

RUMİNANTLARIN VE DOMUZLARIN VİRAL VE PRİON HASTALIKLARI

Editörler

Zeynep KARAPINAR

Mehmet Özkan TİMURKAN



© Copyright 2025

Bu kitabın, basım, yayın ve satış hakları Akademisyen Kitabevi A.Ş.'ne aittir. Anılan kuruluşun izni alınmadan kitabın tümü ya da bölümleri mekanik, elektronik, fotokopi, manyetik kağıt 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 978-625-375-608-6	Sayfa ve Kapak Tasarımı Akademisyen Dizgi Ünitesi
Kitap Adı Ruminantların ve Domuzların Viral ve Prion Hastalıkları	Yayıncı Sertifika No 47518
Editörler Zeynep KARAPINAR ORCID iD: 0000-0002-2743-8948	Baskı ve Cilt Vadi Matbaacılık
Mehmet Özkan TİMURKAN ORCID iD: 0000-0002-0458-7887	Bisac Code MED089020
	DOI 10.37609/akya.3781
Yayın Koordinatörü Yasin DİLMEN	

Kütüphane Kimlik Kartı

Ruminantların ve Domuzların Viral ve Prion Hastalıkları / ed. Zeynep Karapınar,
Mehmet Özkan Timurkan.
Ankara : Akademisyen Yayınevi Kitabevi, 2025.
406 s. : şekil, tablo. ; 195x275 mm.
Kaynakça ve indeks var.
ISBN 9786253756086

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 oluşturmaz. 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 ihazlarda 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 dayanarak oluşturması, hekimin kendi sorumluluğundadır.

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

GENEL DAĞITIM
Akademisyen Kitabevi A.Ş.

Halk Sokak 5 / A Yenışehir / Ankara
Tel: 0312 431 16 33
siparis@akademisyen.com

www.akademisyen.com

ÖNSÖZ

Veteriner hekimlik ve hayvan sağlığı bilimlerinin temel yapı taşlarından biri, bulaşıcı hastalıklarla mücadelede kazanılan bilgi birikimi ve deneyimdir. Özellikle ruminantlar ve domuzlar gibi hem ekonomik açıdan yüksek değere sahip hem de insan sağlığı ile doğrudan ya da dolaylı ilişkili türlerde görülen viral ve prion kaynaklı hastalıklar, yalnızca hayvan refahı ve üretkenliği için değil, aynı zamanda halk sağlığı ve gıda güvenliği için de tehlike oluşturmaktadır. Bu nedenle, bu kitapta yer alan bilgiler yalnızca hayvan sağlığına yönelik değil, aynı zamanda insan sağlığını korumaya yönelik geniş bir perspektifi yansıtmaktadır. Viral etkenlerin yüksek bulaşıcılığı, hızla yayılma potansiyeli ve bazı türlerinin zoonotik karakter taşıması, bu konuların veteriner hekimlik alanında ayrıcalıklı bir yere sahip olmasını zorunlu kılmaktadır.

Zoonotik hastalıklar, özellikle son yıllarda küresel sağlık sistemlerini tehdit eden pandemi ve epidemilerle birlikte kendini göstermiş olup; hayvanlardan insanlara geçen viral patojenlerin yarattığı riskler de görünür hale gelmiştir. Bu bağlamda, domuz ve ruminantlarda görülen viral ve prion hastalıkların tanımlanması, kontrolü ve önlenmesine yönelik güncel bilimsel verilerin anlaşılması ve uygulanması, veteriner hekimliğin halk sağlığıyla olan entegre yapısını gözler önüne sermektedir. Kitabımızda; bu hastalıkların etiyolojisi, patogenezi, klinik belirtileri, tanı yöntemleri, korunma ve kontrol stratejileri detaylı ve güncel literatür ışığında ele alınmıştır. Moleküler teşhis tekniklerinden aşı uygulamalarına, biyogüvenlik önlemlerinden eradikasyon programlarına kadar uzanan bu kapsamlı içerik, okuyucuya yalnızca teorik değil, aynı zamanda pratik bir bakış açısı da sunmayı hedeflemektedir.

Kitabımızın temel amacı öncelikle veteriner fakültelerinde öğrenim gören lisans düzeyindeki öğrencilere, bununla birlikte yüksek lisans ve doktora eğitimi alanlara, saha veteriner hekimlerine ve araştırmacılara; ruminant ve domuzlarda görülen viral ve prion hastalıklar hakkında kapsamlı, bilimsel ve uygulamaya dönük bir kaynak sunmaktır. Kitapta yer alan konular, klasik bilgilerle birlikte güncel epidemiyolojik veriler, yeni nesil tanı yaklaşımları ve kontrol stratejileriyle harmanlanarak, hem öğrencilerin akademik gelişimlerine katkı sunacak hem de profesyonel alanda karar vericilere yol gösterecek niteliktedir. Spesifik ve derinlemesine ele alınan içerikler, okuyucuların konuya olan hâkimiyetini artıracak, özellikle bulaşıcı hastalıklarla mücadelede bilimsel temelli kararlar alabilmelerine olanak sağlayacaktır. Bu bağlamda kitabımız, yalnızca bir referans kaynağı olmanın ötesinde, mesleki gelişime katkı sağlamayı amaçlamaktadır.

Geniş bir kadro ile büyük işbirliği içerisinde oluşturulan bu kitaba yazar olarak katkı sağlayan, titizlikle çalışan ve her konuda desteklerini esirgemeyen tüm bölüm yazarlarımıza derin şükranlarımızı sunarız.

Üzerimizde büyük emekleri olan çok değerli hocalarımıza minnet ve saygılarımızla.....

Eylül -2025

Editörler

İÇİNDEKİLER

Bölüm 1 Arteriviridae..... 1

Domuzların Reprodüktif ve Respiratorik Sendromu (Porcine Reproductive and Respiratory Syndrome-PRRS)..... 1

Zeynep KARAPINAR

Bölüm 2 Astroviridae ve Bornaviridae 9

Astrovirus Enfeksiyonları 10

Ovine Astrovirus (OAstV) Bovine Astrovirus (BoAstV) 11

Porcine Astrovirus (PoAstV) 12

Bornavirus Enfeksiyonları 17

Mehmet Özkan TİMURKAN

Bölüm 3 Bunyaviricetes Sınıfı 23

Akabane Hastalığı 28

Schmallenberg Hastalığı..... 34

Ainovirus Enfeksiyonu..... 40

Cache Vadisi Virus Enfeksiyonu..... 42

Kırım Kongo Kanamalı Ateşi (Crimean Congo Hemorrhagic Fever - CCHF)..... 46

Nairobi Koyun Hastalığı (Nairobi Sheep Disease Virus - NSDV) 51

Rift Vadisi Ateşi (Rift Valley Fever Virus - RVFV) 55

Dilek MUZ

Bölüm 4 Caliciviridae, Coronaviridae ve Tobaniviridae65

Domuzların Veziküler Exanthem (VES) Hastalığı

(Vesicular Exanthema of Swine Virus - VESV)..... 65

Porcine Sapovirus (PSaV) Enfeksiyonu	68
Bovine Enteropatojenik Calicivirus (BEC) Enfeksiyonu	71
Siğır, Koyun ve Domuzlarda Norovirus (NoV) Enfeksiyonu	72
Bovine Coronavirus (BCoV) Enfeksiyonu	76
Domuz Coronavirus Enfeksiyonları (Swine Coronaviruses - SCoV).....	79
Develerde Coronavirus Enfeksiyonu	82
Bovine Torovirus (BToV) Enfeksiyonu	86
Porcine Torovirus (PToV) Enfeksiyonu	88
Hasbi Sait SALTİK	

Bölüm 5 Flaviviridae 93

Louping İll Virus Enfeksiyonu (Sıçrama Hastalığı).....	94
Wesselsbron Hastalığı (Wesselsbron Disease - WSLV).....	97
Japon Ensephaliti Virus Enfeksiyonu (Japanese Encephalitis Virus - JEV).....	100
Bovine Viral Diarrhea - Mucosal Disease (BVD-MD)	103
Sınır Hastalığı (Border Disease - BD).....	107
Avrupa Domuz Vebası (Classical Swine Fever - CSF, Hog Cholera, Domuz Kolerası).....	111
Atipik Domuz Pestivirus Enfeksiyonu (Atypical Porcine Pestivirus - APPV).....	114
Bovine Hepacivirus Enfeksiyonu	117
Porcine Pegivirus Enfeksiyonu (PPgV)	119
Oğuzhan AVCI	

Bölüm 6 Filoviridae, Hepeviridae ve Orthomyxoviridae 125

Ebola - Domuzlarda Reston Ebolavirus	125
Hepevirus Enfeksiyonu	129
Siğirlarda ve Domuzlarda İnfluenza Virus Enfeksiyonları.....	134
Hakan AYDIN	

Bölüm 7 Paramyxoviridae ve Pneumoviridae..... 145

Siğır Vebası Hastalığı (Rinderpest-RPV, Cattle Plague).....	147
Küçük Ruminant Vebası Hastalığı (Peste des Petits Ruminants-PPR, Küçük Ruminant Morbillivirus Enfeksiyonu)	154

Sığırların Parainfluenza 3 Enfeksiyonu (Bovine Parainfluenza Tip 3 Virusu-BPIV 3)	160
Domuzların Nipah Virus Enfeksiyonu (NiV)	163
Domuzların Mavi Göz Hastalığı (Domuz Rubulavirus Enfeksiyonu-PoRV)	166
Sığırların Respiratorik Sinsityal Virus Enfeksiyonu (Bovine Respiratory Syncytial Virus-BRSV, Sığırların Orthopneumovirus Enfeksiyonu)	171
Bahadır MÜFTÜOĞLU Emre ÖZAN	

Bölüm 8 Picornaviridae..... 179

Şap Hastalığı (Foot and Mouth Disease-FMD)	179
Rhinitis A ve B Virus Enfeksiyonları (Bovine Rhinitis Virus-BRV)	187
Enterovirus Enfeksiyonları (Bovine/Porcine Enteroviruses-BEV/PEV)	188
Kobuvirus Enfeksiyonları (Kobuvirus-KoV)	188
Senecavirus Enfeksiyonu (Senecavirus A-SVA/Porcine Idiopathic Vesicular Disease-PIVD)	189
Hunnivirus Enfeksiyonları (Hunnivirus-HuV)	190
Domuzların Veziküler Hastalığı (Swine Vesicular Disease-SVD)	190
Kardiovirus A Enfeksiyonu (Encephalomyocarditis VIRUS - EMCV)	193
Teschovirus A Enfeksiyonu (Porcine Teschovirus-PTV)	195
Gülizar ACAR	

Bölüm 9 Sedoreoviridae (Reoviridae)..... 201

Mavidil Hastalığı (Bluetongue -BT)	202
Epizootik Hemorajik Hastalık (Epizootic Haemorrhagic Disease - EHD)	209
Palyamvirus Enfeksiyonları	213
Rotavirus Enfeksiyonları	214
İlke KARAYEL HACIOĞLU	

Bölüm 10 Retroviridae227

Jaagsiekte Koyun Retrovirus Enfeksiyonu (Jaagsiekte Sheep Retrovirus - JSRV, Ovine Pulmoner Adenocarcinoma - OPA)	228
Bovine Leukemia Virus Enfeksiyonu - BLV (Enzootic Bovine Leukosis - EBL)	231
Sığırların İmmun Yetmezlik Sendromu (Bovine Immunodeficiency Virus - BIV)	238

<i>Jembrana Disease Virus Enfeksiyonu (JDV)</i>	240
<i>Caprine Arthritis Encephalitis Virus Enfeksiyonu (CAEV)</i>	242
<i>Maedi-Visna Virus Enfeksiyonu (MVV)</i>	245
Ali Rıza BABAÖĞLU	

Bölüm 11 Rhabdoviridae.....251

<i>Üç Gün Hastalığı (Bovine Ephemeral Fever - BEF)</i>	251
<i>Veziküler Stomatitis Virus Enfeksiyonu (Vesicular Stomatitis Virus - VSV)</i>	255
<i>Kuduz Hastalığı (Rabies)</i>	257
Ender DİNÇER	

Bölüm 12 Adenoviridae, Anelloviridae, Asfarviridae ve Circoviridae265

<i>Sığırların Adenovirus Enfeksiyonları (Bovine Adenovirus-BAdV)</i>	266
<i>Koyun ve Keçilerin Adenovirus Enfeksiyonları (Ovine Adenovirus - OAdV)</i>	267
<i>Geyiklerin Adenovirus Enfeksiyonları (Deer Adenovirus - OdAdV)</i>	270
<i>Domuzların Adenovirus Enfeksiyonları (Porcine Adenovirus - PAdV)</i>	270
<i>Domuzların Anellovirus Enfeksiyonları (Porcine Anellovirus)</i>	272
<i>Afrika Domuz Vebası (African Swine Fever Virus - ASFV)</i>	277
<i>Domuzların Circovirus Enfeksiyonları (Porcine Circovirus-PCV)</i>	285
Zeynep KARAPINAR	
Sabri HACIOĞLU	

Bölüm 13 Orthoherpesviridae (Herpesviridae)295

<i>Enfeksiyöz Bovine Rhinotrakeitis (Bovine Alphaherpesvirus-1 - BoAHV-1)</i>	298
<i>Bovine Mamillitis, Bovine Herpetik Mamillitis (Bovine Alphaherpesvirus-2 - BoAHV-2)</i>	305
<i>Bovine Gammaherpesvirus-4 Enfeksiyonu - BoGHV-4</i>	308
<i>Bovine Ensefalitis (Bovine Alphaherpesvirus-5 - BoAHV-5)</i>	310
<i>Caprine Herpesvirus-1 Enfeksiyonu - CpAHV-1</i>	312
<i>Malignant Catarrhal Fever - MCF (Coryza Gangrenosa Bovum - CGB)</i>	314
<i>Aujeszky's disease (Pseudorabies, Suid Alphaherpesvirus-1 - SuAHV-1)</i>	317
Zeynep AKKUTAY YOLDAR	

Bölüm 14 Papillomaviridae ve Parvoviridae327

Ruminantların Papillomavirus Enfeksiyonları.....	327
Domuzların Papillomavirus Enfeksiyonları.....	332
Ruminantların Parvovirus Enfeksiyonları.....	335
Domuzların Parvovirus Enfeksiyonları.....	337
Fırat DOĞAN	

Bölüm 15 Poxviridae 345

Sığır çiçeği (Cowpox virus-CPXV).....	346
Deve çiçeği (Camelpox virus-CMLV).....	348
Koyun çiçeği (Sheeppox virus-SPPV).....	349
Keçi çiçeği (Goatpox virus-GTPV).....	351
Sığırların Nodüler Ekzantemi (Lumpy Skin Disease Virus - LSDV).....	353
Yalancı Sığır çiçeği (Pseudocowpox virus-PCPV).....	354
Bulaşıcı Ektima Enfeksiyonu (Ecthyma Contagiosum, Orf Virus - ORFV).....	356
Sığırların papüler stomatitisi (Bovine Papular Stomatitis Virus - BPSV).....	357
Domuz Çiçeği (Swinepox Virus - SWPV).....	358
Bahattin Taylan KOÇ	

Bölüm 16 Prion Hastalıkları363

Scrapie Hastalığı.....	364
Deli Dana Hastalığı (Bovine Spongiform Encephalopathy-BSE).....	368
Prion Hastalıkları ve Domuzlarda Yapılan Çalışmalar.....	372
Nüvit COŞKUN	

Bölüm 17 Ruminant ve Domuz Çiftliklerinde Biyogüvenlik ve Aşılamalar 377

Biyogüvenlik Tanım.....	377
Biyogüvenlik Prensipleri.....	378
Risk Tanımlama.....	378
Risk Analizi.....	378
Biyogüvenlik Planı.....	378
Ruminant ve Domuz Çiftliklerinde Biyogüvenlik Ana Prensipleri.....	379

<i>Ruminant ve Domuz iftliklerinde Risk Faktörleri ve Biyogüvenlik Önlemleri.....</i>	<i>380</i>
<i>Uluslararası Biyogüvenlik.....</i>	<i>385</i>
<i>Ruminant ve Domuzlarda Aşılama.....</i>	<i>386</i>
<i>Virus Aşılarının İmmünojenitesini Artırma Yöntemleri.....</i>	<i>388</i>
<i>Murat KAPLAN</i>	

YAZARLAR

Dr. Öğr. Üyesi Gülizar ACAR

Atatürk Üniversitesi, Veteriner Fakültesi,
Viroloji AD.

Prof. Dr. Oğuzhan AVCI

Selçuk Üniversitesi, Veteriner Fakültesi,
Viroloji AD.

Prof. Dr. Hakan AYDIN

Atatürk Üniversitesi, Veteriner Fakültesi,
Viroloji AD.

Dr. Öğr. Üyesi Ali Rıza BABAOĞLU

Aksaray Üniversitesi, Veteriner Fakültesi,
Viroloji AD.

Dr. Öğr. Üyesi Nüvit COŞKUN

Kafkas Üniversitesi, Veteriner Fakültesi,
Viroloji AD.

Prof. Dr. Ender DİNÇER

Dokuz Eylül Üniversitesi, Veteriner Fakültesi,
Viroloji AD.

Doç. Dr. Fırat DOĞAN

Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi, Veteriner
Fakültesi, Viroloji AD.

Doç. Dr. İlke KARAYEL HACIOĞLU

Ankara Üniversitesi, Veteriner Fakültesi,
Viroloji AD.

Dr. Sabri HACIOĞLU

T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı, Veteriner
Kontrol Merkez Araştırma Enstitüsü, Viroloji
Laboratuvarı

Doç. Dr. Murat KAPLAN

T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı, İzmir
Bornova Veteriner Kontrol Enstitüsü, Viroloji
Laboratuvarı

Prof. Dr. Zeynep KARAPINAR

Balıkesir Üniversitesi, Veteriner Fakültesi,
Viroloji AD.

Doç. Dr. Bahattin Taylan KOÇ

Adnan Menderes Üniversitesi, Veteriner
Fakültesi, Viroloji AD.

Prof. Dr. Dilek MUZ

Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi, Veteriner
Fakültesi, Viroloji AD.

Arş. Gör. Dr. Bahadır MÜFTÜOĞLU

Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Veteriner
Fakültesi, Laboratuvar Hayvanları AD.

Doç. Dr. Emre ÖZAN

Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Veteriner
Fakültesi, Laboratuvar Hayvanları AD.

Doç. Dr. Hasbi Sait SALTİK

Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi,
Veteriner Fakültesi, Viroloji AD.

Prof. Dr. Mehmet Özkan TİMURKAN

Atatürk Üniversitesi, Veteriner Fakültesi,
Viroloji AD.

Doç. Dr. Zeynep AKKUTAY YOLDAR

Ankara Üniversitesi, Veteriner Fakültesi,
Viroloji AD.

Editörlerin Biyografisi



Prof. Dr. Zeynep KARAPINAR

Ankara'da 1979 yılında doğdu. 2002 yılında Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesinden mezun oldu. 2004 yılında Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Veteriner Fakültesi Viroloji Anabilim Dalına Araştırma görevlisi olarak atandı. Doktora eğitimini 2010 yılında Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Viroloji Anabilim Dalında tamamladı. Bu süre içerisinde 2008'de Küçük Ruminant Lentivirusları Ulusal Referans Laboratuvarı, Ulusal Veterinerlik Araştırma Enstitüsü (National Veterinary Research Institute -NVRI) Pulawy, Polonya'da ve 2010' da Joseph Fourier Üniversitesi, Jean Roget Enstitüsü, Adaptation et Pathogenie des Micro-organismes Departmanı Grenoble, Fransa da çeşitli laboratuvar teknikleri hakkında bilgi, deneyim kazanmak ve doktora tezi ile ilgili çalışmalarını gerçekleştirmek üzere üçer aylık süre ile çalışmalarda bulundu. Van Yüzüncü Yıl Üniversitesinde 2010-2011 yılları arasında Dr. Araştırma Görevlisi ve 2011-2017 yılları arasında Yardımcı Doçent olarak görev yaptı. Balıkesir Üniversitesi Veteriner Fakültesinde 2017 yılında Yardımcı Doçent, 2019 yılında Doçent ünvanı olarak 2020 yılında Doçent ve 2024 yılında Profesör kadrosuna atandı. Halen Balıkesir Üniversitesi Veteriner Fakültesi Viroloji Anabilim Dalında anabilim dalı başkanı olarak görevine devam etmektedir. Evli ve 2 çocuk annesidir.

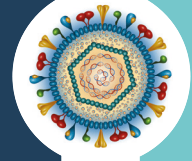


**Prof. Dr. Mehmet Özkan
TİMURKAN**

Elazığ'da 1982 yılında doğdu. İlk okulu İstanbul, orta okul ve liseyi Van'da bitirdikten sonra 1999 yılında birincilikle girdiği Fırat Üniversitesi Veteriner Fakültesi'ni 2004 yılında yine birincilikle bitirdi. 2005 yılında Atatürk Üniversitesi Veteriner Fakültesi Viroloji Anabilim Dalına Araştırma görevlisi olarak atandı. 2006 yılında doktora eğitimini almak üzere Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Viroloji Anabilim Dalına görevlendirildi.

Ankara'da Doktora eğitimi sırasında Erasmus programı kapsamında İtalya Bari Üniversitesi Veteriner Fakültesi Enfeksiyon Hastalıkları Anabilim dalında 2008 yılında Ocak - Nisan ayları arasında 3 ay süreyle bulundu. Daha sonra 2011 yılında Amerika Ohio State Üniversitesi Çiftlik Hayvanları Hastalıkları Araştırma Merkezinde Ocak-Temmuz ayları arasında 6 ay süreyle YÖK doktora burs programı kapsamında bulundu.

2012 yılında doktora eğitimini tamamlayıp Atatürk Üniversitesi'ne Dr. unvanını alarak döndü. 2013-2017 yıllar arasında Yrd. Doç. olarak görevini sürdürdü ve 2017 yılında son yapılan sözlü sınavlı sistemde Doçent ünvanını aldı. 2022 yılında Profesör kadrosuna atandı. Halen Atatürk Üniversitesi Veteriner Fakültesi Viroloji Anabilim Dalında, anabilim dalı başkanı ve çeşitli idari görevlerle görevine devam etmektedir. Evli ve 2 çocuk babasıdır.



Zeynep KARAPINAR¹

GENEL BİLGİLER

Arteriviridae ailesi, *Coronaviridae*, *Tobaniviridae*, *Mesoniviridae* ve *Roniviridae* ailelerini ve diğer dokuz aileyi de içeren *Nidovirales* takımının *Arnidovirineae* alt takımında bulunur. Bu takımda bulunan viruslar monofiletik bir küme oluşturur. Arterivirus genomu diğer ailelerde bulunan virusların genomları ile karşılaştırıldığında, en küçüktür ve virion boyutu, yapısı ve bileşimi bakımından benzersizdir. Lineer, pozitif polariteli, yaklaşık 12,7 ila 15,7 kb molekül ağırlığında RNA taşıyan virus zarfıdır. Arterivirus zarflarının yüzeyi oldukça pürüzsüzdür ve ikosahedral nükleokapsitlere sahiptir. Kübik, pleomorfik virionların çapı 50-74 nm'dir ve 8-11 viral protein içerir. Virusun replikasyonu sitoplazmada meydana gelir. Genomları coronavirusların genomundan oldukça küçük olmasına rağmen, genel genom organizasyonu ve subgenomik RNA'ların sentezi için kesintili transkripsiyon yapımı gibi pek çok özellikleri ortaktır.

Aile içinde yapılan taksonomik sınıflandırma, mRNA'ların replikasyon amacıyla kullanım stratejilerine dayanarak gerçekleştirilmektedir. Arterivirusların genel replikasyon siklusu coronavirusların replikasyon siklusuna benzemektedir. Hücreye giriş endositoz yoluyla olur. Genom, poliprotein 1a ve poliprotein 1ab ürünlerini üretmek üzere çevrilir ve yapısal olmayan proteinleri (nsps) üretmek için viral proteazlar tarafından kesilir. Replikasyon sitoplazmada olur. Virus partikülleri membran veziküllerine (endoplazmik retikulum/golgi) tomurcuklanarak virionları, oluşturur ve virion ekzositozla serbest bırakılır.

Arteriviruslar insan dışındaki diğer memelileri enfekte eder. Bugüne kadar at, domuz, sıçan ve maymunlardan izole edilmiş 13 tür tanımlanmıştır. Bu ailede bulunan viruslar farklı türlerde klinik ve persiste enfeksiyonlara neden olurlar.

DOMUZLARIN REPRODÜKTİF VE RESPIRATORİK SENDROMU (PORCINE REPRODUCTIVE AND RESPIRATORY SYNDROME-PRRS)

Domuzların Reprodüktif ve Respiratorik Sendromu (PRRS), dünyadaki en önemli domuz hastalıklarından biridir ve domuz yetiştiriciliğinde; ciddi ekonomik kayıplara neden olan hastalıklar içinde önemli bir yere sahiptir. Bu hastalık, özellikle son yıllarda yüksek patojenik PRRS virusunun (PRRSV) ortaya çıkmasının ardından domuz üretimine büyük kayıplar getirmiştir. Her yaştaki domuzların etkilendiği enfeksiyon; dişi domuzlarda daha fazla görülen reprodüktif problemler ile birlikte özellikle gençlerde solunum yolu hastalığı olarak ortaya çıkmaktadır. 1980'lerin sonlarında sadece birkaç ülkede bildirilmiş olmasına rağmen, günümüzde dünya çapında yaygın olup, salgınlar şeklinde görülmekte ya da endemik olarak seyretmektedir.

¹ Prof. Dr., Balıkesir Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Viroloji AD., zeynep.karapinar@balikesir.edu.tr, ORCID iD: 0000-0002-2743-8948

KAYNAKLAR

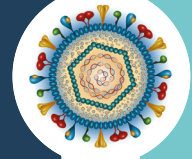
1. Albina E, Madec F, Cariolet R, et al. Immune response and persistence of the porcine reproductive and respiratory syndrome virus in infected pigs and farm units. *Veterinary Record*, 1994; 134, 567-573. doi: 10.1136/vr.134.22.567
2. Brinton M. A. Arteriviruses (*Arteriviridae*). In: Granoff A, Webster RG (eds.) *Encyclopedia of Virology*. 2nd ed. Academic Press; 1999; p. 89–97.
3. Cho JG, Dee SA. Porcine reproductive and respiratory syndrome virus. *Theriogenology*. 2006; 66 (3), 655-662. doi: 10.1016/j.theriogenology.2006.04.024
4. Dietze K, Pinto J, Wainwright S, et al. Porcine reproductive and respiratory syndrome (PRRS): virulence jumps and persistent circulation in Southeast Asia. *In Focus on...* 2011; (5), 1-8.
5. Karaoglu T, Dincer E, Ozkul A. The first detection and molecular characterization of porcine reproductive and respiratory syndrome virus (PRRSV) in Turkey. *Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 2012; 59(3), 197-202. doi: 10.1501/Vetfak_00000002525
6. Kuhn JH, Lauck M, Bailey AL et al. Reorganization and expansion of the nidoviral family *Arteriviridae*. *Archives Virology*. 2016; 161, 755–768. doi: 10.1007/s00705-015-2672-z
7. Kyutoku F, Yokoyama T, Sugiura K. Genetic diversity and epidemic types of porcine reproductive and respiratory syndrome (PRRS) virus in Japan from 2018 to 2020. *Epidemiologia*, 2022; 3(2), 285–296. doi: 10.3390/epidemiologia3020022
8. Ladinig A, Ashley C, Detmer SE, et al. Maternal and fetal predictors of fetal viral load and death in third trimester, type 2 porcine reproductive and respiratory syndrome virus infected pregnant gilts. *Veterinary Research*. 2015; 46:107. doi:10.1186/s13567-015-0251-7
9. Li J, Miller LC, Sang Y. Current Status of Vaccines for Porcine Reproductive and Respiratory Syndrome: Interferon Response, Immunological Overview, and Future Prospects. *Vaccines*. 2024; 12(6):606. doi:10.3390/vaccines12060606
10. Montaner-Tarbes S, Del Portillo HA, Montoya M, et al. Key gaps in the knowledge of the porcine respiratory reproductive syndrome virus (PRRSV). *Frontiers in veterinary science*, 2019; 6, 38. doi: 10.3389/fvets.2019.00038
11. Murakami Y, Kato A, Tsuda T, et al. Isolation and serological characterization of porcine reproductive and respiratory syndrome (PRRS) viruses from pigs with reproductive and respiratory disorders in Japan. *Journal of Veterinary Medical Science*, 1994; 56(9), 891–894. doi: 10.1292/jvms.56.891
12. Terpstra C, Wensvoort G, Pol JMA. Experimental reproduction of porcine reproductive and respiratory syndrome (mystery swine disease) by infection with Lelystad virus: Koch's postulated fulfilled. *The veterinary quarterly*, 1991; 13(3), 131–136. doi: 10.1080/01652176.1991.9694297
13. Tian K, Yu X, Zhao T, et al. Emergence of fatal PRRSV variants: unparalleled outbreaks of atypical PRRS in China and molecular dissection of the unique hallmark. *PLoS One*. 2007; 2, 6: e526. doi:10.1371/journal.pone.0000526
14. Valdes-Donoso P, Jarvis LS. Combining epidemiology and economics to assess control of a viral endemic animal disease: Porcine Reproductive and Respiratory Syndrome (PRRS). *PLoS One*, 2022; 17, (9): e0274382. doi:10.1371/journal.pone.0274382
15. ViralZone: a knowledge resource to understand virus diversity. <https://viralzone.expasy.org/28>; Erişim Tarihi: 11.06.2025.
16. Zhou L, Yang H. Porcine reproductive and respiratory syndrome in China. *Virus research*, 2010, 154: 1-2, 31–37. doi: 10.1016/j.virusres.2010.07.016

KAYNAKLAR

1. Bode, L., Zimmermann, W., Ferszt, R., *et al.* Borna disease virus genome transcribed and expressed in psychiatric patients. *Nature medicine*, 1995; 1(3), 232-236.
2. Cortez, V., Meliopoulos, V. A., Karlsson, E. A., *et al.* Astrovirus biology and pathogenesis. *Annual review of virology*, 2017; 4(1), 327-348.
3. De Benedictis, P., Schultz-Cherry, S., Burnham, A., *et al.* Astrovirus infections in humans and animals—molecular biology, genetic diversity, and interspecies transmissions. *Infection, Genetics and Evolution*, 2011; 11(7), 1529-1544.
4. Dürrwald, R., Ludwig, H. Borna disease virus (BDV), a (zoonotic?) worldwide pathogen. A review of the history of the disease and the virus infection with comprehensive bibliography. *Journal of Veterinary Medicine, Series B*, 1997; 44(1-10), 147-184.
5. Eroksuz, Y., Timurkan, M. O., Shams, F., *et al.* Astrovirus induced nonpurulent encephalomyelitis in sheep: First report from Türkiye by high-throughput sequencing. *Veterinary medicine and science*, 2024; 10(4), e1499.
6. Ge, X., Li, Y., Zhao, F., *et al.* Global prevalence of Porcine Astrovirus: A systematic review and meta-analysis. *Preventive Veterinary Medicine*, 2025; 106465.
7. Hargest, V., Davis A., Schultz-Cherry S. Astroviruses (astroviridae) In: Bamford, D., Zuckerman, M. Encyclopedia of virology 4Ed., London, Academic Press, 2021.
8. Kolodziejek, J., Dürrwald, R., Herzog, S., *et al.* Genetic clustering of Borna disease virus natural animal isolates, laboratory and vaccine strains strongly reflects their regional geographical origin. *Journal of General Virology*, 2005; 86(2), 385-398.
9. Lundgren, A. L., Czech, G., Bode, L., *et al.* Natural Borna disease in domestic animals others than horses and sheep. *Journal of Veterinary Medicine, Series B*, 1993; 40(1-10), 298-303.
10. Mischenko, V. A., Mischenko, A. V., Nikeshina, T. B., *et al.* Astrovirus infection in animals. *Veterinary Science Today*, 2024; 322-329.
11. Puorger, M. E., Hilbe, M., Müller, J. P., *et al.* Distribution of Borna disease virus antigen and RNA in tissues of naturally infected bicolored white-toothed shrews, *Crocidura leucodon*, supporting their role as reservoir host species. *Veterinary pathology*, 2010; 47(2), 236-244.
12. Schulze, V., Große, R., Fürstenau, J., *et al.* Borna disease outbreak with high mortality in an alpaca herd in a previously unreported endemic area in Germany. *Transboundary and emerging diseases*, 2020; 67(5), 2093-2107.
13. Staeheli, P., Sauder, C., Hausmann, J., *et al.* Epidemiology of Borna disease virus. *Journal of General Virology*, 2000; 81(9), 2123-2135.
14. Sukmak, M., Okamoto, M., Ando, T., *et al.* Genetic stability of the open reading frame 2 (ORF2) of borna disease virus 1 (BoDV-1) distributed in cattle in Hokkaido. *Journal of Veterinary Medical Science*, 2021; 83(10), 1526-1533.
15. Tse, H., Chan, W. M., Tsoi, H. W., *et al.* Rediscovery and genomic characterization of bovine astroviruses. *Journal of General Virology*, 2011; 92(8), 1888-1898.
16. Turan, T., Işidan, H. The first detection and phylogenetic analysis of bovine astrovirus from diarrheic calves in Turkey. *Etlik Veteriner Mikrobiyoloji Dergisi*, 2018; 29(2), 104-110.
17. Vahlenkamp, T. W., Konrath, A., Weber, M., *et al.* Persistence of Borna disease virus in naturally infected sheep. *Journal of virology*, 2002; 76(19), 9735-9743.
18. Vu, D.-L., Bosch, A., Pintó, R. M., *et al.* Epidemiology of Classic and Novel Human Astrovirus: Gastroenteritis and Beyond. *Viruses*, 2017; 9(2), 33.
19. Weissenböck, H., Bagó, Z., Kolodziejek, J., *et al.* Infections of horses and shrews with Bornaviruses in Upper Austria: a novel endemic area of Borna disease. *Emerging microbes & infections*, 2017; 6(1), 1-9.
20. Wildi, N., Seuberlich, T. Neurotropic astroviruses in animals. *Viruses*, 2021, 13(7), 1201.
21. Zhu, Q., Li, B., Sun, D. Bovine astrovirus—a comprehensive review. *Viruses*, 2022; 14(6), 1217.

BÖLÜM 3

Bunyaviricetes Sınıfı



Dilek MUZ¹

GENEL BİLGİLER

Günümüzde teknolojik gelişmeler ve moleküler biyolojik yöntemlerin kullanılması ile virusların genetik yapılarının tanımlanması, dizilenmesi, metagenomik analizleri ve filogenetik analizleri yapılabilmekte ve bu analizler sonucu her geçen gün yeni virus keşfedilmektedir. Biyolojik, genetik, antijenik özelliklerine göre tanımlanmış milyonlarca virusun ayırımı yapmak ve onları daha sistematik ve pratik incelemek amacıyla sınıflandırılmada bazı güncellemelere ihtiyaç duyulabilmektedir. “Bunyavirus” terimi, ilk olarak 1946’da Uganda’da Semliki Ormanı’ndaki *Aedes* sivrisineklerinden izole edilen ve *Bunyamwera virusu* olarak adlandırılan virustan köken alarak kullanıldı. Daha sonraki yıllarda benzer antijenik, genomik ve yapısal özellikte viruslar ile *Bunyaviridae* ailesi olarak taksonomide yerini aldı. Son yıllarda yapılan düzenlemelerle “Uluslararası Virus Taksonomi Komitesi (ICTV)”, 2017 yılındaki revizyonu sonrası *Bunyaviridae* ailesi içerisine çok sayıda virus eklendi ve aileyi *Bunyavirales* takımı olarak tekrar tanımladı.

Virusların genetik özelliklerinde oluşan farklılıkların, çevresel ve konağa bağlı faktörlerle birleşimi sonrası gelişen evrimsel değişimlerin yeni viral enfeksiyonların ortaya çıkmasında veya mevcut virusların yeniden ortaya çıkış sürecinde önemli etkileri bulunmaktadır. Doğada yer alan veya değişime uğrayan viruslar, hastalık dinamiklerini değiştirebilmekte, neden oldukları salgınlarla insan ve hayvan sağlığında ciddi tehditler oluşturabilmektedir. Mevcut durumunun yanı sıra son yıllarda, insan ve hayvan sağlığı, halk sağlığını tehdit eden çok sayıda bunyavirus adlandırılmış ve bu gruba dahil edilmiştir.

Bunyaviruslar, ICTV’nin 2024 yılı itibariyle kabul ettiği sınıflandırmaya göre *Bunyaviricetes* sınıfını (*Riboviria: Negarnaviricota: Polyploviricotina*) altında tanımladı. *Bunyaviricetes* sınıfı *Elliovirales* ve *Harevirales* olmak üzere iki takımı, 14 aileyi ve çok sayıda türü içerir. *Elliovirales* takımında *Cruliviridae*, *Fimoviridae*, *Hantaviridae*, *Peribunyaviridae*, *Phasmaviridae*, *Tospoviridae* ve *Tulasviridae* aileleri yer alır. *Harevirales* takımı ise *Arenaviridae*, *Discoviridae*, *Leishbuviridae*, *Mypoviridae*, *Nairoviridae*, *Phenuiviridae* ve *Wupedeviridae* ailelerini içerir (Tablo 3.1).

