

Şap Hastalığı (Foot-And-Mouth Disease, Fmd) Epidemiyolojik Durum ve Kontrol Stratejileri

Erdal Polat¹

Ayfer Fındık Pakrooh²

Özet

Şap hastalığı (FMD), başta sığır, koyun, keçi ve domuz olmak üzere çift tırnaklı hayvanları etkileyen, son derece bulaşıcı ve akut seyirli viral bir hastalıktır. Etkeni, *Picornaviridae* ailesine ait olan *Aphthovirus* cinsidir. Virüsün yedi ana serotipi (O, A, C, SAT-1, SAT-2, SAT-3 ve Asia-1) bulunmakta olup, serotipler arasında çapraz bağışıklık olmaması hastalığın küresel kontrolünü ciddi şekilde güçleştirmektedir. Hastalık, yüksek morbidite oranlarına (%100'e kadar) ulaşarak hayvanlarda et ve süt veriminde büyük kayıplara yol açmakta, dolayısıyla ulusal ekonomiler ve uluslararası hayvansal ürün ticareti için ciddi bir tehdit oluşturmaktadır. Türkiye, uzun yıllardır endemik bir coğrafya olarak FMD ile mücadele etmektedir. Ülkemizdeki tarihsel salgınlar O, A ve Asia-1 serotipleri tarafından tetiklenmişken, son dönemde Afrika'ya özgü SAT-1 ve SAT-2 serotiplerinin görülmesi, hastalığın epidemiyolojik haritasında yeni bir risk alanı yaratmıştır. Tarım ve Orman Bakanlığı'nın 2024 yılı için Şap hastalığı oranında %80'lik bir düşüş bildirmesine rağmen, Kurban Bayramı gibi dönemlerde artan hayvan hareketleri ve yeni serotipler, sürekli bir dikkat ve proaktif mücadele stratejileri gerektirmektedir. Bu derlemede hastalığın etiyolojisinden patogeneze, klinik bulgularından teşhis yöntemlerine kadar tüm yönlerini ele almakta, Türkiye'deki güncel durumu literatür taramasıyla incelemekte ve geleceğe yönelik bütüncül kontrol stratejilerine dair öneriler sunmaktadır.

- 1 Arş. Gör. Erdal POLAT, Siirt Üniversitesi Veteriner Fakültesi, Viroloji Anabilim Dalı, erdal.polat@siirt.edu.tr, ORCID No: 0000-0003-3234-2083
- 2 Dr. Öğr. Üyesi Ayfer FINDIK PAKROOH, Siirt Üniversitesi Veteriner Fakültesi, Viroloji Anabilim Dalı, dr.findik@gmail.com ORCID No: 0009-0000-5929-9594

1. GİRİŞ

Şap hastalığı, halk arasında “dabak” veya “tabak” olarak da bilinen, çift tırnaklı hayvanları etkileyen, hızlı yayılma potansiyeli yüksek, akut seyirli viral bir enfeksiyondur. Başta sığır, manda, koyun, keçi ve domuz olmak üzere tüm çift tırnaklı evcil ve yabani hayvanlarda görülebilen bu hastalık, nadiren insanlara da bulaşabilen bir zoonoz olarak kabul edilmektedir. Ancak, insanlar üzerindeki etkisi genellikle hafif seyretmekte ve ciddi sağlık sorunlarına yol açmamaktadır (Prempeh ve ark., 2001; Grubman ve Baxt, 2004).

Şap hastalığının en önemli yönü, biyolojik etkilerinden ziyade ekonomik ve ticari sonuçlarıdır. Hastalık, yüksek bulaşma oranıyla hassas hayvan popülasyonlarında %100'e varan morbiditeye neden olabilmektedir. Bu durum, hayvancılık sektöründe et, süt ve iş gücü kaybına bağlı olarak yıkıcı verim düşüşlerini beraberinde getirmektedir. Eldeki verilere göre, FMD süt verimini %70'e, et verimini ise %40'a kadar azaltabilmektedir. Bu kayıplar, özellikle genç hayvanlarda miyokarditis gibi ciddi komplikasyonlara bağlı ölümlerle birleştiğinde, bir işletme için telafisi zor zararlar oluşturmaktadır (Pendell ve ark., 2007; Lee ve ark., 2012; Knight-Jones ve ark., 2013; Wittwer, 2023).

Hastalığın ekonomik yansımaları ulusal boyutta da derinleşmektedir. Şap hastalığının Türkiye ekonomisine yıllık maliyetinin en az 4,1 milyar dolar (yaklaşık 162 milyar TL) olduğu hesaplanmıştır. Bu toplam kaybın önemli bir kısmı, et üretim kaybından (yaklaşık 2,3 milyar \$) ve süt üretim kaybından (yaklaşık 875 milyon \$) kaynaklanmaktadır. Bu maliyetlere ek olarak, aşı uygulamaları ve tedavi için yapılan harcamalar (toplamda 466 milyon \$) ve buzağı ölümlerinden kaynaklanan kayıplar (25 milyon \$) da önemli bir yük oluşturmaktadır. Bu rakamlar, hastalığın sadece hayvan sağlığı için değil, aynı zamanda gıda güvenliği ve ulusal istihdam için de kritik bir tehdit olduğunu ortaya koymaktadır (Tarpol, 2025).

Bu derleme Şap hastalığının etiyolojisi, epidemiyolojisi, patogenezi, klinik bulguları, prognozu, immünitesi, teşhis ve ayırıcı tanı yöntemleri gibi temel bilimsel ve klinik yönlerini detaylı olarak inceleyecektir.

2. ETİYOLOJİ

Şap hastalığının etkeni, *Picornaviridae* ailesinin *Aphthovirus* cinsine ait, tek iplikli bir RNA virüsüdür. Bu virüs, zarfsız ve ikosaedral yapıda olup, yüksek düzeyde bulaşıcılık ve genetik değişkenlik göstermektedir. Bu varyasyonlar, hastalığın kontrolünü zorlaştıran en temel biyolojik özelliklerinden birisidir (Grubman ve Baxt, 2004; Esposito ve Principi, 2018; Raoof, 2024)

Virüs, antijenik olarak farklılık gösteren yedi ana serotipe (O, A, C, SAT-1, SAT-2, SAT-3 ve Asia-1) sahiptir ve bu serotiplerin her birinin de çok sayıda alt tipi bulunmaktadır. En dikkat çekici özellik, bu serotipler arasında çapraz bağışıklığın olmamasıdır. Bu durum, bir hayvanda herhangi bir serotipe karşı gelişen bağışıklığın, onu diğer serotiplerden korumadığı anlamına gelmektedir. Bu genetik heterojenite, aşılama programlarının karmaşıklığını artırarak, her bir serotip için spesifik aşılarda geliştirilmesi ve uygulanmasını zorunlu kılmaktadır. Serotipler, başlıca yayılım bölgeleri ve Türkiye'deki durumları Tablo 1 de gösterilmiştir (Jamal ve Belsham, 2013; Raoof, 2024; Elrashedy ve ark., 2025).

