

Probiyotiklerin Ruminant Beslemede Kullanımının Hayvansal Üretim Üzerine Etkileri

Mükremin Ölmez¹

Tarkan Şahin²

Özet

Çiftlik hayvanlarının beslenmesinde biyoteknolojik yaklaşımlar hayvan sağlığının, büyüme performansının, verim ve üremenin geliştirilmesinde önemli rol oynamaktadır. Probiyotiklerin kullanımı dünya çapında hayvansal üretiminin karşılaştığı birçok zorluğu en aza indirmiştir. Üretkenliğe yönelik artan talep, sağlıklı hayvanlar ve özellikle antibiyotiklerin kullanımından kaynaklanan gıda güvenliği endişeleri, çevreyi probiyotikler gibi daha güvenli alternatiflere yönlendiren itici güçtür. Hayvan beslemede probiyotiklerin hızla artan kullanımına değinmek için bu bölümde probiyotiklerin hayvan sağlığı, büyümesi ve üretkenliği üzerindeki etkisi tartışılmaktadır. Çiftlik hayvanlarında probiyotik kullanımının gelişmiş büyüme ve ürün kalitesi gibi çeşitli faydaları ilişkilendirilmiştir. Ruminant rasyonlarında kullanılan probiyotik yem katkı maddeleri yaygın olarak mide-bağırsak mikrobiyomunun dengelenmesi, genç ve yetişkin işkembe mikroflorasının düzenlenmesi, sindirimin ve alt sindirim sistemine doğru nitrojen akışının iyileştirilmesi, et ve süt üretiminin artırılması ve üreme performansının yükseltilmesi amacıyla kullanılmaktadır. Bu bölümde çeşitli probiyotiklerin çeşitli hayvanlar üzerindeki etkileri gözden geçirilecektir. Yaygın olarak kullanılan probiyotik ürünlerin çeşitleri, fonksiyonel özellikleri ve uygulama etkileri, probiyotik ürünlerin geliştirilmesi ve uygulanmasına referans sağlamak amacıyla tartışılacaktır.

1. Giriş

Sürekli artan dünya nüfusu, hayvansal protein ihtiyacının giderek artmasına ve bu da dünya çapında süregelen bir sorun haline gelmiştir

- 1 Doç. Dr., Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları AD., Kars, Türkiye, mukremin.olmez@hotmail.com, 0000-0002-5003-3383
- 2 Prof. Dr., Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları AD., Kars, Türkiye, tarkants7@hotmail.com, 0000-0003-0155-2707

(FAO, 2015). Ayrıca, düşük kaliteli kaba yemler, ısı stresi, küresel ısınma ile enfeksiyonel ve metabolik hastalıklar gibi çeşitli sorunlar ve kısıtlamalar tropikal canlı hayvan üretimini etkilemektedir (Wanapat vd., 2013; Hernández-Castellano et al., 2019). Ruminantlar, insan gıda zinciri arzına değerli katkılarda bulunarak küresel nüfusun refahı ve geçiminde önemli bir rol oynamaktadır (Wanapat ve ark., 2015). Bu nedenle, özellikle Asya, Afrika ve Latin Amerika'nın başlıca önemli tropikal ülkelerinde hayvancılık üretiminin iyileştirilmesine sürekli ihtiyaç duyulmaktadır. Son elli yılda, sağlık koşulları, genetik seçim, beslenme ve büyüme destekleyicileri ile antibiyotiklerin kullanımındaki gelişmeler sayesinde hayvancılık alanında kayda değer ilerlemeler kaydedilmiştir.

Ruminantlar, diğer otçullara kıyasla enerji üretimi için selülozca zengin yem maddelerini daha verimli bir şekilde kullanmaları için özelleşmiş sindirim sistemine sahip geniş getiren hayvanlardır. (Hassan & Karlı, 2022). Ruminantların ön bağırsağı retikulum, rumen, omasum ve abomasum olmak üzere dört bölüme ayrılmaktadır. Rumen; bakteri, protozoa, mantar gibi çeşitli mikroorganizmalar sayesinde fermantasyon ve sindirimin ana merkezi olarak görev yapmaktadır (Newbold, 1995; Mackie vd., 2000). Rumende temel olarak *Prevotella*, *Selenomonas*, *Streptococcus*, *Lactobacillus* ve *Megasphaera* mikrobiyal grupları bulunmaktadır. Bu gruplar içerisinde en yüksek popülasyona sahip ve sindirimde en önemli rolü üstlenen *Fibrobacter*, *Ruminococcus*, *Butyrivibrio* ve *Bacteroides* sınıflarının yer aldığı bakterilerdir. Bu bakteriler içerisinde ise selüloolitik aktivitesi en yüksek olanları; *Fibrobacter succinogenes*, *Ruminococcus albus* ve *flavefaciens* türleridir. Protozoa türleri olarak ise; *Entodinium*, *Isotricha* ve *Diplodinium* türleri rumen florasında yer almaktadır. Protozoa türleri selüloz ve nişasta sindiriminde görev yapmaktadırlar (Özel & Sariçiçek, 2009). Bu doğal mikroorganizmalarının sindirim görevlerini yerine getirebilmeleri ve sağlıklı bir rumen fizyolojisi için dengeli ve sağlıklı bir şekilde bulunmaları gerekmektedir. Rumen florasında bulunan bu mikroorganizmaların hayvan türü, yaşı, cinsiyeti, fizyolojisi ve çevresel faktörlere bağlı olarak değişiklik gösterdiği bilinmektedir (Abt & Artis, 2009; Uyeno vd., 2015).

Probiyotikler bağırsak mikrobiyomunu düzenleyip ve dengeleyerek, çiftlik hayvanlarında büyüme ve verimi destekler ve hastalıklara karşı konakçı direncini artırır (Xu vd., 2017). Yakın dönemde yapılan çalışmalarda probiyotiklerin ruminantlar için yem katkısı olarak kullanılmasının büyüme performansını, hayvansal üretimi ve hayvan refahını iyileştirdiğini göstermektedir. Aynı zamanda metan gazı üretimini azalmasında rol oynayarak çevreci etkiler göstermesi tercih sebepleri arasındadır.

