

AT FİZYOLOJİSİ

Atçılık ve Antrenörlüğü ile
Veteriner Bilimleri için Temel
Fizyolojik Bilgiler

Editör

Prof. Dr. Berjan DEMİRTAŞ
İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa



© Copyright 2026

Bu kitabın, basım, yayın ve satış hakları Akademisyen Yayınevi A.Ş.'ne aittir. Anılan kuruluşun izni alınmadan kitabın tümü ya da bölümleri mekanik, elektronik, fotokopi, manyetik kayıt ve/veya başka yöntemlerle çoğaltılamaz, basılamaz, dağıtılamaz. Tablo, şekil ve grafikler izin alınmadan, ticari amaçlı kullanılamaz. Bu kitap T.C. Kültür Bakanlığı bandrolü ile satılmaktadır.

ISBN 978-625-362-078-3	Sayfa ve Kapak Tasarımı Akademisyen Dizgi Ünitesi
Kitap Adı AT FİZYOLOJİSİ Atçılık ve Antrenörlüğü ile Veteriner Bilimleri için Temel Fizyolojik Bilgiler	Yayıncı Sertifika No 47518
Editör Prof. Dr. Berjan DEMİRTAŞ ORCID iD: 0000-0002-0371-6376	Baskı ve Cilt Vadi Matbaacılık
Yayın Koordinatörü Yasin DİLMEN	Bisac Code MED089000
	DOI 10.37609/akya.4203

Kütüphane Kimlik Kartı

At Fizyolojisi Atçılık ve Antrenörlüğü ile Veteriner Bilimleri için Temel Fizyolojik Bilgiler /
ed. Berjan Demirtaş.

Ankara : Akademisyen Yayınevi Kitabevi, 2026.
367 s. : şekil, tablo. ; 160x235 mm.

Kaynakça var.

ISBN 9786253620783

UYARI

Bu üründe yer alan bilgiler sadece lisanslı tıbbi çalışanlar için kaynak olarak sunulmuştur. Herhangi bir konuda profesyonel tıbbi danışmanlık veya tıbbi tanı amacıyla kullanılmamalıdır. Akademisyen Kitabevi ve alıcı arasında herhangi bir şekilde doktor-hasta, terapist-hasta ve/veya başka bir sağlık sunum hizmeti ilişkisi oluşurmaz. Bu ürün profesyonel tıbbi kararların eşleniği veya yedeği değildir. Akademisyen Kitabevi ve bağlı şirketleri, yazarları, katılımcıları, partnerleri ve sponsorları ürün bilgilerine dayalı olarak yapılan bütün uygulamalardan doğan, insanlarda ve cihazlarda yaralanma ve/veya hasarlardan sorumlu değildir.

İlaçların veya başka kimyasalların reçete edildiği durumlarda, tavsiye edilen dozunu, ilacın uygulanacak süresi, yöntemi ve kontraendikasyonlarını belirlemek için, okuyucuya üretici tarafından her ilaca dair sunulan güncel ürün bilgisini kontrol etmesi tavsiye edilmektedir. Dozun ve hasta için en uygun tedavinin belirlenmesi, tedavi eden hekimin hastaya dair bilgi ve tecrübelerine dayanak oluşturması, hekimin kendi sorumluluğundadır.

Akademisyen Kitabevi, üçüncü bir taraf tarafından yapılan ürüne dair değişiklikler, tekrar paketlemeler ve özelleştirmelerden sorumlu değildir.

GENEL DAĞITIM

Akademisyen Yayınevi

Halk Sokak 5 / A Yenışehir / Ankara

Tel: 0312 431 16 33

siparis@akademisyen.com

www.akademisyen.com

ÖNSÖZ

Binlerce yıl önce evcilleştirilen at, günümüze kadar insanoğlunun vazgeçemediği en sadık yol arkadaşı olmuştur. Muazzam cüssesi, hızı ve gücü ile kendine hayran bırakmıştır. Atı tanımak, sadece ona binmek, bakımını, beslenmesini, antrenmanını yapmakla değil, atın vücut fonksiyonlarının nasıl çalıştığını anlamakla mümkündür.

At fizyolojisi, atların vücut fonksiyonlarının işleyişini ele alan bir bilim dalıdır. Ayrıca, egzersiz, antrenman, beslenme, davranış, sağlık ve refahın bilimsel temelini oluşturan bir disiplindir. Bu nedenle, fizyolojik mekanizmaların kavranması hem eğitim-öğretim sürecinde hem de saha ve klinik uygulamalarda karşılaşılan sorunların değerlendirilmesinde önem arz etmektedir.

Bu kitap, atların fizyolojisini temel düzeyden başlayarak sistematik bir yaklaşımla bütüncül olarak ele almaktadır. Hücre fizyolojisi, sinir, duyu, kas ve hareket, kan ve dolaşım, solunum, boşaltım, hormonal ve üreme sistemlerinin işleyişi ile organizmada iç dengenin nasıl korunduğunu açıklamaktadır.

Kitap, başta Atçılık ve Antrenörlüğü ile Laborant ve Sağlık programlarında öğrenim gören öğrenciler olmak üzere, Veteriner Fakülteleri öğrencilerinin de temel fizyolojik bilgileri edinmeleri amacıyla hazırlanmıştır. Ayrıca, sahada ve klinikte çalışan atçılar ve ata ilgi duyan kişiler için de bir kaynak niteliğindedir.

Bu amaç doğrultusunda kitapta Türkçe terminoloji kullanılmasına özen gösterilerek mümkün olduğunca sade ve anlaşılır bir dil kullanılmıştır.

Atlara gönül vermiş herkese faydalı olması dileğiyle...

Prof. Dr. Berjan DEMİRTAŞ

Editör

İÇİNDEKİLER

Bölüm 1 At Fizyolojisine Giriş.....	1
<i>Recep ASLAN</i>	
Bölüm 2 Hücre Fizyolojisi.....	27
<i>Recep ASLAN</i>	
Bölüm 3 Sıvı-Elektrolit ve Asit-Baz Dengesi.....	75
<i>Beran YOKUŞ</i> <i>Cemal NAS</i>	
Bölüm 4 Sinir Fizyolojisi.....	101
<i>Sinan KANDIR</i>	
Bölüm 5 Duyu Fizyolojisi.....	149
<i>Sibel DANIŞAN</i>	
Bölüm 6 Kas ve Hareket Fizyolojisi.....	183
<i>Berjan DEMİRTAŞ</i>	
Bölüm 7 Kan ve Dolaşım Fizyolojisi.....	217
<i>Emre GÜR</i>	
Bölüm 8 Solunum Fizyolojisi	237
<i>Metin ÇENESİZ</i>	
Bölüm 9 Sindirim Fizyolojisi.....	251
<i>Mehmet İRİADAM</i>	
Bölüm 10Boşaltım Fizyolojisi	271
<i>Hülya DEMİRKAPI ATİK</i>	
Bölüm 11 Hormon Fizyolojisi.....	293
<i>Nilay SEYİDOĞLU</i> <i>Cenk AYDIN</i>	
Bölüm 12 Üreme Fizyolojisi	321
<i>Mehmet Şükrü GÜLAY</i>	

YAZARLAR

Prof. Dr. Recep ASLAN

Afyon Kocatepe Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Fizyoloji AD

Dr. Öğr. Üyesi Hülya DEMİRKAPI ATİK

Afyon Kocatepe Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Fizyoloji AD

Prof. Dr. Cenk AYDIN

Bursa Uludağ Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Fizyoloji AD

Prof. Dr. Metin ÇENESİZ

Ondokuz Mayıs Üniversitesi Veteriner Fakültesi, Veterinerlik Fizyolojisi AD

Öğr. Gör Dr. Sibel DANIŞAN

Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Mahmudiye Atçılık Meslek Yüksekokulu, Atçılık ve Antrenörlüğü Programı

Prof. Dr. Berjan DEMİRTAŞ

İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa, Veterinerlik Meslek Yüksekokulu, Atçılık ve Antrenörlüğü Programı

Prof. Dr. Mehmet Şükrü GÜLAY

Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Fizyoloji AD

Dr. Öğr. Üyesi Emre GÜR

Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Milas Veteriner Fakültesi, Fizyoloji AD

Prof. Dr. Mehmet İRİADAM

Hacı Bayram Veli Üniversitesi Polatlı Fen Edebiyat Fakültesi Biyoloji Bölümü Zooloji AD Harran Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Fizyoloji AD

Dr. Öğr. Üyesi Sinan KANDIR

Çukurova Üniversitesi Ceyhan Veteriner Fakültesi, Fizyoloji AD

Uzm. Dr. Cemal NAS

Diyarbakır Gazi Yaşargil Eğitim ve Araştırma Hastanesi

Doç. Dr. Nilay SEYİDOĞLU

Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Fizyoloji AD

Prof. Dr. Beran YOKUŞ

Dicle Üniversitesi Veteriner Fakültesi, Veterinerlik Biyokimyası AD

Recep ASLAN¹

ÖĞRENME AMAÇLARI

- Fizyolojinin tanımı ve at fizyolojisine ilişkin temel mekanizmaları açıklar.
- Fizyolojik düzenlemenin temel süreçlerini kavrar.
- İç ortam dengesi (homeostazis) ve düzenleyici mekanizmalar hakkında bilgi sahibi olur.
- Vücut sıvıları ve elektrolitler, terleme ve sıvı kaybının fizyolojik önemini kavrar.
- Kalp dolaşım, solunum, kas ve sinir fizyolojisi için altyapıya sahip olur.
- Organizmada çalışan geri bildirim (feed back) işlevlerini anlar.
- İç ortam dengesinin temel göstergeleri olan vücut sıcaklığı, pH, sıvı-elektrolit dengesi, sıvı basınçları hakkında bilgi sahibi olur.

