü ve yürümeye meyillidirler. Doğum sonrasında katı yemlerle de beslemeye uygundurlar (Van Zutphen ve ark., 2003).

Tavşan

Tavşanlar, Lagomorpha (Eaton, 2022) takımına ait küçük memelilerden biridir. Rodent sınıfında olduğu düşünülse de üst çenelelerinde bulunan iki çift kesici diş nedeniyle Lagomorpha takımında yer alırlar. Hayat boyu uzayan insiziv dişlere sahiptirler. Hemen hemen yaygın olarak kullanılan ve bulunan en büyük laboratuvar hayvanı olma özelliği taşımaktadırlar (Burkholder ve ark., 2012). Deneysel çalışmalarda kullanılan tavşanların ortalama uzunlukları 48 cm'dir. Ortalama vücut ağırlıkları ise 3,5–4,5 kg arasında seyretmektedir (Lossi ve ark., 2016). Genellikle vücut ağırlıklarına göre 5 kg'dan daha ağır olanlar iri ırklar, 2 kg'dan az olanlar küçük ırklar,

Tablo 6.

Kobayların Barınak Koşulları (Van Zutphen ve ark., 2003, Wagner, 2014)

Durum	Değerler
Ortam Sıcaklığı	20–24°C
Nem Oranı	% 50
Saatlik Hava Değişimi	1-1 tekrar

2 ile 5 kg arasında bulunanlar ise orta büyüklükteki ırklar olarak 3 şekilde sınıflandırılırlar (Van Zutphen ve ark., 2003). Laboratuvarlarda kullanılan en yaygın tavşan ırkı ise Yeni Zelanda Beyazıdır (Brewer, 2006; Burkholder ve ark., 2012). Tavşanlar büyük yapıları sebebiyle diğer deney hayvanlarında kolaylıkla uygulanamayan ortopedik, göğüs cerrahisi gibi çalışmalar için ideal hayvanlardır. Uysal yapıları ve daha az zoonoz olmaları tercih edilmelerindeki diğer bir sebeptir. Özellikle tavşanların solunum yolları, kalp iletim sistemlerinin anatomik ve fizyolojik yapıları, üreme sistemleri bazı temel araştırmalar için rahatlık sağlamaktadır. Yine tavşanlar antikor üretiminde kullanılmışlardır ve bazı aşı çalışmaları için de uygun hayvanlardır (Cooper ve ark., 2021). Özellikle insan papilloma virüsü aşılırlarını araştırmak için pratik hayvan olarak tavşanlar kullanılmıştır (Brewer, 2006; Song ve ark., 2018; Sui ve ark., 2019).

Tavşanların Bazı Anatomik ve Fizyolojik Özellikleri

Tavşanların en belirgin özelliklerinden birisi kulaklarının uzun olmasıdır. Kulaklar tavşanlar için oldukça önemli olup çok iyi duymalarını sağlamanın yanı sıra ısı kaybının da en fazla gerçekleştiği yerdir. Damarlanma açısından zengin bir bölge olduğundan termoregülasyonu sağlar. Tavşanların gözleri de kapsamlı monoküler görme açısıyla, neredeyse 360°'lik bir alanı görebilme kapasitesiyle tehlikeleri görebilmek için oldukça elverişlidir (Kaya & Çenesiz, 2020). Tavşanların palpebra III denem üçüncü göz kapakları bulunmaktadır. Bu göz kapağı uyku ve anestezi gibi durumlarda gözü kapatır vaziyettedir. Ayrıca üçüncü göz kapağı karanlıkta dilatasyona uğrayarak, karanlıkta hareket halindeki nesnelere belirleyebilme özelliğine sahiptir. Tavşanların üst dudaklarında belirgin bir yark bulunmaktadır (Gültiken, 2010). Tavşanlara ait bazı değerler Tablo 7'de verilmiştir.

Tavşanların eritrosit parametreleri erkek ve dişilerde fazla farklı değildir (Suckow ve ark., 2012). Dolaşımında yüksek miktarda retikülosit gözlenir. Bazofiller tavşanlarda lökositlerin %30'unu oluşturabilmektedir. Birçok faktör (yaş, cinsiyet, beslenme vb.) tavşanlarda beyaz kan hücrelerini etkilemektedir (Moore ve ark., 2015). Özellikle lökosit sayıları gençlerde daha düşük gözlenmektedir (Jain, 1986). Nötrofillerde yine yaşlı tavşanlarda daha fazla gözlenir (Thrall ve ark., 2012). Lenfositlerinin çoğu küçüktür (Boydell ve ark., 2000; Melillo, 2007; Siegel & Walton, 2020). Tavşanlara ait bazı hematolojik değerler Tablo 8'de verilmiştir.