Bunyaviricetes sınıfı insan, memeliler, kanatlılar, bitki, mantar ve omurgasız birçok canlı olmak üzere geniş bir konak yelpazesine sahiptir. Bu virusların bir kısmı kene, sivrisinek, kum sineği (tatarcık) gibi arthropod kaynaklı çoğalan ve arbovirus olarak da adlandırılan viruslardır. Bu sınıftaki bazı viruslar neden oldukları hastalıklar yönünden hem hayvan sağlığını hem de insan sağlığını tehdit etmekte, hatta bazıları biyolojik silah olabilecek yüksek potansiyelde, tehlike içeren viruslar olarak tanımlanabilmektedir.

Bunyaviruslar, arthropod vektör türlerinde enfeksiyona neden olurken, *Hantaviridae* ailesindeki viruslar kemirgen türleri rezervuar konakları olarak kullanarak kalıcı enfeksiyonlara neden olur.

Bu sınıftaki bazı viruslar hayvan sağlığını, sürü sağlığını tehdit etmekle birlikte hayvan ve hayvansal ürün ticaretinde ülkeler arasına sınırlar koyabilen etkiye sahiptir. Bu hastalıklar takip edilen ve bildirimini ihbari mecburi hastalık listesinde yer alması yönünden önem arz eder.

¹ Prof.Dr., Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Viroloji AD., dilekmuz@nku.edu.tr, ORCID iD: 0000-0001-9358-8103

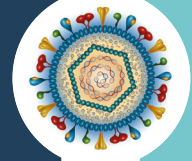
KAYNAKLAR

- Albayrak H, Özcan E. Orta karadeniz bölgesinde ruminant ve tek tırnaklılarda kan emici sineklerle nakledilen bazı arboviral enfeksiyonların seroprevalansı. *Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 2010; 16, 33-36.
- Azkur AK, Albayrak H, Rişvanl, et al.. Antibodies to Schmallenberg virus in domestic livestock in Türkiye, *Tropical Animal Health Production*, 2013, <https://doi.org/10.1007/s11250-013-0415-2>.
- Bergevin MD, Ng V, Menzies Pet al. Cache a Killer: Cache Valley virus seropositivity and associated farm management risk factors in sheep in Ontario, Canada. *PLoS ONE*, 2023; 18(8): e0290443. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0290443>
- Connors KA, Hartman AL. Advances in Understanding Neuropathogenesis of Rift Valley Fever Virus. *Annu Rev Virol*. 2022 ; 29;9(1):437-450. doi: 10.1146/annurev-virology-091919-065806. PMID: 3617370
- Dagnaw M, Solomon A, Dagnaw B. Serological prevalence of the Schmallenberg virus in domestic and wild hosts worldwide: a systematic review and meta-analysis. *Front Vet Sci*. 2024; 28;11:1371495. doi: 10.3389/fvets.2024.1371495.
- Dağalp SB, Dik B, Doğan F, et al. Akabane virus infection in Eastern Mediterranean Region in Türkiye: Culicoides (Diptera: Ceratopogonidae) as possible vector. *Tropical Animal Health and Production*, 2021; 53: 231. <https://doi.org/10.1007/s11250-021-02661-y>
- de Souza WM, Calisher CH, Carrera JP, Hughes HR, Nunes MRT, Russell B, Tilson-Lunel NL, Venter M, Xia H. ICTV Virus Taxonomy Profile: *Peribunyaviridae* 2024. *J Gen Virol*. 2024; 105(11):002034. doi: 10.1099/jgv.0.002034.
- Dereventsova AV, Klimentov AS, Kholodilov IS, et al. Real-Time Polymerase Chain Reaction Systems for Detection and Differentiation of Unclassified Viruses of the Pheniviridae Family. *Methods Protoc*. 2025; 8, 20. <https://doi.org/10.3390/mps8010020>
- Davoudi Y, Nouri M, Haji Hajikolaei MR, et al. An outbreak of Akabane disease in a cattle herd on the Mughan plain, Iran. *Vet Res Forum*. 2024;15(6):303-308. doi: 10.30466/vrf.2024.2012333.4021
- Dik B, Muz D, Uslu U, et al. The Geographical Distribution and First Molecular Analysis of Culicoides Latreille (Diptera: Ceratopogonidae) species in Southern and South-Eastern Türkiye during 2012 Outbreak of Bovine Ephemeral Fever. *Parasitologia Research*, 2014; 113: 4225–4232. <https://doi.org/10.1007/s00436-014-4098-z>
- Doğan F. Hatay İlinde Ruminantlarda Bazı Arboviral (Akabane virus, mavidil Virus, Schmallenberg Virus) enfeksiyonların epidemiyolojisinin araştırılması ve olası vektörlerin belirlenmesi. Doktora Tezi, *Ankara Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü*, 2018, Ankara.
- Doğan F, Dik B, Dağalp SB, et al. Prevalance of Schmallenberg orthobunyavirus (SBV) infection in sampled ruminants in Türkiye's Eastern Mediterranean region between 2015 and 2017. *Research in Veterinary Science*, 2022; 145: 63-70. <https://doi.org/10.1016/j.rvsc.2022.02.013>
- Hartlaub J, Gutjahr B, Fast C, et al. Diagnosis and Pathogenesis of Nairobi Sheep Disease Orthonaïrovirus Infections in Sheep and Cattle. *Viruses*, 2021; 13, 1250. <https://doi.org/10.3390/v13071250>
- Hoffmann B, Scheuch M, Höper D, et al. Novel orthobunyavirus in Cattle, Europe, 2011, *Emerg. Infect. Dis.*, 2012;18: pp. 469-47
- Holly R Hughes, Joan L Kenney, Amanda E Calvert, Cache Valley virus: an emerging arbovirus of public and veterinary health importance, *Journal of Medical Entomology*, 2023; 60(6): 1230–1241, <https://doi.org/10.1093/jme/tjad058>
- Karaoğlu T, Özgünlük İ, Demir B, et al. Seroprevalence of culicoides borne disease in cattle in European Turkey. *Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 2007; 54, 121-125.
- Konno S, Moriwiki M, Nakaga M. Akabane Disease in Cattle: Congenital Abnormalities caused by Viral Infection. *Spontaneous Disease. Vet. Pathol.* 1982; 19: 246-266
- Krasteva S, Jara M, Frias-De-Diego A, et al. Nairobi Sheep Disease Virus: A Historical and Epidemiological Perspective. *Front Vet Sci*. 2020; 22;7:419. doi: 10.3389/fvets.2020.00419. PMID: 32793646; PMCID: PMC7387652.
- Kuhn JH, Brown K, Adkins S, et al. Promotion of order Bunyavirales to class Bunyaviricetes to accommodate a rapidly increasing number of related polyploviricotine viruses. *J Virol*, 2024; 98:e01069-24. <https://doi.org/10.1128/jvi.01069-24>
- Lapa D, Pauciullo S, Ricci I, et al. Rift Valley Fever Virus: An Overview of the Current Status of Diagnostics. *Biomedicine* 2024; 12, 540. <https://doi.org/10.3390/biomedicine12030540>
- Mansfield KL, Banyard AC, McElhinney L, et al. Rift Valley fever virus: A review of diagnosis and vaccination, and implications for emergence in Europe. *Vaccine*. 2015; 13;33(42):5520-5531. doi: 10.1016/j.vaccine.2015.08.020. Epub 2015 Aug 19. PMID: 26296499.
- Maze EA, Booth G, Limon G, et al. Serological cross-reactivity between Crimean-Congo haemorrhagic fever virus and Nairobi sheep disease virus glycoprotein C. *Front. Immunol*. 2025; 15:1423474. doi: 10.3389/fimmu.2024.1423474
- Molly Baker, Holly R Hughes, S Hasan Naqvi, et al. Reassortant Cache Valley Virus Associated With Acute Febrile, Non-neurologic Illness, Missouri, *Clinical Infectious Diseases*, 2021; 73(9): 1700–1702, <https://doi.org/10.1093/cid/ciab175>
- Muller JA, López K, Escobar LE et al. Ecology and geography of Cache Valley virus assessed using ecological niche modeling. *Parasites Vectors*, 2024; 17, 270. <https://doi.org/10.1186/s13071-024-06344-z>
- Muz D., Dik, B. & Muz, M.N. The investigation of Culicoides (Diptera: Ceratopogonidae) species and Bluetongue virus and Schmallenberg virus in Northwest Türkiye. *Trop Anim Health Prod* , 2023; 55, 39. <https://doi.org/10.1007/s11250-023-03454-1>
- Nair, N.; Osterhaus, A.D.M.E.; Rimmelzwaan, G.F.; Prajeeth, C.K. Rift Valley Fever Virus—Infection, Pathogenesis and Host Immune Responses. *Pathogens* 2023, 12, 1174. <https://doi.org/10.3390/pathogens12091174>
- O'Connor TW, Hick PM, Finlaison DS, et al. Revisiting the Importance of Orthobunyaviruses for Animal Health: A Scoping Review of Livestock Disease, Diagnostic Tests, and Surveillance Strategies for the Simbu Serogroup. *Viruses*, 2024; 16, 294.

28. OIE. Manual of Diagnostic Tests and Vaccines for Terrestrial Animals. Akabane Disease. *Veterinary Diagnostic Investigation*, 2016; 12, 518-24.
29. Özgünlük İ. Güneydoğu Anadolu Projesi (GAP) kapsamındaki bölgede sığırlarda mavidil, akabane ve ibaraki enfeksiyonlarının seroepidemiolojisi. Doktora Tezi, *Ankara Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü*, 2003, Ankara.
30. Rasmussen LD, Kristensen B, Kirkeby C, et al. Culicoids as vectors of Schmallenberg virus. *Emerg Infect Dis*. 2012;18(7):1204-6. doi: 10.3201/eid1807.120385. PMID: 22709978; PMCID: PMC3376822.
31. Şevik M. Molecular and serological survey of Akabane virus infection in sheep in the Mediterranean Region of Turkey. *Small Ruminant Research*, 2017; 156,1-6.
32. Tomochi H, Mekar Y, Murota K, et al. Emergence of a natural reassortant between Shamonda and Sathuperi viruses of the species Orthobunyavirus schmallenbergense in Japan. *Arch Virol*, 2025; 170, 44. <https://doi.org/10.1007/s00705-025-06233-5>
33. Wang J, Jia Q, Xiang H, et al. Schmallenberg virus epidemiology and regional control strategies: diagnostics, vaccines, and vector management. *Front. Cell. Infect. Microbiol*. 2025; 15:1633030. doi: 10.3389/fcimb.2025.1633030
34. Yao X, Wang M, Zhang X, et al. Epidemiological, virological, and pathogenic insights into Nairobi sheep disease virus infection in sheep and goats in China. *J Virol*, 2025; 99:e00006-25. <https://doi.org/10.1128/jvi.00006-25>
35. Yılmaz H, Hoffmann B, Turan N, et al. Detection and partial sequencing of Schmallenberg virus in cattle and sheep in Türkiye. *Vector Borne Zoonotic Diseases*, 2014; <https://doi.org/10.1089/vbz.2013.1451>,
36. [https://www.cdc.gov/About Rift Valley Fever \(RVF\) | RVF | CDC](https://www.cdc.gov/About Rift Valley Fever (RVF) | RVF | CDC), CDC. Erişim tarihi: 11.08.2025

BÖLÜM 4

Caliciviridae, Coronaviridae ve Tobaniviridae



Hasbi Sait SALTİK¹

CALICIVIRIDAE GENEL BİLGİLER

Caliciviridae ailesi, 7,4 ila 8,5 kilobaz uzunluğunda pozitif anlamlı tek sarmallı RNA genomlarına sahip, zarfsız ve 27-40 nm çapında ikozahedral virionlar oluşturan bir virus grubudur. Genomları çoklu açık okuma çerçeveleri (ORF'ler) içerir; 5' ucunda VPg proteini, 3' ucunda ise poli(A) kuyruğu bulunur. Kapsid yapısı, T=3 simetrisine sahip ana yapısal protein VP1 tarafından oluşturulur; VP2 ve VPg proteinleri de bu yapıya katkı sağlar. Elektron mikroskobu ile incelendiğinde, virion yüzeyinde "calyx" (Latince fincan) şeklinde çöküntüler görülür. Caliciviruslar, asit ve kimyasallara karşı yüksek çevresel dirençleriyle bilinir. Bu aile, memelilerden sürüngenlere kadar geniş bir konak aralığını enfekte eden on bir cinsten oluşur. İnsan norovirusları, dünya çapında akut gastroenteritin başlıca nedenlerinden biri olarak öne çıkar. *Lagovirus*, *Sapovirus*, *Vesivirus* ve *Nebovirus* gibi diğer cinsler de çeşitli hayvan konakları ve hastalıklarla ilişkilidir. Ayrıca kazlar, yılanlar, kurbağalar ve balıklarda tanımlanan sınıflandırılmamış caliciviruslar, bu ailenin evrimsel çeşitliliğini göstermektedir.

DOMUZLARIN VEZİKÜLER EXANTHEM (VES) HASTALIĞI (VESICULAR EXANTHEMA OF SWINE VIRUS - VESV)

Vesicular Exanthema of Swine Virus (VESV), Domuzlarda Domuz Veziküler Ekzantemi (VES) olarak bilinen, burunda, ağız mukozasında, ayak tabanlarında ve ayak parmakları arasında ağrılı kabarcıkların oluşumu ve ateş ile karakterize akut, oldukça bulaşıcı ihbarı mecburi bir hastalıktır. VES enfeksiyonu gebelik sırasında meydana gelirse düşüklere ve ölü doğumlara neden olur. Hastalık, Dünya Hayvan Sağlığı Örgütü'nün (OIE) kontrollü hastalıklar listesinde yer almamaktadır. VESV kaynaklı bilinen bir gıda güvenliği endişesi yoktur.

Etiyoloji

Caliciviridae familyasındaki *Vesivirus* cinsine ait zarfsız, pozitif anlamlı, tek sarmallı bir RNA virusudur. *Vesivirus*, yaklaşık 8300 bazlık tek bir pozitif anlamlı, poliadenile RNA genomu içeren küçük viruslardır. Genomik RNA üç açık okuma çerçevesi (ORF) kodlar. İlk ve en büyük ORF, RNA'ya bağımlı RNA polimeraz, sistein proteaz, genoma bağlı viral protein (VPg) ve RNA helikaz proteinlerinin tanımlandığı yapısal olmayan proteinleri kodlar. Bol miktarda subgenomik mRNA'dan eksprese edilen ikinci ORF, tek yapısal veya kapsid proteinini kodlar. Üç çerçevenin en küçüğü olan üçüncü çerçeve, genomik RNA'nın en uç 3' ucunda bulunur (Şekil 4.1).

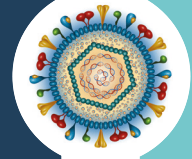
¹ Doç. Dr., Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Viroloji AD, hssaltik@mehmetakif.edu.tr, ORCID iD: 0000-0002-3283-7062

KAYNAKLAR

1. Ahmad T. Global research trends in MERS-CoV: a comprehensive bibliometric analysis from 2012 to 2021. *Frontiers in Public Health*, 2022;10: 933333. doi: 10.3389/fpubh.2022.933333
2. Carter HS, Renaud DL, Steele MA, et al. A narrative review on the unexplored potential of colostrum as a preventative treatment and therapy for diarrhea in neonatal dairy calves. *Animals*. 2021;11(8): 2221. doi: 10.3390/ani11082221
3. Castells M, Benítez-Galeano MJ, Marandino A, et al. Detection and genetic characterization of bovine torovirus in Uruguay. *Viruses*. 2024;16(6): 835. doi: 10.3390/v16060835
4. CEVA: Sours in calves: which are the main pathogens behind? (28.07.2025 tarihinde <https://ruminants.ceva.pro/scours-in-calves> adresinden ulaşılmıştır).
5. Chen YM, Burrough E. The effects of swine coronaviruses on ER stress, autophagy, apoptosis, and alterations in cell morphology. *Pathogens*. 2022;11(8): 940. doi: 10.3390/pathogens11080940
6. Davidson I, Stamelou E, Giantsis IA, et al. The complexity of swine caliciviruses. A mini review on genomic diversity, infection diagnostics, world prevalence and pathogenicity. *Pathogens*. 2022;11(4): 413. doi: 10.3390/pathogens11040413
7. Gerds V, Zakhartchouk A. Vaccines for porcine epidemic diarrhea virus and other swine coronaviruses. *Veterinary microbiology*. 2017;206: 45-51. doi: 10.1016/j.vetmic.2016.11.029
8. Han HJ, Yu H, Yu XJ. Evidence for zoonotic origins of Middle East respiratory syndrome coronavirus. *Journal of General Virology*, 2016;97(2): 274-280. doi: 10.1099/jgv.0.000342
9. Hu ZM, Yang YL, Xu LD, et al. Porcine Torovirus (PToV)—a brief review of etiology, diagnostic assays and current epidemiology. *Frontiers in Veterinary Science*. 2019;6: 120. doi: 10.3389/fvets.2019.00120
10. ICTV. Family: Caliciviridae. (28.07.2025 tarihinde <https://ictv.global/report/chapter/caliciviridae/caliciviridae> adresinden ulaşılmıştır).
11. Jeong JH, Kim GY, Yoon SS., et al. Detection and isolation of winter dysentery bovine coronavirus circulated in Korea during 2002-2004. *Journal of veterinary medical science*. 2005;67(2): 187-189. doi: 10.1292/jvms.67.187
12. Kandeel M, Al-Mubarak AI. Camel viral diseases: current diagnostic, therapeutic, and preventive strategies. *Frontiers in Veterinary Science*. 2022;9: 915475. doi: 10.3389/fvets.2022.915475
13. Kroneman A, Vega E, Vennema H, et al. Proposal for a unified norovirus nomenclature and genotyping. *Archives of virology*. 2013;158: 2059-2068. doi: 10.1007/s00705-013-1708-5
14. Nakata, S, Kogawa K, Numata K, et al. The epidemiology of human calicivirus/Sapporo/82/Japan. *Viral Gastroenteritis*, 1996;263-270.
15. Mora-Díaz JC, Piñeyro PE, Houston E, et al. Porcine hemagglutinating encephalomyelitis virus: a review. *Frontiers in veterinary science*. 2019;6: 53. doi: 10.3389/fvets.2019.00053
16. Song Z, Xu Y, Bao L, et al. From SARS to MERS, thrusting coronaviruses into the spotlight. *Viruses*. 2019;11(1): 59. doi: 10.3390/v11010059
17. Stadler J, Zoels S, Fux R, et al. Emergence of porcine epidemic diarrhea virus in southern Germany. *BMC veterinary research*. 2015;11: 1-8. doi: 10.1186/s12917-015-0454-1
18. Swine Health Information Centre (SHIC). Porcine Sapovirus 2021. (02.08.2025 tarihinde <https://www.swinehealth.org/wp-content/uploads/2021/04/SHIC-Porcine-Sapovirus-Fact-Sheet-24Apr2021.pdf> adresinden ulaşılmıştır).
19. Thakor JC, Dinesh M, Manikandan R, et al. Swine coronaviruses (SCoVs) and their emerging threats to swine population, inter-species transmission, exploring the susceptibility of pigs for SARS-CoV-2 and zoonotic concerns. *Veterinary Quarterly*. 2022;42(1): 125-147. doi: 10.1080/01652176.2022.2079756
20. Te N, Ciurkiewicz M, van den Brand JM, et al. Middle East respiratory syndrome coronavirus infection in camels. *Veterinary pathology*. 2022;59(4): 546-555. doi: 10.1177/03009858211069120
21. Ujike M, Suzuki T. Progress of research on coronaviruses and toroviruses in large domestic animals using reverse genetics systems. *The Veterinary Journal*. 2024;106122. doi: 10.1016/j.tvjl.2024.106122
22. United States Department of Agriculture Animal and Plant Health Inspection Service Veterinary Services. Literature Review: Non-animal Origin Feed Ingredients and the Transmission of Viral Pathogens of Swine 2019. (02.08.2025 tarihinde <https://www.aphis.usda.gov/sites/default/files/non-animal-origin-feed-ingredients-transmission-of-viral-pathogens.pdf> adresinden ulaşılmıştır).
23. ViralZone. Caliciviridae. (02.08.2025 tarihinde <https://viralzone.expasy.org/32> adresinden ulaşılmıştır).
24. Vlasova AN, Saif LJ. Bovine coronavirus and the associated diseases. *Frontiers in Veterinary Science*. 2021;8: 643220. doi: 10.3389/fvets.2021.643220
25. Zappulli V, Ferro S, Bonsembiante F, et al. Pathology of coronavirus infections: A review of lesions in animals in the one-health perspective. *Animals*. 2020;10(12): 2377. doi: 10.3390/ani10122377
26. Zhu Q, Li B, Sun, D. Advances in bovine coronavirus epidemiology. *Viruses*, 2022;14(5): 1109. doi: 10.3390/v14051109

BÖLÜM 5

Flaviviridae



Oğuzhan AVCI¹

GENEL BİLGİLER

İnsanoğlunun diğer canlılarla birlikte yaşamını paylaştığı dünya üzerinde bugüne kadar yaklaşık 6.400 memeli türü tanımlanmış durumdadır. Bunlardan yaklaşık 200 kadarı Avrupa ülkelerinde görülebilirken ülkemizde ise yaklaşık 170 memeli türünün yaşadığı bilinmektedir.

Esas olarak memeliler ve kuşları enfekte eden virusların bulunduğu bu ailedeki viruslar 9.0-13 kb uzunluğunda pozitif polariteli linear tek iplikçikli RNA (ssRNA) içermektedir '*Flaviviridae*' ismini (flavus, Latince'de 'sarı' anlamına gelmektedir) Sarıhumma virus'undan almıştır. Genellikle 45-60 nm virion büyüklüğüne sahip viruslar kübik simetriye sahiptirler. Zarlı viruslardır ve zar üzerinde bulunan E2 glikoproteini virusun dominant proteini olarak bilinmektedir. Viral replikasyon sitoplazmada gerçekleşmektedir. Virion, hücre içi zarlardan tomurcuklanarak ekzositoz yoluyla konak hücreden çıkmaktadır. *Flaviviridae* ailesindeki viruslar çevre şartlarında ve dezenfektanlara maruz kalmaları durumunda hızla inaktive olmaktadır. Bu ailedeki viruslar genellikle vektör (kene, sokucu sinekler) aracılığıyla bulaşmaktadır ayrıca bu aile içinde zoonoz karakter gösteren viruslar yer almaktadır. Hem horizontal hem de vertikal yolla bulaşabilen virusların yanı sıra kan ve cinsel yolla bulaşan viruslar da bulunmaktadır.

Bu bölümde *Flaviviridae* ailesinde (Şekil 5.1) *Orthoflavivirus* genusunda yer alan Louping ill; West-nilsbron enfeksiyonu; Domuzların Japon Ensephalitisi Virus; *Pestivirus* genusunda yer alan Bovine Viral Diarrhea-Mucosal Disease; Border Disease; Avrupa Domuz Vebası; Atipik Domuz Pestivirus, *Hepacivirus* genusunda yer alan Bovine Hepacivirus ve *Pegivirus* genusunda yer alan Porcine Pegivirus enfeksiyonları hakkında kısa ve temel bilgiler sunulmuş olup güncel veriler aktarılmaya çalışılmıştır.

¹ Prof.Dr., Selçuk Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Viroloji AD., oavci@selcuk.edu.tr, ORCID iD: 0000-0001-9299-4695

KAYNAKLAR

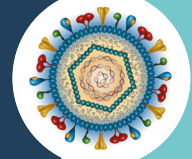
- Albayrak H, Özcan E, Çavunt A. A serological survey of selected pathogens in wild boar (*Sus scrofa*) in northern Turkey. *European Journal of Wildlife Research*. 2013;59(6): 893-897.
- Arnal M, Fernandez de Luco D, Riba L, et al. A novel pestivirus associated with deaths in Pyrenean chamois. *Journal of General Virology*. 2004;85: 3653-3657.
- Arruda BL, Arruda PH, Magstadt DR, et al. Identification of a divergent lineage porcine pestivirus in nursing piglets with congenital tremors and reproduction of disease following experimental inoculation. *PLoS ONE*. 2016;11: e0150104.
- Avalos-Ramirez R, Orlich M, Thiel HJ, et al. Evidence for the presence of two novel pestivirus species. *Virology*. 2001;286: 456-465.
- Avci O, Bulut O, Yapıcı O, et al. Effect of different storage temperatures on the stability of Bovine Viral Diarrhea Virus RNA in blood samples. *Pakistan Veterinary Journal*. 2015;35(4): 528-530.
- Baba SS. Virological and immunological studies of Wesselsbron virus in experimentally infected red Sokoto (Mara di) goats. *Veterinary Microbiology*. 1993;34(4): 311-320.
- Baba SS, Fagbami AH, Ojeh CK. Preliminary studies on the use of solid-phase immunosorbent techniques for the rapid detection of Wesselsbron virus (WSLV) IgM by haemagglutination-inhibition. *Comparative Immunology, Microbiology and Infectious Diseases*. 1999;22(1): 71-79.
- Baechlein C, Fischer N, Grundhoff A, et al. Identification of a Novel Hepacivirus in Domestic Cattle from Germany. *Journal of Virology*. 2015;89(14): 7007-7015.
- Baechlein C, Grundhoff A, Fischer N, et al. Pegivirus infection in domestic pigs, Germany. *Emerging Infectious Diseases*. 2016;22: 1312-1314.
- Becher P, Shannon AD, Tautz N, et al. Molecular characterization of Border Disease Virus, a pestivirus from sheep. *Virology*. 1994;198: 542-551.
- Becher P, Schmeiser S, Oguzoglu TC, et al. Complete genome sequence of a novel pestivirus from sheep. *Journal of Virology*. 2012;86: 11412.
- Bielefeldt-Ohmann H. Special Issue: Bovine Viral Diarrhea Virus and related Pestiviruses. *Viruses*. 2020;12(10): 1181.
- Blome S, Beer M, Wernike K. New leaves in the growing tree of Pestiviruses. *Advances in Virus Research*. 2017;99: 139-160.
- Blome S, Staubach C, Henke J, et al. Classical Swine Fever-An updated review. *Viruses*. 2017;9(4): 86.
- Blomstrom AL, Fossum C, Wallgren P, et al. Viral metagenomic analysis displays the co-infection situation in healthy and PMWS affected pigs. *PLoS One*. 2016;11: e0166863.
- Blomström AL, Ley C, Jacobson M. Astrovirus as a possible cause of congenital tremor type All in piglets? *Acta Veterinaria Scandinavica*. 2014;56: 82.
- Braun U, Hilbe M, Peterhans E, et al. Border disease in cattle. *The Veterinary Journal*. 2019;246: 12-20.
- Breitfeld J, Fischer N, Tsachev I, et al. Expanded diversity and host range of Bovine Hepacivirus-Genomic and serological evidence in domestic and wild ruminant species. *Viruses*. 2022;30: 14(7), 1457.
- Burgu I, Oztürk F, Akca Y, et al. Investigations on the occurrence and impact of bovine viral diarrhoea (BVD) virus infections in sheep in Turkey. *Deutsche Tierärztliche Wochenschrift*. 1987;94: 292-294.
- Cagatay GN, Meyer D, Wendt M, et al. Characterization of the humoral immune response induced after infection with Atypical Porcine Pestivirus (APPV). *Viruses*. 2019;11: 880.
- Chen F, Knutson TP, Braun E, et al. Semi-quantitative duplex RT-PCR reveals the low occurrence of Porcine Pegivirus and Atypical Porcine Pestivirus in diagnostic samples from the United States. *Transboundary and Emerging Diseases*. 2019;66: 1420-1425.
- Chethan Kumar HB, Dhanze H, Bhilegaonkar KN, et al. Reply to commentary on serological evidence of Japanese encephalitis virus infection in pigs in a low human incidence state, Goa, India. *Preventive Veterinary Medicine*. 2020;77: 104945.
- Dall Agnol AM, Alfieri AF, Alfieri AA. Pestivirus K (Atypical Porcine Pestivirus): Update on the virus, viral infection, and the association with congenital tremor in newborn piglets. *Viruses*. 2020;12(8): 903.
- Dastjerdi A, Strong R, La Rocca SA, et al. Investigation into an outbreak of Border disease virus in pigs in England. *Transboundary and Emerging Diseases*. 2022;69(4): 1698-1706.
- de Arce HD, Ganges L, Barrera M, et al. Origin and evolution of viruses causing classical swine fever in Cuba. *Virus Research*. 2005;112: 123-131.
- De Mia GM, Greiser-Wilke I, Feliziani F, et al. Genetic characterization of a caprine pestivirus as the first member of a putative novel pestivirus subgroup. *Journal of Veterinary Medicine B*. 2005;52: 206-210.
- de Oliveira LG, Mechler-Dreibi ML, Almeida HMS, et al. Bovine Viral Diarrhoea Virus: Recent findings about its occurrence in pigs. *Viruses*. 2020;12(6): 600.
- Diagne MM, Faye M, Faye O, et al. Emergence of Wesselsbron virus among black rat and humans in Eastern Senegal in 2013. *One Health*. 2017;3: 23-28.
- Diao NC, Gong QL, Li JM, et al. Prevalence of Bovine Viral Diarrhoea Virus (BVDV) in yaks between 1987 and 2019 in mainland China: A systematic review and meta-analysis. *Microbial Pathogenesis*. 2020;144: 104185.
- Dong XN, Chen YH. Marker vaccine strategies and candidate CSFV marker vaccines. *Vaccine*. 2007;25: 205-230.
- Edwards S. Survival and inactivation of classical swine fever virus. *Veterinary Microbiology*. 2000;73: 175-181.
- Faye M, Seye T, Patel P, et al. Development of Real-Time molecular assays for the detection of Wesselsbron Virus in Africa. *Microorganisms*. 2022;10: 550.
- Floegel G, Wehrend A, Depner KR, et al. Detection of classical swine fever virus in semen of infected boars. *Veterinary Microbiology*. 2000;77(1-2): 109-116.
- Fritzemeier J, Haas L, Liebler E, et al. The development of early vs. late onset mucosal disease is a consequence of two different pathogenic mechanisms. *Archives of Virology*. 1997;142(7): 1335-1350.
- Ganges L, Crooke HR, Bohórquez JA, et al. Classical swine fever virus: the past, present and future. *Virus Research*. 2020;289: 198151.
- Gather T, Walter S, Todt D, et al. Vertical transmission of he-

- patitis C virus-like non-primate hepacivirus in horses. *Journal of General Virology*. 2016;97(10): 2540-2551.
37. Gatto IRH, Sonálio K, de Oliveira LG. Atypical Porcine Pestivirus (APPV) as a new species of pestivirus in pig production. *Frontiers in Veterinary Science*. 2019;6: 35.
 38. Givens MD, Newcomer BW. Perspective on BVDV control programs. *Animal Health Research Reviews*. 2015;1: 78-82.
 39. Gómez-Romero N, Basurto-Alcántara FJ, Verdugo-Rodríguez A, et al. Detection of border disease virus in Mexican cattle. *Transboundary and Emerging Diseases*. 2018;65(1): 267-271.
 40. Gomez-Romero N, Ridpath JF, Basurto-Alcantara FJ, et al. Bovine Viral Diarrhea Virus in cattle from Mexico: Current Status. *Frontiers in Veterinary Science*. 2021;8: 673577.
 41. Gould EA, Moss SR, Turner SL. Evolution and dispersal of encephalitic flaviviruses. *Arch Virol Suppl*. 2004;18: 65-84.
 42. İssi M, Gül Y, Özçelik M, et al. Bovine Viral Diarrhea Virus enfeksiyonlu bir buzağıda görülen bukleli kıl örtüsü. *Fırat Üniversitesi Sağlık Bilimleri Veteriner Dergisi*. 2014;28(1): 45-48.
 43. Jeffries CL, Mansfield KL, Phipps LP, et al. Louping ill virus: an endemic tick-borne disease of Great Britain. *Journal of General Virology*. 2014;95(Pt 5): 1005-1014.
 44. Jokar M, Rahmanian V, Farhoodi M, et al. Seroprevalence of Bovine Viral Diarrhea Virus (BVDV) infection in cattle population in Iran: A systematic review and meta-analysis. *Tropical Animal Health and Production*. 2021;53(5): 449.
 45. Kennedy J, Pfankuche VM, Hoeltig D, et al. Genetic variability of porcine pegivirus in pigs from Europe and China and insights into tissue tropism. *Scientific Reports*. 2019;9: 8174.
 46. Kikuchi F, Hayashi A, Yamada K, et al. The role of wild boar as host of Japanese Encephalitis Virus in the absence of domestic pigs. *Viruses*. 2024;8: 1273.
 47. Kirkland PD, Frost MJ, Finlaison DS, et al. Identification of a novel virus in pigs-Bungowannah virus: A possible new species of pestivirus. *Virus Research*. 2007;129: 26-34.
 48. Ladreyt H, Durand B, Dussart P, et al. How central is the domestic pig in the epidemiological cycle of Japanese encephalitis virus? A review of scientific evidence and implications for disease control. *Viruses*. 2019;11(10): 949.
 49. Lamp B, Schwarz L, Högl S, et al. Novel pestivirus species in pigs, Austria, 2015. *Emerging Infectious Diseases*. 2017;23: 1176-1179.
 50. Le Flohic G, Porphyre V, Barbazan P, et al. Review of climate, landscape, and viral genetics as drivers of the Japanese encephalitis virus ecology. *PLOS Neglected Tropical Diseases*. 2013;7(9): e2208.
 51. Loeffelholz MJ, Fenwick BW. Taxonomic changes for human and animal viruses, 2018 to 2020. *Journal of Clinical Microbiology*. 2021;59(2): e01932-20.
 52. Lord JS. Changes in rice and livestock production and the potential emergence of Japanese encephalitis in Africa. *Pathogens*. 2021;10(3): 294.
 53. Lu G, Chen C, Shao R, et al. Identification and genetic characterization of bovine hepacivirus in China: A large scale epidemiological study. *Virologica Sinica*. 2022;37(2): 223-228.
 54. Mackenzie J, Williams D, Smith D. Japanese encephalitis virus: the geographic distribution, incidence, and spread of a virus with a propensity to emerge in new areas. *Perspectives in Medical Virology*. 2006;16: 201-268.
 55. Malik YS, Bhat S, Kumar ORV, et al. Classical Swine Fever Virus biology, clinicopathology, diagnosis, vaccines and a meta-analysis of prevalence: A review from the Indian perspective. *Pathogens*. 2020;9(6): 500.
 56. Marriott L, Willoughby K, Chianini F, et al. Detection of Louping ill virus in clinical specimens from mammals and birds using TaqMan RT-PCR. *Journal of Virological Methods*. 2006;137(1): 21-28.
 57. Moennig V, Floegel-Niesmann G, Greiser-Wilke I. Clinical signs and epidemiology of Classical Swine Fever: A review of new knowledge. *Veterinary Journal*. 2003;165(1): 11-20.
 58. Mohd Hanafiah K, Groeger J, Flaxman AD, et al. Global epidemiology of hepatitis C virus infection: new estimates of age-specific antibody to HCV seroprevalence. *Hepatology*. 2013;57: 1333-1342.
 59. Monies RJ, Paton DJ, Vilcek S. Mucosal disease like lesions in sheep infected with Border disease virus. *Veterinary Record*. 2004;155: 765-769.
 60. Neill JD, Ridpath JF, Fischer N, et al. Complete genome sequence of pronghorn virus, a pestivirus. *Genome Announcements*. 2014; 2.
 61. Oguzoglu TC, Floegel-Niesmann G, Frey H-R, et al. Differential diagnosis of classical swine fever and border disease: seroepidemiological investigation of a pestivirus infection on a mixed sheep and swine farm. *Deutsche Tierärztliche Wochenschrift*. 2001;108: 210-213.
 62. Oguzoglu TC, Tan MT, Toplu N, et al. Border Disease Virus (BDV) infections of small ruminants in Turkey: a new BDV subgroup? *Veterinary Microbiology*. 2009;135(3-4): 374-379.
 63. Oğuzoğlu TC, Muz D, Yılmaz D, et al. Molecular characteristics of Bovine Virus Diarrhoea Virus 1 isolates from Turkey: Approaches for an eradication programme. *Transboundary and Emerging Diseases*. 2012;59: 303-310.
 64. Oğuzoğlu TÇ, Koç BT, Coşkun N, et al. Endless variety for bovine virus diarrhoea viruses: new members of a novel subgroup into Pestivirus A from Turkey. *Tropical Animal Health and Production*. 2019;51(5): 1083-1087.
 65. Oymans J, van Keulen L, Wichgers Schreur PJ, et al. Early pathogenesis of Wesselsbron Disease in pregnant ewes. *Pathogens*. 2020;9(5): 373.
 66. Pang F, Long Q, Wei M. Immune evasion strategies of Bovine Viral Diarrhea Virus. *Frontiers in Cellular and Infection Microbiology*. 2023;13: 1282526.
 67. Park SL, Huang YS, Lyons AC, et al. Infection of feral phenotype swine with Japanese Encephalitis Virus. *Vector-Borne and Zoonotic Diseases*. 2023;23(12): 645-652.
 68. Pfankuche VM, Hahn K, Bodewes R, et al. Comparison of different in situ hybridization techniques for the detection of various RNA and DNA viruses. *Viruses*; 2018;10, 384.
 69. Possatti F, Headley SA, Leme RA, et al. Viruses associated with congenital tremor and high lethality in piglets. *Transboundary and Emerging Diseases*. 2018;65: 331-337.
 70. Postel A, Austermann-Busch S, Petrov A, et al. Epidemiology, diagnosis and control of Classical Swine Fever: recent developments and future challenges. *Transboundary and Emerging Diseases*. 2018;65: 248-261.
 71. Presi P, Struchen R, Knight-Jones T, et al. Bovine viral diarrhoea (BVD) eradication in Switzerland—Experiences of the first two year. *Preventive Veterinary Medicine*. 2011;99: 112-