Fizyoloji

“Physis” ve “logos” sözcüklerinden oluşur. Physis “can” demektir, logos ise bilimi ifade eder; canlılık bilimi. Fizyoloji canlılığın kaynağını araştırmak üzere ortaya çıkmışsa da daha sonra organizma bileşenlerinin nasıl çalıştıkları, aralarındaki iletişim, iş birliği ve uyuma odaklanmıştır.

Hayvan fizyolojisi, farklı fizyolojik işlevlerin türlerde nasıl değiştiğini ve hayvan türlerinin çevresel koşullara nasıl uyum sağladığını araştırır.

¹ Prof. Dr., Afyon Kocatepe Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Fizyoloji AD, raslan@aku.edu.tr, ORCID iD: 0000-0002-7541-0405

KAYNAKLAR

- Aslan R. (Ed.) *Spor Atları*. 1. Baskı. Ankara: Nobel Akademik; 2017.
- Aslan R, Gülay MŞ. (Ed) *Hayvanlarda Beden Dili: Hayvan Davranışları*. 1. Baskı. Ankara Nobel Akademik; 2022.
- Betts JG, Desaix P, Johnson E, et al. Cell Growth and Division. In: *Anatomy and Physiology*. Kindle Edition; 2019.
- Cunningham JG, Klein BG. *Cunningham's Textbook of Veterinary Physiology*. 6th ed. Missouri: Elsevier; 2020.
- Nelson DL, Cox MM. *Lehninger Principles of Biochemistry*. 5th ed. NY: W.H. Freeman and Company; 2008.
- Ganong WF. *Review of Medical Physiology*. 26th ed. NY: McGraw-Hill Education; 2018.
- Goljan EF. *Rapid Review Pathology*. 5th ed. Philadelphia: Elsevier; 2019.
- Gülay MS, Aslan R (ed.) *Veteriner Hekimliğinde Fizyoloji*. Malatya: Medipres; 2025.
- Hinchcliff KW, Kaneps AJ, Geor RJ. *Equine Sports Medicine and Surgery*. 2nd ed. Missouri: Elsevier Saunders; 2014.
- Hinchcliff KW, Geor RJ, Kaneps AJ. *Equine Exercise Physiology: The Science of Exercise in the Athletic Horse*. Edinburgh: Saunders Elsevier; 2008.
- Hodgson DR, McKeever KH, McGowan CM. *The Athletic Horse: Principles and Practice of Equine Sports Medicine*. 2nd ed. Missouri: Saunders Elsevier; 2014.
- Lodish H, Berk A, Kaiser CA. *Molecular Cell Biology*. 8th ed. NY: Macmillan; 2016.
- McKeever KH, Gordon ME. *Equine Exercise Physiology*. Edinburgh: Saunders Elsevier; 2007.
- Simard M, Nedergaard M. The neurobiology of glia in the context of water and ion homeostasis. *Neuroscience*. 2004;129(4): 877–896.

Recep ASLAN¹**ÖĞRENME AMAÇLARI**

Bölüm, hücre fizyolojisinin temel ilkelerini at fizyolojisiyle ilişkilendirerek;

- Hayvansal organizmalardaki ökaryot hücrelerin temel özelliklerini ve organel işlevlerini açıklar.
- Öğrenci; mitokondriyi ve at performansındaki kritik rolünü kavrar.
- Hücre zarı yapısı ve zarlardan taşınım mekanizmaları hakkında bilgi sahibi olur.
- İyon kanalları, membran potansiyeli ve aksiyon potansiyeli hakkında bilgi sahibi olur.
- Hücre içi ve hücreler arası sinyal iletim yollarını kavrar.
- Hücrel redoks reaksiyonları hakkında bilgi sahibi olur.
- Protein sentezi ve doku onarımı ilişkisini (örneğin tendon iyileşmesi) fark eder.
- Hücrenin fizyolojik işlevleri ile kas, sinir, hormon, kan ve dolaşım sistemleri arasındaki ilişkiyi kavrar.

Hücre Fizyolojisi: Tanım, Kapsam, Önem

Hücre, canlı organizmaların yapısal ve işlevsel en küçük birimidir. Hücre fizyolojisi, hayvansal organizmalardaki temel yapı olan hücrenin işlevlerini inceleyen bilim dalıdır; hücre döngüsünü, hücrelerin yaşayabilmeleri için gerçekleşen olayları, bu olayların nasıl düzenlendiğini inceler. Metabolizma, enerji üretimi, madde

¹ Prof. Dr., Afyon Kocatepe Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Fizyoloji AD, raslan@aku.edu.tr, ORCID iD: 0000-0002-7541-0405

KAYNAKLAR

- Aslan R (ed.) *Spor Atları*. 1. Baskı. Ankara: Nobel Akademik; 2017.
- Alberts B, Johnson A, Lewis J, et al. *Molecular Biology of the Cell*. 6th ed. NY: Garland Science; 2014.
- Becker WM, Kleinsmith LJ, Hardin J, et al. *The World of the Cell*. 7th ed. San Francisco: Pearson Education Benjamin Cummings; 2009.
- Betts JG, et al., *Cell Growth and Division*. In: Anatomy and Physiology. Kindle Ed; 2019.
- Cooper GM, Hausman RE. *Hücre: Moleküler Yaklaşım*. 3. Baskı. (Meral SAKIZLI, Neşe ATABEY, Çev.) İzmir: İzmir Tıp Kitabevi; 2006.
- Gülay MŞ, Aslan R. *Veteriner Hekimliğinde Fizyoloji*. 1. Baskı. Malatya: Medipress; 2025.
- Hinchcliff KW, Geor RJ, Kaneps AJ. *Equine Exercise Physiology: The Science of Exercise in the Athletic Horse*. Edinburgh: Saunders Elsevier; 2008.
- Hodgson DR, McKeever KH, McGowan CM. *The Athletic Horse: Principles and Practice of Equine Sports Medicine*. 2nd ed. Missouri: Saunders Elsevier; 2014.
- Klein BG. (Ed.) *Cunningham Veteriner Fizyoloji*. (Mehmet Şükrü GÜLAY Çev. Ed.) 1. Baskı. Malatya: Medipress; 2023.
- Koparal AT. (ed.) *Hücre Kimyası*. Eskişehir: Anadolu Üniversitesi Yayınları; 2017.
- Lodish H, Berk A, Kaiser CA et al. *Molecular Cell Biology*. 9th ed. NY: W. H. Freeman and Company; 2021.
- Lodish H, Berk A, Kaiser CA. *Molecular Cell Biology*. 8th ed. NY: Macmillan; 2016.
- Von Engelhardt W, Breves G, Diener M, et al.. *Veteriner Fizyoloji*. (Hakan ÖZTÜRK, Çev. Ed.). Ankara: Ankara Nobel Tıp Kitabevleri; 2003.

Beran YOKUŞ¹
Cemal NAS²

ÖĞRENME AMAÇLARI

- Asit-baz ve sıvı-elektrolit dengesinin fizyolojik temelini ve önemini açıklar.
- pH kavramını, düzenleyici mekanizmaları (tampon sistemler, solunum ve böbrekler) tanımlar.
- Asidoz ve alkaloz türlerini ayırt eder.
- Atlara özgü anatomik ve fizyolojik özelliklerin sıvı-elektrolit ve asit-baz dengesine etkisini değerlendirir.
- Klinik asit-baz ve elektrolit bozukluklarının olası sonuçlarını yorumlar.

Giriş

Sıvı-elektrolit ve asit-baz dengesi, yaşamın devamı için tartışmasız en kritik biyolojik zorunlulardan biridir. Memeli vücudunda her saniye meydana gelen trilyonlarca reaksiyon, hücrelerin hayatta kalması, enzimlerin doğru şekillerde çalışmasına ve sinir sisteminin elektriksel sinyalleri iletebilmesine doğrudan bu sisteme bağlıdır. Bu denge çok dar aralıklarda tutulmak zorundadır, çünkü kan pH'ı 7.35-7.45 aralığının çok az dışına çıktığında enzimlerin ve diğer proteinlerin üç boyutlu yapısı bozulur, metabolik faaliyetler ve enerji üretimi yavaşlar. Bu süreç asidozda komaya, alkalozda ise ölümcül kasılmalara yol açar. Benzer şekilde, sodyum, potasyum ve kalsiyum gibi elektrolitlerin hassas dengesi, suyun

¹ Prof. Dr., Dicle Üniversitesi Veteriner Fakültesi, Veterinerlik Biyokimyası AD, beyokus@dicle.edu.tr, ORCID iD: 0000-0003-4585-3712

² Uzm. Dr., Diyarbakır Gazi Yaşargil Eğitim ve Araştırma Hastanesi, enas@hotmail.com, ORCID iD: xxxxxxxxxx