Tablo 1: Serotipler, başlıca yayılım bölgeleri ve Türkiye'deki durumları.

Serotip	Başlıca Yayılım Bölgeleri	Türkiye'deki Durumu
O	Dünya genelinde en yaygın olanı, birçok bölgede endemik.	Türkiye'de endemik olarak görülmektedir; salgınların çoğundan sorumludur.
A	Asya ve Afrika bölgelerinde yaygın, genetik olarak değişken.	Türkiye'de endemik olarak görülmektedir (örneğin, A İran).
C	Günümüzde yaygınlığı azalmış ve nadiren görülmektedir.	Türkiye'de geçmişte görülmüş, ancak güncel salgınlara neden olmamaktadır.
Asia-1	Özellikle Asya kıtasında yaygındır.	Türkiye'de endemik olarak görülmektedir; 1970'ler ve sonrasında salgınlara neden olmuştur.
SAT (SAT-1, SAT-2, SAT-3)	Başlıca Afrika'ya özgü kabul edilir.	Türkiye'de SAT-1 serotipi geçmişte (1962-1965) ve yakın zamanda 2024 yılında tekrar tespit edilmiştir. 2025 yılında SAT-2 tespit edildi.

Şap virüsü, dış etkenlere karşı belirli bir direnç göstermektedir. pH 6.0'nın altında ve 9.0'un üzerinde hızla inaktive olsa da nötr pH değerlerinde (pH 7.2-7.6) oldukça dayanıklıdır. Isıya karşı duyarlı olup, 37°C'de 12 saatte, 60-65°C'de 30 dakikada ve 85°C'de birkaç dakika içinde etkisiz hale gelmektedir (Grubman ve Baxt, 2004). Ancak, düşük sıcaklıklara ve ani donma-çözülme döngülerine karşı oldukça dirençlidir. Enfekte karkaslarda, kemik iliğinde ve lenf bezlerinde uzun süre canlı kalabilmesi, hastalığın yayılımını ve eradikasyonunu zorlaştıran önemli bir faktördür. Bu direnç, virüsün çevre yüzeylerinde haftalarca kalabilmesine ve kontamine ekipmanlar aracılığıyla yayılmasına olanak tanımaktadır (Woodbury, 1995; Moonen ve Schrijver, 2000; Salt, 2019; Zhu ve ark., 2020)

3. EPİDEMİYOLOJİ

Şap hastalığı, dünya genelinde endemik olarak Asya, Afrika, Güney Amerika ve Orta Doğu gibi coğrafyalarda yayılım göstermektedir. Hastalığın küresel yayılımı, canlı hayvan ve hayvansal ürünlerin ticareti, yasal olmayan hayvan hareketleri ve çevresel faktörler gibi dinamikler tarafından sürekli olarak şekillenmektedir (Jamal ve Belsham, 2013; Raoof, 2024; Elrashedy ve ark., 2025).

4. TÜRKİYE'DE ŞAP HASTALIĞININ TARİHSEL VE GÜNCEL DURUMU

Türkiye, coğrafi konumu nedeniyle Şap hastalığı açısından sürekli yüksek risk altında bulunan bir ülkedir. Hastalığın ilk istatistiki kayıtlarına 1914 yılında Osmanlı döneminde rastlanmakta ve 1957 yılında yaşanan büyük O tipi salgın, modern mücadele stratejilerinin başlangıcı olmuştur. 1960'lı yıllarda O1, SAT1 ve A22 tipleri, 1970'ler ve sonrasında ise Asia-1 tipi salgınlara neden olmuştur. Ülkemiz, tarih boyunca bu egzotik tipleri eradike etme çabaları göstermiş, ancak virüsün yeni varyantları ve tipleri zaman zaman yeniden ortaya çıkmıştır (Parlak ve ark.,2007; Knight-Jones ve ark., 2014; Bayir ve Gürcan, 2022).

Günümüzde, Türkiye'de endemik olarak O1, A İran ve Asia-1 serotipleri görülmeye devam etmektedir. Ancak, 2024 ve 2025 yıllarında tipik olarak Afrika'ya özgü kabul edilen SAT-1 ve SAT-2 serotiplerinin yeniden tespit edilmesi, ülkenin epidemiyolojik haritasında yeni bir alarm durumu yaratmıştır. Bu gelişme, hastalığın yalnızca yerel serotiplerle sınırlı kalmadığını, aynı zamanda komşu ülkelerden virüs girişine karşı da savunmasız olduğunu göstermektedir. Bu durum, Şap hastalığının aslında bir "sınır ötesi salgın" olduğu gerçeğini somutlaştırmaktadır; tek başına ulusal kontrol önlemleri, virüsün coğrafi sınırları aşma potansiyeli karşısında yetersiz kalabilmektedir. Bu nedenle, reaktif (hastalık çıktığında müdahale eden) bir yaklaşımdan, komşu ülkelerle koordineli aşılama, biyogüvenlik ve dijital takip sistemlerini içeren proaktif ve çok boyutlu bir stratejiye geçişin zorunlu olduğu savunulmaktadır (Knight-Jones ve ark., 2015; İnce ve ark., 2023).

Tarım ve Orman Bakanlığı, 2024 yılında Şap hastalığı oranında bir önceki yıla göre %80'lik bir düşüş sağladığını belirtmiştir. Bu başarı, uygulanan aşılama kampanyaları ve hayvan hareketlerinin kısıtlanması gibi tedbirlerle ilişkilendirilmektedir. Ancak, özellikle Kurban Bayramı sonrası artan hayvan hareketleri nedeniyle SAT-1 mihraklarında bir artış gözlemlenmiştir. Bu veriler, hayvan hareketlerinin ve toplu satış yerlerinin hastalığın yayılımındaki

kritik rolünü vurgulamaktadır ve kontrol mekanizmalarının sürekli olarak güncellenmesi gerektiğini kanıtlamaktadır.

5. BULAŞMA YOLLARI VE VEKTÖRLER

Şap hastalığının yüksek bulaşıcılığı, virüsün farklı ve karmaşık yayılım yollarına sahip olmasından kaynaklanmaktadır.