- 121.
72. Ran X, Chen X, Ma L, et al. A systematic review and meta-analysis of the epidemiology of bovine viral diarrhoea virus (BVDV) infection in dairy cattle in China. *Acta Tropica*. 2019;190: 296-303.
 73. Richter V, Kattwinkel E, Firth CL, et al. Mapping the global prevalence of bovine viral diarrhoea virus infection and its associated mitigation programmes. *Veterinary Record*. 2019;184(23): 711.
 74. Ridpath JF, Bolin SR. Comparison of the complete genomic sequence of the Border Disease Virus, BD31 to other pestiviruses. *Virus Research*. 1997;50: 237-243.
 75. Ross HM, Evans CC, Spence JA, et al. Louping ill in free-ranging pigs. *Veterinary Record*. 1994;134(4): 99-100.
 76. Rüfenacht J, Schaller P, Audigé L, et al. The effect of infection with Bovine Viral Diarrhoea Virus on the fertility of Swiss dairy cattle. *Theriogenology*. 2001;56: 199-210.
 77. Saltik HS, Kale M, Atli K. First molecular evidence of Border Disease Virus in wild boars in Turkey. *Veterinary Research Communications*. 2022;46(1): 243-250.
 78. Simmonds P, Becher P, Bukh J, et al. ICTV virus taxonomy profile: Flaviviridae. *Journal of General Virology*. 2017;98: 2-3.
 79. Smith DB, Becher P, Bukh J, et al. Proposed update to the taxonomy of the genera hepacivirus and pegivirus with in the Flaviviridae family. *Journal of General Virology*. 2016;97: 2894-2907.
 80. Smith DB, Meyers G, Bukh J, et al. Proposed revision to the taxonomy of the genus Pestivirus, family Flaviviridae. *Journal of General Virology*. 2017;98: 2106-2112.
 81. Smith DR. Waiting in the wings: The potential of mosquito transmitted flaviviruses to emerge. *Critical Reviews in Microbiology*. 2017;43(4): 405-422.
 82. Sozzi E, Lavazza A, Gaffuri A, et al. Isolation and full-length sequence analysis of a pestivirus from aborted lamb fetuses in Italy. *Viruses*. 2019;11: 744.
 83. Stalder HP, Meier Ph, Pfaffen G, W et al. Genetic heterogeneity of pestiviruses of ruminants in Switzerland. *Preventive Veterinary Medicine*. 2005;72: 37-41.
 84. Stenberg H, Leveringhaus E, Malmsten A, et al. Atypical porcine pestivirus-A widespread virus in the Swedish wild boar population. *Transboundary and Emerging Diseases*. 2022;69(4): 2349-2360.
 85. Tarradas J, de la Torre ME, Rosell R, et al. The impact of CSFV on the immune response to control infection. *Virus Research*. 2014;185: 82-91.
 86. Timurkan MÖ, Aydın H. Increased genetic diversity of BVDV strains circulating in Eastern Anatolia, Turkey: first detection of BVDV-3 in Turkey. *Tropical Animal Health and Production*. 2019;51(7): 1953-1961.
 87. van den Hurk A, Ritchie S, Mackenzie J. Ecology and geographical expansion of Japanese encephalitis virus. *Annual Review of Entomology*. 2009;54: 17-35.
 88. van der Lugt JJ, Coetzer JA, Smit MM, et al. The diagnosis of Wesselsbron disease in a new-born lamb by immunohistochemical staining of viral antigen. *Onderstepoort Journal of Veterinary Research*. 1995;62(2): 143-146.
 89. Vilcek S, Ridpath JF, Van Campen H, et al. Characterization of a novel pestivirus originating from a pronghorn antelope. *Virus Research*. 2005;108: 187-193.
 90. Xie Y, Wang X, Feng J, et al. The Prevalence, Genetic Characterization, and Evolutionary Analysis of Porcine Pegivirus in Guangdong, China. *Virologica Sinica*. 2021;36(1): 52-60.
 91. Yang C, Wang L, Shen H, et al. Detection and genetic characterization of Porcine Pegivirus in pigs in the United States. *Transboundary and Emerging Diseases*. 2018;65: 618-626.
 92. Yesilbag K, Förster C, Bank-Wolf B, et al. Genetic heterogeneity of Bovine Viral Diarrhoea Virus (BVDV) isolates from Turkey: Identification of a new subgroup in BVDV-1. *Veterinary Microbiology*. 2008;130: 258-267.
 93. Yesilbag K, Alpay G, Karakuzulu HA. Serologic survey of viral infections in captive ungulates in turkish zoos. *Journal of Zoo and Wildlife Medicine*. 2011;42: 44-48.
 94. Yesilbag K, Forster C, Ozyigit MO, et al. Characterisation of Bovine Viral Diarrhoea Virus (BVDV) isolates from an outbreak with haemorrhagic enteritis and severe pneumonia. *Veterinary Microbiology*. 2014; 169(1-2): 42-49.
 95. Yeşilbağ K, Alpay G, Becher P. Variability and global distribution of subgenotypes of Bovine Viral Diarrhoea Virus. *Viruses*. 2017;9(6): 128.
 96. Yesilbag K, Baechlein C, Kadiroğlu B, et al. Presence of Bovine Hepacivirus in Turkish cattle. *Veterinary Microbiology*. 2018;225: 1-5.
 97. Yıldız R, Ok M. Koyunların Ensefalomiyelitisi Louping ill. *Türkiye Klinikleri Veterinary Sciences – Internal Medicine-Special Topics*. 2016;2(1): 33-36.
 98. Yılmaz H, Altan E, Ridpath J, et al. Genetic diversity and frequency of Bovine Viral Diarrhoea Virus (BVDV) detected in cattle in Turkey. *Comparative Immunology, Microbiology and Infectious Diseases*. 2012;35: 411-416.
 99. Zirra-Shallangwa B, González Gordon L, Hernandez-Castro LE, et al. The epidemiology of Bovine Viral Diarrhoea Virus in Low – and Middle-Income Countries: A systematic review and meta-analysis. *Frontiers in Veterinary Science*. 2022;9: 947515.

BÖLÜM 6

Filoviridae, Hepeviridae ve Orthomyxoviridae



Hakan AYDIN¹

FILOVIRIDAE GENEL BİLGİLER

Ebola viruslar (EBOV), genellikle insanlarda şiddetli hemorajik ateşlere neden olarak, yüksek ölüm oranlarıyla dikkat çekmektedir. Ancak, Fildişi Sahili ebolavirusunun insanlardaki virulansı oldukça düşükken, Reston ebolavirusu henüz insan hastalıklarıyla ilişkilendirilmemiştir. Çalışmalar, meyve yarasalarının EBOV'un doğal rezervuarı olduğunu doğrularken birkaç yaban hayatı türünün EBOV enfeksiyonuna duyarlı olduğu belirlenmiştir ve insan salgınları ile ilişkili olabileceği öne sürülmüştür. Ancak, evcil hayvanların rolü henüz net değildir ve bugüne kadar yalnızca sınırlı örneklemeye, evcil hayvanların Ebola Virusunu ile enfekte olup olmayacağını ve muhtemelen virus bulaşma döngüsüne katılıp katılmayacağını belirlemek amacıyla gerçekleştirilmiştir. Sığır, koyun, keçi, domuz ve köpek türünden yalnızca köpeklerin EBOV'a karşı antikorları olduğu bulunmuştur. Son zamanlarda, Reston-Ebola virusunun domuzlardan izole edilmesi dikkatleri domuzlar üzerine çekmeyi başarmıştır.

EBOLA – DOMUZLARDAN RESTON EBOLAVİRUS

Filoviridae ailesi; *Cuevavirus*, *Dianlovirus*, *Oblavirus*, *Orthoebolavirus*, *Orthomarburgvirus*, *Striavirus*, *Tapjovirus*, *Thamnovirus* olmak üzere 8 farklı genustan oluşmaktadır. *Orthoebolavirus* genusu içerisinde yer alan EBOV, zarflı, negatif polariteli RNA viruslarıdır ve genellikle insanlarda şiddetli hemorajik ateşlere neden olarak, yüksek ölüm oranlarıyla dikkat çek-

mektedir (Şekil 6.1). Ebolavirus genomu yaklaşık 19 kb uzunluğundadır. Bu RNA genom dokuz protein kodlar, bunlar; nükleoprotein (NP), glikoprotein (GP), çözünür glikoprotein (sGP), küçük çözünür glikoprotein (ssGP), RNA'ya bağlı RNA polimeraz enzimi (L) ve VP24, VP30, VP35 ve VP40 yapısal proteinleridir (Şekil 6.2). Viral proteinlerin her biri farklı ebolavirus türleri arasında yüksek derecede varyasyon sergilemektedir. *Orthoebolavirus* genusu içerisinde Sudan ebolavirusu, Zaire ebolavirusu, Bambiense ebolavirusu, Tai ebolavirusu, Bundibugyo ebolavirusu ve Reston ebolavirusu (REBOV) dâhil olmak üzere altı tür yer almaktadır. Ancak REBOV Afrika dışında endemik olan (Filipinler ve Çin) tek ebolavirus türüdür. Genetik analizler, REBOV'un insanlarda ölümcül olan Sudan ebolavirusuna çok yakın olduğunu ortaya koymaktadır, ancak özellikle VP24 ve VP35'teki aminoasit farklılıkları insan ilişkili adaptasyonu sınırlayan faktörlerdir. REBOV ile diğer Ebola virusları arasındaki amino asit dizisi farklılıkları, dokuz ebola virus proteininin hepsinde bulunur, ancak hiçbir kalıntı patojenite kazanılmak için yeterli görünmemektedir.

¹ Prof. Dr., Atatürk Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Viroloji AD., hakanayd@atauni.edu.tr, ORCID iD: 0000-0003-2200-1744

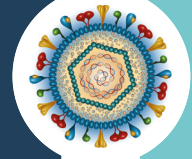
KAYNAKLAR

1. Abdelwhab EM, Mettenleiter TC. Zoonotic animal influenza virus and potential mixing vessel hosts. *Viruses*. 2023; 15(4): 980.
2. Ahmed R, Nasheri N. Animal reservoirs for hepatitis E virus within the Paslahepevirus genus. *Veterinary Microbiology*. 2023;278: 109618.
3. Albayrak H, Ozan E. Molecular detection of avian influenza virus but not West Nile virus in wild birds in northern Turkey. *Zoonoses and Public Health*. 2010; 57(7-8): 71-75.
4. An T, Meng F. Reston Virus. Wang L (Ed.), *Veterinary Virology of Domestic and Pet Animals*. Springer: Nature; 2024. P1-12.
5. Ataseven VS, Daly J. Seroepidemiology of equine influenza virus infection in Turkey. *Turkish Journal of Veterinary & Animal Sciences*. 2007; 31(3): 198-202.
6. Aydin H, Kirbas A, Timurkan M, et al. Serological evidence of canine influenza virus infection in shelter dogs in Turkey. *Medycyna Weterynaryjna-Veterinary Medicine-Science and Practice*. 2018; 74(12): 791-794.
7. Aydin H, Uyanik MH, Albayrak A, et al. Erzurum'da kan donörlerinde anti-HEV seroprevalansı. *Viral Hepatitis Journal/Viral Hepatit Dergisi*. 2013; 19(1): 23-26.
8. Aydin H, Uyanik MH, Karamese M, et al. Seroprevalence of hepatitis e virus in animal workers in nonporcine consumption region of Turkey. *Future Virology*. 2016; 11(10), 691-697.
9. Barrette RW, Metwally SA, Rowland JM, et al. Discovery of swine as a host for the Reston ebolavirus. *Science*. 2001; 325(5937): 204-206.
10. Baydar E, Aydogdu U, Utuk AE, et al. Infectious diseases in rising riding-horse and donkey milk industry: First detection of Neospora sp. antibodies in donkeys in Turkey. 2022; *Preprint*.
11. Bouwknecht M, Lodder-Verschoor F, Rutjes SA, et al. Hepatitis E virus RNA in commercial porcine livers in the Netherlands. *Journal of Food Protection*. 2007;70: 2889-2895.
12. Cantoni D, Hamlet A, Michaelis M, et al. Risks posed by Reston, the forgotten ebolavirus. *Mosphere*. 2016; 1(6): 10-1128.
13. Chiapponi C, Faccini S, De Mattia A et al. Detection of Influenza D Virus among Swine and Cattle, Italy. *Emerging Infectious Diseases*. 2016; 22: 352-354.
14. Dane H, Duffy C, Guelbenzu M, et al. Detection of Influenza D Virus in Bovine Respiratory Disease Samples, UK. *Transboundary and Emerging Diseases*. 2019; 66: 2184-2187.
15. Dede FS, Celen S, Bilgin S, et al. Maternal deaths associated with H1N1 influenza virus infection in Turkey: a whole-of-population report. *BJOG: An International Journal of Obstetrics & Gynaecology*. 2011; 118(10): 1216-1222.
16. Doceul V, Bagdassarian E, Demange A, et al. Zoonotic hepatitis E virus: classification, animal reservoirs and transmission routes. *Viruses*. 2016; 8(10): 270.
17. Ebolavirus ve proteinlerinin şematik gösterimi. <https://viralzone.expasy.org/207>. (Erişim 20 Mart 2025)
18. Ebolavirusa ait replikasyon siklusu. <https://viralzone.expasy.org/5016>. (Erişim 20 Mart 2025)
19. Feagins AR, Opriessnig T, Guenette DK, et al. Detection and characterization of infectious Hepatitis E virus from commercial pig livers sold in local grocery stores in the USA. *Journal of General Virology*. 2007;88: 912-917.
20. Ferguson L, Luo K, Olivier AK et al. Influenza D Virus Infection in Feral Swine Populations, United States. *Emerging Infectious Diseases*. 2018; 24: 1020-1028.
21. Forero Duarte JE, Alzate Mejia L, Cardona-Arias JA. Systematic review of the prevalence of avian Hepatitis E Virus in poultry worldwide, 2000-2023. *Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín*. 2024; 77.
22. Frymus T, Belák S, Egberink H, et al. Influenza virus infections in cats. *Viruses*. 2021; 13(8): 1435.
23. Gahan J, Garvey M, Gildea S, et al. Whole-genome sequencing and antigenic analysis of the first equine influenza virus identified in Turkey. *Influenza and other respiratory viruses*. 2018; 12(3): 374-382.
24. Gaudino M, Moreno A, Snoeck CJ, et al. Emerging Influenza D Virus Infection in European Livestock as Determined in Serology Studies: Are We Underestimating Its Spread over the Continent? *Transboundary and Emerging Diseases*. 2021; 68: 1125-1135.
25. Giang TT, Tiep VM, Chau NTM, et al. Characterization of zoonotic hepatitis E virus in domestic pigs and wild boar in Vietnam: implications for public health. *One Health*. 2024;19: 100857.
26. Gu Y, Zuo X, Zhang S, et al. The mechanism behind influenza virus cytokine storm. *Viruses*. 2021; 13(7): 1362.
27. Hennig C, Graaf A, Petric PP, et al. Are pigs overestimated as a source of zoonotic influenza viruses?. *Porcine Health Management*. 2022; 8(1): 30.
28. Hepevirusun zarsız ve zarlı (yarı zarlı – Quasi-enveloped) şematik görünümü. <https://viralzone.expasy.org/41>. (Erişim 20 Mart 2025)
29. İnfluenza virus ve viral proteinleri. <https://viralzone.expasy.org/6>. (Erişim 20 Mart 2025)
30. Javanian M, Barary M, Ghebrehewet S, et al. A brief review of influenza virus infection. *Journal of medical virology*. 2021; 93(8): 4638-4646.
31. Kenney SP. Hepatitis E Virus in Veterinary Virology: An Evolving Zoonotic Pathogen. In *Veterinary Virology of Domestic and Pet Animals*. Cham: Springer Nature Switzerland. 2024; 1-12.
32. Kimura H, Tsukagoshi H, Ryo A, et al. Ebola virus disease: a literature review. *Journal of Coastal Life Medicine*. 2015; 3(2): 85-90.
33. Klivleyeva NG, Glebova TI, Shamenova MG, et al. Influenza A viruses circulating in dogs: A review of the scientific literature. *Open Veterinary Journal*. 2022; 12(5): 676-687.
34. Li B, Wagner AL, Song Y, et al. Distribution and phylogenetics of hepatitis E virus genotype 4 in humans and animals. *Zoonoses and Public Health*. 2022;69(5), 458-467.
35. Liang Y. Pathogenicity and virulence of influenza. *Virulence*. 2023; 14(1): 2223057.
36. Lim EH, Lim SI, Kim MJ, et al. First detection of influenza D virus infection in cattle and pigs in the Republic of Korea. *Microorganisms*. 2023; 11(7): 1751.
37. Marsh GA, Haining J, Robinson R, et al. Ebola Reston virus infection of pigs: clinical significance and transmission potential. *The Journal of infectious diseases*. 2011; 204(suppl_3): 804-809.
38. Mifsud EJ, Kuba M, Barr IG et al. Innate immune responses to influenza virus infections in the upper respiratory tra-

- ct. *Viruses*. 2022; 13(10): 2090.
39. Miranda MEG, Miranda NLJ. Reston ebolavirus in humans and animals in the Philippines: a review. *The Journal of infectious diseases*. 2011; 204(suppl_3): 757-760.
 40. Mirzaev UK, Ouoba S, Ko K, et al. Systematic review and meta-analysis of hepatitis E seroprevalence in Southeast Asia: a comprehensive assessment of epidemiological patterns. *BMC Infectious Diseases*. 2024; 24(1): 525.
 41. Morikawa S, Saijo M, Kurane I. Current knowledge on lower virulence of Reston Ebola virus (in French: Connaissances actuelles sur la moindre virulence du virus Ebola Reston). *Comparative immunology, microbiology and infectious diseases*. 2007;30(5-6): 391-398.
 42. Nuwarda RF, Alharbi AA, Kayser V. An overview of influenza viruses and vaccines. *Vaccines*. 2021; 9(9): 1032.
 43. Oliva J, Eichenbaum A, Belin J, et al. Serological Evidence of Influenza D Virus Circulation Among Cattle and Small Ruminants in France. *Viruses*. 2019; 11: 516.
 44. Oncul O, Turhan V, Cavuslu S. H5N1 avian influenza: the Turkish dimension. *The Lancet Infectious Diseases*. 2006; 6(4): 186-187.
 45. Pavio N, Meng XJ, Renou C. Zoonotic hepatitis E: animal reservoirs and emerging risks. *Veterinary research*. 2010; 41(6): 46.
 46. Purdy MA, Drexler JF, Meng XJ, et al. ICTV virus taxonomy profile: Hepeviridae 2022. *Journal of General Virology*. 2022; 103(9): 001778.
 47. Rojas M, Monsalve DM, Pacheco Y, et al. Ebola virus disease: An emerging and re-emerging viral threat. *Journal of autoimmunity*. 2020;106: 102375.
 48. Salem E, Cook EAJ, Lbacha HA et al. Serologic Evidence for Influenza C and D Virus among Ruminants and Camelids, Africa, 1991–2015. *Emerging Infectious Diseases*. 2017; 23: 1556–1559.
 49. Sarikaya O, Erbaydar T. Avian influenza outbreak in Turkey through health personnel's views: a qualitative study. *BMC Public Health*. 2007; 7: 1-11.
 50. Silveira S, Falkenberg SM, Kaplan BS, et al. Serosurvey for Influenza D Virus Exposure in Cattle, United States, 2014–2015. *Emerging Infectious Diseases*. 2019; 25: 2074–2080.
 51. Songtanin B, Molehin AJ, Brittan K, et al. Hepatitis E virus infections: epidemiology, genetic diversity, and clinical considerations. *Viruses*. 2023; 15(6): 1389.
 52. Syed SF, Zhao Q, Umer M, et al. Past, present and future of hepatitis E virus infection: zoonotic perspectives. *Microbial pathogenesis*. 2018;119: 103-108.
 53. Timurkan MÖ, Aydın H. Investigation of influenza A virus infection by serological and molecular methods in jereed horses. *Atatürk Üniversitesi Veteriner Bilimleri Dergisi*. 2019; 14(1): 71-77
 54. Tonbak F, Atasever M. Determination of Hepatitis E Virus in Sheep and Cattle by Serological and Molecular Methods DNA Sequences Analysis. *Acta Vet. Eurasia*. 2022; 48: 94–100.
 55. Tsachev I, Gospodinova K, Pepovich R, et al. First Insight into the Seroepidemiology of Hepatitis E Virus (HEV) in Dogs, Cats, Horses, Cattle, Sheep, and Goats from Bulgaria. *Viruses*. 2023, 15: 1594.
 56. Uluslararası Virus Taksonomi Komitesi – ICTV. <https://ictv.global/report/chapter/filoviridae>. (Erişim 20 Mart 2025)
 57. Verhagen JH, Fouchier RA, Lewis N. Highly pathogenic avian influenza viruses at the wild–domestic bird interface in Europe: future directions for research and surveillance. *Viruses*. 2021; 13(2): 212.
 58. Wang B, Meng XJ. Structural and molecular biology of hepatitis E virus. *Computational and Structural Biotechnology Journal*. 2021;19: 1907-1916.
 59. Wang W, Wu W, Chen M, et al. Prevalence of hepatitis E virus in domestic animals in the Chinese mainland: a systematic review and meta-analysis. *BMC Veterinary Research*. 2025;21(1): 136.
 60. World Health Organization. Hepatitis E. 2022. Available online: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/hepatitis-e> (erişim tarihi 28 Mart 2025).
 61. Xu LD, Zhang F, Xu P. Cross-species transmission and animal infection model of hepatitis E virus. *Microbes and Infection*. 2025;27(1): 105338.
 62. Yadav KK, Kenney SP. Hepatitis E virus immunopathogenesis. *Pathogens*. 2021; 10(9), 1180.
 63. Yazaki Y, Mizuo H, Takahashi M, et al. Sporadic acute or fulminant hepatitis E in Hokkaido, Japan, may be food-borne, as suggested by the presence of hepatitis E virus in pig liver as food. *Journal of General Virology*. 2003;84: 2351-2357
 64. Yesilbag K, Tokar EB, Ates O. Recent strains of influenza D virus create a new genetic cluster for European strains. *Microbial Pathogenesis*. 2022; 172: 105769.
 65. Yilmaz A, Umar S, Turan N, et al. First report of influenza D virus infection in Turkish cattle with respiratory disease. *Research in veterinary science*. 2020; 130: 98-102.
 66. Zahmanova G, Takova K, Lukov GL, et al. Hepatitis E Virus in domestic ruminants and virus excretion in Milk. A potential source of zoonotic HEV infection. *Viruses*. 2024;16(5): 684.
 67. Zhao C, Pu J. Influence of host sialic acid receptors structure on the host specificity of influenza viruses. *Viruses*. 2022; 14(10): 2141.
 68. Zhu Z, Fodor E, Keown JR. A structural understanding of influenza virus genome replication. *Trends in microbiology*. 2023; 31(3): 308-319.

BÖLÜM 7

Paramyxoviridae ve Pneumoviridae



Bahadır MÜFTÜOĞLU¹
Emre ÖZAN²

PARAMYXOVIRIDAE GENEL BİLGİLER

Uluslararası Virus Taksonomi Komitesi'nin (International Committee Taxonomy of Viruses-ICTV) 2024 yılı bildirimine göre, *Paramyxoviridae* ailesi, *Mono-negavirales* dizisi içerisinde sınıflandırılan 11 virus ailesinden biridir. *Paramyxoviridae* ailesi, dokuz alt aile içerisinde sınıflandırılan 23 cins ve 153 virus türünü kapsamaktadır (Şekil 7.1). Paramyxoviruslar, başta insan, evcil ve yabani memeli hayvanlar olmak üzere deniz memelileri, kanatlı hayvanlar, balıklar, sürüngenler ve kemirgenlerde enfeksiyon meydana getirmektedir. İnsanlarda ve memeli hayvanlarda enfeksiyonlara genellikle *Feraresvirinae*, *Orthoparamyxovirinae* ve *Rubulavirinae* alt ailelerinde yer alan viruslar neden olurken; *Avulavirinae* alt ailesindeki viruslar kanatlı hayvanlarda, *Glossavirinae*, *Ichthysvirinae*, *Kamposvirinae*, *Metaparamyxovirinae* ve *Skoliovirinae* alt ailelerinde yer alan viruslar ise balıklar ve diğer sucul canlılarda enfeksiyonlara yol açmaktadır. Ayrıca *Orthoparamyxovirinae* alt ailesinde bulunan *Henipavirus* cinsi zoonotik açıdan önemli virusları içermektedir. Paramyxovirusların bulaşması genellikle enfekte hayvanlarla yakın temas veya bu hayvanların salgılarıyla doğrudan temas yoluyla gerçekleşir. Bununla birlikte, aerosol yolla bulaşma da önemli bir rol oynamaktadır. Zoonotik hastalıklarda ise hayvanların ısırması, bulaşma açısından ayrıca önem taşımaktadır. *Paramyxoviridae* ailesine ait virusların neden olduğu enfeksiyonlarda, solunum, sindirim ve sinir sistemi gibi birçok organ ve doku etkilenir. Enfeksiyonlar, ensefalit ve pneumoniden

diyare ve abortlara kadar geniş bir yelpazede klinik belirtilerle seyredebilir. Hastalığın seyri de oldukça değişkendir, bazı olgularda şiddetli ve perakut formlar görülürken, bazı vakalar subklinik ya da tamamen asemptomatik olabilir.

Paramyxoviridae ailesine ait virionlar zarflı olup genellikle 150 nm çapındadır. *Morbillivirus* cinsine ait viruslar ise 150-300 nm arasında değişen daha büyük çaplara sahip olabilir. Virionlar pleomorfik özellik göstermekte ve elektron mikroskopunda küresel veya filamentöz formlar şeklinde gözlenmektedir. Viral nükleokapsid, helikal simetriye sahip olup, lineer, segmentsiz, negatif polariteli tek iplikçikli RNA genomu içerir. Bu genom genellikle 15 kb uzunluğundadır. Ancak *Henipavirus* (yaklaşık 18 kb), *Jeilongvirus* (17-20 kb) ve *Morbillivirus* (15-16 kb) gibi cinsler, daha uzun genomlara sahip virusları içermektedir. Viral RNA genellikle 6-8 gen bölgesine sahiptir ve 7-11 arasında protein kodlamaktadır. Ruminantlar ve domuzlarda önemli enfeksiyonlara neden olan virus türlerini içeren, *Morbillivirus* ve *Respirovirus* cinsleri, 6 gen bölgesiyle 8 protein kodlarken; *Orthorubulavirus* cinsi 7 gen bölgesiyle 8 protein ve *Henipavirus* cinsi ise 6 gen bölgesiyle 9 protein kodlamaktadır.

¹ Arş. Gör. Dr., Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Laboratuvar Hayvanları AD., bahadur.muftuoglu@omu.edu.tr, ORCID ID: 0000-0002-7789-1038

² Doç. Dr., Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Laboratuvar Hayvanları AD., emre.ozan@omu.edu.tr, ORCID ID: 0000-0001-9872-8152

DOI: 10.37609/akya.3781.c527

KAYNAKLAR

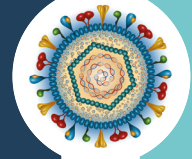
- Aditi, Shariff M. Nipah virus infection: a review. *Epidemiology and Infection*. 2019; 147, e95, 1-6. doi:10.1017/S0950268819000086
- Albayrak H, Alkan F. PPR Virus infection on sheep in black-sea region of Turkey: epidemiology and diagnosis by RT-PCR and virus isolation. *Veterinary Research Communications*, 2009; 33(3), 241-249. doi:10.1007/s11259-008-9172-5
- Albayrak H, Yazici Z, Ozan E et al. Characterisation of the first bovine virus isolate detected in cattle in Turkey. *Veterinary Sciences*. 2019; 6, 56. doi:10.3390/vetsci6020056
- Albina E, Kwiatek O, Minet C et al. Peste des petits ruminants, the next eradicated animal disease?. *Veterinary Microbiology*. 2013; 165, 38-44. doi:10.1016/j.vetmic.2012.12.013
- Ataseven VS. *Paramyxoviridae* ve *Pneumoviridae*. In: Yeşilbaş K (ed.) *Veteriner Viroloji-Hayvanların Viral Hastalıkları*. Malatya: Medipres Matbaacılık Ltd.Şti; 2021. p.186-216.
- Barcelos LS, Ford AK, Frühauf MI et al. Interactions between bovine respiratory syncytial virus and cattle: aspects of pathogenesis and immunity. *Viruses*. 2024; 16,1753. doi:10.3390/v16111753
- Bergeron HC, Tripp RA. Immunopathology of RSV: an updated review. *Viruses*. 2021; 13, 2478. doi:10.3390/v13122478
- Carillo C, Prarat M, Vagnozzi A et al. Specific detection of rinderpest virus by real-time reverse transcription-PCR in preclinical and clinical samples from experimentally infected cattle. *Journal of Clinical Microbiology*, 2010; 48(11), 4094-4101. doi:10.1128/JCM.01081-10
- Cuevas-Romero JS, Blomström AL, Berg M. Molecular and epidemiological studies of porcine rubulavirus infection-an overview. *Infection Ecology and Epidemiology*. 2015; 5, 29602. doi:10.3402/iee.v5.29602
- Decool H, Gonnin L, Gutsche I et al. Interactions between the nucleoprotein and the phosphoprotein of pneumoviruses: structural insight for rational design of antivirals. *Viruses*. 2021; 13, 2449. doi:10.3390/v13122449
- De Swart RL, Duprex WP, Osterhaus ADME. Rinderpest eradication: lessons for measles eradication?. *Current Opinion in Virology*, 2012; 2(3), 330-334. doi:10.1016/j.coviro.2012.02.010
- Devnath P, Wajed S, Das RC et al. The pathogenesis of nipah virus: a review. *Microbial Pathogenesis*. 2022; 170, 105693. doi:10.1016/j.micpath.2022.105693
- Duprex WP, Dutch RE. Paramyxoviruses: pathogenesis, vaccines, antivirals, and prototypes for pandemic preparedness. *The Journal of Infectious Diseases*, 2023; 228(6), 390-397. doi:10.1093/infdis/jiad123
- Field H, Daniels P, Lee OB et al. *Manual on the diagnosis of nipah virus infection in animals*. Thailand: FAO;2002.
- Fukai K, Morioka K, Sakamoto K et al. Characterization of the complete genomic sequence of the rinderpest virus fusan strain cattle type, which is the most classical isolate in Asia and comparison with its lapinized strain. *Virus Gene*, 2011; 43, 249-253. doi:10.1007/s11262-011-0630-8
- Gaudino M, Valarcher JF, Hagglund S et al. Molecular and genetic characterization of bovine parainfluenza type 3 European field and vaccine strains. *Infection, Genetics and Evolution*. 2023; 113, 105483. doi:10.1016/j.meegid.2023.105483
- GKGM: Tarım ve Orman Bakanlığı Gıda Kontrol Genel Müdürlüğü-2025 yılı hayvan hastalıkları ile mücadele ve hayvan hareketleri kontrolü genelgesi. <https://kms.kaysis.gov.tr/Home/Kurum/24308110> Erişim Tarihi:02.06.2025
- Han Y, Adam FEA, Zhang R et al. Isolation and identification of a genotype C bovine parainfluenza virus type 3 and its pathogenicity in albino guinea pig. *Transboundary and Emerging Diseases*. 2023; 8854528. doi:10.1155/2023/8854528
- ICTV: International committee on taxonomy of viruses – virus taxonomy: 2024 release. <https://ictv.global/taxonomy> Erişim Tarihi: 02.06.2025
- Kaplan M, Özcan E, Pekmez K et al. Molecular characterization of G and F protein genes of bovine respiratory syncytial virus detected from dead calves caused by severe respiratory syndrome: emergence of novel mutations and their importance. *Virus Disease*. 2023; 34(4), 539-549. doi:10.1007/s13337-023-00846-7
- Klem TB, Rimstad E, Stokstad M. Occurrence and phylogenetic analysis of bovine respiratory syncytial virus outbreaks of respiratory disease in Norway. *BMC Veterinary Research*. 2014; 10,15. doi:10.1186/1746-6148-10-15
- Lv C, He J, Zhang Q et al. Vaccines and animal models of Nipah virus: current situation and future prospects. *Vaccines*. 2025; 13, 608. doi:10.3390/vaccines13060608
- McLean RK, Graham SP. Vaccine development for nipah virus infections in pigs. *Frontiers in Veterinary Science*. 2019; 6, 16. doi:10.3389/fvets.2019.00016
- Metwally S, Weber S, Jacob S et al. *Rinderpest: A pocket guide for veterinary students and graduates*. Rome: FAO; 2024.
- Muftuoğlu B, Kurucay HN, Elhag AE et al. A serosurvey for bovine parainfluenza virus 3 in Turkish domestic ruminants: the first comparison study of A and C genotypes. *Veterinary Medicine and Small Animal Clinician*. 2021; 7(5), 1625-1632. doi:10.1002/vms3.534
- NCBI: National library of medicine, national center for biotechnology information-Nucleotide. https://www.ncbi.nlm.nih.gov/labs/virus/vssi/#/virus?SeqType_s=Nucleotide&VirusLineage_ss=Pneumoviridae,%20taxid:11244&VirusLineage_ss=Paramyxoviridae,%20taxid:11158 Erişim Tarihi:02.06.2025
- Nielsen SS, Alvarez J, Bicout DJ et al. Assessment of the control measures of the category A diseases of animal health law: peste des petits ruminants. *EFSA Journal*, 2021; 19(7), 6708. doi:10.2903/j.efsa.2021.6708
- Nielsen SS, Alvarez J, Bicout DJ et al. Assessment of the control measures of category A diseases of the animal health law: Infection with rinderpest virus (rinderpest). *EFSA Journal*, 2022; 20(1), e07071. doi:10.2903/j.efsa.2022.7071
- Özkuş A, Akca Y, Alkan F et al. Prevalence, distribution, and host range of peste des petits ruminants virus, Turkey. *Emerging Infectious Diseases*. 2022; 8(7), 709-702. doi:10.3201/eid0807.010471
- Parida S, Muniraju M, Mahapatra M et al. Peste des petits ruminants. *Veterinary Microbiology*, 2015; 181, 90-106. doi:10.1016/j.vetmic.2015.08.009
- Parida S, Muniraju M, Altan E et al. Emergence of PPR and its threat to Europe. *Small Ruminant Research*. 2016; 142, 16-21. doi:10.1016/j.smallrumres.2016.02.018
- Rahman AU, Dhama K, Qasim A et al. Peste des petits rumi-

- nants in large ruminants, camel and unusual hosts. *Veterinary Quarterly*, 2020; 40(1), 35-42. doi:10.1080/01652176.2020.1714096
33. Resmi Gazete: Türkiye Cumhuriyeti Tarım ve Köyüşleri Bakanlığı İhbarı Mecburi Hayvan Hastalıkları ve Bildirimine İlişkin Yönetmelik, Tarih:22/01/2011 ve Sayı:27823. <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2011/01/20110122-4.htm> Erişim Tarihi: 02.06.2025
 34. Rima B, Collins P, Easton A et al. ICTV virus taxonomy profile: pneumoviridae. *Journal of General Virology*. 2017; 98, 2912-2913. doi:10.1099/jgv.0.000959
 35. SHIC: Swine health information center-Porcine rubulavirus fact sheet. <https://www.swinehealth.org/shic-updates-nipah-and-rubulavirus-fact-sheets-to-aid-us-swine-industry/> Erişim Tarihi:02.06.2025
 36. Singh RK, Dhama K, Chakraborty S et al. Nipah virus:epidemiology, pathology, immunobiology and advances in diagnosis, vaccine designing and control strategies-a comprehensive review. *Veterinary Quarterly*. 2019; 39(1), 26-55. doi:10.1080/01652176.2019.1580827
 37. Taylor WE, Gibbs EPJ, Bandyopadhyay SK et al. *Rinderpest and its eradication*. Paris: OIE and FAO; 2022. doi:10.20506/9789295115606
 38. Timurkan MO, Aydin H, Sait A. Identification and molecular characterisation of bovine parainfluenza virus-3 and bovine respiratory syncytial virus-first report from Turkey. *Journal of Veterinary Research*. 2019; 63(2), 167-173. doi:10.2478/jvet-res-2019-0022
 39. Tounkara K, Nwankpa N, Bodjo SC. Rinderpest experience. *Revue Scientifique et Technique-Office International des Epizooties*, 2017; 36(2), 569-578. doi:10.20506/rst.36.2.2675
 40. WAHIS: World animal health information system. <https://wahis.woah.org/#/dashboards/country-or-disease-dashboard> Erişim Tarihi: 02.06.2025
 41. Valarcher JF, Taylor G. Bovine respiratory syncytial virus infection. *Veterinary Research*. 2007; 38, 153-180. doi:10.1051/vetres:2006053
 42. Wang X, Hu J, Meng F et al. Isolation, identification, and genetic phylogenetic analysis of two different genotypes of bovine parainfluenza 3 virus China. *Viruses*. 2022; 14, 2221. doi:10.3390/v.14102221
 43. ViralZone: A knowledge resource to understand virus diversity. <https://viralzone.expasy.org/> Erişim Tarihi:02.06.2025
 44. WOAH: World Organisation for Animal Health, Manual of Diagnostic Tests and Vaccines for Terrestrial Animals Chapter 3.1.16. <https://www.woah.org/en/what-we-do/standards/codes-and-manuals/> Erişim Tarihi: 02.06.2025
 45. WOAH: World Organisation for Animal Health, Manual of Diagnostic Tests and Vaccines for Terrestrial Animals Chapter 3.1.21. <https://www.woah.org/en/what-we-do/standards/codes-and-manuals/> Erişim Tarihi: 02.06.2025
 46. WOAH: World Organisation for Animal Health, Manual of Diagnostic Tests and Vaccines for Terrestrial Animals Chapter 3.8.8. <https://www.woah.org/en/what-we-do/standards/codes-and-manuals/> Erişim Tarihi: 02.06.2025
 47. Von Messling V. *Paramyxoviridae and Pneumoviridae*. In: MacLachlan NJ, Dubovi EJ (eds.) *Fenner's Veterinary Virology*. 5th ed. San Diego: Academic Press; 2016. p.327-356.
 48. Yazici Z, Gumusova S, Tamer C et al. The first serological report for genotype C bovine parainfluenza 3 virus in ruminant species of mid-northern Turkey: traces from the past. *Tropical Biomedicine*. 2019; 36(3), 803-809. PMID: 33597501
 49. Yazici Z, Ozan E, Tamer C et al. Circulation of indigenous bovine respiratory syncytial virus strains in Turkish cattle: the first isolation and molecular characterization. *Animals*, 2020; 10, 1700. doi:10.3390/ani10091700
 50. Zhao H, Njeumi F, Parida S et al. Progress towards eradication of peste des petits ruminants through vaccination. *Viruses*. 2021; 13, 59. doi:10.3390/v13010059

BÖLÜM

8

Picornaviridae



Gülizar ACAR¹

GENEL BİLGİLER

Dünya çapında oldukça yaygın olan Picornavirus enfeksiyonları, insanlarda ve çok sayıda hayvan türünde enfeksiyon oluşturabilmektedir. Enfekte etkileri konaklarda veziküler hastalıklar, solunum sistemi, gastrointestinal sistem ve sinir sistemini etkileyen hastalıklara neden olmaktadır.