Tavşanların Beslenme ve Barınma Koşulları

Tavşanların beslenmesinde pelet yemler rol oynar. Ad libitum olarak beslenirler. Günlük ortalama tüketmeleri gereken yem

Tablo 7.

Tavşanlara Ait Bazı Değerler (Kaya & Çenesiz, 2020)

Durum	Değerler
Kromozom sayısı (2n)	44
Vücut sıcaklığı (°C)	38–39,5
Yaşam süresi (yıl)	5–6
Dişilerde seksüel olgunluk (ay)	6–9
Erkeklerde seksüel olgunluk (ay)	6–9
Östrus siklusu (gün)	İndüklenen ovülasyon
Gebelik süresi (gün)	İndüklenen ovülasyon
Bir batındaki yavru sayısı	4–10
Solunum hızı (/dk)	32–60
Kalp hızı (/dk)	130–325

Tablo 8.
Tavşanların Bazı Hematolojik Değerleri (Marshall, 2008; Etim ve ark., 2014)

Durum	Değerler
RBC ($\times 10^6/\text{mm}^3$)	5,1–7,9
PCV (%)	30–50
Hb (mg/dL)	10–15
WBC ($\times 10^3/\text{mm}^3$)	4,5–11
Nötrofil (%)	20–75
Lenfosit (%)	40–80
Eozinofil (%)	0–4
Monosit (%)	1–4
Bazofil (%)	2,7
PLT ($\times 10^3/\text{mm}^3$)	250–270

RBC = Eritrosit sayısı; PCV = Hematokrit; Hb = Hemoglobin; WBC = Lökosit sayısı; PLT = Trombosit sayısı.

100–250 g civarında olup, 80–100 mL kadar da su tüketmeleri gerekmektedir. Bazı deney hayvanlarında olduğu gibi tavşanlarda da kaprofaji durumu gözlenebilmektedir. Tavşanlar genellikle büyük yer barınaklarında bulundurulurlar. Ayrıca barınaklarının vücut büyüklüklerine uygunluğuna dikkat edilerek rahat bir şekilde barınmalarına imkân tanınacak şekilde hazırlanmalıdır (Saruhan & Dereli, 2016). Tavşanlara ait bazı barınak koşulları Tablo 9'da verilmiştir.

Tavşanlara Ait Bazı Üreme Özellikleri

Tavşanlarda ovulasyon spontane değildir yani kendiliğinden gerçekleşmez. Ovulasyonun gerçekleşmesi için bir uyarımın olması söz konusudur. Özellikle çiftleşme sonucunda luteinizan hormonun (LH) salgılanması sonucunda ovulasyon şekillenir. Çiftleşme dışında, eksojen LH uygulamalarının da ovulasyonu tetikleme durumu gözlenmektedir. Özellikle sonbahar ve kış aylarında tavşanlarda ovaryum faaliyetlerinde azalma olur. Çiftleşmeden yaklaşık 10–14 gün sonra karından yapılan palpasyon sonucunda gebelik teşhisi konulabilmektedir (Van Zutphen ve ark., 2003).

Sonuç ve Öneriler

Özellikle sağlık alanında birçok probleme çözüm getirmek amacıyla, deney hayvanı kullanımı ile ilgili yürütülen araştırmalar bilime önemli katkı sağlayan en temel çalışmalardır. Deney hayvanlarının kullanıldığı bu çalışmalar tıp, veteriner, eczacılık, moleküler biyoloji ve genetik gibi farklı disiplinlerden elde edilen bilgilerin oldukça önemli bir kaynağını oluşturmaktadır. Verilen Nobel ödüllerinin çoğu hayvan deneylerinin sonuçlarına bağlı ortaya konan araştırmalara dayanmaktadır. Özellikle insan sağlığı ile ilgili bilimsel araştırmalarda, insanlar ve hayvanlar arasındaki, anatomik ve fizyolojik benzerliklerden dolayı deney hayvanları ve bu hayvanların kullanımı hayati öneme sahiptir. Farklı pek çok hastalığı taklit eden hayvan modelleri birçok hastalığın fizyopatogenezinin

Tablo 9.
Tavşanların Barınak Koşulları (Van Zutphen ve ark., 2003)

Durum	Değerler
Ortam Sıcaklığı	15–21°C
Nem Oranı	%50–60
Saatlik Hava Değişimi	5–15 tekrar

anlaşılmasına neden olmakta, bu hastalıkların teşhisi ile tedavisine katkı sağlamakta ve sağlamaya da devam etmektedir.