KAYNAKLAR

- Alp M, Kocabağlı N. Yarış atlarında asit-baz dengesi ve elektrolitler. *Uludağ Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*. 2003; 22:137-142.
- Altınışık M. Asit-baz dengesi. 01.12.2025 <https://www.mustafaaltinisik.org.uk/89-1-21.pdf> adresinden ulaşılmıştır.
- Carlson GP. Hematology and body fluids in the equine athlete: A review. *Equine Veterinary Journal*. 1987;19(Suppl. 6):293-301.
- Constable PD. Fluid and electrolyte therapy in ruminants. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*. 2003;19(3):557-597.
- Ganong WF. *Review of medical physiology*. 26th ed. McGraw-Hill Education; 2018.
- Guyton AC, Hall JE. *Textbook of Medical Physiology*. 14th ed. Elsevier; 2021.
- Jenkinson DM, Elder HY, Bovell DL. Equine sweating and anhidrosis. Part 1: Equine sweating. *Veterinary Dermatology*. 2006;17(5):361-392.
- Katz AM. *Physiology of the heart*. 5th ed. Lippincott Williams & Wilkins; 2015.
- Kraut JA, Madias NE. Metabolic acidosis: Pathophysiology and management. *Nature Reviews Nephrology*. 2010;6(5):274-285. doi:10.1038/nrneph.2010.33
- Lindinger ML, et al. Effects of intense exercise on plasma volume and ion regulation in trotters. *American Journal of Physiology - Regulatory, Integrative and Comparative Physiology*. 1995;268(6):R1418-R1425.
- Lowe CR, Crispin SM. Normal equine tear pH as measured with pH paper (Abstract). *Veterinary Ophthalmology*. 2003;6:348.
- Marlin D, Nankervis K. *Equine exercise physiology*. Blackwell Science; 2002.
- McCutcheon LJ, Geor RJ. Sweating: Fluid and ion losses and replacement. *Veterinary Clinics of North America: Equine Practice* 1998;14(1):75-95.
- McDonald RE, Fleming RI, Beeley JG, et al. Latherin: A surfactant protein of horse sweat and saliva. *PLOS ONE*. 2009;4(5):e5726. doi:10.1371/journal.pone.0005726
- McKeever KH. Effect of exercise on renal function in the horse. *Equine Veterinary Journal* 1998;30(Suppl. 30):43-47.
- McKeever KH, Hinchcliff KW, Reed SM, Robertson JT. Role of decreased plasma volume in alterations of fluid and electrolyte balance during exercise in horses. *American Journal of Veterinary Research* 1991;52(3):477-481.
- Palmer BF, Alpern RJ. *Electrolyte and acid-base disorders*. Wolters Kluwer; 2019.
- Schott HC, Bayly WM, Reed SM. Sodium and potassium balance in horses during 72 hours of water deprivation. *American Journal of Veterinary Research* 1993;54(7):1046-1052.
- Schott HC, Hinchcliff KW. Fluids, electrolytes, and acid-base physiology. In: *Equine sports medicine and surgery*. Saunders; 1998.
- Tortora GJ, Derrickson BH. *Principles of anatomy and physiology*. 16th ed. Wiley; 2021.
- Widmaier EP, Raff H, Strang KT. *Vander's human physiology*. 15th ed. McGraw-Hill Education; 2019.
- OpenAI. ChatGPT [Large language model].: <https://chat.openai.com/>

*Sinan KANDIR¹***ÖĞRENME AMAÇLARI**

- Sinir sisteminin yapısal ve fonksiyonel organizasyonunu tanımlar.
- Aksiyon potansiyeli ve sinaptik iletim mekanizmalarını açıklar.
- Başlıca nörotransmitterlerin işlevlerini ve atlarda klinik önemini ayırt eder.
- Merkezi ve periferik sinir sisteminin anatomik bölümlerini işlevleriyle karşılaştırır.
- Motor kontrol hiyerarşisini ve refleks arkının klinik önemini örneklendirir.
- Atlara özgü nörolojik sendromları temel fizyoloji bilgisiyle ilişkilendirir.

Giriş

Atlar sosyal, öğrenmeye yatkın ve “savaş ya da kaç” yanıtı verebilen atletik hayvanlardır. Sinir sistemi, lokomotor performanstan postural dengeye, duyuşsal algıdan otonom regülasyona ve davranışsal adaptasyona kadar atın tüm yaşamsal fonksiyonlarını endokrin sistemle birlikte koordine etmektedir.

Sinir sisteminin temel fonksiyonları, duyuşsal algılama, entegrasyon ve motor yanıt olmak üzere üç aşamada gerçekleşmektedir. Bu süreçler atın çevreyle etkileşimini ve performansını doğrudan belirlemektedir.

Dışarıdan gelen uyarılar reseptörler tarafından algılanmakta merkezi sinir sistemine iletilerek anlamlandırılmakta ve periferik sinir sistemi aracılığıyla da kaslar ile bezlere iletilerek uygun yanıtlar oluşturulmaktadır. Atlarda

¹ Dr. Öğr. Üyesi, Çukurova Üniversitesi Ceyhan Veteriner Fakültesi, Fizyoloji AD, sinankandir@cu.edu.tr, ORCID iD: 0000-0002-8404-7994

KAYNAKLAR

- Arfuso F, Giannetto C, Giudice E ve ark. Peripheral Modulators of the Central Fatigue Development and Their Relationship with Athletic Performance in Jumper Horses. *Animals*. 2021;11(3):743. doi: 10.3390/ani11030743
- Borges R, García AG. One hundred years from Otto Loewi experiment, a dream that revolutionized our view of neurotransmission. *Pflügers Archiv: European Journal of Physiology*. 2021;473(6):977–981. doi: 10.1007/s00424-021-02580-9
- Bosch K, Zsoldos RR, Hartig A ve ark. Motion Coupling at the Cervical Vertebral Joints in the Horse-An Ex Vivo Study Using Bone-Anchored Markers. *Animals*. 2025;15(15):2259. doi: 10.3390/ani15152259
- Bota M, Swanson LW. The neuron classification problem. *Brain Research Reviews*. 2007;56(1):79–88. doi: 10.1016/j.brainresrev.2007.05.005
- Davies Z, Pilliner S. *Equine Science*. 3. Baskı. Wiley-Blackwell; 2018.
- de Lahunta A, Glass EN, Kent M. De Lahunta's Veterinary Neuroanatomy and Clinical Neurology. 5. Baskı. Elsevier; 2020.
- Dent EW, Merriam EB, Hu X. The dynamic cytoskeleton: backbone of dendritic spine plasticity. *Current Opinion in Neurobiology*. 2011;21(1):175–181. doi: 10.1016/j.conb.2010.08.013
- Draper ACE, Piercy RJ. Pathological classification of equine recurrent laryngeal neuropathy. *Journal of Veterinary Internal Medicine*. 2018;32(4):1397–1409. doi: 10.1111/jvim.15142
- Erlanger J, Gasser HS. The comparative physiological characteristics of nerve fibers. *Electrical Signs of Nervous Activity içinde*. Philadelphia: University of Pennsylvania Press; 1937. p.34–78.
- Fields RD. A new mechanism of nervous system plasticity: Activity-dependent myelination. *Nature Reviews Neuroscience*. 2015;16(12):756–767. doi: 10.1038/nrn4023
- Furr M, Reed S (Eds.). *Equine Neurology*. 2. Baskı. Wiley-Blackwell; 2015.
- Google. Gemini (Gemini 3 Flash Image) [Yapay zekâ destekli görsel üretim aracı]. 2026. Erişim adresi: <https://gemini.google.com>
- Hinchcliff KW, Kaneps AJ, Geor RJ (Eds.). *Equine Exercise Physiology: The Science of Exercise in the Athletic Horse*. Saunders/Elsevier; 2008.
- Hürkey S, Niemeyer N, Schleimer JH ve ark. Gap junctions desynchronize a neural circuit to stabilize insect flight. *Nature*. 2023;618(7963):118–125. doi: 10.1038/s41586-023-06099-0
- Journée HL, Journée SL. Transcranial Magnetic Stimulation and Transcranial Electrical Stimulation in Horses. *The Veterinary Clinics of North America: Equine Practice*. 2022;38(2):189–211. doi: 10.1016/j.cveq.2022.04.002
- Klein BG (Ed.). *Cunningham's Textbook of Veterinary Physiology*. 6. Baskı. Elsevier; 2019.
- Lorenz MD, Coates JR, Kent M. *Handbook of Veterinary Neurology*. 5. Baskı. Saunders/Elsevier; 2011.
- Manso-Díaz G. Advanced Imaging of the Cranium and the Cervical Spine for Equine Neurologic Disease. *The Veterinary Clinics of North America: Equine Practice*. 2026;42(1):31–46. doi: 10.1016/j.cveq.2025.12.011
- Masland RH. Neuronal cell types. *Current Biology*. 2004;14(13):R497–R500. doi: 10.1016/j.cub.2004.06.035
- Mayhew IGJ, MacKay RJ. *Large Animal Neurology*. 3. Baskı. Wiley-Blackwell; 2022.
- Meier C, Dermietzel R. Electrical synapses-gap junctions in the brain. *Results and Problems in Cell Differentiation*. 2006;43:99–128. doi: 10.1007/400_013
- Noyan A. Yaşamda ve Hekimlikte Fizyoloji. Ankara: Medisan Yayınevi; 2004.
- Reed SM, Furr M, Howe DK ve ark. Equine Protozoal Myeloencephalitis: An Updated Consensus Statement with a Focus on Parasite Biology, Diagnosis, Treatment, and Prevention. *Journal of Veterinary Internal Medicine*. 2016;30(2):491–502. doi: 10.1111/jvim.13834