Picornaviridae ailesi, 5 alt aile, 68 cins, 150'den fazla virus türünden oluşmaktadır (Şekil 8.1). Aile üyeleri zarfsız, T=1 (psödötüp T=3) simetrisine sahip ikozahedral kapsid yapısında, segmentsiz, pozitif polariteli, 6.7-10.1 kb arasında değişen uzunlukta tek iplikçikli bir RNA genomuna sahiptir. Genomları tek bir açık okuma çerçevesi (Open Reading Frame-ORF) içermektedir. Genomun 5' ve 3' uçlarında iki çevrilmemiş bölge (Untranslated region-UTR) bulunmaktadır. ORF'da yapısal proteinler (structural protein-SP) ve yapısal olmayan proteinleri (nonstructural protein-NSP) kodlayan, P1, P2 ve P3 olarak adlandırılan 3 gen bölgesi bulunmaktadır. P1, kapsid proteinleri olan 1A, 1B, 1C ve 1D (VP4, VP2, VP3 ve VP1 olarak da adlandırılan) yapısal proteinleri kodlar ve kapsidi oluşturur. Kapsit, her biri bu 4 kapsit proteininden oluşan 60 özdeş protomerden oluşmaktadır. P2 ve P3 ise yapısal olmayan proteinleri kodlayarak replikasyonda rol oynamaktadır. P2 bölgesi 2A, 2B ve 2C proteinlerini, P3 bölgesi ise 3A, 3B, 3C ve 3D proteinlerini kodlamaktadır. Picornaviruslar diğer RNA viruslarında olduğu gibi proofreading mekanizmasından yoksun olmaları nedeniyle uğradıkları mutasyonlar ve rekombinasyonlardan kaynaklı olarak oldukça yüksek genetik çeşitliliğe sahiptir. Söz

konusu evrimsel mekanizmalar virüslere çevresel koşullara dayanıklılık, tür bariyerini geçerek konak aralığını genişletmek ve patojeniteyi artırabilecek yeni viral varyantların ya da genotiplerin ortaya çıkması gibi avantajlar sağlamaktadır.

Bu bölüm neredeyse bütün omurgalıları enfekte edebilen Picornaviridae ailesinde bulunan, hayvan sağlığını etkileyen ve veteriner hekimlik açısından önem arz eden virüsleri ve bu virüslerin neden oldukları hastalıkları içermektedir.

ŞAP HASTALIĞI (FOOT AND MOUTH DISEASE-FMD)

Şap hastalığı, sığır, manda, domuz, koyun ve keçi gibi hem yabani hem de evcilleştirilmiş artiodaktilleri (çift tırnaklı hayvanlar) etkileyen, ekonomik açıdan oldukça önemli hastalıklardan biridir. Hayvanlarda özellikle ağız, ayak ve meme bezleri etrafındaki epitelde veziküllerle karakterize bir hastalık tablosuna neden olmaktadır. Hastalıktan etkilenen genç hayvanlar dışında ölüm oranı genellikle düşüktür, ancak yüksek oranda verim kayıpları görülmektedir. Bunun yanında dünya çapında hayvansal ürün ticaretini olumsuz yönde etkileyerek uluslararası pazarlara erişimin kısıtlanmasına neden olmaktadır. Dünya Hayvan Sağlığı Örgütü (Office International des Epizooties-OIE), Şap hastalığı açısından ülkeleri aşıllı veya aşısız ancak Şap hastalığı mevcut, aşıllı ancak Şap hastalığından arı ve aşısız ve Şap hastalığından arı olmak üzere 3 kategoride sınıflandırmaktadır. Dünya genelinde 100'den fazla ülke hala şap hastalığından etkilenmektedir. Hastalık Asya, Afrika ve Orta

¹ Dr. Öğr. Üyesi, Atatürk Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Viroloji AD, gulizar.acar@atauni.edu.tr, ORCID iD: 0000-0002-0800-1564

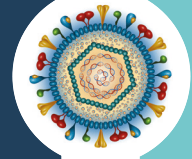
KAYNAKLAR

- Ahvad C, Kshirsagar A, Khandare R, et al. Foot-and-mouth disease: An overview. *International Journal of Veterinary Sciences and Animal Husbandry*. 2024;9(1): 1419-1422.
- Alexandersen S, Zhang Z, Donaldson AI, et al. The pathogenesis and diagnosis of foot-and-mouth disease. *Journal of comparative pathology*. 2003;129(1): 1-36. [https://doi.org/10.1016/S0021-9975\(03\)00041-0](https://doi.org/10.1016/S0021-9975(03)00041-0)
- Anbalagan S, Hesse RA, Hause BM. First identification and characterization of porcine enterovirus G in the United States. *PLoS one*. 2014;9(5): e97517. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0097517>
- Bai J, Fan H, Zhou E, et al. Pathogenesis of a senecavirus isolate from swine in Shandong Province, China. *Veterinary microbiology*. 2020;242: 108606. <https://doi.org/10.1016/j.vetmic.2020.108606>
- Belsham GJ, Kristensen T, Jackson T. Foot-and-mouth disease virus: Prospects for using knowledge of virus biology to improve control of this continuing global threat. *Virus research*. 2020;281: 197909. <https://doi.org/10.1016/j.virusres.2020.197909>
- Bhat S, Kattoor JJ, Sircar S, et al. Detection and Molecular Characterization of Porcine Teschoviruses in India: Identification of New Genotypes. *Indian Journal of Microbiology*. 2024;64(3): 963-972. <https://doi.org/10.1007/s12088-023-01173-7>
- Bhattarai S, Lin CM, Temeeyasen G, et al. Bovine rhinitis B virus is highly prevalent in acute bovine respiratory disease and causes upper respiratory tract infection in calves. *Journal of General Virology*. 2022;103(2): 001714. <https://doi.org/10.1099/jgv.0.001714>
- Bruhn CA, Nielsen SCA, Samaniego JA, et al. Viral meningitis epidemics and a single, recent, recombinant and anthropogenic origin of swine vesicular disease virus. *Evolution, medicine, and public health*. 2015;2015(1): 289-303. <https://doi.org/10.1093/emph/eov026>
- Buckley A, Lager K. Infectious dose of Senecavirus A in market weight and neonatal pigs. *PLoS One*. 2022;17(4): e0267145. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0267145>
- CABI Digital Library. swine vesicular disease. [Online] <https://www.cabidigitallibrary.org/doi/full/10.1079/cabicompendum.62450#sec-7> (Accessed: 31th March 2025)
- Carocci M, Bakkali-Kassimi L. The encephalomyocarditis virus. *Virulence*, 2012;3(4): 351-367. <https://doi.org/10.4161/viru.20573>
- Castells M, Colina R. Viral enteritis in cattle: to well known viruses and beyond. *Microbiology Research*. 2021;12(3): 663-682. <https://doi.org/10.3390/microbiolres12030048>
- Cui Y, Li J, Guo J, et al. Evolutionary origin, genetic recombination, and phylogeography of porcine kobuvirus. *Viruses*. 2023;15(1): 240. <https://doi.org/10.3390/v15010240>
- Davies G. Foot and mouth disease. *Research in Veterinary Science*. 2002;73(3): 195-199. [https://doi.org/10.1016/S0034-5288\(02\)00105-4](https://doi.org/10.1016/S0034-5288(02)00105-4)
- Dekker A. Pathogenesis, diagnosis and epizootiology of swine vesicular disease. Qatar: ID-Lelystad; 2000.
- Feng R, Wei J, Zhang H, et al. National serosurvey of encephalomyocarditis virus in healthy people and pigs in China. *Archives of virology*. 2015;160: 2957-2964. <https://doi.org/10.1007/s00705-015-2591-z>
- Gelmetti D, Meroni A, Brocchi E, et al. Pathogenesis of encephalomyocarditis experimental infection in young piglets: a potential animal model to study viral myocarditis. *Veterinary Research*. 2006;37(1): 15-23. <https://doi.org/10.1051/vetres:2005041>
- Gomez DE, Weese JS. Viral enteritis in calves. *The Canadian Veterinary Journal*. 2017;58(12): 1267.
- Grubman MJ, Baxt B. Foot-and-mouth disease. *Clinical Microbiology Reviews*. 2004;17(2): 465-493. <https://doi.org/10.1128/cmr.17.2.465-493.2004>
- Hao L, Chen C, Bailey K, et al. Bovine kobuvirus—A comprehensive review. *Transboundary and Emerging Diseases*. 2021;68(4): 1886-1894. <https://doi.org/10.1111/tbed.13909>
- Hause BM, Collin EA, Anderson J, et al. Bovine rhinitis viruses are common in US cattle with bovine respiratory disease. *PLoS One*. 2015;10(3): e0121998. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0121998>
- Houston E, Temeeyasen G, Piñeyro PE. Comprehensive review on immunopathogenesis, diagnostic and epidemiology of Senecavirus A. *Virus Research*. 2020;286: 198038. <https://doi.org/10.1016/j.virusres.2020.198038>
- ICTV. Current ICTV Taxonomy Release. [Online] <https://ictv.global/taxonomy> (Accessed: 18th March 2025)
- ICTV. Family: Picornaviridae. [Online] <https://ictv.global/report/chapter/picornaviridae/picornaviridae> (Accessed: 21th March 2025)
- ICTV. Family: Picornaviridae Genus: Enterovirus. [Online] <https://ictv.global/report/chapter/picornaviridae/picornaviridae/enterovirus> (Accessed: 26th March 2025)
- ICTV. Picornaviridae Genus: Cardiovirus. [Online] <https://ictv.global/report/chapter/picornaviridae/picornaviridae/cardiovirus> (Accessed: 30th March 2025).
- Ishida H, Nakamura M, Murakami H, et al. Detection and genetic analysis of bovine rhinitis B virus in Japan. *Archives of Virology*. 2024;169(6): 125. <https://doi.org/10.1007/s00705-024-06046-y>
- Işidan H, Turan T, Atasoy MO, Detection and first molecular characterisation of three picornaviruses from diarrhoeic calves in Turkey. *Acta Veterinaria Hungarica*. 2019;67(3): 463-476. <https://doi.org/10.1556/004.2019.046>
- Jamal SM, Belsham GJ. Foot-and-mouth disease: past, present and future. *Veterinary Research*. 2013;44: 1-14. <https://doi.org/10.1186/1297-9716-44-116>
- Karayel-Hacıoğlu İ, Duran-Yelken S, Alkan F. Molecular Detection of Picornaviruses in Diarrhoeic Small Ruminants at a Glance: Enterovirus, Hunnivirus, and Kobuvirus in Türkiye. *Kafkas Universitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*. 2022;28(4): 499-506. <https://doi.org/10.9775/kvfd.2022.27656>
- Kitching RP, Hutber AM, Thrusfield MV. A review of foot-and-mouth disease with special consideration for the clinical and epidemiological factors relevant to predictive modelling of the disease. *The Veterinary Journal*. 2005;169(2): 197-209. <https://doi.org/10.1016/j.tvjl.2004.06.001>
- Li C, Gao C, Tao L, et al. Epidemiological investigation of Senecavirus A infection in pig herds in China from 2018 to 2021. *Frontiers in Veterinary Science*. 2024;11: 1391513. <https://doi.org/10.3389/fvets.2024.1391513>

33. Li Y, Chang J, Wang Q, et al. Isolation of two Chinese bovine enteroviruses and sequence analysis of their complete genomes. *Archives of virology*. 2012;157: 2369-2375. <https://doi.org/10.1007/s00705-012-1424-6>
34. Li Y, Zhang Y, Liao Y, et al. Preliminary evaluation of protective efficacy of inactivated Senecavirus A on pigs. *Life*. 2021;11(2): 157. <https://doi.org/10.3390/life11020157>
35. Liang W, Wu X, Ding Z, et al. Identification of a novel porcine Teschovirus 2 strain as causative agent of encephalomyelitis in suckling piglets with high mortality in China. *BMC Veterinary Research*. 2023;19(1): 2. <https://doi.org/10.1186/s12917-022-03549-1>
36. Lin F, Kitching RP. Swine vesicular disease: an overview. *The Veterinary Journal* 2000;160(3): 192-201. <https://doi.org/10.1053/tvjl.2000.0505>
37. Luo Y, Liu H, Zou Y, et al. Molecular epidemiology of bovine enteroviruses and genome characterization of two novel bovine enterovirus strains in Guangxi, China. *Microbiology Spectrum*. 2023;11(2): e03785-22. <https://doi.org/10.1128/spectrum.03785-22>
38. Łukaszuk E, Dziewulska D, Stenzel T. Recombinant Viruses from the Picornaviridae Family Occurring in Racing Pigeons. *Viruses*. 2024;16(6): 917.
39. Mahy BWJ. Foot-and-Mouth Disease Virus. Germany: Springer; 2005
40. Malik YS, Bhat S, Vlasova AN, et al. Teschovirus. Malik YS (ed) *Emerging and Transboundary Animal Viruses içinde. Springer*; 2020. p. 123-136
41. Mielke SR, Lendzele S, Delgado AH, et al. Patterns of foot-and-mouth disease virus detection in environmental samples in an endemic setting. *Frontiers in Veterinary Science*. 2023;10: 1157538. <https://doi.org/10.3389/fvets.2023.1157538>
42. MSD Veterinary Manual. Foot-and-Mouth Disease in Animals. [Online] <https://www.msdvetmanual.com/infectious-diseases/foot-and-mouth-disease/foot-and-mouth-disease-in-animals> (Accessed: 31th March 2025)
43. Niedbalski W, Fitzner A. Occurrence and diagnosis of swine vesicular disease: past and present status. *Med. Weter.* 2017;73(4): 197-201. <https://doi.org/10.21521/mw.5678>
44. Paton DJ, Gubbins S, King DP. Understanding the transmission of foot-and-mouth disease virus at different scales. *Current Opinion in Virology*. 2018;28: 85-91. <https://doi.org/10.1016/j.coviro.2017.11.013>
45. Pellegrini F, Lanave G, Caringella F, et al. Identification of Recombinant Aichivirus D in Cattle, Italy. *Animals*. 2024;14(22): 3315. <https://doi.org/10.3390/ani14223315>
46. Pezzoni G, Bregoli A, Chiappon C, et al. Retrospective Characterization of the 2006–2007 Swine Vesicular Disease Epidemic in Northern Italy by Whole Genome Sequence Analysis. *Viruses*. 2021;13(7): 1186. <https://doi.org/10.3390/v13071186>
47. Rahman MA, Zereen F, Rana ML, et al. Foot-and-mouth disease in Asia. *Virus Research*. 2025;351: 199514. <https://doi.org/10.1016/j.virusres.2024.199514>
48. Rweyemamu M, Roeder P, Mackay D, et al. Epidemiological patterns of foot-and-mouth disease worldwide. *Transboundary and Emerging Diseases*. 2008;55(1): 57-72. <https://doi.org/10.1111/j.1865-1682.2007.01013.x>
49. Scollo A, Mazzoni, C., & Luppi, A. (2023). Management of encephalomyocarditis virus infection in Italian pig farms: a case report. *BMC Veterinary Research*. 19(1): 54. <https://doi.org/10.1186/s12917-023-03611-6>
50. Shao Y, Lu Y, Li S, et al. Characterization of a highly pathogenic porcine Teschovirus 5 emerged in Western China. *Virology*. 2025;603: 110398. <https://doi.org/10.1016/j.virol.2025.110398>
51. Şevik M, Işık MK. Buzağı Kayıplarında Şap Hastalığının Rolü. Erdem H (ed) *Buzağı Kayıplarının Önlenmesinde Buzağı Sağlığı ve Yetiştiriciliği içinde*. Ankara: *Akademisyen Yayınevi*. 2021; P. 85-88.
52. Tamba M, Plasmati F, Brocchi E, et al. Eradication of swine vesicular disease in Italy. *Viruses*. 2020;12(11): 1269. <https://doi.org/10.3390/v12111269>
53. T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı Şap Enstitüsü. Türkiye'de Şap Hastalığı. [Online] <https://vetkontrol.tarimorman.gov.tr/sap/Menu/34/Turkiyede-Sap-Hastaligi> (Accessed: 22th March 2025)
54. T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı Şap Enstitüsü. Korunma ve Kontrol. [Online] <https://vetkontrol.tarimorman.gov.tr/sap/Menu/40/Korunma-Ve-Kontrol> (Accessed: 23th March 2025)
55. Vansteenkiste K, Van Limbergen T, Decaluwé R, et al. Clinical problems due to encephalomyocarditis virus infections in two pig herds. *Porcine Health Management*. 2016;2: 1-8. <https://doi.org/10.1186/s40813-016-0036-z>
56. WOA. Swine Vesicular Disease. [Online] <https://www.woah.org/en/document/swine-vesicular-disease/> (Accessed: 28th March 2025)
57. Zang Y, Feng B, Huang Z, et al. Epidemiologic and genomic characterizations of porcine kobuvirus in diarrheic and healthy pigs. *Animals*. 2023;13(19): 3129. <https://doi.org/10.3390/ani13193129>
58. Zhang G, Luo Y, Li J, et al. Identification and phylogenetic characterization of novel hunnivirus recombinant strains in cattle from Guangxi, China. *Frontiers in Cellular and Infection Microbiology*. 2025;15: 1559722. <https://doi.org/10.3389/fcimb.2025.1559722>
59. Zhou Y, Chen X, Tang C, et al. Detection and genomic characterization of bovine rhinitis virus in China. *Animals*. 2023;13: 312. <https://doi.org/10.3390/ani13020312>

BÖLÜM 9

Sedoreoviridae (Reoviridae)



İlke KARAYEL HACIOĞLU¹

GENEL BİLGİLER

Daha önce *Reoviridae* olarak bilinen virus ailesi, Uluslararası Virus Taksonomisi Komitesinin (ICTV) güncellenmiş raporuna göre Reovirales takımı olarak tanımlanmıştır. Eski *Reoviridae* ailesine ait alt aileler olan *Sedoreovirinae* ve *Spinareovirinae*, bu yeni sınıflandırmada ayrı aileler olarak tanımlanmış ve sırasıyla *Sedoreoviridae* ve *Spinareoviridae* olarak adlandırılmıştır. Bu bölüm, güncellenmiş sınıflandırmaya uygun olarak düzenlenmiş olup, *Sedoreoviridae* ailesine ait virus hastalıklarını kapsamaktadır.

Sedoreoviridae ailesi, memeliler, kuşlar, kabuklular, eklembacaklılar, algler ve bitkiler de dahil olmak üzere çeşitli konakçıları enfekte eden çok sayıda virus türünü içermektedir. Bu ailede yer alan virusların bir kısmı ağır hastalık tablosuna yol açmanın yanı sıra dünya çapında hayvancılık endüstrisinde önemli ekonomik kayıplara da neden olmaktadır.

Sedoreoviridae ailesindeki viruslar zarfsızdır ve ikozahedral simetriye sahiptir. Genomları, lineer çift zincirli RNA'dan (dsRNA) oluşan 10-12 segment içerir. Virionlar, 60-100 nm çapında olup, iki veya üç ayrı kapsid katmanına sahiptir. En içteki kapsid katmanı dsRNA segmentlerini ve RNA sentezi için enzimleri çevreler. Viral replikasyon sitoplazmada gerçekleşir. Viral genomun segmentli olması nedeniyle, farklı virusların hücrelerde eş zamanlı enfeksiyonu, reassortment oluşumuna neden olabilmektedir. Bu ailede reassortment sıklıkla meydana gelebilmektedir ve bu genetik çeşitliliğin önemli bir kaynağıdır.

Sedoreoviridae ailesinin içerisinde yedi cins yer almaktadır: *Cardoreovirus*, *Crabreovirus*, *Mimoreovirus*, *Orbivirus*, *Phytoreovirus*, *Rotavirus* ve *Seadornavirus*. *Orbivirus*, *Rotavirus* ve *Seadornavirus* cinslerindeki viruslar, insanlar ve çeşitli hayvan türleri için önemli patojenlerdir.

Orbivirus cinsine ait viruslar, genellikle eklembacaklı vektörler (*Culicoides* cinsi sokucu sineklerin belirli türleri, sivrisinekler, karasinekler, tatarcıklar ve keneler) aracılığıyla bulaştığı için "arbovirus" (artropod-borne virus) olarak tanımlanmaktadır. Orbivirusların sirkülasyonu için hem eklembacaklı vektörlerde hem de hayvan konakçılarında çoğalmaları gerekmektedir. Bu biyolojik vektörler, virus türüne göre değişiklik göstermektedir. Bu nedenle virusların küresel ve mevsimsel dağılımı, biyolojik vektörlerin yayılımı ve iklim koşullarıyla doğrudan ilişkilidir. *Orbivirus* cinsi, çeşitli memelileri ve böcekleri enfekte eden en az 22 virus türü içermektedir. Her bir virusun farklı sayıda serotipi bulunmaktadır. Örneğin mavidil virusu en az 27, at vebası virusu 9, epizootik hemorajik hastalık virusu 7 (ek olarak en az iki serotip önerilmiştir) serotipe sahiptir. Mavidil, at vebası ve epizootik hemorajik hastalık virusları, ekonomik açıdan önemli orbiviruslardır. Son yıllarda Mavidil'in Kuzey Afrika'dan Güney, Orta ve Kuzey Avrupa'ya yayılması ve EHDV'nin 2022'de Avrupa'da ilk kez tespit edilmesi, iklim değişikliği, vektör habitat uygunluğu, hayvan popülasyonu yoğunluğu, dağılımı ve hareketinin hastalık modelini nasıl değiştirdiğine dair bir örnek teşkil etmektedir.

¹ Doç. Dr., Ankara Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Viroloji AD, ilkekarayel@gmail.com, ORCID iD: 0000-0003-1566-630X

KAYNAKLAR

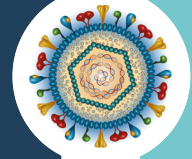
- Albayrak H, Ozan E, Gur S. A serologic investigation of epizootic hemorrhagic disease virus (EHDV) in cattle and gazella subgutturosa subgutturosa in Turkey. *Tropical Animal Health and Production*. 2010;42:1589-1591.
- Alkan F, Dagalp SB. Türkiye’de sığırlarda ibaraki enfeksiyonunun serolojik olarak araştırılması, *Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*. 1998;45:23–28.
- Alkan F, Gulyaz V, Timurkan MO, et al. A large outbreak of enteritis in goat flocks in Marmara, Turkey, by G8P[1] group A rotaviruses. *Archives of Virology*. 2012;157(6):1183–1187.
- Alkan F, Ozkul A, Oguzoglu TC, et al. Distribution of G (VP7) and P (VP4) genotypes of group A bovine rotaviruses from Turkish calves with diarrhea, 1997–2008. *Veterinary Microbiology*. 2010;141(3-4):231-237.
- Anthony SJ, Maan S, Maan N, et al. Genetic and phylogenetic analysis of the outer-coat proteins VP2 and VP5 of epizootic haemorrhagic disease virus (EHDV): comparison of genetic and serological data to characterise the EHDV serogroup. *Virus Research*. 2009;145(2):200-210.
- Avelino de Souza Santos M, Rojas Gonzales J, Swanenburg M, et al. Epizootic Hemorrhagic Disease (EHD) – Systematic Literature Review report. *EFSA supporting publication 2023; 20(11), EN-8027*.
- Belbis G, Zientara S, Breard E, et al. Bluetongue virus: from BTV-1 to BTV-27. Beer M, Höper D (Ed) *Advances in virus research* içinde. Vol. 99. Academic Press. 2017. p. 161–197.
- Bluetongue Etiology and Ecology Standard Operating Procedures (SOPs) Manual The Foreign Animal Disease Preparedness and Response Plan (FAD PRP) https://www.aphis.usda.gov/sites/default/files/sop_btv_e-e.pdf [Erişim tarihi: 26/02/2025]
- Breard E, Sailleau C, Hamblin C, et al. Outbreak of epizootic haemorrhagic disease on the island of La Réunion. *Veterinary Record*. 2004;155:422-423.
- Bulut O, Yavru S, Yapkiç O, et al. Serological investigation of bluetongue virus infection by serum neutralization test and ELISA in sheep and goats. *Bulletin-Veterinary Institute In Pulawy*. 2006;50(3):305.
- Burgu I, Akca Y, Hamblin C, et al. Epizootic hemorrhagic disease virus antibodies in Turkey, *Tropical Animal Health Production*. 1991;23:261.
- Burrough ER. *Rotaviral enteritis in pigs. 2024* [Online] <https://www.msddvetmanual.com/digestive-system/intestinal-diseases-in-pigs/rotaviral-enteritis-in-pigs> [Erişim tarihi: 24/03/2025]
- Carpenter S, Veronesi E, Mullens B. Et al. Vector competence of Culicoides for arboviruses: three major periods of research, their influence on current studies and future directions *Revue Scientifique et Technique (International Office of Epizootics)*. 2015;34(1):97–112.
- Castells M, Colina R. Viral enteritis in cattle: to well known viruses and beyond. *Microbiology Research*. 2021;12(3):663–682.
- Centers for Disease Control and Prevention (CDC) Public Health Image Library (PHIL). Illustrated Manual for the Recognition and Diagnosis of Certain Animal Diseases, 1982, CDC Public Health Image Library (PHIL), <https://phil.cdc.gov/Details.aspx?pid=12973>, <https://phil.cdc.gov/Details.aspx?pid=12974>, <https://phil.cdc.gov/Details.aspx?pid=12977>, <https://phil.cdc.gov/Details.aspx?pid=12982> [Erişim tarihi: 30/03/2025]
- Cetre-Sossah C, Roger M, Sailleau C, et al. Epizootic haemorrhagic disease virus in Reunion Island: evidence for the circulation of a new serotype and associated risk factors. *Veterinary Microbiology*. 2014;170(3-4):383-390.
- Coetzee P, Stokstad M, Venter EH, et al. Bluetongue: a historical and epidemiological perspective with the emphasis on South Africa. *Virology Journal*. 2012;9:198.
- Cybinski DH, St George TD. Preliminary Characterization of D? Aguilar Virus and Three Palyam Group Viruses New to Australia. *Australian Journal of Biological Sciences*. 1982;35(3):343–352.
- Dhama K, Chauhan RS, Mahendran M, et al. Rotavirus diarrhea in bovines and other domestic animals. *Veterinary Research Communications*. 2009;33:1–23.
- Doan YH, Nakagomi T, Aboudy Y, et al. Identification by full-genome analysis of a bovine rotavirus transmitted directly to and causing diarrhea in a human child. *Journal of Clinical Microbiology*. 2013;51(1):182-189.
- Doro R, Farkas SL, Martella V, et al. Zoonotic transmission of rotavirus: surveillance and control. *Expert Review of Anti-Infective Therapy*. 2015;13(11):1337–1350.
- Drolet, BS, McGregor BL, Cohnstaedt LW, et al. Reoviridae. McVey S, Kennedy M, Chengappa MM, Wilkes R (Ed.) *Veterinary microbiology* içinde. John Wiley & Sons, Inc; 2022. p. 679-692.
- Erturk A, Tatar N, Kabakli O, et al. The current situation of bluetongue in Turkey. *Veterinaria Italiana*. 2004;40(3):137–140.
- European Medicines Agency (EMA). First vaccine against epizootic haemorrhagic disease recommended for approval. [Online] <https://www.ema.europa.eu/en/news/first-vaccine-against-epizootic-haemorrhagic-disease-recommended-approval> [Erişim tarihi: 30/03/2025]
- Gaydos JK, Crum JM, Davidson WR, et al. Epizootiology of an epizootic hemorrhagic disease outbreak in West Virginia. *Journal of Wildlife Diseases*. 2004;40(3):383-393.
- Geletu US, Usmael MA, Bari FD. Rotavirus in calves and its zoonotic importance. *Veterinary Medicine International*. 2021;2021(1):6639701.
- Goto Y, Miura Y, Kono Y. Epidemiological survey of an epidemic of congenital abnormalities with hydranencephaly-cerebellar hypoplasia syndrome of calves occurring in 1985/86 and seroepidemiological investigations on Chuzan virus, a putative causal agent of the disease, in Japan. *The Japanese Journal of Veterinary Science*. 1988;50(2):405–413.
- Gumusova SO, Yazici Z, Albayrak H et al. Rotavirus and coronavirus prevalence in healthy calves and calves with diarrhea. *Medycyna Weterinaria*, 2007;63:62-64.
- Holland RE. Some infectious causes of diarrhea in young farm animals. *Clinical Microbiology Reviews*. 1990;3(4):345-375.
- ICTV Family: *Sedoreoviridae* [Online] <https://ictv.global/report/chapter/sedoreoviridae/sedoreoviridae> [Erişim tarihi: 04/03/2025]

31. Jiménez-Cabello L, Utrilla-Trigo S, Lorenzo G, et al. Epizootic Hemorrhagic Disease Virus: Current Knowledge and Emerging Perspectives. *Microorganisms*. 2023;11(5):1339.
32. Karaoğlu T, Özgünlük İ, Yıldırım Y, et al. Seroepidemiology of bluetongue virus infection in Northeast and Southeast Anatolia, Turkey. *Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*. 2012;59(4):289–294.
33. Karayel I, Fehér E, Marton S, et al. Putative vaccine breakthrough event associated with heterotypic rotavirus infection in newborn calves, Turkey, 2015. *Veterinary Microbiology*. 2017;201:7-13.
34. Karayel-Hacıoğlu I, Timurkan MO, Pellegrini F, et al. Whole-genome analysis of a rare G15P[21] group A rotavirus detected at a dairy cattle farm. *Journal of General Virology*, 2022;103(11):001808.
35. Kostanić V, Kunić V, Prišlin Šimac M, et al. Comparative insights into acute gastroenteritis in cattle caused by bovine rotavirus A and bovine coronavirus. *Veterinary Sciences*. 2024;11(12):671.
36. Kumar D, Shepherd FK, Springer NL, et al. Rotavirus infection in swine: genotypic diversity, immune responses, and role of gut microbiome in rotavirus immunity. *Pathogens*, 2022;11(10):1078.
37. Lorusso A, Cappai S, Loi F, et al. Epizootic hemorrhagic disease virus serotype 8, Italy, 2022. *Emerging Infectious Diseases*. 2023;29(5):1063.
38. Maclachlan NJ, Drew CP, Darpel KE et al. The pathology and pathogenesis of bluetongue. *Journal of Comparative Pathology*. 2009;141(1):1–16.
39. Maclachlan NJ, Dubovi EJ. *Fenner's veterinary virology*. (Fifth Edition). New York;Academic press; 2017
40. MacLachlan NJ, Jagels G, Rossitto PV, et al. The pathogenesis of experimental bluetongue virus infection of calves. *Veterinary Pathology*. 1990;27(4):223–229.
41. Maclachlan NJ, Mayo CE, Daniels PW, et al. Bluetongue. *Revue Scientifique et Technique-Office International des Epizooties*. 2015;34(2):329–340.
42. Maclachlan NJ, Mayo CE. Potential strategies for control of bluetongue, a globally emerging, Culicoides-transmitted viral disease of ruminant livestock and wildlife. *Antiviral Research*. 2013;99(2):79–90.
43. Maclachlan NJ, Zientara S, Savini G, et al. Epizootic hemorrhagic disease. *Revue Scientifique et Technique*. 2015;34(2):341-351.
44. Martella V, Bányai K, Matthijnsens J, et al. Zoonotic aspects of rotaviruses. *Veterinary Microbiology*. 2010;140(3-4):246-255.
45. Matthijnsens J, Attoui H, Bányai K, et al. ICTV virus taxonomy profile: *Sedoreoviridae* 2022. *Journal of General Virology*. 2022;103(10):001782.
46. Matthijnsens J, Ciarlet M, Heiman E, et al. Full genome-based classification of rotaviruses reveals a common origin between human Wa-Like and porcine rotavirus strains and human DS-1-like and bovine rotavirus strains. *Journal of Virology*. 2008;82(7):3204–3219.
47. Mayo C, Mullens B, Gibbs EP, et al. Overwintering of bluetongue virus in temperate zones. *Veterinaria Italiana*. 2016;52:243–246.
48. Menzies FD, McCullough SJ, McKeown IM, et al. Evidence for transplacental and contact transmission of bluetongue virus in cattle. *Veterinary Record*. 2008;163(7):203–209.
49. Noronha LE, Cohnstaedt LW, Richt JA, et al. Perspectives on the changing landscape of epizootic hemorrhagic disease virus control. *Viruses*. 2021;13(11):2268.
50. Özgünlük İ. A serologic investigation of bluetongue virus serotypes (BTV-9, BTV-16) in cattle in the Southeastern Anatolia Project Area in Turkey. *Journal of Animal and Veterinary Advances*, 2009;8:2613–2616.
51. Papp H, László B, Jakab F, et al. Review of group A rotavirus strains reported in swine and cattle. *Veterinary Microbiology*. 2013;165(3-4):190-199.
52. Papp H, Malik YS, Farkas SL, et al. Rotavirus strains in neglected animal species including lambs, goats and camelids. *Virusdisease*. 2014;25(2):215–222.
53. Payne S. 30- Family *Reoviridae*, Payne S (Ed.), *Viruses: from understanding to investigation*. (Second Edition) içinde. Academic Press Elsevier; 2023. p.283-291
54. Quan M. Palyam serogroup orbivirus infections In: Coetzer JAW, Penrith ML, Maclachlan NJ, Thomson GR, (Eds.) *Infectious Diseases of Livestock, 3rd ed*. Oxford University Press: Cape Town, South Africa, 2020.
55. RCWG. List of Accepted Genotypes by Rotavirus Classification Working Group (RCWG); [Online] 2025. <https://rega.kuleuven.be/cev/viralmetagenomics/virus-classification/rcwg> [Erişim tarihi: 14/03/2025]
56. Ruiz-Fons F, García-Bocanegra I, Valero M, et al. Emergence of epizootic hemorrhagic disease in red deer (*Cervus elaphus*), Spain, 2022. *Veterinary Microbiology*. 2024;292:110069.
57. Saegerman C, Berkvens D, Mellor PS. Bluetongue epidemiology in the European Union. *Emerging Infectious Diseases*. 2008;14(4):539
58. Saminathan M, Singh KP, Khorajija JH, et al. An updated review on bluetongue virus: epidemiology, pathobiology, and advances in diagnosis and control with special reference to India. *Veterinary Quarterly*. 2020;40(1):258–321
59. Savini G, Afonso A, Mellor P, et al. Epizootic haemorrhagic disease. *Research in Veterinary Science*. 2011;91(1):1-17.
60. Shirafuji H, Kishida N, Murota K, et al. Genetic Characterization of Palyam Serogroup Viruses Isolated in Japan from 1984 to 2018 and Development of a Real-Time RT-PCR Assay for Broad Detection of Palyam Serogroup Viruses and Specific Detection of Chuzan (Kasba) and D'Aguiar Viruses. *Pathogens*. 2024;13(7):550.
61. Spickler, AR. Bluetongue 2023 <https://cfsph.iastate.edu/diseaseinfo/factsheets/> [Erişim tarihi: 26/02/2025]
62. Spickler, AR. Diseases Caused by the Epizootic Hemorrhagic Disease Virus Serogroup 2019 <https://cfsph.iastate.edu/diseaseinfo/factsheets/> [Erişim tarihi: 20/03/2025]
63. Stallknecht DE, Howerth EW, Kellogg ML, et al. In vitro replication of epizootic hemorrhagic disease and bluetongue viruses in white-tailed deer peripheral blood mononuclear cells and virus-cell association during in vivo infections. *Journal of Wildlife Diseases*. 1997;33(3):574–583.
64. Steele AD, Geyer A, Gerdes GH. 2004. Rotavirus infections. Coetzer, JAW, Tustin, RC (Ed.), *Infectious diseases of Livestock* içinde, Southern Africa, Oxford University Press; 2004. p. 1256–1264.
65. Subhadra S, Sreenivasulu D, Pattnaik R, et al. Bluetongue vi-

- rus: Past, present, and future scope. *The Journal of Infection in Developing Countries*. 2023;17(02):147–156.
66. Taylor WP, Mellor PS. Distribution of bluetongue virus in Turkey, 1978–81. *Epidemiology & Infection*. 1994;112(3):623–633.
 67. Temizel EM, Yesilbag K, Batten C, et al. Epizootic hemorrhagic disease in cattle, Western Turkey. *Emerging Infectious Diseases*. 2009;15(2):317.
 68. Timurkan MÖ, Alkan F. Identification of rotavirus A strains in small ruminants: first detection of G8P[1] genotypes in sheep in Turkey. *Archives of Virology*. 2020;165(2):425–431.
 69. Tulu Robi D, Mossie T, Temteme S. Managing viral challenges in dairy calves: strategies for controlling viral infections. *Cogent Food & Agriculture*. 2024;10(1):2351048.
 70. Van den Brink KMJA, Santman-Berends IMG, Harkema L, et al. Bluetongue virus serotype 3 in ruminants in the Netherlands: clinical signs, seroprevalence and pathological findings. *Veterinary Record*. 2024;195(4):e4533.
 71. Van den Brom R, Santman-Berends I, van der Heijden MG, et al. Bluetongue virus serotype 12 in sheep and cattle in the Netherlands in 2024—A BTV serotype reported in Europe for the first time. *Veterinary Microbiology*. 2025;301:110365.
 72. ViralZone, SIB Swiss Institute of Bioinformatics, Sedoreoviridae, <https://viralzone.expasy.org/106> [Erişim tarihi: 30/03/2025]
 73. ViralZone, SIB Swiss Institute of Bioinformatics, Sedoreoviridae, <https://viralzone.expasy.org/107> [Erişim tarihi: 30/03/2025]
 74. Vlasova AN, Amimo JO, Saif LJ. Porcine rotaviruses: epidemiology, immune responses and control strategies. *Viruses*. 2017;9(3):48.
 75. WAHIS, WOA, <https://wahis.woah.org/#/event-management> [Erişim tarihi: 26/02/2025]
 76. Wang M, Wang Y, Baloch AR, et al. Chuzan Virus in Yaks, Qinghai-Tibetan Plateau, China. *Emerging Infectious Diseases*. 2018;24(12): 2371.
 77. Whistler T, Swanepoel R, Erasmus BJ. Characterization of Palyam serogroup orbiviruses isolated in South Africa and serologic evidence for their widespread distribution in the country. *Epidemiology & Infection*. 1989;102(2):317–324.
 78. Wilson AJ, Mellor PS. Bluetongue in Europe: past, present and future. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*. 2009;364(1530):2669–2681.
 79. World Organization for Animal Health, WOA Terrestrial Manual 2021 Chapter 3.1.7. – Epizootic haemorrhagic disease (infection with epizootic hemorrhagic disease virus)
 80. World Organization for Animal Health, WOA Terrestrial Manual 2021 Chapter 3.1.3. – Bluetongue (infection with bluetongue virus)
 81. Yavru S, Erol N, Avcı O, et al. Isolation of epizootic hemorrhagic disease virus from sheep in western Turkey. *Revue de Medecine Veterinaire*. 2014;165(1-2):20-24.
 82. Yeşilbağ K, Aytoğu G. Reoviridae. Yeşilbağ, K. (Ed.) *Veteriner Viroloji, Hayvanların Viral Hastalıkları* içinde. Medipres Yayınevi; 2021. p. 153-177.