5.1. Doğrudan Temas

En yaygın ve en etkili bulaşma yolu, enfekte hayvanlarla sağlıklı hayvanların doğrudan temasıdır. Virüs, hastalıklı hayvanların salyası, burun akıntısı, idrarı, dışkı ve sütü gibi vücut sıvıları aracılığıyla yayılır. Özellikle ahır gibi kapalı ve kalabalık ortamlarda burun buruna temas, virüsün tüm sürüye hızla yayılmasına zemin hazırlamaktadır (Cottam ve ark., 2008).

5.2. Dolaylı Bulaşma Yolları

Virüsün çevresel direnci, cansız maddeler (fomitler) aracılığıyla bulaşmayı da önemli hale getirmektedir. Virüs bulaşmış yem, su kaynakları, ekipmanlar, araçlar ve ahır zeminleri, hastalığın bir işletmeden diğerine taşınmasında kritik rol oynar. Hayvan pazarları ve panayırlar gibi hayvanların toplu bulunduğu yerler, bu tür dolaylı bulaşmalar için ideal ortamlardır ve hastalığın yayılımını hızlandırmaktadır (Li ve ark., 2021).

5.3. Hava Yoluyla Yayılım (Aerosol Bulaşma)

Şap virüsü, uygun iklim koşullarında, özellikle sıcak ve nemli havalarda, havada asılı kalan aerosol damlacıkları ile kilometrelerce uzaklara taşınabilme potansiyeline sahiptir. Bu uzun mesafeli yayılım, bölgesel karantina önlemlerini tek başına yetersiz kılabilir ve salgınların beklenmedik bölgelerde ortaya çıkmasına neden olabilir (Björnham ve ark., 2020; Brown ve ark., 2022).

6. VEKTÖRLER VE TAŞIYICILAR

6.1. İnsanlar

Virüsle enfekte hayvanlarla ilgilenen kişiler, giysileri ve ekipmanları üzerinde virüsü taşıyarak dolaylı vektör görevi görebilirler. Bu nedenle, biyogüvenlik protokollerinin titizlikle uygulanması, virüsün insan aracılığıyla yayılımını engellemek için hayati önem taşımaktadır (Colenutt ve ark., 2020).

6.2. Yabani Hayvanlar ve Diğer Canlılar

Kuşlar, kemirgenler ve yabani geviş getiren hayvanlar da hastalığın doğal yayılmasında rol oynayabilir. Özellikle endemik bölgelerde, yabani hayvan popülasyonları virüs için bir rezervuar görevi görebilmektedir (Arzt ve ark., 2011; Fukai ve ark., 2019; Rahman ve ark., 2020).

6.3. Taşıyıcı (Latent) Hayvanlar

Şap hastalığını atlatan bazı hayvanlar, özellikle sığırlar, virüsü faringeal lenfoid dokularında uzun süre (2,5 yıla kadar) taşıyabilmektedir. Bu taşıyıcı hayvanlar, klinik belirti göstermemelerine rağmen, virüsü yaymaya devam ederek salgınların tekrar başlamasına neden olabilecek “gizli” kaynaklar haline gelebilirler (Arzt ve ark., 2019).

Tüm bu bulaşma yollarının ve vektörlerin oluşturduğu karmaşık ağ, hastalığın kontrolünün yalnızca tek bir stratejiye dayandırılmayacağını göstermektedir. Etkili bir mücadele, karantina, dezenfeksiyon, aşılama ve hayvan hareketlerinin kısıtlanması gibi birden fazla önlemin eş zamanlı ve koordineli bir şekilde uygulanmasını gerektirmektedir.

7. PATOGENEZ

Şap hastalığının patogenezi, virüsün vücuda girmesi, çoğalması ve klinik belirtilere yol açan lezyonların oluşması sürecini içermektedir (Alexandersen ve Mowa, 2005).

7.1. Virüsün Vücuda Girişi ve Sistemi Yayılımı

Şap virüsü, genellikle solunum veya sindirim yoluyla oro-nazal bölgeden hayvanın vücuduna girer. İlk olarak faringeal lenfoid dokularda çoğalmaya başlar. Bu çoğalma sonrasında virüs, lenfatik sisteme geçerek kan dolaşımına katılır ve sistemik bir viremi (kanda virüs varlığı) tablosu oluşturur. Bu viremi dönemi, klinik belirtilerin ortaya çıkmasından birkaç gün önce başlayabilir (Alexandersen ve ark., 2003; Cottam ve ark., 2008; Kabir ve ark., 2024).

7.2. Hedef Dokular ve Lezyonların Oluşumu

Virüs, kan yoluyla yayılıp özellikle ağız, dil, dudaklar, burun, meme ve tırnak aralığı gibi epitel dokularındaki hedef hücrelere yerleşir. Bu dokularda virüsün replikasyonu, hücreler arası bağlantıların bozulmasına ve hücrelerin şişkinleşerek “balon dejenerasyonu” olarak bilinen bir duruma uğramasına neden olur. Bu süreç, içi seröz sıvı dolu, ağrılı veziküllerin (su toplamaları) oluşumuyla sonuçlanır. Veziküller kısa sürede patlar ve altlarında nekrotik

(ölü) epitel dokuyla çevrili, kırmızı ve açık yaralar (erozyonlar) bırakır (Sarry ve ark., 2022).

7.3. Hayvan Türüne Göre Seyir Farklılıkları

Hastalığın klinik seyri, hayvanın türüne ve virüsün serotipine bağlı olarak farklılık göstermektedir. Patogenezdeki bu türler arası farklılık, hastalığın epidemiyolojik dinamiklerini doğrudan etkilemektedir. Sığırlardaki şiddetli klinik belirtiler salgının hızlı bir şekilde fark edilmesini sağlarken, koyun ve keçilerdeki hafif seyir, onları fark edilmeyen virüs taşıyıcıları haline getirebilir. Bu durum, virüsün bir sürü içerisinde veya bir çiftlikten diğerine sessizce yayılmasına olanak tanıyarak, kontrol çabalarını karmaşıklaştırmaktadır. Bu nedenle, kapsamlı bir surveyans ve kontrol programı, tüm hayvan türlerine odaklanmalıdır (Stenfeldt ve ark., 2016; Muthukrishnan ve ark., 2020; Azcem, 2020)

8. KLİNİK BULGULAR

Şap hastalığının klinik belirtileri, enfekte olan hayvanın türüne, yaşına, bağışıklık durumuna ve virüsün virülansına bağlı olarak değişebilir. Klinik bulgular hayvan türüne göre Tablo 2 de verilmiştir (Stenfeldt ve ark., 2016; Muthukrishnan ve ark., 2020; Azcem, 2020).