Hakem Değerlendirmesi: Dış bağımsız.

Yazar Katkıları: Fikir – H.T.A.; Tasarım – H.T.A., K.G.; Denetleme – H.T.A., K.G.; Kaynaklar – H.T.A., K.G.; Malzemeler – H.T.A., K.G.; Veri Toplanması ve/veya İşlemesi – H.T.A., K.G.; Analiz ve/veya Yorum – M.B.A.; Literatür Taraması – M.K.; Yazıyı Yazan – H.T.A., K.G., M.B.A.; Eleştirel İnceleme – H.T.A., K.G., M.B.A.

Çıkar Çatışması: Yazarlar arasında herhangi bir çıkar çatışması bulunmamaktadır.

Finansal Destek: Yazarlar bu çalışma için finansal destek almadıklarını beyan etmişlerdir.

Peer-review: Externally peer-reviewed.

Author Contributions: Concept – H.T.A.; Design – H.T.A., K.G.; Supervision – H.T.A., K.G.; Funding – H.T.A., K.G.; Materials – H.T.A., K.G.; Data Collection and/or Processing – H.T.A., K.G.; Analysis and/or Interpretation – M.B.A.; Literature Review – M.K.; Writing – H.T.A., K.G., M.B.A.; Critical Review – H.T.A., K.G., M.B.A.

Declaration of Interests: The authors declare that they have no competing interest.

Funding: The authors declare that this study had received no financial support.

Kaynaklar

- Boydell, P., Cooke, S. W., Deeb, B., Flecknell, P. A., Dermody Malley, A., Meredith, A., & Williams, D. W. (2000). *Manual of rabbit medicine and surgery* (pp. 33–38). British Small Animal Veterinary Association.
- Brewer, N. R. (2006). Biology of the rabbit. *Journal of the American Association for Laboratory Animal Science*, 45(1), 8–24.
- Burkholder, T. H., Linton, G., Hoyt, R. F., & Young, R. (2012). *The rabbit as an experimental model. The laboratory rabbit, guinea pig, hamster, and other rodents* (pp. 529–560).
- Campbell, T. W., & Grant, K. R. (2022). *Exotic animal hematology and cytology*. John Wiley & Sons. <https://www.wiley.com/en-us/Exotic+Animal+Hematology+and+Cytology%2C+5th+Edition-p-9781119660231>
- Clemons, D. J., & Seeman, J. L. (2018). *The laboratory guinea pig*. Taylor & Francis. <https://www.taylorfrancis.com/books/oa-monograph/10.1201/b12886/laboratory-guinea-pig-donna-clemons-jennifer-seeman>
- Cooper, T. K., Meyerholz, D. K., Beck, A. P., Delaney, M. A., Piersigilli, A., Southard, T. L., & Brayton, C. F. (2021). Research-relevant conditions and pathology of laboratory mice, rats, gerbils, guinea pigs, hamsters, naked mole rats, and rabbits. *ILAR Journal*, 62(1–2), 77–132. [\[CrossRef\]](#)
- Dorsett-Martin, W. A. (2004). Rat models of skin wound healing: A review. *Wound Repair and Regeneration*, 12(6), 591–599. [\[CrossRef\]](#)
- Eaton, J. S. (2022). Ophthalmology of lagomorpha: Rabbits, hares, and pikas. In *Wild and exotic animal ophthalmology* (pp. 367–402). Springer.
- Etim, N. N., Williams, M. E., Akpabio, U., & Offiong, E. E. (2014). Haematological parameters and factors affecting their values. *Agricultural Science*, 2(1), 37–47. [\[CrossRef\]](#)
- Ergün, Y. (2010). Hayvan deneylerinde etik. *Arşiv Kaynak Tarama Dergisi*, 19(4), 220–235.
- Fedala, A., Adjroud, O., Bennoune, O., Abid-Essefi, S., Foughalia, A., & Timoumi, R. (2022). Nephroprotective efficacy of selenium and zinc against potassium dichromate-induced renal toxicity in pregnant Wistar albino rats. *Biological Trace Element Research*, 200(11), 4782–4794. [\[CrossRef\]](#)
- Fox, J. G. (2015). *Laboratory animal medicine*. Elsevier. <https://www.elsevier.com/books/laboratory-animal-medicine/fox/978-0-12-409527-4>
- Genzer, S. C., Huynh, T., Coleman-Mccray, J. D., Harmon, J. R., Welch, S. R., & Spengler, J. R. (2019). Hematology and clinical chemistry reference intervals for inbred strain 13/n guinea pigs (*Cavia porcellus*). *Journal*

