



LJAR

Lapseki Meslek Yüksekokulu Uygulamalı Bilimler Dergisi
https://ljar.dergi.comu.edu.tr

Islah ve Adaptasyon Perspektifinde Küçükbaş Hayvanlarda Alternatif Üreme Stratejileri

Alternative Reproductive Strategies in Small Ruminants from a Breeding and Adaptation Perspective

Çitem Gül AVUŞAR ^{1,*} , Aynur KONYALI ²

¹Ziraat Yüksek Mühendisi, ÇOMÜ, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü / Zootečni Anabilim Dalı, Yüksek Lisans

² Prof.Dr., ÇOMÜ, Ziraat Fakültesi, Zootečni Bölümü,

MAKALE BİLGİSİ

Derleme Makalesi

Geliş Tarihi: 02.10.2025

Kabul Tarihi: 28.11.2025

Anahtar Kelimeler:

Koyun

Keçi

Üreme Stratejileri

Sürdürülebilirlik

ÖZ

Küçükbaş hayvan yetiştiriciliği, gıda güvenliği, kırsal kalkınma ve iklim değişikliğine dayanıklı üretim sistemleri açısından önemli bir yere sahiptir. Ancak iklimsel stres faktörleri, yem kaynaklarındaki dalgalanmalar ve mevsimsel üreme sınırlamaları, koyun ve keçilerde üreme performansını olumsuz etkilemektedir. Bu nedenle alternatif üreme stratejilerinin geliştirilmesi ve uygulanması büyük önem taşımaktadır. Bu çalışmada küçükbaş hayvanlarda küresel iklim değişikliğinin üreme üzerine etkileri, biyoteknolojik yöntemler kapsamında östrus senkronizasyonu, yapay tohumlama, embriyo transferi, *in vitro* üretim teknikleri, klonlama ve genetik marker tabanlı seleksiyon uygulamaları değerlendirilmiştir. Ayrıca CRISPR/Cas9 tabanlı gen düzenleme, hastalıklara dirençli hatların geliştirilmesi ve iklime dayanıklı ırkların ıslahı gibi yeni nesil yaklaşımlar ele alınmıştır. Foliküler dinamiğe müdahale ve hormon uygulamaları, mevsim dışı üremenin sağlanmasında ve zamanlı tohumlama programlarının başarıya ulaşmasında kritik bir rol oynamaktadır. Bunun yanında besleme yöntemlerinin hem dişi hem de erkek fertilitesi üzerindeki etkileri, özellikle enerji-protein dengesi, mineral ve vitamin takviyeleri üzerinden tartışılmıştır. Yönetimsel ve çevresel adaptasyonun, sürü yönetimi, barınak koşulları, yerli ırkların korunması ve iklim stresine uyum bağlamında üreme performansını desteklediği vurgulanmıştır. Sonuç olarak küçükbaş hayvanlarda sürdürülebilir üretime yönelik stratejik öneriler sunmak amacıyla hazırlanan bu çalışmada; alternatif üreme stratejilerinin uygulanması yalnızca üretim verimliliğini artırmakla sınırlı kalmadığı, aynı zamanda genetik kaynakların korunması, iklim değişikliğine uyumun güçlendirilmesine ve sürdürülebilir hayvancılığın desteklenmesine yönelik kritik bir araç niteliğinde olduğu öne çıkmaktadır. Bu teknolojilerin uygulamaya entegrasyonu, kapsamlı alt yapı gereksinimleri ve toplumsal kabul ile yasal düzenlemelere bağlı olarak uzun vadeli bir süreci gerektirmektedir. Biyoteknolojik uygulamalara geçmeden önce yönetimsel ve çevresel adaptasyon konularına odaklanarak daha hızlı ve sürdürülebilir kazanımlar elde edilmesi hedeflenmelidir.

* Sorumlu yazar.

* citemgula@gmail.com

ARTICLE INFO

Review Article

Received 02.10.2025

Accepted: 28.11.2025

Keywords:

Sheep

Goat

Reproductive Strategies
Sustainability

ABSTRACT

Small ruminant production is important for food security, rural development and climate-resilient production systems. However, reproductive performance in sheep and goats is negatively affected by climatic stress factors, fluctuations in feed resources, and seasonal breeding constraints. Therefore, developing and implementing alternative breeding strategies is of great importance. This study examined the impact of global climate change on the reproduction of small ruminants, exploring biotechnological methods such as oestrus synchronisation, artificial insemination, embryo transfer, in vitro production techniques, cloning and genetic marker-based selection. Additionally, it addressed new generation approaches such as CRISPR/Cas9-based gene editing, developing disease-resistant lines and breeding climate-resistant breeds. Intervention in follicular dynamics and hormone applications play a critical role in achieving off-season reproduction and the success of timed insemination programmes. Furthermore, the impact of feeding methods on female and male fertility, particularly in terms of energy-protein balance, mineral and vitamin supplementation, was discussed. The importance of managerial and environmental adaptations in supporting reproductive performance in the context of herd management, housing conditions, conservation of native breeds and adaptation to climate stress was emphasised. In conclusion, this study offers strategic recommendations for the sustainable production of small ruminants and highlights that implementing alternative reproductive strategies not only increases production efficiency, but also serves as a critical tool for conserving genetic resources, strengthening adaptation to climate change and supporting sustainable livestock farming. Integrating these technologies into practice is a long-term process depending on comprehensive infrastructure requirements, social acceptance, and legal regulation.