- Rizo J. Mechanism of neurotransmitter release coming into focus. *Protein Science*. 2018;27(8):1364–1391. doi: 10.1002/pro.3445
- Saez JC, Berthoud VM, Branes MC ve ark. Plasma membrane channels formed by connexins: their regulation and functions. *Physiological Reviews*. 2003;83(4):1359–1400. doi: 10.1152/physrev.00007.2003
- Schmidt MJ, Knemeyer C, Heinsen H. Neuroanatomy of the equine brain as revealed by high-field (3Tesla) magnetic-resonance-imaging. *PLOS ONE*. 2019;14(4):e0213814. doi: 10.1371/journal.pone.0213814
- Young KAS, Hepworth-Warren KL, Dembek KA. Comparison of Fluid Analysis and Cytologic Findings of Cerebrospinal Fluid Between Three Collection Sites in Adult Equids With Neurological Disease. *Frontiers in Veterinary Science*. 2022;9:821815. doi: 10.3389/fvets.2022.821815

*Sibel DANIŞAN¹***ÖĞRENME AMAÇLARI**

- Atların av hayvanı olarak evrimleşmesinin duyu sistemlerinin fizyolojisi ve davranış repertuarına etkisini açıklar.
- Atlarda başlıca reseptör tiplerini (foto-, mekano-, kemo-, nosiseptörler) ve ilgili duyularla ilişkisini eşleştirir.
- Atlarda duyuların işlevsel/evrimsel öncelik sırasını gerekçeleriyle değerlendirir.
- Öncelikle antrenörlerin ve diğer meslek profesyonellerinin duyu sistem bilgisini neden doğru kullanması gerektiğini; stres eşiği, aşırı duyu yüklenme, yanlış etiketleme (örn. İtaatsizlik, şımarıklık vb.) kavramlarıyla açıklar.
- Atların görme sistemini temel anatomik unsurlarıyla tanımlar ve eğitimdeki önemini tartışır.
- Atlarda monoküler/bioküler görüş ve kör bölgenin konumunu, pratik güvenlik ve eğitim açısından yorumlar.
- Atlarda renk görmenin genel özelliklerini açıklar.
- Atlarda işitme sisteminin temel anatomisini ve yönlü duyma mekanizmasını özetler.
- Koku alma sisteminin ana bileşenlerini ve vomeronazal organ-flehmen reaksiyonu ilişkisini açıklar.
- Tat alma duyusunun yem seçimi, toksinden kaçınma ve su tüketimi düzenlemesindeki rolünü örnekler.
- Somatosensör sistemde bölgesel dokunma duyarlılığını, sosyal davranış (karşılıklı tımar) ve refah/etik uygulamalarla ilişkilendirir.

¹ Öğr. Gör Dr., Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Mahmutiye Atçılık Meslek Yüksekokulu, Atçılık ve Antrenörlüğü Programı, sibellsenturk@gmail.com, ORCID iD: 0000-0002-3748-9992

KAYNAKLAR

- Blake H. *Thinking with Horses*. London: Souvenir Press; 1977.
- Draaisma R. *Scentwork for Horses*. Boca Raton, FL: CRC Press; 2021. s. 170–184.
- Duke-Elder S (ed.). *System of Ophthalmology*. Vol. I: *The Eye in Evolution*. London: H. Kimpton; 1958.
- Feh C, de Mazieres J. Grooming at a preferred site reduces heart rate in horses. *Animal Behaviour*. 1993;46(6): 1191–1194. doi: 10.1006/anbe.1993.1309
- Fraser AF. *The Behaviour of the Horse*. Wallingford, UK: CAB International; 1992. p. 175–178.
- Friest JD, McCullough JD. Behaviour patterns and communication in feral horses. *Zeitschrift für Tierpsychologie*. 1976;41: 337–371. doi: 10.1111/j.1439-0310.1976.tb00947
- Gelatt KN (ed.). *Veterinary Ophthalmology*. 6th ed. Hoboken, NJ: Wiley-Blackwell; 2021.
- Harman AM, Moore S, Hoskins R, ve ark. Horse vision and an explanation for the visual behaviour originally explained by the “ramp retina”. *Equine Veterinary Journal*. 1999;31: 384–390. doi: 10.1111/j.2042-3306.1999.tb03837.x.
- Haupt KA, Wolski T. *Domestic Animal Behavior for Veterinarians and Animal Scientists*. Ames: Iowa State University Press; 1982.
- Haupt KA. *Domestic Animal Behavior for Veterinarians and Animal Scientists*. 6th ed. Ames, IA: Wiley-Blackwell; 2018.
- Hughes JP. The topography of vision in mammals of contrasting life style: comparative optics and retinal organization. In: Autrum H (ed.). *Handbook of Sensory Physiology*. Vol. 7/5: *The Visual System in Vertebrates*. New York: Springer-Verlag; 1977. s. 613–756.
- Jenkins P, McEwen DP, Martens JR, et al.. Olfactory cilia: linking sensory cilia function and human disease. *Chemical Senses*. 2009;34(5): 451–464. doi: 10.1093/chemse/bjp020.
- Kensaku M, Touhara K, Niimura Y, et al.. *The Olfactory System: From Odor Molecules to Motivational Behaviours*. Tokyo: Springer; 2014.
- Kiley-Worthington M. *The Behaviour of Horses in Relation to Management and Training*. London: J.A. Allen; 1987.
- Knill LM, Eagleton RD, Harver E. Physical optics of the equine eye. *American Journal of Veterinary Research*. 1977;38(6): 735–737.
- Leblanc MA. *The Mind of the Horse: An Introduction to Equine Cognition*. Paris: Editions Belin; 2013.
- McGreevy P. *Equine Behaviour: A Guide for Veterinarians and Equine Scientists*. Oxford: Butterworth-Heinemann; 2004. p. 51–52.
- McDonnell SM. *The Equid Ethogram: A Practical Field Guide to Horse Behavior*. Lexington, KY: Eclipse Press; 2003.
- Merriam-Webster. Olfactory cortex. (03.03. 2026 tarihinde <https://www.merriam-webster.com/medical/olfactory%20cortex> adresinden ulaşılmıştır).
- Mills DS, McDonnell SM. *The Domestic Horse: The Origins, Development and Management of its Behaviour*. Cambridge, UK: Cambridge University Press; 2005.
- Ofri R, Ekesten B. Optics and Physiology of vision. In: Gelatt KN (ed.). *Veterinary Ophthalmology*. 6th ed. Vol.1 Hoboken , NJ: Wiley-Blackwell; 2021. s. 168–224.
- Purves D, Augustine GJ, Fitzpatrick D, et al. *Neuroscience*. 5th ed. New York: Oxford University Press; 2012.
- Roberts SM. Equine vision and optics. *Veterinary Clinics of North America: Equine Practice*. 1992;8(3): 451–457. doi: 10.1016/S0749-0739(17)30435-2
- Roth LSV, McGreevy P. Horse vision through two lenses: Tinbergen’s Four Questions and the Five Domains. *Frontiers in Veterinary Science*. 2025; 12:1647911. doi: 10.3389/fvets.2025.1647911
- Smith S, Goldman L. Color discrimination in horses. *Applied Animal Behaviour Science*. 62:13–25. doi:10.1016/S0168-1591(98)00206-8
- Soemmering DW. A comment on the horizontal sections of eyes in man and animals. In: Anderson SR, Munk O (eds.). *Comparative Anatomy of the Eye*. Copenhagen: Bogtrykkeriet Forum; 1971.

- Swenson MJ, Reece WO (eds.). *Dukes' Physiology of Domestic Animals*. 11th ed. Ithaca, NY: Cornell University Press; 1993.
- Talukdar AH, Calhoun ML, Stinson AW. Microscopic anatomy of the skin of the horse. *American Journal of Veterinary Research*. 1972;33: 1751–1754.
- Timney B, Macuda T. Vision and hearing in horses. *Journal of the American Veterinary Medical Association*. 2001;218(10): 1567–1574. doi: 10.2460/javma.2001.218.1567.
- Mills DS, Nankervis KK. *Equine Behaviour: Principles and Practice*. Wiley-Blackwell;2013. ISBN:978-1-118-70806-4.
- Vallecien B. Comparative anatomy and physiology of the auditory organ in vertebrates. In: Russel RG (ed.). *Acoustic Behaviour of Animals*. Amsterdam: Elsevier; 1963. s. 522–556.
- Van Niekerk HP. Ethological studies within the man-horse relationship. *Journal of the South African Veterinary Association*. 1980;51(4): 237–238.
- Waring G. *Horse Behavior* (2nd edition). Willian Anrew publishing.2002.
- Wilson DA. Olfactory cortex. *Encyclopedia of Neuroscience*. 2009.
- Zeitler-Feicht M. *Horse Behaviour Explained: Origins, Treatment and Prevention of Problems*. CRC Press. 2003. ISBN:9781840760378.
- How horses hear: understanding equine auditory abilities & common ear problems. (02.02.2026 tarihinde <https://dressagetoday.com/lifestyle/how-horses-hear-understanding-equine-auditory-abilities-common-ear-problems/> adresinden ulaşılmıştır.).
- 10 facts about horses' hearing. (02.02. 2026 tarihinde <https://www.fei.org/stories/lifestyle/health-fitness/10-facts-horses-hearing> adresinden ulaşılmıştır).(Erişim tarihi: 02.02. 2026 tarihinde <https://www.msdvetmanual.com/horse-owners/ear-disorders-of-horses/ear-structure-and-function-in-horses> adresinden ulaşılmıştır).