- of the American Association for Laboratory Animal Science, 58(3), 293–303. [CrossRef]
- Gheibi, S., Kashfi, K., & Ghasemi, A. (2017). A practical guide for induction of type-2 diabetes in rat: Incorporating a high-fat diet and streptozotocin. *Biomedicine and Pharmacotherapy*, 95, 605–613. [CrossRef]
- Gill III, T. J., Smith, G. J., Wissler, R. W., & Kunz, H. W. (1989). The rat as an experimental animal. *Science*, 245(4915), 269–276. [CrossRef]
- Gültiken, M. E. (2010). Deney hayvanlarının anatomisi. In *Laboratuvar Hayvanları* (vol. 132). Ondokuz Mayıs Üniversitesi Yayınları.
- Hancke, D., & Suárez, O. V. (2022). A review of the diversity of Cryptosporidium in *Rattus norvegicus*, *R. rattus* and *Mus musculus*: What we know and challenges for the future. *Acta Tropica*, 226, 106244. [CrossRef]
- Jain, N. C. (1986). *Schalm's veterinary hematology*. Lea & Febiger. <https://scirp.org/reference/referencespapers.aspx?referenceid=3018333>
- Kaya, M., & Çenesiz, M. (2020). *Deney hayvanlarının fizyolojisi*. file:///Users/gokhan.cimenavesyayincilik.com/Desktop/AAAA/DENEY%20HAYVANLARININ%20FIZYOLOJISI%20YOLU%20KAYNAK%20LİSTESİ%202020.pdf
- Krinke, G. J. (2000). *The laboratory rat*. Elsevier. <https://www.elsevier.com/books/the-laboratory-rat/krinke/978-0-12-426400-7>
- Kruepunga, N., Hakvoort, T. B. M., Hikspoors, J. P. J. M., Köhler, S. E., & Lamers, W. H. (2019). Anatomy of rodent and human livers: What are the differences? *Biochimica et Biophysica Acta. Molecular Basis of Disease*, 1865(5), 869–878. [CrossRef]
- Li, S., Li, H., & Takahata, T. (2022). Pigmented Long-Evans rats demonstrate better visual ability than albino Wistar rats in slow angles-descent forepaw grasping test. *NeuroReport*, 33(12), 543–547. [CrossRef]
- Lindstrom, N. M., Moore, D. M., Zimmerman, K., & Smith, S. A. (2015). Hematologic assessment in pet rats, mice, hamsters, and gerbils: Blood sample collection and blood cell identification. *Clinics in Laboratory Medicine*, 35(3), 629–640. [CrossRef]
- Lossi, L., D'Angelo, L., De Girolamo, P., & Merighi, A. (2016). Anatomical features for an adequate choice of experimental animal model in biomedicine: II. Small laboratory rodents, rabbit, and pig. *Annals of Anatomy – Anatomischer Anzeiger*, 204, 11–28. [CrossRef]
- Marshall, K. L. (2008). Rabbit hematology. *Veterinary Clinics of North America: Exotic Animal Practice*, 11(3), 551–567. [CrossRef]
- McClure, D. E. (1999). Clinical pathology and sample collection in the laboratory rodent. *Veterinary Clinics of North America: Exotic Animal Practice*, 2(3), 565–590. [CrossRef]
- Melillo, A. (2007). Rabbit clinical pathology. *Journal of Exotic Pet Medicine*, 16(3), 135–145. [CrossRef]
- Moore, D. M., Zimmerman, K., & Smith, S. A. (2015). Hematological assessment in pet rabbits: Blood sample collection and blood cell identification. *Clinics in Laboratory Medicine*, 35(3), 617–627. [CrossRef]