GİRİŞ

Küçükbaş hayvan yetiştiriciliği birçok ülkede kırsal kalkınmanın desteklenmesiyle birlikte, hayvansal ürün kaynaklı protein ihtiyaçlarının karşılanması ve iklim koşullarına dayanıklı üretim sistemlerinin geliştirilmesi açısından önem arz etmektedir. Ancak son yıllarda yaşanan iklim değişikliğinin etkileri, çevresel stres faktörlerinin artışı, doğal kaynakların azalması ve üretim maliyetlerinin yükselmesi gibi nedenlerden kaynaklı, küçükbaş hayvanların üreme verimliliği ciddi risk altına girmektedir. Üreme, hayvansal üretimin temel belirleyicilerinden olmakla birlikte, çevresel değişkenlere duyarlı bir fizyolojik süreç göstermektedir. Bu süreçlerde özellikle sıcaklık stresi, mevsimsel anöstrus, yem kaynaklarındaki dalgalanmalar ve hastalıklara karşı dirençlerin azalması gibi faktörlerin, hayvanların üreme performansını doğrudan etkileyerek, verimde düşüşlerin ve ekonomik kayıpların yol açmasına neden olabilmektedir (Biswal ve ark., 2021). Konuya yönelik sorunların çözülebilmesi için küçükbaş hayvanlarda alternatif üreme sistemlerinin geliştirilmesi ve uygulanması ön plana çıkmaktadır. Alternatif üreme sistemlerinin arasında mevsim dışı üreme uygulamaları, hormon kullanılarak kızgınlıkların toplulaştırılması, yapay tohumlama, embriyo transferi bulunmaktadır. Bunların yanı sıra, genetik marker destekli seleksiyon ve adaptif ıslah stratejileri yer almaktadır. Bu yöntemler, geleneksel üreme sistemlerinin sınırlarını aşmakta ve hem genetik ıslah programlarının verimliliğini artırmakta hem de hayvanların çevresel koşullarda çevresel adaptasyon kapasitesini güçlendirmektedir (Abecia ve ark., 2012). Özellikle hormonal uygulamalar ve genetik seleksiyon temelli yaklaşımlar, küçükbaş hayvanlarda doğumların yıl içeresine yayılmasına, üreme sezonunun uzatılmasıyla birlikte nitelikli damızlıkların daha etkin kullanılmasına olanak sağlamaktadır (Forcada ve Abecia., 2006). Bu sayede üretim döngüsü daha öngörülebilir hale gelirken, iklimsel dalgalanmaların olumsuz etkileri de kısmen yok edilebilmektedir. Alternatif sistemlerin başarıyla uygulanması yalnızca teknik bilgi ve biyoteknolojik alt yapı ile sınırlı değildir. Aynı zamanda genetik yapılarının, çevresel stres faktörlerine karşı verdikleri fizyolojik tepkilerin ve lokal yetiştiricilik koşullarının da dikkate alınması gerekmektedir. Özellikle yerli ırklar genetik olarak bulundukları çevreye yüksek düzeyde adaptasyon gösterdikleri ve bu sayede ıslah stratejilerinin yerel koşullara uyumlu ve biyolojik çeşitliliği koruyucu nitelikte olması önemlidir. Alternatif üretim sistemlerinin yalnızca üretim verimliliğini artırma aracı olarak değil, aynı zamanda iklim değişikliğine uyum sağlama, genetik kaynakları koruma ve sürdürülebilir hayvancılığı destekleme stratejisi olarak ele alınması gereklidir (Sejian ve ark., 2018). Bu derleme çalışmasında küçükbaş hayvanlarda uygulanan alternatif üreme sistemlerinin genetik, ıslah ve çevresel adaptasyon perspektifinde kapsamlı bir şekilde ele alınacaktır. Literatür taraması dayalı yapılan bu değerlendirme ile hem mevcut uygulamaların etkinliği de gelecekte izlenebilecek yol haritaları tartışılacaktır. Bunların yanı sıra biyoteknolojik gelişmelerin bu sistemlerle entegrasyonu, yerli ırkların korunması ve üretim sistemlerine olan katkıları da değerlendirilerek, sürdürülebilir küçükbaş hayvancılığın desteklenmesine yönelik öneriler sunulacaktır.

1. KÜRESEL İKLİM DEĞİŞİKLİĞİNİN ÜREME ÖZELLİKLERİ ÜZERİNDEKİ ETKİSİ

Küresel iklim değişikliği küçükbaş hayvan yetiştiriciliği için ciddi bir tehdit oluşturmaktadır. Özellikle sıcaklık artışları ve düzensiz hava olaylarının meydana gelmesi, koyun ve keçilerde üreme verimlerinin olumsuz etkilemektedir. Sıcaklık stresi altındaki küçükbaş hayvanlarda performans bozulmaktadır. Bu stresin, düşük kaliteli meralarda yem mevcudiyetinin azalması gibi doğrudan veya dolaylı etkilerle koyun-keçi popülasyonunu savunmasız hale getirdiği de vurgulanmaktadır (Joy ve ark., 2020). Bu bağlamda, kızgınlık döngüsü uzunluğu, çiftleşme mevsimleri, gebe kalana kadar ki çiftleşme sayıları, gebelik oranları, yavru verimi ve doğum sezonunun zamanlamasında gecikme gibi üreme özellikleri belirgin şekilde gözlenmektedir. Sıcaklık stresi, koyun ve keçilerde kızgınlık döngülerini kısaltmakta ve kızgınlığın davranışsal belirtileri zayıflamaktadır. Sıcak yaz aylarında yüksek çevre sıcaklıkları, kızgınlık süresinin ve yoğunluğunun azalmasına neden olarak döl verimin de düşüşler meydana gelmektedir (Ben Moula ve ark., 2024). Bu etkiler biraz daha kapsamlı incelendiğinde dişilerde folikül boyutlarının küçüldüğü, oosit olgunlaşmasının azaldığı ve bunun gebe kalma oranını ve embriyo gelişimini olumsuz etkilediği belirtilmektedir (Mustefa ve ark., 2019). Aşırı sıcaklık stresine maruz kalan süt keçilerinin çok düşük üreme performansı gösterdiği belirtilmektedir (Fatet ve ark., 2011; Ribeiro ve ark., 2018). Sıcaklık stresinin sperm motilesini ve DNA bütünlüğünü olumsuz

etkilediği bilinmektedir (Rahman ve ark., 2018). Erkek hayvanlarda sıcaklık stresinin Sertoli ve Leyding hücrelerinin dejenerasyon sonucu spermatogenezi bozduğu belirtilmektedir (Chandra ve ark., 2015).

2. ALTERNATİF ÜREME STRATEJİLERİ

Küçükbaş hayvan yetiştiriciliği, küresel gıda ve lif üretimine alternatif önemli katkılarda bulunmaktadır. Artan dünya nüfusuna karşı bu ihtiyaçların karşılanmasında küçükbaş hayvan yetiştiriciliği, gelişmekte olan ülkelerde ekonomilerinde ve özellikle zorlu iklim koşullarına sahip olanlar için önemli bir role sahiptir. Küçükbaş hayvan yetiştiriciliği mevsime bağlılık özelliği göstermekte olup bu kısıtlayıcı özelliğin üstesinden gelebilmek ve genetik kazanımı artırmak için yardımcı üreme teknolojilerinin benimsenmesi gerekmektedir. Sürdürülebilir üretim ve ekonomik getiri elde edilmesi, alternatif üreme stratejileri sayesinde mümkündür. Bu stratejiler; üretilen mevsime bağlılığın ortadan kalkması, iklim değişikliğine uyum, genetik ıslah ve verimlilik artışının desteklenmesi, çevresel koşullar ile beslenme gereksinimlerinin adaptasyonu gibi konularda katkı sağlamaktadır. Bu bağlamda, küçükbaş hayvan yetiştiriciliğinde üretim verimliliğinin artmasına yönelik olarak geliştirilen alternatif üreme stratejileri, önemli bir çözüm alanı olarak öne çıkmaktadır. Aşağıda bu stratejiler ayrıntılı olarak ele alınacaktır.