Bu bölümde, probiyotiklerin ruminantlarda bağırsak mikrobiyomu üzerine yararları ve bunların hayvansal üretim üzerine etkileri incelenmiştir.

2. Probiyotiklerin Ruminantlarda Performans ve Hayvansal Üretim Üzerine Etkileri

2.1. Sindirilebilirlik ve Büyüme Üzerine Etkileri

Genetik, yaş, beslenme ve cinsiyet gibi hayvanın büyümesini belirleyen çeşitli faktörler (Gerrard & Grant, 2003). Bu faktörler arasında, bir hayvanın büyümesi ve gelişmesi için yeterli bir beslenme planının oluşturulması esastır (Owens vd., 1993). Bir hayvanın yalnızca optimal miktarda yem tüketmesi değil, aynı zamanda yem maddelerinin sindirilebilirliğini artırılması da büyüme için en üst düzeye çıkarmak için oldukça önemlidir.

2.1.1. Yem Tüketimi

Rasyona katkı maddesi ilavesiyle selülitik bakteri aktivitesinin yükselmesi; yem tüketimi ve büyüme performansının artmasının katkı sağlamaktadır (Ma ve diğerleri, 2020; Sharma ve diğerleri, 2018). Probiyotikler rumen pH'sının düzenleyerek selülozunun parçalanmasını ve besinlerin sindirilme derecelerini artırmaya yardımcı olurlar (Chaucheyras-Durand vd., 2012). Buzağılama, rasyon değişiklikleri ve laktasyon gibi stres faktörlerinin yoğun olduğu erken laktasyon döneminde probiyotik kullanımı kuru madde tüketimini artırarak kan glukoz düzeyinin yükselmesine ve buna bağlı performansın iyileşmesine katkı sağlamaktadır (Elghandour vd., 2015).

Süt ineklerinin rasyonlarına canlı maya kuru madde (KM) ve organik madde (OM) tüketiminin kontrol gurubundaki hayvanlara göre sırasıyla; %3,2 ve %4 düzeyinde arttığı bildirilirken (Bitencourt vd., 2011); farklı bir çalışmada da mandaların KM ve OM tüketimleri ile birlikte ham selüloz ve ham protein tüketimlerinin de yükseldiği tespit edilmiştir (Gaafar vd., 2009). *Saccharomyces cerevisiae* ve *Clostridium butyricum* ilaveli rasyonla beslenen keçilerin KM tüketiminin yükseldiği, besin madde sindirilebilirliğini artırarak rumen fermantasyonunu iyileştirdiği dolayısıyla büyüme performansını arttırdığı ortaya konmuştur (Cai vd., 2021).

2.1.2. Besin Maddesi Sindirilebilirliği

Besin maddelerinin verimli bir şekilde sindirilmesi, ruminantlarda hayvansal üretimi artırmada anahtar rol oynamaktadır. Probiyotikler rumende bakteri gelişimini, bilhassa selülitik bakteri gelişimini iyileştirmesi ve gastrointestinal sistemdeki enzim aktivitesini artırmasıyla besinlerin sindirilebilirliğine yardımcı olurlar. Probiyotikler, amonyak ve uçucu yağ

asitlerinin oranının dengeleyerek, rumen asidozunun önüne geçilmesini sağlarlar (Anee vd., 2021; Cai vd., 2021).

Maya (*Saccharomyces cerevisiae*) ilaveli rasyonla beslenen keçilerde kontrol grubundaki hayvanlara göre besin madde sindiriminin arttığı, ruminal amonyak miktarının azaldığı tespit edilmiştir (Abd El-Ghani, 2004). *Lactobacillus acidophilus* ve *Aspergillus awamori* ilavesinin keçilerde KM, OM, ham selüloz, ham protein (HP) ve azotsuz öz madde sindirimini arttırdığı belirlenmiştir (Azzaz vd., 2015). Laktasyondaki Holştayn ineklerinin rasyonlarına *L. acidophilus* ve *Propionibacterium freudenreichii* ilavesiyle, nötral deterjan fiber, asit deterjan fiber ve HP sindirilebilirliğini arttığı rapor edilmiştir (Sharma Bajagai vd., 2016). Probiyotiklerin, siliata protozoonlarının popülasyonunu stimüle ederek rumen pH'sının yüksek ve stabil tutulmasında etkili oldukları ve böylece sindirim enzimlerinin aktivitesini artırdıkları ve böylece fermantasyon ve sindirimi düzenledikleri saptanmıştır (Throne vd., 2009).

2.1.3. Performans

Probiyotiklerin kullanılması, organizmanın homeostazisinde önemli olan bağırsak mikrobiyomunun düzenlenmesine ve büyüme performansının iyileşmesine katkı sağlamaktadır (O'Hara & Shanahan, 2007). Probiyotikler, tekli veya çoklu karışımlar halinde yem katkı maddesi olarak uygulandıklarında hayvanların büyüme performansı üzerine olumlu etkileri görülmektedir. Probiyotiklerin sığır, koyun ve keçide yem tüketimini (YT), canlı ağırlık (CA) ve canlı ağırlık artışını (CAA) iyileştirdiği birçok araştırmada ortaya konmuştur (Worku vd., 2016; Ekwemalor vd., 2017; Adjei-Fremah vd., 2018). Yenidoğan buzağuların gastrointestinal sisteminde sınırlı miktarda bulunan Laktobasillus ve Bifidobakteriler gibi yararlı cinslerin ticari ürünleriyle beslenmesi sonucunda buzağularda büyüme performanslarının arttığı görülmüştür (Kyriakis vd., 1999). Süt inekleri rasyonlarına canlı mayadan oluşan probiyotik uygulamasının CAA ve CA'yı iyileştirdiği belirlenmiştir. Benzer şekilde, koyun ve keçilerde de yapılan çalışmalarda probiyotik ilavesinin ortalama CAA'yı artırdığı tespit edilmiştir. Büyüme performanslarında görülen artışın probiyotik ilavesiyle artan mikrobiyal protein sentezinin daha fazla amino asit üretimini desteklemesiyle açıklanabileceği belirtilmiştir (Erasmus vd., 1992). Ayrıca ruminantlarda selülitik aktivitenin artması ve amonyak üreten mikroorganizmaların azalmasının daha iyi bir canlı ağırlık artışına yol açacağı da bildirilmiştir (Antunović vd., 2006). Rasyona *Pediococcus pentosaceus* ve *Pediococcus acidilactici* ilavesinin süttan kesilen kuzularda, CAA, besi sonu canlı ağırlığı, yemden yararlanma oranı (YYO) ve toplam canlı ağırlık kazancının iyileştiği