*Berjan DEMİRTAŞ¹***ÖĞRENME AMAÇLARI**

- Atlarda kas dokusu tiplerini ve aralarındaki temel farkları açıklar.
- İskelet kas dokusunun yapısını ve hareketin oluşma mekanizmasını kavrar.
- İskelet kas lifi organellerini açıklar.
- Miyofibril, miyozin ve aktin filamentlerinin kasılmadaki önemini kavrar.
- İskelet kasının sinirsel yolla uyarılmasını açıklar.
- Motor ünite hakkında bilgi sahibi olur.
- İskelet kasında sinir-kas kavşağında (nöromüsküler kavşak) gerçekleşen mekanizmaları kavrar.
- İskelet kas lifinde kasılma ve gevşeme mekanizmasını açıklar.
- İskelet kasında kasılma tiplerini açıklar.
- İskelet kası enerji metabolizmasını açıklar.
- İskelet kas lif tipleri hakkında bilgi sahibi olur.
- İskelet kasında lif tiplerinin devreye girmesini ve kas yorgunluğunu açıklar.

Giriş

Atların hem hareket edebilmesi hem de yaşam için gerekli fizyolojik işlevleri sürdürebilmesi kas dokusu sayesinde gerçekleşir. Kas dokusu, miyosit olarak adlandırılan özelleşmiş kas hücrelerinden oluşur. Bu hücreler uyarılabilme (eksitabilite), elektriksel uyarıyı iletebilme (konduktivite), kasılabilme (kontraktilite), gerilip uzayabilme (ekstansibilite) ve eski boyutuna dönebilme

¹ Prof. Dr., İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa, Veterinerlik Meslek Yüksekokulu, Atçılık ve Antrenörlüğü Programı berjan@iuc.edu.tr, ORCID iD: 0000-0002-0371-6376

KAYNAKLAR

- Atalay M, Hänninen OOP. Muscle energy metabolism. In: Hanninen OOP, Atalay M (eds.) *Encyclopedia of Life Support Systems (EOLSS): Physiology and Maintenance, Locomotion in Sedentary Societies*. Oxford: EOLSS; 2009. p. 26–46.
- Barrett KE, Barman SM, Boitano S, et al. Bölüm 5: Uyarılabilir Doku: Kas. (İşoğlu Alkaç Ü, Ermutlu MN, Çev. Ed.) *Ganong'un Tıbbi Fizyolojisi* içinde. İstanbul: Nobel Tıp Kitabevleri; 2019. p.99–119.
- Betts JG, Young KA, Wise JA, Johnson E, Poe B, Kruse DH, Korol O, Johnson JE, Womble M, DeSaix P. Skeletal Muscle. In: *Anatomy and Physiology 2e*. Houston (TX): OpenStax; 2022. (31/10/2025 tarihinde <https://openstax.org/books/anatomy-and-physiology-2e/pages/10-2-skeletal-muscle> adresinden ulaşılmıştır). Lisans CC. BY.4.0
- Biga L, Bronson S, Dawson S, et al. Skeletal muscle. In: *Anatomy & Physiology 2e*. Corvallis (OR): Oregon State University; 2025. (30/10/2025 tarihinde <https://open.oregonstate.edu/education/anatomy2e/chapter/skeletal-muscle/> adresinden ulaşılmıştır).
- Clark MA, Douglas M, Choi J. Muscle contraction and Locomotion. In: **Biology 2e**. Houston (TX): OpenStax; 2018. (28/12/2025 tarihinde <https://openstax.org/books/biology-2e/pages/38-4-muscle-contraction-and-locomotion> adresinden ulaşılmıştır). Lisans CC. BY.4.0
- Demirtaş B. Atlarda antrenman yoluyla iskelet kasında kondisyon geliştirme. *At Dünyası*. 2016;(50):46-47.
- Demirtaş B. Atlarda iskelet kas lif tiplerinin sportif performansa etkisi. *Türkiye Klinikleri Journal of Veterinary Sciences*. 2015a;6(2):54–9. doi:10.5336/vetsci.2016-50140
- Demirtaş B, Yaramış ÇP, Atmaca M. Exerciseinduced physiological fatigue in horses. *Türkiye Klinikleri Journal of Veterinary Sciences*. 2015b;6(2):60-66. doi:10.5336/vetsci.2016-51263
- Demirtaş B Exercise Metabolism of Equine Skeletal Muscle, In: *World Equine Veterinary Association Intermediate Equine Congress*, 19-21 September 2014, İstanbul, Turkey, (p. 104).
- Dickson E. Understanding Equine Muscle Fiber Types, 2024. (09/12/2025 tarihinde <https://equicoreconcepts.com/understanding-equine-muscle-fiber-types/> adresinden ulaşılmıştır).
- Douglas College Biology Department. Muscle Anatomy and Movement. In: *Douglas College Human Anatomy and Physiology*. 2nd ed. 2019. p. 333-371. (29/09/2025 tarihinde <https://pressbooks.bccampus.ca/dcbiol110311092nded/chapter/unit-15-muscle-anatomy-and-movement/> adresinden ulaşılmıştır).
- Gölgeli A, Yazgan Özdiraz K. Uyarılabilir doku: Kas. (Gölgeli A, Kanan DD, ed.). *Sağlık Bilimleri ve Yüksekokullar için İnsan Fizyolojisi* içinde. Ankara: Akademisyen Kitabevi; 2023. p.79-103.
- Hargreaves M, Spriet LL. Skeletal muscle energy metabolism during exercise. *Nature Metabolism*. 2020;2(9):817– 828. doi:10.1038/s42255-020-0251-4
- Köylü H. Kas. *Sağlık bilimleri için Temel Fizyoloji* içinde. 1. baskı. İstanbul: İstanbul Tıp Kitapevleri; 2017. p.87-104.
- Marlin D, Nankervis K. Chapter 2: Energetics of exercise; Chapter 3: Muscles. In: *Equine Exercise Physiology*. 1st ed. U.K.: Blackwell; 2003. p.7-34.
- Molnar C, Gair J. Muscle contraction and locomotion. In: *Concepts of Biology – 1st Canadian Edition*. 2015. (09/12/2025 tarihinde <https://opentextbc.ca/biology/chapter/19-4-muscle-contraction-and-locomotion/> adresinden ulaşılmıştır).
- Oke S. Understanding the equine muscular system 2024. (30/10/2025 tarihinde <https://thehorse.com/193585/understanding-the-equine-muscular-system/> adresinden ulaşılmıştır).
- Özdemir E. Bölüm 3:Uyarılabilir Dokular. (Prof. Dr. Berrak Ç Yeğen ed.) *Yüksekokullar için Fizyoloji* içinde. 4. Baskı. İstanbul:Yüce Yayın;2017.p.28-70
- Preston RR, Wilson TH. İskelet kası. (İşoğlu Alkaç Ü Çev. Ed.) *Lippincott Görsel Anlatımlı Çalışma Kitapları: Fizyoloji* içinde. Yardımcı çeviri editörleri: Ermutlu MN, Yılmaz B. İstanbul: Nobel Tıp Kitabevleri; 2022. p.137-148.

- Shutterstock. Görsel ID: :611347268; Görsel ID: 2116265528. (Yayınevi tarafından sağlanan Shutterstock lisansı ile kullanılmaktadır).
- Valberg SJ, Iglewski H, Henry ML, et al. Skeletal muscle fiber type composition and citrate synthase activity in fit and unfit Warmbloods and Quarter horses. *Journal of Equine Veterinary Science*. 2022;118:104123.
- Valberg SJ. Muscle anatomy, physiology and adaptations to exercise and training. In: Hodgson DR, McKeever KH, McGowan CM, (eds) *The Athletic Horse: Principles and Practice of Equine Sports Medicine*. 2nd ed. China:Elsevier; 2014. p.174-201.
- Vidal Moreno de Vega C, de Meeüs d'Argenteuil C, Boshuizen B, De Mare L, Gansemans Y, Van Nieuwerburgh F, Deforce D, Goethals K, De Spiegelaere W, Leybaert L, Verdegaal ELJMM, Delesalle C. Baseline physiological parameters in three muscles across three equine breeds: What can we learn from the horse? *Frontiers in Physiology*. 2024;15:1291151. doi: 10.3389/fphys.2024.1291151 Lisans CC BY 4.0
- Wan JJ, Qin Z, Wang PY, et al. Muscle fatigue: general understanding and treatment. *Experimental & Molecular Medicine*. 2017;49(10):e384. doi:10.1038/emm.2017.194