Dişilerde alternatif üreme stratejileri bağlamında biyoteknolojik uygulamalar değerlendirildiğinde bu uygulamaların her birinin ayrı yöntemler olarak değerlendirildiğini ve en yaygın yöntemlerden biri hormonal uygulamalardır. Koyun ve keçilerde kızgınlıkların toplulaştırılması (östrus senkronizasyonu), sürüde belirli bir dönemde aynı anda çiftleşme ve doğumların gerçekleşmesini sağlar. Bu amaçla en sık kullanılan yöntemler, progesteron içeren süngerler, GnRH, PGF2α ve eCG uygulamalarıdır. Böylece hem iş gücü planlaması kolaylaşmakta hem de yapay tohumlama ve embriyo transferi gibi diğer biyoteknolojik uygulamalar için uygun zamanlama sağlanmaktadır (Abecia ve ark., 2012). Yapay tohumlama (AI), ise üstün genetik yapıya sahip koç veya tekelerin spermasının dondurularak veya taze olarak dişilere uygulanması esasına dayanır. Bu yöntemle genetik ilerleme hızlandırılabilir, hastalıkların bulaşma riski azaltılabilir ve mevsim dışı üreme programları desteklenebilir. Küçükbaşlarda yapay tohumlama işlemi, süt ve et verimini artırmak için alternatif bir biyoteknolojik yöntemdir (Menchaca ve Rubianes, 2004; Aydemir, 2020). Ülkemizde küçükbaş hayvan yetiştiriciliğinde kullanımı çok yaygın olmasa bile embriyo transferi (ET), genetik olarak üstün dişilerden elde edilen embriyoların, taşıyıcı dişilere aktarılması yöntemine dayanmaktadır. Bu yöntemle bir damızlıktan kısa sürede daha fazla yavru elde edilebilmekte ve üstün genotipler hızlı bir şekilde yaygınlaştırılabilmektedir. Özellikle mevsim dışı üreme stratejilerinde, embriyo transferi genetik ilerlemeyi hızlandıran bir biyoteknolojik araç ve yapı tohumlamadan sonradan ikinci nesil üreme teknolojisi olarak görülmektedir (Luo ve ark., 2019; Souza ve ark., 2019). İn vitro olgunlaştırma (IVM), laboratuvar koşullarında henüz olgunlaşmamış oositlerin (yumurta hücreleri) olgunlaştırılmasıdır. Bu yöntem, özellikle kesimhaneden elde edilen yumurtalık materyalinin değerlendirilmesiyle genetik kaynakların korunmasında önemli rol oynamaktadır. Küçükbaşlarda *in vitro* olgunlaştırma, ileri biyoteknolojik üreme tekniklerinin temel aşamasıdır. İn vitro dölleme (IVF) ise, laboratuvar ortamında oositlerin sperm ile döllenmesi işlemidir. Bu teknik sayesinde mevsim dışı veya kısıtlı üreme koşullarında genetik ilerleme sağlanabilmektedir. IVF hem saf hatların korunması hem de yeni genotiplerin geliştirilmesi açısından önemli görülmektedir (Sakaguchi, K., 2025). Klonlama, somatik hücre çekirdek transferi (SCNT) ile genetik olarak aynı bireylerin üretilmesi yöntemidir. Koyunlarda ilk kez Dolly isimli birey ile başarılı bir şekilde uygulanmıştır. Küçükbaş hayvan yetiştiriciliğinde klonlama henüz yaygın ticari kullanımı olmamasına rağmen gelecek yıllarda genetik kaynakların korunması, nadir hatların çoğaltılması ve biyomedikal araştırmalar açısından potansiyel taşıdığı belirtilmektedir (Wilmot ve ark., 1997; Chen ve ark., 2025). Moleküler biyoteknolojinin ilerlemesiyle birlikte, üreme ve verim özellikleriyle ilişkili gen bölgeleri (QTL, SNP vb.) belirlenebilmekte ve bu markerlar seleksiyonda kullanılmaktadır. Bu yaklaşım, mevsim dışı üreme kapasitesi, döl verimi ve yavru yaşama gücü gibi özelliklerde genetik ilerlemeyi hızlandırdığı (Dekkers, 2004; Banos ve ark., 2019).

Erkek hayvanlar üzerinde değerlendirildiğinde ise biyoteknolojik kısıtlı olmasına rağmen arama koçu/tekesi kullanımı, sürüde kızgınlıkların tespitini kolaylaştırarak yapay tohumlama ve östrus senkronizasyonu programlarının başarısını artırır. Bu yöntem, dişilerin kızgınlık davranışlarını daha doğru şekilde belirlemek

ile dişi ve erkek hayvanlarda cinsel aktivitenin uyarılması için kullanılan yaygın bir yöntemdir (Ungerfeld ve Rubianes, 2002; Abecia ve ark., 2024). Fotoperiyot manipülasyonu ve karanlık uygulaması, mevsimsel poliöstrik türler olan koyun ve keçilerde gün uzunluğunun etkisini değiştirerek mevsim dışı üremenin sağlanmasına olanak tanır. Yapay ışıklandırma veya karanlık uygulamaları, östrus aktivitesini başarıyla uyarabilmektedir (Delgadillo ve ark., 2009). Libido testleri ve eşeyssel performans sınıflamaları, damızlık erkeklerin çiftleşme kapasitesini, dişi arama davranışlarını ve sperma kalitesiyle ilişkili özelliklerini değerlendirmek amacıyla yapılmaktadır. Bu testler, damızlık seçiminde önemli bir kriter olarak kullanılmaktadır (Mellado ve ark., 2006). Sürüde düşük kaliteli damızlıkların ayıklanması, genetik ilerlemenin sağlanmasında kritik önemdedir. Zayıf fertiliteye sahip koç veya tekelerin sistematik olarak sürüden uzaklaştırılması, üreme verimliliğini artırmaktadır (Walkden-Brown ve ark., 1999). Üreme başarısında sperma kalitesi temel bir belirleyicidir. Spermanın motilite, morfoloji ve canlılık değerleri, doğrudan döl tutma oranlarını etkilemektedir (Salamon ve Maxwell, 2000). Bu bağlamda sperma sulandırıcılarının geliştirilmesi, spermanın soğutulmuş veya dondurularak uzun süre saklanmasına ve uluslararası düzeyde kullanılmasına olanak tanımaktadır (Maxwell ve Watson, 1996).