rapor edilmiştir (Saleem vd., 2017). Rasyonlarına *Bacillus licheniformis* ilave edilmiş Holştayn ırkı buzağılarda en iyi CA ve CAA değerleri elde edildiği tespit edilmiştir (Kowalski vd., 2009). Bazı araştırma sonuçlarına göre bakteri ve maya karışımlarının (*S. cerevisiae*, *Lactobacillus*, *Aspergillus* ve *Streptococcus*) kuzularda kontrol grubuna göre daha yüksek günlük CAA elde edildiği belirlenmiştir (Hillal vd., 2011). Yine bakteri ve maya karışımlarının etkilerinin incelendiği çalışmalarda da buzağı ve kuzularda CA ve CAA değerlerinin arttığı dolayısıyla performans parametrelerinin geliştiğini ortaya konmuştur (Sahu vd., 2019; Direkvandi vd., 2020).

2.2. Hayvansal Üretim Üzerine Etkileri

2.2.1. Süt Verimi

İnsanların hayvansal protein ihtiyacının karşılanması için süt ve süt ürünleri (yoğurt, peynir, tereyağı) yönelik küresel bir talep bulunmaktadır. Süt üretimini ve içeriğinin kalitesini artırmak amacıyla probiyotikler araştırmacıların ilgi gösterdiği ürünler arasındadır. Bu yolda yapılan çalışmalar, probiyotik takviyesi yapılan inek, manda, koyun ve keçilerin süt verimi ile süt yağ ve protein içeriği gibi fonksiyonel bileşenlerinin miktar ve kalitesinin arttığı bildirmiştir (Nasiri vd., 2019; Ma vd., 2020). *Saccharomyces cerevisiae* maya suşunun süt ineği rasyonlarına ilavesinin, erken laktasyon döneminde süt, süt yağı ve proteini verimlerini iyileştirdiği rapor edilmiştir. Koyunlarda yapılan başka bir çalışmada ise; *Bacillus subtilis* ve *Bacillus licheniformis*'in süt verimi, süt yağı ve proteini konsantrasyonları üzerinde olumlu etki gösterdiği tespit edilmiştir (Kritas vd., 2006; Poppy vd., 2012).

Lehloenya vd. (2008) ve Sun vd. (2011) Süt ineklerine bakteri (*B. Subtilis*, *propionibacteria*) ve maya suşlarını içeren probiyotiklerin verilmesinin süt üretimini, süt yağı, proteini ve laktoz verimini artırdığını, süt somatik hücre sayısını azalttığını bildirmişlerdir. Yine süt ineklerinde yapılan bir çalışmada *S. cerevisiae* ilave edilen ineklerin süt veriminin 42. günde kontrol grubundaki ineklere göre %23 oranında arttığı ve laktasyon pikinin bir hafta uzadığı belirlenmiştir (Ayad vd., 2013). Benzer sonuçlar geç laktasyon döneminde olan koyunların rasyonlarına probiyotik karışımıyla takviyesinin koyunların süt veriminde ve bileşenlerinde artışa yol açtığı tespit edilmiştir (Kafilzadeh vd., 2019). Holştayn ineklerinde *Saccharomyces cerevisia* maya suşu ilavesinin, geçiş ve erken laktasyon döneminde süt verimini ve süt yağı oranını yükselttiği, somatik hücre sayısı ve süt proteini oranını azalttığı bildirilmiştir (Bakr vd., 2015). Geçiş döneminde *Saccharomyces cerevisiae* ve *Enterococcus faecium* karışımının takviye edildiği Holştayn ineklerinin süt verimi ve süt protein oranının arttığı gözlemlenmiştir (Nocek vd., 2003). *Lactobacillus plantarum*

P-8 ve *Lactobacillus casei* içerikli probiyotik katkısının süt ineklerinin süt veriminde %37'lik bir artış oluşturduğu rapor edilmiştir (Xu vd., 2017).

Probiyotiklerin süt verimi ve bileşimi üzerindeki yararlı etkilerinin çoğu, probiyotiklerin selülitik bakterilerin sayısı üzerindeki etkisinden ve rumendeki uçucu yağ asitlerinin miktarından kaynaklandığı düşünülmektedir.

2.2.2. Et verimi ve Kalitesi

Abdelrahman ve Hunaiti (2008), probiyotik ilave edilen rasyonla beslenen kuzularda daha yüksek karkas randımanı elde etmişlerdir. Laktat kullanan veya laktat üreten bakteriler mermerleşme ve karkas randımanını etkilemediği bildirilmiştir (Ware vd., 1988). Bununla birlikte, keçilerde probiyotik takviyesi sonucunda sırt yağ kalınlığı kontrol grubuyla karşılaştırıldığında daha yüksek (%2) kalınlığa sahip olduğu rapor edilmiştir (Whitley vd., 2009). Benzer şekilde (Pelicano vd., 2005) probiyotik ilaveli rasyonla beslenen hayvanlarda yağ oranının %11,6 düzeyinde daha yüksek olduğu bildirmiştir. Vücut yağındaki bu artış, vücudun farklı dokularında daha fazla lipogenez ve yağ dağılımının uçucu yağ asitlerinin konsantrasyonundaki artıştan kaynaklanıyor olabileceği düşünülmektedir.