Tablo 2: Hayvan türlerine göre klinik bulgular.

Klinik Bulgu	Sığırlar	Koyun ve Keçiler	Genç Hayvanlar
Ateş	Sık, yüksek ve ani yükseliş	Genellikle hafif veya fark edilmeyebilir	Sık, yüksek ateş
Salya Akıntısı	Bol, ip gibi uzayan ve köpüklü	Genellikle daha az belirgin	Genellikle az belirgin
Ağız Lezyonları	Yaygın, büyük veziküller ve derin ülserler	Küçük, kısa süreli ve kolayca gözden kaçır	Nadiren görülür, hiperakut vakalarda görülmeyebilir
Topallık	Yaygın ve şiddetli	En belirgin ve sürekli bulgu	Genellikle görülmez
Süt Verimi	Ani ve belirgin düşüş	Hafif düşüş	Geçerli değil
Mortalite Oranı	Genellikle düşük (%2-5)	Genellikle düşük (%2-5)	Çok yüksek (%50-60)

Bu karşılaştırmalı tablo 2, sahadaki veteriner hekimlerin karşılaştığı zorlukları net bir şekilde göstermektedir. Sığırlardaki bariz semptomlar ön tanı için iyi bir gösterge sağlarken, koyun ve keçilerdeki hafif klinik seyir, onları fark edilmeyen virüs taşıyıcıları haline getirebilir.

9. PROGNOZ

Şap hastalığının prognozu, hayvanın bireysel sağlığı üzerindeki etkilerinden ziyade, bir sürü veya ulusal hayvancılık sektörü üzerindeki yıkıcı ekonomik sonuçlarıyla değerlendirilmektedir.

9.1. Mortalite (Ölüm Oranı)

Genel olarak, sağlıklı yetişkin hayvanlarda Şap hastalığı nadiren ölümcüldür ve mortalite oranı %2-5 gibi düşük bir seviyede seyretmektedir. Ancak, virüsün kalp kasına yerleşerek miyokardite neden olduğu genç buzağılar ve kuzularda mortalite oranı %50-60'a kadar çıkabilmektedir (Rahman ve ark., 2024).

9.2. Morbidite (Hastalık Oranı)

Hastalığın bulaşma oranı (morbidity) hassas hayvan popülasyonlarında %100'e kadar ulaşabilmektedir (Ji ve ark., 2019; Rahman ve ark., 2024). Bu yüksek oran, bir salgının başladığı andan itibaren tüm sürünün etkileneceği anlamına gelmektedir.

9.3. Uzun Vadeli Etkiler

Hastalığı atlatan hayvanlar tam olarak iyileşse bile, kronik topallık, süt ve et veriminde kalıcı düşüş, kısırılık ve hayvan refahında genel bir bozulma gibi uzun vadeli sorunlar yaşayabilirler. Hastalığı geçiren hayvanların verim seviyelerine geri dönmesi uzun zaman almaktadır (Arz ve ark., 2011).

Bu tablo, hastalığın soyut “ekonomik kayıp” kavramını somut verilere dönüştürerek, verim kayıplarının (et ve süt) toplam maliyetin en büyük kısmını oluşturduğunu göstermektedir. Bu detaylı döküm, politika yapıcılar ve endüstri liderleri için stratejik bir rehberlik sağlamaktadır.

Prognozun bu yönü, Şap hastalığıyla mücadelenin sadece veteriner hekimliği uzmanlığını değil, aynı zamanda ekonomik ve sosyal politika dinamiklerini de gerektirdiğini ortaya koymaktadır. Hastalığın kontrol altına alınamaması, sadece bireysel çiftliklerin değil, aynı zamanda ulusal gıda güvenliğinin ve istihdamın da tehlikeye girmesine neden olabilmektedir.

10. İMMÜNİTE

Şap hastalığına karşı bağışıklık, hastalığı geçirerek kazanılan doğal immünite veya aşılama yoluyla sağlanan aktif immünite olmak üzere iki ana yolla oluşur. Yeni doğan yavrular, annelerinden kolostrum (ağız sütü) yoluyla pasif bağışıklık kazanabilir ve bu koruma genellikle 5 aya kadar sürebilmektedir (Yang ve ark., 2020; Kabir ve ark., 2024).

10.1. Doğal Bağışıklık ve Çapraz Bağışıklık Eksikliği

Hastalığı atlatan hayvanlar, enfekte oldukları serotipe karşı bağışıklık geliştirmektedir. Ancak, virüsün yedi farklı serotipi arasında çapraz bağışıklık bulunmamaktadır. Bu durum, bir serotipe karşı bağışıklığı olan bir hayvanın, farklı bir serotipten virüsle enfekte olması durumunda yeniden hastalanabileceği anlamına gelmektedir. Virüsün genetik yapısındaki bu çeşitlilik ve çapraz bağışıklığın olmaması, tek bir aşının tüm salgınları engelleyemeyeceğini ve hastalığın sürekli bir tehdit olarak kalmasına neden olduğunu göstermektedir (Kitson ve ark., 1990; Li ve ark., 2016; Medina ve ark., 2018; Peng ve ark., 2020; Manikandan ve ark., 2025).

10.2. Aşı Bağışıklığı ve Aşılama Programları

Aşılama, Şap hastalığına karşı en etkili ve yaygın korunma yöntemidir. Türkiye’de kullanılan aşılar, genellikle BHK21 hücre kültürlerinde üretilen ve belirli serotipleri içeren inaktive aşılardır. Aşılama programları, hastalığın kontrolünde kritik bir rol oynamaktadır (Segundo ve ark., 2017).

10.3. Aşı Takvimi: Türkiye’deki aşılama programları genellikle 6 ayda bir aşı uygulamasını içermektedir. Ancak, hastalığın yoğun olarak görüldüğü bölgelerde etkin bir koruma sağlamak amacıyla bu süre 4 aya kadar düşürülebilmektedir.

10.4. Yavru Hayvanlar

Aşılı annelerden doğan ve ilk günlerde kolostrum alan yavruya ilk aşılama 2 aylıktan itibaren yapılmalıdır. Aşısız annelerin yavruları ise 2 haftalıktan itibaren aşılanmalıdır (Jamal ve Belsham ,2013).