Tüm bu bahsedilen biyoteknolojik yöntemlerden önce değerlendirilmesi gereken konu, adaptif ıslah, sadece yüksek verim değil, aynı zamanda çevresel koşullara uyum sağlayabilen bireylerin seçimini içerir. İklim değişikliği, sıcaklık stresi ve yem kaynaklarındaki dalgalanmalar göz önünde bulundurulduğunda, çevresel uyum kapasitesine sahip bireylerin yetiştiriciliğe kazandırılması sürdürülebilirlik açısından kritik önemdedir. Bu yaklaşım, fenotipik performans ile genetik adaptasyonun birlikte değerlendirilmesi esasına dayanır.

2.1 Genetik Adaptasyon ve Alternatif Üreme Stratejileri

Küçükbaş hayvan yetiştiriciliğinde son yıllarda biyoteknoloji tabanlı yeni yaklaşımlar üreme ve ıslah programlarında önemli katkılar sağlamaktadır. CRISPR/Cas9 teknolojisi, gen düzenleme alanında devrim niteliğinde bir yöntem olarak öne çıkmaktadır. Bu teknikle hedef gen bölgelerinde nokta mutasyonlar veya gen silme/ekleme işlemleri yapılabilen, böylece hem üretim verimini artıran hem de çevresel adaptasyonu geliştiren genetik düzenlemeler mümkün hale gelmektedir (Whitworth ve Prather, 2017). Küçükbaşlarda CRISPR uygulamaları henüz sınırlı olsa da kas gelişimi, üreme özellikleri ve hastalık direncine yönelik çalışmalar umut verici sonuçlar ortaya koyabileceği söylenebilir.

Üretimde sürdürülebilirliği destekleyen diğer bir strateji, hastalıklara dirençli genetik hatların geliştirilmesidir. Moleküler genetik ve marker tabanlı seleksiyon yöntemleri sayesinde paraziter enfeksiyonlara (ör. gastrointestinal nematodlar) ve viral/bakteriyel hastalıklara karşı dirençli bireyler seçilebilmektedir. Örneğin, MHC gen bölgesiyle ilişkili polimorfizmler, koyunlarda iç parazit direncinde önemli bulunmuştur (McRae ve ark., 2014). Bu sayede ilaç kullanımının azaltılması ve hayvan refahının iyileştirilmesi mümkün olmaktadır. Son olarak, iklime dayanıklı ırkların ıslahı, küresel iklim değişikliğinin etkileri altında giderek daha fazla önem kazanmaktadır. Sıcaklık stresine dayanıklı, yem kaynaklarının sınırlı olduğu koşullarda yüksek adaptasyon yeteneği gösteren yerli ırkların genetik özelliklerinin korunması ve modern biyoteknolojik yöntemlerle desteklenmesi kritik görülmektedir (Hoffmann, 2010). Bu yaklaşım, hem üretim sürekliliğini güvence altına almakta hem de sürdürülebilir dengeyi korumaya katkı sağlamaktadır.

Tablo1. Farklı Koyun ve Keçi Irklarında Çeşitli Adaptasyon Parametreleri ve Verim Özellikleri

Tür	İrk	Dayanıklı olduğu iklim	Öne çıkan adaptasyon özellikleri	Verim özellikleri	Kaynak
Keçi	Kıl Keçisi	Sıcak ve kurak bölgeler	-Sıcağa Dayanıklı, Düşük Su İhtiyacı -Engibeli ve Kurak Alanlarda Yem Bulma Kabiliyeti Yüksek.	-Et Verimi Yüksek, Düşük Süt Verimi	Koluman ve ark., 2016.
Koyun	Damani	Yarı kurak ve Tropikal bölgelerde	-Aşırı Sıcak ve Nemli İklimde Uygun	-Orta Seviyede Et ve Yapağı Verimi	Jamil ve ark., 2023.
Keçi	Barbari	Kurak ve sıcak bölgelerde	-Yüksek Sıcaklık Toleransı -Çoğuz Doğum Oranı Yüksek	-Süt ve Et Üretim Kapasitesi Orta Düzeyde	Umaraw ve ark., 2018.
Koyun	Dorper	Kurak ve savan iklim koşulları	-Aşırı Sıcak ve Yem Kıtlığına Dayanıklı -Hızlı Gelişim ve Adaptasyon Yeteneği	-Yüksek Et Verimi, Düşük Yapağı Verimi	Zonabend ve ark., 2016.
Keçi	Sahel	Çöl ve kurak bölgeler	-Yüksek Sıcaklıkta Hayatta Kalabilme, Düşük Su İhtiyacı, -Zayıf Meralarda Beslenebilir.	-Düşük Süt Verimi, Yüksek Et Verimi	Habibu ve ark., 2017.
Koyun	İvesi	Kurak ve yarı kurak bölgeler	-Yüksek Sıcaklıklarda Süt Verimi Devam Eder	Yüksek Süt Verimi ve Orta Düzeyde Et Verimi	Epstein,H., 1982.
Koyun	Merinos	Ilıman ve kurak bölgeler	Soğuk ve Sıcak İklimlere Adaptasyonu İyi -Stres Toleransı Yüksek	Yüksek Yapağı ve Et Verimi	Ceccobelli ve ark., 2023. Koyuncu, 2024.
Keçi	Red Sokoloto	Tropikal ve kurak bölgeler	-Yetersiz Besleme Koşullarına Hayatta Kalabilir -Yüksek Sıcaklıklara Dayanıklı	-Deri ve Et Üretimi Yüksek -Süt Verimi Düşük	Adetunmbi, T., 2024.