Emre GÜR¹

ÖĞRENME AMAÇLARI

- Dolaşım sisteminin temel görevlerini (gaz taşınması, besin iletimi, atık uzaklaştırma, termoregülasyon ve savunma) açıkla.
- At vücudunda toplam kan hacmini ve kanın ağırlıkla ilişkisini tanımla.
- Kanın plazma ve hücrel bileşenlerini ayırt eder ve plazmanın temel maddelerini sırala.
- Plazma proteinlerinin (albumin, globulin, fibrinojen) sentez yerlerini ve fizyolojik rollerini açıkla.
- Serum ve plazma arasındaki farkı ve laboratuvar tüplerinin kullanım amaçlarını tanımla.
- Eritrositlerin yapısal özelliklerini ve hemoglobinin oksijen-karbondioksit taşınmasındaki rolünü açıkla.
- Eritropoez sürecini, eritropoietinin rolünü ve eritrositlerin yıkım-geri dönüşüm mekanizmalarını tanımla.
- Dalak fonksiyonunu ve splenik kontraksiyonun hematokrit ile oksijen taşıma kapasitesi üzerindeki etkisini açıkla.
- Lökosit tiplerini (granülositler ve agranülositler) sınıflandırır ve temel görevlerini tanımla.
- Trombositlerin kökenini, hemostazdaki rollerini ve pıhtılaşma sürecinin temel basamaklarını açıkla.
- Kalbin anatomik yapısını, kalp kapakçıklarını ve kalbin uyarı-iletim sistemini tanımla.
- Pulmoner ve sistemik dolaşımı ve bu döngülerde gerçekleşen gaz değişimini açıkla.
- Dinlenme ve egzersiz sırasında kalp frekansı değişimlerini ve kalp seslerinin fizyolojik temelini yorumla.
- Arter ve venlerin yapısal ve fonksiyonel özelliklerini karşılaştır.
- Kapiller düzeyde madde alışverişini ve venöz dönüş mekanizmalarını açıkla.
- Lenfatik sistemin sıvı dengesi, yağ emilimi ve bağışıklık fonksiyonlarındaki rolünü tanımla.

¹ Dr. Öğr. Üyesi, Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Milas Veteriner Fakültesi, Fizyoloji AD. emregur@mu.edu.tr, ORCID iD: 0000-0002-8690-817X

KAYNAKLAR

- Adams, O. R. (2011). *Adams and Stashak's lameness in horses*. Wiley-Blackwell.
- Bailly-Chouriberry, L., Cormant, F., Garcia, P., Lönnberg, M., Szwandt, S., Bondesson, U., Popot, M., & Bonnaire, Y. (2012). A New Analytical Method Based on Anti-Epo Monolith Column and LC-FAIMS-MS/MS for the Detection of rHuEPOs in Horse Plasma and Urine Samples. *The Analyst*, 137(10), 2445. <https://doi.org/10.1039/c2an15662h>
- Carlsten, J. (1987). Two-dimensional, Real-time Echocardiography in the Horse. *Veterinary Radiology*, 28(3), 76–87. <https://doi.org/10.1111/j.1740-8261.1987.tb01730.x>
- Cavalcanti, R. T. C., Teixeira, P. A. C., Levy, R. S., Pereira, H. M. G., & Neto, F. R. de A. (2019). Detection of ESAs in Equine Urine and Blood by SAR-PAGE. *Drug Testing and Analysis*, 11(6), 772–781. <https://doi.org/10.1002/dta.2569>
- Danielsen, K., Lawrence, L. M., Siciliano, P., POWELL, D., & Thompson, K. (1995). Effect of diet on weight and plasma variables in endurance exercised horses. *Equine Veterinary Journal*, 27(S18), 372–377.
- Demirtaş, B. (2018). Breed and Gender-related differences in Some Hematological Parameters of 3-Year-Old Horses in Flat Racing in Turkey. *Eurasian Journal of Veterinary Sciences*, 34(1), 7–12. <https://doi.org/10.15312/eurasianjvetsci.2018.173>.
- Giraldo, C. E., López, C., Álvarez, M. E., Samudio, I. J., Prades, M., & Carmona, J. U. (2013). Effects of the breed, sex and age on cellular content and growth factor release from equine pure-platelet rich plasma and pure-platelet rich gel. *BMC Veterinary Research*, 9(1), 29.
- Hall, J. E., & Hall, M. E. (2020). *Guyton and Hall Textbook of Medical Physiology E-Book: Guyton and Hall Textbook of Medical Physiology E-Book*. Elsevier Health Sciences.
- Hinchcliff, K. W., Kaneps, A. J., & Geor, R. J. (2008). *Equine exercise physiology: the science of exercise in the athletic horse*. Elsevier Health Sciences.
- Klein, T. B. G. (2012). *Cunningham's Textbook of Veterinary Physiology-E-Book: Cunningham's Textbook of Veterinary Physiology-E-Book*. Elsevier Health Sciences.
- Luethy, D., Owens, S. D., Stefanovski, D., Nolen-Walston, R., & Giger, U. (2016). Comparison of Tube, Gel, and Immunochromatographic Strip Methods for Evaluation of Blood Transfusion Compatibility in Horses. *Journal of Veterinary Internal Medicine*, 30(6), 1864–1871. <https://doi.org/10.1111/jvim.14604>
- McKeever, K. H., Gordon, M. E., Hinchcliff, K. W., Kaneps, A., & Geor, R. (2008). *Equine Exercise Physiology*.
- McKeever, K. H., Malinowski, K., Fenger, C., Duer, W. C., & Maylin, G. A. (2020). Evaluation of Cobalt as a Performance Enhancing Drug (PED) in Racehorses. *Comparative Exercise Physiology*, 16(4), 243–252. <https://doi.org/10.3920/cep200001>
- Reece, W. O., Erickson, H. H., Goff, J. P., & Uemura, E. E. (2015). *Dukes' physiology of domestic animals*. John Wiley & Sons.
- Schaefer, E. A., Edman, J., & Magdesian, K. G. (2024). Comparison of hematologic variables among Warmbloods, Thoroughbreds, and Western stock horse breeds. *Veterinary Clinical Pathology*, 53(2), 179–185. <https://doi.org/10.1111/vcp.13343>
- Sutton, D. G. M., & Sellon, D. C. (2013). Chapter 10 - Haematopoietic and immune systems. In T. S. Mair, S. Love, J. Schumacher, R. K. W. Smith, & G. Frazer (Eds.), *Equine Medicine, Surgery and Reproduction* (Second Edition) (pp. 195–210). W.B. Saunders. <https://doi.org/10.1016/B978-0-7020-2801-4.00010-9>
- Ziska, S. M., Schumacher, J., Duran, S. H., & Brock, K. V. (2012). Effects of Serial Harvest of Plasma on Total Plasma Protein and Total Immunoglobulin G Concentrations in Donor Horses Involved in a Plasmapheresis Program. *American Journal of Veterinary Research*, 73(6), 770–774. <https://doi.org/10.2460/ajvr.73.6.770>

*Metin ÇENESİZ¹***ÖĞRENME AMAÇLARI**

- Solunum sistemini oluşturan yapıları açıkla.
- Soluk alma-vermenin fiziksel temelini kavra.
- Solunum tipleri ve solunumun düzenlenmesini hakkında bilgi sahibi ol.
- Solunum gazların kanda taşınmasını açıkla.

Tüm canlılarda olduğu gibi atlar da metabolik faaliyetlerini sürdürebilmek için oksijene ihtiyaç duyarlar. Solunum sistemi hem ihtiyaç duydukları oksijenin sağlanması hem de metabolik olaylar sonucu açığa çıkan karbondioksitin atılmasında görevlidir. Bu görevin yerine getirilmesinde akciğerler, solunum yolları, interkostal kaslar ve diyafram rol oynar. Akciğerler ve solunum yollarının büyük bir kısmı göğüs boşluğu içerisinde bulunurlar. Göğüs boşluğunun alt kısmında karın boşluğu ile ayrılmasını sağlayan diyafram vardır. Solunum merkezi sinir sistemi tarafından düzenlenir. Ancak bu düzenleme vücudun farklı yerlerinde bulunan kimyasal reseptörlerin merkeze ilettiği sinyaller sayesinde gerçekleşir.

Solunum Yolları

Atlarda solunum yolları burun delikleri (nares), burun boşluğu (cavum nasi), gırtlak kesesi (guttural pouch), yutak (farinks), gırtlak (larinks), soluk borusu (trake), ardından akciğerleri oluşturan bronşlar, bronşoller ve alveollerden oluşur.