10.5. Yeni Serotiplere Yanıt

Şap virüsünün sürekli değişen genetik yapısı ve yeni serotiplerin ortaya çıkması, aşılama stratejilerini dinamik ve adaptif hale getirmektedir. Türkiye’nin, yerel serotiplere (O, A, Asia-1) uygun aşıları üretme kabiliyetine ek olarak, son dönemde ortaya çıkan egzotik SAT-1 serotipine karşı hızla yeni bir aşı geliştirip sahada uygulamaya başlaması, bu adaptif politikanın somut bir örneğidir (Dahiya ve ark., 2020; Seeyo ve ark., 2020; Li ve ark., 2023; Elrashedy ve ark., 2025).

Bu durum, Şap hastalığı ile mücadelenin sadece aşılardan varlığına değil, aynı zamanda doğru aşının doğru zamanda ve yeterli miktarda hayvanlara uygulanmasını gerektiren dinamik bir politika ve lojistik yönetim meselesi olduğunu vurgulamaktadır. Etkin bir mücadele için, aşı uyumunun sürekli olarak izlenmesi ve gerekli durumlarda aşı portföyünün hızla güncellenmesi zorunludur.

11. TEŞHİS

Şap hastalığının teşhisi, hastalığın hızlı yayılma potansiyeli ve ekonomik etkileri nedeniyle büyük önem taşımaktadır. Teşhis süreci, klinik bulgularla yapılan ön tanı ve laboratuvar testleriyle doğrulanan kesin tanı olmak üzere iki aşamalıdır (Yessimbekova ve ark., 2025).

11.1. Ön Tanı (Klinik Teşhis)

Veteriner hekimler, arazide yaptıkları ilk muayenede hayvanlarda gözlemledikleri klinik belirtilerle ön tanı koyabilmektedirler. Bu belirtiler arasında yüksek ateş, aşırı salya akıntısı, topallık ve ağız, tırnak veya memelerde içi sıvı dolu veziküllerin varlığı yer almaktadır. Ancak, özellikle koyun ve keçilerdeki hafif klinik belirtiler nedeniyle, sadece klinik bulgulara dayanarak kesin teşhis koymak büyük salgınlar dışında güçtür (Clavijo ve Kitching, 2003; Wong ve ark., 2020).

11.2. Laboratuvar Teşhisi

Kesin teşhis, enfekte hayvandan alınan uygun numunelerin (marazi madde) laboratuvar ortamında incelenmesiyle konulur. Laboratuvar testleri, virüsün veya virüse karşı gelişen antikorların tespitine dayanmaktadır. Tablo 3 kesin teşhiste kullanılan laboratuvar yöntemleri gösterilmiştir (Rémond ve ark., 2002; Clavijo ve Kitching, 2003; Wong ve ark., 2020; Dahiya ve ark., 2021).

Tablo 3: Kesin teşhis ve tanıda kullanılan moleküler yöntemler.

Test Yöntemi	Tespit Edilen Madde	Amacı ve Önemi
ELISA	Virüs Antijeni	Lezyonlu dokulardan alınan örneklerde virüsün spesifik antijenini tespit eden en sık kullanılan ve yüksek duyarlılığa sahip testtir. Virüsün serotipini de belirleyebilmektedir.
RT-PCR	Virüs RNA'sı	Virüsün genetik materyalini (RNA) tespit ederek hastalığın varlığını kesin olarak doğrulamaktadır. Hızlı ve spesifik bir teşhis yöntemi olarak öne çıkmaktadır.
Virus Nötralizasyon Testi	Antikorlar	Hayvanın kanında virüse karşı gelişen nötralizan antikorları tespit etmektedir. Enfeksiyonun kronik seyrinde veya aşılama sonrası bağışıklık durumunu değerlendirmek için kullanılır.
Nukleotid Dizi Analizi	Virüs Genomu	Virüsün genetik dizisini belirleyerek, alt tipler ve varyantlar hakkında detaylı bilgi sağlamakta ve epidemiyolojik takip için kritik veriler sunmaktadır.

11.2. Marazi Madde Alma ve Gönderme

Doğru bir laboratuvar teşhisi için numune alımı ve taşıma süreci hayati önem taşımaktadır. Örnekler, mümkünse patlamamış, yeni oluşmuş veziküllerden steril şırınga ile alınmalıdır. Alınan kan, doku ve salya örnekleri, virüsün yayılmasını engellemek amacıyla soğuk zincir kurallarına uygun şekilde Tarım ve Orman Bakanlığı'na bağlı Şap Enstitüsü gibi yetkili laboratuvarlara sevk edilmelidir.

12. AYIRICI TANI

Şap hastalığı, klinik olarak benzer belirtilere neden olan diğer enfeksiyonlarla karıştırılabilir. Doğru ayırıcı tanı, gereksiz karantina ve ekonomik kayıpları önlemek, aynı zamanda gerçek bir Şap salgınının gözden kaçarak kontrolsüzce yayılmasını engellemek için büyük önem taşımaktadır. Tablo 4 klinik olarak karıştırılacak bilinecek hastalıklar göstermiştir (Rémond ve ark., 2002; Wong ve ark., 2020; Dahiya ve ark., 2021).

Tablo 4: Klinik olarak karıştırılan hastalıklar

Hastalık	Benzerlik	Ayırıcı Özellik
Veziküler Stomatit (Vesicular Stomatitis)	Ağız lezyonları, Şap'a benzer. Ek olarak atlarda da görülür.	Atları da etkiler (Şap atlarda görülmez).
Sığır Herpes Mammitis (Bovine Herpes Mammitis)	Ağız ve meme lezyonları ile Şap ile karışabilir.	Meme lezyonları daha tipiktir.
Sığır Papiller Stomatit (Bovine Papular Stomatitis)	Sadece ağız bölgesinde papüller. Ayak ve meme tutulumu yok.	Ayak ve meme lezyonları olmaz, sadece ağız.
Malign Kataral Ateş (Malignant Catarrhal Fever)	Mukozal lezyonlar yapar, sistemik bulgular da vardır.	Sistemik belirtiler (ateş, lenfadenopati, göz bulguları) belirgindir.
Rinderpest (Sığır Vebası)	Mukozal lezyonlar ve sistemik bulgular görülür.	Yüksek ateş, ciddi sistemik tablo. 2011'den beri eradike edilmiştir.

Ayırıcı tanının önemi, Şap hastalığının ihbarı mecburi bir hastalık olmasından kaynaklanmaktadır. Yanlış bir teşhis, bir çiftlik için ciddi ekonomik yükler (hayvan hareketlerinin kısıtlanması, karantina) yaratırken, doğru teşhisin gecikmesi tüm bölgeyi tehlikeye atabilmektedir. Bu nedenle, klinik gözlemlerden yola çıkılarak şüphe duyulan her durumda, kesin teşhis için laboratuvar testlerine başvurulması, doğru ve etkin bir salgın yönetimi için temel bir gerekliliktir.