2.2 Foliküler Dinamiğe Müdahale ve Hormon Uygulamaları

Koyun ve keçilerde üreme fizyolojisinin temelini ovaryum foliküler dinamiği oluşturur. Foliküller dalga şeklinde gelişmekte, her dalga içinde baskın bir folikül seçilmekte ve bu folikül östrusu ile ovulasyonu belirlemektedir. Ancak küçükbaşlarda mevsimsel anöstrus dönemi ve foliküler gelişimdeki düzensizlikler, üreme verimliliğinde önemli kısıtlamalara yol açmaktadır (Ginther ve ark., 2001). Bu nedenle foliküler dinamiğe müdahale eden hormon uygulamaları, kontrollü üreme programlarının temelini oluşturmaktadır. Progesteron içeren vajinal süngerler (MAP, FGA) veya CIDR implantları, foliküler gelişimi baskılayarak

dişilerde senkronize bir östrus dönemi oluşturur. Sünger çıkarıldıktan sonra GnRH veya eCG uygulaması ile folikül gelişimi uyarılır ve ovulasyon senkronize edilir (Abecia et al., 2012). Bu yöntem, yapay tohumlama ve embriyo transferi programlarında başarıyı artırmaktadır. PGF2 α enjeksiyonları, luteal fazdaki fonksiyonel korpus lutrumun regresyonunu sağlar. Böylece foliküler gelişim yeniden başlar ve östrus indüklenir. Çift enjeksiyon protokolleri, sürüde östrus senkronizasyonunun daha güvenilir şekilde sağlanmasında yaygın olarak kullanılmaktadır (Hamedd ve ark., 2021). GnRH uygulamaları, hipotalamo-hipofizer aks üzerinden LH salınımını tetikleyerek baskın folikülün ovulasyonunu uyarır. Bu yaklaşım, yapay tohumlama ve zamanlı embriyo transferi için uygun bir çerçeve sunar. eCG, FSH benzeri etkisi sayesinde küçükbaşlarda folikül gelişimini uyarır ve ovulasyon oranını artırır. Özellikle anöstrus döneminde senkronizasyon protokollerinde yaygın kullanılmaktadır. Bununla birlikte, son yıllarda eCG kullanımına yönelik hayvan refahı ve sürdürülebilirlik tartışmaları nedeniyle alternatif gonadotropinlere yönelim de artmıştır (Menchaca ve ark., 2017). Embriyo transferi ve süperovulasyon çalışmalarında FSH uygulamaları, aynı anda birden fazla baskın folikülün gelişimini sağlar. Foliküler dinamiğe müdahale, küçükbaşlarda alternatif üreme stratejilerinin başarısını doğrudan etkileyen bir faktördür. Progestagen, PGF2 α , GnRH, eCG ve FSH gibi hormon uygulamaları, foliküler dalgaların kontrol altına alınmasını, ovulasyonun zamanlanmasını ve senkronizasyonun sağlanmasını mümkün kılmaktadır. Bu yöntemler sayesinde mevsim dışı üreme programları, yapay tohumlama, embriyo transferi ve genetik ilerleme çok daha etkin bir şekilde yürütülebilmektedir.

2.3 Besleme Yöntemlerinin Üreme Özelliklerine Etkisi

Besleme stratejileri, koyun ve keçilerde üreme performansının düzenlenmesinde temel belirleyicilerden biridir. Sıcaklık stresi, yem tüketiminin ve süt veriminin azalmasının yanında üreme performansının düşmesine ve hastalıklara duyarlılığın azalmasına neden olduğu belirtilmektedir (Sikiru ve ark., 2023). Enerji, protein, vitamin ve mineral düzeyleri doğrudan üreme fizyolojisini etkilemektedir (Scaramuzzi ve ark., 2006). Küçükbaşlarda en çok bilinen uygulamalardan biri flushing yöntemidir. Çiftleşmeden birkaç hafta önce enerji ve protein düzeyi yüksek rasyonlarla yapılan bu besleme uygulaması, ovulasyon oranını artırmakta, embriyo yaşama gücünü iyileştirmekte ve çoğul gebelik oranlarını yükseltmekte kullanılan besleme uygulamasıdır (Abecia et al., 2012). Yetersiz enerji alımı ise östrus sikluslarının düzensizleşmesine, embriyo kayıplarına ve düşük doğum oranlarına yol açmaktadır (Rhind, 1992). Mineraller de dişi üreme fonksiyonlarında kritik rol oynar. Özellikle selenyum ve çinko eksikliği embriyo ölümlerini artırmakta, fosfor ve kalsiyum dengesi ise östrus davranışlarını etkilemektedir (Öziş ve ark., 2025). Ayrıca, yüksek düzeyde metabolik stres yaratan negatif enerji dengesi, süt keçilerinde döl tutma oranlarını düşürmektedir. Erkeklerde besleme, özellikle spermatogenez ve libido üzerinde belirleyici etkiye sahiptir. Enerji yetersizliği sperm motilitesini ve yoğunluğunu azaltırken, aşırı enerji alımı obeziteye bağlı testiküler bozukluklara yol açabilmektedir (Martin ve ark., 2004). Protein düzeyi ise semen kalitesi ile doğrudan ilişkilidir; yetersiz protein sperma hacmini ve canlılığını düşürürken, optimum düzeyde protein kaliteli spermatogenez desteklemektedir. Mineral ve vitamin desteği de erkek fertilitesi için önemlidir. Çinko ve selenyum, spermatozoa membran bütünlüğü ve motilitesi için kritik elementlerdir (Underwood ve Suttle, 1999). A, E ve C vitaminleri, antioksidan özellikleri sayesinde sperma hücrelerini oksidatif strese karşı koruyarak dölleme kapasitesini artırmaktadır (Baiomy ve ark., 2009).