BÖLÜM 10

Retroviridae



Ali Rıza BABAOĞLU¹

GENEL BİLGİLER

Retroviruslar, veteriner hekimlikte yüzyılı aşkın süredir önemli bir yere sahiptir. 1908'de Ellerman ve Bang, 1911'de ise Rous, avian löykoz ve avian sarkomanın tümör dokularından elde edilen hücresiz filtratlarla tavuklar arasında bulaşabildiğini göstererek enfeksiyöz kötü huylu tümörlere neden olan ilk virusları tanımlamışlardır. Bu keşifler, sığır, kedi, fare ve primatlar gibi diğer hayvan türlerinde de benzer retrovirusların tanınmasına öncülük etmiştir. Retroviruslar, RNA'yı DNA'ya çeviren ters transkriptaz enzimi sayesinde benzersiz bir replikasyon stratejisi kullanan *Retroviridae* ailesine aittir. *Retroviridae* ailesi, tüm omurgalılarda bulunan zarflı, tek sarmallı RNA viruslarından oluşmaktadır. Provirus olarak konak genomuna entegre olma yetenekleri ile karakterize edilen bu viruslar, hem insanlarda hem de hayvanlarda bir dizi kronik ve persiste enfeksiyonlara, vertikal bulaşmaya ve önemli biyolojik etkilere neden olmaktadır.

Ruminantlarda ve domuzlarda retroviruslar, verimlilik, hayvan refahı ve ekonomik sürdürülebilirlik üzerindeki etkileri nedeniyle önemli bir endişe kaynağı olmaya devam etmektedir. Çiftlik hayvanlarını etkileyen bu viral ailenin önemli üyeleri arasında enzootik sığır löykozuna (EBL) neden olan sığır lösemi virusu (BLV) ve keçilerde kaprine artrit enfalitis virusu (CAEV) ve koyunlarda maedi-visna virusu (MVV) gibi küçük ruminant lentivirusları (SRLV'ler) bulunmaktadır. Retroviruslar öncelikle yavaş ilerleyen (slow progresif) hastalıklarla ilişkili olsalar da, persiste özellikleri ve konakçının immun tepkile-

rinden kaçma stratejileri onları veteriner hekimlikte zorlu patojenler haline getirmektedir.

Retroviruslar, biyokimya (örneğin, gen düzenleme çalışmaları), patojenite (özellikle HIV-1 ve AIDS), evrimsel süreyans (türlerin farklılaşmasını işaret eden proviral eklemeler), onkogeniz (onkogenlerin eklemeye aktivasyonu), gen transferi ve gen tedavisi alanlarında ilerlemelere katkıda bulunarak moleküler biyolojide çok önemli bir yere sahip olmaktadır.

Retroviridae ailesi, *Orthoretrovirinae* ve *Spumaretrovirinae* olmak üzere iki alt aileden ve toplamda on bir cinsten oluşmaktadır. Retrovirus virionları, yaklaşık 80-100 nm çapında olup, viral glikoproteinleri taşıyan bir lipid zarf ile viral genom ve replikatif enzimleri içeren bir nükleokapsidde sahiptir. Virionlar, iki kopya RNA genomu içermeleri nedeniyle diploid olarak tanımlanır. Bu iki RNA molekülü, birbirine komplementer diziler aracılığıyla baz eşleşmesi yaparak dimer oluşturur ve her monomer 7-11kb uzunluğunda olup, 3'-poli (A) ve 5'-cap ucuna sahiptir (Şekil 10.1). Nükleokapsid morfolojisi ise virusların cinsine özgü olarak değişkenlik göstermektedir. Retrovirusların replikasyonu, pozitif polariteli RNA genomunun çift sarmallı DNA'ya dönüştürülmesi ve ardından provirus formunda konak hücre genomuna entegre edilmesiyle gerçekleşen ters transkripsiyon mekanizmasına dayanmaktadır. Germ hattı hücrelerine entegre olan proviruslar ise endogen retroviruslar (ERV) olarak adlandırılmakta ve birçok omurgalı genomunda binlerce ERV dizisi bulunmaktadır. Bu ailenin *Orthoretrovirinae* alt ailesi; BLV ve SRLV gibi çiftlik hayvanlarında, HIV-1 ve HIV-2 gibi insanlarda

¹ Dr. Öğr. Üyesi, Aksaray Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Viroloji AD., arbabaoglu@gmail.com, ORCID iD: 0000-0001-8023-3442

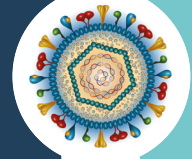
KAYNAKLAR

1. Aida Y, Murakami H, Takahashi M, et al. Mechanisms of pathogenesis induced by bovine leukemia virus as a model for human T-cell leukemia virus. *Frontiers in Microbiology*. 2013;8(4): 328. doi:10.3389/fmicb.2013.00328
1. Babaoglu AR, Ertas Oguz F, Yilmaz V, et al. Seroprevalence of bovine leukemia virus in cattle and buffaloes in the border provinces of the Eastern Anatolia region, Türkiye: insights into the eradication of infection. *Veterinary Research Forum*. 2024;15(11): 599–604. doi:10.30466/vrf.2024.2026460.4233
2. Belloc C, Polack B, Cornil IS, et al. Bovine immunodeficiency virus: facts and questions. *Veterinary Research*. 1996;27(4-5): 395–402. <https://hal.inrae.fr/hal-02688068v1>
3. Bhatia S, Sood R. Bovine Immunodeficiency Virus. In: Bayry J. (eds.) *Emerging and Re-emerging Infectious Diseases of Livestock*. Springer, Cham; 2017. p.301-308. doi:10.1007/978-3-319-47426-7_13
4. Brenner J, Van-Haam M, Savir D, et al. The implication of BLV infection in the productivity, reproductive capacity and survival rate of a dairy cow. *Veterinary Immunology and Immunopathology*. 1989;22: 299–305. doi:10.1016/0165-2427(89)90017-2
5. Burgu I, Alkan F, Karaoglu T, et al. Control and eradication programme of enzootic bovine leucosis (EBL) from selected dairy herds in Turkey. *Dtsch Tierarztl Wochenschr*. 2005;12(7): 271-274.
6. Can-Sahna K, Erokuz Y, Berber E, et al. Detection of exogenous Jaagsiekte sheep retrovirus in Turkey. *Indian J. Anim. Res*. 2015;49(4): 498-502. doi:10.5958/0976-0555.2015.00053.9
7. Coffin J, Iomerg J, Fan H, et al., ICTV Virus Taxonomy Profile: Retroviridae 2021. *Journal of General Virology*. 2021;102(12): 001712. doi:10.1099/jgv.0.001712
8. Coskun N, Yilmaz V, Karakurt E, et al. Molecular and Pathological Detection of Jaagsiekte Sheep Retrovirus in Lung Tissues of Sheep. *Kafkas Univ Vet Fak Derg*. 2024;30(6): 809-814. doi:10.9775/kvfd.2024.32702
9. Cousens C, Alleaume C, Bijimans E, et al. Jaagsiekte sheep retrovirus infection of lung slice cultures. *Retrovirology*. 2015;12: 31. doi:10.1186/s12977-015-0157-5
10. Desport M, Lewis J. Jembrana Disease Virus: Host Responses, Viral Dynamics and Disease Control. *Current HIV Research*. 2010;8: 53-65. doi:10.2174/157016210790416370
11. Din SC, *Virology: Principles and Applications*. *Yale J Biol Med*. 2008;81(3): 155–156.
12. EFSA Panel on Animal Health and Welfare (AHAW). Enzootic bovine leucosis. *EFSA Journal* 2015;13(7): 4188 doi:10.2903/j.efa.2015.4188
13. Frie MC, Coussens PM. Bovine leukemia virus: A major silent threat to proper immune responses in cattle. *Veterinary Immunology and Immunopathology*. 2015;163: 103–114. doi:10.1016/j.vetimm.2014.11.014
14. Frossard JP. Retroviridae. McVey DS, Kennedy M, Cengappa MM, et al. (Ed.), *Veterinary Microbiology*. 4th ed. UK: John Wiley & Sons; 2022. doi:10.1002/9781119650836.ch65
15. Gillet N, Florins A, Boxus M, et al. Mechanisms of leukemogenesis induced by bovine leukemia virus: prospects for novel anti-retroviral therapies in human. *Retrovirology*. 2007;10(1): 94. doi:10.1186/1742-4690-10-94
16. Goff SP, Retroviridae. Fields BN, Knipe DM, Howley P M (Ed.), *Fields Virology*, (6th ed). Philadelphia: Wolters Kluwer Health/Lippincott Williams & Wilkins, 2014. Pages 1424–1473.
17. Hakioglu F. The first report of haematological research on leukosis in Karacabey stud cattle. *Turk Vet Dern Derg*. 1962; 186–187.
18. ICTV. *Retroviridae* (01.04.2025 tarihinde <https://ictv.global/report/chapter/retroviridae/retroviridae> adresinden ulařilmiştir).
19. Kalogianni A, Bossis I, Ekateriniadou LV. Etiology, Epizootiology and Control of Maedi-Visna in Dairy Sheep: A Review. *Animals*. 2020;10: 616. doi:10.3390/ani10040616
20. Karagianni AE, Vasoy D, Finlayson J, et al. Transcriptional Response of Ovine Lung to Infection with Jaagsiekte Sheep Retrovirus. *J Virol*. 2019;93: e00876-19. doi:10.1128/JVI.00876-19
21. Karapinar Z, Cheloune Y, Burgu İ. First Molecular Characterization of Caprine Arthritis Encephalitis Virus in Blood and Milk Samples from Goats in Turkey Based on Gag Gene Sequence Analysis. *International Journal of Veterinary Science*. 2016;5(1): 10-15.
22. Keshavarz H, Mohammadi A, Morovati S. Evidence of bovine immunodeficiency virus: A molecular survey in water buffalo populations of Iran. *Vet Med Sci*. 2022;8: 2167–2172. doi:10.1002/vms3.872
23. Lv G, Wang J, Lian S, et al. The Global Epidemiology of Bovine Leukemia Virus: Current Trends and Future Implications. *Animals (Basel)*. 2024;14(2): 297. doi:10.3390/ani14020297
24. MacLachlan NJ, Dubovi EJ (Ed.), *Retroviridae. Fenner's Veterinary Virology* (5nd ed). USA: Academic Press; 2017. 269-297. doi:10.1016/B978-0-12-800946-8.00014-3
25. Marawan MA, Alouffi A, Tokhy S, et al. Bovine Leukaemia Virus: Current Epidemiological Circumstance and Future Prospective. *Viruses*. 2021;13(11): 2167. doi:10.3390/v13112167
26. Martineau M, Cousens C, Imlac S, et al. Jaagsiekte Sheep Retrovirus Infects Multiple Cell Types in the Ovine Lung. *Journal of Virology*. 2011;85(7): 3341-55. doi:10.1128/JVI.02481-10
27. Mosa AH, Zenad MM, Al-jabory H. A new approach for maedi visna virus infections: a review. *Chemical and Environmental Science Archives*. 2022;2(1): 1-11. doi:10.47587/CESA.2022.2101
28. Murphy FA, Gibs EPJ, Horzinek MC, et al. *Veterinary Virology*. 3rd ed. USA: Academic Press;1999.
29. Pluta A, Jaworski JP, Douville RN. Regulation of Expression and Latency in BLV and HTLV. *Viruses*. 2020;12(10): 1079. doi:10.3390/v12101079
30. Porta NG, Suarez-Archilla G, Miotti C, et al. Seroprevalence and risk factors associated with bovine Leukemia virus infection in argentine beef cattle. *Res Vet Sci*. 2023;164: 104999. doi:10.1016/j.rvsc.2023.104999
31. Rodríguez SM, Florins A, Gillet N et al. Preventive and Therapeutic Strategies for Bovine Leukemia Virus: Lessons for HTLV. *Viruses*. 2011;3: 1210-1248. doi:10.3390/v3071210
32. Rovanak J, Boyd AL, Casey W, et al. Pathogenicity of Molecularly Cloned Bovine Leukemia Virus. *Journal of Virology*. 1993;67(12): 7096-7105. doi:10.1128/jvi.67.12.7096-7105.1993

33. Shutterstock. ID: 2227311929. (01/03/2025 tarihinde <https://www.shutterstock.com/image-vector/retrovirus-structure-vector-illustration-diagram-2227311929> adresinden ulaşılmıştır).
34. Sökmen A, Babaoglu AR. Seroprevalence of Bovine Leukemia Virus Infection in Cattle in Muş Province, Türkiye. *Turkish Journal of Agriculture – Food Science and Technology*. 2023;11(10): 1878-1881. doi:10.24925/turjaf.v11i10.1878-1881.6275
35. Timurkan MÖ, Erol A, Yörü HB, et al. Investigation of seroprevalence of small ruminant lentivirus infections in Erzurum province of Türkiye and determination of individual and environmental variables. *Medit Vet J*. 2024;9(2): 317-325. doi:10.24880/medivetj.1541577
36. Toma C, Bălteanu VA, Tripon S, et al. Exogenous Jaagsiekte Sheep Retrovirus type 2 (exJSRV2) related to ovine pulmonary adenocarcinoma (OPA) in Romania: prevalence, anatomical forms, pathological description, immunophenotyping and virus identification. *BMC Veterinary Research*. 2020;16: 296. doi:10.1186/s12917-020-02521-1
37. WOA. OIE Terrestrial Manual 2018. (10/03/2025 tarihinde https://www.woah.org/fileadmin/Home/fr/Health_standards/tahm/3.04.09_EBL.pdf adresinden ulaşılmıştır).
38. WOA: World Organisation of Animal Health in Manual of Diagnostic Tests and Vaccines for Terrestrial Animals, ovine pulmonary adenocarcinoma. 2021; (15/03/2025 tarihinde https://www.woah.org/fileadmin/Home/fr/Health_standards/tahm/3.08.08_OPA.pdf adresinden ulaşılmıştır).
39. WOA. WAHIS. (06/03/2025 tarihinde <https://wahis.woah.org/#/dashboards/country-or-disease-dashboard> adresinden ulaşılmıştır).
40. Yılmaz Z, Yeilbbağ K. Clinical and Haematological Findings in Bovine Immunodeficiency Virus (BIV) Infected Cattle. *Türk. J. Vet. Anim. Sci*. 2008;32(3): 207-214.

BÖLÜM 11

Rhabdoviridae



Ender DİNÇER¹

GENEL BİLGİLER

Rhabdoviruslar, karasal ve suda yaşayan omurgalıları, omurgasızları ve bitkileri enfekte eden büyük ve ekolojik olarak çeşitli bir virus grubudur. Rhabdoviruslar içinde halk sağlığı, tarım ve balıkçılık açısından önemli olan birçok patojen bulunur. Rhabdovirusların çoğunluğu eklembacaklılar tarafından omurgalı veya bitki konaklarına bulaşır, ancak Lyssaviruslar (örneğin kuduz virusu) ve Novirhabdoviruslar (örneğin bulaşıcı hematopoyetik nekroz virusu) biyolojik bir vektör olmadan omurgalıları arasında geçiş sağlayabilir. Rhabdoviruslar, zarlı, negatif polariteli ve tek iplikli bir RNA genomuna sahiptirler. Genom 11 ile 16 kb büyüklüğündedir ve virion boyutları 100 ile 430 ve 45 ile 100 nm arasında değişir. *Rhabdoviridae* ailesi omurgalıları enfeksiyon oluşturan *Vesiculovirus*, *Ephemeravirus* ve *Lyssavirus* cinslerini kapsamaktadır. Vesiküloviruslar başta atlar ve sığırlar olmak üzere çeşitli memelilerde görülür ve kan emen sinekler (kum sinekleri ve/veya sivrisinekler) tarafından taşınırlar. Kan emen sinekler ile nakledilen diğer cins olan *ephemeravirus*ler, başta sığır olmak üzere çeşitli türlerde enfeksiyona neden olur.

Lyssaviruslar ise başlıca rezervuar konakçı olarak çoğunlukla yarasaları, terminal konakçı olarak da çeşitli karasal etoburları kullanırlar ve kuduz hastalığına neden olurlar. Zoonotik karakterli olan kuduz hastalığı tedavi ve aşılama yapılmadığında insanlar için ölümcül olmaktadır. Köpekler yanında yabanıl hayatta tilkiler en önemli rezervuar konumunda yer alırlar. Türkiye’de son dönemde yapılan çalışmalar köpeklerin yanında tilkilerin de aşılmasının kuduzla mücadelede son derece önemli olduğunu göstermiştir.

¹ Prof. Dr., Dokuz Eylül Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Viroloji AD., enderdin@gmail.com, ORCID iD: 0000-0003-2885-8415

ÜÇ GÜN HASTALIĞI (BOVINE EPHEMERAL FEVER – BEF)

Bovine Ephemeral fever (BEF), artropodlar (sivrisinek ve diğer sokucu sinekler) ile bulaşan, akut ateş, kaslarda sertlik, iştahsızlık ve felçlerle karakterize olan sığır ve mandaların viral bir hastalığıdır.

Etiyoloji

Bovine ephemeral fever virus (BEFV) *Mononegavirales* takımında, *Rhabdoviridae* ailesinde *Ephemerovirus* cinsinde yer alan zarlı, negatif polariteli, tek iplikli ve mermi biçimli morfolojiye sahip bir RNA virusudur. Virion kurşun benzeri ve boyutları 70 nm (60 ile 80nm arasında değişir) ile 145nm’dir (120 ile 170nm arasında değişir). 14,900 nükleotidden oluşan viral genom nükleoprotein (N), yüzey glikoproteini (G), büyük RNA-bağımlı RNA polimeraz (L), polimeraz ilişkili protein (P) ve matris proteini (M) olmak üzere beş yapısal protein ve bir yapısal olmayan glikoproteinden meydana gelir. Genomda 10 adet açık okuma çerçevesi (ORF) 3’-N-P-M-G-[GNS- α 1- α 2- β - γ]-L-5’ olarak sıralanır. BEFV G proteini hücreye girişten sorumludur ve nötralizan antikorların hedefi olan dört antijenik bölgeye sahiptir (G1, G2, G3 ve G4). Günümüze kadar BEFV’nün tanımlanmış tek serotipi bulunmaktadır. Ancak G gen bölgesinin dış kısmını hedefleyen dizi analizleri ile oluşturulan filogenetik analizler BEFV izolatlarının dört soyunun olduğunu ortaya koymuştur. Bu dört soy coğrafik olarak Doğu Asya, Avustralya, Orta Doğu ve Afrika’da kümelenmiştir. BEFV’ün G gen bölgesi bugün yapılan çeşitli

KAYNAKLAR

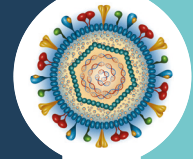
1. Lavon Y, Ezra E, Friedgut O, et al. Economic Aspects of Bovine Ephemeral Fever (BEF) Outbreaks in Dairy Cattle Herds. *Veterinary Sciences*. 2023;10(11): 1-12. doi: 10.3390/vetsci10110645.
2. Rouby SR, Ghonaim AH, Chen X, et al. The Current Epizootiological Situation of Three Major Viral Infections Affecting Cattle in Egypt. *Viruses*. 2024;16(10):1-19. doi: 10.3390/v16101536.
3. P.F.P. Dinçer, Şahan A, Nayır BM. *Large Animal Review*. Effect of Circulating Calcitriol (1,25(OH)2D3) Levels on Th1/Th2 Immune Response in Bovine Ephemeral Fever.2024; 30: 157-162.
4. Öztürk AS. Bovine Ephemeral Fever (Siğırların Üç Gün Hastalığı). *Adana Veteriner Kontrol Enstitüsü Dergisi*. 2012; 2(2); 26 – 30.
5. Martínez-Burnes J, Barrios-García H, Carvajal-de la Fuente V, et al. Viral Diseases in Water Buffalo (*Bubalus bubalis*): New Insights and Perspectives. *Animals (Basel)*. 2024; 14(6): 1-24. doi: 10.3390/ani14060845.
6. Rezatofghi SE, Mirzadeh K, Mahmoodi F. Molecular characterization and phylogenetic analysis of bovine ephemeral fever viruses in Khuzestan province of Iran in 2018 and 2020. *BMC Veterinary Research*. 2022; 18(1):1 – 12 . doi: 10.1186/s12917-021-03119-x
7. Walker PJ. Bovine ephemeral fever in Australia and the world. *Current Topics in Microbiology and Immunology*. 2005;292:57-80. doi: 10.1007/3-540-27485-5_4.
8. Ayvazoğlu C, Ayvazoğlu Demir P. Bovine Ephemeral Fever in Turkey and Its Economic Effect. *Van Veterinary Journal*, 2022; 33 (3), 71-75. DOI: doi:10.36483/vanvetj.1141040.
9. Erol N, Koç TB, Gür S, et al. Aydın ve Muğla İlleri'nde Bovine Ephemeral Fever Virus Enfeksiyonu'nun Serolojik Olarak Araştırılması. *Kocatepe Veterinary Journal*. 2015;8(2): 45-49.
10. Karayel-Hacıoğlu I, Duran Yelken S, Vezir Y, et al. Isolation and genetic characterization of bovine ephemeral fever virus from epidemic-2020 in Turkey. *Tropical Animal Health Production*. 2021;53(2):276. doi: 10.1007/s11250-021-02715-1.
11. Lee F. Bovine Ephemeral Fever in Asia: Recent Status and Research Gaps. *Viruses*. 2019; 11(5):412. doi: 10.3390/v11050412.
12. Wikipedia. *Culicoides imicola*.(07/03/2025 tarihinde https://en.wikipedia.org/wiki/Culicoides_imicola adresinden ulaşılmıştır).
13. Wikipedia. *Bovine Epemeral Fever*. (07/03/2025 tarihinde https://en.wikipedia.org/wiki/Bovine_ephemeral_fever adresinden ulaşılmıştır).
14. Zhang Y, Nagalo BM. Immunovirotherapy Based on Recombinant Vesicular Stomatitis Virus: Where Are We? *Frontiers Immunology* 2022;28;13:898631. doi: 10.3389/fimmu.2022.898631
15. Pelzel-McCluskey A, Christensen B, Humphreys J, et al. Review of Vesicular Stomatitis in the United States with Focus on 2019 and 2020 Outbreaks. *Pathogens*. 2021 ;10(8):993. doi: 10.3390/pathogens10080993
16. Liu G, Cao W, Salawudeen A, et al. Vesicular Stomatitis Virus: From Agricultural Pathogen to Vaccine Vector. *Pathogens*. 2021 Aug 27;10(9):1092. doi: 10.3390/pathogens10091092.
17. Whelpley MJ, Zhou LH, Rascon J, et al. Community composition of black flies during and after the 2020 vesicular stomatitis virus outbreak in Southern New Mexico, USA. *Parasites and Vectors*. 2024;17(1):93. doi: 10.1186/s13071-024-06127-6.
18. Yılmaz, O., & Wilson, R. T. The Domestic livestock resources of Turkey: Occurrence and control of diseases of horses, donkeys and mules. *Journal of Equine Veterinary Science*, 2013; 33(12), 10211030. <https://doi.org/10.1016/j.jevs.2013.05.003>
19. Rodriguez, L.L. Emergence and Re-Emergence of Vesicular Stomatitis in the United States *Virus Research*. 2002; 85:211-219.
20. Hanson, R.P. The natural history of vesicular stomatitis *Bacteriology Reviews*. 1952; 16:179-204
21. Tesh, R.B. · Boshell, S.J. · Modi, G.B. Natural Infection of Humans, Animals, and Phlebotomine Sand Flies with the Alagoas Serotype of Vesicular Stomatitis Virus in Colombia. *American Journal of Tropical Medicine and Hygiene*. 1987; 36:653-661
22. Wikipedia. *Indiana Vesiculovirus*.(07/03/2025 tarihinde https://en.wikipedia.org/wiki/Indiana_vesiculovirus adresinden ulaşılmıştır).
23. Johnson N, Fooks AR, Valtchovski R, et al. Evidence for trans-border movement of rabies by wildlife reservoirs between countries in the Balkan Peninsular. *Veterinary Microbiology*. 2007. 25;120(1-2):71-6. doi: 10.1016/j.vetmic.2006.10.012
24. Kumar A, Bhatt S, Kumar A, et al. Canine rabies: An epidemiological significance, pathogenesis, diagnosis, prevention, and public health issues. *Comparative Immunology Microbiology and Infectious Diseases*. 2023.97:101992. doi: 10.1016/j.cimid.2023.101992
25. Jakobson B, Taylor N, Dveres N, et al. Cattle rabies vaccination--A longitudinal study of rabies antibody titres in an Israeli dairy herd. *Prev Vet Med*. 2015 . 1;121(1-2):170-5. doi: 10.1016/j.prevetmed.2015.05.004
26. Begeman L, Geurtsvan Kessel C, Finke S, et al. Comparative pathogenesis of rabies in bats and carnivores, and implications for spillover to humans. *Lancet Infectious Diseases*. 2018. 18(4):e147-e159. doi: 10.1016/S1473-3099(17)30574-1. Epub 2017 Oct 31. Erratum in: *Lancet Infect Dis*. 2018 Feb;18(2):139. doi: 10.1016/S1473-3099(17)30708-9
27. Vos A, Freuling C, Eskiizmirli S, et al. Rabies in foxes, Aegean region, Turkey. *Emerging Infectious Diseases*. 2009.15(10):1620-2. doi: 10.3201/eid1510.090203
28. Jackson AC. Rabies: a medical perspective. *Revue Scientifique et Technique (International Office of Epizootics)*. 2018.37(2):569-580. English. doi: 10.20506/rst.37.2.2825
29. Johnson N, Black C, Smith J, et al. Rabies emergence among foxes in Turkey. *Journal of Wildlife Diseases*. 2003.39(2):262-70. doi: 10.7589/0090-3558-39.2.262
30. Jane Ling MY, Halim AFNA, Ahmad D, et al. Rabies in Southeast Asia: a systematic review of its incidence, risk factors and mortality. *BMJ Open*. 2023.10;13(5):e066587. doi: 10.1136/bmjopen-2022-066587.
31. Aylan O, Sertkaya B, Demeli A, et al. Oral rabies vaccination of foxes in Türkiye, 2019-2022. *One Health*. 2024.

28;19:100877. doi: 10.1016/j.onehlt.2024.100877

32. Johnson N, Un H, Fooks AR, et al. Rabies epidemiology and control in Turkey: past and present. *Epidemiology and Infection*. 2010.138(3):305-12. doi: 10.1017/S0950268809990963

BÖLÜM 12

Adenoviridae, Anelloviridae, Asfarviridae ve Circoviridae



Zeynep KARAPINAR¹
Sabri HACIOĞLU²

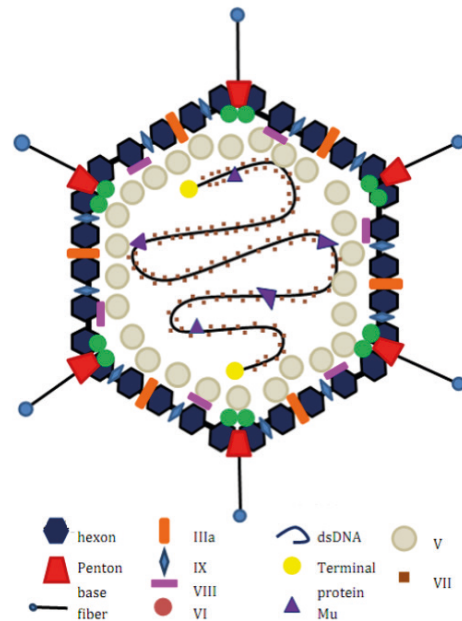
ADENOVIRIDAE GENEL BİLGİLER

İlk olarak 1947 yılında köpeklere ait örneklerden izole edilmiş olan Adenovirüsler insan adenoid dokusundan elde edilen hücre kültürlerinde tanımlanmıştır ve adını izole edildiği dokunun adından almıştır. Adenovirüsler, yapılarının uygunluğu nedeniyle moleküler biyoteknoloji alanında genetik materyal taşıyıcısı (vektör) olarak sıklıkla kullanılmaktadır. Bugüne kadar tanımlanmış adenovirüs serotiplerinin sayısı 100'ü aşmıştır. *Adenoviridae* ailesi, virüslerin genetik yapıları, virion morfolojileri ve serotiplere bağlı antijenik farklılıkları dikkate alınarak sınıflandırılmıştır. İnsanlarda ve çok farklı hayvan türlerinde (memeliler, kuşlar, balıklar, keseli hayvanlar kurbağa, kaplumbağa ve sürüngenler) enfeksiyon oluşturabilen bu virüsler, türler arası geçiş konusunda oldukça sınırlı olup, konak özgüllüğü göstermektedir.

Yaklaşık 70–90 nanometre çapında olan ve ikozahedral simetri gösteren virion zarfsız olup, 35-36 kilobaz uzunluğunda lineer çift sarmallı DNA genomu taşır. Adenovirüslerin hekzon ve penton adı verilen iki tip kapsomerden oluşan kapsid yapısında pentonların ucunda fiber proteinleri bulunur (Şekil 12.1). Virüsün konak hücrelere tutunmasını sağlayan fiberler viral bağlanma proteinleri olup, virüsün konak hücreye giriş mekanizmasında rol oynamaktadır. Ayrıca bu proteinler hemaglutinasyon özelliği gösterebilir ve serotiplendirme sürecinde önemli ayırt edici yapılardır. Adenovirüslerin konak hücreye girişinde rol oynayan başlıca reseptör, Coxsackie-Adenovirüs Reseptörü (CAR) olarak tanımlanmıştır. Bu reseptör, akciğer, trakea, göz korneası, bağırsak epi-

teli, kalp ve karaciğer gibi pek çok dokuda eksprese edilir. Bu yaygın dağılım, adenovirüslerin çeşitli doku ve organ sistemlerinde enfeksiyon oluşturma potansiyelini açıklamaktadır. Ayrıca virüs konak hücrelerde sitopatojenik etki göstererek çoğalır.

Genomik yapı açısından adenovirüsler, DNA dizilerinde bulunan guanin-sitozin (G-C) oranlarına göre A'dan G'ye kadar yedi ana genetik gruba ayrılmıştır. Bu gruplar arasında genetik benzerlik oranı %5–20 arasında değişirken, aynı grup içerisinde yer alan suşlar %70–95 oranında homoloji göstermektedir. Bu durum, moleküler epidemiyoloji ve filogenetik analizler açısından önemli bir sınıflandırma temelidir.