13. TÜRKİYE'DE ŞAP HASTALIĞI KONTROL VE KORUNMA STRATEJİLERİ

Türkiye’de Şap hastalığı, yasal olarak ihbarı mecburi hastalıklar arasında yer almaktadır. Tarım ve Orman Bakanlığı’na bağlı Şap Enstitüsü Müdürlüğü, aşı üretimi ve hastalığın takibi konularında merkezi bir otorite olarak faaliyet göstermektedir. Tablo 5 ülkemizde hastalığın kontrolü için uygulanan stratejiler, dünya genelinde kabul gören yöntemleri içermektedir (Parida ve ark., 2009; İnce ve ark., 2023; Myrzakhmetova ve ark., 2024; Abbas ve ark., 2025).

Tablo 5: Ülkemizde hastalığın kontrolü için uygulanan stratejiler.

Kontrol Yöntemi	Açıklama
Aşılama Kampanyaları	1962’den beri uygulanıyor. 2024’te yoğun kampanya ile %80 düşüş sağlandı. SAT-1’c karşı hızla yeni aşı geliştirildi ve uygulandı.
Biyogüvenlik Önlemleri	Aşılama tek başına yeterli değildir, biyogüvenlik önlemleriyle desteklenmelidir.
Çiftlik Düzeyinde Uygulamalar	Ahır girişlerinde dezenfektan paspas, özel elbise/ayakkabı kullanımı, yabancı girişlerinin kısıtlanması, kontamine yem/altlıkların imhası.
Hayvan Hareketlerinin Kontrolü	Salgınlarda ve riskli dönemlerde (ör. Kurban Bayramı) hayvan pazarları kapatılır, hayvan hareketleri kısıtlanır.
İtlaf (Kesim) Stratejisi	Hastalıklı ve temashı hayvanların itlaf edilmesiyle virüs kaynağı ortadan kaldırılır. Ekonomik kayıplar büyük dezavantajdır.

13.1. Türkiye’ye Özgü Zorluklar ve Geleceğe Yönelik Stratejiler

Türkiye’nin FMD ile mücadelesi, sahip olduğu coğrafi ve stratejik konum nedeniyle sürekli ve dinamik bir süreçtir. Ülkenin “yüksek riskli” statüsünden çıkabilmesi için bütüncül bir mücadele stratejisi gereklidir. Bu strateji, sadece reaktif (mevcut salgına müdahale eden) yaklaşımlardan ziyade, proaktif ve önleyici önlemleri de içermelidir. Şap hastalığının, geleceğe yönelik çözüm önerileri şunlardır:

Sınır Ötesi İş Birliği: Komşu ülkelerle koordineli aşılama kampanyaları ve bilgi paylaşımı, virüsün sınır ötesi yayılımını engellemek için elzemdir.

Dijital Takip Sistemleri: Çipli hayvan kimliklendirme ve mobil vaka bildirim sistemleri, hayvan hareketlerinin ve hastalık mihraklarının daha etkin bir şekilde izlenmesini sağlayabilir.

Sürekli Sürveyans: Aşıların güncelliğini korumak için, sahada düzenli testlerle virüsün serotip ve alt tiplerinin eşleştirilmesi gerekmektedir.

Hazırlıklı Olma: Olası yeni serotiplerin ortaya çıkmasına karşı acil durum aşı stoku ve aşılama planlarının hazır bulundurulması önemlidir.

Ekonomik Destekler: Salgın sonrası dönemde üreticilere yem, veteriner hizmeti ve finansman desteği gibi ekonomik rehabilitasyon paketleri sunulması, sektörün toparlanmasını kolaylaştırabilir.

14. SONUÇ

Şap hastalığı, çift tırnaklı hayvanlar için sadece bir sağlık sorunu değil, aynı zamanda ekonomik, sosyal ve uluslararası ticaret üzerinde derin etkileri olan çok boyutlu bir problemdir. Hastalığın etiyolojisindeki genetik çeşitlilik ve virüsün çevresel direnci, kontrol çabalarını karmaşıklaştıran temel biyolojik faktörlerdir. Türkiye'nin epidemiyolojik durumu, hastalığın sınır ötesi bir tehdit olduğunu ve mücadelede bölgesel iş birliğinin hayati önem taşıdığını açıkça göstermektedir.

Mortalite oranı düşük olmasına karşın, yüksek morbidite ve yol açtığı yıkıcı verim kayıpları, Şap hastalığının prognozunu ekonomik açıdan son derece kritik hale getirmektedir. Bu durum, hastalığın kontrolünün sadece bir hayvan refahı meselesi değil, aynı zamanda ulusal gıda güvenliği ve ekonominin sürdürülebilirliği için de bir zorunluluk olduğunu ortaya koymaktadır.

Hastalıkla mücadelede tek başına aşılama veya karantina gibi yöntemler, hastalığın karmaşık doğası karşısında yetersiz kalmaktadır. Etkili bir kontrol için biyogüvenlik önlemleri, hayvan hareketlerinin kısıtlanması, sürekli sürveyans, erken teşhis ve proaktif aşılamayı içeren entegre bir yaklaşım hayati önem taşımaktadır. Türkiye'nin, yeni serotiplerin ortaya çıkışına karşı hızla aşı geliştirme ve uygulama yeteneği, bu adaptif mücadelenin bir göstergesidir.

Sonuç olarak, Şap hastalığı ile mücadele, dinamik ve sürekli bir süreçtir. Dijital teknolojilerin, uluslararası iş birliğinin ve bütüncül politikaların entegrasyonu, Türkiye'nin FMD'yi kontrol altına alarak "arı bölge" statüsüne ulaşması ve hayvancılık sektörünün geleceğini güvence altına alması için kritik adımları temsil etmektedir.