Et kalitesi, tüketicinin satın alma kararını ve tüketme alışkanlığını etkileyen özellikleri kapsayan bir terimdir. Bu özellikler etin rengi, dokusu ve su tutma kapasitesi gibi parametreler içermektedir [102]. Probiyotikler, hayvanın büyüme ve üretim yeteneklerini geliştirmenin yanı sıra, hem taze hem de işlenmiş et ürünlerinin kalite özellikleri üzerine de olumlu etkiler göstermiştir (Trabelsi vd., 2019; Bis-Souza vd., 2020). Bu etkiler arasında ürün kalitesi ve güvenliğinde iyileşme, raf ömrünün uzatılması (Kumar vd., 2017), duyuşal nitelikler kazandırılması (Rouhi vd., 2013) ve en önemlisi halk sağlığını olumsuz etkilememesi yer almaktadır.

Et rengi, tüketiciler için ürünlerin tazeliğinin ve hijyeninin genel bir göstergesidir (Mancini & Hunt, 2005). Et rengindeki değişiklik, hayvanın ve karkasın hem ölüm öncesi hem de ölüm sonrası muamelesinden etkilenmektedir. Et rengindeki değişiklikler kesim sonrası pH düşüşünün hızı ile büyük ölçüde ilişkilidir (Matarneh vd., 2017). Normalde pH, 7,2'lik başlangıç değerinden 5,6'ya kadar kademeli olarak düşmektedir. Anormal pH düşüşü (pH > 6,0) koyu, sert ve kuru et gibi kusurlu ürünlere neden olmaktadır. Buna karşılık, karkas sıcaklığı hala yüksekken pH'taki hızlı bir düşüş, soluk, yumuşak ve eksüdatif bir et elde edilmesine ve yine kusurlu bir ürüne yol açmaktadır. Bu durumda et, miyogloblin gibi suda çözünür proteinlerle birlikte su salarak soluk ve tatsız bir görünüme sahip olmaktadır (Chmiel vd., 2011). Son yıllarda araştırmacılar tarafından etin renk stabilitesini ve pH'sını

iyileştirmek için probiyotiklerin potansiyel faydaları araştırılmaktadır. Genel olarak etin su tutma yeteneği, etin nihai pH'sı arttıkça artmaktadır. Nihai pH'nın normal aralığı 5,4-5,8 iken, görülebilecek bir artış genellikle etin su tutma kapasitesinde artışla ilişkilendirilmektedir. Bu durum daha yumuşak, daha sulu ve daha sıkı olduğu düşünülen bir ürünle sonuçlanmaktadır (Huff-Lonergan & Lonergan, 2005). Probiyotik kullanımının etin su tutma kapasitesini ve yumuşaklığını iyileştirdiği belirlenmiştir (Liu vd., 2017). Yumuşaklıktaki iyileşmenin yanı sıra, probiyotik takviyesinin oksidatif strese maruz kalan hayvanlarda etin kusurlarının azaltılmasında önemli bir potansiyele sahip olduğu bildirilmiştir. Probiyotik ilaveli rasyonla beslenmiş hayvanlardan üretilen etlerde antioksidan kapasitede artış (Bai vd., 2017), lipit oksidasyonunda (Kim vd., 2016) ve reaktif oksijen türlerinde (Bai vd., 2016) düşüş olduğunu gösteren çalışmalar bu sonuçları desteklemektedir.

Taze et ürünlerinde probiyotik kullanmanın faydalarının yanı sıra, araştırmacılar son zamanlarda fermente et ürünlerinin insan tüketimi için probiyotik taşıyıcısı olarak kullanılması üzerinde yoğunlaşmışlardır (Vuyst vd., 2008). Fermente etin bu yararlı kültürler için bir taşıyıcı olarak kullanılmasıyla, insan sağlığının iyileştirilmesi ve gıda ürününde patojen veya bozulmaya neden olan mikroorganizmaların bulunmasının engellenmesi ön görülmektedir (Sidira vd., 2014). Genellikle tüketimden önce pişirilen taze et ürünlerinden farklı olarak, fermente et ürünlerinin işlenmesi çok az veya hiç ısı işlem gerektirmeden onları canlı kültürler için uygun taşıyıcılar haline getirir (Vuyst vd., 2008). Bununla birlikte, fermente et ürünlerinin düşük pH ve su aktivitesi ile yüksek tuz koşullarına dayanabilecek uygun probiyotik türü seçilmesi gerekmektedir. Fermente et ürünlerindeki en önemli probiyotik bakteriler, eti asitleştirme yeteneklerinden dolayı Lactobasiller'dir. Yapılan çalışmalar *Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus curvatus* ve *Lactobacillus sakei* gibi Laktobasil'lerin fermente et ürünlerinde kullanılma imkanına ışık tutmuştur. *Lactobacillus rhamnosus* GG, *Lactobacillus rhamnosus* E-97800 ve *Lactobacillus rhamnosus* LC-705 probiyotik kültürlerinin kullanımının kuru soslerde E. coli 0157:H7 büyümesini engellediği ve üzerinde hiçbir olumsuz etkisi olmayan yüksek kaliteli sosis üretildiği belirlenmiştir. Taze ve fermente et ürünlerinde lipit oksidasyonu ve ürünün duyu kalitesi olumsuz etkilenmesinden dolayı tüketici tarafından kabul edilebilirliğinin olumsuz etkilendiği görülmüştür (Love & Pearson, 1971). Serbest yağ asitleri, taze ve fermente etlerde lipit oksidasyonunun ana öncüleridir (Gianelli vd., 2012). Probiyotiklerin lipit oksidasyonuna karşı koruyucu etkileri, lipolitik mikropların serbest yağ asitleri oluşturmasını engelleyen bakteriyosin üretme yeteneklerinden kaynaklanmaktadır (Smaoui vd., 2014). *Lactobacillus plantarum* (105 CFU/kg)'un fermente sucuğa ilavesi sonucunda, kontrol

grubundaki sucuklara göre tiyobarbitürik asitin (TBARS) önemli ölçüde düştüğü tespit edilmiştir. Benzer bir sonuç, *Lactobacillus plantarum* eklenmiş kıymada daha düşük TBARS'ın ölçüldüğü rapor edilmiştir. Benzer şekilde, fermente sosislere *Lactobacillus acidophilus* ve *Bifidobacterium lactis* eklenmesi, lipit oksidasyonunun oluşumunu azaltmış ve organoleptik niteliklere pozitif katkıda bulunmuştur (Özer vd., 2016).