3. YÖNETİMSEL ve ÇEVRESEL ADAPTASYON

Küçükbaş hayvan yetiştiriciliğinde üreme başarısını belirleyen yalnızca genetik ve biyoteknolojik faktörler değildir; aynı zamanda yönetimsel uygulamalar ve çevresel koşullara uyum da kritik rol oynamaktadır. Tablo 1'de farklı koyun ve keçi ırklarında verim ve adaptasyon özelliklerine ilişkin bildirişler özetlenmiştir. Yönetimsel adaptasyon, hayvanların ihtiyaçlarına uygun bakım, besleme ve barınak koşullarının sağlanması anlamına gelirken, çevresel adaptasyon ise hayvanların değişen iklim koşullarına ve bölgesel ekolojik faktörlere uyumunun desteklenmesini kapsamaktadır. Sürü yönetimi, düzenli, denetimi, kızgınlık tespitinde arama koçu/tekesi kullanımı ve planlı çiftleştirme uygulamaları, döl verimini artırmaktadır. Barınak ve refah konusu hayvansal üretimde göz ardı edilmemelidir. Zira en başta düşünülmesi gereken bir konu olup, yeterli

havalandırma, aşırı sıcak veya soğuktan korunma ve stres faktörlerinin azaltılması, üreme hormonlarının normal seyrini desteklemeye yardımcı olacaktır. Sağlık koruma uygulamalarında parazit kontrolü, aşılama ve hastalıkların erken teşhisi, fertilité kayıplarını önlemekle birlikte, sürünün sağlığını koruyarak hem gelecek generasyonun hem de eldeki hayvan potansiyeli doğru bir şekilde değerlendirilebilir. Bu bağlamda kayıt tutmanın önemi ve özellikle küçükbaş hayvan yetirciliği için veri yönetim sistemleri geliştirilmesi gerektiği üretim sistemi özelliğindeki konular arasında başta gelmektedir (Daskiran ve ark., 2018). İklim değışikliğinin etkisiyle artan sıcaklıklar hem dişi hem de erkek fertilitésini olumsuz etkileyebilmektedir. Gölge alanların sağlanması, sulama imkanlarının artırılması ve uygun barınak düzenlemeleri ile sıcaklık stresine karşı adaptasyon sağlanabilir (Sejian ve ark., 2018). Yerli ve adaptasyon yeteneği yüksek ırkların yetiştiriciliğe kazandırılması hem iklimsel değışimlere hem de yem kaynaklarının dalgalanmalarına karşı dayanıklılık sağlar. Sürdürülebilir üretim uygulamalarından bir diğeri ise otlatma planlaması, mera yönetimi ve sürdürülebilir çevreye zarar vermeyen koruyan yaklaşımlar hem çevresel dengeyi korumakta hem de hayvanların doğal davranışlarını destekleyerek üreme sağlığını iyileştirmektedir. Özellikle son yıllarda artan iklim krizi nedeniyle su kaynaklarına erişiminin azalmasıyla birlikte hayvancılıkta su ve toprak korunmasının iyi planlanıp uygulanması gerekmektedir. Bu bağlamda kuraklığa dayanıklı yem bitkilerinin ekimi, su yönetiminin optimize edilmesi ve bütünleşmiş çiftlik sistemleri, çevresel adaptasyonu güçlendirmelidir.

Sonuç ve Öneriler

Bu çalışma, küçükbaş hayvancılığın sürdürülebilir ıslahı ve çevresel adaptasyona dayalı alternatif üreme stratejilerinin kritik rolünü ortaya koymaktadır. Türkiye’de küçükbaş hayvancılığın büyük oranda küçük aile işletmeleri tarafından yürütülmesi, yüksek maliyetli biyoteknolojik uygulamaların yaygın kullanılabilirliğini kısıtlamaktadır. Bu nedenle, kısa ve orta vadede öncelik düşük maliyetli ve yüksek geri dönüşümlü besleme stratejileri ve yönetsel iyileştirmeler olmalıdır. Ülkemiz küçükbaş hayvan yetiştiriciliğinde, kontrolsüz melezlemelerin önlenmesi, düzenli kayıt sistemlerinin oluşturulması ve erkeklerin sürü içinde kalış sürelerinin sınırlandırılması gibi yönetsel düzenlemeler büyük önem taşımaktadır.

Bunun yanı sıra, kızgınlıkların toplulaştırılması ve yapay tohumlama gibi biyoteknolojik yöntemler; yerli ırklarımızın genetik ilerlemesini hızlandırmak ve üremenin mevsime bağlı kısıtlamalarını aşmak açısından etkili ve en uygulanabilir stratejiler arasında yer alabilir. İleriye yönelik değerlendirmelerde, genomik seleksiyonun yerli ırklarımızın adaptasyon yeteneğini koruyarak verimi artırma potansiyeli sunması, sürdürülebilir üretim açısından stratejik bir avantaj sunmaktadır.

Özellikle iklim değışikliğinin etkilerinin belirginleştiği dönemlerde, sürdürülebilirlik hedeflerine ulaşmada genetik teknolojilerin rolü giderek daha da önem arz etmektedir. CRISPR/Cas9 gibi gen düzenleme teknolojileri halihazırda bir araştırma konusu olmakla birlikte, Türkiye’nin biyogüvenlik ve gıda güvenliği alanındaki uzun vadeli hedeflerine katkı sağlayacak bir potansiyele sahiptir. Ancak bu teknolojilerin uygulamaya entegrasyonu, kapsamlı alt yapı gereksinimleri ve toplumsal kabul ile yasal düzenlemelere bağlı olarak uzun vadeli bir süreci gerektirmektedir. Bu bağlamda, etik tartışmalar ve mevzuat geliştirme süreçleri gelecekteki en önemli gündem başlıkları arasında yer alacaktır.

EXTENDED SUMMARY

Introduction

Small ruminant farming is important in many countries for supporting rural development, meeting protein needs from animal products, and developing production systems that are resilient to climate conditions. However, in recent years, the effects of climate change, increased environmental stress factors, depletion of natural resources, and rising production costs have seriously jeopardized the reproductive efficiency of small ruminants. Reproduction is one of the key determinants of animal production, but it is also a physiological process that is sensitive to environmental variables. Factors such as heat stress, seasonal anestrus, fluctuations in feed resources, and reduced resistance to disease can directly affect the reproductive performance of animals, leading to declines in yield and economic losses. It is important that local breeds show a high level of genetic adaptation to their environment, and that breeding strategies are therefore compatible with local conditions and preserve biological diversity. Alternative production systems should be considered not only as a means of increasing production efficiency but also as a strategy for adapting to climate change, conserving genetic resources, and supporting sustainable animal husbandry.

Methods

This review will comprehensively address alternative breeding systems applied in small ruminants from the perspectives of genetics, breeding, and environmental adaptation. Based on a literature review, this assessment will discuss both the effectiveness of current practices and possible roadmaps for the future. In addition, by evaluating the integration of biotechnological developments with these systems, the conservation of native breeds, and their contribution to production systems, recommendations have been made to support sustainable small ruminant livestock farming.