15. Kaynakça

- Abbas, R. Z., Ambrose, S., Khan, A. M. A., Mobashar, M., & Mohamed, K. (2025). Nanoparticles as an alternative strategy to control foot and mouth disease virus in bovines. *Biological Trace Element Research*, 1-17.
- Alexandersen, S., & Mowat, N. (2005). Foot-and-mouth disease: host range and pathogenesis. *Foot-and-mouth disease virus*, 9-42.
- Alexandersen, S., Zhang, Z., Donaldson, A. I., & Garland, A. J. M. (2003). The pathogenesis and diagnosis of foot-and-mouth disease. *Journal of comparative pathology*, 129(1), 1-36.
- Arzt, J., Baxt, B., Grubman, M. J., Jackson, T., Juleff, N., Rhyan, J., ... & Rodriguez, L. L. (2011). The pathogenesis of foot-and-mouth disease II: viral pathways in swine, small ruminants, and wildlife; myotropism, chronic syndromes, and molecular virus-host interactions. *Transboundary and emerging diseases*, 58(4), 305-326.
- Arzt, J., Branam, M. A., Delgado, A. H., Yadav, S., Moreno-Torres, K. I., Tildesley, M. J., & Stenfeldt, C. (2019). Quantitative impacts of incubation phase transmission of foot-and-mouth disease virus. *Scientific reports*, 9(1), 2707.
- Arzt, J., Juleff, N., Zhang, Z., & Rodriguez, L. L. (2011). The pathogenesis of foot-and-mouth disease I: viral pathways in cattle. *Transboundary and emerging diseases*, 58(4), 291-304.
- Azceem, A., Rashid, I., Hassan, M. M., Asad, M., Kaukab, G., Tehseen, A., & Aamir, S. (2020). 10. A review on foot and mouth disease in dairy animals, etiology, pathogenesis and clinical findings. *Pure and Applied Biology (PAB)*, 9(1), 821-832.
- Bayir, T., & Gürcan, I. (2022). Spatiotemporal Distributions of Foot and Mouth Disease Between 2010-2019 in Turkey. *Acta Veterinaria*, 72, 334-347. <https://doi.org/10.2478/acve-2022-0027>.
- Björnham, O., Sigg, R., & Burman, J. (2020). Multilevel model for airborne transmission of foot-and-mouth disease applied to Swedish livestock. *PLoS One*, 15(5), e0232489.
- Brown, E., Nelson, N., Gubbins, S., & Colenutt, C. (2022). Airborne transmission of foot-and-mouth disease virus: a review of past and present perspectives. *Viruses*, 14(5), 1009.
- Clavijo, A., & Kitching, P. (2003). The nature and diagnosis of foot-and-mouth disease. *Clinical Microbiology Newsletter*, 25(11), 81-88.
- Colenutt, C., Brown, E., Nelson, N., Paton, D. J., Eblé, P., Dekker, A., ... & Gubbins, S. (2020). Quantifying the transmission of foot-and-mouth disease virus in cattle via a contaminated environment. *MBio*, 11(4), 10-1128.

- Cottam, E. M., Thébaud, G., Wadsworth, J., Gloster, J., Mansley, L., Paton, D. J., ... & Haydon, D. T. (2008). Integrating genetic and epidemiological data to determine transmission pathways of foot-and-mouth disease virus. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 275(1637), 887-895.
- Cottam, E. M., Wadsworth, J., Shaw, A. E., Rowlands, R. J., Goatley, L., Maan, S., ... & Knowles, N. J. (2008). Transmission pathways of foot-and-mouth disease virus in the United Kingdom in 2007. *PLoS pathogens*, 4(4), e1000050.
- Dahiya, S. S., Subramaniam, S., Biswal, J. K., Das, B., Prusty, B. R., Ali, S. Z., ... & Singh, R. K. (2021). Genetic characterization of foot-and-mouth disease virus serotype O isolates collected during 2014–2018 revealed dominance of O/ME-SA/Ind2001c and the emergence of a novel lineage in India. *Transboundary and Emerging Diseases*, 68(6), 3498-3508.
- Dahiya, S., Punia, A., Choudhary, P., Sharma, N., Balhara, M., Dangi, M., & Chhillar, A. K. (2021). Diagnostic Tools for the Identification of Foot-and-Mouth Disease Virus. In *Advances in Animal Disease Diagnosis* (pp. 193-203). CRC Press.
- Diaz-San Segundo, F., Medina, G. N., Stenfeldt, C., Arzt, J., & de Los Santos, T. (2017). Foot-and-mouth disease vaccines. *Veterinary microbiology*, 206, 102-112.
- Elrashedy, A., Nayel, M., Salama, A., Zaghawa, A., El-Shabasy, R. M., & Hasan, M. E. (2025). Foot-and-mouth disease: genomic and proteomic structure, antigenic sites, serotype relationships, immune evasion, recent vaccine development strategies, and future perspectives. *Veterinary Research*, 56(1), 78.
- Esposito, S., & Principi, N. (2018). Hand, foot and mouth disease: current knowledge on clinical manifestations, epidemiology, aetiology and prevention. *European Journal of Clinical Microbiology & Infectious Diseases*, 37(3), 391-398.
- Fukai, K., Nishi, T., Morioka, K., Yamada, M., Yoshida, K., & Yamakawa, M. (2020). Horizontal transmission of foot-and-mouth disease virus O/JPN/2010 among different animal species by direct contact. *Transboundary and emerging diseases*, 67(1), 223-233.
- Grubman, M. J., & Baxt, B. (2004). Foot-and-mouth disease. *Clinical microbiology reviews*, 17(2), 465-493.
- İnce, Ö. B., Şevik, M., Şener, R., & Türk, T. (2024). Spatiotemporal analysis of foot and mouth disease outbreaks in cattle and small ruminants in Türkiye between 2010 and 2019. *Veterinary Research Communications*, 48(2), 923-939.