¹ Prof. Dr., Ondokuz Mayıs Üniversitesi Veteriner Fakültesi, Veterinerlik Fizyolojisi AD, mcenesiz@omu.edu.tr, ORCID iD: 0000-0003-2494-1959

KAYNAKLAR

- Cheetham J, Holcombe SJ, Ducharme NG. Upper airway function of normal horses during exercise. In: Hinchcliff KW, Kaneps AJ, Geor RJ (eds.) *Equine sports medicine and surgery*. 2nd ed. London: Saunders; 2014. p. 529-547.
- Franklin SH, Van Erck-Westergreen E, Bayly M. Respiratory responses to exercise in the horse. *Equine Veterinary Journal*. 2012; 44(6): 726-732. doi: 10.1111/j.2042-3306.2012.00666.x
- Greene HM, Hurson MJ, Wickler SJ. Haematological and respiratory gas changes in horses and mules exercised at altitude (3800 m). *Equine Veterinary Journal*. 2006; 36(S36): 551-556. doi: 10.1111/j.2042-3306.2006.tb05603.x
- Kozłowska N, Wierzbicka M, Jasinski T, et al., Advances in the diagnosis of equine respiratory diseases: A review of novel imaging and functional techniques. *Animal*. 2022; 12(3): 381. doi: 10.3390/ani12030381
- Lafortuna CL, Saibene F, Albertini M, et al., The regulation of respiratory resistance in exercising horses. *European journal of applied physiology*. 2003; 90: 396-404. doi: 10.1007/s00421-003-0925-0
- Mazan M. Equine exercise physiology-challenges to the respiratory system. *Animal Frontiers*. 2022; 12(3): 15-24. doi: 10.1093/af/vfac035
- Padilla DJ, McDonough P, Kindig CA, et al., Ventilatory dynamics and control of blood gases after maximal exercise in the thoroughbred horse. *Journal of Applied Physiology*. 2004; 96(6): 2187-2193. doi: 10.1152/jappphysiol.00998.2003
- Park T, Hong S, Murray L, et al., Wearable smart textile band for continuous equine health monitoring. *Biosensors and bioelectronics*. 2026; 292: 118073. doi: 10.1016/j.bios.2025.118073
- Pirie RS. Recurrent airway obstruction: A review. *Equine Veterinary Journal*. 2014; 46(3): 276-288. doi: 10.1111/evj.12204

*Mehmet İRİADAM¹***ÖĞRENME AMAÇLARI**

- Atın sindirim sisteminin yapı ve fonksiyonlarını açıklar.
- Atlara verilecek yemlerin içeriği ile verilme şekillerini kavrar.
- Yem ve suların verilme sıklığının önemini kavrayarak hatalı beslenme kaynaklı oluşabilecek sindirim sistemi hastalıklarını önleme stratejilerini geliştirir.
- Atın fizyolojik dönemlerinin yanı sıra yaşı, cinsiyeti ve kullanıldığı alanlara göre beslenme şeklinin belirlenmesini ve ihtiyaç duyulan enerji gereksinimin karşılanmasını açıklar.

Sindirim Sisteminin Gelişimi

Atın evrimi, sindirim sistemi ile tükettikleri diyetleri anlamak için bir temel oluşturur. Atlar, Batı Avrasya'da evcilleştirilmeden önce Kuzey Amerika'nın ova ve bozkırlarında lifli otlar yiyerek evrimleşmiştir. Av hayvanı olarak da kullanılan atlar, günde ortalama 16 saat boyunca küçük öğünlerle beslenen bir yaşam tarzına uyum sağlamışlardır. Atlarda sindirim sistemini genel bir ifadeyle ağızda başlayıp fonksiyonlarına bağlı olarak yer yer genişleyip ve daralan, bazı salgı bezlerinin açıldığı anüsle sonlanan bir kanal olarak tanımlamak mümkündür. Diğer bir ifadeyle sindirim; alınan yemlerin sindirim kanalında emilebilecek kadar küçük parçalara ayrılarak emilmesi işlemlerinin bütünüdür. At beslenmesinde sindirim sisteminin fizyolojisi ile işlevlerine ilişkin doğru uygulamalar oldukça

¹ Prof. Dr. Hacı Bayram Veli Üniversitesi Polatlı Fen Edebiyat Fakültesi Biyoloji Bölümü Zooloji AD, Harran Üniversitesi Veteriner Fakültesi Fizyoloji AD, miriadam@harran.edu.tr mehmet.iriadam@hbv.edu.tr, ORCID iD: 0000-0002-9694-6014

KAYNAKLAR

- Bell RJW, Mogg TD, Kingston JK. *Equine gastric ulcer syndrome in adult horses: a review*. *New Zealand Veterinary Journal*. 2007;55(1):1–12. doi:10.1080/00480169.2007.36728
- Brown A. Part 2: *Equine Abdomen*. In: *Dissection Lab Guide for Ungulate Anatomy* (02 Nisan 2026 tarihinde <https://pressbooks.umn.edu/ungulateanatomyguide/chapter/part-2-equine-abdomen> adresinden ulaşılmıştır).
- Chiavaccini L, Hassel DM. Clinical features and prognostic variables in 109 horses with esophageal obstruction (1992–2009). *Journal of Veterinary Internal Medicine*. 2010;24(5):1147–52. doi:10.1111/j.1939-1676.2010.0573.x
- Geor R, Harris P, Coenen M. *Equine Applied and Clinical Nutrition*. Amsterdam: Saunders Elsevier; 2013.
- Heinzlmann A. *Liver, Pancreas, Spleen*. Veterinary University Department of Anatomy and Histology, 8th press. April 2019. (02 Nisan 2026 tarihinde <https://univet.hu/wp-content/uploads/2019/04/LIVER-PANCREAS-SPLEEN.pdf> adresinden ulaşılmıştır).
- Hygain. *The horse's digestive system*. (02 Nisan 2026 tarihinde <https://hygain.com.au/blogs/library/how-many-stomachs-does-a-horse-have> adresinden ulaşılmıştır).
- Librado P, Khan N, Fages A, et al. *The origins and spread of domestic horses from the Western Eurasian steppes*. *Nature*. 2021;598(7882):634–640. doi:10.1038/s41586021040189
- Ör T. *Genel Cerrahi Kitabı*. 1st ed. 2019;382 pp. ISBN 9786050319316.
- Satué K, Fazio E, Medica P, et al. *Biochemical and Hematological Indexes of Liver Dysfunction in Horses*. *Journal of Equine Veterinary Science*. 2023;126:104294. doi:10.1016/j.jevs.2023.104294
- Stevens CE, Hume ID. *Contributions of microbes in vertebrate gastrointestinal tract to production and conservation of nutrients*. *Physiological Reviews*. 1998;78(2):393–427. doi:10.1152/physrev.1998.78.2.393
- Stewart AS, PrattPhillips S, Gonzalez LM. *Alterations in Intestinal Permeability: The Role of the "Leaky Gut" in Health and Disease*. *Journal of Equine Veterinary Science*. 2017;52(10–22):10–22. doi:10.1016/j.jevs.2017.02.009.

*Hülya DEMİRKAPI ATIK¹***ÖĞRENME AMAÇLARI**

- Atların boşaltım sistemini oluşturan yapıları açıklar.
- At böbreğinin (sağ ve sol) kendine özgü morfolojik yapılarını, farklılıklarını tanımlar.
- Böbreklerin fonksiyonlarını açıklar.
- Nefronu ve nefronu oluşturan yapıları açıklar.
- İdrar oluşum süreçlerini kavrar.
- Klirens kavramını tanımlar.
- Vücudun asit-baz dengesinin korunmasında böbreklerin rolünü açıklar.
- Jukstaglomerüler aparat ve Renin-Anjiyotensin-Aldosteron kavramlarını açıklar.
- Böbrek havuzunda atların idrarının nasıl karakteristik özellik kazandığını kavrar.
- Üreterden mesaneye idrar iletilmesini açıklar.
- İşeme (miksiyon) fizyolojisini açıklar.
- At idrarının karakteristik özelliklerini tanımlar.

Giriş

Vücudun iç ortamının değişmez tutulması homeostazis olarak ifade edilir ve boşaltım sistemi bu dengenin korunması için çalışan önemli sistemlerden biridir. Boşaltım sisteminde (üriner sistemde) böbrekler, metabolizma sonucu oluşan

¹ Dr. Öğr. Üyesi, Afyon Kocatepe Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Fizyoloji AD, hatik@aku.edu.tr, ORCID iD: 0000-0002-9723-0413

KAYNAKLAR

- Dyce KM, Sack WO, Wensing CJG. *Textbook of Veterinary Anatomy*. 5th ed. St. Louis, Missouri: Saunders; 2017.
- Geor RJ. Acute renal failure in horses. *Veterinary Clinics of North America: Equine Practice*. 2007 Dec;23(3):577-91. doi: 10.1016/j.cveq.2007.09.004.
- Getty R, editor. *Sisson and Grossman's The Anatomy of the Domestic Animals*. 5th ed. Philadelphia, PA: WB Saunders; 1975.
- Hinchcliff KW. Fluid and electrolyte balance in endurance horses. *Veterinary Clinics of North America: Equine Practice*. 1998 Aug;14(2):331-47.
- Hinchcliff KW, Kaneps AJ, Geor RJ, editors. *Equine Sports Medicine and Surgery*. 2nd ed. St. Louis, Missouri: Saunders; 2013.
- Klein BG, *Cunningham's Textbook of Veterinary Physiology*. 6th ed. Missouri: Elsevier; 2020.
- Knottenbelt DC. *Equine Internal Medicine: Self-Assessment Color Review*. 2nd ed. Boca Raton, Florida: CRC Press; 2018.
- Reece WO, *Functional Anatomy and Physiology of Domestic Animals*. 4th ed. Ames, Iowa: Wiley-Blackwell; 2009.
- Reece WO, Erickson HH, editors. *Dukes' Physiology of Domestic Animals*. 13th ed. Ames, Iowa: Wiley-Blackwell; 2015.
- Schott HC. Chronic renal failure in horses. *Veterinary Clinics of North America: Equine Practice*. 2007 Dec;23(3):593-612. doi: 10.1016/j.cveq.2007.10.002.
- Schott HC. Examination of the urinary tract in the horse. *Veterinary Clinics of North America: Equine Practice*. 2007 Dec;23(3):563-75. doi: 10.1016/j.cveq.2007.10.001.
- Schott HC. Urinary clinical pathologic findings and glomerular filtration rate in the horse. *Veterinary Clinics of North America: Equine Practice*. 2008 Aug;24(2):387-404. doi: 10.1016/j.cveq.2008.03.003.
- Toribio RE. Essentials of equine renal and urinary tract physiology. *Veterinary Clinics of North America: Equine Practice*. 2007 Dec;23(3):533-61. doi: 10.1016/j.cveq.2007.09.006.