2.2.3. Üreme

Ruminant rasyonlarına probiyotik ilavesi, ruminantların üreme performansında önemli yararlar sağlamaktadır (Mostafa vd., 2014; Alsaied Alnaimy Mostafa, 2017; Elnagar, 2021). Yapılan bir çalışmada tohumlama sayısının kontrol grubunda 3,1 iken maya (*Saccharomyces cerevisiae* Sc47-CNCM I-4407) ilaveli grupta 2,7'ye düştüğü bildirmiştir. Ayrıca multipar ineklerde suni tohumlamanın başarı oranı probiyotik ilavesiyle ortalama %34'ten %38'e çıktığı tespit edilmiştir. Başka bir çalışmada, Laktobasil ve Streptokok suşlarının rasyona ilave edildiği holştayn ırkı süt ineklerinde 3. tohumlamada gebelik oranının arttığı, uterusun daha iyi involüe olduğu, boş günlerin daha kısa olduğu repeat breeder vakalarının azaldığını belirlenmiştir (El-Garhi vd., 2019).

3. Sonuç

Probiyotikler, ruminantların verimliliğini artırarak, gastrointestinal sistemdeki patojenlere karşı koruma sağlayarak, klinik ve subakut asidoz insidansını azaltarak ve rumen ortamını stabilize ederek, hayvan sağlığı ve verimliliği üzerine olumlu etkiler gösterdiği ortaya konmuştur. Bunun yanı sıra, yem sindirilebilirliğini ve rumen fermantasyonun optimize edilmesiyle yemlerin sindirilebilirliği ve emilimi desteklenmektedir. Yine probiyotikler metan emisyonlarını azaltıp, propiyonat üretimini ve yem verimliliğini artırabilmektedir. Probiyotikler süt üretimini ve süt bileşimini iyileştirerek ürün kalitesi üzerine olumlu etki etmektedir. Probiyotikler, et verimi ve kalitesini iyileştirerek ürünlerin pazarlanmasının artmasına ve tüketicinin sağlığının korunmasına yardımcı olabilmektedir. Probiyotikler ayrıca ruminantlarda doğum sonrası üreme performansını da artırabilmektedir.

Farklı etki mekanizmalarına sahip çeşitli probiyotik türlerinin karışımı, tek tür probiyotiklerle karşılaştırıldığında sinerjistik etkilerinden dolayı daha fazla gelişmeyi destekleyebildiği bildirilmiştir. Ancak probiyotikleri ve probiyotik kombinasyonlarını tanımak için, bunların etki şekli, ortamı, biyolojik gereksinimi, depolama sırasındaki canlılığı ve stabilitesi ile bunların konakçı endojen mikrobiyotasındaki olası etkileşimleriyle ilgili daha fazla bilgiye ihtiyaç bulunmaktadır. Optimum probiyotik kullanım stratejileri için diyet, konakçı ve çevresel faktörler dikkate alınmalıdır.

KAYNAKLAR

- Abd El-Ghani, A. A. (2004). Influence of diet supplementation with yeast culture (*Saccharomyces cerevisiae*) on performance of Zaraibi goats. *Small Ruminant Research*, 52(3), 223-229. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2003.06.002>
- Abdelrahman, M. M., & Hunaiti, D. A. (2008). The effect of dietary yeast and protected methionine on performance and trace minerals status of growing Awassi lambs. *Livestock Science*, 115(2-3), 235-241.
- Abt, M. C., & Artis, D. (2009). The intestinal microbiota in health and disease: the influence of microbial products on immune cell homeostasis. *Current opinion in gastroenterology*, 25(6), 496. <https://doi.org/https://doi.org/10.1097/MOG.0b013e328331b6b4>
- Adjei-Fremah, S., Ekwemakor, K., Asiamah, E. K., Ismail, H., Ibrahim, S., & Worku, M. (2018). Effect of probiotic supplementation on growth and global gene expression in dairy cows. *Journal of Applied Animal Research*, 46(1), 257-263. <https://doi.org/https://doi.org/10.1080/09712119.2017.1292913>
- Alsaied Alnaimy Mostafa, H. (2017). Importance of Yeast in Ruminants Feeding on Production and Reproduction. *Ecology and Evolutionary Biology*, 2(4), 49-58. <https://doi.org/https://doi.org/10.11648/j.eeb.20170204.11>
- Anee, I. J., Alam, S., Begum, R. A., Shahjahan, R. M., & Khandaker, A. M. (2021). The role of probiotics on animal health and nutrition. *The Journal of Basic and Applied Zoology*, 82(1), 52. <https://doi.org/https://doi.org/10.1186/s41936-021-00250-x>
- Antunović, Z., Šperanda, M., Amidžić, D., Šerić, V., Stainer, Z., Domačinović, M., & Boli, F. (2006). Probiotic application in lambs nutrition. *Krmiva: Časopis o hranidbi životinja, proizvodnji i tehnologiji krme*, 48(4), 175-180.
- Ayad, M. A., Benallou, B., Saim, M. S., Smadi, M., & Toufik, M. (2013). Impact of Feeding Yeast Culture on Milk Yield, Milk Components, and Blood Components in Algerian Dairy Herds. *Journal of Veterinary Science and Technology*, 4(2), 1-5. <https://doi.org/https://doi.org/10.4172/2157-7579.1000135>
- Azzaz, H., Aziz, H., Farahat, S., & Murad, H. (2015). Impact of Microbial Feed Supplements on the Productive Performance of Lactating Nubian Goats. *Global Vetrineria*, 14(4), 567-575. <https://doi.org/https://doi.org/10.5829/idosi.gv.2015.14.04.9452>
- Bai, K., Huang, Q., Zhang, J., He, J., Zhang, L., & Wang, T. (2017). Supplemental effects of probiotic *Bacillus subtilis* fmbJ on growth performance, antioxidant capacity, and meat quality of broiler chickens. *Poultry Science*, 96(1), 74-82. <https://doi.org/https://doi.org/10.3382/ps/pew246>