- Mustapha, O. A., Olude, M. A., Ezekiel, S., Seeger, J., Fietz, S. A., & Olopade, J. O. (2019). Developmental horizons in the pre-natal development of the Greater cane rat (*Thryonomys swinderianus*). *Anatomia, Histologia, Embryologia*, 48(5), 486–497. [CrossRef]
- Quesenberry, K., & Carpenter, J. W. (2011). *Ferrets, rabbits and rodents-e-book: Clinical medicine and surgery*. Elsevier Health Sciences.
- Reece, W. O. (2004). *Dukes Veteriner Fizyoloji* (12. Baskı, vol. 394). Medipress Yayıncılık.
- Riggs, S. M., & Mitchell, M. A. (2009). Chinchillas. In *Manual of exotic pet practice* (pp. 474–492).
- Saruhan, B. G., & Dereli, S. (2016). Deney hayvanlarının beslenme, barınma ve üremesi. *Dicle Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 1, 16–21.
- Sengupta, P. (2013). The laboratory rat: Relating its age with human's. *International Journal of Preventive Medicine*, 4(6), 624–630.
- Siegel, A., & Walton, R. M. (2020). Hematology and biochemistry of small mammals. *Ferrets, Rabbits, and Rodents* (vol. 569).
- Song, J., Wang, G., Hoenerhoff, M. J., Ruan, J., Yang, D., Zhang, J., Yang, J., Lester, P. A., Sigler, R., Bradley, M., Eckley, S., Cornelius, K., Chen, K., Kolls, J. K., Peng, L., Ma, L., Chen, Y. E., Sun, F., & Xu, J. (2018). Bacterial and pneumocystis infections in the lungs of gene-knockout rabbits with severe combined immunodeficiency. *Frontiers in Immunology*, 9, 429. [CrossRef]
- Suckow, M. A., Stevens, K. A., & Wilson, R. P. (2012). *The laboratory rabbit, guinea pig, hamster, and other rodents*. Academic Press.
- Sui, T., Liu, D., Liu, T., Deng, J., Chen, M., Xu, Y., Song, Y., Ouyang, H., Lai, L., & Li, Z. (2019). LMNA-mutated rabbits: A model of premature aging syndrome with muscular dystrophy and dilated cardiomyopathy. *Aging and Disease*, 10(1), 102–115. [CrossRef]
- Thrall, M. A., Weiser, G., Allison, R. W., & Campbell, T. W. (2012). *Veterinary hematology and clinical chemistry*. John Wiley & Sons.
- Tian, H., Lyu, Y., Yang, Y. G., & Hu, Z. (2020). Humanized rodent models for cancer research. *Frontiers in Oncology*, 10, 1696. [CrossRef]
- Van Zutphen, L. F. M., Baumans, V., & Beynen, A. C. (2003). *Laboratuvar hayvanları biliminin temel ilkeleri* (İ. Tayfun, Çeviren) (ss. 257–287).
- Virtuoso, A., Tveden-Nyborg, P., Schou-Pedersen, A. M. V., Lykkesfeldt, J., Müller, H. K., Elfving, B., & Sørensen, D. B. (2021). A long-term energy-rich diet increases prefrontal BDNF in Sprague-Dawley rats. *Nutrients*, 14(1), 126. [CrossRef]
- Wagner, J. E. (2014). *The biology of the guinea pig*. Academic Press. https://books.google.com.tr/books/about/The_Biology_of_the_Guinea_Pig.html?id=1LdqAAAAMAAJ&redir_esc=y
- Washington, I. M., & Van Hoosier, G. (2012). *Clinical biochemistry and hematology. The laboratory rabbit, guinea pig, hamster, and other rodents* (pp. 57–116).
- Winter, N., Clauss, M., Codron, D., Hummel, J., Müller, J., Richter, H., Kircher, P., Hatt, J. M., & Martin, L. F. (2022). Sand accumulation in the digestive tract of rabbits (*Oryctolagus cuniculus*) and guinea pigs (*Cavia porcellus*): The role of the appendix. *Journal of Morphology*, 283(1), 5–15. [CrossRef]