Şekil 12.1 Adenovirüs yapısı (79)

¹ Prof. Dr., Balıkesir Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Viroloji AD., zeynep.karapinar@balikesir.edu.tr, ORCID ID: 0000-0002-2743-8948

² Dr., T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı, Veteriner Kontrol Merkez Araştırma Enstitüsü, Viroloji Laboratuvarı, saabrii@hotmail.com, ORCID ID: 0000-0002-5493-0807

KAYNAKLAR

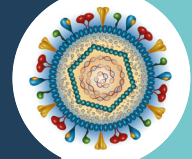
- Allan G, Krakowka S, Ellis J, et al. Discovery and evolving history of two genetically related but phenotypically different viruses, porcine circoviruses 1 and 2. *Virus Research*, 2012; 164(1–2), 4–9.
- Alonso C, Borca M, Dixon L, et al. ICTV Virus Taxonomy Profile: ASFviridae. *Journal of General Virology*, 2018; 99, 613–614.
- Aramouni M, Segalés J, Cortey M., et al. Age-related tissue distribution of swine Torque teno sus virus 1 and 2. *Veterinary Microbiology*, 2010; 146, 350–353.
- Belák S, Pálfi, V. (). Ovine Adenoviruses. In J. J. Zimmerman et al. (Eds.), 5th Ed., Elsevier. *Virus Infections of Ruminants*, 2019; 171–183.
- Benfield DAH, Richard A. *Porcine Adenoviruses*. In: Zimmerman JJ, Karriker LA, Ramirez A, Schwartz KJ, Stevenson GW, eds. *Diseases of Swine*. 10 ed: Jon Wiley & Sons, Inc.; 2012:392 – 395.
- Benkő M, Aoki K, Arnberg N, et al. ICTV Virus Taxonomy Profile: *Adenoviridae* 2022. *Journal General Virology*, 2022; 103(3):001721.
- Biagini P. Classification of TTV and related viruses (anelloviruses). *Current Topics in Microbiology and Immunology*, 2009; 331, 21–33.
- Biagini P, Todd D, Bendinelli M, et al. Anellovirus. In: *Virus Taxonomy*. VIIIth Report of the International Committee for the Taxonomy of Viruses, Fauquet CM, Mayo MA, Manilof J, Desselberger U, Ball LA (Eds). London: Elsevier/Academic Press, 2005.
- Boklund A, Cay B, Depner K, et al. Epidemiological Analyses of African Swine Fever in the European Union (November 2017 until November 2018). *EFSA Journal*, 2018; 16, e05494.
- Brassard J, Gagne MJ, Lamoureux L, et al. Molecular detection of bovine and porcine Torque teno virus in plasma and feces. *Veterinary Microbiology*, 2008; 126, 271–276.
- Burgu İ, Tokar A. Türkiye’de siğir adenoviruslarının (Tip 1, 2, 3) serolojik olarak tesbiti. *Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 1985; 32(1), 223–230.
- Burgu İ, Öztürk F, Akça, Y. Serological researches for viral infections in sheep in the state reproduction farm of Tahirova. *Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 1984; 31(1), 167–179.
- Chen D, Zhang L, Xu S. Pathogenicity and immune modulation of porcine circovirus 3. *Frontiers in Veterinary Science*. 2023; 10:1280177.
- D’Arcy N, Cloutman-Green E, Klein N, et al. Environmental viral contamination in a pediatric hospital outpatient waiting area: implications for infection control. *American Journal of Infection Control*, 2014; 42, 856–860.
- Darwich L, Mateu E. Immunology of porcine circovirus type 2 (PCV2). *Virus Research*, 2012; 164, 61–67.
- Dastjerdi A, Jeckel S, Davies H, et al. Novel adenovirus associated with necrotizing bronchiolitis in a captive reindeer (*Rangifer tarandus*). *Transboundary and Emerging Diseases*, 2022; 69, 3097–3102.
- Dixon LK, Islam M, Nash R, et al. African Swine Fever Virus Evasion of Host Defences. *Virus Research*, 2019; 266, 25–33.
- Dixon LK, Stahl K, Jori F, et al. African Swine Fever Epidemiology and Control. *Annual Review of Animal Biosciences*, 2020; 8(1), 221–246.
- Dixon LK, Sun H, Roberts H. African Swine Fever. *Antiviral Research*, 2019; 165, 34–41.
- Dörtbudak MB, Sağlam YS, Yıldırım S, Timurkan MÖ. Examination of adenoviruses with molecular and pathological methods in sheep pneumonia cases. *Revista MVZ Córdoba*, 2022; 27, e2738.
- Erol N, Gür S, Yıldırım Y, Tan MT. A serological investigation on parainfluenza-3 (PI-3) and bovine adenovirus (BAV) infections in dairy cow enterprises in Aydın province. *Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 2007; 13(1), 43–47.
- Firth C, Charleston MA, Duffy S, et al. Insights into the evolutionary history of an emerging livestock pathogen: porcine circovirus 2. *Journal of Virology*, 2009; 83:12813–12821.
- Franzo G, Segalés J. Porcine circovirus 2 (PCV-2) genotype update and proposal of a new genotyping methodology. *PLoS One*, 2018; 13, e0208585.
- Gainor, K, Fortuna YC, Alakkaparambil AS, et al. High Rates of Detection and Molecular Characterization of Porcine Adenovirus Serotype 5 (*Porcine mastadenovirus C*) from Diarrheic Pigs. *Pathogens*, 2022; 11(10), 1210.
- Gallardo C, Soler A, Nurmoja I, et al. Dynamics of African Swine Fever Virus (ASFV) Infection in Domestic Pigs Infected with Virulent, Moderate Virulent and Attenuated Genotype II ASFV European Isolates. *Transboundary and Emerging Diseases*, 2021; 68, 2826–2841.
- Gaudreault NN, Madden DW, Wilson WC, et al. African Swine Fever Virus: An Emerging DNA Arbovirus. *Frontiers in Veterinary Science*, 2020; 7, 215.
- Ghebremedhin B. Human adenovirus: Viral pathogen with increasing importance. *European Journal of Microbiology & Immunology*, 2014; 4(1), 26–33.
- Guberti V, Khomenko S, Masiulis M, et al. African Swine Fever in Wild Boar: Ecology and Biosecurity. *Food and Agriculture Organization*, 2022; 28.
- Guberti V, Khomenko S, Masiulis M, et al. Handbook on African Swine Fever in wild boar and biosecurity during hunting. *FAO, OIE*, 2018.
- Gümüşova SO, Akça Y. Marmara Bölgesi’ndeki keçilerde koyun adenovirusları OA V-1,2,3,5 ve siğir adenovirusları BA V-1,2,3 ‘na karşı antikör dağılımının araştırılması. *Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*; 2002;49(2):125–128.
- Harrach B, Benko M, Both G W. et al. Adenoviridae. In: King, A. M. Q., Adams, M. J., Carstens, E. B., Lefkowitz, E. J. (Eds). *Taxonomy Classification and Nomenclature of Viruses*, 9th Report of the International Committee on Taxonomy of Viruses. Academic Press, 2012; 125 – 141.
- ICTV. *Virus Taxonomy: The International Committee on Taxonomy of Viruses*, 2025, Erişim Tarihi: 13.06.2025, https://ictv.global/report_9th/ssDNA/Anelloviridae.
- Jiménez Melsió A. Description of a novel species of Torque teno sus virus (TTSuV) and first insights on immunization against TTSuVs in naturally infected pigs. *Universitat Autònoma de Barcelona*. 2015.
- Karaoğlu M, Oğuzoğlu T, Ataseven VS et al. Porcine circovirus type 2 infection in Turkey Türkiye’de domuzlarda circovirus 2 enfeksiyonu. *Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 2011; 58(2).

35. Karayel Hacıoğlu İ, Duran Yelken S, Alkan F. Detection and molecular characterization of mastadenoviruses in calves with respiratory system infection. *Eurasian Journal of Veterinary Sciences*, 2022; 38(2), 83–89.
36. Karayel-Hacıoğlu İ, Gul B, Acun Yıldız D, Alkan F. Ovine adenoviruses infecting sheep and goats in Türkiye: detection and molecular characterization of three different types. *Virus Genes*. 2024;60(3):309-313.
37. Kekarainen T, Martínez-Guinó L, Segalés J. Swine torque teno virus detection in pig commercial vaccines, enzymes for laboratory use and human drugs containing components of porcine origin. *Journal of General Virology*, 2009; 90, 648–653.
38. Kekarainen T, Segalés J. Torque teno virus infection in the pig and its potential role as a model of human infection. *The Veterinary Journal*, 2009; 180(2), 163–168.
39. Kubota N, Suzuki T, Nakagawa H, et al. Genetic characterization of bovine adenovirus type 3 isolated from Japanese Black cattle in Japan. *The Journal of Veterinary Medical Science*, 2021; 83(3), 466–470.
40. Leary TP, Erker JC, Chalmers ML, et al. Improved detection systems for TT virus reveal high prevalence in humans, non-human primates and farm animals. *Journal of General Virology*, 1999; 80, 2115–2120.
41. Li, Z., Chen, W., Qiu, Z., et al. African swine fever virus: a review. *Life*, 2022; 12(8), 1255.
42. Liu S J, Wang Q, Li TT. et al. Characterization of the First Genome of Porcine mastadenovirus B (HNU1 Strain) and Implications on Its Lymphoid and Special Origin. *Virologica Sinica*, 2020; 35(5), 528–537.
43. Lukert P, Evans L, Tanner J., et al. The Circoviridae. In: Murphy, F.A., Fauquet, C.M., Bishop, D.H.L., et al. (eds.) *Virus Taxonomy. Sixth Report of the International Committee on Taxonomy of Viruses*. Vienna & New York: Springer-Verlag, 1995; 166–168.
44. Lynch JP, Kajon AE. Adenovirus: Epidemiology, Global Spread of Novel Serotypes, and Advances in Treatment and Prevention. *Seminars in Respiratory and Critical Care Medicine*, 2016; 37(4), 586-602.
45. MacLachlan NJ, Dubovi EJ. Circoviridae and anelloviridae. In: *Fenner's Veterinary Virology*, MacLachlan, N.J., Dubovi, E.J. (Eds), Academic Press, 2017; pp. 259–268.
46. Mattson DE, Baker JC, Ciszewski DK, et al. Isolation of adenovirus type 3 from cattle with respiratory disease. *Journal of Veterinary Diagnostic Investigation*, 1988; 1(2), 134–136.
47. Mazur-Panasiuk N, Woźniakowski G. Natural Inactivation of African Swine Fever Virus in Tissues: Influence of Temperature and Environmental Conditions on Virus Survival. *Veterinary Microbiology*, 2020; 242, 108609.
48. More S, Miranda MA, Bicout D, et al. African Swine Fever in Wild Boar. *EFSA Journal*, 2018; 16, e05344.
49. Mushahwar IK, Erker JC, Muerhoff AS, et al. Molecular and biophysical characterization of TT virus: evidence for a new virus family infecting humans. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the USA*, 1999; 96, 3177–3182.
50. Nagy M, Nagy E, Tuboly T. The complete nucleotide sequence of porcine adenovirus serotype 5. *Journal of General Virology*. 2001; 82:525–529.
51. Nguyen TC, Bui NTT, Nguyen LT. et al. An African swine fever vaccine-like variant with multiple gene deletions caused reproductive failure in a Vietnamese breeding herd. *Scientific Reports*, 2025; 15: 14919.
52. Nieto D, Aramouni M, Grau-Roma L, et al. Dynamics of Torque teno sus virus 1 (TTSuV1) and 2 (TTSuV2) DNA loads in serum of healthy and postweaning multisystemic wasting syndrome (PMWS) affected pigs. *Veterinary Microbiology*, 2011; 152, 284–290.
53. Okamoto H. TT viruses in animals. *Current Topics in Microbiology and Immunology*, 2009; 331, 35–52.
54. Okamoto H, Fukuda M, Tawara A, et al. Species-specific TT viruses and cross-species infection in nonhuman primates. *Journal of Virology*, 2000; 74, 1132–1139.
55. Opriessnig T, Karuppannan AK, Castro AM, et al. Porcine circoviruses: current status, knowledge gaps and challenges. *Virus Research*, 2020; 286, 198044.
56. Opriessnig T, Meng XJ, Halbur PG. Porcine circovirus type 2-associated disease: update on current terminology, clinical manifestations, pathogenesis, diagnosis, and intervention strategies. *Journal of Veterinary Diagnostic Investigation*, 2007; 19(6), 591–615.
57. Öztürk F, Tokar A. Konya Tarım İşletmesine ait sığırlarda sığır adenovirus tip 1, tip 2 ve tip 3'ün serolojik olarak saptanması. *Selçuk Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 1988; 4(1), 213–218.
58. Paim FC, Bauermann FV, Ridpath JF, Casas E. Genetic diversity and phylogenetic analysis of bovine adenovirus 3 isolates from the United States. *Archives of Virology*, 2021; 166(5), 1387–1395.
59. Penrith ML, Vosloo W, Jori F, et al. African swine fever virus eradication in Africa. *Virus Research*, 2013; 173, 228–246.
60. Pikalo J, Zani L, Hühr J, et al. Pathogenesis of African Swine Fever in Domestic Pigs and European Wild Boar—Lessons Learned from Recent Animal Trials. *Virus Research*, 2019; 271, 197614.
61. Rammohan L, Xue L, Wang C, et al. Increased prevalence of torque teno viruses in porcine respiratory disease complex affected pigs. *Veterinary Microbiology*, 2012; 157, 61–68.
62. Rosario K, Breitbart M, Harrach B, et al. Revisiting the taxonomy of the family Circoviridae: establishment of the genus Cyclovirus and removal of the genus Gyrovirus. *Archives of Virology*, 2017; 162, 1447–1463.
63. Saikumar G, Das T. Porcine circovirus. In: *Recent Advances in Animal Virology*, 2019; 171–195.
64. Salguero FJ, et al. Comparative Pathology and Pathogenesis of African Swine Fever Infection in Swine. *Frontiers in Veterinary Science*, 2020; 7, 282.
65. Sanchez-Vizcaino JM, Mur L, Gomez-Villamandos JC, et al. An Update on the Epidemiology and Pathology of African Swine Fever. *Journal of Comparative Pathology*, 2015; 152, 9–21.
66. Saporiti V, Franzo G, Sibila M, Segalés J. Porcine circovirus 3 (PCV-3) as a causal agent of disease in swine and a proposal of PCV-3 associated disease case definition. *Transbound Emerg Dis*. 2021; 68(6):2936-2948.
67. Segalés J. Best practice and future challenges for vaccination against porcine circovirus type 2. *Expert Review of Vaccines*, 2015; 14, 473–487.
68. Segalés J. Porcine circovirus type 2 (PCV2) infections: Clinical

- cal signs, pathology and laboratory diagnosis. *Virus Research*, 2012; 164, 10–19.
69. Segalés J, Kekarainen T. Anelloviruses. *Diseases of Swine*, 2019; 453–456.
 70. Segalés J, Kekarainen T, Cortey M. The natural history of porcine circovirus type 2: From an inoffensive virus to a devastating swine disease? *Veterinary Microbiology*, 2013; 165, 13–20.
 71. Singh G, Ramamoorthy, S. Potential for the cross-species transmission of swine torqueno viruses. *Veterinary Microbiology*, 2018; 215, 66–70.
 72. Ssemadaali MA, Effertz K, Singh P, et al. Identification of heterologous Torqueno Viruses in humans and swine. *Scientific Reports*, 2016; 6, 26655.
 73. Tischer I, Miels W, Wolff D. Studies on epidemiology and pathogenicity of porcine circovirus. *Archives of Virology*, 1986; 91(3–4), 271–276.
 74. Todd D, Bendinelli M, Biagini P, et al. Virus Taxonomy. VIIIth Report of the International Committee on Taxonomy of Viruses. *Academic Press*, 2005.
 75. Turlewicz-Podbielska H, Kuriga A, Niemyjski R, Tarasiuk G, Pomorska-Mól M. African Swine Fever Virus as a Difficult Opponent in the Fight for a Vaccine-Current Data. *Viruses*. 2021;13(7):1212.
 76. Vidovszky MZ, Szeredi L, Doszpoly A, Harrach B, Hornyák Á. Isolation and complete genome sequence analysis of a novel ovine adenovirus type representing a possible new mastadenovirus species. *Archives Virology*, 2019;164(8):2205–2207.
 77. ViralZone: a knowledge resource to understand virus diversity. Erişim Tarihi: 11.06.2025, <https://viralzone.expasy.org/772>;
 78. ViralZone: a knowledge resource to understand virus diversity. Erişim Tarihi: 13.06.2025, <https://viralzone.expasy.org/12>
 79. Waye MMY, Sing CW. Anti-Viral Drugs for Human Adenoviruses. *Pharmaceuticals (Basel)*. 2010;3(10):3343–3354.
 80. Woods LW, Schumaker BA, Pesavento PA, et al. Adenoviral hemorrhagic disease in California mule deer, 1990–2014. *Journal of Veterinary Diagnostic Investigation*, 2018; 30(4), 530–537.
 81. World Organisation for Animal Health, Terrestrial Manual Section: 3.9. Suidae Chapter: 3.9.1. African swine fever (infection with African swine fever virus), 2022.
 82. Zhai SL, Chen SN, Xu ZH, et al. Porcine circovirus type 2 in China: an update on and insights to its prevalence and control. *Virology Journal*, 2014; 11:88.
 83. Zhu Y, Qin X, Zhang X, Zhang H. Molecular characterization of bovine adenovirus type 3 isolated from cattle with respiratory disease in China. *Virus Genes*, 2011; 43(1), 55–59.

BÖLÜM 13

Orthoherpesviridae (Herpesviridae)

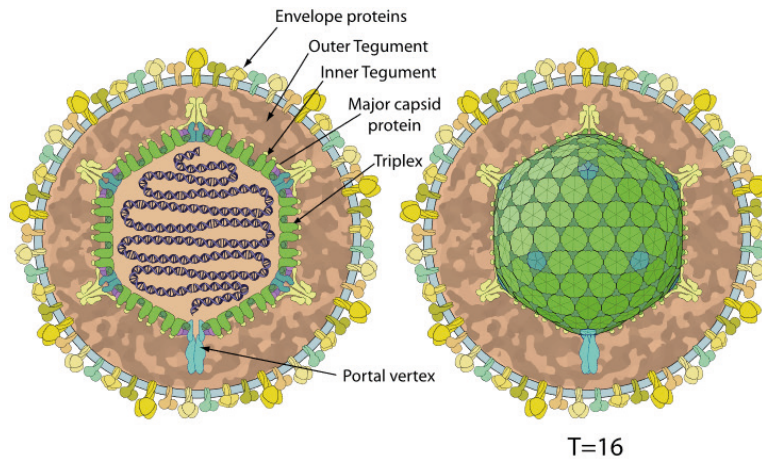


Zeynep AKKUTAY YOLDAR¹

GENEL BİLGİLER

Herpes, Yunanca "herpein" kelimesinden gelmekte olup; sürünmek ya da yayılmak anlamına gelir ve bu adlandırma, herpesvirus lezyonlarının deride yayılmasından kaynaklanmaktadır. Büyük genomlu ve büyük boyutlu viruslar olan herpesviruslar yumuşakçalardan omurgalılara birçok canlıyı içeren geniş bir konakçı spektrumuna sahiptirler. Omurgalılar içerisinde de insanlar, memeliler, kuşlar, balıklar ve sürüngenler dahil olmak üzere farklı canlıları enfekte edebilen çift sarmallı DNA içeren zarflı viruslardır. ICTV'ye (Uluslararası Virus Taksonomisi Komitesi) göre 124 tür içeren *Herpesvirales* takımı *Orthoherpesviridae*, *Alloherpesviridae* ve *Malacoherpesviridae* aileleri olmak üzere üç aile içerir. Tüm dünyada yaygın halde bulunan herpesviruslar, çizgisel çift sarmallı, 108.4-241 kilo baz (kb) çifti büyüklüğünde linear

tek segmentli DNA genomuna sahip olup, tegumentlerinin de varlığıyla birçok diğer DNA ve RNA virusundan çok daha büyüktür. Genetik yapıları ve enfeksiyon mekanizmaları açısından karmaşık olan herpesviruslar genomlarında viral replikasyon, bağışıklık kaçışı ve latent enfeksiyon gibi kompleks süreçleri düzenleyen 70-170 gen bulundurabilirler ve genomlarının içeriğinde %31 ile %77 arasında değişen oranlarda guanin (G) ve sitozin (C) içerebilmektedirler. Herpesviruslar sadece içerdikleri yüksek sayıda genin varlığıyla değil, 150 hekzon, 11 penton ve 162 kapsomerden oluşan genomu koruyan kapsidi, iç ve dış katmanları olan ve hücre içinde replikasyonu başlatmak için gerekli proteinleri taşıyan tegument tabakası ve konak hücreden aldıkları lipid zarfıyla da karmaşık bir yapı sergileyen T=16 ikozahedral simetride viruslardır (ICTV).



Şekil 13.1 Orthoherpesviridae virion (104).

¹ Doç. Dr., Ankara Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Viroloji AD, akkutay@ankara.edu.tr, ORCID iD: 0000-0002-1178-5347

KAYNAKLAR

1. Akkutay-Yoldar Z, Yoldar MT, Akkaş YB, et al. A web-based artificial intelligence system for label-free virus classification and detection of cytopathic effects. *Scientific Reports*. 2025;15(1):1-15. doi:10.1038/s41598-025-89639-0.
2. Albayrak H, Ozan E, Cavunt A. A serological survey of selected pathogens in wild boar (*Sus scrofa*) in northern Turkey. *European Journal of Wildlife Research*. 2013;59:893-897. doi:10.1007/s10344-013-0743-6.
3. Albayrak H, Tamer C, Ozan E, et al. Molecular identification and phylogeny of bovine herpesvirus-1 (BoHV-1) from cattle associated with respiratory disorders and death in Turkey. *Medycyna Weterynaryjna-Veterinary Medicine-Science and Practice*. 2020;76(6). doi:10.21521/mw.6393.
4. Albayrak H, Yazici Z, Okur-Gumusova S. Seroprevalence to bovine herpesvirus type 1 in sheep in Turkey. *Veterinarski arhiv*. 2007;77(3):257.
5. Alçay AÜ, Yılmaz H. A Cross-sectional study on the transmission dynamics of Bovine Herpesvirus-1 infection in the farms located in the Thrace Region of Turkey. *Journal of the Hellenic Veterinary Medical Society*. 2022;73(2):4193-4202. doi:10.12681/jhvms.26963.
6. Altamiranda EAG, Manrique JM, Pérez S, et al. Molecular characterization of the first bovine herpesvirus 4 (BoHV-4) strains isolated from in vitro bovine embryos production in Argentina. *PLoS One*. 2015;10(7):e0132212. doi:10.1371/journal.pone.0132212.
7. Amaral BP, Jardim JC, Cargnelutti JF, et al. Pathogenesis of Bovine alphaherpesvirus 2 in calves following different routes of inoculation. *Pesquisa Veterinária Brasileira*. 2020;40(5):360-367. doi:10.1590/1678-5150-pvb-6588.
8. Aslan ME, Azkur AK, Gazyagci S. Epidemiology and genetic characterization of BVDV, BHV-1, BHV-4, BHV-5 and Brucella spp. infections in cattle in Turkey. *Journal of Veterinary Medical Science*. 2015;77(11):1371-1377. doi:10.1292/jvms.14-0657.
9. Ata A, Kale M, Yavru S, et al. The effect of subclinical bovine herpesvirus 1 infection on fertility of cows and heifers. *Acta Veterinaria*. 2006;56(2-3):267-273. doi:10.2298/AV-B0603267A.
10. Ata A, Kocamuftuoğlu M, Hasircioğlu S, et al. Investigation of Relationship Between Bovine Herpesvirus-1 (BHV-1) Infection and Fertility in Repeat Breeding Dairy Cows in Family-Type Small Dairy Farms. *Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*. 2012;18(4). doi:10.9775/kvfd.2011.5893.
11. Ataseven VS, Ambarcioğlu P, Doğan F. Serum and milk levels of antibodies to bovine viral diarrhoea virus, bovine herpesvirus-1 and -4, and circulation of different bovine herpesvirus-4 genotypes in dairy cattle with clinical mastitis. *Journal of Veterinary Research*. 2023;67(1):33-40. doi:10.2478/jvetres-2023-0010.
12. Atasever A, Mendil AS, Timurkan MO. Detection of bovine viral diarrhoea virus and bovine herpes virus type 1 in cattle with and without endometritis. *Veterinary Research Forum*. 2023;14(10):541.
13. Aujeszky A. *Ueber eine neue Infektionskrankheit bei Haustieren*. Centralblatt für Bakteriologie, Infektionskrankheiten und Parasitenkunde, Erste Abteilung. 1902;32:353-357.
14. Aytoğu G, Toker EB, Yavaş O, et al. First isolation and molecular characterization of pseudorabies virus detected in Turkey. *Molecular Biology Reports*. 2021;49:1679-1686. doi:10.1007/s11033-021-06974-x.
15. Aytoğu G, Yeşilbağ K, Toker EB, et al. First isolation and characterization of Bovine Herpesvirus 1.2 b (BoHV-1.2 b) strain from respiratory tract of cattle in Turkey. *Journal of Research in Veterinary Medicine*. 2022;41(2):80-87. doi:10.30782/jrv.m.1082913.
16. Baldacchino F, Muenworn V, Desquesnes M, et al. Transmission of pathogens by Stomoxys flies (Diptera, Muscidae): a review. *Parasite*. 2013;20:26. doi:10.1051/parasite/2013026.
17. Baydın MÖ, Dağalp SB. Investigation of the seroprevalence of BoHV-1 and CpHV-1 infections using gB/gE ELISA combination and VNT in selected goat flocks. *Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*. 2017;64(4):329-35. doi:10.1501/Vetfak_0000002817.
18. Bianchessi L, Rocchi MS, Maley M, et al. Molecular tools to identify and characterize malignant catarrhal fever viruses (MCFV) of ruminants and captive Artiodactyla. *Viruses*. 2022;14(12):2697. doi:10.3390/v14122697.
19. Bilge-Dağalp S, Demir AB, Güngör E, et al. The seroprevalence of bovine herpesvirus type 4 (BHV 4) infection in dairy herds in Turkey and possible interaction with reproductive disorders. *Revue de Médecine Vétérinaire*. 2007;4:201-205.
20. Biswas S, Bandyopadhyay S, Dimri U, et al. Bovine herpesvirus-1 (BHV-1) – a re-emerging concern in livestock: a revisit to its biology, epidemiology, diagnosis, and prophylaxis. *Veterinary Quarterly*. 2013;33(2):68-81. doi:10.1080/01652176.2013.799301.
21. Brenner J, Sharir B, Yadin H, et al. Herpesvirus type 2 in biopsy of a cow with possible pseudo-lumpy-skin disease. *Veterinary Record*. 2009;165:539-540. doi:10.1136/vr.165.18.539.
22. Brower A, Homb KM, Bochsler P, et al. Encephalitis in aborted bovine fetuses associated with Bovine herpesvirus 1 infection. *Journal of Veterinary Diagnostic Investigation*. 2008;20(3):297-303. doi:10.1177/104063870802000306.
23. Camero M, Larocca V, Lovero A, et al. Caprine herpesvirus type 1 infection in goat: not just a problem for females. *Small Ruminant Research*. 2015;128:59-62. doi:10.1016/j.smallrumres.2015.04.015.
24. Campos FS, Franco AC, Oliveira MT, et al. Detection of bovine herpesvirus 2 and bovine herpesvirus 4 DNA in trigeminal ganglia of naturally infected cattle by polymerase chain reaction. *Veterinary Microbiology*. 2014;171(1-2):182-188. doi:10.1016/j.vetmic.2014.03.012.
25. Can-Sahna K, Abayli H, Ilgin M, et al. Investigation of some neuroinfectious viral agents in Turkish cattle: first detection and molecular characterization of bovine herpesvirus type 5 (BoHV-5). *Pakistan Veterinary Journal*. 2024;44(3).
26. Can MF, Ataseven VS, Yalçın C. Estimation of production and reproductive performance losses in dairy cattle due to bovine herpesvirus 1 (BoHV-1) infection. *Veterinarski Arhiv*. 2016;86(4):499-513.
27. Černe D, Hostnik P, Toplak I, et al. Detection of Pseudorabies in dogs in Slovenia between 2006 and 2020: from clinical and diagnostic features to molecular epidemiology. *Transboundary and Emerging Diseases*. 2023.

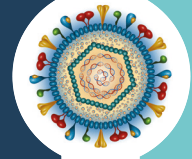
- doi:10.1155/2023/4497806.
28. Cheng Z, Kong Z, Liu P, et al. Natural infection of a variant pseudorabies virus leads to bovine death in China. *Transboundary and Emerging Diseases*. 2019;67(2):518-522. doi:10.1111/tbed.13427.
 29. D'Arce RCF, Almeida RS, Silva TC, et al. Restriction endonuclease and monoclonal antibody analysis of Brazilian isolates of bovine herpesviruses types 1 and 5. *Veterinary Microbiology*. 2002;88(4):315-324. doi:10.1016/S0378-1135(02)00126-8.
 30. Dağalp SB, Alkan F, Çalişkan E, et al. The investigation of the herpesviruses (BoHV-1 and BoHV-4) on the occurrence of the reproductive disorders in dairy cattle herds, Turkey. *Revue de Médecine Vétérinaire*. 2012;163(4):206-211.
 31. Dağalp SB, Güngör EO, Başak A, et al. The investigation of the presence of bovine herpesvirus type 4 (BoHV-4) in cows with metritis in a dairy herd. *Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*. 2010;50(1):87-91. doi:10.1501/Vet-fak_0000002316.
 32. Dağalp S, Farzani T, Doğan F, et al. Development of a BoHV-4 viral vector expressing TgD of BoHV-1 and evaluation of its immunogenicity in mouse model. *Brazilian Journal of Microbiology*. 2021;52(3):1119-1133. doi:10.1007/s42770-021-00525-z.
 33. Egyed L, Ballagi-Pordány A, Bartha A, et al. Studies of in vivo distribution of bovine herpesvirus type 4 in the natural host. *Journal of Clinical Microbiology*. 1996;34:1091-1095. doi:10.1128/jcm.34.5.1091-1095.1996.
 34. Ehlers B, Goltz M, Ejercito MP, et al. Bovine herpesvirus type 2 is closely related to the primate alphaherpesviruses. *Virus Genes*. 1999;19:197-203. doi:10.1023/A:1008184630066.
 35. Erhan M, Onar B, Csontas L, et al. Serological survey on some virus and Bedsonia diseases of cattle. *Pendik Veteriner Kontrol Araştırma Dergisi*. 1971;4:55-58.
 36. Farzani TA, Földes K, Hanifehnezhad A, et al. Bovine herpesvirus type 4 (BoHV-4) vector delivering nucleocapsid protein of Crimean-Congo hemorrhagic fever virus induces comparable protective immunity against lethal challenge in IFN α / β / γ R-/- mice models. *Viruses*. 2019;11(3):237. doi:10.3390/v11030237.
 37. Ferrara G, Longobardi C, D'Ambrosi F, et al. Aujeszky's disease in South-Italian wild boars (*Sus scrofa*): a serological survey. *Animals*. 2021;11(11):3298. doi:10.3390/ani11113298.
 38. Ferrara G, Pagnini U, Parisi A, et al. A pseudorabies outbreak in hunting dogs in Campania region (Italy): a case presentation and epidemiological survey. *BMC Veterinary Research*. 2024;20. doi:10.1186/s12917-024-04189-3.
 39. Freuling CM, Hlinak A, Schulze C, et al. Suid alphaherpesvirus 1 of wild boar origin as a recent source of Aujeszky's disease in carnivores in Germany. *Virology Journal*. 2023;20. doi:10.1186/s12985-023-02074-3.
 40. Gatherer D, Depledge DP, Hartley CA, et al. ICTV virus taxonomy profile: Herpesviridae 2021. *Journal of General Virology*. 2021;102(10):001673. doi:10.1099/jgv.0.001673.
 41. Gong M, Myster F, van Campe W, et al. Wildebeest-derived malignant catarrhal fever: a bovine peripheral T cell lymphoma caused by cross-species transmission of Alcelaphine gammaherpesvirus 1. *Viruses*. 2023;15. doi:10.3390/v15020526.
 42. Gonzalez J, Passantino G, Esnal A, et al. Abortion in goats by Caprine alphaherpesvirus 1 in Spain. *Reproduction in Domestic Animals*. 2017;52(6):1093-1096. doi:10.1111/rda.13034.
 43. Graham DA. Bovine herpesvirus-1 (BoHV-1) in cattle – a review with emphasis on reproductive impacts and the emergence of infection in Ireland and the United Kingdom. *Irish Veterinary Journal*. 2013;66:1-12. doi:10.1186/2046-0481-66-15.
 44. Gregory L, Gaeta NC, Bettini A, et al. Use of a commercial ELISA kit specific for glycoprotein E peptides to indirectly detect Caprine Herpesvirus 1 (CpHV-1) in the state of São Paulo, Brazil. *Arquivos do Instituto Biológico*. 2020;87:e0012020. doi:10.1590/1808-1657000012020.
 45. Gür S, Doğan N. The possible role of bovine herpesvirus type 4 infection in cow infertility. *Animal Science Journal*. 2010;81(3):304-308. doi:10.1111/j.1740-0929.2010.00743.x.
 46. Gür S, Erol N, Yapıcı O, et al. The role of goats as reservoir hosts for bovine herpes virus 1 under field conditions. *Tropical Animal Health and Production*. 2019;51:753-758. doi:10.1007/s11250-018-1746-9.
 47. Hao F, Mao L, Li W, et al. Epidemiological investigation and genomic characterization of Caprine herpesvirus 1 from goats in China. *Infection, Genetics and Evolution*. 2020;79:104168. doi:10.1016/j.meegid.2019.104168.
 48. Holzhauser M. Fatal outbreaks of malignant catarrhal fever in two dairy herds in the Netherlands. *Journal of Dairy & Veterinary Sciences*. 2018;5(5). doi:10.19080/JDVS.2018.05.555672.
 49. TURKAI. AIRVIC: AI Recognition of Viral CPE. AIRVIC is an artificial intelligence model designed to detect virus-induced cytopathic effects (CPE). Available from: <https://airvic.turkai.com/> (Accessed 15th March 2025)
 50. ICTV (International Committee on Taxonomy of Virus). *ICTV Report Chapters. Herpesviridae. Family: Herpesviridae. Subfamily Alphaherpesvirinae. Genus: Varicellovirus*. 2023. Available from: <https://ictv.global/report/chapter/herpesviridae/herpesviridae/varicellovirus> (Accessed 15th March 2025)
 51. İnce ÖB, Şevik M. Risk assessment and seroprevalence of bovine herpesvirus type 1 infection in dairy herds in the inner Aegean Region of Turkey. *Comparative Immunology, Microbiology and Infectious Diseases*. 2022;80:101741. doi:10.1016/j.cimid.2021.101741.
 52. Jones C. Bovine herpesvirus 1 counteracts immune responses and immune-surveillance to enhance pathogenesis and virus transmission. *Frontiers in Immunology*. 2019;10:1008. doi:10.3389/fimmu.2019.01008.
 53. Kale M, Ata A, Kocamüftüoğlu M, et al. Bovine herpesvirus type 4 (BHV-4) infection in relation to fertility in repeat breeder dairy cows. *Acta Veterinaria*. 2011;61(1):13-19. doi:10.2298/AVB1101013K.
 54. Klamlinger S, Prunner I, Giuliodori MJ, Drillich M. Uterine infection with bovine herpesvirus type 4 in dairy cows. *Reproduction in Domestic Animals*. 2016;52(1):115-121. doi:10.1111/rda.12865.
 55. Kruger ER, Penha TR, Stoffelo DR, et al. Bovine Herpesvirus 4 in Parana State, Brazil: case report, viral isolation, and molecular identification. *Brazilian Journal of Microbiology*. 2015;46:279-283. doi:10.1590/S1517-838246120130949.
 56. Lanave G, Larocca V, Losurdo M, et al. Isolation and cha-

- racterization of bovine alphaherpesvirus 2 strain from an outbreak of bovine herpetic mammillitis in a dairy farm. *BMC Veterinary Research*. 2020;16:1-9. doi:10.1186/s12917-020-02325-3.
57. Levings R, Roth J. Immunity to bovine herpesvirus 1: I. Viral lifecycle and innate immunity. *Animal Health Research Reviews*. 2013;14(1):88-102. doi:10.1017/S1466252313000042.
 58. Li H, Cunha CW, Taus NS, et al. Malignant catarrhal fever: inching toward understanding. *Annual Review of Animal Biosciences*. 2014;2(1):209-233. doi:10.1146/annurev-animal-022513-114156.
 59. Li H, Gailbreath KL, Bender LC, et al. Evidence of three new members of malignant catarrhal fever virus group in muskox (*Ovibos moschatus*), Nubian ibex (*Capra nubiana*), and gemsbok (*Oryx gazella*). *Journal of Wildlife Diseases*. 2003;39(4):875-880. doi:10.7589/0090-3558-39.4.875.
 60. Li H, Wunschmann A, Keller J, et al. Caprine herpesvirus-2-associated malignant catarrhal fever in white-tailed deer (*Odocoileus virginianus*). *Journal of Veterinary Diagnostic Investigation*. 2003;15(1):46-49. doi:10.1177/104063870301500110.
 61. Lin, J., Chen, R. H., Yang, M. J., Zhu, Y. M., & Xue, F. (2021). Isolation and molecular characterization of bovine herpesvirus 4 from cattle in mainland China. *Archives of Virology*. 166(2), 619-626.
 62. Machado GF, Bernardi F, Hosomi FYM, et al. Bovine herpesvirus-5 infection in a rabbit experimental model: immunohistochemical study of the cellular response in the CNS. *Microbial Pathogenesis*. 2013;57:10-16. doi:10.1016/j.micpath.2013.01.003.
 63. Mahajan V, Banga HS, Deka D, et al. Comparison of diagnostic tests for diagnosis of infectious bovine rhinotracheitis in natural cases of bovine abortion. *Journal of Comparative Pathology*. 2013;149(4):391-401. doi:10.1016/j.jcpa.2013.05.002.
 64. Maidana SS, Ladelfa MF, Perez SE, et al. Characterization of BoHV-5 field strains circulation and report of transient specific subtype of bovine herpesvirus 5 in Argentina. *BMC Veterinary Research*. 2011;7:8. doi:10.1186/1746-6148-7-8.
 65. Marin M, Burucúa M, Rensetti D, et al. Distinctive features of bovine alphaherpesvirus types 1 and 5 and the virus-host interactions that might influence clinical outcomes. *Archives of Virology*. 2020;165:285-301. doi:10.1007/s00705-019-04494-5.
 66. Megid J, Vicente AF, Appolinário CM, et al. Outbreak control and clinical, pathological, and epidemiological aspects and molecular characterization of a bovine herpesvirus type 5 on a feedlot farm in São Paulo State. *BioMed Research International*. 2015;2015:1-5. doi:10.1155/2015/981230.
 67. Mettenleiter TC. Aujeszky's disease and the development of the marker/DIVA vaccination concept. *Pathogens*. 2020;9(7):563. doi:10.3390/pathogens9070563.
 68. Nural ERO, Gür S, Koç BT, et al. A serological investigation of Bovine enterovirus-1, Bovine herpesvirus-1, Bovine viral diarrhoea virus, and Parainfluenza-3 infections in camels in Western Turkey. *Veterinaria Italiana*. 2020;56(4):257-262.
 69. O'Neill R, Fitzpatrick JL, Glass E, et al. Optimisation of the response to respiratory virus vaccines in cattle. *Veterinary Record*. 2007;161(8):269-270. doi:10.1136/vr.161.8.269.
 70. Oberto F, Carella E, Caruso C, et al. A qualitative PCR assay for the discrimination of Bubaline Herpesvirus 1, Bovine Herpesvirus 1 and Bovine Herpesvirus 5. *Microorganisms*. 2023;11. doi:10.3390/microorganisms11030577.
 71. Oğuzoğlu TÇ, Salar S, Adıgüzel E, et al. Detection and characterisation of sheep-associated malignant catarrhal fever infection from ruminants by using tegument and gB gene sequences of OvHV-2. *The Onderstepoort Journal of Veterinary Research*. 2020;87. doi:10.4102/ojvr.v87i1.1886.
 72. Ossiboff RJ, Raphael BL, Ammazalorso AD, et al. Three novel herpesviruses of endangered *Clemmys* and *Glyptemys* turtles. *PLoS One*. 2015;10(4):e0122901. doi:10.1371/journal.pone.0122901.
 73. Ostler JB, Jones C. The Bovine Herpesvirus 1 latency-reactivation cycle, a chronic problem in the cattle industry. *Viruses*. 2023;15. doi:10.3390/v15020552.
 74. Pedersen K, Turnage C, Gaston W, et al. Pseudorabies detected in hunting dogs in Alabama and Arkansas after close contact with feral swine (*Sus scrofa*). *BMC Veterinary Research*. 2018;14(1). doi:10.1186/s12917-018-1718-3.
 75. Petrini S, König P, Righi C, et al. Serological cross-reactivity between bovine alphaherpesvirus 2 and bovine alphaherpesvirus 1 in a gB-ELISA: a case report in Italy. *Frontiers in Veterinary Science*. 2020;7:587885. doi:10.3389/fvets.2020.587885.
 76. Queiroz-Castro VLD, da Costa EP, Alves SVP, et al. Detection of bovine herpesvirus 1 in genital organs of naturally infected cows. *Theriogenology*. 2019;130:125-129. doi:10.1016/j.theriogenology.2019.03.003.
 77. Rissi DR, Rech RR, Flores EF, et al. Meningoencephalitis by bovine herpesvirus-5. *Pesquisa Veterinária Brasileira*. 2007;27:251-252. doi:10.1590/S0100-736X2007000700001.
 78. Russo L, Capra E, Franceschi V, et al. Characterization of BoHV-4 ORF45. *Frontiers in Microbiology*. 2022;14. doi:10.1101/2022.12.07.519449.
 79. Selim A, Shoulah S, Alsubki RA, et al. Sero-survey of bovine herpes virus-1 in dromedary camels and associated risk factors. *BMC Veterinary Research*. 2022;18(1):362. doi:10.1186/s12917-022-03448-5.
 80. Serena MS, Metz GE, Lozada MI, et al. First isolation and molecular characterization of Suid herpesvirus type 1 from a domestic dog in Argentina. *Open Veterinary Journal*. 2018;8(2):131-139. doi:10.4314/ovj.v8i2.3.
 81. Gür S. Prevalence of bovine viral diarrhoea, bovine herpesvirus type 1 and 4 infections in repeat breeding cows in Western Turkey. *Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science*. 2011;48(3):228-233.
 82. Suavet F, Champion JL, Bartolini L, et al. First description of infection of Caprine herpesvirus 1 (CpHV-1) in goats in mainland France. *Pathogens*. 2016;5(1):17. doi:10.3390/pathogens5010017.
 83. Thiry J, Widén F, Grégoire F, et al. Isolation and characterisation of a ruminant alphaherpesvirus closely related to bovine herpesvirus 1 in a free-ranging red deer. *BMC Veterinary Research*. 2007;3(1):26. doi:10.1186/1746-6148-3-26.
 84. Toker EB, Yeşilbağ K, Ateş Ö, et al. High mortality rate of shipping fever cases in cattle caused by bovine herpesvirus type 1 (BoHV-1). *Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*. 2022. doi:10.33988/auvfd.834671.