- Bai, W. K., Zhang, F. J., He, T. J., Su, P. W., Ying, X. Z., Zhang, L. L., & Wang, T. (2016). Dietary Probiotic *Bacillus subtilis* Strain fmbj Increases Antioxidant Capacity and Oxidative Stability of Chicken Breast Meat during Storage. *PLOS ONE*, *11*(12), e0167339. <https://doi.org/https://doi.org/10.1371/journal.pone.0167339>
- Bakr, H. A., Hassan, M. S., Giadinis, N., Panousis, N., Andrić, D., Abd El-Tawab, M., & Bojkovski, J. (2015). Effect of *Saccharomyces cerevisiae* supplementation on health and performance of dairy cows during transition and early lactation period. *Biotechnology in Animal Husbandry*, *31*(3), 349-364. <https://doi.org/https://doi.org/10.2298/BAH1503349B>
- Bis-Souza, C. V., Penna, A. L. B., & da Silva Barretto, A. C. (2020). Applicability of potentially probiotic *Lactobacillus casei* in low-fat Italian type salami with added fructooligosaccharides: in vitro screening and technological evaluation. *Meat Science*, *168*, 108186. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2020.108186>
- Bitencourt, L. L., Silva, J. R. M., Oliveira, B. M. L. d., Dias Júnior, G. S., Lopes, F., Siécola Júnior, S., . . . Pereira, M. N. (2011). Diet digestibility and performance of dairy cows supplemented with live yeast. *Scientia Agricola*, *68*(3), 301-307. <https://doi.org/https://doi.org/10.1590/S0103-90162011000300005>
- Cai, L., Yu, J., Hartanto, R., & Qi, D. (2021). Dietary Supplementation with *Saccharomyces cerevisiae*, *Clostridium butyricum* and Their Combination Ameliorate Rumen Fermentation and Growth Performance of Heat-Stressed Goats. *Animals*, *11*(7), 2116. <https://doi.org/https://doi.org/10.3390/ani11072116>
- Chaucheyras-Durand, F., Chevaux, E., Martin, C., & Forano, E. (2012). Use of yeast probiotics in ruminants: Effects and mechanisms of action on rumen pH, fibre degradation, and microbiota according to the diet. In E. C. Rigobelo (Ed.), *Probiotic in Animals* (pp. 119-152). <https://doi.org/https://doi.org/10.5772/50192>
- Chmiel, M., Słowiński, M., & Dasiewicz, K. (2011). Lightness of the color measured by computer image analysis as a factor for assessing the quality of pork meat. *Meat Science*, *88*(3), 566-570. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2011.02.014>
- Direkvandi, E., Mohammadabadi, T., & Salem, A. Z. M. (2020). Oral administration of lactate producing bacteria alone or combined with *Saccharomyces cerevisiae* and *Megasphaera elsdenii* on performance of fattening lambs. *Journal of Applied Animal Research*, *48*(1), 235-243. <https://doi.org/https://doi.org/10.1080/09712119.2020.1773830>
- Ekwemalor, K., Asiamah, E., Osei, B., Ismail, H., & Worku, M. (2017). Evaluation of the Effect of Probiotic Administration on Gene Expression in

- Goat Blood. *Journal of Molecular Biology Research* 1925-4318, 7, 88-98. <https://doi.org/10.5539/jmbr.v7n1p88>
- El-Garhi, M. S., Soltan, M. A., A, A. H., Mervat, A., Galal, M., & El-Bordeny, N. E. (2019). Assessment Impact Of Using Locally Produced Probiotic Bacteria On The Productive And Reproductive Performance Of Holstein Dairy Cows. *Assiut Veterinary Medical Journal*, 65(162), 39-50. <https://doi.org/https://doi.org/10.21608/avmj.2019.168939>
- Elghandour, M. M. Y., Salem, A. Z. M., Castañeda, J. S. M., Camacho, L. M., Kholif, A. E., & Chagoyán, J. C. V. (2015). Direct-fed microbes: A tool for improving the utilization of low quality roughages in ruminants. *Journal of Integrative Agriculture*, 14(3), 526-533. [https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S2095-3119\(14\)60834-0](https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S2095-3119(14)60834-0)
- Elnagar, H. (2021). Influence of Yeast And Lactobacillus Products as Feed Supplements on Blood Parameters and Reproductive Performance of Lactating Egyptian Buffaloes. *Egyptian Journal of Animal Production*, 58(1), 1-8. <https://doi.org/https://doi.org/10.21608/ejap.2021.45550.1004>
- Erasmus, L. J., Botha, P. M., & Kistner, A. (1992). Effect of Yeast Culture Supplement on Production, Rumen Fermentation, and Duodenal Nitrogen Flow in Dairy Cows1. *Journal of Dairy Science*, 75(11), 3056-3065. [https://doi.org/https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(92\)78069-2](https://doi.org/https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(92)78069-2)
- Gaafar, H. M. A., El-Din, A. M. A., Basiuoni, M. I., & El-Riedy, K. F. A. (2009). Effect of concentrate to roughage ratio and baker's yeast supplementation during hot season on performance of lactating buffaloes. *Slovak Journal of Animal Science*, 42(4), 188-195.
- Gerrard, D. E., & Grant, A. L. (2003). *Principles of animal growth and development*. Kendall Hunt.
- Gianelli, M. P., Salazar, V., Mojica, L., & Friz, M. (2012). Volatile compounds present in traditional meat products (charqui and longaniza sausage) in Chile. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, 55. <https://doi.org/https://doi.org/10.1590/S1516-89132012000400017>
- Hassan, M. A. S., & Karsh, M. A. (2022). The effects of some feed additives in nutrition of ruminant animals. *International Journal of Veterinary and Animal Research (IJVAR)*, 5(2), 107-112.
- Hillal, H., El-Sayaad, G., & Abdella, M. (2011). Effect of growth promoters (probiotics) supplementation on performance, rumen activity and some blood constituents in growing lambs. *Archives Animal Breeding*, 54(6), 607-617. <https://doi.org/https://doi.org/10.5194/aab-54-607-2011>
- Huff-Lonergan, E., & Lonergan, S. M. (2005). Mechanisms of water-holding capacity of meat: The role of postmortem biochemical and structural changes. *Meat Science*, 71(1), 194-204. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2005.04.022>