- Jamal, S. M., & Belsham, G. J. (2013). Foot-and-mouth disease: past, present and future. *Veterinary research*, 44(1), 116.
- Ji, H., Fan, H., Lu, P. X., Zhang, X. F., Ai, J., Shi, C., ... & Jin, Y. (2019). Surveillance for severe hand, foot, and mouth disease from 2009 to 2015 in Jiangsu province: epidemiology, etiology, and disease burden. *BMC Infectious Diseases*, 19(1), 79.
- Kabir, A., Ullah, K., Kamboh, A. A., Abubakar, M., Shafiq, M., & Wang, L. (2024). The pathogenesis of foot-and-mouth disease virus infection: how the virus escapes from immune recognition and elimination. *Arch Immunol Ther Exp*, 72(1310.2478).
- Knight-Jones, T. J. D., Bulut, A. N., Gubbins, S., Stärk, K. D. C., Pfeiffer, D. U., Sumption, K. J., & Paton, D. J. (2014). Retrospective evaluation of foot-and-mouth disease vaccine effectiveness in Turkey. *Vaccine*, 32(16), 1848-1855.
- Knight-Jones, T. J., & Rushton, J. (2013). The economic impacts of foot and mouth disease—What are they, how big are they and where do they occur?. *Preventive veterinary medicine*, 112(3-4), 161-173.
- Knight-Jones, T. J., Bulut, A. N., Gubbins, S., Stärk, K. D. C., Pfeiffer, D. U., Sumption, K. J., & Paton, D. J. (2015). Randomised field trial to evaluate serological response after foot-and-mouth disease vaccination in Turkey. *Vaccine*, 33(6), 805-811.
- Lee, B., Park, J., Gordon, P., Moore, J. E., & Richardson, H. W. (2012). Estimating the state-by-state economic impacts of a foot-and-mouth disease attack. *International Regional Science Review*, 35(1), 26-47.
- Li, D., Yang, W., Yang, F., Liu, H., Zhu, Z., Lian, K., ... & Shu, H. (2016). The VP3 structural protein of foot-and-mouth disease virus inhibits the IFN- β signaling pathway. *The FASEB Journal*, 30(5), 1757-1766.
- Li, K., Wang, C., Yang, F., Cao, W., Zhu, Z., & Zheng, H. (2021). Virus–host interactions in foot-and-mouth disease virus infection. *Frontiers in immunology*, 12, 571509.
- Manikandan, R., Gollapalli, S. K., Shreya, G., Basagoudanavar, S., Sreenivasa, B. P., Dubey, S., ... & Hosamani, M. (2025). Mapping novel antigenic determinants on foot-and-mouth disease virus serotype Asia 1 using neutralising monoclonal antibody resistant mutants. *Virology*, 604, 110421.
- Medina, G. N., Segundo, F. D. S., Stenfeldt, C., Arzt, J., & De Los Santos, T. (2018). The different tactics of foot-and-mouth disease virus to evade innate immunity. *Frontiers in microbiology*, 9, 2644.
- Moonen, P., & Schrijver, R. (2000). Carriers of foot-and-mouth disease virus: A review. *Veterinary Quarterly*, 22(4), 193-197.

- Parida, S. (2009). Vaccination against foot-and-mouth disease virus: strategies and effectiveness. *Expert review of vaccines*, 8(3), 347-365.
- Parlak, Ü., Özyörük, F., Knowles, N. J., Armstrong, R. M., Aktas, S., Alkan, F. E. R. A. Y., ... & Christensen, L. S. (2007). Characterisation of foot-and-mouth disease virus strains circulating in Turkey during 1996–2004. *Archives of virology*, 152(6), 1175-1185.
- Pendell, D. L., Leatherman, J., Schroeder, T. C., & Alward, G. S. (2007). The economic impacts of a foot-and-mouth disease outbreak: a regional analysis. *Journal of agricultural and applied economics*, 39(s1), 19-33.
- Peng, J., Yi, J., Yang, W., Ren, J., Wen, Y., Zheng, H., & Li, D. (2020). Advances in foot-and-mouth disease virus proteins regulating host innate immunity. *Frontiers in Microbiology*, 11, 2046.
- Premph, H., Smith, R., & Müller, B. (2001). Foot and mouth disease: the human consequences: The health consequences are slight, the economic ones huge. *Bmj*, 322(7286), 565-566.
- Rahman, A. U., Dhama, K., Ali, Q., Raza, M. A., Chaudhry, U., & Shabbir, M. Z. (2020). Foot and mouth disease in a wide range of wild hosts: a potential constraint in disease control efforts worldwide particularly in disease-endemic settings. *Acta Tropica*, 210, 105567.
- Rahman, M. A., Zereen, F., Rana, M. L., Hossain, M. G., Shimada, M., & Saha, S. (2025). Foot-and-mouth disease in Asia. *Virus Research*, 351, 199514.
- Rémond, M., Kaiser, C., & Lebreton, F. (2002). Diagnosis and screening of foot-and-mouth disease. *Comparative immunology, microbiology and infectious diseases*, 25(5-6), 309-320.
- Salt, J. (2019). Persistence of foot-and-mouth disease virus. In *Foot and Mouth Disease* (pp. 103-143). CRC Press.
- Sanchez, M., Romey, A., Lefebvre, D., Benfrid, S., Dufour, B., Durand, B., ... & Blaise-Boisseau, S. (2022). Foot-and-mouth disease virus: Transmission, pathogenesis, diagnosis, and monitoring. *Virologie*, 26(5), 355-373.
- Seeyo, K. B., Nishi, T., Kawaguchi, R., Ungvanijban, S., Udon, R., Fukai, K., ... & Rukkwamsuk, T. (2020). Evolution of antigenic and genetic characteristics of foot-and-mouth disease virus serotype A circulating in Thailand, 2007–2019. *Virus Research*, 290, 198166.
- Stenfeldt, C., Diaz-San Segundo, F., De Los Santos, T., Rodriguez, L. L., & Arzt, J. (2016). The pathogenesis of foot-and-mouth disease in pigs. *Frontiers in veterinary science*, 3, 41.
- Tarpol Temmuz 2025 Şap Raporu, <https://www.tarpol.org.tr/>
- Wittwer, G. (2024). The economic impacts of a hypothetical foot and mouth disease outbreak in Australia. *Australian Journal of Agricultural and Resource Economics*, 68(1), 23-43.

- Wong, C. L., Yong, C. Y., Ong, H. K., Ho, K. L., & Tan, W. S. (2020). Advances in the diagnosis of foot-and-mouth disease. *Frontiers in veterinary science*, 7, 477.
- Woodbury, E. L. (1995). A review of the possible mechanisms for the persistence of foot-and-mouth disease virus. *Epidemiology & Infection*, 114(1), 1-13.
- Yang, B., Zhang, X., Zhang, D., Hou, J., Xu, G., Sheng, C., ... & Liu, X. (2020). Molecular mechanisms of immune escape for foot-and-mouth disease virus. *Pathogens*, 9(9), 729.
- Zhu, J. J., Stenfeldt, C., Bishop, E. A., Canter, J. A., Eschbaumer, M., Rodriguez, L. L., & Arzt, J. (2020). Mechanisms of maintenance of foot-and-mouth disease virus persistence inferred from genes differentially expressed in nasopharyngeal epithelia of virus carriers and non-carriers. *Frontiers in veterinary science*, 7, 340.
- Есимбекова, Н. Б., Исмагамбетов, Б. М., & Ершебулов, З. Д. (2025). Ящур: Этиология, Патогенез, Профилактика И Меры Борьбы С Ним. Биобезопасность и Биотехнология, (21), 4-14.
- Лб, К., Бш, М., & Кб, Б. (2024). Ящур В Республике Казахстан: История И Стратегия Профилактики И Борьбы. *Eurasian Journal of Applied Biotechnology*, (3).