Discussion and Conclusions

This study emphasises the vital importance of sustainable breeding and alternative reproductive strategies based on environmental adaptation in small ruminant livestock farming. The widespread use of high-cost biotechnological applications is limited by the fact that small ruminant livestock farming in Turkey is largely carried out by small family farms. Therefore, low-cost, high-return feeding strategies and management improvements should be prioritised in the short and medium term. In small ruminant breeding in Turkey, management regulations such as preventing uncontrolled crossbreeding, establishing regular recording systems and limiting the length of time males remain in the herd are very important.

Additionally, biotechnological methods such as heat synchronisation and artificial insemination are among the most effective and applicable strategies for accelerating the genetic progress of our native breeds and overcoming seasonal constraints on reproduction. Forward-looking assessments suggest that genomic selection offers a strategic advantage for sustainable production, preserving the adaptive capacity of our native breeds while offering the potential to increase yield.

In times when the effects of climate change are becoming more pronounced, the role of genetic technologies in achieving sustainability goals is becoming increasingly important. Gene editing technologies such as CRISPR/Cas9 are currently being researched and could contribute to Turkey's long-term biosafety and food safety goals. However, integrating these technologies into practice is a long-term process that depends on comprehensive infrastructure requirements, social acceptance and legal regulations. In this context, ethical debates and regulatory development processes will be among the most important agenda items in the future.

KAYNAKÇA

- Abecia, J. A., Chemineau, P., & Delgadillo, J. A. (2024). Advances in photoperiodic and bio-stimulations of seasonal reproduction in small ruminants. *Small Ruminant Research*, 235, 107286.
- Abecia, J. A., Forcada, F., & González-Bulnes, A. (2012). Hormonal control of reproduction in small ruminants. *Animal reproduction science*, 130(3-4), 173-179.
- Adetunmbi, T. (2024). Regression Analysis of Physiological Responses of Red Sokoto and West African Dwarf Goats to Heat Stress. *Trends in Agricultural Sciences*, 3(2), 194-201. <https://doi.org/10.17311/tas.2024.194.201>
- Aydemir, Ş. (2020). Trans-Cervical Insemination with Deep Frozen Ram Semen in Karayaka Sheep. *Black Sea Journal of Agriculture*, 3(2), 135-138.
- Baiomy, A. A., Mohamed, A. E. A., & Mottelib, A. A. (2009). Effect of dietary selenium and vitamin E supplementation on productive and reproductive performance in rams. *Journal of Veterinary Medical Research*, 19(1), 39-43.
- Banos, G., Clark, E. L., Bush, S. J., Dutta, P., Bramis, G., Arsenos, G., ... & Psifidi, A. (2019). Genetic and genomic analyses underpin the feasibility of concomitant genetic improvement of milk yield and mastitis resistance in dairy sheep. *PLoS One*, 14(11), e0214346.
- Ben Moula, A., Kchikich, A., Chentouf, M., Hamdache, A., Bouraada, K., Essafi, M., & Ezziyyani, M. (2024). Climate change impacts on sheep and goat production and reproduction. *Journal of Central European Agriculture*, 25(4), 910-918.
- Biswal, J., Vijayalakshmy, K., & Rahman, H. (2021). Impact of climate change on small ruminants production: a review. *Appro Poult Dairy & Vet Sci*, 8(1), 10-31031.
- Ceccobelli, S., Landi, V., Senczuk, G., Mastrangelo, S., Sardina, M. T., Ben-Jemaa, S., ... & Pilla, F. (2023). A comprehensive analysis of the genetic diversity and environmental adaptability in worldwide Merino and Merino-derived sheep breeds. *Genetics selection evolution*, 55(1), 24.
- Chandra, V., Sejian, V., & Sharma, G. T. (2015). Strategies to improve livestock reproduction under the changing climate scenario. In *Climate change impact on livestock: adaptation and mitigation* (pp. 425-439). New Delhi: Springer India.
- Chen, Y. N., Cui, Y. Z., Chen, X. R., Wang, J. Y., Li, B. Z., & Yuan, Y. J. (2025). Direct cloning strategies for large genomic fragments: A review. *Biotechnology Advances*, 79, 108494.
- Daskiran, I., Savas, T., Koyuncu, M., Koluman, N., Keskin, M., Esenbuga, N., ... & Bingöl, M. (2018). Goat production systems of Turkey: Nomadic to industrial. *Small Ruminant Research*, 163, 15-20.
- Dekkers, J. C. (2004). Commercial application of marker-and gene-assisted selection in livestock: strategies and lessons. *Journal of animal science*, 82(suppl_13), E313-E328.
- Delgadillo, J. A., Fitz-Rodríguez, G., Duarte, G., Véliz, F. G., Carrillo, E., Flores, J. A., ... & Malpaux, B. (2004). Management of photoperiod to control caprine reproduction in the subtropics. *Reproduction, Fertility and Development*, 16(4), 471-478.
- Epstein, H. (1982). Awassi sheep. *World Anim. Rev*, 44, 9-18.
- Fatet, A., Pellicer-Rubio, M. T., & Leboeuf, B. (2011). Reproductive cycle of goats. *Animal reproduction science*, 124(3-4), 211-219.
- Forcada, F., & Abecia, J. A. (2006). The effect of nutrition on the seasonality of reproduction in ewes. *Reproduction Nutrition Development*, 46(4), 355-365.
- Ginther, O. J., Beg, M. A., Bergfelt, D. R., Donadeu, F. X., & Kot, K. (2001). Follicle selection in monovular species. *Biology of reproduction*, 65(3), 638-647.
- Habibu, B., Kawu, M. U., Aluwong, T., & Makun, H. J. (2017). Influence of seasonal changes on physiological variables, haematology and serum thyroid hormones profile in male Red Sokoto and Sahel goats. *Journal of Applied animal research*, 45(1), 508-516.