- Kafilzadeh, F., Payandeh, S., Gómez-Cortés, P., Ghadimi, D., Schiavone, A., & Martínez Marín, A. L. (2019). Effects of probiotic supplementation on milk production, blood metabolite profile and enzyme activities of ewes during lactation. *Italian Journal of Animal Science*, 18(1), 134-139. <https://doi.org/https://doi.org/10.1080/1828051X.2018.1496040>
- Kim, H. W., Yan, F. F., Hu, J. Y., Cheng, H. W., & Kim, Y. H. B. (2016). Effects of probiotics feeding on meat quality of chicken breast during postmortem storage. *Poultry Science*, 95(6), 1457-1464. <https://doi.org/https://doi.org/10.3382/ps/pew055>
- Kowalski, Z. M., Górka, P., Schlagheck, A., Jagusiak, W., Micek, P., & Strzetelski, J. (2009). Performance of Holstein calves fed milk-replacer and starter mixture supplemented with probiotic feed additive [journal article]. *Journal of Animal and Feed Sciences*, 18(3), 399-411. <https://doi.org/https://doi.org/10.22358/jafs/66409/2009>
- Kritas, S. K., Govaris, A., Christodoulououlos, G., & Burriel, A. R. (2006). Effect of *Bacillus licheniformis* and *Bacillus subtilis* supplementation of ewe's feed on sheep milk production and young lamb mortality. *Journal of Veterinary Medicine Series A*, 53(4), 170-173. <https://doi.org/https://doi.org/10.1111/j.1439-0442.2006.00815.x>
- Kumar, P., Chatli, M. K., Verma, A. K., Mehta, N., Malav, O. P., Kumar, D., & Sharma, N. (2017). Quality, functionality, and shelf life of fermented meat and meat products: A review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 57(13), 2844-2856. <https://doi.org/https://doi.org/10.1080/10408398.2015.1074533>
- Kyriakis, S. C., Tsioloyiannis, V. K., Vlemmas, J., Sarris, K., Tsinas, A. C., Alexopoulos, C., & Janssegers, L. (1999). The effect of probiotic LSP 122 on the control of post-weaning diarrhoea syndrome of piglets. *Research in Veterinary Science*, 67(3), 223-228. <https://doi.org/https://doi.org/10.1053/rvsc.1999.0308>
- Lehloeny, K. V., Stein, D. R., Allen, D. T., Selk, G. E., Jones, D. A., Aleman, M. M., . . . Spicer, L. J. (2008). Effects of feeding yeast and propionibacteria to dairy cows on milk yield and components, and reproduction*. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition (Berl)*, 92(2), 190-202. <https://doi.org/https://doi.org/10.1111/j.1439-0396.2007.00726.x>
- Liu, L., Ni, X., Zeng, D., Wang, H., Jing, B., Yin, Z., & Pan, K. (2017). Effect of a dietary probiotic, *Lactobacillus johnsonii* BS15, on growth performance, quality traits, antioxidant ability, and nutritional and flavour substances of chicken meat. *Animal Production Science*, 57(5), 920-926. <https://doi.org/https://doi.org/10.1071/AN15344>
- Love, J. D., & Pearson, A. M. (1971). Lipid oxidation in meat and meat products—A review. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 48(10), 547-549. <https://doi.org/https://doi.org/10.1007/BF02544559>

- Ma, Z. Z., Cheng, Y. Y., Wang, S. Q., Ge, J. Z., Shi, H. P., & Kou, J. C. (2020). Positive effects of dietary supplementation of three probiotics on milk yield, milk composition and intestinal flora in Sannan dairy goats varied in kind of probiotics. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition (Berl)*, *104*(1), 44-55. <https://doi.org/https://doi.org/10.1111/jpn.13226>
- Mackie, R., Aminov, R., White, B., & McSweeney, C. (2000). Molecular ecology and diversity in gut microbial ecosystems. In *Ruminant physiology: digestion, metabolism, growth and reproduction* (pp. 61-77). CABI Wallingford UK.
- Mancini, R. A., & Hunt, M. C. (2005). Current research in meat color. *Meat Science*, *71*(1), 100-121. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2005.03.003>
- Matarneh, S. K., England, E. M., Scheffler, T., & Gerrard, D. E. (2017). The Conversion of Muscle to Meat. In F. Toldra (Ed.), *Lawrie's Meat Science* (pp. 159-194). Woodhead Publishing. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/B978-0-323-85408-5.00010-8>
- Mostafa, T. H., Elsayed, F. A., Ahmed, M. A., & Elkholany, M. A. (2014). Effect of using some feed additives (two probiotics) in dairy cow rations on production and reproductive performance. *Egyptian Journal of Animal Production*, *51*(1), 1-11. <https://doi.org/https://doi.org/10.21608/ejap.2014.93661>
- Nasiri, A. H., Towhidi, A., Shakeri, M., Zhandi, M., Dehghan-Banadaky, M., Pooyan, H. R., . . . Ahmadi, F. (2019). Effects of saccharomyces cerevisiae supplementation on milk production, insulin sensitivity and immune response in transition dairy cows during hot season. *Animal Feed Science and Technology*, *251*, 112-123. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2019.03.007>
- Newbold, C. J. (1995). Microbial feed additives for ruminants. In R. J. Wallace & A. Chesson (Eds.), *Biotechnology in Animal Feeds and Animal Feeding* (pp. 101-125). VCH Verlagsgesellschaft mbH. <https://doi.org/https://doi.org/10.1002/9783527615353.ch13>
- Nocek, J. E., Kautz, W. P., Leedle, J. A. Z., & Block, E. (2003). Direct-Fed Microbial Supplementation on the Performance of Dairy Cattle During the Transition Period1. *Journal of Dairy Science*, *86*(1), 331-335. [https://doi.org/https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(03\)73610-8](https://doi.org/https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(03)73610-8)
- O'Hara, A. M., & Shanahan, F. (2007). Gut microbiota: mining for therapeutic potential. *Clinical Gastroenterology and Hepatology*, *5*(3), 274-284. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.cgh.2006.12.009>
- Owens, F. N., Dubeski, P., & Hanson, C. F. (1993). Factors that alter the growth and development of ruminants. *Journal of Animal Science*, *71*(11), 3138-3150. <https://doi.org/https://doi.org/10.2527/1993.71113138x>