Nilay SEYİDOĞLU¹
Cenk AYDIN²

ÖĞRENME AMAÇLARI

- Hormonların ne olduğunu ve vücutta hangi görevleri üstlendiklerini açıklar.
- Hormonların hangi organlardan salgılandığını ve bu organların vücut dengesini (homeostazı) sağlamadaki temel rolünü açıklar.
- Atlarda önemli hormonları ve stres durumlarında bu hormonların vücut üzerindeki etkilerini kavrar.

Giriş

Atların tüm organ sistemleri, fiziksel egzersiz sırasında birlikte çalışan bir kontrol düzeni içinde görev yapar. Bu sırada çalışan kaslara enerji sağlanması, oksijenin kullanılması ve metabolik süreçlerin yürütülmesi hep bu düzenin parçasıdır. Bu bağlamda hormonal sistem (endokrin sistem), büyüme, metabolizma, üreme ve stres gibi birçok önemli görevin düzenlenmesinde rol oynar. Hormonların çeşitli bezler ve dokular tarafından üretilip gerekli fizyolojik işlevlerin yerine getirilmesini sağlaması, atın enerji dengesinin (homeostazının) korunması için büyük önem taşır.

Hormonlar, salgı bezleri tarafından üretilen, kan yoluyla taşınan ve ilgili hücre ya da organlarda görev yapan kimyasal habercilerdir. Kandaki hormon düzeyleri, organizmanın ihtiyacına göre değişir; geri bildirim mekanizmaları ile bu düzeyler

¹ Doç. Dr., Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Fizyoloji AD, nseyidoglu@nku.edu.tr, ORCID iD: 0000-0002-2817-5131

² Prof. Dr., Bursa Uludağ Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Fizyoloji Anabilim Dalı, caydin@uludag.edu.tr, ORCID iD: 0000-0002-3090-0099

KAYNAKLAR

- Banerjee A. *Clinical physiology, An examination primer*, Cambridge University press, 2005.
- Greco DS. 2022. *Introduction to Hormonal Disorders of Horses*, MSD Veterinary Manual. Last review/revision Jul 2011 | Modified Sept 2024 [Online] (08/02/2026 tarihinde <https://www.msdsvetmanual.com/horse-owners/hormonal-disorders-of-horses/introduction-to-hormonal-disorders-of-horses> adresinden ulaşılmıştır)
- González O, González E, Sánchez C, et al. Effect of exercise on erythrocyte beta-adrenergic receptors and plasma concentrations of catecholamines and thyroid hormones in Thoroughbred horses. *Equine Veterinary Journal*; 1998;30(1):72-8.
- Moore MC, Cherrington AD, Wasserman DH. Regulation of hepatic and peripheral glucose disposal. *Best Practice & Research Clinical Endocrinology & Metabolism*; 2003;17, 343–364.
- Murphy KG, Bloom SR. Gut hormones and the regulation of energy homeostasis. *Nature*; 2006;14;444(7121):854-9.
- Noyan A. *Yaşamda ve hekimlikte Fizyoloji* (181. Baskı). Ankara: Meteksan yayınevi; 2010.
- Özgünen TV. *Wander İnsan Fizyolojisi*, Çeviri, (Eric P. Widmaier- Hershel Raff-KEVİN STR), Güneş Tıp Kitabevi; 2014.
- Özmen Ö, Topsakal Ş. İnsan ve hayvanlarda diabetes mellitus. *MAE Veteriner Fakültesi dergisi*; 2016;1(1).
- Öztürk H. *Veteriner Fizyoloji*. Çeviri, (von Engelhardt W., Breves G, Diener M, Gabel G) 5. Baskı. Ankara Nobel Tıp Kitabevi; 2019.
- Peterson ME. 2022. The throid gland in animals (Professional version). MSD Veterinary Manual. Last review/revision Jul 2019 | Modified Oct 2022 [Online] (08/02/2026tarihinde <https://www.msdsvetmanual.com/endocrine-system/the-thyroid-gland/overview-of-the-thyroid-gland-in-animals> adresinden ulaşılmıştır).
- Rourke KM, Kohn CW, Levine AL, et al. Rapid calcitonin response to experimental hypercalcemia in healthy horses. *Domestic Animal Endocrinology*.; 2009;36(4):197-201.Seyidoglu N, Aydın C. Hormonlar. In: Öztürk H (ed.) *Fizyoloji*. Ankara Üniversitesi yayınları; 2025.
- Singh R, Beigh, AS. *Diseases of Thyroid in Animals and Their Management*. InTechOpen press; 2013.
- Wiktionary 2022. *Dopamin*. [Wiktionary Dopamine Available: [accessed 16.4.2022)] [Online](08/02/2026tarihinde <https://en.wiktionary.org/wiki/dopamine>
- Yılmaz B. *Hormonlar ve Üreme Fizyolojisi*, Birinci basım, Ankara: Feryal Matbaacılık; 1999.
- Yaman K. *Fizyoloji*, Bursa: Ezgi kitabevi; 2009.

*Mehmet Şükrü GÜLAY¹***ÖĞRENME AMAÇLARI**

- At üreme sistemine ait temel anatomik yapıları (erkek ve dişi) tanımlar ve bu yapıların genel görevlerini açıklar.
- Üreme sistemine ait organların görevlerini tanımlar.
- Erkek ve dişi üreme sistemine ait hormonal düzenleme hakkında fikir sahibi olur ve bu hormonların fonksiyonlarını açıklar.
- Aygırda sperm üretimi ve aşamaları hakkında bilgi sahibi olur
- Foliküllere ve tam olarak olgunlaşmış yumurta hücresine (ovum) ait gelişim ve oluşum aşamalarını bilir, yumurtlama (ovulasyon) süreci ve zamanlamasını kavrar.
- Kızgınlık döngüsü ve bu döngü üzerine mevsimin etkisi hakkında bilgi sahibi olur.
- Üreme davranışlarını (kızgınlık belirtileri, çiftleşme davranışı) yorumlar.
- Gebeliğin anne tarafından algılanması ve gebelik sırasında meydana gelen hormonal düzenlemeyi ilişkilendirir.
- Gebelik, doğumun başlaması ve laktasyon hakkında temel bilgileri kavrar.

Hayat döngüsü içerisinde her memeli doğar, belli bir süre yaşar ve sonrasında ölür. Herhangi bir memeliye ait neslin tükenmemesi için yerlerine sürekli yenileri gelmelidir. Cinsel üreme, aynı türden bir erkek ve bir dişinin çiftleşerek genlerini birleştirmesini ve böylece ebeveynlerinden genetik olarak farklı yeni

¹ Prof. Dr., Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Fizyoloji AD, msulay@mehmetakif.edu.tr, ORCID iD: 0000-0002-4960-1152

KAYNAKLAR

- Aurich C. Reproductive cycles of horses. *Animal Reproduction Science*, 2011;124: 220–228.
- Chavatte-Palmer P, Derisoud E, Robles, M. Pregnancy and placental development in horses: an update. *Domestic Animal Endocrinology*. 2022;79: 106692.
- Donadeu FX, Pederse HG. Follicle development in mares. *Reproduction in Domestic Animals*, 2008;43(suppl. 2): 224–231.
- Fredson DR, Wilke WL, Fails AD. *Anatomy and physiology of farm animals*. 7th ed. Iowa: Wiley-Blackwell; 2009.
- Gülay MS. Üreme Sistemi. Gülay MS, Aslan R (ed.) *Veteriner Hekimliğinde Fizyoloji* içinde. Ankara: Medipres Kitabevi; 2017. p. 351–404.
- Hill RW, Wyse GA, Anderson M. *Animal Physiology*. 3rd ed. Massachusetts: Sinauer Associates, Inc.; 2012.
- Moyes CD, Schulte PM. *Principles of Animal Physiology*. 2nd ed. UK: Pearson Education Limited; 2014.
- Nagy P, Guillaume D, Daels P. Seasonality in mares. *Animal Reproduction Science*, 2000;60–61: 245–262.
- Reece WO. *Dukes' Physiology of Domestic Animals*. 13th ed. Iowa: Wiley-Blackwell; 2015.
- Reece WO. *Functional Anatomy and Physiology of Domestic Animals*. 4th ed. Iowa: Wiley-Blackwell; 2004.
- Stabenfeldt GH, Hughes JP, Evans JW, et. al. Unique aspects of the reproductive cycle of the mare. *Journal of Reproduction and Fertility Suppl*, 1975;23:155–160.
- The University of Wisconsin Madison. Equine Reproductive Management Courses. Department of Animal Sciences. (<https://ansci.wisc.edu/jjp1/equine/index.html>). Erişim tarihi 02/09/2025.