- Hameed, N., Khan, M. I. U. R., Zubair, M., & Andrabi, S. M. H. (2021). Approaches of estrous synchronization in sheep: developments during the last two decades: a review. *Tropical animal health and production*, 53(5), 485.
- Hoffmann, I. (2010). Climate change and the characterization, breeding and conservation of animal genetic resources. *Animal genetics*, 41, 32-46.
- Jamil, M., Saleem, A., Razzaq, A., Ahmed, N., Ahsan, M. F., Ur Rehman, M., ... & Ameen, A. (2023). A short communication on exploring the rearing, breeding, and future outlook of Damani sheep in Pakistan. *Journal of Bioresource Management*, 10(3), 7.
- Joy, A., Dunshea, F. R., Leury, B. J., Clarke, I. J., DiGiacomo, K., & Chauhan, S. S. (2020). Resilience of small ruminants to climate change and increased environmental temperature: A review. *Animals*, 10(5), 867.
- Koluman, N.; Boga, M.; Silanikove, N.; Gorgulu, M. Performance and Eating Behaviour of Crossbred Goats in Mediterranean Climate of Turkey. *Rev. Bras. Zootech.* 2016, 45, 768–772.
- Koyuncu, M. (2017). Küresel İklim Değişikliği ve Hayvancılık. *Selcuk Journal of Agriculture & Food Sciences/Selcuk Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 31(2).
- Koyuncu, M. (2024). Merinos Koyunu ve Yapağısı. *Journal of Animal Production*, 65(1), 88-99.
- Luo, J., Wang, W., & Sun, S. (2019). Research advances in reproduction for dairy goats. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 32(8 Suppl), 1284.
- Martin, G. B., Rodger, J., & Blache, D. (2004). Nutritional and environmental effects on reproduction in small ruminants. *Reproduction, Fertility and development*, 16(4), 491-501.
- Maxwell, W. M. C., & Watson, P. F. (1996). Recent progress in the preservation of ram semen. *Animal Reproduction Science*, 42(1-4), 55-65.
- McRae, K. M., Stear, M. J., Good, B., & Keane, O. M. (2015). The host immune response to gastrointestinal nematode infection in sheep. *Parasite immunology*, 37(12), 605-613.
- Mellado, M., Valdez, R., Garcia, J. E., López, R., & Rodriguez, A. (2006). Factors affecting the reproductive performance of goats under intensive conditions in a hot arid environment. *Small Ruminant Research*, 63(1-2), 110-118.
- Menchaca, A., Neto, C. D. S., & Cuadro, F. (2017). Estrous synchronization treatments in sheep: Brief update. *Rev Bras Reprod Anim*, 41(1), 340-344.
- Mustefa, A., Banerjee, S., Gizaw, S., Taye, M., Getachew, T., Areaya, A., ... & Besufekad, S. (2019). Reproduction and survival analysis of Boer and their crosses with Central Highland goats in Ethiopia. *Development*, 31(10).
- Öziş Altınçekiç, Ş., Koyuncu, M., Duru, S., & Canbolat, Ö. (2025). Effects of Multivitamin, Vitamin E/Selenium and Prostaglandin Injections on Reproductive Performance in Kıvrıkcık Ewes. *Journal of Animal Production/Hayvansal Üretim*, 66(1).
- Rahman, M. B., Schellander, K., Luceno, N. L., & Van Soom, A. (2018). Heat stress responses in spermatozoa: Mechanisms and consequences for cattle fertility. *Theriogenology*, 113, 102-112.
- Rhind, S. M. (1992). Nutrition: its effects on reproductive performance and its hormonal control in female sheep and goats. *Progress in sheep and goat research.*, 25-51 ref. 130
- Ribeiro, N. L., Germano Costa, R., Pimenta Filho, E. C., Ribeiro, M. N., & Bozzi, R. (2018). Effects of the dry and the rainy season on endocrine and physiologic profiles of goats in the Brazilian semi-arid region. *Italian Journal of Animal Science*, 17(2), 454-461.
- Sakaguchi, K. (2025). Optimization of ovum pick-up-in vitro fertilization and in vitro growth of immature oocytes in ruminants. *Journal of Reproduction and Development*, 71(1), 1-9.
- Salamon, S., ve Maxwell, W. M. C. (2000). Storage of ram semen. *Animal reproduction science*, 62(1-3), 77-111.
- Scaramuzzi, R. J., Campbell, B. K., Downing, J. A., Kendall, N. R., Khalid, M., Muñoz-Gutiérrez, M., & Somchit, A. (2006). A review of the effects of supplementary nutrition in the ewe on the concentrations

- of reproductive and metabolic hormones and the mechanisms that regulate folliculogenesis and ovulation rate. *Reproduction Nutrition Development*, 46(4), 339-354.
- Sejian, V., Bhatta, R., Gaughan, J. B., Dunshea, F. R., & Lacetera, N. (2018). Adaptation of animals to heat stress. *Animal*, 12(s2), s431-s444.
- Sikiru, A. B., Velayyudhan, S. M., Nair, M. R. R., Veerasamy, S., & Makinde, J. O. (2023). Sustaining livestock production under the changing climate: Africa scenario for Nigeria resilience and adaptation actions. In *Climate change impacts on Nigeria: Environment and sustainable development* (pp. 233-259). Cham: Springer International Publishing.
- Souza-Fabjan, J. M. G., Batista, R. I. T., Freitas, V. J. F., & Mermillod, P. (2019). in vitro culture of embryos from LOPU-derived goat oocytes. In *Comparative Embryo Culture: Methods and Protocols* (pp. 141-153). New York, NY: Springer New York.
- Umaraw, P., Verma, A. K., & Kumar, P. (2018). Barbari goats: current status. In *Sustainable Goat Production in Adverse Environments: Volume II: Local Goat Breeds* (pp. 29-40). Cham: Springer International Publishing.
- Underwood, E. J., & Suttle, N. F. (1999). The mineral nutrition of livestock. CABI Publishing, CAB International, Wallingford, 614 pp.,
- Ungerfeld, R., & Rubianes, E. (2002). Short term primings with different progestogen intravaginal devices (MAP, FGA and CIDR) for eCG-estrous induction in anestrus ewes. *Small Ruminant Research*, 46(1), 63-66.
- Walkden-Brown, S. W., Martin, G. B., & Restall, B. J. (1999). Role of male-female interaction in regulating reproduction in sheep and goats. *Journal of Reproduction and fertility. Supplement*, 54, 243-257.
- Whitworth, K. M., & Prather, R. S. (2017). Gene editing as applied to prevention of reproductive porcine reproductive and respiratory syndrome. *Molecular Reproduction and Development*, 84(9), 926-933.
- Wilmut, I., Schnieke, A. E., McWhir, J., Kind, A. J., & Campbell, K. H. (1997). Viable offspring derived from fetal and adult mammalian cells. *Nature*, 385(6619), 810-813.
- Zonabend König, E., Mirkena, T., Strandberg, E., Audho, J., Ojango, J., Malmfors, B., ... & Philipsson, J. (2016). Participatory definition of breeding objectives for sheep breeds under pastoral systems—the case of Red Maasai and Dorper sheep in Kenya. *Tropical Animal Health and Production*, 48(1), 9-20.