85. Tuncer-Göktuna P, Alpay G, Öner EB, Yeşilbağ K. The role of herpesviruses (BoHV-1 and BoHV-4) and pestiviruses (BVDV and BDV) in ruminant abortion cases in western Turkey. *Tropical Animal Health and Production*. 2016;48:1021-1027. doi:10.1007/s11250-016-1050-5.
86. Turan T, Isidan H, Atasoy MO, et al. Genetic diversity of ovine herpesvirus 2 strains obtained from malignant catarrhal fever cases in eastern Turkey. *Virus Research*. 2020;276:197801. doi:10.1016/j.virusres.2019.197801.
87. Uzlu E, Erkiş EE, Adalı Y, et al. Evaluation of blood and cerebrospinal fluid biochemistry, cytology and haematological parameters in head-and-eye form of malignant catarrhal fever in cattle. *Erciyes Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*. 2023;20(2):86-93. doi:10.32707/ercivet.1332128.
88. Vercaemmen F, De Deken R, Mortelmans J. Aujeszky's disease or pseudorabies. In: Kaandorp S (ed.) *Transmissible Diseases Handbook*. 2nd ed. European Association of Zoo and Wildlife Veterinarians (EAZWV); 2004.
89. Watanabe TTN, Moeller Jr RB, Crossley BM, et al. Outbreaks of bovine herpesvirus 2 infections in calves causing ear and facial skin lesions. *Journal of Veterinary Diagnostic Investigation*. 2017;29(5):686-690. doi:10.1177/1040638717704480.
90. Williams LBA, Fry LM, Herndon DR, et al. A recombinant bovine herpesvirus-4 vectored vaccine delivered via intranasal nebulization elicits viral neutralizing antibody titers in cattle. *PLoS One*. 2019;14(4):e0215605. doi:10.1371/journal.pone.0215605.
91. Xu L, Tao Q, Xu T, et al. Pathogenicity characteristics of different subgenotype pseudorabies virus in newborn piglets. *Frontiers in Veterinary Science*. 2024;11. doi:10.3389/fvets.2024.1438354.
92. Yazici Z, Albayrak H, Ozan E, et al. Serological status of bovine herpesvirus type 1 in cattle in small-scale private farms in the Central Black Sea Region, Turkey. *Pakistan Veterinary Journal*. 2015;35(1):101-102.
93. Yazici Z, Ozan E, Tamer C, et al. Serological study on the presence of some alpha-herpesviruses in goats of northern Anatolia, Turkey. *Veterinary Research Forum*. 2021;12(3):273.
94. Yeşilbağ K. Seroprevalence of malignant catarrhal fever-related gammaherpesviruses in domestic ruminants in Turkey. *Tropical Animal Health and Production*. 2007;39:363-368. doi:10.1007/s11250-007-9024-2.
95. Yeşilbağ K, Güngör B. Seroprevalence of bovine respiratory viruses in North-Western Turkey. *Tropical Animal Health and Production*. 2008;40:55-60. doi:10.1007/s11250-007-9053-x.
96. Yeşilbağ K, Bilge-Dağalp S, Okur-Gümüşova S, et al. Studies on herpesvirus infections of goats in Turkey: prevalence of antibodies to bovine herpesvirus 1. *Revue de Médecine Vétérinaire*. 2003;154:772-774.
97. Yıldırım S, Özkan C, Yener Z, et al. Van'da bir inekte kuduz (Aujeszky) hastalığının immunohistokimyasal teşhisi. *Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*. 2016;23(1). doi:10.9775/kvfd.2016.16071.
98. Yıldız H, Babaoğlu AR. Molecular investigation of bovine viral diarrhoea virus, bovine herpes virus-1 and bovine herpes virus-4 infections in abortion cases of cattle in Van district, Turkey. *Van Veterinary Journal*. 2022;33(3):106-111. doi:10.36483/vanvetj.1165216.
99. Yıldırım Y, Bilge-Dağalp S, Yılmaz V, et al. Molecular characterisation of ovine herpesvirus type 2 (OvHV-2) in Turkey. *Acta Veterinaria Hungarica*. 2012;60(4):521-527. doi:10.1556/avet.2012.046.
100. Yılmaz A, Umar S, Turan N, et al. Current scenario of viral diseases and vaccination strategies of cattle in Turkey. *The Journal of Infection in Developing Countries*. 2022;16(08):1230-1242. doi:10.3855/jidc.14767.
101. Yılmaz V, Coşkun N. Investigation of Bovine Herpes Virus type 1 infection in sheep in the Kars Province of Turkey. *Harran Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*. 2016;5(1):40-43.
102. Zajac MPDM, Ladelfa MF, Kotsias F, et al. Biology of bovine herpesvirus 5. *The Veterinary Journal*. 2010;184(2):138-145. doi:10.1016/j.tvjl.2009.03.035.
103. Zheng HH, Fu PF, Chen HY, et al. Pseudorabies virus: from pathogenesis to prevention strategies. *Viruses*. 2022;14(8):1638. doi:10.3390/v14081638.
104. <https://viralzone.expasy.org/176>, Erişim Tarihi: 01.02.2025
105. <https://viralzone.expasy.org/5836>, Erişim Tarihi: 17.02.2025
106. <http://www.cabidigitallibrary.org/doi/10.1079/cabicompendium.91729>, Erişim Tarihi: 12.02.2025
107. <https://ictv.global/report/chapter/orthoherpesviridae/orthoherpesviridae/gammaherpesvirinae>, Erişim Tarihi: 04.03.2025
108. <https://nadis.org.uk/disease-a-z/cattle/ibr-infectious-bovine-rhinotracheitis>, Erişim Tarihi: 25.02.2025
109. <https://www.veterinary-practice.com/article/a-practitioners-guide-to-infectious-bovine-rhinotracheitis>, Erişim Tarihi: 06.03.2025
110. <https://www.ukvetlivestock.com/content/clinical/control-of-infectious-bovine-rhinotracheitis> Erişim Tarihi:19.03.2025
111. <https://ictv.global/report/chapter/orthoherpesviridae/orthoherpesviridae/gammaherpesvirinae> Erişim Tarihi:01.04.2025

BÖLÜM 14

Papillomaviridae ve Parvoviridae



Fırat DOĞAN¹

PAPILLOMAVIRIDAE GENEL BİLGİLER

Papillomaviruslar son yıllarda, çiftlik hayvanlarından olan sığır, koyun ve keçilerde önemli ekonomik kayıplara neden olarak ön plana çıkmaktadır. Veteriner hekimlikte özellikle sığır papillomaviruslarının her geçen gün yeni alt tiplerinin ortaya çıkması ve türler arası geçişlerin olduğu belirtilmesi nedeniyle önem arz etmektedir. Papillomaviruslar ağırlı deri ve meme lezyonlarının yanı sıra deri kalitesinin bozulması, meme ucunun tıkanması, meme ucunda kanamaya neden olması, sağım makinalarının kullanılmasında hayvanlara acı vermesi ve memedeki lezyonlar nedeniyle süt veriminin azalması ve mastitis olguları nedeniyle ekonomik kayıplara neden olmaktadır. Papillomavirusların meydana getirdiği lezyonlar genellikle iyi huylu olsa da bazı tiplerin oluşturduğu lezyonlar kötü huylu olabilmektedir. Bu yüzden papillomavirusların takibinin yapılması ve gerekli önlemlerin alınması gerekmektedir.

RUMİNANLARIN PAPILLOMAVİRUS ENFEKSİYONLARI

Evcil ruminantlardan özellikle sığırlarda papillomaviruslar üzerine yapılmış bir çok çalışma bulunmakta birlikte özellikle koyun ve keçilerde de son yıllarda önemli çalışmalar yapılmakta ve her geçen gün yeni alt tiplerin varlığı ortaya konulmaktadır. Ruminant

yetiştiriciliği daha çok ekonomik amaçlı yapılmaktadır. Papillomavirusların yapmış oldukları etkilerden dolayı da ekonomik önemi olan hastalıklardandır.

Etiyoloji

Papillomaviruslar ICTV tarafından *Papillomaviridae* ailesi içerisinde sınıflandırmaktadır. Papillomaviruslar zarfsız, çift iplikçikli (dsDNA), sirküler DNA'ya sahip viruslardır. Papillomavirusların genomu yaklaşık 8000 nükleotitten oluşmaktadır. Papillomavirus genomu E (Early), L (Late) ve LCR (Long Coding Region) olmak üzere üç gen bölgesine ayrılmaktadır. E gen bölgesi E1, E2, E3, E4, E5, E6, E7 ve E8 olmak üzere sekiz adet ORF içerir. ORF bölgelerinden E1, E2, E4 replikasyon proteinlerini kodlarken E5, E6 ve E7 onkoproteinleri kodlamaktadır. E2 proteini aynı zamanda E6 ve E7 proteinleri için transkripsiyonel düzenleyicisi olarak da görev yapar. E1 gen bölgesi papillomaviruslarda en önemli korunan bölgelerden biridir. E4 proteini ise PV'lerin en fazla eksprese edilen proteinidir. Bu nedenle E4, epidermisin suprabazal ve granülosum katmanlarında kolaylıkla saptanır ve PV'lerin patojenik aktivitesinin önemli bir işareti olarak kabul edilir.

L gen bölgesi papillomaviruslarda en korunaklı gen bölgesidir. Bu nedenle papillomavirusların sınıflandırılmasında L1 gen bölgesi önemli yer tutmaktadır. L geni iki adet kapsid proteinini (L1, L2) kodlamaktadır. L gen bölgesi hücre zarında bulunan heparin sülfat reseptörlerine kapsidin tutunmasını sağlayarak viral enfeksiyon mekanizmasında merkezi bir rol oynar. Sadece BPV-4' te üçüncü bir yapısal

¹ Doç. Dr., Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Viroloji AD, firat9837@gmail.com, ORCID iD: 0000-0001-8656-3645

KAYNAKLAR

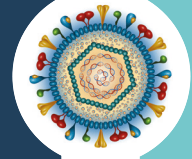
- Adlhoeh C, Kaiser M, Kingsley MT, et al. Porcine hokovirus in domestic pigs. *Emerging Infectious Diseases*. 2013;19(12):2060–2062.
- Afolabi KO, Iweriebor BC, Obi LC, et al. Prevalence of porcine parvoviruses in some South African swine herds with background of porcine circovirus type 2 infection. *Acta Tropica*. 2019;190:37–44.
- Altan E, Sabino-Santos G, Pesavento P, et al. The first discovery of Chaphamaparvovirus in sheep with encephalitis and anemia. *Türk Hijyen ve Deneyisel Biyoloji Dergisi*. 2021;78(3):343–350.
- Amoroso MG, Cerutti F, D'Alessio N, et al. First identification of porcine parvovirus 3 in a wild boar in Italy by viral metagenomics—Short communication. *Acta Veterinaria Hungarica*. 2019;67:135–139.
- Araldi RP, Assaf SMR, Carvalho RF de, et al. Papillomaviruses: a systematic review. *Genetics and Molecular Biology*. 2017;40:1–21.
- Ataseven VS, Kanat Ö, Ergün Y. Molecular identification of bovine papillomaviruses in dairy and beef cattle: first description of Xi – and Epsilonpapillomavirus in Turkey. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*. 2016;40(6):757–763.
- Baylis SA, Miskey C, Blümel J, et al. Identification of a novel bovine copiparvovirus in pooled fetal bovine serum. *Virus Genes*. 2020.
- Bhatta TR, Chamings A, Alexandersen S. Exploring the Cause of Diarrhoea and Poor Growth in 8-11-Week-Old Pigs from an Australian Pig Herd Using Metagenomic Sequencing. *Viruses*. 2021;13:1608.
- Bianchi RM, Alves CDBT, Schwertz CI, et al. Molecular and pathological characterization of teat papillomatosis in dairy cows in southern Brazil. *Brazilian Journal of Microbiology*. 2019;51:369–375.
- Blomström A-L, Belák S, Fossum C, et al. Detection of a novel porcine boca-like virus in the background of porcine circovirus type 2 induced postweaning multisystemic wasting syndrome. *Virus Research*. 2009;146:125–129.
- Blomström A-L, Ståhl K, Masembe C, et al. Viral metagenomic analysis of bushpigs (*Potamochoerus larvatus*) in Uganda identifies novel variants of Porcine parvovirus 4 and Torque teno sus virus 1 and 2. *Virology Journal*. 2012;9:192.
- Bocaneti F, Altamura G, Corteggio A, et al. Bovine papillomavirus: new insights into an old disease. *Transboundary and Emerging Diseases*. 2016;63(1):14–23.
- Bogaert L, Van Poucke M, De Baere C, et al. Bovine papillomavirus load and mRNA expression, cell proliferation and p53 expression in four clinical types of equine sarcoid. *Journal of General Virology*. 2007;88:2155–2161.
- Borzacchiello G, Roperto F. Bovine papillomaviruses, papillomas and cancer in cattle. *Veterinary Research*. 2008;39(5):1–10.
- Bozkurt G, Kaya F, Yıldırım Y, et al. The effect of multiple-dose ivermectin treatment on CD4+/CD8+ and the oxidative stress index in goats with udder viral papillomatosis. *Research in Veterinary Science*. 2023;157:17–25.
- Cadar D, Cságha A, Kiss T, Tuboly T. Capsid protein evolution and comparative phylogeny of novel porcine parvoviruses. *Molecular Phylogenetics and Evolution*. 2013;66:243–253.
- Cadar D, Lórinç M, Kiss T, et al. Emerging novel porcine parvoviruses in Europe: Origin, evolution, phylodynamics and phylogeography. *Journal of General Virology*. 2013;94:2330–2337.
- Campo MS, Roden RBS. Papillomavirus prophylactic vaccines: established successes, new approaches. *Journal of Virology*. 2010;84(3):1214–1220.
- Campos FS, Kluge M, Franco AC, et al. Complete Genome Sequence of Porcine Parvovirus 2 Recovered from Swine Sera. *Genome Announcements*. 2016;4:e01627-15.
- Catrox MHB, Martins A, Petrella S, et al. Ultrastructural study of bovine papillomavirus during outbreaks in Brazil. *International Journal of Morphology*. 2013;31(2).
- Cheung AK, Wu G, Wang D, et al. Identification and molecular cloning of a novel porcine parvovirus. *Archives of Virology*. 2010;155:801–806.
- Chow LT, Broker TR. Mechanisms and regulation of papillomavirus DNA replication. In: *Papillomavirus Research: From Natural History to Vaccines and Beyond*. Norwich, UK: Caister Academic Press; 2006:53–71.
- Cotmore SF, Agbandje-McKenna M, Canuti M, et al. ICTV Virus Taxonomy Profile: Parvoviridae. *Journal General of Virology*. 2019;100:367–368.
- Cui J, Biernacka K, Fan J, Gerber PF, Stadejek T, Opiessnig T. Circulation of Porcine Parvovirus Types 1 through 6 in Serum Samples Obtained from Six Commercial Polish Pig Farms. *Transboundary and Emerging Diseases*. 2017;64:1945–1952.
- Cui J, Fan J, Gerber PF, Biernacka K, Stadejek T, Xiao C-T, Opiessnig T. First identification of porcine parvovirus 6 in Poland. *Virus Genes*. 2017;53:100–104.
- Cutarelli A, Passantino G, Razzuoli E, et al. Digital droplet PCR-based detection and quantification of ovine papillomavirus DNA from the vaginal virobiota of healthy mares. *Scientific Reports*. 2025;15(1):9951.
- Dagalp SB, Dogan F, Farzani TA, et al. The genetic diversity of bovine papillomaviruses (BPV) from different papillomatosis cases in dairy cows in Turkey. *Archives of Virology*. 2017;162(6):1507–1518.
- De Alcântara BK, Lunardi M, Agnol AMD, et al. Detection and quantification of the E6 oncogene in bovine papillomavirus types 2 and 13 from urinary bladder lesions of cattle. *Frontiers in Veterinary Science*. 2021;8:673189.
- De Falco F, Cutarelli A, D'Alessio N, et al. Molecular epidemiology of ovine papillomavirus infections among sheep in southern Italy. *Frontiers in Veterinary Science*. 2021;8:790392.
- De Falco F, Cutarelli A, Pellicanò R, et al. Molecular detection and quantification of ovine papillomavirus DNA in equine sarcoid. *Transboundary and Emerging Diseases*. 2024;2024(1):6453158.
- De Villiers E-M, Fauquet C, Broker TR, et al. Classification of papillomaviruses. *Virology*. 2004;324:17–27.
- Dogan F, Dorttas SD, Bilge Dagalp S, et al. A teat papillomatosis case in a Damascus goat (Shami goat) in Hatay province, Turkey: a new putative papillomavirus? *Archives of Virology*. 2018;163(6):1635–1642.
- Dörttaş SD, Dağalp SB. Veteriner hekimlikte papillomavirüsler ve önemi. *Atatürk Üniversitesi Veteriner Bilimleri Dergisi*. 2020;15(1):91–99.

34. Garcia-Camacho LA, Vargas-Ruiz A, Marin-Flamand E, et al. A retrospective study of DNA prevalence of porcine parvoviruses in Mexico and its relationship with porcine circovirus associated disease. *Microbiol Immunology*. 2020;64:366–376.
35. Gava D, Souza CK, Schaefer R, et al. A TaqMan-based real-time PCR for detection and quantification of porcine parvovirus 4. *Journal of Virological Methods*. 2015;219:14–17.
36. Gil da Costa RM, Peleteiro MC, Pires MA, Dimaio D. An update on canine, feline and bovine papillomaviruses. *Transboundary and Emerging Diseases*. 2016;63(1):1–9.
37. Goyal SM, Ridpath JF. Parvovirus infections in cattle. *Animal Health Research Reviews*. 2008;9(1):49–57.
38. Grindatto A, Ferraro G, Varello K, et al. Molecular and histological characterization of bovine papillomavirus in North West Italy. *Veterinary Microbiology*. 2015;180(1-2):113–117.
39. Guo Y, Yan G, Chen S, et al. Identification and genomic characterization of a novel porcine parvovirus in China. *Frontiers in Veterinary Science*. 2022;9:1009103.
40. Haga T, Dong J, Zhu W, Burk RD. The many unknown aspects of bovine papillomavirus diversity, infection and pathogenesis. *Veterinary Journal*. 2013;197:122–123.
41. Hijikata M, Abe K, Win KM, et al. Identification of new parvovirus DNA sequence in swine sera from Myanmar. *Japanese Journal of Infectious Diseases*. 2001; 54:244–245.
42. Huang L, Zhai S-L, Cheung AK, et al. Detection of a novel porcine parvovirus, PPV4, in Chinese swine herds. *Virology Journal*. 2010;7:333.
43. ICTV. Papillomaviridae. 2024. Available from: <https://ictv.global/report/chapter/papillomaviridae> Erişim Tarihi:05.05.2025.
44. Jager MC, Tomlinson JE, Lopez-Astacio RA, et al. Small but mighty: Old and new parvoviruses of veterinary significance. *Virology Journal*. 2021;18:210.
45. Kanat Ö, Ataseven VS, Babaeski S, et al. Equine and bovine papillomaviruses from Turkish brood horses: a molecular identification and immunohistochemical study. *Veterinarski Arhiv*. 2019;89(5):601–611.
46. Kim SC, Kim J-H, Kim J-Y, et al. Prevalence of porcine parvovirus 1 through 7 (PPV1-PPV7) and co-factor association with PCV2 and PRRSV in Korea. *BMC Veterinary Research*. 2022;18:133.
47. Knipe DN, Howley PM. Fields' virology. 6th ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins; 2013.
48. Kumar P, Nagarajan N, Saikumar G, et al. Detection of bovine papilloma viruses in wart-like lesions of upper gastrointestinal tract of cattle and buffaloes. *Transboundary and Emerging Diseases*. 2015;62:264–271.
49. Larsen G, Wood LJ, Blanchong JA. Bovine parvovirus infections and their impact on livestock health. *Journal of Veterinary Science*. 2001;22(4):118–125.
50. Lau SKP, Woo PCY, Tse H, et al. Identification of novel porcine and bovine parvoviruses closely related to human parvovirus 4. *Journal of General Virology*. 2008;89(8):1840–1848.
51. Lee J-Y, Kim E-J, Cho I-S, et al. Complete Genome Sequences of Porcine Parvovirus 2 Isolated from Swine in the Republic of Korea. *Genome Announcements*. 2017;5:e01738-16.
52. Li J, Xiao Y, Qiu M, et al. A Systematic Investigation Unveils High Coinfection Status of Porcine Parvovirus Types 1 through 7 in China from 2016 to 2020. *Microbiology Spectrum*. 2021;9:e0129421.
53. Li Y, Gordon E, Cheng X. Genetic characterization of bovine parvoviruses. *Virology Journal*. 2011;8:52.
54. Li Y, Zhang X, Zhao C, et al. Genetic characterization of Sus scrofa papillomavirus type 1 from domestic pigs in Guangxi Province, China. *Brazilian Journal of Microbiology*. 2023;54(3):2437–2443.
55. Löhr CV, Juan-Sallés C, Rosas-Rosas A, et al. Sarcoids in captive zebras (*Equus burchellii*): association with bovine papillomavirus type 1 infection. *Journal of Zoo and Wildlife Medicine*. 2005;36(1):74–81.
56. Medeiros-Fonseca B, Abreu-Silva AL, Medeiros R, et al. Pteridium spp. and bovine papillomavirus: partners in cancer. *Frontiers in Veterinary Science*. 2021;8:758720.
57. Mészáros I, Cságola A, Frey T, et al. Parvovirus infections in domestic animals. *Veterinary Microbiology*. 2017;204:46–52.
58. Mészáros I, Olasz F, Cságola A, Tijssen P, Zádori Z. Biology of Porcine Parvovirus (Ungulate parvovirus 1). *Viruses*. 2017;9:393.
59. Mišek D, Woźniak A, Podgórska K, Stadejek T. Do porcine parvoviruses 1 through 7 (PPV1-PPV7) have an impact on porcine circovirus type 2 (PCV2) viremia in pigs? *Veterinary Microbiology*. 2020;242:108613.
60. Miranda C, Coelho C, Vieira-Pinto M, Thompson G. Porcine hokovirus in wild boar in Portugal. *Archives of Virology*. 2016;161:981–984.
61. Módolo DG, Araldi RP, Mazzuchelli-de-Souza J, et al. Integrated analysis of recombinant BPV-1 L1 protein for the production of a bovine papillomavirus VLP vaccine. *Vaccine*. 2017;35:1590–1593.
62. Mosena AC, da Silva MS, Lorenzett MP, et al. A new highly divergent copiparvovirus in sheep. *Archives of Virology*. 2021;166:1517–1520.
63. Nelsen A, Lin C-M, Hause BM. Porcine parvovirus 2 is predominantly associated with macrophages in porcine respiratory disease complex. *Frontiers in Veterinary Science*. 2021;8:726884.
64. Nishiyama S, Akiba Y, Kobayashi Y, et al. Congenital cutaneous fibropapillomatosis with no evidence of papillomavirus infection in a piglet. *Journal of Veterinary Medical Science*. 2011;73(2):283–285.
65. Ogawa T, Tomita Y, Okada M, et al. Broad-spectrum detection of papillomaviruses in bovine teat papillomas and healthy teat skin. *Journal of General Virology*. 2004;85:2191–2197.
66. Palinski RM, Mitra N, Hause BM. Discovery of a novel Parvovirinae virus, porcine parvovirus 7, by metagenomic sequencing of porcine rectal swabs. *Virus Genes*. 2016;52:564–567.
67. PaVE. The Papilloma Virus Episteme. 2025. Available from: https://pave.niaid.nih.gov/explore/reference_genomes/animal_genomes Erişim Tarihi: 05.05.2025.
68. Péntzes JJ, Söderlund-Venermo M, Canuti M, et al. Reorganizing the family Parvoviridae: a revised taxonomy independent of the canonical approach based on host association. *Archives of Virology*. 2020;165(9):2133–2146.
69. Polinas M, Cacciotto C, Zobba R, et al. Ovine papillomaviruses: diversity, pathogenicity, and evolution. *Veterinary Microbiology*. 2024;289:109955.
70. Reuter G, Boldizsár A, Kiss I. Molecular epidemiology of par-

- voviruses in domestic ruminants. *Journal of General Virology*. 2005;86(9):2445–2451.
71. Roperto S, Munday JS, Corrado F, et al. Detection of bovine papillomavirus type 14 DNA sequences in urinary bladder tumors in cattle. *Veterinary Microbiology*. 2016;190:1–4.
 72. Sauthier JT, Daudt C, da Silva FRC, et al. The genetic diversity of “papillomavirome” in bovine teat papilloma lesions. *Animal Microbiome*. 2021;3:51.
 73. Sliz I, Vlasakova M, Jackova A, Vilcek S. Characterization of porcine parvovirus type 3 and porcine circovirus type 2 in wild boars (*Sus scrofa*) in Slovakia. *Journal of Wildlife Diseases*. 2015;51:703–711.
 74. Souza CK, Streck AF, Gonçalves KR, et al. Phylogenetic characterization of the first Ungulate tetraparvovirus 2 detected in pigs in Brazil. *Brazilian Journal of Microbiology*. 2016;47:513–517.
 75. Stevens H, Rector A, Van Der Krogh K, Van Ranst M. Isolation and cloning of two variant papillomaviruses from domestic pigs: *Sus scrofa* papillomaviruses type 1 variants a and b. *Journal of General Virology*. 2008;89(Pt 10):2475–2481.
 76. Streck A.F., Canal C.W., Truyen U. Molecular epidemiology and evolution of porcine parvoviruses. *Infection Genetics and Evolution*. 2015;36:300–306. doi:10.1016/j.meegid.2015.10.007
 77. Tan MT, Yıldırım Y, Sozmen M, et al. A histopathological, immunohistochemical and molecular study of cutaneous bovine papillomatosis. *Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*. 2012;18(6):1025–1030.
 78. Timurkan MO, Alciğir ME. Phylogenetic analysis of a partial L1 gene from bovine papillomavirus type 1 isolated from naturally occurring papilloma cases in the northwestern region of Turkey. *Onderstepoort Journal of Veterinary Research*. 2017;84(1):1–6.
 79. Tse H, Tsoi HW, Teng JL, et al. Discovery and genomic characterization of a novel ovine partetravirus and a new genotype of bovine partetravirus. *PLoS ONE*. 2011;6(9):e25619.
 80. Turk N, Župančić Z, Starešina V, et al. Severe bovine papillomatosis: detection of bovine papillomavirus in tumour tissue and efficacy of treatment using autogenous vaccine and parammunity inducer. *Veterinarski Arhiv*. 2005;75(5):391–397.
 81. Vargas-Bermudez DS, Mogollon JD, Franco-Rodriguez C, Jaime J. The Novel Porcine Parvoviruses: Current State of Knowledge and Their Possible Implications in Clinical Syndromes in Pigs. *Viruses*. 2023;15:2398.
 82. Wang F, Zhang Z, Xu W. Novel chaphamaparvovirus identified in small ruminants. *Emerging Infectious Diseases*. 2019;25(7):1343–1350.
 83. Willemsen A, van den Boom A, Dietz J, et al. Genomic and phylogenetic characterization of ChPV2, a novel goat PV closely related to the Xi-PV1 species infecting bovines. *Virology Journal*. 2020;17:1–11.
 84. Xiao C-T, Giménez-Lirola LG, Halbur PG, Opriessnig T. Increasing porcine PARV4 prevalence with pig age in the U.S. pig population. *Veterinary Microbiology*. 2012;160:290–296.
 85. Xiao C-T, Giménez-Lirola LG, Jiang Y-H, et al. Characterization of a novel porcine parvovirus tentatively designated PPV5. *PLoS ONE*. 2013;8:e65312.
 86. Xing X, Zhou H, Tong L, et al. First identification of porcine parvovirus 7 in China. *Archives of Virology*. 2018;163:209–213.
 87. Xu F, Pan Y, Wang M, Wu X, Tian L, Baloch AR, et al. First detection of ungulate tetraparvovirus 1 (bovine hokovirus 1) in domestic yaks in northwestern China. *Archives of Virology*. 2016;161(1):177–180.
 88. Yaguiü A, Dagli MLZ, Birgel EH Jr, et al. Simultaneous presence of bovine papillomavirus and bovine leukemia virus in different bovine tissues: in situ hybridization and cytogenetic analysis. *Genetics and Molecular Research*. 2008;7(2):487–497.
 89. Yıldırım Y, Doğan F, Bozkurt G, et al. Identification and molecular characterization of two papillomavirus genotypes in teat papillomatosis cases in hair goats, in Türkiye. *Comparative Immunology, Microbiology and Infectious Diseases*. 2024;104:102111.
 90. Yıldırım Y, Küçük A, Kale M, et al. Evaluating the efficiency of various treatment methods in cattle cutaneous papillomatosis. *Veterinaria Italiana*. 2023;59(4): doi:10.12834/Vet-It.3138.21450.2
 91. Zhang M, Hill JE, Godson DL, Ngeleka M, Fernando C, Huang Y. The pulmonary virome, bacteriological and histopathological findings in bovine respiratory disease from western Canada. *Transbound and Emerging Diseases*. 2020;67(2):924–934.

BÖLÜM 15

Poxviridae



Bahattin Taylan KOÇ¹

GENEL BİLGİLER

Poxviruslar (Çiçek virusu) keşfedilmesinden günümüze kadar tarihin her döneminde insan ve hayvan sağlığı için en önemli viruslar arasında yer almıştır. Özellikle insan sağlığı için tarihte bilinen ilk ölümcül hastalığa neden olması (Antonine plaque) ve ilk aşılama çalışmalarının yine bu virüslere karşı yapılması (E. Jenner, 1796), poxvirusları hem beşerî hem de veteriner tıp alanında ön plana çıkarmaktadır. Edward Jenner'in 1796'da insanlarda ölümcül seyreden çiçek virusuna karşı uyguladığı cowpox virus (vaccinia virus) ile çapraz bağışıklığı uyaran aşılama metodu, virolojinin bir bütün olarak değerlendirilmesiyle sağlıkta başarıya ulaşmanın tarihteki en önemli örneğidir. Benzer şekilde, günümüzde poxviruslar halen önemli hastalık etkenleri olsalar da biyoteknolojinin gelişmesi sayesinde viral vektör, immunomodulator ve onkolitik virus olarak halk sağlığı yararına kullanılabilirler.

Ayrıca, 2023 yılında COVID-19 pandemisi sonrası tekrar ortaya çıkan (re-emerging) ve epidemiyi oluşturma riski taşıyan maymun çiçeği virusu (Mpox ya da MPXV) bir kez daha poxvirusların tek sağlık bakımından ne kadar önemli olduğunu göstermiştir.

Poxviruslar, yapısal anlamda bilinen en büyük virüslardandır ve birçoğu ışık mikroskobu ile görülebilmektedir. Poxvirusların virion yapısı birçok virus türüne göre daha karmaşıktır. Zarlı bir virustur. Pleomorfik, tuğla şeklinde virion yapısı sergiler. Genellikle poxvirusların çoğunda virionun yüzeyinde düzensiz bir yapı formu mevcut iken parapoxvirus-

larda *ovoid* formda daha düzenli bir virion yapısı mevcuttur. *Parapoxvirus* virionu sanki bir iplik yumacı gibi uzun tübül filamentler ile kaplıdır, diğer bir deyişle makara yapısına benzemektedir. Buna karşın *Orthopoxvirus* ve diğer omurgalıları enfekte eden virus genusları, daha ince ve kısa yüzey tübüllerine sahiptirler.