- Özel, O., & Sariçiçek, B. (2009). Ruminantlarda rumen mikroorganizmalarının varlığı ve önemi (derleme). *TÜBAV Bilim Dergisi*, 2(3), 277-285.
- Özer, C. O., Kılıç, B., & Kılıç, G. B. (2016). In-vitro microbial production of conjugated linoleic acid by probiotic *L. plantarum* strains: Utilization as a functional starter culture in sucuk fermentation. *Meat Science*, 114, 24-31. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2015.12.005>
- Pelicano, E. R. L., Souza, P. A., Souza, H. B. A., Oba, A., Boiago, M. M., Zeola, N., . . . Lima, T. M. A. (2005). Carcass and cut yields and meat qualitative traits of broilers fed diets containing probiotics and prebiotics. *Brazilian Journal of Poultry Science*, 7(2), 169-175. <https://doi.org/https://doi.org/10.1590/S1516-635X2005000300006>
- Poppy, G. D., Rabiee, A. R., Lean, I. J., Sanchez, W. K., Dorton, K. L., & Morley, P. S. (2012). A meta-analysis of the effects of feeding yeast culture produced by anaerobic fermentation of *Saccharomyces cerevisiae* on milk production of lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 95(10), 6027-6041. <https://doi.org/10.3168/jds.2012-5577>
- Rouhi, M., Sohrabvandi, S., & Mortazavian, A. M. (2013). Probiotic fermented sausage: viability of probiotic microorganisms and sensory characteristics. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 53(4), 331-348. <https://doi.org/https://doi.org/10.1080/10408398.2010.531407>
- Sahu, J., Yadav, A., Kumari, T., Pal, P., & Patel, P. K. (2019). Probiotic supplementation to produce healthier calves: A short note. *The Pharma Innovation Journal*, 8(3), 494-495.
- Saleem, A. M., Zounouy, A. I., & Singer, A. M. (2017). Growth performance, nutrients digestibility, and blood metabolites of lambs fed diets supplemented with probiotics during pre- and post-weaning period. *Asian-Australas Journal of Animal Science*, 30(4), 523-530. <https://doi.org/https://doi.org/10.5713/ajas.16.0691>
- Sharma Bajagai, Y., Klieve, A., Dart, P., & Bryden, W. (2016). *Probiotics in animal nutrition: production, impacts and regulation* (H. P. S. Makkar, Ed.). FAO.
- Sidira, M., Karapetsas, A., Galanis, A., Kanellaki, M., & Kourkoutas, Y. (2014). Effective survival of immobilized *Lactobacillus casei* during ripening and heat treatment of probiotic dry-fermented sausages and investigation of the microbial dynamics. *Meat Science*, 96(2, Part A), 948-955. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2013.09.013>
- Smaoui, S., Elleuch, L., Ben Salah, R., Najah, S., Chakchouk-Mtribaa, A., Sellem, I., . . . Mellouli, L. (2014). Efficient role of BacTN635 on the safety properties, sensory attributes, and texture profile of raw minced meat beef and chicken breast. *Food Additives & Contaminants: Part A*, 31(2), 218-225. <https://doi.org/https://doi.org/10.1080/19440049.2013.873144>

- Sun, P., Wang, J.-Q., & Zhang, H.-T. (2011). Effects of supplementation of *Bacillus subtilis* natto Na and N1 strains on rumen development in dairy calves. *Fuel and Energy Abstracts*, *164*, 154-160. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2011.01.003>
- Throne, M., Bach, A., Ruiz-Moreno, M., Stern, M. D., & Linn, J. G. (2009). Effects of *Saccharomyces cerevisiae* on ruminal pH and microbial fermentation in dairy cows: Yeast supplementation on rumen fermentation. *Livestock Science*, *124*(1), 261-265. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.livsci.2009.02.007>
- Trabelsi, I., Ben Slima, S., Ktari, N., Triki, M., Abdehedi, R., Abaza, W., . . . Ben Salah, R. (2019). Incorporation of probiotic strain in raw minced beef meat: Study of textural modification, lipid and protein oxidation and color parameters during refrigerated storage. *Meat Science*, *154*, 29-36. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2019.04.005>
- Uyeno, Y., Shigemori, S., & Shimosato, T. (2015). Effect of probiotics/prebiotics on cattle health and productivity. *Microbes and Environments*, *30*(2), 126-132. <https://doi.org/https://doi.org/10.1264/j sme2.ME14176>
- Vuyst, L. D., Falony, G., & Leroy, F. (2008). Probiotics in fermented sausages. *Meat Science*, *80*(1), 75-78. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2008.05.038>
- Ware, D., Read, P., & Manfredi, E. (1988). Pooled summary of eight feedlot trials evaluating performance and carcass characteristics of steers fed *Lactobacillus acidophilus* strain BT138. *Journal of Animal Science*, *66*(Suppl 1), 436.
- Whitley, N. C., Cazac, D., Rude, B., Jackson-O'Brien, D., & Parveen, S. (2009). Use of a commercial probiotic supplement in meat goats. *Journal of Animal Science*, *87*(2), 723-728. <https://doi.org/https://doi.org/10.2527/jas.2008-1031>
- Worku, M., Adjei-Fremah, S., Ekwemalor, K., Asiamah, E., & Ismail, H. (2016). 0130 Growth and transcriptional profile analysis following oral probiotic supplementation in dairy cows. *Journal of Animal Science*, *94*(suppl_5), 61-61. <https://doi.org/https://doi.org/10.2527/jam2016-0130>
- Xu, H., Huang, W., Hou, Q., Kwok, L.-y., Sun, Z., Ma, H., . . . Zhang, H. (2017). The effects of probiotics administration on the milk production, milk components and fecal bacteria microbiota of dairy cows. *Science Bulletin*, *62*(11), 767-774. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.scib.2017.04.019>