Poxviruslar genetik materyal olarak lineer çift iplikli deoksiribonükleik asit (DNA)'e sahiptir. Poxvirusa ait DNA genomu, içinde barındırdığı alt ailelere ve genuslara göre değişmekle beraber, 130 ile 360 kilobaz (kb) uzunluğundadır ve uzunluğuna bağlı olarak 130 ile 320 protein kodlayan bölgeye sahiptir. Poxvirus virionu birçok farklı proteini içeren ve bir kor ile iki lateral cisimciğe sahip kompleks bir morfolojik yapı gösterir. Poxvirus enfekte hücreler olgun ve zarlı virion partikülü olmak üzere iki tip projeni virionu üretirler. Bunlar olgun ve zarlı virion partikülleridir. Olgun virionlar hücreden tomurcuklanma (budding) ya da hücre parçalanması ile serbest kalırken zarlı virionlar ekzositoz ile serbest kalırlar. Olgun virionlar konakçılar arası bulaşmada daha etkin iken, zarlı virionlar hücreden konakçıya yayılımda daha etkilidirler.

Poxviridae ailesi taksonomik olarak ana iki alt aileye ayrılmaktadır. Bunlar; *Chordopoxvirinae* ve *Entomopoxvirinae* alt aileleridir. *Entomopoxvirinae* alt ailesi insektleri enfekte eden virüsleri bünyesinde barındırırken *Chordopoxvirinae* alt ailesi ise evcil hayvanları enfekte eden virüsleri içermektedir. Ruminant ve domuzları enfekte eden poxviruslar ise yoğunlukla şu genuslarda bulunmaktadır: *Orthopoxvirus*, *Cap-*

¹ Doç. Dr., Adnan Menderes Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Viroloji AD., bt koc@adu.edu.tr, ORCID iD: 0000-0002-4279-6233

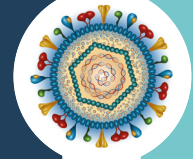
KAYNAKLAR

1. Akkutay-Yoldar Z, Oğuzoğlu TÇ, Akça Y. Diagnosis and phylogenetic analysis of orf virus in Aleppo and Saanen goats from an outbreak in Turkey. *Virologica Sinica*, 2016;31(3):270–273. doi:10.1007/s12250-015-3684-2.
2. Anipedia: Swinepox, 2018. <https://anipedia.org/resources/swinepox/1093>. Erişim Tarihi: 09.03.2025
3. Armson B, Fowler VL, Tuppurainen ESM, et al. Detection of Capripoxvirus DNA Using a Field-Ready Nucleic Acid Extraction and Real-Time PCR Platform. *Transboundary and Emerging Diseases*, 2017;64(3):994–7.
4. Azkur AK, Kaygusuz S, Aslan ME, et al. A survey study on hantavirus, cowpox virus, and Leptospira infections in Microtus hartingi in Kırşehir Province, Central Anatolia, Turkey. *Turkish Journal of Veterinary & Animal Sciences*. 2013;37:434–442.
5. Azkur AK, Aksoy E, Akdiş C. Monkeypox and other zoonotic poxviruses. *Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 2022;69(4):445–459. doi:10.33988/auvfd.1146405
6. Babiuk S, Bowden TR, Boyle DB, et al. Capripoxviruses: An Emerging Worldwide Threat To Sheep, Goats and Cattle. *Transboundary and Emerging Diseases*, 2008;55(7):263–272. doi:10.1111/j.1865-1682.2008.01043.x
7. Balamurugan V, Venkatesan G, Bhanuprakash V, et al. Camelpox, an emerging orthopox viral disease. *Indian Journal of Virology*, 2013;24(3):295–305. doi:10.1007/s13337-013-0145-0.
8. Bhanuprakash V, Prabhu M, Venkatesan G, et al. Camelpox: epidemiology, diagnosis and control measures. *Expert Review of Anti-infective Therapy*, 2010;8(10):1187–1201. doi:10.1586/eri.10.105.
9. Bianchini J, Simons X, Humblet M, et al. Lumpy Skin Disease: A Systematic Review of Mode of Transmission, Risk of Emergence and Risk Entry Pathway. *Viruses*, 2023;15(8):1622. doi:10.3390/v15081622
10. Bianchini J, Filippitzi M-E, Saegerman C. Worldwide Trend Observation and Analysis of Sheep Pox and Goat Pox Disease: A Descriptive 18-Year Study. *Viruses*, 2025;17(4):479. doi:10.3390/v17040479
11. Bowden TR, Babiuk SL, Parkyn GR, et al. Capripoxvirus tissue tropism and shedding: A quantitative study in experimentally infected sheep and goats. *Virology*, 2008;371(2):380–389. doi:10.1016/j.virol.2007.10.002
12. Calistri P, De Clercq K, Gubbins S, et al. Lumpy skin disease epidemiological report IV: data collection and analysis. *EFSA Journal*, 2020;18(2):6010. doi:10.2903/j.efsa.2020.6010
13. Dahiya SS, Kumar S, Mehta SC, et al. Camelpox: A brief review on its epidemiology, current status and challenges. *Acta Tropica*, 2016;158:32–38. doi:10.1016/j.actatropica.2016.02.014
14. Delhon G, Tulman ER, Afonso CL, et al. Genomes of the parapoxviruses orf virus and bovine papular stomatitis virus. *Journal of Virology*, 2004;78(1):168–177. doi:10.1128/JVI.78.1.168-177.2004.
15. Delhon G. *Poxviridae*. In: McVey DS, Kennedy M, Chengappa MM, Wilkes R (eds). *Veterinary Microbiology*. 4th ed. John Wiley & Sons; 2022; p. 522–532. doi:10.1002/9781119650836
16. Department for Environment Food and Rural Affairs: Sheep and Goat pox in Europe 2024. https://assets.publishing.service.gov.uk/media/66e3fec90d913026165c3e0b/POA_SPGP_in_Europe_September_2024.pdf. Erişim Tarihi: 24.02.2025
17. Di Marco Lo Presti V, Ippolito D, Cardeti G, et al. Swinepox virus: an unusual outbreak in free-range pig farms in Sicily (Italy). *Porcine Health Management*, 2024;10(1):1–10. doi:10.1186/s40813-024-00376-8
18. EFSA Panel on Animal Health and Welfare. Scientific opinion on sheep and goat pox: risk factors and surveillance. *EFSA Journal*, 2014;12(11):3885. doi:10.2903/j.efsa.2014.3885.
19. Epidemics That Didn't Happen: Neethling disease in Cambodia 2024. <https://etdh.resolvetosavelives.org/2024/neethling-disease-in-cambodia/>. Erişim Tarihi: 14.03.2025
20. Erdem E, Oğuzoğlu TÇ. Small ruminant pox infections: Epidemiology, surveillance and eradication strategies. In: Ergün Y (Ed.) *Diseases of Primary Importance in Sustainable Flock Health in Sheep and Goat Enterprises: Epidemiology, Surveillance and Eradication Strategies* içinde. Ankara: Türkiye Klinikleri; 2022. p. 12–17.
21. Haegeman A, Sohler C, Mostin L, et al. Evidence of Lumpy Skin Disease Virus Transmission from Subclinically Infected Cattle by Stomoxys calcitrans. *Viruses*, 2023;15(6):1285. doi:10.3390/v15061285
22. Hamdi J, Munyanduki H, Omari Tadlaoui K, et al. Capripoxvirus Infections in Ruminants: A Review. *Microorganisms*, 2021;9(5):902. doi:10.3390/microorganisms9050902
23. Iowa State University: Pox (Swine Pox). <https://vetmed.iastate.edu/vdpam/about/focus-areas/swine/swine-disease-manual/index-diseases/pox>. Erişim Tarihi: 10/03/2025
24. Kaplan M, Koç BT, Pekmez K, et al. Updated molecular characterization of Orf virus in Türkiye. *Kocatepe Veterinary Journal*, 2023;16(3):375–382. doi:10.30607/kvj.1251239
25. Karapinar Z, İlhan F, Dincer E, et al. Pathology and phylogenetic analysis of capripoxvirus in naturally infected sheep with sheeppox virus. *Pakistan Veterinary Journal*, 2017;37(1):78–84.
26. Karapinar Z, Gürses M. Molecular characterization of ovine parapoxviruses in Türkiye: phylogenetic overview. *Revista Científica de la Facultad de Ciencias Veterinarias*, 2024;34(2):1–7. doi:10.52973/rcfvc-e34425
27. Kitching RP. Vaccines for lumpy skin disease, sheep pox and goat pox. *Developments in Biologicals*, 2003;114:161–167.
28. Koç BT. Molecular evidence for concurrent infection of goats by orf virus and bovine herpesvirus 1. *Acta Veterinaria Hungarica*, 2022;70(2):156–161. doi:10.1556/004.2022.00014
29. Kumar A, Gupta N, Fayaz A, et al. Molecular epidemiology of swinepox viruses circulating in India. *Veterinary Quarterly*, 2023;43(1):1–10. doi:10.1080/01652176.2022.2150791
30. Laakkonen J, Kallio-Kokko H, Öktem MA, et al. Serological survey for viral pathogens in Turkish rodents. *Journal of Wildlife Diseases*, 2006;42(3):672–676. doi:10.7589/0090-3558-42.3.672
31. Lamien CE, Lelenta M, Goger W, et al. Real time PCR method for simultaneous detection, quantitation and differentiation of capripoxviruses. *Journal of Virological Methods*, 2011;171(1):134–40. doi:10.1016/j.jviromet.2010.10.014
32. MacLachlan NJ, Dubovi EJ. *Fenner's Veterinary Virology*. 5th ed. London: Academic Press; 2017.

33. Mazloum A, Van Schalkwyk A, Babiuk S, et al. Lumpy skin disease: history, current understanding and research gaps in the context of recent geographic expansion. *Frontiers in Microbiology*, 2023;14:1266759. doi: 10.3389/fmicb.2023.1266759
34. Namazi F, Khodakaram Tafti A. Lumpy skin disease, an emerging transboundary viral disease: A review. *Veterinary Medicine and Science*, 2021;7(3):888-896. doi:10.1002/vms3.434
35. Nielsen SS, Alvarez J, Bicout DJ, et al. Assessment of the control measures of the category A diseases of Animal Health Law: sheep and goat pox. *EFSA Journal*, 2021;19(12):6933. doi:10.2903/j.efsa.2021.6933
36. Pandey R, Kaushik AK, Grover YP. Biology of orthopoxvirus infections of domestic ruminants. *Progress in Veterinary Microbiology and Immunology*, 1985;1:199-228.
37. Quenelle DC, Kern ER. Treatment of vaccinia and cowpox virus infections in mice with CMX001 and ST-246. *Viruses*. 2010;2(12):2681-2695. doi:10.3390/v2122681.
38. de Sant'Ana FJF, Rabelo RE, Vulcani VAS, et al. Bovine papular stomatitis affecting dairy cows and milkers in midwestern Brazil. *Journal of Veterinary Diagnostic Investigation*, 2012;24(2):442-445. doi:10.1177/1040638711434799
39. Singh A, Kossar A, Patel K, et al. Is Cowpox Virus Infection: An Emerging Health Threat. *Frontiers in Health Informatics*, 2024;13(8):1943-1952. doi:10.52783/fhi.vi.1813
40. Sprygin A, Pestova Y, Wallace D, et al. Transmission of lumpy skin disease virus: A short review. *Virus Research*, 2019;269:197637. doi:10.1016/j.virusres.2019.05.015
41. Swine Health Information Center and Center for Food Security and Public Health: Swinepox virus: general information and outbreak control 2015. <https://www.cfsph.iastate.edu/pdf/shic-factsheet-swinepox-virus>. Erişim Tarihi: 02/03/2025
42. Tekirdağ İl Tarım ve Orman Müdürlüğü: Trakya'nın Koyun ve Keçi Çiçeği Hastalığı'ndan Ari Olduğu Dünyaya Duyuruldu 2022. <https://tekirdag.tarimorman.gov.tr/Haber/1564/Trakyanin-Koyun-Ve-Keci-Cicegi-Hastaligindan-Ari-Oldugu-Dunyaya-Duyuruldu>. Erişim Tarihi: 27.02.2025
43. Timurkan MO, Kirbas A, Aydın H, et al. First Molecular Characterization of Bovine Papular Stomatitis Virus and Meta-Analysis of Parapoxviruses in Turkey. *Israel Journal of Veterinary Medicine*, 2021;76(2):55-62.
44. Tulman ER, Afonso CL, Lu Z, et al. The Genomes of Sheeppox and Goatpox Viruses. *Journal of Virology*, 2002;76(12):6054-61.
45. Tuppurainen ESM, Oura CAL. Review: Lumpy skin disease: an emerging threat to Europe, the Middle East and Asia. *Transboundary and Emerging Diseases*, 2012;59(1):40-53.
46. Ülgenalp O, Koç BT, Oğuzoğlu TÇ. Ruminantlarda Gözlenen Parapoxviruslar: Tarihçe, Epidemiyoloji, Patogenez, Klinik Bulgular, İmmunoterapide ve Rekombinant Aşılarında Vektör Olarak Kullanımı. *Animal Health Production and Hygiene*, 2018;7(1):551-557.
47. Ülgenalp O, Koç BT. Contagious ecthyma infection in small ruminants: Epidemiology, surveillance and eradication strategies. In: Ergün Y (ed). *Diseases of Primary Importance in Sustainable Flock Health in Sheep and Goat Enterprises: Epidemiology, Surveillance and Eradication Strategies*. 1st ed. Ankara: Türkiye Klinikleri; 2022. p. 23-28.

BÖLÜM 16

Prion Hastalıkları



Nüvit COŞKUN¹

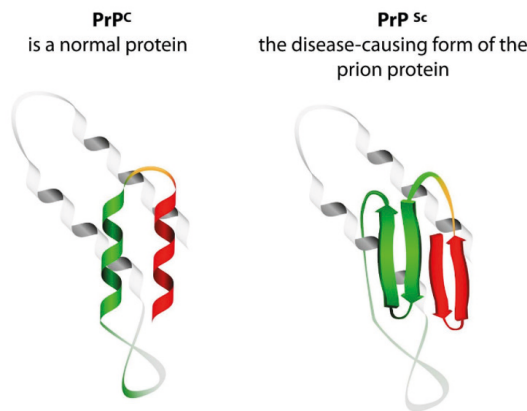
GENEL BİLGİLER

Prion hastalıkları ya da ile nakledilebilir süngerimsi ensefalopatiler (TSE-Transmissible Spongiform Encephalopathy) hayvan ve insan sağlığı için önemli tehdit potansiyeli bulunan hastalıklardır. TSE'ler nöron kaybı, gliozis, spongiosis ve anormal amiloid protein birikimi ile karakterizedir. Bu grupta bulunan hastalıklar ortaya çıktıktan sonra kaçınılmaz olarak ölümlü sonlanır ve bilinen herhangi bir tedavi bulunmamaktadır.

Bu hastalıkların sınıflandırılmasında konakçı türüne göre adlandırma yapılmaktadır. En bilinen prion hastalıkları arasında scrapie (koyun), sığırların süngerimsi ensefalopatisi (BSE), Creutzfeldt-Jakob hastalığı, Kuru hastalığı, Gerstmann-Sträussler-Scheinker sendromu, kronik zayıflama hastalığı (CWD), kedilerin süngerimsi ensefalopatisi (FSE), minklerin süngerimsi ensefalopatisi (TME) bulunur.

Prionlar, nükleik asit içermeyen enfeksiyöz protein partikülleridir. Memelilerde prionlar, büyük ölçüde, konakçı tarafından kodlanan hücrel prion proteininin (PrP^C) patojenik bir izoformundan (PrP^{Sc} ya da PrP^{Res}) oluşur (Şekil 16.1). PrP^C'nin biyolojik işlevleri kesin değildir; ancak amino asit dizisinin türler arasında yüksek oranda korunaklı olduğu göz önüne alındığında, fizyolojik süreçlerde özel bir öneme sahip olabileceği öne sürülmektedir. Araştırmalar, bu proteinin nöronal tepki şiddetini düzenleme yeteneğine sahip olduğunu, hücre içi sinyal dönüştürücü olarak hareket ettiğini ve yokluğunun nöronal ölümden artışa yol açabileceğini göstermiştir.

PrP^C'nin yapısı koyunlarda 256 amino asitten oluşur ve bu yapı hayvan türleri arasında biraz farklılık gösterir. Anormal PrP^{Sc} molekülü, normal olarak katlanmış PrP^C'nin patolojik PrP^{Sc} konformasyonuna yanlış katlanmasına neden olan bir şablon görevi görür. Bu dönüşüm, PrP^C'nin



Şekil 16.1 Normal ve anormal prion proteinlerinin yapısal görünümü (13).

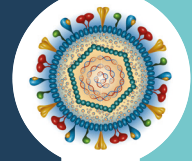
¹ Dr. Öğr. Üyesi, Kafkas Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Viroloji AD., nuvitcoskun@kafkas.edu.tr, ORCID iD: 0000-0001-7642-6460

KAYNAKLAR

1. Acín C, Bolea R, Monzón M, et al. Classical and atypical scrapie in sheep and goats. Review on the etiology, genetic factors, pathogenesis, diagnosis, and control measures of both diseases. *Animals*. 2021;11(3):691. doi:10.3390/ani11030691
2. Benestad S, Arsac JN, Goldmann W, Nöremark M. Atypical/Nor98 scrapie: Properties of the agent, genetics, and epidemiology. *Veterinary Research*. 2008;39(4):1–14. doi:10.1051/vetres:2007056
3. Cassmann ED, Greenlee JJ. Pathogenesis, detection, and control of scrapie in sheep. *American Journal of Veterinary Research*. 2020;81(7):600–614. doi:10.2460/ajvr.81.7.600
4. Corona C, Costassa EV, Iulini B, et al. Phenotypical variability in bovine spongiform encephalopathy: Epidemiology, pathogenesis, and diagnosis of classical and atypical forms. *Progress in Molecular Biology and Translational Science*. 2017;150:241–265. doi:10.1016/bs.pmbts.2017.06.015
5. European Food Safety Authority (EFSA). Bovine Spongiform Encephalopathy (BSE). Accessed June 2025. Available from: <https://www.efsa.europa.eu/en/topics/topic/bovine-spongiform-encephalopathy-bse>
6. Espinosa JC, Marín-Moreno A, Aguilar-Calvo P, et al. Porcine prion protein as a paradigm of limited susceptibility to prion strain propagation. *The Journal of Infectious Diseases*. 2021;223(6):1103–1112. doi:10.1093/infdis/jiz646
7. Gallardo MJ, Delgado FO. Animal prion diseases: A review of intraspecies transmission. *Open Veterinary Journal*. 2021;11(4):707–723. doi:10.5455/OVJ.2021.v11.i4.23
8. Greenlee JJ. Update on classical and atypical scrapie in sheep and goats. *Veterinary Pathology*. 2019;56(1):6–16. doi:10.1177/0300985818794247
9. Gürel A, Gülçubuk A, Turan N, Helps CR, Yılmaz H. Scrapie cases in the Northern Cyprus. *Turkish Journal of Veterinary & Animal Sciences*. 2013;37(3):311–315. doi:10.3906/vet-1203-53
10. Hammarström P, Nyström S. Porcine prion protein amyloid. *Prion*. 2015;9(4):266–277. doi:10.1080/19336896.2015.1065373
11. Harman JL, Silva CJ. Zoonosis update. *Journal of the American Veterinary Medical Association*. 2009;234(1–6):59.
12. Hedman C, Bolea R, Marín B, et al. Transmission of sheep-bovine spongiform encephalopathy to pigs. *Veterinary Research*. 2016;47:1–15. doi:10.1186/s13567-015-0295-8
13. <https://www.narayanahealth.org/blog/prion-disease-symptoms-causes-treatment-and-prevention> Erişim tarihi : 03.03.2025
14. <https://www.sruc.ac.uk/business-services/veterinary-laboratory-services/other-health-schemes/scrapie-monitoring-for-export/> Erişim tarihi : 03.03.2025
15. https://en.wikipedia.org/wiki/Bovine_spongiform_encephalopathy#/media/File:Bse-cattle-250.jpg Erişim tarihi : 03.03.2025
16. International Committee on Taxonomy of Viruses (ICTV). Vertebrate prions – ICTV 9th Report. Accessed June 2025. Available from: https://ictv.global/report_9th/subviral/Vertebrate-Prions
17. Kumagai S, Daikai T, Onodera T. Bovine spongiform encephalopathy—a review from the perspective of food safety. *Food Safety*. 2019;7(2):21–47. doi:10.14252/foodsafetyfscj.2018009
18. Marín B, Otero A, Lugan S, et al. Classical BSE prions emerge from asymptomatic pigs challenged with atypical/Nor98 scrapie. *Scientific Reports*. 2021;11(1):17428. doi:10.1038/s41598-021-96818-2
19. Myers R, Cembran A, Fernandez-Funez P. Insight from animals resistant to prion diseases: Deciphering the genotype–morphotype–phenotype code for the prion protein. *Frontiers in Cellular Neuroscience*. 2020;14:254. doi:10.3389/fncel.2020.00254
20. Olech M. Conventional and state-of-the-art detection methods of bovine spongiform encephalopathy (BSE). *International Journal of Molecular Sciences*. 2023;24(8):7135. doi:10.3390/ijms24087135
21. Soto P, Bravo-Risi F, Benavente R, et al. Detection of prions in wild pigs (*Sus scrofa*) from areas with reported chronic wasting disease cases, United States. *Emerging Infectious Diseases*. 2025;31(1):168. doi:10.3201/eid3101.240401
22. T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı Bornova Veteriner Kontrol Enstitüsü. Scrapie. Accessed June 2025. Available from: <https://vetkontrol.tarimorman.gov.tr/bornova/Menu/75/Scrapie>
23. T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı Bornova Veteriner Kontrol Enstitüsü. Bovine Spongiform Encephalopathy (BSE). Accessed June 2025. Available from: <https://vetkontrol.tarimorman.gov.tr/bornova/Menu/84/Bovine-Spongiform-Encephalopathy-bse>
24. U.S. Department of Agriculture (USDA) Animal and Plant Health Inspection Service. Bovine Spongiform Encephalopathy (BSE). Accessed June 2025. Available from: <https://www.aphis.usda.gov/livestock-poultry-disease/cattle/bse>
25. Veterinary Practice. Scrapie: An overview. Accessed June 2025. Available from: <https://www.veterinary-practice.com/article/scrapie-an-overview>
26. Wisconsin Department of Agriculture, Trade and Consumer Protection. Scrapie: An overview of the disease and the NSEP. Accessed June 2025. Available from: <https://datcp.wi.gov/Documents/ScrapieAnOverviewoftheDiseaseandtheNSEP.pdf>
27. WOAH (World Organisation for Animal Health). Manual of Diagnostic Tests and Vaccines for Terrestrial Animals – BSE. Accessed June 2025. Available from: https://www.woah.org/fileadmin/Home/fr/Health_standards/tahm/3.04.05_BSE.pdf
28. WOAH (World Organisation for Animal Health). Manual of Diagnostic Tests and Vaccines for Terrestrial Animals – Scrapie. Accessed June 2025. Available from: https://www.woah.org/fileadmin/Home/fr/Health_standards/tahm/3.08.11_SCRAPIE.pdf
29. Yeşilbağ K. *Veteriner Viroloji (Hayvanların Viral Hastalıkları)*. Malatya: Medipres Yayıncılık LTD Şti; 2021.

BÖLÜM 17

Ruminant ve Domuz Çiftliklerinde Biyogüvenlik ve Aşlamalar



Murat KAPLAN¹

GİRİŞ

Artan dünya nüfusuna paralel olarak her geçen gün artan protein ihtiyacının karşılanmasında, hayvan sağlığının korunması ve üretiminde sürdürülebilirliğin sağlanması vazgeçilmezdir. Bunun yanında, özellikle tek sağlık kapsamında zoonoz hastalıkların erken tespiti ve ileri vakaların önlenmesi insan sağlığı açısından önem arz etmektedir. İklim değişikliği, hem tüm üretim sistemlerini etkilemekte hem de ekosistemler üzerinde dengeleri bozarak yeni ve yeniden oluşan hastalıklara ortam hazırlamaktadır. Viral enfeksiyonlar, verim kaybı, hastalık maliyetleri, abortlar, ölümler ve kontrol altına alınamadığında daha büyük salgınlara yol açarak üretimin azalmasına ve böylelikle ekonomik zararlara ve protein kaynaklarının azalmasına neden olmaktadır. İnsanlarda meydana gelen enfeksiyon hastalıklarının yaklaşık %61'inin zoonoz karakterli, yeni tanımlanan insan patojenlerinin ise %75'inin hayvan orijinli olduğu düşünüldüğünde, biyogüvenliğin sadece insanlarda değil, hayvancılık işletmelerinde de ne kadar önemli olduğu ortaya çıkmaktadır. Ruminant ve domuz çiftliklerinde sürü sağlığının korunması için biyogüvenlik prensipleri ve önlemlerini uzun süreli ve başarılı olarak uygulamak çok önemlidir. Aşılama, karantina, hijyen kurallarına uyulması, temizlik ve dekontaminasyon olası bulaşmanın ve yayılmanın önlenmesinde kilit rol oynamaktadırlar. Hem çiftlik çalışanları hem veteriner hekimler gibi ziyaretçiler, zoonoz riski bulunan durumlarda daha dikkatli davranmalı, kişisel hijyen, kişisel koruyucu ekipman kullanımı, temizlik ve dezenfeksiyon prosedürlerine riayet etmelidirler.

Bu anlamda, bahsedilen tüm olumsuzlukların önlenmesi veya azaltılmasındaki tüm yaklaşımlar biyogüvenliğin önemini işaret etmektedir. Biyogüvenliğin ana amacı, hastalıkların girişinin engellenmesi veya enfeksiyon durumunda yayılmasının önlenmesidir.

BİYOĞÜVENLİK TANIM

Biyogüvenlik, insan, hayvan ve bitki yaşamı ve sağlığına yönelik ilgili riskleri ve bunlarla ilişkili çevre risklerini analiz etmek ve yönetmek için politika ve düzenleyici çerçeveleri (araçlar ve faaliyetler dahil) kapsayan stratejik ve bütünlük bir yaklaşım olarak tanımlanmaktadır.

Bu anlamda biyogüvenlik, insan, hayvan, bitki ve çevre sağlığını tehdit eden risklerin azaltılması için yapılacak uygulamaları hedefler. En önemli husus, hastalık etkenlerinin girişi ve yayılmasının önlenmesidir. Diğer bir deyişle, biyogüvenlik; koruyucu hekimliktir. Koruyucu hekimlik; hastalıkların önlenmesi, çiftlik yönetimi, uygun beslenme, uygun barınma, uygun yetiştirme teknikleri ile üreme ve verimin artırılması bileşenlerinin bütünüdür.

Son yıllarda dünyada pandemilerin, yeni ve yeniden ortaya çıkan bulaşıcı hastalıkların ve biyoterrorizm tehditlerinin artmasıyla birlikte biyogüvenlik kavramı giderek daha da önemli hale gelmiştir. Bu nedenle biyogüvenlik önlemleri, hem insan hem hayvan popülasyonlarında hastalıkların girişini ve yayılmasını önlemek, gıda tedariki ve çevreyi korumak için kritik öneme sahiptir.

¹ Doç. Dr., T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı, İzmir Bornova Veteriner Kontrol Enstitüsü, Viroloji Laboratuvarı, kaplanmurat10@gmail.com, ORCID iD: 0000-0002-2634-6478

da kitle aşılmasının yapılması ve sürü bağıışıklığının sağlanması esastır ve bu hastalıkların endemik olduğu ülkelerde zorunlu ulusal aşılama programları uygulanmaktadır. Ayrıca Şap ve PPR gibi hastalıkların endemik olduğu ülkelerde korunma ve eradikasyon kapsamında, hayvan hareketlerinde bu aşılama yapılmış olması zorunluluğu bulunmaktadır. Rota ve Corona virüs gibi daha ziyade genç sığırlarda görülen enfeksiyonlarda veya kuduz dışındaki kedi ve köpek viral hastalıklarında ise bölgesel veya ulusal program uygulanmaz ve hayvanların gebelik durumlarına göre bireysel veya işletme bazında aşılama programları yürütülür. BVD ve IBR gibi önemli sürü hastalıklarında yaklaşımlar ise ülkeden ülkeye değişmektedir. Endemik olan ülkelerde aşılama zorunluluğu olmayıp isteğe bağlı programlar geliştirilirken, eradikasyon uygulanan bazı ülkelerde ise zorunlu programlar mevcuttur. Mavidil gibi vektörel hastalıklarda da aşılama stratejisi ülkeden ülkeye göre değişmektedir. Bazı ülkelerde kitlesel aşılama yapılırken, bazı ülkelerde enfeksiyonun tespit edildiği epidemiyolojik ünitelerde (genellikle ilçe veya il bazında) aşılama programları yürütülmektedir. Yine kuduz virüsü ile mücadelede mihrak bazlı aşılama yapılırken, ulusal eradikasyon programlarında, özellikle yaban hayatında kitlesel oral aşılama stratejisi uygulanmaktadır. Akabane veya Bovine Ephemeral Fever (üç gün hastalığı) gibi tam olarak ruhsatlanmamış veya bölgesel ruhsatlı aşılama ise bazı bölgelerde çiftlik bazlı otovaksin üretimli olarak uygulanmaktadır. Bazı ülkelerde, sığırlarda Lumpy Skin Disease (Sığırların Nodüler Ekzantemi), domuzlarda Klasik Domuz Vebası ve Şap gibi hastalıkların kontrolünde uygulanan kitle aşılama, popülasyon bağıışıklığı belirli bir seviyeye ulaştığında ve sonrasında uygulanan eradikasyon programının son aşamasında durdurulur ve artık aşılama yerinde itlaf uygulamasına geçilir.

Aşılama stratejileri ülkeden ülkeye veya bölgeden bölgeye; yetiştirilen hayvan türüne, hastalıkların epidemiyolojik durumlarına, ülkelerin ekonomik durumlarına, kontrol ve eradikasyon programlarının kapsamına ve en önemlisi yapılacak risk değerlendirmesinin sonuçlarına göre değişkenlik göstermektedir.

KAYNAKLAR

1. Altuğ N, Özdemir R, Cantekin Z. Ruminantlarda Koruyucu Hekimlik: I. Aşı Uygulamaları. *Erciyes Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*. 2013; 10(1): 33-44.
2. Aly S, Fathi M. Advancing aquaculture biosecurity: a scientometric analysis and future outlook for disease prevention and environmental sustainability. *Aquaculture International*. 2024; 32: 8763-89. <https://doi.org/10.1007/s10499-024-01589-y>.
3. Animal Health Australia. *National Farm Biosecurity Manual – Grazing Livestock Production 2018*. (15/02/2025 tarihinde <https://www.farmbiosecurity.com.au/wp-content/uploads/2019/02/National-Farm-Biosecurity-Manual-Grazing-Livestock.pdf> adresinden ulaşılmıştır).
4. Austin B. The impact of disease on the sustainability of aquaculture. *Sustainable Aquatic Research*. 2023; 2(1):74–91. <https://doi.org/10.5281/zenodo.7882040>.
5. Aytekin İ, Kalınbacak A, İşler CT. Ruminantlarda kullanılan aşılama ve önemi. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*. 2011; 22 (1): 59-64.
6. Bates TW, Thurmond MC, Carpenter TE. Direct and indirect contact rates among beef, dairy, goat, sheep, and swine herds in three California counties, with reference to control of potential foot-and-mouth disease transmission. *American Journal of Veterinary Research*. 2001; 62:1121–1129. <https://doi.org/10.2460/ajvr.2001.62.1121>.
7. Benavides B, Casal J, Diéguez J, et al. Quantitative risk assessment of introduction of BVDV and BoHV-1 through indirect contacts based on implemented biosecurity measures in dairy farms of Spain. *Preventive Veterinary Medicine*. 2021; 188:105263. <https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2021.105263>.
8. Berkelman RL. Human illness associated with use of veterinary vaccines. *Clinical Infectious Diseases*. 2003; 37:407–14. <https://doi.org/10.1086/375595>.
9. Birhan G, Alebie A, Admassu B, et al. A review on emerging and reemerging viral zoonotic diseases. *International Journal of Basic and Applied Virology*. 2015; 4(2):53–59. <https://doi.org/10.5829/idosi.ijbav.2015.4.2.95186>.
10. Brennan ML, Christley RM. Biosecurity on cattle farms: a study in north-west England. *PloS one*. 2012; 7(1):e28139. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0028139>.
11. Burgu İ, Dağalp SB. IBR-IPV Virus enfeksiyonunun kontrol ve eradikasyonu. *Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*. 1999; 46: 263-7.
12. Canadian Food Inspection Agency. *The National Sheep Producer Biosecurity Planning Guide 2013*. (25/02/2025 tarihinde <https://publications.gc.ca/site/eng/470917/publication.html#wbdisable=false> adresinden ulaşılmıştır).
13. Del Medico Zajac MP, Moyano RD and Colombatti Olivieri MA. Editorial: Vaccination strategies against ruminant infectious diseases. *Frontiers in Veterinary Science*. 2023; 10:1213269. <https://doi.org/10.3389/fvets.2023.1213269>.
14. FAO. *Biosecurity in Food and Agriculture 2003*. (20/02/2025 tarihinde <https://www.fao.org/3/Y8453e/Y8453e.htm> adresinden ulaşılmıştır).
15. FAO. *Part 1 Biosecurity principles and components 2025*. (25/02/2025 tarihinde <https://www.fao.org/4/a1140e/>)

- a1140e01.pdf adresinden ulaşılmıştır).
16. Gortázar C, Barroso P, Nova R, et al. The role of wildlife in the epidemiology and control of Foot-and-mouth-disease And Similar Transboundary (FAST) animal diseases: A review. *Transboundary and Emerging Diseases*. 2022; 69(5): 2462-2473. <https://doi.org/10.1111/tbed.14235>.
 17. Hristov S, Stanković B, Starič J, et al. Biosecurity measures on ruminant farms. Proceedings of 26TH International Congress of The Mediterranean Federation for Health And Production of Ruminants FeMeSPRum, 20th – 23rd June, 2024 Novi Sad, Serbia. 2024. p:118-138. <https://doi.org/10.5937/FeMeSPRumNS24015H>.
 18. Huber N, Andraud M, Sassu EL, et al. What is a biosecurity measure? A definition proposal for animal production and linked processing operations. *One Health*. 2022; 15:100433. <https://doi.org/10.1016/j.onehlt.2022.100433>.
 19. MacLachlan JN, Dubovi JE. Vaccines and vaccination against viral diseases. In *Fenner's Veterinary Virology*. Fourth Edition. London: Academic Press; 2011. p. 87-97.
 20. Meeusen ENT, Walker J, Peters A, et al. Current status of veterinary vaccines. *Clinical Microbiology Reviews*. 2007; 20:489–510. <https://doi.org/10.1128/cmr.00005-07>.
 21. Nöremark M, Frössling J, Lewerin SS. Application of routines that contribute to on-farm biosecurity as reported by Swedish livestock farmers. *Transboundary and emerging diseases*. 2010; 57(4): 225-236. <https://doi.org/10.1111/j.1865-1682.2010.01140.x>.
 22. Nutsch A, Kastner J. Carcass Disposal Options. In *Handbook of Science and Technology for Homeland Security*. Ed J.Voeller. New York: Wiley. 2008; 1959–1969.
 23. Renault V, Damiaans B, Sarrazin S, et al. Biosecurity practices in Belgian cattle farming: level of implementation, constraints and weaknesses. *Transboundary and Emerging Diseases*. 2018; 65 (5):1246–1261. <https://doi.org/10.1111/tbed.12865>.
 24. Rossi G, Smith RL, Pongolini S, et al. Modelling farm-to-farm disease transmission through personnel movements: from visits to contacts, and back. *Scientific Reports*. 2017; 7: 1–11. <https://doi.org/10.1038/s41598-017-02567-6>.
 25. Saegerman C, Dal Pozzo F, Humblet MF. Reducing hazards for humans from animals: emerging and re-emerging zoonoses. *Italian Journal of Public Health*. 2012; 9(2). <https://doi.org/10.2427/6336>.
 26. Tizard IR. Sheep and goat vaccines. In: *Vaccines for Veterinarians*. Elsevier. 2021; p. 215–224. <https://doi.org/10.1016/B978-0-323-68299-2.00026-5>.
 27. WHO (World Health Organization). *Biorisk management: Laboratory biosecurity guidance 2006*. (15/01/2025 tarihinde <https://www.who.int/publications/i/item/biorisk-management-laboratory-biosecurity-guidance> adresinden ulaşılmıştır).
 28. Windsor P. How to implement farm biosecurity: The role of government and private sector. *Asia—OIE Regional Commission, World Organization for Animal Health*. 2017; 1-19. <http://dx.doi.org/10.20506/TT.2761>.
 29. WOA. *Terrestrial Manual 2025 – Chapter 1.1.2. Collection, Submission and Storage of Diagnostic Specimens, 2025* (05/01/2025 tarihinde https://www.woah.org/fileadmin/Home/eng/Health_standards/tahm/1.01.02_COLLEC-TION_DIAG_SPECIMENS.pdf adresinden ulaşılmıştır).
 30. WOA. *Terrestrial Manual 2025 – Chapter 1.1.3. Transport of Biological Materials 2025*. (05/01/2025 tarihinde https://www.woah.org/fileadmin/Home/eng/Health_standards/tahm/1.01.03_TRANSPORT.pdf adresinden ulaşılmıştır).